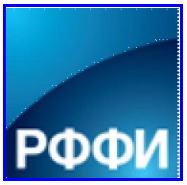


Российский фонд фундаментальных исследований

Воронежский государственный университет
Факультет географии, геоэкологии и туризма

Русское географическое общество
Воронежское областное отделение

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр РФ

Российское гидрометеорологическое общество

Институт географии Российской академии наук

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет

Посвящается 85-летию
факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ

Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы

Материалы
международной научно-практической конференции
(г. Воронеж, 3 - 5 октября 2019 г.)

Том 2

Воронеж
Издательство «Цифровая полиграфия»
2019

УДК 551.583
ББК 26.237
Г54

Г54 **Глобальные климатические изменения : региональные эффекты, модели, прогнозы :** Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 3-5 октября 2019г.) / Под общ. редакцией С.А. Куролапа, Л.М. Акимова, В.А. Дмитриевой. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – 444 с.

ISBN 978-5-906384-91-1

В сборнике материалов конференции представлены статьи ведущих отечественных и ряда зарубежных ученых, связанные с обсуждением и анализом причин, региональных особенностей и прогнозных моделей последствий глобальных климатических изменений, происходящих в различных регионах России и мира.

Содержание статей, объединенных в тематические разделы, охватывает широкий круг проблем, а именно:

Том 1: 1) глобальные климатические тенденции, модели, прогнозы; 2) региональные особенности современных климатических изменений; 3) региональные гидрологические проявления современных климатических изменений;

Том 2: 4) закономерности трансформации почвенных ресурсов, биоты и ландшафтов в условиях современных климатических изменений и хозяйственной деятельности; 5) особенности глобальных и региональных климатических изменений в городах; 6) социально-экономические и эколого-медицинские эффекты региональных изменений климата. Образовательные аспекты изучения климата.

География участников конференции обширна и включает значительное число участников из разных регионов России, а также представителей Азербайджана, Беларуси, Казахстана, Сербии, Узбекистана, Украины. Материалы конференции адресованы широкому кругу специалистов в области теоретических и прикладных аспектов гидрометеорологии, экологии и природопользования, физической, социально-экономической и медицинской географии.

Организация, проведение конференции и публикация материалов осуществлены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-05-20079)

УДК 551.583
ББК 26.237

ISBN 978-5-906384-91-1

© Авторский коллектив, 2019
© Воронежский госуниверситет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 12

РАЗДЕЛ 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ, БИОТЫ И ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 13

Аввакумова А.О.
ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАК ОДНОГО ИЗ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН..... 13

Ананин А.А.
ВЛИЯНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ДИНАМИКУ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ В ГОРАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ..... 18

Анциферова Г.А., Петросян В.С.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦИАНОТОКСИНОВ В ВОДОЕМАХ ЦЕНТРА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ..... 22

Бевз В.Н.
ОПОЛЗНЕВЫЕ ЛАНДШАФТЫ КЛИМАТОГЕННОГО ТИПА: СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ..... 27

Бевз В.Н., Быковская О.П., Горбунов А.С.
ЗОНАЛЬНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТИПЫ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ: ВАРИАНТЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ 29

Белоновская Е.А., Виноградова В.В., Тишков А.А., Царевская Н.Г.
РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ» И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В XXI ВЕКЕ..... 32

Гермонова Е.А., Сафонов А.И.
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНДИКАТОРНЫХ ПРИЗНАКОВ В ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ РАСТЕНИЙ Г. ДОНЕЦКА..... 39

Голуб В.Б., Петрова А.В., Соболева В.А.
ФОРМИРОВАНИЕ БИОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (HETEROPTERA) ЛАНДШАФТОВ ЗАПОВЕДНИКА «ГАЛИЧЬЯ ГОРА» В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 40

Голубятников Л.Л.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ РОССИИ..... 43

Гусев А.В., Григорьевская А.Я., Ермакова Е.И.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ *DAPHNE ALTAICA* PALLAS (*THYMELAEACEAE*) НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ..... 47

Гусев А.П., Шпилевская Н.С.
ИНВАЗИИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ РАСТЕНИЙ В АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ: КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ..... 50

Дали Ф.А., Айвазов А.С., Шабров С.Н.
ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ..... 53

Дорохов Б.А.
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСЛОВИЯ ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЦЧЗ..... 56

Дьяченко В.В.
ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ЮГА РОССИИ..... 59

Завалишин Н.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ КОМБОЛА 64

Зейналова С.М., Мамедбеков Э.Ш.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 65

Зеленская Н.Н., Денисова Л.В.
НОВЫЕ ЮЖНЫЕ ВИДЫ ВО ФЛОРЕ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО ЗАПОВЕДНИКА.... 69

Иванова Е.Ю.
АНАЛИЗ АККУМУЛЯЦИИ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ТКАНЯХ ДВУСТВОРЧАТЫХ И БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА..... 72

Исмайылов М.Д.
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН В УСЛОВИЯХ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 76

Ковалев В.И., Хохлов В.С.
ВЛИЯНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТА МЕСТНОСТИ НА УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ С БОРТА ВОЗДУШНОГО СУДНА 79

Летуновский В.В., Лихтенберг О.С., Горбунов А.С.
ВЫСОТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЛАНДШАФТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОВРАЖНОГО УРОЧИЩА)..... 83

Лисецкий Ф.Н., Польшина М.А., Буряк Ж.А.
ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОПОЧВЕННЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА ПРЕДГОРНОГО КРЫМА В АНТИЧНУЮ ЭПОХУ..... 86

Матвеев С.М., Тимащук Д.А.
ДИНАМИКА КЛЮЧЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ С 1961 ПО 2018 ГГ. И ЕЁ ОТРАЖЕНИЕ В ПРИРОСТЕ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ..... 90

Межова Л.А., Сагова З.М., Луговской А.М.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РИТМИКИ КЛИМАТА И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАМБИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО 94

Мирненко Э.И.
ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОНА
В ПРУДАХ Г. ДОНЕЦКА..... 98

Михайлов В.В.
ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПОСТРОЕНИЮ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ
АРЕАЛА 101

Михайлов В.В., Пономаренко М.Р., Соболевский В.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ДИНАМИКУ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ
ТУНДРЫ..... 106

Михно В.Б.
МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ
МЕЛОВЫХ ЛАНДШАФТОВ РУССКОЙ РАВНИНЫ..... 109

Мячина К.В.
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ФАКЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК
ДЛЯ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА ЛАНДШАФТЫ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ
(ВОЛГО-УРАЛЬСКИЙ СТЕПНОЙ РЕГИОН)..... 114

Nadirov M.A.
ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF LANDSCAPE IN ARID
CLIMATE CONDITION. RISKS AND HAZARDS..... 119

Низовцев В.А., Эрман Н.М.
КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В
СРЕДНЕВЕКОВЬЕ В ВЕРХНЕВОЛЖСКОМ БАССЕЙНЕ 125

Новенко Е.Ю., Низовцев В.А., Эрман Н.М., Мазей Н.Г., Матасов В.М., Лаврова Н.Б., Филимонова Л.В.
ДИНАМИКА КЛИМАТА И ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА СРЕДНЕЙ
ПРОТВЫ В ГОЛОЦЕНЕ..... 130

Петрищев В.П.
ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ
СТРУКТУРЫ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ
ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ 136

Полищук Ю.М., Муратов И.Н., Полищук В.Ю., Байсалямова О.А., Куприянов М.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ
И ДИНАМИКИ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР В ЗОНЕ МЕРЗЛОТЫ СИБИРИ
В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ
СНИМКАМ 138

Полякова Н.В., Жердев В.Н.
ДИНАМИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСОСТЕПНЫХ
ЛАНДШАФТОВ ДОНСКОГО БАССЕЙНА В СВЕТЕ ПРОЦЕССОВ
ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ..... 142

Приходько В.Ю., Сафранов Т.А., Шанина Т.П.
ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
ГЛОБАЛЬНУЮ КЛИМАТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ..... 147

Разумовский Л.В., Разумовский В.Л.
ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ИВАНЬКОВСКОГО
И РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ (ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)……..... 151

Рубцова Ю.К., Звягинцева А.В., Лутовац М., Сазонова С.А.
ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ И РАССЕИВАНИЕ ПЫЛЕГАЗОВОГО ОБЛАКА, И ОЦЕНКА НЕОРГАНИЗОВАННЫХ ВЫБРОСОВ ПЫЛИ И ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ КАРЬЕРА ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКа..... 156

Рысин И.И., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю.
ОСОБЕННОСТИ РОСТА ОВРАГОВ В УДМУРТИИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА..... 161

Сафонов А.И.
КОРРЕКЦИЯ ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ СРЕДЫ В СВЯЗИ С МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ДОНБАССЕ..... 166

Свистова И.Д.
БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА УРБАНОЗЕМОВ ВОРОНЕЖА..... 167

Солдатов А.Н., Свиридов В.В.
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ – ЗАПОВЕДНИКА М.А. ШОЛОХОВА..... 171

Соляной А.В., Шмыков В.И.
ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ГОЛОЦЕНЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ..... 174

Сорокопудов В.Н., Баранова Т.В., Воронин А.А.
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ФЕНОЛОГИИ *RIBES AUREUM* В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 178

Тайник А.В., Баринов В.В., Мыглан В.С.
ПРОИСХОДЯЩИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И САМЫЕ СТАРЫЕ ДЕРЕВЬЯ ЮГА СИБИРИ..... 181

Телегина А.В., Свиридов В.В.
ЛАНДШАФТНО-ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ОБРАЗЫ ТРАНСФОРМАЦИИ УСМАНСКОГО БОРА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ В.М. ПЕСКОВА..... 184

Терехова Н.А.
НАТУРАЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА..... 187

Трофимец Л.Н., Чаадаева Н.Н., Санкова Е.А., Петелько А.И., Прядуненко Т.И.
ПОТЕРИ ПОЧВЫ С РАСПАХИВАЕМЫХ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ ВЕРХНЕЙ ОКИ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ 20 – НАЧАЛА 21 ВЕКА 190

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Семенов Ю.М.
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ, БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 194

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П.
УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ И ЭКОСИСТЕМАМИ 198

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П.
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ И БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 201

Федотов В.И., Успенский К.В., Григорьевская А.Я., Федотов С.В.
ОТКЛИК БИОТЫ ЛАНДШАФТОВ НА УГЛУБЛЯЮЩИЕСЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ..... 205

Царегородцева А.Ю., Скочилова Е.А
ПЫЛЕУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИПЫ СЕРДЦЕВИДНОЙ В РАЙОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ..... 208

Чевердин Ю.И., Сауткина М.Ю.
ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ АГРОЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА «КАМЕННАЯ СТЕПЬ»..... 210

Ширнина Л.В.
ТРАНСФОРМАЦИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА..... 213

РАЗДЕЛ 5. ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОРОДАХ..... 218

Алябышева Е.А., Алябышева Ю.С.
РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН Г. ЙОШКАР-ОЛЫ 218

Витченко А.Н.
ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА КРУПНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ 220

Девятова Т.А., Горбунова Ю.С.
МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ Г. ВОРОНЕЖА..... 223

Епринцев С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В., Жигулина Е.В.
ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРОСТРАНЯЕМОСТЬ АНТРОПОГЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ..... 227

Епринцев С.А., Шекоян С.В.
АНАЛИЗ ПРИРОДНОГО КАРКАСА ГОРОДА ВОРОНЕЖА КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ..... 230

Жук В.О., Ергина Е.И.
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КРЫМУ 234

Звягинцева А.В., Вербицкая М.В.
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ, И МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ НА ОБЪЕКТЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... 237

Каверина Н.В., Назаренко Н.Н., Ступин В.И.
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И АКТУАЛЬНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ ГОРОДА ВОРОНЕЖА..... 242

Клевцова М.А., Доброва Е.А.
ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРАВОБЕРЕЖЬЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА. 246

Клевцова М.А., Михеев А.А.
ВЛИЯНИЕ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА)..... 249

Козлов А.В., Копосова Н.Н.
ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ОБЪЕКТА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ НИЖНЕГО НОВГОРОДА..... 252

Криницын Д.С., Скочилова Е.А.
ОЦЕНКА ПЫЛЕУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В РАЙОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ 258

Миронова В.А., Шартова Н.В., Варенцов М.И., Коренной Ф.И., Грищенко М.Ю.
ВЛИЯНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧИ ТРЕХДНЕВНОЙ МАЛЯРИИ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ В 1999-2010 ГГ..... 260

Пинчук А.П., Слюсарев В.Н.
ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ В ГОРОДАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ..... 263

Погорелов А.В., Свиридов В.В.
ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САДОВО-ПАРКОВЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО МИКРОРАЙОНА ГОРОДА ВОРОНЕЖА..... 267

Попова И.В., Сарычев Д.В., Куролап С.А.
ИЗУЧЕНИЕ ГОРОДСКОГО «ОСТРОВА ТЕПЛА» С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ……..... 271

Прожорина Т.И., Гребенникова О.А.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 276

Прожорина Т.И., Лепешкина Л.А., Гребенникова О.А.
ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СНЕГОСВАЛКИ НА ТЕРРИТОРИЮ ЭКОСИСТЕМЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ВГУ 281

Рогозина Р.Е.
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 284

Рыгалова Н.В., Галахов В.П.
РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ..... 287

Середа Л.О.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ Г. ВОРОНЕЖА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 291

Скосарь А.Е., Куролап С.А., Полякова С.Н., Попова И.В.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА, СВЯЗАННЫЕ С АВТОТРАНСПОРТНЫМ ШУМОМ И ТЕРМИЧЕСКИМ КОМФОРТОМ..... 295

Соловьева С.С., Магрицкий Д.В., Ефимова Л.Е.
СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК МОСКВЫ, ЗАКЛЮЧЕННЫХ В КОЛЛЕКТОРЫ..... 298

Хрипякова В.Я., Горбунов А.С.
ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА БОЛЬШИХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА) 302

РАЗДЕЛ 6. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКИЕ ЭФФЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ КЛИМАТА..... 307

Александрова Л.Н., Шацких М.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ СО ШКОЛЬНИКАМИ 307

Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Тарасова Т.Т., Епринцев С.А.
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКИЕ ЭФФЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ..... 310

Бадюков Д.Д., Борсук О.А.
РОЛЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ИСТОРИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ 313

Бериев О.Г., Тезиев Т.М., Савхалова С.Ч.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗА..... 317

Григорьева Е.А.
КОМФОРТ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ..... 320

Гуня А.Н., Эльдарова Х.Б.
РОЛЬ ЛОКАЛЬНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ДИНАМИКЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНО-РАВНИННЫХ РАЙОНОВ ЧЕЧНИ..... 322

Евстропов В.М.
ЗДОРОВЬЕ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА) В КРУПНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ГОРОДЕ..... 326

Залата О.А., Богданова А.М., Евстафьева И.А.
ПОКАЗАТЕЛИ МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У СТУДЕНТОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ..... 328

Зарытовская А.И.
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ..... 332

Звягинцева А.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОРОДНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ПОЛЕЙ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ..... 336

Звягинцева А.В., Шалимов Ю.Н.
РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ..... 337

Куролап С.А.
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ:
ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ..... 339

Латышев О.Ю., Арно Б.Э., Терзиев В.К., Альмалики Т.Х., Хатиб А., Банабакова В.К., Арабска Е.Д., Георгиев М.П.
РАЗВИТИЕ РАССТРОЙСТВ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА У ДЕТЕЙ
КАК ОДНО ИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ..... 344

Латышев О.Ю., Ильин В.Н., Макарова Л.Н., Подкопаева В.А., Терзиев В.К., Арно Б.Э., Луизетто М., Эдбэй Х., Барман А.
ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ
ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА
ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РФ 347

Латышев О.Ю., Терзиев В.К., Ковалев Э.В., Банабакова В.К., Арабска Е.Д., Георгиев М.П.
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА
РОССИИ И БОЛГАРИИ..... 349

Лукашова О.П., Палехина М.А., Анисимов Д.С., Дмитрова Е.С., Клещев В.А., Попков Д.Д., Сысоева О.С., Шатохина И.В.
О РЕЗУЛЬТАТАХ ЗИМНЕЙ СНЕГОМЕРНОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ
НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ» ЗИМОЙ 2019 ГОДА..... 352

Малькова И.Л., Рубцова И.Ю.
ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОГО ОЧАГА КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ
КАК СЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ УДМУРТИИ) 355

Матевосова К.Л.
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. 358

Мишон Е.В.
ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ..... 362

Осадчая Л.М.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ОСОБЕННОСТИ ЖИЛИЩ НАРОДОВ МИРА 366

Пестина П.В., Шартова Н.В., Грищенко М.Ю., Варенцов М.И., Крайнов В.Н., Малхазова С.М.
МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
В РАЗВИТИИ ПРИРОДНООБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ:
НА ПРИМЕРЕ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА НА ЮГЕ РОССИИ 368

Прохода В.А.
ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ В
ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЖИТЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКИХ ГОСУДАРСТВ..... 371

Пчелинцева А.А., Самодурова Н.Ю.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ
ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПОЛЛИНОЗАМИ НАСЕЛЕНИЯ Г. ВОРОНЕЖА..... 374

Ревич Б.А.
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ..... 377

Сигора Г.А., Самсонова О.В.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ..... 381

Сироткин М.Б.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ АРЕАЛОВ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ, ПЕРЕНОСЧИКОВ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕВЫХ БОРРЕЛИОЗОВ И ВИРУСА КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА..... 386

Соколов С.Н., Кузнецова Э.А.
ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ХМАО – ЮГРЫ ПО БИОКЛИМАТИЧЕСКИМ ИНДЕКСАМ..... 390

Студеникина Е.М., Стёпкин Ю.И., Клепиков О.В., Куролап С.А., Колнет И.В., Самодурова Н.Ю.
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА..... 395

Тростянский С.Н., Куролап С.А., Клепиков О.В., Кучеренко И.О.
ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ..... 399

Шанин И.И.
ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ..... 404

Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А.
ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА НА СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ..... 407

Щербатюк А.П.
ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКИЕ ЭФФЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ГОРОДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН (НА ПРИМЕРЕ Г. ЧИТА)..... 409

Яковенко Н.В., Азиз Али А.С.
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПОЛИТИКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ..... 420

Яковенко Н.В., Комов И.В.
КЛИМАТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО 425

Яковенко Н.В., Сафонова И.В.
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И СОЦИАЛЬНОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ НАСЕЛЕНИЯ..... 429

Ямашкин А.А., Ямашкин С.А.
ИНФРАСТРУКТУРА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИКИ КЛИМАТА НА ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА..... 432

Янкина К.Ю.
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ АЭРОДРОМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 438

Ясюкевич В.В.
КЛИМАТООБУСЛОВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ *IXODES PERSULCATUS* И *IXODES RICINUS* НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОСЕДНИХ СТРАН: МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА..... 440

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема современных глобальных климатических изменений и их последствий - одна из важных и наиболее обсуждаемых в науке и средствах массовой информации проблем современной цивилизации. Её актуальность определяется масштабностью современных процессов климатических изменений, наблюдающихся в различных регионах мира, и серьезностью ожидаемых последствий, которые уже проявляются как на планетарном, так и на региональном уровнях. Важность аспектов анализа причин, последствий и прогнозных сценариев глобальных изменений климата сформулирована в Климатической доктрине Российской Федерации (2009) и подчеркнута в «Стратегии экологической безопасности России до 2025 г.» (Утверждена указом Президента РФ 19.04.2017), в которой отмечается, что «к глобальным вызовам экологической безопасности относятся последствия изменения климата на планете, которые неизбежно отражаются на жизни и здоровье людей, состоянии животного и растительного мира, а в некоторых регионах становятся ощутимой угрозой для благополучия населения и устойчивого развития». Обсуждение проблемы важно в различных аспектах, поскольку проблема носит междисциплинарный характер.

Анализ климатических процессов позволит оценить происходящие изменения и наметить пути взаимодействия представителей науки, управления, бизнеса, общественности для предотвращения кризисных явлений, связанных с последствиями климатических изменений. Особенно актуально обсуждение общих тенденций, анализ региональных проявлений в различных регионах мира и России, современные модели и прогнозные сценарии, аспекты климатических изменений в крупных городах, эколого-медицинские последствия волн жары/холода, вопросы совершенствования региональных систем экологического мониторинга и загрязнения атмосферы урбанизированных территорий.

В Воронежском государственном университете (ВГУ) в 2012 году успешно прошла международная конференция «Региональные эффекты глобальных изменений климата», являющаяся одним их этапов для обсуждения данных проблем на крупных научных форумах в различных регионах России. Обсуждение представленных материалов подтвердило неоднозначный характер современных «откликов» на изменение климата, в частности, рост температуры воздуха в приповерхностном слое планеты в последние десятилетия. Глобальное потепление, с одной стороны, характеризует естественные планетарные циклы вариаций температуры воздуха, а, с другой, - отражает антропогенный прессинг на атмосферу вследствие увеличения объемов парниковых газов техногенного генезиса. Ясно одно - климатические изменения носят очевидный характер, а их последствия проявляются в самых разных аспектах жизнедеятельности населения и хозяйственной деятельности, требующие организации мониторинга и предотвращения кризисных проявлений.

Цель конференции: обсуждение и анализ причин, региональных особенностей и прогнозных моделей последствий глобальных климатических изменений, происходящих в различных регионах России и мира (региональные аспекты климатических, гидрологических, почвенных, биотических, ландшафтных, экологических, медицинских, социально-экономических эффектов).

В ходе конференции рассмотрены основные междисциплинарные проблемы в области современной теории климата, тенденций климатических изменений и их влияния на окружающую среду и здоровье населения в планетарном масштабе и на территории отдельных крупных регионов. Особое внимание уделено рассмотрению новых методов и технологий в области научно-прикладных климатических исследований.

Второй том материалов конференции посвящен анализу закономерностей трансформации почвенных ресурсов, биоты и ландшафтов в условиях современных климатических изменений, проблемам урбоэкологии, социально-экономическим и эколого-медицинским эффектам региональных изменений климата, а также образовательным аспектам изучения климата.

Ректор ВГУ, докт. эконом. наук, профессор ***Д.А. Ендовицкий***
Декан ф-та географии, геоэкологии и туризма ВГУ, докт. геогр. наук, профессор ***С.А. Куролап***

РАЗДЕЛ 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ, БИОТЫ И ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАК ОДНОГО ИЗ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПОЧВЕНОЙ ЭРОЗИИ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

А.О. Аввакумова
avvakumova_alina@mail.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Россия

Метеорологический фактор вносит существенный вклад в процессы развития почвенной эрозии. Есть огромное количество трудов как русских, так и зарубежных ученых, посвященных изучению воздействия совокупности метеорологических величин. Это воздействие может быть как прямым, так и опосредованным. К прямым воздействиям метеорологических факторов относят изменения количественной и пространственно-временной структуры распределения осадков. Опосредованное воздействие оказывают температурные колебания, влажность воздуха, а также скорость и продолжительность ветра [3]. При этом такие изменения, как правило, тесно связаны с антропогенным воздействием, поскольку использование тех или иных мелиоративных мероприятий, а также выбор конкретного типа землепользования, зависит, в том числе, и от вариации метеорологических условий местности.

Регион исследования (Республика Татарстан) характеризуется крайне высокой интенсивностью процессов склоновой (почвенной и овражной) эрозии, длительным периодом сельскохозяйственного освоения земель и распространением здесь наиболее типичных для пахотных земель европейской части России подтипов почв. В связи с этим, на территории исследования были выбраны 7 ключевых участков, которые отражают типичные ландшафтные особенности территории (в первую очередь – почвенного покрова и рельефа местности), площадью от 30 до 60 гектар [1; 6]. На этих участках по данным разновременных почвенных карт был проведен пространственно-временной анализ динамики эрозии почв, проанализированы изменения структуры землепользования, а так же охарактеризован основной набор метеорологических величин, оказывающих наибольшее влияние на процессы почвенной эрозии.

Анализ метеорологических условий проводился с использованием данных архива метеоданных ВНИИГМИ-МЦД. На рисунке 1 показано размещение метеостанций на территории Республики Татарстан (по данным архива метеоданных ВНИИГМИ-МЦД).

Из отмеченных на территории республики 8 станций продолжительные ряды данных при минимальном количестве отсутствующих измерений доступны лишь для 3 метеостанций. Полученные данные позволяют обозначить общие тренды, характерные для территории исследования. На развитие эрозионных процессов непосредственное влияние оказывают суммарное количество осадков, их вид, продолжительность, интенсивность, а также время выпадения [3].

Анализ был проведен на основе данных о суточном слое жидких осадков, среднемесячном слое осадков, среднемесячных температурах трех действующих метеостанций, находящихся на территории Республики Татарстан за период 1960-2015 гг.

Знание об изменениях количества осадков, изменениях интенсивности и длительности периодов их выпадения, произошедших за последние десятилетия, является необходимым (хотя и не единственным) условием для объяснения эволюции эрозионных процессов на

изучаемой территории. В связи с этим для общей характеристики изменения трендов выпадения осадков за рассматриваемый период (1960–2015 гг.) на исследуемой территории были проанализированы среднемесячные значения осадков теплого (май – сентябрь) и холодного периодов (октябрь – апрель) [2], а также построены линейные тренды.

На рисунке 2 представлены данные среднемесячных осадков для холодного периода (октябрь – апрель) по станции 27595 «Казань». Аналогичные данные были проанализированы по двум другим метеостанциям (28506 «Елабуга», 28704 «Чулпаново»).

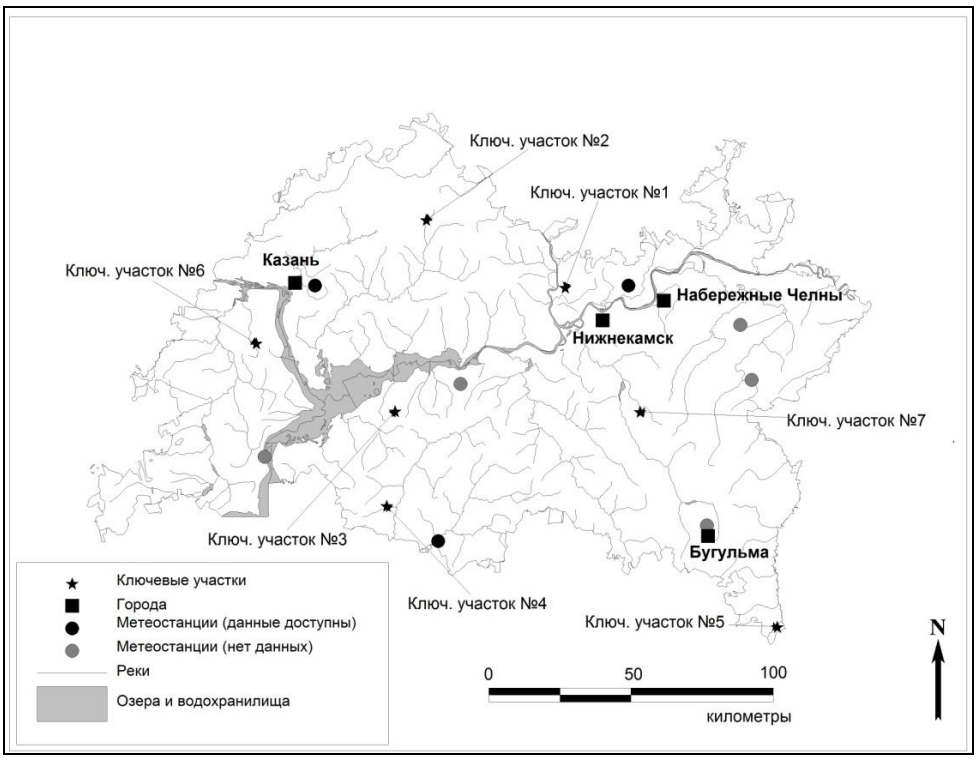


Рис. 1. Размещение метеостанций на территории Республики Татарстан (по данным архива метеоданных ВНИИГМИ-МЦД; http://aisori.meteo.ru/ClimateR)

В целом, можно отметить положительные тренды роста количества жидких осадков в осенние месяцы по данным всех метеостанций, а также рост среднего количества твердых осадков в зимние месяцы по данным метеостанций 27595 «Казань» и 28506 «Елабуга». Показатели метеостанции 28704 «Чулпаново» (южная часть Республики Татарстан), напротив, демонстрируют нисходящий тренд среднемесячного количества твердых осадков в зимние месяцы. Также, по данным всех метеостанций отмечаются слабые отрицательные тренды количества осадков в весенние месяцы.

Что касается среднемесячного значения осадков в теплый период (рис. 3), по данным всех метеостанций отмечаются стабильные, либо слабоотрицательный тренды. Однако в теплое время года усиление почвенной эрозии связано не столько со средним количеством выпавших осадков, сколько с их интенсивностью.

Наиболее мощный ливневой сток формируется при экстремальных дождях со слоем осадков более 40 мм. Поэтому имеет смысл проанализировать суммы осадков теплого периода (с мая по сентябрь включительно), соответствующих суточным слоям >10 мм, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 и >50 мм. Такая работа уже проводилась ранее для ЕТР [5]. Анализ был проведен на основе данных о суточном слое осадков 176 метеостанций ЕТР за период 1960-2015 гг. по данным архива метеоданных ВНИИГМИ-МЦД (http://aisori.meteo.ru/ClimateR) [2]. Для каждой метеостанции была построена модель линейного тренда годовой частоты осадков перечисленных суточных слоев в зависимости от календарного года, а также была оценена статистическая значимость отличия тренда от нуля.

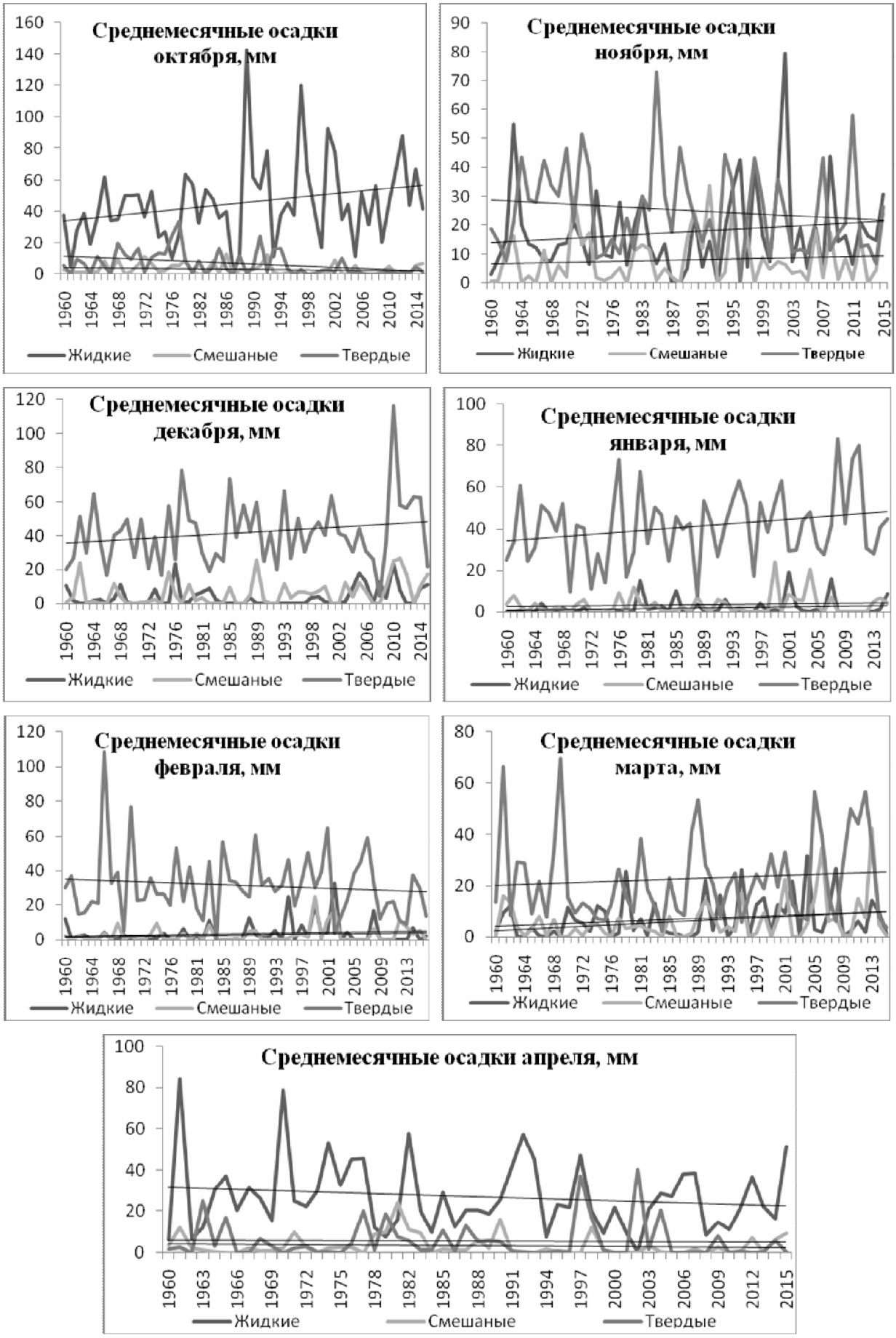


Рис. 2. Среднемесячные значения жидких, твердых и смешанных осадков в холодный период и их линейные тренды по данным метеостанции 27595 «Казань»

На первый взгляд, колебания частот носят хаотичный характер. Однако линии трендов иллюстрируют общее снижение частот выпадений осадков от 10 мм и выше по данным всех трех метеостанций. Выпадения сильных ливневых осадков, соответствующих максимальной размывающей силе (осадки от 40 мм и выше), носят единичный характер.

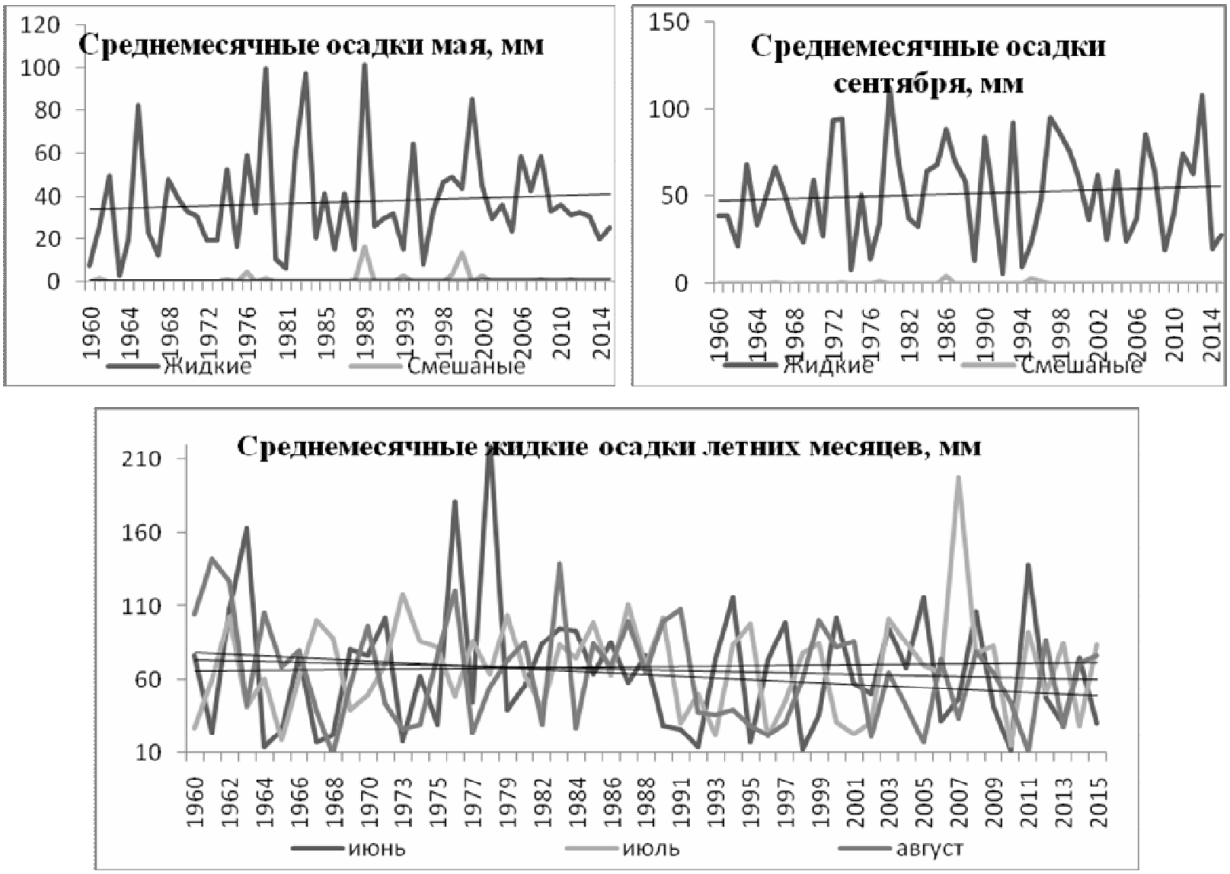


Рис. 3.Среднемесячные значения жидких и смешаных осадков в теплый период и их линейные тренды по данным метеостанции 27595 «Казань»

Можно сказать, что частоты осадков разных суточных слоев на всех метеостанциях показывают больше отрицательные тренды. Частоты экстремальных осадков (выше 40 мм) показывают либо слабоположительные, либо стабильные тренды. Согласно исследованиям, проведенным ранее по данным 176 метеостанций ЕТР за период 1960-2015 гг., частота наиболее экстремальных осадков (>50 мм) для 75% станций на начало изучаемого периода не превышает одного события в 5 лет [5].

Температура как метеорологический фактор может косвенно влиять на процессы почвенной эрозии разными путями. Когда концентрация CO_2 в атмосфере и температура возрастают, темпы эвапотранспирации возрастают, а влажность почвы уменьшается, что увеличивает впитывающую способность почвы и уменьшает сток и эрозию почв. Более косвенным воздействием является возможное изменение землепользования, которое адаптируется к новому климатическому режиму.

Объем выпадающих твердых осадков в холодный период в совокупности с температурными тенденциями определяет масштабы эрозии при снеготаянии. Однако, увеличение высоты снежного покрова, а также тенденция к повышению среднемесячных температур зимнего периода (рис. 4), неизбежно ведут к увеличению температуры почвы в холодный период (до начала снеготаяния).

Следует отметить, что многочисленные исследования отмечают нарастающую изменчивость глубины промерзания почвы вследствие увеличения частот оттепелей в зимний период и связанным с этими причинами значительным снижением вклада весеннего стока в процесс почвенной эрозии [4].

Среднемесячные температуры в весенне-осенний период также показывают общую тенденцию к увеличению. Это ведет к усилению процессов испарения и, как одно из возможных следствий, может привести к пересушению поверхности почвы в теплый период. Механизм воздействия фактора температуры на процесс почвенной эрозии крайне сложен и представляет собой совокупность как положительных, так и отрицательных воздействий.

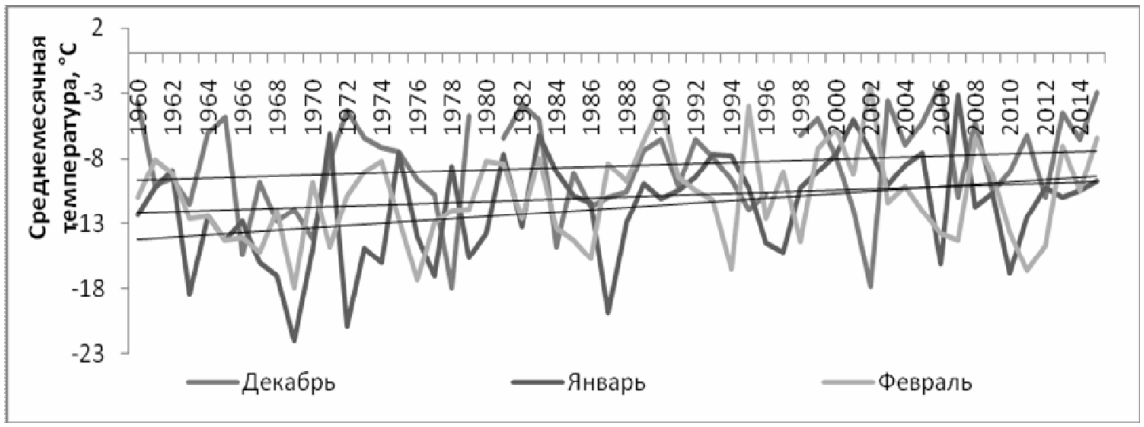


Рис. 4. Среднемесячные температуры зимних месяцев и их линейные тренды по данным метеостанции 27595 «Казань»

Таким образом, анализ метеоданных показал, что среднемесячное количество жидких и твердых осадков в холодный период в общем показывает положительные тренды на всей территории исследования. Рост среднемесячного количества твердых осадков в зимний период в совокупности с тенденцией к повышению среднемесячных температур зимнего периода приводят к постепенному снижению вклада весеннего стока в процесс почвенной эрозии.

Что касается среднемесячного значения осадков в теплый период, по данным всех метеостанций отмечаются стабильные, либо слабоотрицательные тренды. Поскольку в теплое время года усиление почвенной эрозии связано не столько со средним количеством выпавших осадков, сколько с их интенсивностью, необходимо проводить анализ сумм осадков, соответствующих суточным слоям >10 мм, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 и >50 мм. Можно сказать, что частоты осадков разных суточных слоев на всех метеостанциях показывают больше отрицательные тренды. Частоты экстремальных осадков (выше 40 мм) показывают либо слабоположительные, либо стабильные тренды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумова А.О. Методика оценки пространственно-временной динамики эрозии почв по материалам повторных почвенных съемок в регионе интенсивного земледелия средствами ГИС-технологий / А. О. Аввакумова, О. П. Ермолаев // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. − 2011. – Вып. 4. − С. 3-7.

2. Булыгина О. Н. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России [Электронный ресурс] / О. Н. Булыгина, В. Н. Разуваев, Л. Т. Трофименко, Н. В. Швец. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485. – 2014. – Режим доступа: http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных (дата обращения 07.03.2019 г.)

3. Кузнецов М. С. Эрозия и охрана почв: Учебник / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. − М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. − 352 с.

4. Рысин И.И. Влияние изменений климата на динамику темпов роста оврагов Вятско-Камского междуречья / И. И. Рысин, В. Н. Голосов, И. И. Григорьев, М. Ю. Зайцева // Геоморфология. – 2017. – № 1. – С. 90-102.

5. Chizhikova N. Dynamics of intense rainfalls in the southern half of European Russia for the period 1960-2015 / N. Chizhikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol.107, Is.1. – Art. № 012098.

6. Yermolaev O. GIS Methods In Evaluation Of Arable Soils' Spatial-Time Erosion Dynamics On The Territory Of The Russian Plain / O. Yermolaev, A. Avvakumova // 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM. – 2014. – Vol. III: Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. – Pp. 627-633.

ВЛИЯНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ДИНАМИКУ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ В ГОРАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

А.А. Ананин
a_ananin@mail.ru

ФГБУ «Заповедное Подлеморье»,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г.Улан-Удэ, Россия

Изучение изменений численности популяций животных в природных условиях относится к одному из актуальных направлений биологических исследований. Особая значимость таких работ связана с современными тенденциями климатических изменений. Длительные стационарные наблюдения за численностью вида позволяют выявить особенности его реагирования на вариации условий среды, которые складываются в конкретный год. Оценка возможного влияния изменений климата на различные природные процессы становится все более злободневной задачей.

Российские заповедники с достаточно длительными рядами наблюдений, собранными на территориях, защищенных от антропогенных воздействий, становятся источниками информации об ответах биоты на климатические изменения [6]. Одним из основных результатов научной деятельности заповедников является оперативная информация об изменениях природной среды и долговременные ряды количественных непрерывных наблюдений, происходящих в подавляющем большинстве случаев без прямого воздействия хозяйственной деятельности. Достаточно удобной моделью для исследования популяционной динамики во времени и пространстве являются птицы.

В задачи работы входило выявление тенденций долговременных изменений обилия гнездящихся птиц на модельной территории Баргузинского хребта, а также раскрытие связей локальной плотности видов птиц с региональными фенологическими процессами весны и начала лета.

В качестве ключевого участка для долговременного мониторинга была использована территория Баргузинского государственного природного биосферного заповедника им. К.А. Забелина (54°01'-54°56' с.ш., 109°28'-110°22' в.д.). Баргузинский заповедник основан в 1916 г. Эта территория никогда не подвергалась заметным антропогенным воздействиям, кроме традиционных форм охоты коренных жителей – эвенков до организации здесь свыше 100 лет назад первого в России государственного заповедника. Располагаясь в ненарушенных природных системах, территория заповедника может рассматриваться как эталонная для выявления ответов биоты на глобальные изменения среды и климата.

Долговременные изменения численности летнего населения птиц прослежены нами в 1984-2018 гг. на постоянных учетных маршрутах, расположенных в долинах трех рек от побережья оз. Байкал до высокогорий Баргузинского хребта (460-1700 м над ур. м.). На этих трансектах ключевого участка, разбитых на 11 участков, представлена большая часть разнообразия местообитаний нижней и верхней части горнолесного и подгольцового поясов [1]. Общая протяженность пеших маршрутных учетов – 19290 км, в том числе в гнездовой период – 8160 км. Обилие птиц рассчитано по методу Ю.С. Равкина [5].

Общее число видов птиц, зарегистрированных на территории Баргузинского заповедника – 289, для 144 из них здесь доказано гнездование, еще 11 видов – вероятно гнездя-

щиеся. С повышением высоты местности число зарегистрированных на учетных маршрутах видов постепенно убывает от 103 на прибайкальских террасах до 43 в гольцовом поясе.

Для ландшафтов Баргузинского хребта характерно низкоеобилие населения птиц, что объясняется невысокой суммарной продуктивностью природных комплексов, континентальностью климата и особенностями растительного покрова Северо-Восточного Прибайкалья. Самая высокая среднемноголетняя численность птиц (274 особи/км^2) в гнездовой период наблюдалась в предгорьях (нижняя часть горнолесного пояса), где климатические условия для западного макросклона наиболее оптимальны. Второй максимум плотности населения (257 особей/км^2) зафиксирован в подгольцовом выделе. В целом, с повышением высоты местности обилие птиц сокращается.

За последние 60 лет на ключевом участке зарегистрированы значительные по масштабам изменения климата. Они выразились в потеплении весенних и летних месяцев и, как следствие, в увеличении среднегодовой температуры воздуха, что совпадает с общей логикой глобального потепления. Температурный режим зимних (за исключением февраля) и осенних (за исключением сентября) месяцев существенно не трансформировался. В совокупности климатические изменения привели к усилению аридности климата и в некоторой степени к росту его континентальности [4].

Выявлены долговременные тренды обилия населения и отдельных видов птиц в различных высотных выделах. В целом по ключевому участку в населении птиц с середины 1990-х гг. продолжена тенденция к снижению плотности, определенно связанная с засушливой фазой современного климатического цикла.

Из 60 включенных в анализ фоновых видов птиц, регулярно встречающихся на ключевом участке, статистически достоверная тенденция увеличения обилия (положительный тренд, рассчитанный как коэффициент ранговой корреляции многолетних изменений плотности гнездования с временным рядом) обнаружена у 10 видов.

Статистически значимый отрицательный тренд зафиксирован для 18 видов: серого журавля (*Grus grus*), горной трясогузки (*Motacilla cinerea*), сибирского жулана (*Lanius cristatus*), таловки (*Phylloscopus borealis*), сибирской мухоловки (*Muscicapa sibirica*), сибирской горихвостки (*Phoenicurus auroreus*), синего соловья (*Luscinia cyane*), краснозобого (*Turdus ruficollis*) и оливкового (*T. obscurus*) дроздов, длиннохвостой синицы (*Aegithalos caudatus*), буроголовой гаички (*Parus montanus*), обыкновенной пищухи (*Certhia familiaris*), обыкновенной (*Carpodacus erythrinus*) и сибирской (*C. roseus*) чечевиц, 4 видов овсянок: рыжей (*Emberiza rutila*), седоголовой (*E. spodocephala*), белошапочной (*E. leucocephala*) и дубровника (*E. aureola*). Еще у 32 видов статистически существенные тренды не выявлены, плотность гнездования у них была относительно стабильной либо отмечались ее непериодические флуктуации[3].

Исследование закономерностей движения численности видов позволяет не только прогнозировать изменения их популяций, но и получать оперативную информацию о современных изменениях, происходящих в природных комплексах. Отрицательные тенденции преобладают у дальних мигрантов (12 видов против 4 с положительными трендами). У ближних мигрантов и у оседлых видов птиц наблюдается примерно равное соотношение числа видов с положительными и отрицательными трендами.

Метеорологические условия весны и начала лета (теплообеспеченность и количество осадков) и весенняя фенологическая обстановка (сроки схода снегового покрова и развития растительности) влияют на наличие и доступность кормовых ресурсов и гнездопригодность местообитания, а через них - на особенности формирования местного населения птиц. На процессы формирования гнездового населения в горах оказывают влияние и условия предыдущего года, включающие баланс тепла и влагообеспеченности, составляющий основу для формирования величины биомассы беспозвоночных животных в текущем году. Обнаружены статистически значимые связи многолетних изменений гнездового обилия птиц высотно-поясных выделов ключевого участка с погодно-климатическими параметрами весны текущего года и весенне-летними значениями теплообеспеченности и величины осадков в предшествующий год. Изменчивость этих пара-

метров служит причиной разнонаправленных изменений обилия мигрирующих и оседлых видов птиц в различных высотно-поясных выделах и в соседних речных долинах в пределах одного пояса растительности, отличающихся по своим экологическим условиям [1].

У многих видов наблюдаемое непостоянство локального населения обусловлено сменой предпочитаемых мест гнездования значительного числа особей в зависимости от экологических условий периода миграций и начала гнездования. Птицы могут каждую весну формировать свое население заново, широко перемещаясь в поисках подходящих местообитаний [1].

Результаты современных исследований показывают, что распределение гнездящихся птиц в пространстве в первую очередь определяется наличием и доступностью кормовых ресурсов и гнездопригодностью местообитания. Они обусловлены такими параметрами видовой экологической ниши как благоприятный субстрат, архитектурные особенности места обитания (топоархитектура), высотно-климатические условия и комплекс приспособлений к условиям зимовки [7]. При изучении динамики плотности птиц на постоянных участках в горных условиях, где относительно стабильны пригодная для вида топоархитектура и субстрат, наибольшее влияние на распространение и обилие оказывают изменяющиеся параметры – климатические факторы и выживаемость на местах зимовки.

Основной группой факторов, оказывающих модифицирующее воздействие на формирование населения птиц, могут быть условия текущей весны, в том числе сроки наступления феноявлений, теплообеспеченность и влагообеспеченность весны и начала лета. Особенно это проявлялось в годы либо с очень ранней и теплой весной, либо при холодной поздней весне. При этом индексы теплообеспеченности могут рассматриваться в качестве индикатора фенологической готовности местообитания к гнездованию и его кормообеспеченности.

Разные виды птиц неодинаково реагируют на складывающуюся ежегодно ситуацию. Выбор оптимальных условий для вида в конкретном году может происходить путем перераспределения между участками в пределах одного высотного пояса (между речными долинами), а также за счет вертикальных перемещений между разными высотными поясами растительности.

В годы с ранней и теплой весной многие виды птиц гнездятся в верхних высотных поясах Баргузинского хребта с более высокой плотностью, чем в нижележащих. В годы с холодной, поздней и затяжной весной они имеют повышенную гнездовую плотность в нижних поясах и редки в высокогорной части. В такие годы с более низкой средней температурой июня (1987 и 1989 гг.) отмечалось снижение гнездового обилия многих видов на всем ключевом участке. Кроме того, в отдельные наиболее теплые годы в верхних поясах можно наблюдать гнездование птиц, которые в обычные годы там не встречаются (например, белошапочная овсянка в подгольцовом поясе в 2005 и 2016 гг.).

Раздельный анализ таких долговременных тенденций на отдельных высотно-поясных выделах показал, что статистически значимые тренды могут быть обнаружены не только у тех видов, для которых они выявлены для всего ключевого участка, но и у видов со статистически недостоверными суммарными направленностями долговременных изменений. При этом для некоторых видов на разных участках могут вскрываться разнонаправленные статистически значимые тренды [1]. Например, пятнистый конек (*Anthus hodgsoni*) на соседних (предгорном и горнолесном) участках долины р. Езовка обнаруживает разнонаправленные долговременные изменения обилия, отрицательный тренд - на предгорном участке р. Большой и положительные тенденции - на выделах в долине р. Давша. Это свидетельствует о явных признаках перераспределения населения вида между высотными выделами и долинами соседних рек с различающимися гидротермическими условиями в весенне-летний период.

В районе исследований отмечена реакция птиц на климатические изменения в регионе, выражающаяся в форме долговременных сдвигов дат весеннего прилета. Этот отклик не имеет однозначного характера, отмечены как положительные, так и отрицательные тренды [1]. Из 54 видов, для которых выявлены тенденции изменения сроков весен-

него прилета в 1939-2018 гг., 28 видов (51,8%) стали прилетать раньше, 15 видов (27,8%) появляются в среднем позднее, а для 11 видов (20,4%) сроки достоверно не изменились.

Не обнаружена сопряженность изменений сроков весеннего прилета с местами зимовок и протяженностью миграционного пути. Разнонаправленные изменения сроков прилета в Северо-Восточное Прибайкалье отмечаются как в группе ближних мигрантов, так и у видов птиц, совершающих дальние миграции.

Для ряда перелетных птиц обнаружена связь гнездового обилия вида с датами первой весенней регистрации в районе гнездования. Повышение гнездовой плотности разных видов может регистрироваться как при более раннем, так и при относительно запоздалом прилете [2]. Для некоторых видов при раннем прилете наблюдается повышение обилия на одних участках и его снижение – в других высотных поясах. Такие взаимозависимости сроков прилета и гнездовой плотности могут определяться связями сроков прилета птиц с погодно-климатическими условиями весны, а также тем, что формирование местного гнездового населения птиц во многом определяется теплообеспеченностью и суммой осадков весной и в начале лета.

Отмеченные на территории ключевого участка сдвиги сроков весеннего прилета птиц вследствие глобальных изменений климата могут оказывать воздействие на формирование и динамику гнездового населения в районе исследований и сопровождаться направленными трансформациями локального обилия гнездящихся видов[3].

Птицы, возвращающиеся с зимовок, совершают в предгнездовой период поисковые перемещения, выявляя территории, наиболее благоприятные для гнездования в конкретный год. При этом их действия соответствуют генеральной линии эволюции птиц – выработке средств ухода от неблагоприятных условий среды, а не приспособления к ним. Такие же кочевки в предзимний период, а иногда и весной, совершают и оседлые зимующие виды.

В целом зимующие виды имеют низкие связи гнездового обилия со сроками наступления весенних субсезонов и параметрами теплообеспеченности территории в апреле-мае, которые лишь в незначительной степени влияют на формирование местного населения. Такие процессы для зимующих видов реализуются преимущественно в ходе позднелетних и осенних перемещений и кочевок.

Мигрирующие виды птиц в значительно большей степени связаны с ходом весенних фенологических процессов и параметрами теплообеспеченности района гнездования в год наблюдений. Для многих перелетных видов характерно повышение гнездовой плотности в годы с более ранними сроками прохождения весенних фенофаз. В то же время, например, для горной трясогузки и пятнистого конька отмечаются разнонаправленные связи численности в различных высотных выделах ключевого участка со сроками наступления пестрой и голой весны, что определяется регистрируемыми для этих видов высотно-зональными и междолинными перераспределениями обилия.

Таким образом, население птиц в горных условиях юга Восточной Сибири ежегодно формируется под воздействием факторов, изменяющих условия обитания птиц. Формирование местного населения насекомоядных птиц во многом определяется абиотическими факторами среды, в первую очередь теплообеспеченностью и суммой осадков весной и в начале лета. Изменчивость этих параметров служит причиной ежегодного перераспределения плотности населения многих видов между высотно-поясными выделами, а также между соседними речными долинами.

Изменения сроков прохождения весенних фенофаз и параметры теплообеспеченности весеннего сезона могут оказывать существенное влияние на особенности формирования местного населения птиц, вызывая разнонаправленные изменения обилия мигрирующих и зимующих видов птиц в условиях различных высотно-поясных выделов и речных долин, отличающихся по своим экологическим условиям.

Долговременные климатические изменения оказывают влияние, как на сроки весеннего прилета птиц, так и на формирование гнездового населения птиц горно-таежных лесов и местообитаний подгольцового и гольцового поясов, на межгодовую динамику локального обилия и перераспределение гнездящихся видов птиц.

Территория Баргузинского заповедника может рассматриваться как эталонная для Северного Прибайкалья и использоваться в качестве модельной для организации и осуществления долговременного мониторинга многолетних изменений процессов формирования локального населения высотно-поясных выделов, включая межгодовые флуктуации обилия гнездящихся и зимующих видов птиц. Особую значимость такой долговременный мониторинг приобретает для выявления ответов биоты на долговременные климатические изменения.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ «Заповедное Подлеморье», а также при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственных академий наук на 2013-2020 гг., проект №VI.51.1.2 (АААА-А17-117011810035-6)

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананин А.А. Птицы Северного Прибайкалья: динамика и особенности формирования населения. – Удэ: Изд-во БГУ, 2010. – 295 с.

2. Ананин А.А. Влияние изменений климата на население птиц горно-таежных лесов западного макросклона Баргузинского хребта // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: Матер. Междунар. конф. Т.1. Улан-Батор (Монголия), 8-11 сентября 2015 г. – Улан-Батор, 2015. – С. 280-283.

3. Ананин А.А. Роль долговременных климатических изменений в динамике населения птиц в горных условиях // Экология и эволюция: новые горизонты: матер. Междунар. симп., посвящ. 100-летию акад. С.С. Шварца (1–5 апреля, 2019, г. Екатеринбург). – Екатеринбург: Гуманитар. университет, 2019. – С. 463-465.

4. Ананина Т.Л., Ананин А.А. Характеристика климата Баргузинского заповедника (Северное Прибайкалье) за период 1955-2015 гг. и его влияние на насекомых // Природа Байкальской Сибири: тр. заповедников и национальных парков Байкальской Сибири. Вып. 2. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2017. – С. 117-126.

5. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66–75.

6. Шварц Е.А., Кокорин А.О. Проект WWF по воздействию климата на экосистемы // Влияние изменения климата на экосистемы. – М.: Русский университет, 2001. – С. I-2 – I-4.

7. Юдкин В.А. Экологические аспекты географии птиц Северной Евразии. – Новосибирск: Наука, 2009. – 416 с.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦИАНОТОКСИНОВ В ВОДОЕМАХ ЦЕНТРА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

Г.А. Анциферова, В.С. Петросян
g_antsiferova@mail.ru, valpetros@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Урбанизация и интенсивное сельскохозяйственное освоение территории центра Восточно-Европейской равнины приводят к повсеместному усилению неблагоприятного антропогенного воздействия на экологическое качество поверхностных вод региона. Аналитические методы определения качества вод, например, гидрохимический способ контроля, зачастую ограничен определением нескольких химических элементов и их соединений, и лишь при специальных тематических работах могут определяться тяжелые металлы или расширен список определяемых веществ. Эколого-биологический контроль,

основанный на изучении сообществ фитопланктона и микрофитобентоса, представленных микроводорослями, позволяет определять класс и разряд качества вод по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации В. Сладечека, судить о состоянии кризисности водной экосистемы, обусловливающей состояние процессов самоочищения.

К настоящему времени накоплен обширный фактический материал, который позволяет сделать выводы о том, что водные экосистемы по степени кризисности процессов самоочищения вод находятся в неустойчивом состоянии. Для класса вод от I–II «Очень чистая» и «Чистая» до III класса «Удовлетворительной чистоты», и даже IV класса «Загрязненная» на уровне разряда качества 4 а «Умеренно загрязненная», степень кризисности экосистем находится в стадии обратимых изменений. Далее следует пороговая стадия, которая переходит в стадию необратимых изменений.

Общепринятый подход выявления качества вод опирается на гидрохимические показатели, определенные в их общепринятом, то есть ограниченном объеме, и на параметры индекса сапробности. Однако в последние годы обращает на себя внимание такой парадокс, как несоответствие данных показателей, зачастую соответствующих III классу качества вод, и «цветение» вод. Обычно оно обусловлено распространением сообществ фитопланктона, представленных цианобактериями (синезелеными водорослями) загрязненных местообитаний. Обычно это виды, которые в процессе метаболизма продуцируют цианотоксины. Очевидно, что водная среда приобретает токсичные свойства, но методы определения уровня токсичности, если и разработаны, то пока не получили распространения [5].

Климатические изменения, связанные с проявлением глобального потепления, которое четко прослежено на примере экстремально высоких летних температур воздуха в 2010–2012 годах, показало влияние данного природного фактора на эколого-биологическое состояние поверхностных вод.

В настоящее время достаточно актуальна проблема выявления и изучения как природных, так и антропогенных процессов, происходящих в водных экосистемах. Выбор водоемов – объектов для исследования происходящих в водных экосистемах собственно природных процессов, и наложенных на них процессов, связанных с антропогенным влиянием промышленно-хозяйственной деятельности человека, затруднителен. В качестве эталонов было выбрано два типа водоемов. Это водоемы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и искусственные водные объекты. Для оценки экологического состояния водоемов, и/или степени загрязнения поверхностных вод вследствие влияния антропогенной (техногенной) нагрузки, широко применяются гидрохимические и биоиндикационные методы.

В качестве природного фактора, влияющего на состояние водных объектов, рассмотрены температурные флуктуации, выразившиеся как экстремально высокие летние температуры воздуха в 2010–2012 годах [1]. Это четкое проявление независимого от деятельности человека природного фактора и, что особенно важно, его влияние было замечено. Температурные аномалии повсеместно отразились на эколого-биологическом качестве поверхностных вод, что доказывается на примере их изучения методом биоиндикации по сообществам фитопланктона и микрофитобентоса. Наши многолетние исследования показали, что, несмотря на ограничения хозяйственной деятельности человека в пределах ООПТ, расположенные здесь водоемы также испытывают антропогенную нагрузку. Например, в результате атмосферного массопереноса вещества, или вследствие диффузного стока с водосборной территории. Изменения качества вод в связи с флуктуациями температурного фактора в 2010–2012 годах четко отразились как на качестве вод водоемов ООПТ, так и искусственных водных объектов. Это доказывает, что эти изменения проявляются повсеместно,

Природные водоемы представлены проточно-русловыми озерами долины р. Ворона, крупного правого притока р. Хопер, входящей в бассейн среднего Дона, находятся пределах ООПТ заповедника «Воронинский». Выбор их в качестве эталонных природных

водных экосистем, объясняется отсутствием прямого антропогенного воздействия на них, а также высоким эколого-биологическим качеством природных вод.

Исследования сообществ фитопланктона и микрофитобентоса этих мелководных и среднеглубоких озер проводились в 2007–2014 и в 2018 годах. В работе описаны изменения видового состава фитопланктона и микрофитобентоса озер в условиях среднестатистических климатических параметров (2007–2009 годы), аномально высоких летних температурах воздуха (2010–2012 годы) и при возврате температур к среднестатистическим показателям (2013–2014 годы). Анализ фактических данных, полученных для водоемов заповедника, показал, что таксономический состав сообществ диатомовых водорослей и цианобактерий отражает воздействие природных и антропогенных процессов, происходящих в пределах геосистемы «водоем – водосборная территория». Изменения видового состава вызываются флуктуациями в потоках вещества и энергии. При превышении обычных летних температурных показателей происходит увеличение объемов накопления в водоемах органического вещества, при этом качество вод снижается. Резкое изменение состава сообществ цианобактерий показывает их высокую миграционную способность. Аномально высокие летние температуры воздуха и вод способствуют распространению цианобактерий, которые являются чужеродными для региона и характерными для теплых водоемов Средней Азии (Бухара), Крыма, и горячих источников. Возвращение параметров среды обитания к среднестатистическим вызывает их исчезновение, однако при этом получают распространение виды цианобактерий, характерные для загрязненных местообитаний, и способные вызывать «цветение» вод. Среди них наблюдаются также признанные продуценты цианотоксинов. Появление таких видов в природных водоемах заповедника в условиях глобальных климатических изменений подтверждает опасность положительных температурных аномалий, поскольку они чрезвычайно негативно влияют на качество поверхностных вод.

Исследование таксономического состава сообществ фитопланктона и микрофитобентоса, которые проводились в водоемах заповедника в 2018–2019 годах, позволили проследить, в определенной мере, более долговременные и причем негативные последствия влияния летних температурных аномалий.

Воронежское водохранилище выступает как природно-антропогенный водоем проточно-руслового типа в нижнем течении р. Воронеж, по берегам которого расположен крупный областной центр – г. Воронеж. Целенаправленные исследования сообществ фитопланктона и микрофитобентоса водохранилища охватывают 1988, 2003 годы и затем 2013–2018 годы.

Эколого-санитарное состояние Воронежского водохранилища в последние годы вызывает большую тревогу, поскольку сопровождается интенсивным «цветением» вод цианобактериями. Их массовое распространение зафиксировано от плотины до моста ВОГРЭС, и прослеживается выше по течению, вплоть до Северного моста. Тяжелый неприятный землистый и канализационный запах определяется массовым развитием видов загрязненных местообитаний, таких как *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и его форм, а также других. Из очага массового развития широко распространился вид *Microcystis ichthyoblabe* Kütz. – Микроцистис рыбозаморный, который в 2013 году выявлен в приустьевой части р. Тавровка и в Масловском затоне водохранилища. В мае – июне 2014 года этот вид фиксировался повсеместно с оценками обилия «в массе» – «очень часто» в пробах фитопланктона, в массовом количестве, наряду с *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и его формами, данный вид также наблюдается в русле р. Воронеж ниже плотины водохранилища в виде мощных дерновин и скоплений [2].

Для вегетации цианобактерий благоприятны температуры вод от 23–25°С и более. Обычно это середина июля – середина августа. Аномально высокие летние температуры воздуха 2010–2012 годов предопределили более продолжительное время вегетации, где-то с середины июня и до середины (двадцатых чисел) сентября. В эти годы, а также в дальнейшем (например, в 2013–2014 годах) цианобактерии обусловили бурное летне-осеннее «цветение» вод акватории водохранилища.

Очевидно, подобного опасного для экологии города явления, следует ожидать и в будущем. Лето – начало осени 2018 года также отличалось повышенным температурным режимом, предопределившим большую продолжительность активного вегетационного сезона. Это вызвало не только образование повышенных объемов численности и биомассы цианобактерий, но и, с началом понижения температуры вод, – массовое их отмирание и разложение. Данный процесс сопровождается выделением специфических веществ в атмосферный воздух, но, что представляет еще большую опасность – в водную среду и донные отложения [АнцСкос18]. В наступивший вегетационный сезон 2019 года уже в конце мая – начале июня происходит «цветение» вод видами *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и его формами и *Microcystis ichthyoblabe* Kütz. Это в очередной раз, свидетельствует, что экосистема Воронежского водохранилища в пределах Нижнего участка, охватывающий акваторию Плотина – Северный мост, в своем состоянии прошла точку невозврата к экологическому благополучию.

Ныне происходит реализация сценария развития кризисной экологической ситуации, спровоцированной массовым развитием в акватории Воронежского водохранилища представителей цианобактерий, которые являются признанными в мире источниками цианотоксинов.

Подобный процесс распространения видов цианобактерий, продуцирующих цианотоксины, зафиксирован и в водоемах ООПТ. Это чрезвычайно тревожный симптом, который после экстремального температурного воздействия 2010–2012 годов, проявляется повсеместно, что особо подчеркивает остроту экологической проблемы современного состояния качества поверхностных вод. Данная проблема существует уже не на локальном, а на региональном, в самом широком понимании данного термина, уровне. Масштабность негативных последствий загрязнения поверхностных вод цианотоксинами подчеркивается их гидравлической связью с подземными водами. В этом заключается главная опасность «цветения» вод цианобактериями. Так, неоген-четвертичный водоносный комплекс, который используется для водоснабжения населения г. Воронежа, пополняется водами Воронежского водохранилища.

Инициативные исследования состояния Воронежского водохранилища, которые проводятся нами, начиная с 1988 года, в том числе в 2013–2018 и 2019 годах позволяют достаточно адекватно оценивать экологическую ситуацию и представить сценарий дальнейшего развития этой водной экосистемы в условиях глобальных климатических изменений. Представляется, что экосистема Воронежского водохранилища находится в состоянии экологической деградации [2, 3].

В 2017 году в Воронежском водохранилище проводилось изучение токсичности водной среды, связанной с цианотоксинами. В марте месяце В.Т. Лухтановым (ОАО «Альгобиотехнология) были отобраны пробы для гидрохимического анализа, гидробиологических исследований и для анализа микроцистинов. Была применена точечная схема отбора проб с интервалом в 5 км. Пробы отбирались с помощью батометра. Всего отобрано 20 проб в 5 точках.

В России микроцистины пока не нормируются. Полученные результаты предельно допустимых концентраций (ПДК) микроцистинов сравниваются с нормативом Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для вод различного назначения. Суммарные концентрации микроцистинов не должны превышать ПДК для питьевых вод, равный 1 мкг/л, и для водоемов рекреационной зоны – 4 мкг/л. В законодательствах различных стран Европы, Южной Америки и Тихоокеанского бассейна в качестве нормативного для микроцистинов (MC-LR) принят уровень 1–1,5 мкг/л.

Изучение микроцистинов (другие виды цианотоксинов не определялись) проводилось на кафедре органической химии химического факультета МГУ на жидкостном хроматомасс-спектрометре с МС/МС-детектированием фирмы «Леко» (США). Авторы выражают благодарность кандидатам химических наук С.С. Жохову и Е.А. Шуваловой за помощь в получении этих данных.

В соответствии с установленными ВОЗ нормативами для водоемов рекреационной зоны, по суммарному количеству микроцистинов в водах Воронежского водохранилища, нормативу соответствует только проба 1, в которой обнаружены лишь следовые количества микроцистина MC-LR. В водохранилище микроцистины MC-LR, MC-RR, MC-YR идентифицировались во всех исследуемых пробах, от следовых количеств MC-LR – проба 1 Железнодорожный мост и до десятков нг/мл: проба 2 Чернавский мост 52,19 нг/мл, проба 3 Правобережье ниже моста ВОГРЭС 15 нг/мл. Наибольшее суммарное количество микроцистинов 88,68 нг/мл было обнаружено в пробе № 4 Масловский затон, а наименьшее 19,73 нг/мл - в пробе № 5 Плотина, водовыпуск. Нормативам ВОЗ не соответствует качество вод в пробах № 2–5.

При современном уровне антропогенной (техногенной) нагрузки на поверхностные воды, их токсичное «цветение» распространено повсеместно. И подобный сценарий развития экологической ситуации достоверно прогнозируется на последующие годы. В Воронежском водохранилище, по сути, запущен механизм химической реакции, направленной на производство цианотоксинов.

Данный процесс определяет сценарий дальнейшего развития экосистемы Воронежского водохранилища, которая требует целенаправленных комплексных исследований для выработки мероприятий, связанных, в первую очередь с ограничением, контролем и регулированием «цветения» вод. Одна из возможностей заключается в применении метода биологической реабилитации водоемов, разработанного Н.И. Богдановым [4, 6]. На многочисленных примерах к настоящему времени доказано, что проведение альголизации вод может положительно повлиять на экологическую ситуацию Воронежского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Л.М., Задорожная Т.Н. Особенности распределения трендов температуры воздуха на европейской территории России и сопредельных государств. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2018. – №4. – С. 5–14.

2. Анциферова Г.А. Экологическая ситуация в Масловском затоне летом 2013 года – фрагмент сценария неблагоприятного развития ЭГС Воронежского водохранилища // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. Материалы третьей международной научно-практической конференции. Воронеж, 20-22 ноября 2013 г. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – С. 78-79.

3. Анциферова Г.А., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Беспалова Е.В., Русова Н.И., Скосарь А.Е. Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод. Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 8. – С. 50–54.

4. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоемов. – Пенза, 2008. – 137 с.

5. Петросян В.С. Химическая безопасность и альголизация водоемов, Материалы Всероссийской конференции «Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища». – Воронеж: Изд-во Научная книга, 2012. – С. 311-319.

6. Петросян В.С., Бутакова Е.А., Лухтанов В.Т., Кульнев В.В. Предотвращение загрязнения природных водоемов цианотоксинами с помощью микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111. // Экология и промышленность России. – 2015. – №4. – С. 36–41.

ОПОЛЗНЕВЫЕ ЛАНДШАФТЫ КЛИМАТОГЕННОГО ТИПА: СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

В.Н. Бевз
snark61@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Оползневые ландшафты отличаются, в том числе и на территории Центрального Черноземья, значительным разнообразием. Одним из основных критериев их дифференциации служит генезис – способ происхождения, определяемый главным фактором их образования. В соответствии с таким подходом выделяются следующие генетические типы оползневых геосистем: гидрогеологенные, сейсмогенные, гидрогенные, а также климатогенные [1]. Оползневые ландшафты климатогенного типа образуются в покровных отложениях, находящихся в сфере сезонных колебаний метеорологических условий, а также в результате их переувлажнения хозяйственными и бытовыми водами.

Системообразующее влияние климата в отношении оползневых процессов весьма разнообразно. Он выступает и как фактор-условие, и как фактор-причина. В качестве условия формирования климат представлен в том случае, когда его показатели (температура, осадки и т.д.) не превышают средних значений. Резкие отклонения от средних значений придают климату свойства фактора-причины, так как при этом создаются экстремальные условия, благоприятные для проявления оползневых процессов.

Климат характеризуется целым комплексом метеорологических элементов. Практически все они в той или иной мере могут изменять коэффициент устойчивости склонов. Наиболее значимыми среди них считаются:

- температурные условия, прежде всего наличие и продолжительность морозного периода, глубина сезонного промерзания, что предопределяет сезонность колебания прочности пород;

- характер увлажнения. Влияние данного фактора может быть как прямым, так и косвенным. Прямое воздействие на развитие оползневых процессов проявляется посредством режима осадков: ливни, дожди большой продолжительности, а также гравитационное воздействие снега и инфильтрацию талых вод. Косвенное влияние выражается через количество атмосферных осадков и их отношение к испаряемости, т.е. коэффициент увлажнения, что находит отражение в зональности распространения оползней, прежде всего климатогенного типа. Подавляющая их часть приурочена к лесостепной зоне, в том числе провинции Окско-Донской низменности. В степной зоне Среднерусской возвышенности их проявление единично, а на степном юге Калачской возвышенности оползневые комплексы практически отсутствуют.

Среди пространственно-временных особенностей распространения и развития климатогенных оползневых ландшафтов следует выделить:

- встречаемость в пределах к склоновых ландшафтов различных генетических типов - первично-тектонических, вторично-тектонических, террасированных, эрозионно-делювиальных, эрозионных [2]. При этом отмечается приуроченность климатогенных оползней в основном к склонам южной экспозиции. Это связано с различиями гидротермических режимов склонов, обусловленных солярной экспозицией. На южных склонах скорее оттаивают почвогрунты, что способствует формированию оползней климатогенного типа;

- наличие двух категорий климатогенных оползней: «*первичных» и «вторичных»*. Их отличия заключаются в приуроченности, в первом случае, к незатронутым оползневыми процессами склонам, во втором, соответственно, к склонам уже подверженным оползневым процессам. Формирование «вторичных» климатогенных оползневых комплексов служит, как правило, индикатором 3-ей из 4-х стадий полного оползневого цикла, выделяемых Е.П. Емельяновой [3] - стадии вторичных смещений, в процессе которой смещаются породы, не пришедшие в стадии основного смещения стадии в устойчивое состояние;

- чёткое проявление ритмичности оползневого процесса, подверженность сезонной ритмике. Чаще всего образование оползней происходит в весенний и осенний периоды, что связано с переувлажнением почвогрунтов. Весной – за счет таяния снега, осенью – за счет затяжных дождей.

Оползневые ландшафты климатогенного типа отличаются спецификой структуры, динамики и функционирования. Функционально-динамические особенности весьма наглядно отражаются в различных классификационных построениях, которые в соответствии с механизмом смещения относят их к оползням разжижения, течения, пластическим, вязко-пластическим. Среди других характерных признаков ландшафтно-оползневых комплексов климатогенного типа следует выделить:

- маломощность и незначительные размеры;

- простоту морфологической структуры. В целом они представляют собой простое урочище, состоящее из нескольких фаций;

- как правило, короткий (2-3 года) цикл развития. Оползшие, с нарушенной структурой массы почво-грунта сразу же попадают под воздействие плоскостного смыва и постепенно выносятся за пределы урочища. В дальнейшем на месте климатогенных оползней остается небольшое слабо задернованное углубление;

- наличие (по степени нарушенности профиля исходных почв) оплывинных, т.е. смещенных в жидко-пластичном состоянии почв [6];

- нарушение растительного покрова и его сукцессионное развитие в новых экологических условиях;

- наличие нескольких морфологических форм проявления. Наиболее распространенные из них – оползни-потоки оплывины и сплывы. Происхождение и распространение оползней-потоков тесно связаны с покровными глинистыми отложениями, выполаживающими неровности коренных пород, подвергшихся экстремальному воздействию климатического фактора. Генезис оползней-потоков обусловлен переувлажнением рыхлых продуктов выветривания атмосферными осадками, грунтовыми, талыми и хозяйственными водами. Своё название они получили в связи с особенностями механизма движения – пластического течения, вследствие которого они приобретают линейно вытянутую вдоль склона форму, причём их длина в значительной степени превышает ширину, и вид «глетчерного» потока.

Оплывины на территории Центрального Черноземья развиваются в делювии различных субстратов (писчего мела, известняков, суглинков и др.), что служит основой взаимосвязей между оползневыми урочищами с внешней средой. Обильное таяние снега весной в сочетании с длительными дождями приводит к насыщению водой покровных отложений, нарушению структурных связей и под действием силы тяжести проходят на безлесных склонах и тесным образом связано с экспозицией склонов. Функционирование оползней данного подтипа происходит в пределах зоны сезонных климатических изменений. Динамика оплывин выражается в образовании ряда продольных и поперечных трещин, которые быстро заплывают в процессе развития.

Наблюдаемые в настоящее время изменения климата на территории Центрально-Черноземного региона могут внести некоторые коррективы в процесс формирования оползневых ландшафтов климатогенного типа. Имеющиеся данные [4, 5] свидетельствуют о росте годовой температуры воздуха как в зимний, так и летнее-осенний периоды, что приводит к смещению сроков формирования устойчивого снежного покрова на третью декаду декабря, в некоторые годы и на первую декады января, а весной, напротив, снежный покров сходит намного раньше, чем в прошлом; внутригодовом перераспределении осадков – увеличении их количества зимой и, соответственно, уменьшении весной и летом. В этих условиях тенденции развития климатогенных оползней могут проявляться неоднозначно. С одной стороны, возможно увеличение длительности периода формирования оползневых комплексов; с другой стороны, - снижение весенних и летних осадков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-45-360005 р_а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Бевз В.Н. Генетические типы склоновых ландшафтов Центрального Черноземья / В.Н. Бевз // Вестн. Воронеж. отд. Рус. геогр. об-ва. – 2009. – Т. 8. – С. 3-6.

2. Бевз В.Н.О генетических типах ландшафтно-оползневых комплексов / Общие и региональные проблемы ландшафтной географии СССР / В.Н. Бевз. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. – С. 92-97.

3. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / Е.П. Емельянова. – М.: Недра, 1972. – 310 с.

4. Новикова Е.П. Вариации гидротермического режима в Черноземье за последние 30 лет на фоне глобального изменения климата / Е.П. Новикова, Г.Н. Григорьев, И.Ю. Вагурин, А.С. Чумейкина. – Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2017. – № 11 (260). – Вып. 39. – С. 105-113.

5. Трофименко Л.Т. Влияние изменений климата на развитие растениеводства в Воронежской области / Л.Т. Трофименко, Н.Н. Коршунова, Л.Н. Аристова // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2014. – Вып. 178. – С. 14-21.

6. Холмецкий А.М. Систематика почв и условия почвообразования на оползнях / А.М. Холмецкий // Оползни и борьба с ними. – Кишинёв, 1974. – С. 113-115.

ЗОНАЛЬНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТИПЫ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ: ВАРИАНТЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

В.Н. Бевз, О.П. Быковская, А.С. Горбунов
gorbunov.ol@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Проведенное на территории Воронежской области картографирование степных ландшафтов позволило выявить основные ареалы распространения и проанализировать некоторые закономерности территориальной организации степных геосистем (рис. 1).

Основной классификационной единицей картографирования послужил тип степных ландшафтов, выделяемый по зонально-климатическим признакам [1]. Так, типичной лесостепи соответствуют луговые преимущественно злаково-разнотравные степи, южной – луговые разнотравно-злаковые, северной степи – настоящие дерновинно-злаковые степи. Перечисленные типы обладают достаточно четкими флористическими отличиями.

Зонально-климатические типы степных геосистем в зависимости от особенностей почвообразовательных пород и водно-геохимического режима дифференцированы на черноземные (суглинистые), кальцефильные (мело-мергельные), петрофильные (известняковые, песчаниковые), псаммофильные (песчаные) и галофильные (глинистые).

Приуроченность фитоценоза к соответствующим формам рельефа, определяющим характер сноса и аккумуляции вещества, направленность почвообразовательных процессов, позволяет различать геоморфологические варианты степей**:** водораздельные, склоновые, надпойменно-террасовые и пойменные.

Как показывают расчеты,на территории Воронежской области склоновые степи занимают 4097.8 км^2, что составляет 26.5% от склонового типа местности и 67% площади всех степей региона, водораздельные - 1428.2 км^2 (6% от площади водоразделов), степи надпойменных террас – 261.7 км^2 (4.7%), степи высоких пойм – 244.1 км^2 (4.5%).

Склоновые местообитания, отличающиеся наибольшим разнообразием, играют ведущую роль и в сохранении редких растений. Об этом, в частности, свидетельствует тот факт, что из 41вида растений Красной книги РФ, встречающихся на территории области, 36 приурочены к склонам, а 35 из них являются степными видами. Этому в большей сте-

пени способствует значительное структурно-морфологическое и генетическое разнообразие склонов (табл. 1) [2].

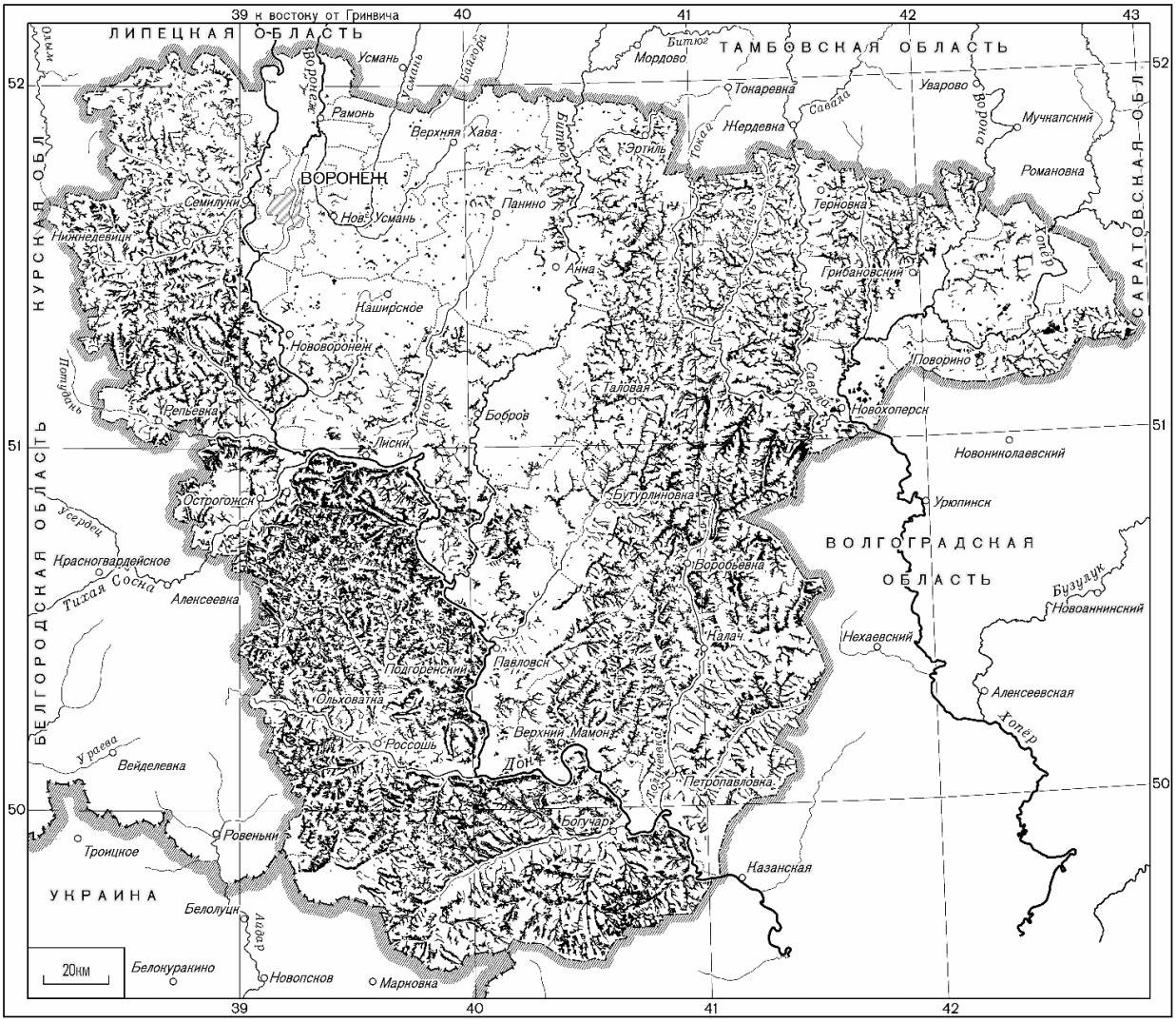


Рис. 1. Ареал степных ландшафтов Воронежской области

Анализ ландшафтных условий распространения редких растений в пределах Воронежской показывает:

- большинство из них тяготеют к склонам, сложенным мело-мергельными породами, что объясняется экологическими особенностями видов, и в первую очередь их кальцефитно-ксерофитной природой;

- склоновые ландшафты с редкими элементами флоры отличаются высокой степенью динамичности, которая предопределена интенсивным протеканием экзогенных процессов. Линейная и плоскостная эрозия, обвалы и осыпи способствуют обнажению мело-мергельных пород и, тем самым, создают условия для распространения кальцефитных видов;

- значительная доля местообитаний редких видов приурочена к склонам южных и юго-восточных экспозиций, на которых создаются более благоприятные инсоляционные и микроклиматические условия для произрастания степных видов;

- экспозиционное положение влияет не только на распределение видов растений, оно напрямую связано с формированием местообитаний. В частности, на южных склонах процессы денудации, обнажающие мело-мергельные породы, протекают быстрее. Особенно это заметно в весеннее время, когда происходит интенсивное таяние снега;

Таблица 1. Ландшафтно-экологические параметры распределения некоторых редких растений Воронежской области

Наименование вида	Зональное положение	Тип склона	Экспозиция	Фотосинтетически активная солнечная радиация кДж/см^2	Режим увлажнения
Androsacekoso-poljanskiiOvcz.	Типичная и южная лесостепь	Прибровочный, покатый	с, с-з	35-40	Сухое, реже свежее
Schivereckiapodolica (Besser) Andrz. ex DC.	Типичная и южная лесостепь	Прибровочный, покатый	с, с-з	35-40	Сухое, реже свежее
Iris aphylla L.	Южная лесостепь	Приводораздельный, пологий	все	40-45	Сухое, свежее
Stipapennata L.	Типичная лесостепь, степь	Приводораздельный, пологий	все	40-45	Сухое
Hyssopuscretaceus-Dubjan.	Южная лесостепь, степь	Долинно-балочный, крутой	ю, ю-в	45-50	Очень сухое
SilenecretaceaFisch. Ex Spreng	Южная лесостепь, степь	Долинно-балочный, крутой	ю, ю-в	45-50	Очень сухое
LinariacretaceaFisch. Ex Spreng.	Южная лесостепь, степь	Долинно-балочный, крутой	ю, ю-в	45-50	Очень сухое
Hedysarum grandiflorum Pall.	Южная лесостепь, степь	Долинно-балочный, крутой	ю, ю-в, ю-з	45-50	Очень сухое
Bulbocodium versicolor (Ker-Gawl.) Spreng.	Типичная и южная лесостепь	Приводораздельный, пологий	все	40-45	Сухое, свежее
Matthiolafragrans Bunge	Южная лесостепь	Долинно-балочный, крутой	ю, ю-в, ю-з	45-50	Очень сухое
Paeoniatenuifolia L.	Южная лесостепь, степь	Днища балок, делювиальные шлейфы	все	40-45	Свежее
Hedysarumucrainicum	Степь	Долинный, крутой	ю-в	45-50	Очень сухое
Hedysarumcretaceum	Степь	Долинный, крутой	ю	45-50	Очень сухое
Astragaluscornuta	Степь	Долинный, крутой	ю, ю-в	45-50	Очень сухое
Lepidiummayeri	Степь	Долинный, крутой	ю, ю-в	45-50	Очень сухое

- распределение редких видов и сообществ довольно четко дифференцируется по морфологическим частям склонов. В связи с этим на склонах можно выделить три полосы развития и распространения видов: прибровочную покатую с господством проломниковых, низкоосоковых и ковыльных степей, долинно-балочную крутую с преобладанием кальцефитных степей и приподошвенную пологую с доминированием разнотравно-злаковых степей;

- морфолого-генетическая дифференциация склонов определяет специфику протекания ландшафтообразующих процессов и образование почвенного покрова. На верхних покатых частях склонов формируются остаточно-карбонатные черноземы, в средних частях – субгумидные литосоли, в нижних – делювиально-намытые почвы;

- несмотря на реликтовую природу многих редких видов растений, их современное положение на северном пределе ареала в первую очередь предопределено воздействием современных ландшафтных условий, которые формируют оптимальные для видов экологические ниши;

- малоплодородные почвы разной степени смытости и невозможность активного использования склоновых поверхностей в хозяйственной деятельности из-за значительных ук-

лонов привели к тому, что данная категория ландшафтов характеризуется относительной сохранностью и представляет собой место убежища для редкой флоры Воронежской области.

Относительно территориальной организации и факторов, её обуславливающих, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, современное распространение степных ландшафтов на территории Воронежской области в большей степени предопределяется развитием склонового типа местности и в меньшей – зонально-климатическими условиями.

Во-вторых, значительный контраст наблюдается между Окско-Донской равниной и Среднерусской возвышенностью. На плоскоместье степи занимают 5.8% площади, на возвышенности - 16.4%.

В-третьих, внутри провинций прослеживаются районные отличия. На Окско-Донской равнине при движении на восток доля степей увеличивается с 2.5% в Центральном плоскоместном районе, до 9% в Южном Битюго-Хоперском. Главная причина этого – изменение режима грунтового увлажнения. На западе при неглубоком эрозионном расчленении и преобладании глинистой морены, почвы переувлажнены даже на склонах, в результате чего на них формируются луговые сообщества, которые изредка перемежаются с луговыми степями. К востоку же глубина эрозионного вреза возрастает, вследствие чего улучшается дренаж и луга замещаются степными фитоценозами. На Среднерусской возвышенности наблюдается обратная закономерность. На востоке доля степей меньше чем на западе, что связано с удалением от основного базиса эрозии (долины Дона) и сокращением площади склонов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-45-360005 р_а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов А.С. Систематика степных ландшафтов Центральной России и вопросы охраны природы / А.С. Горбунов, В.Н. Бевз, А.Я. Григорьевская, О.П. Быковская // Ландшафтно-экологическое состояние регионов России: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: Истоки, 2015. – С. 47-53.

2. Бевз В.Н. Склоновые меловые ландшафты – рефугиумы биоразнообразия (на примере Центрального Черноземья России) / В.Н. Бевз, А.Я. Григорьевская, А.С. Горбунов, О.П. Быковская // Современное состояние, тенденции развития, региональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: материалы междунар. науч. конф. – Минск: Экоперспектива, 2014. – С. 293-296.

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ» И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В XXI ВЕКЕ

Е.А. Белоновская, В.В. Виноградова, А.А. Тишков, Н.Г. Царевская
belena53@mail.ru

Институт географии РАН, г.Москва, Россия

Национальный парк «Валдайский» (далее Парк) образован в 1990 г. Он относится к числу наиболее крупных особо охраняемых природных территорий Европейской России и призван сохранять озёрно-лесные ландшафты, биоразнообразие и памятники истории и культуры в северной части Валдайской возвышенности – основного водораздела Русской равнины и одного из шести главнейших водоразделов планетарного масштаба, а также развивать рекреацию на просторах между 2-х столиц.

Парк занимает площадь 158 500 га в пределах Валдайского, Демянского и Окуловского районов Новгородской области. При его организации проведено функциональное зонирование территории. Выделены следующие 5 зон: (1) заповедного режима и особо охраняемая гидрологическая территория в верховьях реки Полометь – 17 844 и 38 100 га

соответственно (35,4%); (2) регулируемого рекреационного и хозяйственного обслуживания акватории озер и суши вокруг озер - 13 400 и 80 814 га соответственно; (3) обслуживания посетителей 8 655 га.

Таким образом, территория для рекреационного и хозяйственного использования занимает более половины площади Парка (суммарно 64,%), что определяет в целом рекреационную направленность его деятельности.

Расположение Парка между двумя крупнейшими мегаполисами нашей страны - Москвой и Санкт-Петербургом - способствует развитию рекреации. Ежегодно на Валдай приезжают многочисленные туристы полюбоваться неповторимыми пейзажами, осмотреть исторические и культурные достопримечательности, отдохнуть на берегах живописных озер с прозрачной водой, воспользоваться дарами высокопродуктивных ягодных, грибных и рыбных угодий.

Рекреационное освоение Валдайского поозерья началось в конце XIX – начале XX в. На Валдае часто останавливались представители русской интеллигенции: поэты, писатели, ученые, художники, композиторы. Многие из них имели усадьбы и проводили здесь летние месяцы. После начала индустриализации в 1930 гг. в регионе с одной стороны наблюдается забрасывание аграрного производства, а, с другой, - происходит расцвет рекреационного использования территории, начинается строительство учреждений отдыха. После Великой Отечественной войны продолжаются процессы запустения и вымирания деревень, начинается масштабное облесение бывших сенокосов и залежей, сокращение масштабов эрозии земель и объемов твердого стока в озера, разрушение мелиоративных систем (дренажа). В наше время на фоне дальнейшего развития перечисленных процессов и достаточно интенсивного рекреационного использования территории добавилось стихийное дачное освоение береговой полосы озер.

Основным элементом природной среды Парка является уникальная озерно-речная система, предопределяющая экологическую и рекреационную ценность экосистем, которые представляют собой природный комплекс, не имеющий аналогов в природном, историческом и эстетическом отношении.

Неповторимая в своем разнообразии красота ландшафтов Парка привлекает большое количество туристов. Особенно много туристов на берегах озер, поэтому особое внимание уделялось изучению прибрежной и мелководной растительности озер на постоянных площадках, организованных парком, а также в других зонах разной рекреационной нагрузки для установления закономерностей дигрессии растительности в местах массового отдыха и оценки воздействия рекреации на состояние береговых и прибрежных экосистем озер Парка и поиск возможностей ее безопасного развития для природы.

Сформулирована гипотеза, что интенсивность и характер рекреационного использования парка напрямую связаны с современной динамикой климатических условий в регионе, в т.ч. средними, максимальными и минимальными температурами в летний и зимний периоды, количеством осадков и в целом комфортностью условий, которая также складывается из сочетания климатических параметров. Об этом и настоящее сообщений.

Материалы и методы. В последнее десятилетие Институт географии РАН проводит мониторинговые исследования рекреации, влияние изменчивости климата на нее и изменения природного комплекса под воздействием отдыха. Ежегодно в июле обследовались туристические стоянки на берегах озер: Ужин, Боровинец, Борое, Находно, Ельчинское, Середейское, Валдайское, собирались данные о количестве отдыхающих, автотранспорта, продолжительности отдыха; ширине входа в воду и глубинах, проводились описания водной и прибрежной растительности; оценивалось обустройство стоянок [1].

Рекреационные возможности региона в связи с изменениями климата исследовались на основании биоклиматических индексов: жесткости погоды Бодмана, субъективной температуры и пригодности погоды для различных видов рекреации. Все биоклиматические индексы были рассчитаны при помощи программного пакета BioKlima©2.6 [2]. Индекс жесткости погоды Бодмана (SB) использовался для оценки биоклиматических погодных условий зимнего полугодия, что актуально для Парка [3], который рассчитывается на основании температуры воздуха (t) и скорости ветра (v):

$$SB = (1 – 0.04\ t)\ (1 + 0.272\ v).$$

Индекс Субъективной Температуры (STI, °C) показывает тепловые ощущения человека, вызванные окружающей средой. Тепловое воздействие окружающей среды выражается радиационной температурой (Mrt) [3] вычисляется по формуле:

$$STI = Mrt – ([|S^*|0.75 / (5.386\ 10–8) + 2734]0.25 – 273), \text{ для } mS < 0$$

$$STI = Mrt + ([|S^*|0.75 / (5.386\ 10–8) + 2734]0.25 – 273), \text{ для } mS >= 0,$$

где Mrt –средняя радиационная температура (°C), S* –результирующей уровень запасов тепла, рассчитываемый с учетом температуры кожи.

Следующие диапазоны STI отражают различные тепловые ощущения человека: ниже –38.0°C – экстремальный холодно; от –38.0 °C до –20.0 °C – очень холодно; от –20.0 °C до –0.5 °C – холодно; от –0.4 °C до 22.5 °C – прохладно; от 22.5 °C до 32.0 °C – комфортно; от 32.0 °C до 46.0 °C – тепло и т.д.

Индекс субъективной температуры был рассчитан для метеостанции Валдай за 2000–2017 гг. и определено количество дней в году, соответствующих различным градациям теплоощущения. Индекс пригодности погоды (WSI) оценивает пригодность погодных условий для различных видов отдыха и туризма [3]. Это такие формы отдыха и рекреации как – солнечные ванны (SB); воздушные ванны (AB), мягкая рекреационная деятельность (ходьба, игры) (MR), интенсивная рекреация – летний туризм (футбол, езда на велосипеде, скалолазание, бег трусцой) (AR), зимний лыжный туризм (ST).

Материалы наших наблюдений и оценок дополнены данными по посещаемости туристических стоянок, собранными Отделом экологического просвещения и туризма Парка. На территории Парка насчитывается 257 озер с общей площадью 164,6 км^2, что составляет 10,4% его территории. Площади озер лежат в интервале от 0,01 до 43,0 км^2. Наиболее крупные из них: Селигер (Полновский плёс), озера-водохранилища Велье (около 43 км^2), Валдайское (19,7 км^2), Ужин (около 10 км^2), Боровно (около 10 км^2). Общая длина береговых линий озер превышает 616 км [4]. Все озера отличаются исключительным разнообразием растительности, гидрохимических режимов, состава макрофитов и других гидробионтов и условий для рекреационного использования. В ходе работ по инвентаризации флоры Парка была исследована и флора озер [5]. Классификационная схема растительных сообществ озер на доминантной основе была предложена И.Ю. Ершовым [6]. По результатам геоботанических исследований в 2005–2015 гг. нами составлен «рабочий» продромус водных и прибрежно-водных синтаксонов озер, в котором выделяется 4 класса (***Lemnetea***, ***Potametea pectinati***, ***Phragmito-Magnocaricetea***, ***Littorelletea***), 8 порядков, 10 союзов и около 50 ассоциаций [7].

Результата и их обсуждение. *Влияние рекреации на прибрежную и околоводную растительность озер Парка.* В настоящее время многие озера парка находятся под усиливающимся антропогенным прессом. До катастрофических масштабов выросло частное строительство на берегу таких живописных озёр как Русское, Боровно, Горнешно, Середейское, Ужин, Вельё. Существенно возросла рекреационная нагрузка на прибрежную зону озёр. В настоящее время большинство озер стали доступнее. Практически до всех стоянок, находящихся непосредственно в прибрежной зоне озёр, проложены дороги и можно доехать на автомобилях и оставить их на стоянках непосредственно в прибрежной зоне озёр Розлив, Защегорье, Боровинец, Боровно, Борое, Середейское, Ельчинское, Находно, Ужин, Валдайское, Селигер и др.

На территории парка действует около 20 стационарных объектов размещения туристов, десятки озер имеют точки размещения мобильных туристов, оборудованные местами для стоянки автомашин, палаток, кострищ, сбора мусора, выходами к воде.

Преобладающее влияние на состояние зарослей макрофитов Парка оказывают рыбаки, которые расчищают пространство для входа в воду, обустраивая место для ловли рыбы. Рыбалка, которая производится с лодок и со специально оборудованных мостков, не столь губительна для водной растительности. При этом воздействие на грунт минимально, в отличие от пляжного отдыха, когда нарушаются большие пространства береговой зоны.

В настоящее время многие озера Парка (по нашим оценкам, 1/3) находятся под усиливающимся антропогенным прессом, главным образом, за счет рекреации (обустро-

енные стихийные туристические стоянки и подъезды на автотранспорте, вытаптывание прибрежной растительности, «расчистка» полосы макрофитов для прохода к воде, купания, рыбная ловля с заходом в воду, замусоривание, эвтрофирование) и урбанизации (застройки прибрежной полосы).

При этом наиболее уязвимы прибрежные экосистемы хвойных лесов, особенно сосняков, образующие наиболее удобные и популярные места стоянок для отдыхающих. Здесь за счет развития антропогенной эрозии в большинстве случаев песчаных берегов создаются контрастные с полосой макрофитов условия, благоприятные для дальнейшего развития деградационных процессов и расширения «разрывов» полосы макрофитов. Сырые ивняки и ольшанники труднопроходимы и препятствуют рекреационному освоению береговой линии. Сравнительно полно защищены береговые экосистемы олиготрофных озер внутри массивов верховых болот благодаря сложности преодоления заболоченных территорий. Правда, в последние годы и они периодически испытывают нагрузки со стороны рыбаков и сборщиков ягод.

Нами оценивалось количество посетителей Парка по годам. Как показано на рисунке 1, наблюдался незначительный рост посещаемости к 2016 г.

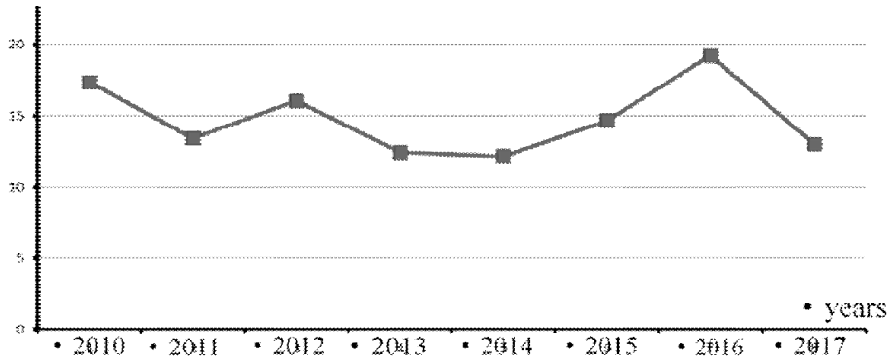


Рис. 1. Количество туристов 2010–2017 гг. По вертикали – количество (тыс. чел.)

По данным Парка выявлено, что наиболее популярны для посетителей август в 2016 г. и июль в 2017 г. (рис. 2). Действительно, именно эти месяцы – самые теплые в году, кроме того, именно в этот период наблюдается уменьшение количества и активности кровососущих насекомых.

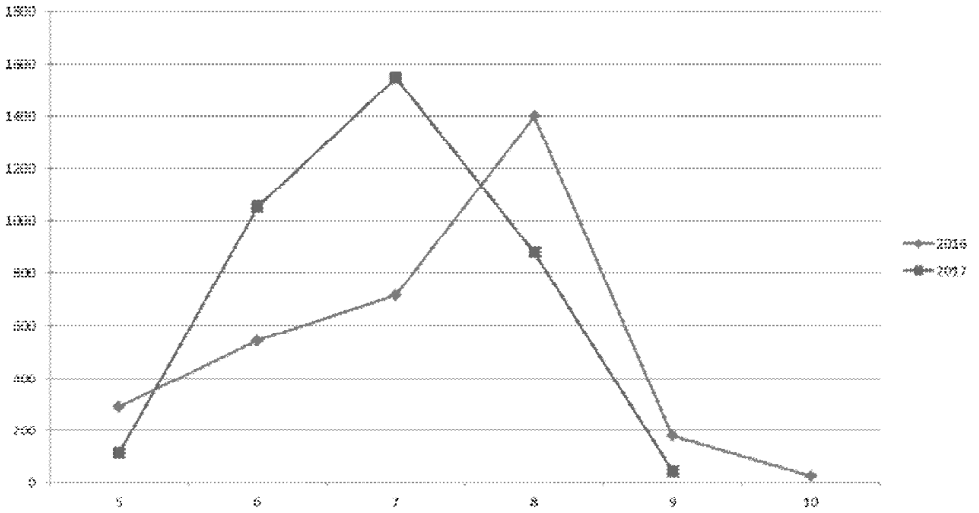


Рис. 2. Посещаемость Парка по месяцам в 2016–2017 гг. По вертикали – количество человек, по горизонтали – месяцы (май–октябрь)

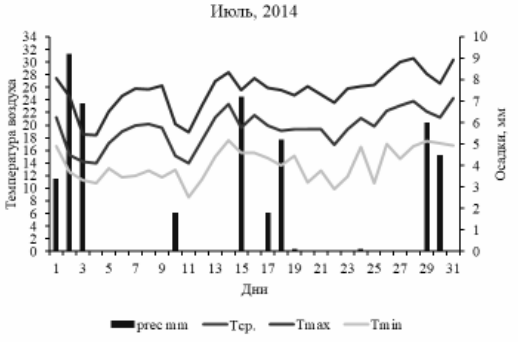
Учитывая положение Парка посередине пути между двумя столицами России, закономерен факт, что туристы приезжают в основном из этих мегаполисов. Москвичи и

питерцы приезжают в среднем на неделю или 11 дней. Жители близлежащих регионов – Новгородской и Тверской областей – на выходные дни (на 2–3 дня). Наибольшее давление на прибрежную растительность оказывали детские и подростковые палаточные лагеря на оз. Ельчинское и Ужин. Ежегодно в них находилось 100–150 чел. в смену, за летний период проходило до 3-х смен.

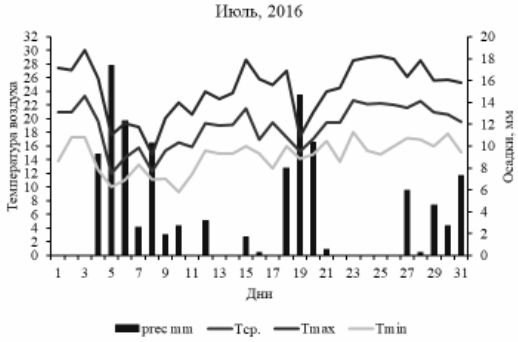
По нашим наблюдениям за период наблюдения (2012–2018 гг.) на оборудованных стоянках состояние берега, состояние прибрежной и околоводной растительности изменилось мало. Как следует из материалов рис. 3 и 4, посещаемость стоянок мало зависит от погодных условий, хотя и несколько уменьшается в холодные годы. Количество туристов резко возрастает в выходные и праздничные дни. Общая посещаемость и, следовательно, популярность Парка, практически не зависит от конкретных погодных условий года, но связана с условиями июля-августа (рис. 1-2).

Биоклиматические индексы условий жизни населения и рекреации. Изменение индекса Бодмана за 2000–2017 гг. на метеостанции Валдай показывает постепенное улучшение условий от начала к концу периода. Максимальные зимние значения индекса Бодмана для Валдая относятся к градации – «суровые условия» (3–4 балла). «Очень суровые условия» (>4 баллов) на Валдае не наблюдаются. Максимальные за зиму и средние за январь значения индекса Бодмана за период 2000–2017 гг. уменьшаются – линейный тренд отрицательный. Зимой для Валдая характерны значения индекса Бодмана, относящиеся к градации «относительно суровые условия». Но число дней с такими условиями заметно сокращается от начала к концу периода. Наблюдается отрицательный тренд, а при глобальном потеплении на Валдае зимы становятся более мягкими (рис. 5).

Большую часть года на Валдае индекс субъективной температуры относится к градациям «холодно» – 168 дней (в среднем за 2000–2017 гг.) и «прохладно» – 136 дней (в среднем за 2000–2017 гг.). Около двух месяцев (51 дня в среднем за 2000–2017 гг.) индекс субъективной температуры на Валдае соответствует градации «очень холодно». Почти каждый год несколько дней в году относятся к градации «экстремально холодно». Тепловые ощущения, соответствующие градации «комфортно» наблюдаются не каждый год (1–6 дней). Только летом 2010 года таких дней было 19. Таким образом, зимой индекс субъективной температуры для Валдая относится в основном к градациям «холодно» и «очень холодно», а летом – к градации «прохладно».

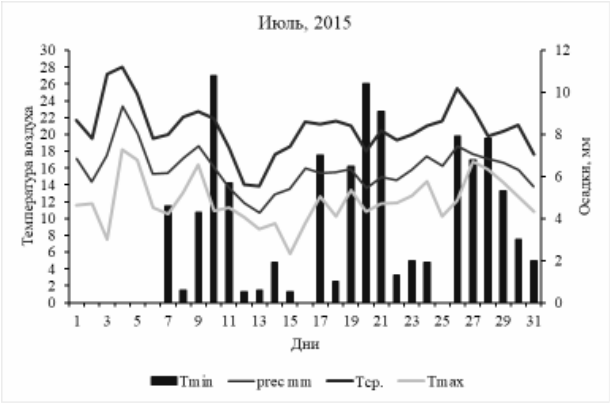


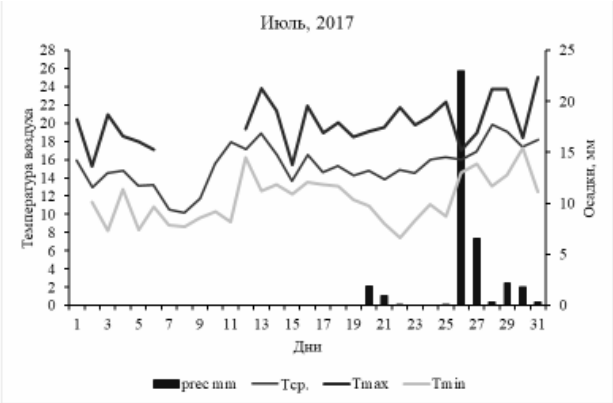
озеро	дата	Tводы	К-во туристов/машин
оз. Боровинец	17.07	24.9	22/6
Озеро Борое	18.07	23.7	40/14
Озеро Середейское	18.07	23.1	30/10
Озеро Ельчинское	18.07	23.8	70*/2
Озеро Находно	19.07	25.4	7/2
Озеро Валдайское	20.07	23.1	15/4
Озеро Ужин	20.07	24.0	12/5+150*/2
оз. Разлив	21.07	24.5	-
Озеро Селигер	23.07	24.6	116/35



озеро	дата	Tводы	К-во туристов
оз. Боровинец	27.07	24.6	2/1
Озеро Борое	29.07	24.6	1/1
Озеро Середейское	29.07	25.4	15/4
Озеро Ельчинское	29.07	24.5	11/3
Озеро Находно	29.07	25.3	5/2
Озеро Валдайское	28.07	24.4	-
Озеро Ужин	30.07	25.2	36/18

*Рис. 3. Показатели погоды и посещаемость озер Национального парка Валдайский в июле теплых лет (2014 и 2016 гг.). Количество человек в детских лагерях помечено **





озеро	дата	Тводы	К-во туристов/машин
оз. Боровинец	25.07	20.0	14/7
Озеро Середейское	27.07	20.0	8/3
Озеро Ельчинское	27.07	19.5	70*/2
Озеро Находно	27.07	20.2	-
Озеро Валдайское	26.07	20.5	30/8
Озеро Ужин	25.07	19.0	41+60*/16

озеро	дата	Тводы	К-во туристов/машин
оз. Боровинец	29.07	21.0	9/3
Озеро Борое	25.07	20.5	1/1
Озеро Середейское	25.07	20.5	15/4
Озеро Ельчинское	25.07	20.1	11/3
Озеро Находно	25.07	20.3	6/2
Озеро Ужин	28.07	20.0	-

Рис. 4. Показатели погоды и посещаемость озер Парка в июле в годы с прохладной погодой (2015 и 2017 гг.)

Оценка биоклиматических условий по индексам Бодмана и субъективной температуры позволяет отнести Валдай к *регионам с недостатком тепловых ресурсов*, в которых предпочтительно развивать активные виды рекреационной деятельности.

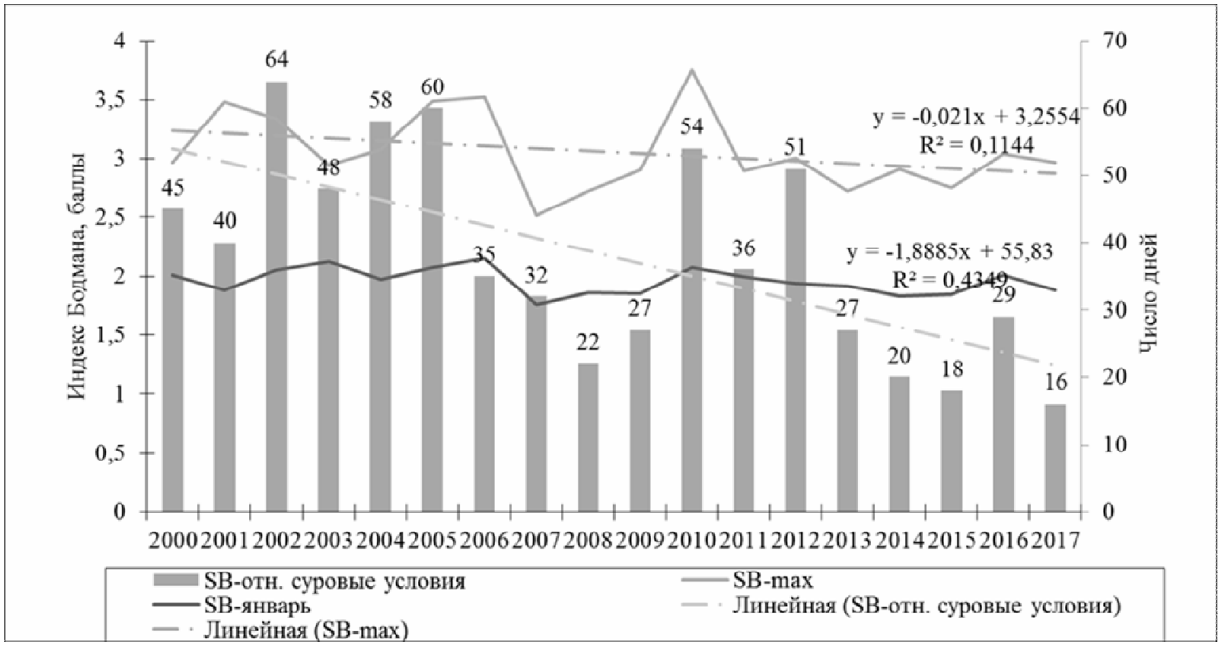


Рис 5. Индекс суровости климата Бодмана

Поскольку Валдайская возвышенность представляет собой привлекательный регион с точки зрения туризма и рекреации, как зимнего (лыжи, рыбалка), так и летнего (прогулки, водные и пешие походы, рыбная ловля и т.д.), оценивалась продолжительность периодов, пригодных для этих видов деятельности. Индексы пригодности погоды для различных видов отдыха и туризма рассчитывались для периода 2000–2017 гг. (рис. 6).

Рис. 6. Индекс пригодности погоды (WSI) для активной рекреации (AR)

Валдайский регион во все сезоны года хорошо подходит для активных форм отдыха и рекреации. Около трех месяцев в году Валдай пригоден, но с ограничениями для зимнего лыжного туризма. В 2000–2017 гг. наблюдается небольшое увеличение числа дней, пригодных с ограничениями для этого вида туризма. Валдайский регион благоприятен для активных видов рекреации практически в течение всего года. В начале XXI в. число дней, пригодных для активной рекреации с ограничениями и без ограничений, значительно возрастает. Для мягкой рекреационной деятельности Валдайская возвышенность пригодна с ограничениями от 7 до 8 месяцев в год, а без ограничений – около 1 месяца в год. Причем количество таких дней возрастает от начала к концу периода. Оставшаяся часть года непригодна для этого вида рекреации.

По данным метеорологических наблюдений в начале XXI века (2000–2017 гг.) климатические условия Валдая существенно изменились по сравнению с серединой XX в. Для периода 2000–2017 гг. можно отметить рост среднегодовых температур, а также абсолютных годовых максимумов и минимумов температуры, количество осадков зимнего периода увеличивается, летних – немного уменьшается. В начале XXI в. наблюдается увеличение количества дней со снежным покровом и максимальной высоты снежного покрова, т.е. в этом проявляется устойчивый положительный тренд.

Заключение. По климатическим показателям, меняющимся в последние десятилетия в сторону потепления и повышения снежности зим Валдай благоприятен для активных видов рекреации практически в течение всего года. Поэтому для развития прибрежного, пешеходного, велосипедного и лыжного (в зимнее время года) туризма следует обратить особое внимание на создание дополнительных объектов инфраструктуры.

Современный уровень рекреации не оказывает существенного влияния на состояние прибрежных экосистем Парка, охватывает не более 1-10% пригодных для рекреации площадей в прибрежной полосе озер. Требуется проведение дополнительно мониторинга состояния озер – гидрохимического, гидробиологического и фитоценотического, а также рекреационных нагрузок и растительности береговой линии.

Благодарности. *Подготовлено по темам Госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования» и № 0148-2019-000 «Исследования механизмов изменений климата и их последствий для окружающей среды и социально-экономических процессов в России».*

Исследование также выполнялось по Программе Президиума РАН «Социально-гуманитарные аспекты устойчивого развития и обеспечения стратегического прорыва России» (подпрограмма «Пространственная реструктуризация России с учетом геополитических, социально-экономических и геоэкологических вызовов».

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоновская Е.А., Тишков А.А., Царевская Н.Г. О создании базы данных о современном состоянии растительности и водной среды озер Национального парка «Валдайский» // Изучение и охрана природного и исторического наследия Валдайской возвышенности и сопредельных регионов Вышний Волочек. – 2015. – С. 158-161.

2. BioKlima©2.5, software package, www.igipz. pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm.

3. Blazejczyk K., Weather recreation index for Europe // Annalen der Meteorologie. 17th International Congress of Biometeorology ICB. – 2005. – Vol. 41, No. 2. – P. 604–607.

4. Недогарко И.В., Кузнецова Ю.Н., Решетников Ф.Ю. Формирование системы мониторинга озер национального парка «Валдайский» // Тр. национального парка «Валдайский»: юбил. сб. к 20-летию Валдайского национального парка. ФГУ «Национальный парк «Валдайский»» /сост. и общ. ред. Е.М. Литвинова. – СПб. 2010. – Вып. 1. – С. 114-131.

5. Морозова О.В., Царевская Н.Г., Белоновская Е.А. 2010.Сосудистые растения национального парка «Валдайский» (аннотированный список видов) / Ред. В.С. Новиков. Флора и фауна национальных парков. – М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия и ИПЭЭ РАН. – Вып. 7. – 95 с.

6. Ершов И.Ю. Фитоценосистемы озер Валдайской возвышенности. – Рыбинск. 2002. – 136 с.

7. Белоновская Е.А., Царевская Н.Г., Тишков А.А. Разнообразие сообществ макрофитов национального парка «Валдайский» (Новгородская область) и проблемы охраны // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2017. – Т. 26, № 4. – С. 173–183.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНДИКАТОРНЫХ ПРИЗНАКОВ В ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ РАСТЕНИЙ Г. ДОНЕЦКА

Е.А. Гермонова, А.И. Сафонов
andrey_safonov@mail.ru

Донецкий национальный технический университет,
Донецкий национальный университет, г.Донецк

Информация о состоянии среды отрытых экосистем характеризуется геолокализацией и при обработке актуальных сведений всегда нуждается в картографической визуализации данных. Вопросы определения уровня антропических воздействий являются актуальными для территории промышленного Донбасса [1, 4]. Результаты о состоянии растений-индикаторов рассматриваются как первичный блок информации диагностического характера в экологически напряженном регионе [2-3], имеют связь и климатическими факторами.

Цель работы – представить спектр перспективных и достоверных индикационных критериев и составить перечень видов растений, участвующих в эксперименте регионального экологического мониторинга, в том числе для сведений о динамике параметров микроклимата. Применена геоинформационная система ArcMAP 10.4.

Признаки состояния растительных организмов, имеющих индикационную значимость для эколого-токсикологической экспертизы: габитуальная разнокачественность (дифференциация побегообразования по общим архитектоническим моделям), морфологическое тератообразование; проявление жизненных стратегий в аутфитоиндикационном аспекте (показатели семяобразования, созревания и жизнеспособности, периодов плодоношения), признаки структурной организации вегетативной и генеративной сфер расте-

ний (скульптура поверхности листовой пластинки, дефектность пыльцы и атипичность зародышевого аппарата и др.).

Виды растений, локальные ценопопуляции которых картографически визуализированы: *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Artemisia absinthium* L., *Barbula unguiculata* Hedw., *Berteroa incana* (L.) DC., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al., *Bryum argenteum* Hedw., *Bryum caespiticium* Hedw., *Bryum capillare* Hedw., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Cichorium intybus* L., *Dicranum polysetum* Sw., *Ditrichum pussilum* (Hedw.) Hampe, *D. tortile* (Schrad.) Brockm., *Echium vulgare* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Plantago major* L., *Reseda lutea* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.

Сформированные карты имеют многофункциональное применение: 1) плоскостная визуализация данных, 2) возможность сравнения результатов между их большими массивами, 3) анализ наложения картографических данных для выявления зон большего антропоэкологичесокго риска и микроклиматических данных, 4) возможность проведения краткосрочных экологических прогнозов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинина А.В., Гермонова Е.А. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 28-34.

2. Сафонов А.И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 6-14.

3. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 67-72.

4. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Problems of ecology and nature protection of technogenic region. – 2013. – N 1 (13). – P. 52-59.

ФОРМИРОВАНИЕ БИОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (HETEROPTERA) ЛАНДШАФТОВ ЗАПОВЕДНИКА «ГАЛИЧЬЯ ГОРА» В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

В.Б. Голуб, А.В. Петрова, В.А. Соболева
v.golub@inbox.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Изучению фауны полужесткокрылых насекомых, или клопов (Heteroptera), посвящено всего несколько публикаций [1, 3, 7]. К настоящему времени по результатам исследований указанных авторов из обследованных урочищ и биотопов заповедника достоверно известно 189 видов из 21 семейства наземных полужесткокрылых. Биогеографическая структура фауны полужесткокрылых заповедника пока не исследовалась. Общий обзор зоогеографической структуры полужесткокрылых насекомых известнякового севера среднерусской лесостепи содержится в работе И.Ю. Лычковской и А.М. Николаевой [4]. В работе отражены результаты изучения авторами в 2001–2010 гг. комплексов полужесткокрылых насекомых, заселяющих кальцефитные биотопы Рязанской и Липецкой областей.

В настоящей работе использованы материалы, собранные авторами настоящей статьи и М.Н. Цуриковым в 1995–2018 гг. и опубликованные ранее достоверные данные

указанных выше авторов. При этом использованы материалы, собранные в основных природных комплексах заповедника, относящихся к двум урочищам заповедника – «Морозова гора» и «Галичья гора». За все годы материал был собран в следующих биотопах этих урочищ.

Урочище «Морозова гора»: участок плакорной разнотравно-злаковой степи; участок каменистой степи; опушка нагорной дубравы в верхней части склона; нагорная дубрава; опушка нагорной дубравы в нижней части склона; пойменный луг.

Урочище «Галичья гора»: разнотравно-злаковая луговая степь; разнотравно-злаковый склон с выходами известняка.

Выделение типов ареалов основано на схеме биогеографического районирования Палеарктики А.Ф. Емельянова [2], в которой во взаимноувязанном виде отражены поясно-зональные и секторные особенности дифференциации биоты.

Распределение по поясным и секторным группам (типам ареалов) 189 видов из 19 семейств, выявленных к настоящему времени в заповеднике «Галичья гора», представлено в таблице 1.

Зоогеографическое ядро всей выявленной к настоящему времени фауны полужесткокрылых заповедника «Галичья гора» образуют два комплекса видов с транспалеарктическим и западнопалеарктическим характером их ареалов по их долготной составляющей. Вторая группировка объединяет панатлантический (европейский) и западный (ареалы на востоке заходят в Западную Сибирь) типы ареалов. В совокупности на долю транспалеарктов и западнопалеарктических видов приходится 66,66% от всего состава исследуемой фауны. Крупная группа видов образует также суператлантический тип ареалов, которые на востоке в той или иной степени заходят и в Восточную Сибирь. В меридиональном направлении ареалы более половины видов, распространены также широко, охватывая 2–3 широтных пояса – от бореального до субтропического, или заходят еще в тропики.

Таблица 1. Распределение числа видов полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) заповедника Галичья гора по типам ареалов на основе поясно-секторного принципа районирования Палеарктики

Типы ареалов по широте / Типы ареалов по долготе	Бореально-тропический	Бореально-субтропический	Субарктическо-суббореальный	Бореально-суббореальный	Суббореально-субтропический	Суббореальный	Количество таксонов	%
Голарктический	0	12	1	2	1	0	16	8,46
Транспалеарктический	2	47	0	7	5	4	65	34,39
Субтранспалеарктический	0	0	0	0	0	1	1	0,54
Суператлантический	0	30	0	11	3	2	46	24,34
Западный	0	18	0	5	11	5	39	20,63
Панатлантический	0	10	0	1	10	1	22	11,64
Количество таксонов	2	117	1	26	30	13	189	
%	1,05	61,9	0,54	13,76	15,87	6,88		

Некоторые другие группировки видов с ареалами различной протяженности в долготном и широтном направлениях занимают подчиненное положение, хотя и играют существенную роль в зоогеографической структуре фауны заповедника (см. таблицу 1).

Несмотря на то, что большинство видов, выявленных в двух урочищах заповедника, распространены очень широко, биотопически они приурочены, преимущественно, к местообитаниям мезоксерофитного и ксерофитного и характера. Эта биотопическая особенность фауны клопов связана с положением территории заповедника в центральной

части Придонского известняково-карстового физико-географического района [5]. Кроме того, она отражает преимущественную связь видов (особенно фитофагов, которых большинство, а также и ряда хищников) с луговыми степями как основными зональными типами растительных сообществ [6].

Виды-фитофаги, приуроченные к субаридным и аридным экосистемам и стациям, в значительном числе встречаются во всех ярусах растительных сообществ заповедника. Наиболее многочисленны из них – обитатели травянистого яруса. К ним относятся, в частности, представители семейства щитников-черепашек (Scutelleridae) – *Psacasta exanthematica* и *Eurygaster maura*, трофически связанные с дикорастущими и культурными злаками. Второй из этих видов является вредителем зерновых культур. Целый ряд видов семейства Pentatomidaев высокой численности заселяетбиотопы степного типа. К видам, отчетливо проявляющим черты ксерофилов и мезоксерофилов, относятся остроголовые клопы – *Aelia acuminata*, *Ae. klugi* и, особенно, *Ae. rostrata*, который характеризуется наибольшей привязанностью к ксерофитным стациям. Численность последнего в 2018 г. на отдельных степных участках почти достигала таковую традиционно намного более многочисленного *Ae. acuminata*.

К типичным ксерофилам в составе исследуемой фауны относится, в частности, *Phymata crassipes* –представитель хищных клопов подсемейства Phymatinae (Reduviidae). Ареалы почти всех видов этого рода – обитатели аридных территорий Евразии и Африки.

В составе наиболее обширного семейства Miridae, виды которого, в целом, приурочены к самым различным биотопам и ярусам, также преобладают обитатели открытых пространств, преимущественно – биотопов степного типа. По отношению к фактору влажности они отчетливо относятся к экологическим группам ксерофилов и мезоксерофилов. Характерными представителями этих групп из числа клопов-слепняков (Miridae) являются *Polymerus cognatus*, *P. vulneratus*, *Stenodema calcarata*, *S. laevigata*, *Acetropis carinata*, *Paredrocoris pectoralis* и ряд других.

Из представителей других семейств полужесткокрылых-хортобионтов, характеризующихся отчетливой приуроченностью к открытым и хорошо инсолируемым стациям, следует отнести все три вида семейства Piesmatidae (*Piesma capitatum*, *P. maculatum*, *Parapiesma quadratum*), Coreidae (*Gonocerus acuteangulatus*, *Syromastus rhombeus*), Rhopalidae (*Rhopalus subrufus*, *Stictopleurus punctatonervosus*), Plataspidae (*Coptosoma scutellatum*) и др.

Следует отметить, что и многие виды-герпетобионты, такие как представители семейства наземных клопов (Lygaeidae), также занимают хорошо инсолируемые и прогреваемые участки степных экосистем. Книмотносятся*Nysiusericae*, *N. thymi*, *Geocorisgrylloides*, *Stygnocorisrusticus*, *Sphragisticusnebulosus* и др.

В целом, формирование биогеографической и экологической структуры фауны полужесткокрылых насекомых основных ландшафтов заповедника «Галичья гора» происходит с резким преобладаниемпо числу ксерофильных и мезоксерофильныхвидов и численности многих из них, по сравнению с мезофильными таксонами. В 2017–2018 гг. такое преобладание ксерофильной, в целом, фауны полужесткокрылых проявилось очень резко. Причинами такой особенности биогеографической структуры исследуемой фауны являются, как ландшафтные и флористические особенности данной территории, так и, очевидно, тенденции современных климатических изменений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 18-04-00464-а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб В.Б. Видовой состав полужесткокрылых (Heteroptera) заповедника «Галичья гора» // Состояние и проблемы экосистем Среднего Подонья. – 1996. – Вып. 8. – С. 89-91.

2. Емельянов А.Ф. Предложения по классификации и номенклатуре ареалов // Энтомологическое обозрение. – 1974. –Т. 53, вып. 3. - С. 497-522.

3. Лычковская И.Ю. Полужесткокрылые надсемейства щитников (Heteroptera, Pentatomoidea) заповедника «Галичья гора» // Вопросы естествознания: материалы межвуз. науч. конф. преподавателей, аспирантов и студентов. – Липецк, 2003. – Вып. 11. – С. 32-35.

4. Лычковская И.Ю., Николаева А.М. Зоогеографическая структура фауны полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) известнякового севера среднерусской лесостепи // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург, 2014. – №5 (24), часть 1. – С. 31-33.

5. Мильков Ф.Н., Дроздов К.А., Федотов В.И. Галичья гора // Опыт ланшафтно-типологической характеристики. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1970. – 93 с.

6. Скользнева Л.Н., Недосекина Т.В. Флора заповедника «Галичья гора». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – 222 с.

7. Скуфьин К.В., Кузнецова В.Т. Реликтовая фауна известнякового севера Среднерусской возвышенности // Изучение и охрана природы малых заповедных территорий. – Воронеж,1986. – С. 140-147.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ РОССИИ

Л.Л. Голубятников
golub@ifaran.ru

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, г.Москва, Россия

Структура и функционирование растительного покрова определяются многими факторами, среди которых следует выделить климатические, биотические, эдафические, орографические. Однако влияние климата на развитие растительности настолько велико, что до определенных пределов оно может подчинять себе влияние других факторов. Климатические изменения предопределяет сложную и часто неоднозначную реакцию на эти изменения растительного покрова.

В средних и высоких широтах Северного полушария, где расположена большая часть территории России, в настоящее время происходят значительные изменения климата. Среднегодовая глобальная приземная температура в XX веке увеличилась приблизительно на 0.6°C. На территории России потепление климата за прошлое столетие составило 0.9°C [7]. Данные метеонаблюдений указывают на то, что современное изменение климата имеет сложную региональную структуру. Выявлена существенная пространственная неоднородность трендов приземной температуры. В пределах России наиболее сильный тренд ее среднегодовых значений отмечен на территориях Средней Сибири, Прибайкалья, Забайкалья, Приамурья и Приморья. Потепление было более заметно в зимний и весенний сезоны – соответственно на 4.7°C и на 2.9°C за сто лет. Во второй половине XX века годовые и сезонные (кроме зимних) осадки в целом для России уменьшались. Наиболее заметное уменьшение осадков отмечено для Северо-Восточного региона России, тогда как для территории Европейской России получена слабая тенденция роста осадков [3, 4].

Анализ наблюдений за растительным покровом в XX веке показывает, что наиболее существенное влияние изменений климата оказало на растительный покров горных районов, где наблюдалось продвижение подроста древесных растений по высотному градиенту, смещение верхней границы леса, расселение древесной растительности на территориях ранее занятых луговыми и тундровыми сообществами, трансформация стланиковых форм растений в стволовые формы, увеличение сомкнутости древостоев, изменение видового разнообразия травяно-кустарничковых сообществ. На равнинных территориях России смещения границ лесной зоны не наблюдалось. По мнению ряда авторов, основной причиной запаздывания реакции лесной растительности равнинных территорий на

потепление климата является устойчивость лесов к вековым колебаниям климатических параметров.

Смещения дат многих фенологических явлений отражают вариации климата и служат важными индикаторами происходящих в растительном покрове изменений. Такие фенологические явления, как установление более ранних весенних сроков, затягивание вегетационного периода, набухание почек и вторичное цветение, летнее пожелтение и опад листьев у деревьев, являются проявлением адаптационных реакций в растительных сообществах, которые обусловлены повышением температуры зимних месяцев и "размыванием" теплого периода.

Проведенный рядом исследователей анализ многолетних фенологических рядов позволяет выявить закономерности изменения сроков сезонной активности разных видов растений под воздействием климатических изменений. Фенологические реакции разных видов растений на происходящее потепление климата оказались неоднозначными. Смещение дат весенних фенологических явлений на более ранние сроки отмечено у многих видов растений, однако эта тенденция характерна не для всех видов. У одних видов растений средние даты сместились, у других они остались без изменения. Под воздействием потепления климата некоторые виды растений увеличили продолжительность вегетации, однако для видов растений с поздним началом вегетации и цветения изменений вегетационного периода не выявлено. В некоторых регионах России вегетационный период ряда видов растений имеет тенденцию к уменьшению [5, 6].

Пространственная неоднородность изменений климата предопределяет неоднозначную реакцию на эти изменения растительных сообществ. По мнению ряда авторов, под влиянием потепления климата происходит «раскачка» геосистем, в процессе которой растительный покров активизирует свои адаптационные возможности. Данные наблюдений указывают как на малозначимость современных внешних изменений для растительного покрова, так и на накопление им малозаметных отклонений для скачкообразного перехода на качественно другой уровень состояния при усилении современных тенденций изменения климата [5]. В настоящее время, как отмечается в ряде работ, фитоценозы уже достигли пределов экологической устойчивости к основным факторам среды и произрастают в максимально возможных для своего обитания диапазонах климатических параметров. По этой причине наиболее существенные изменения растительности в связи с возможным потеплением климата будут связаны с миграционными процессами, изменением географических и высотных границ ареалов, перераспределением доминантов в экосистемах. Однако эти трансформации растительных сообществ идут достаточно медленно и для их реализации необходимы десятки лет.

Сделан модельный анализ отклика растительного покрова России на ожидаемые в XXI веке климатические изменения. Получены оценки возможных изменений значений первичной биологической продукции растительного покрова и ареалов зональных фитоценозов рассматриваемой территории при вероятных изменениях климата.

Для оценки отклика растительного покрова на ожидаемые в XXI веке климатические изменения использованы результаты расчетов по климатической модели промежуточной степени сложности КМ ИФА РАН, разработанной в Институте физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН. Расчеты выполнены для антропогенного потепления климата, соответствующего изменению концентрации углекислого газа в атмосфере по сценариям SRES A2 (агрессивный сценарий) и SRES B1 (умеренный сценарий).

Ряд исследователей полагают, что ожидаемые повышение приземной температуры и изменения осадков могут повлечь серьезные изменения в структуре, видовом составе, сезонной динамике и пространственном распределении растительных сообществ. Вероятные климатические изменения могут способствовать интенсивному расселению одних видов растений и угнетению других (вплоть до вымирания этих видов).

Для определения отклика первичной продукции растительного покрова на климатические изменения использовалась модель, разработанная в Лаборатории математической экологии ИФА РАН. В основе этой модели лежит биоклиматическая схема, которая

устанавливает зависимость значений биологической продуктивности растительных сообществ от величин радиационного баланса поверхности и суммарного испарения виде непрерывной, однозначно определенной функции [1].

По причине отсутствия однозначности в соотношении «климатические параметры – ареал фитоценоза» оценить возможные изменения ареалов фитоценозов растительности при потеплении климата на основе прогноза изменения значений климатических характеристик достаточно проблематично. Для решения поставленной задачи предложено использовать величины изменения первичной биологической продукции фитоценозов при рассматриваемых климатических сценариях [2]. С этой целью определены следующие правила изменения состояния фитоценоза при изменении значения его первичной биологической продукции:

– если прогнозируется уменьшение первичной биологической продукции фитоценоза более чем на 80% по сравнению с ее значением для второй половины XX века, то этот фитоценоз исчезает; если такое снижение ежегодного прироста происходит на части ареала фитоценоза, то фитоценоз исчезает только на этой части его ареала;

– если прогнозируется увеличение первичной биологической продукции фитоценоза более чем на 50% по сравнению с ее значением для второй половины XX века, то данный фитоценоз направленно изменяется во времени, что возможно только путем сукцессии; если такое увеличение ежегодного прироста происходит на части ареала фитоценоза, то сукцессионным изменениям будет подвержен фитоценоз только на этой части его ареала.

Следует отметить, что в фитоценозах постоянно идут сукцессии, обусловленные различными природно-антропогенными причинами. В данной работе учитываются сукцессии, вызванные только климатическими факторами.

Результаты модельных расчетов изменения первичной продукции растительности и территорий, на которых фитоценозы будут изменяться в результате сукцессионных процессов при ожидаемых климатических изменениях, представлены на рисунках 1 и 2.

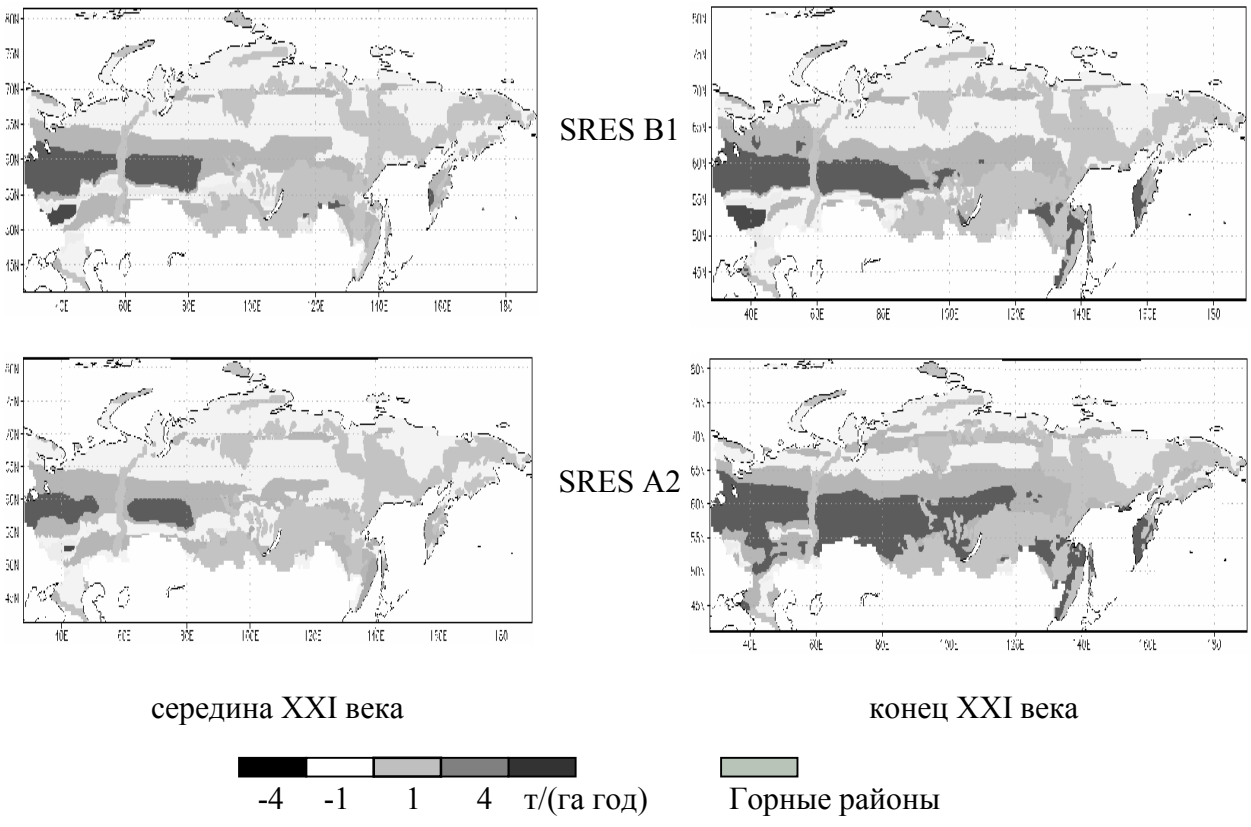


Рис. 1. Изменения значений первичной биологической продукции в XXI в.

Модельные расчеты позволяют выявить пространственные тенденции и масштабы вероятных изменений растительного покрова России. Согласно сделанным оценкам можно ожидать заметного увеличения первичной продукции в достаточно протяженном поясе широт для территории России. В то же время следует отметить существенные региональные различия возможных изменений при разных модельных сценариях климатических изменений.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при дальнейшем глобальном потеплении климата пространственная трансформация растительных сообществ будет происходить крайне неравномерно. Предполагаемые изменения фитоценозов внутри их современных ареалов будут иметь мозаичный характер. Из полученных оценок следует, что в XXI веке не следует ожидать существенных сдвигов современных границ природных зон на равнинных территориях России.

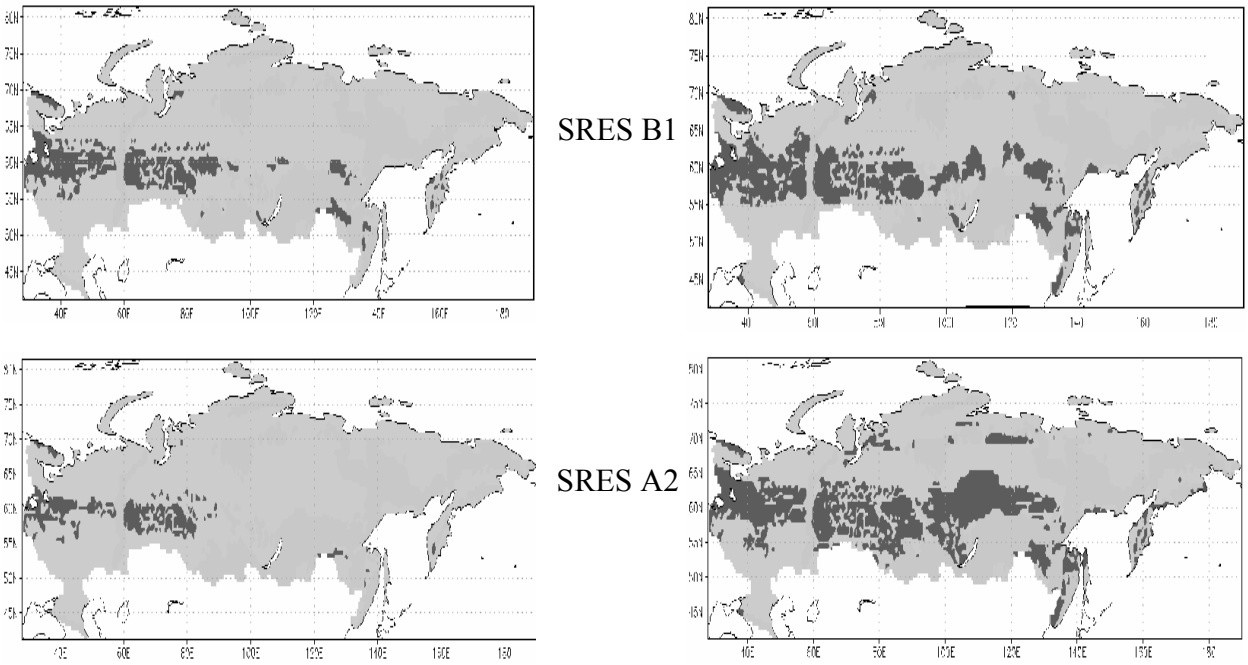


Рис. 2. Динамика растительности в XXI в.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН и Программы государственного задания АААА–А18–118032090072–9

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубятников Л.Л., Мохов И.И., Денисенко Е.А., Тихонов В.А. Модельные оценки влияния изменений климата на растительный покров и сток углерода из атмосферы // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2005. – Т. 41(1). – С.25-35.

2. Голубятников Л.Л., Денисенко Е.А. Модельные оценки влияния изменений климата на ареалы зональной растительности равнинных территорий России // Известия РАН, сер. биологическая. – 2007. – № 2. – С. 212-228.

3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Мониторинг климата и оценка климатической изменчивочти по данным наблюдений // Глобальные изменения климата и их последствия для России. – М.: РООУППГ, 2002. – С. 9-39.

4. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. – Обнинск: ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 194 с.

5. Кожаринов А.В., Минин А.А. Современные тенденции в состоянии природы Русской равнины // Влияние изменения климата на экосистемы. – М.: Рус. ун-т, 2001. – С. I.17-I.23

6. Минин А.А. Некоторые аспекты взаимосвязей наземных экосистем с изменяющимся климатом // Успехи современной биологии. – 2011. – Т. 131(4). – С. 407-411.

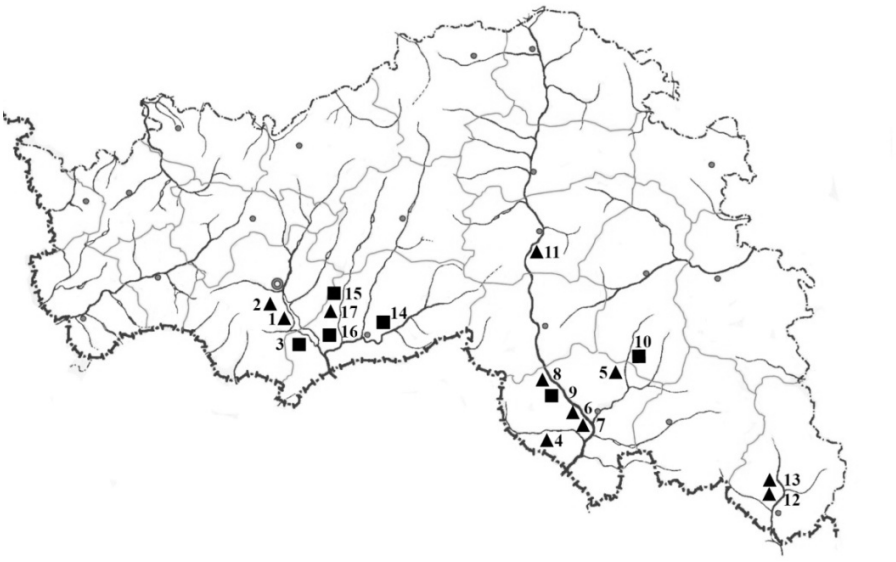
7. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge: Cambridge University Press, 2013. – 1535 p.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ *DAPHNE ALTAICA* PALLAS (*THYMELAEACEAE*) НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А.В. Гусев, А.Я. Григорьевская, Е.И. Ермакова
avgusev610@mail.ru, grigaya@mail.ru

Государственный заповедник «Белогорье», п. Борисовка Белгородской обл., Россия
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Волчеягодник алтайский – *Daphne altaica* (*D. sophia* Kalen.) – эндемик Волжско-Донского ареала: Белгородская область (Флора, 1996). Вид числится в списке Красной книги РФ (2008) и Красной книги Белгородской области (2005) [5, 6]. В европейской части России произрастает только в Белгородской области в следующих районах: Белгородском, Валуйском, Красногвардейском, Новооскольском, Ровеньском, Шебекинском (рис. 1). Во всех местонахождениях отмечается редко. Заметные сокращения численности вида во всех популяциях происходят с 1960-х гг., предположительно, из-за нарушения режима природопользования и изменения микроклиматических условий в экотопах.



Обозначения:
▲ - места произрастания *Daphne altaica* в настоящее время
■ - исчезнувшие местонахождения *Daphne altaica*

Рис. 1. Карта местонахождений Daphne altaica в Белгородской области

Кратко отметим состояние *Daphne altaica* в местах произрастания.

В Новооскольском районе вид отмечается в урочище «Стенки-Изгорье» заповедника «Белогорье». Открытие его сделано в 1926 г. Б.М. Козо-Полянским, и, по его сообщению,

само урочище было покрыто низкорослой порослью *Quercus robur*. Кусты волчеягодника плотным бордюром окружали стволы *Pinus sylvestris* L. var. *cretacea* (Kalen.) Kom.

Начиная с шестидесятых годов двадцатого столетия, исследователи отмечали ухудшение состояния волчеягодника под пологом поднимающейся дубравы. После установления охранного режима произошло восстановление кустарникового яруса под пологом сформировавшейся дубравы, и волчеягодник стал встречаться реже. Т.В. Бережная, А.В. Бережной, Ф.Н. Мильков, В.И. Федотов, А.Я. Григорьевская, В.Н. Двуреченский, Н.И. Золотухин, И.Б. Золотухина, Т.Д. Филатова, О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова и другие учёные не однократно указывали на угнетённость, слабое цветение волчеягодника. Для сохранения вида необходима разработка специальных мероприятий [1, 3].

Угнетение волчеягодника под полом леса наблюдается во всех его местонахождениях.

По левобережью реки Северский Донец в окрестностях села Соломино (в настоящее время – «Государственный природный заказник» – Участок дубравы вблизи села Соломино) локальную популяцию волчеягодника образуют несколько десятков побегов высотой около полуметра. Он ютится в подлеске по кромке мелового склона восточной экспозиции и подмывается водами водохранилища. Цветёт. Плоды не завязываются. Состояние популяции критическое, и при существовании его в таком режиме возможно исчезновение вида [4].

В окрестностях села Борки (Валуйский район), на особо охраняемой природной территории регионального значения (Государственный природный заказник – Урочище «Борки», участок-кандидат Изумрудной сети – Петровские Борки) локальная популяция находится в верхней части мелового склона. Эрозионные процессы привели к сползанию вниз по склону большого куска дернины с волчеягодником, что грозит его утратой. Состояние популяции удовлетворительное.

В окрестностях села Касеновка (Валуйский район) на территории Природного парка – урочище «Жиров лог» волчеягодник растёт на склонах южной и западной экспозиций. Наблюдается тенденция зарастания лесными кустарниками и угнетения его под их пологом. Состояние популяции удовлетворительное. Цветёт. Плоды не завязываются. Размножение вегетативное [4].

Севернее села Яблоново (Валуйский район, особо охраняемая природная территория (ООПТ) регионального значения; участок-кандидат Изумрудной сети – «Лисья гора») локальная популяция волчеягодника располагается в верхней части склона южной экспозиции под пологом дубравы и постоянно находится в затенении.

На правобережье реки Оскол, в окрестности села Старая Симоновка, на ООПТ регионального значения в природном парке «урочище «Симоново-Яблочное» *Daphne altaica* была открыта В.И. Талиевым в 1910 г. В то время в зарослях кустарника под пологом нагорной дубравы по верхнему склону каменоломни волчеягодник встречался в большом количестве. Кроме того он рос на следующем гребне вверх по течению реки. В настоящее время состояние локальной популяции плохое. Не больше двух десятков низкорослых слабых растений располагаются у самой верхней кромки карьера и в непосредственной близости под пологом леса.

Местонахождение волчеягодника на правобережье реки Оскол южнее села Конопляновка напротив хутора Косарёвка (в настоящее время улица Луговая села Конопляновка) обнаружено в 1946 г. С.В. Голицыным и Н.П. Виноградовым. Кустарник встречался уже от северной окраины села Косарёвка. Он рос на меловых выступах коренного склона реки Оскол, в зарослях кустарникового яруса разреженной нагорной дубравы.

В настоящее время волчеягодник имеет несколько местонахождений под пологом разросшейся нагорной дубравы. Отмечается малочисленность и плохое их состояние, а высота побегов не превышает 60 см.

В окрестностях посёлка Ровеньки имеется два местонахождения волчеягодника: 1 – западная окраина, на крутом меловом склоне правого берега реки Айдар (урочище Меловые стенки, Лысые Горы); 2 – северо-западнее посёлка в урочище овраг Ровеньки (овраг Ровеньский).

Ранее в урочище Меловые стенки волчеягодник встречался на дернине в центре мелового обнажения. В результате интенсивных эрозионных процессов основная часть дернины с волчеягодником утрачена. В настоящее время сохраняется 1 куст на оползающем вниз куске дернины.

В овраге Ровеньки волчеягодник растёт на склонах южной и северной экспозиций. Ранее рос в изобилии, образовывал густые заросли. На склоне северной экспозиции занимал его среднюю часть, не заросшую лесом, и поднимался вверх под полог разреженной и угнетённой дубравы. В настоящее время склон северной экспозиции покрыт разросшейся дубравой. Численность популяции волчеягодника уменьшилась. Практически все куртины находятся под пологом леса. Наиболее крупные из них располагаются в нижней части оврага.

Требуется разработать ряд рекомендаций для сохранения уцелевших популяций реликтового растения *Daphne altaica* на юге Среднерусской возвышенности.

Лимитирующим фактором существования волчеягодника под пологом горных суборей и в кустарниковых сообществах является влажность почвы.

Лимитирующим фактором открытых приподошвенных частей склонов и днищ оврагов является температура почвы и воздуха.

Лимитирующим фактором под пологом нагорных дубрав является недостаток света.

Лимитирующим фактором заросших древесными видами и кустарниками приподошвенных частей склонов и днищ оврагов является свет, температура почвы и воздуха.

Как видим, оптимальным сочетанием климатических факторов характеризуются горные, возвышенные элементы ландшафта с суборью и зарослями невысоких кустарников. Как правило, это зоны «B» и «C» [7].

Однако при сочетании факторов, не достигающих пессимума (достаточно тёпла и света), он встречается и в приподошвенных участках склонов и у днищ оврагов (Ровеньки, Борки).

В основном волчеягодник приурочен к меловым субстратам, но может расти и на других типах почв.

В 1889 г. Дмитрий Иванович Литвинов доставил в Москву, в ботанический сад университета, несколько экземпляров волчеягодника из Бекарюковки, которые, благодаря заботам главного садовника Густава Фёдоровича Вобста, прекрасно прижились и начали отлично цвести. Из Московского сада он начал распространяться под именем *Daphne sophia* и по другим университетам (в том числе и иностранным) и ботаническим садам [2]. С.В. Голицын из ур. Стенки-Изгорье в послевоенное время пересадил *Daphne sophia* и *Pinus sylvestris* var. *cretacea* в заповедник Галичья Гора на участок с почвой карбонатного чернозёма в урочище Морозова гора. *Daphne sophia* на данном участке занимала большую территорию, в основном ограниченную пологом *Pinus sylvestris* var. *cretacea*.

Учитывая важность сохранения реликтового растения *Daphne sophia*, можно рекомендовать метод реинтродукции. В этом направлении проводились попытки использовать вегетативный способ размножения. Так, в 2006 г. было высажено три молодых укоренённых побега на склоне северной экспозиции с близким залеганием мергелей в балке Ханова в окрестностях хутора Белый Колодезь Новооскольского района. Растения были взяты 07.07.2006 г. в урочище Борки на оторвавшемся от основной части и сползшем вниз по склону фрагменте куртины. Растения не прижились.

Ещё одна попытка в 2015 г. укоренения черенков одревесневших побегов волчеягодника из урочища Жиров лог Валуйского района, несмотря на предварительную обработку препаратом, стимулирующим рост корней, была безуспешной.

Как показал опыт, восстановление и увеличение числа локальных популяций реликтового кустарника путём вегетативного размножения в питомниках и в природе представляет определённую трудность. Наиболее действенной мерой является его сохранение в естественных местообитаниях, создание наиболее благоприятных условий для увеличения численности. Для этого необходимо осветление мест произрастания (там, где он страдает от затенения пологами древесных и кустарниковых видов). Учитывая важность светового фактора для нормального существования вида, необходимо добиваться разре-

шения от природоохранных организаций проведения санитарных рубок с целью осветления мест произрастания данного реликта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бережная Т.В. Волчеягодник Софии и его география на юге Среднерусской возвышенности / Т.В. Бережная, А.В. Бережной // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. – № 2 (21). – С. 22-32.

2. Голенкин М.И. Заметка о Daphne sophia Kalen. / М.И. Голенкин // Прот. засед. Имп. Моск. об-ва испыт. прир. – 1899. – С. 4-10.

3. Григорьевская А.Я. Современное состояние растительного покрова мелового бора Стенки-Изгорья (юг Среднерусской возвышенности) и его охрана / А.Я. Григорьевская // Самарская Лука: Бюл. – 1993. – № 4. – С. 136-162.

4. Гусев А.В. Виды Красной книги России во флоре Новооскольского района Белгородской области / А.В. Гусев, Е.И. Ермакова. – Воронеж: АО «Воронежская обл. типография», 2018. – 208 с.

5. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2004. – 532 с.

6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев [и др.]; Сост. Р.В. Камелин [и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.

7. Мильков Ф.Н. Основные географические закономерности склоновой микрозональности ландшафтов / Ф.Н. Мильков // Склоновая микрозональность ландшафтов. – Воронеж, 1974. – С. 5-11.

ИНВАЗИИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ РАСТЕНИЙ В АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ: КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская
gusev@gsu.by

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г.Гомель, Беларусь

Острой экологической проблемой, связанной с изменениями климата, являются инвазии чужеродных видов растений и животных. Климат является одним из основных барьеров в распространении чужеродных растений [6, 7]. Так, в работе T. Mang et al. дан анализ истории распространения амброзии полынолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) во многих странах центральной Европы (Австрия, Чехия, Германия, Венгрия, Лихтенштейн, Словакия, Словения, Швейцария) и оценено влияния климатических изменений на данный инвазионный процесс. Указывается, что неблагоприятные климатические условия служат барьером для инвазии амброзии на север Европы, соответственно, потепление климата - фактор, который способствует вторжению амброзии. Доказано, что рост средней температуры за вегетационный период влияет на вторжение амброзии в горные ландшафты и способствует расширению спектра местообитаний. Прогнозируется, что при дальнейшем увеличении средней температуры вегетационного периода активизируется распространению амброзии в других странах Европы, и возрастут угрозы сельскому хозяйству и здоровью населения [6].

На территории Беларуси средняя температура за период 1981-2015 гг. превысила климатическую нормы (1961-1990 гг.) на 1,3 ^{o}C. Так, в 2018 г. среднегодовая температура воздуха на территории Беларуси составила +7,9^{o}C, что на 1,2^{o}C выше нормы. На протяже-

нии всего года за исключением 2 месяцев (февраль и март) имели место положительные аномалии температуры. Так, средняя температура января составила -2,7°С, что на 1,7°С выше нормы. Средняя температура мая составила +16,9°С, что на 3,5°С выше нормы. В июле средняя температура воздуха превысила норму на 1,2°С, в августе – на 2,3°С. За летний период наблюдалось от 32 до 62 жарких дней (с максимальной температурой воздуха выше +25°С) при норме 28-60 дней. Продолжительность климатического лета (период времени с среднесуточной температурой свыше 14°С) составила почти четыре месяца.

В наибольшей степени выражено потепление на юге Беларуси – в Белорусском Полесье. На территории Белорусского Полесья за последние 20-25 лет по сравнению с периодом 1881-1990 гг. средние температуры января и февраля выросли на 2,5°, марта – на 2,0°С, июля и августа – на 1,3-1,4°С. Годовая сумма активных температур (выше 10°С) в 2006-2013 гг. практически на всей территории Белорусского Полесья превысила 2600 градусов [5].

Максимальная средняя температура за лето в восточной части Белорусского Полесья наблюдалась в 2010 г. – 21,9°С (на 4,5°С выше климатической нормы). Максимальная средняя температура за весенний период имела место в 2014 г. – 10,6°С (на 4,2° выше климатической нормы). На метеостанции Гомель 8.08.2010 г. зафиксирована рекордная для Беларуси температура +38,9°С. Здесь же в 2010 г. средняя температура июля составила 24,5°С (климатическая норма – 19,8°С), а августа – 23,5°С (климатическая норма – 18,7°С). В целом по Беларуси среднегодовая климатическая норма была в 2010 г. превышена на 3,8°С.

В связи с потеплением в 1989-2015 гг. на юге Беларуси выделена новая агроклиматическая зона (с годовой суммой температур выше 10°С более 2600), захватывающая значительную часть Белорусского Полесья. В этой зоне средняя температура января составляет -3,3°С, средняя температура июля - + 19,8°С. Продолжительность периода с температурой более 10°С – 161-168 суток, с температурой выше 0°С – 209-222 суток (в центральной зоне Беларуси – 145-153 и 240-253 суток соответственно). Сумма температур выше 10°С составляет 2607-2746 (в центральной зоне 2208-2383 градуса). Годовое количество осадков – 563-733 мм (в центральной зоне 606-745 мм).

Потепление климата на юге Беларуси в 2010-х гг. обусловило благоприятные условия для вторжения и активного распространения в ландшафтах относительно теплолюбивых североамериканских растений – золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) и амброзии полынолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.).

Solidago canadensis L. – многолетнее травяное растение, высотой до 2 м и плотностью более 300 побегов на 1 м^2. Является видом-трансформером, т.е. способен трансформировать природные экосистемы, в том числе может блокировать восстановительные процессы [1,2].

В ходе проведенных в 2016 г. маршрутным методом исследований *Solidago canadensis* L. был обнаружен в Гомеле и на территории 27 населенных пунктов из обследованных 52. Во многих случаях золотарник встречается единично (Поколюбичи, Калинино, Остров, Азделино и другие), а в некоторых формирует целые сообщества (Гомель, Старая Волотова, Уза, Цыкуны). Выявлено, что наибольшая встречаемость золотарника канадского наблюдается в урбанизированном ландшафте. На 4 ключевых участках за рассматриваемый период времени (2005-2008 и 2015-2016 гг.) проективное покрытие золотарника возросло в десятки и сотни раз. В различных экотопах антропогенных ландшафтов сформировались фитоценозы с доминированием золотарника канадского, для которых характерно преобладание синантропных видов, почти полное отсутствие лесных видов, высокая представленность чужеродных видов. Установлено, что рост проективного покрытия золотарника канадского сопровождается уменьшением видового разнообразия. Так, при вторжении золотарника в сообщества восстановительной сукцессии на залежах общее число видов на пробных площадках уменьшилось в 2,8 раза, а видовое богатство (число видов на 100 м^2) – в 3 раза [2]. Так, например, в течение 2004-2016 гг. нами наблюдалась восстановительная сукцессия на пахотных землях, выведенных из хозяйствен-

ного оборота. В 2008 г. на ключевом участке впервые появляется золотарник канадский, а к 2013 г. этот вид доминирует в травостое. По мере увеличения проективного покрытия *Solidago canadensis* произошло снижение видового разнообразия (с 28 до 10 видов), резко упала численность подроста деревьев.

Золотарник канадский на территории Белорусского Полесья отмечался с конца 20 века, его заросли были приурочены к местам культивирования (приусадебные участки, кладбища и др.). Инвазия, т.е. агрессивное распространение в ландшафтах, началось только в 2000-х гг., особенно в 2010-х г. В 2015-2018 гг. в окрестностях Гомеля золотарник канадский захватил многие рудеральные местообитания и начал вторжение в лесные ландшафты. Так, в 2017-2018 гг. зафиксированы густые заросли золотарника канадского под пологом лиственных лесов, на опушках леса, на вырубках.

Ambrosia artemisiifolia L. – один из наиболее опасных чужеродных видов растений, занесенных в Европу из Северной Америки, однолетнее растение, высотой 20-150 см, со стержневым корнем, проникающим на глубину до 4 м, и плодовитостью до 100 тысяч семян. Она наносит значительный ущерб сельскому хозяйству, вызывает массовые аллергические заболевания органов дыхания и глаз у людей. Внедрение амброзии полынолистной на территории Беларуси идет преимущественно со стороны Украины, где она представляет серьезную экологическую проблему уже десятки лет.

Начало инвазии амброзии полынолистной зафиксировано повторными геоботаническими съемками на южной окраине города Гомеля [3]. Впервые амброзия здесь появилась в 2012 г. в составе пионерного сообщества с доминированием *Chenopodium album* и *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv. В 2013 г. амброзия становится доминантом, ее проективное покрытие увеличивается на отдельных участках до 30%. В 2014 г. растительный покров здесь был нарушен, что благоприятствовало расширению ареала амброзии и росту ее проективного покрытия в пределах пробных площадок. В 2016-2018 гг. амброзия является доминантом в травостое (проективное покрытие от 10 до 50%).

Нами выявлено в ходе исследований, проведенных в 2016-2018 гг., на территории Гомельского района, 34 местонахождения сообществ с доминированием амброзии полынолистной, из которых 28 (82,4%) приурочено к обочинам автомобильных дорог, 4 (11,8%) – к пустырям среди городской застройки, 2 (6,2%) – к насыпям железных дорог. 37,5% всех местонахождений амброзии – это обочины автомобильных дорог международного значения (М-8, М-10). Маршрутным методом было обследовано 286,5 км автомобильных дорог. Сообщества с доминированием амброзии полынолистной наблюдались на протяжении 15,575 км (5,4%). Выявлена четкая зависимость распространения амброзии от ранга автомобильной дороги: международных дорог обследовано 43,5 км, из которых амброзия присутствовала на 11,3 км (т.е. 26,0% протяженности дорог этой категории «заражено» амброзией); дорог республиканского уровня обследовано 75 км, амброзия наблюдалась на протяжении 2,75 км (3,7%); дорог местного уровня изучено 168 км, амброзия здесь присутствовала на протяжении 1,53 км (0,9%). Кроме того, было обследовано железных дорог – 7,5 км, из них популяциями амброзии «заражено» только 70 м (0,9%).

Оценка экотопов сообществ с доминированием амброзии полынолистной показала, что они обладают широким экологическим диапазоном, встречаются в разных эдафических условиях по обеспеченности азотом и кислотности. Распространение этих фитоценозов ограничивается факторами влажности и освещенности (затененности) [3,4].

В настоящих климатических условиях юго-востока Беларуси *A. artemisiifolia*, вероятно, не может пока внедряться в сомкнутый травостой из многолетних видов растений, поэтому основными экотопами для развития инвазии будут обрабатываемые земли. Наибольшему риску вторжения подвержены сельскохозяйственные угодья (обрабатываемые земели с пропашными и зерновыми культурами), расположенные вблизи международных автомобильных дорог международного значения. Можно предположить, что при отсутствии эффективных мер борьбы и продолжающемся потеплении климата в течение ближайших 5-10 лет амброзия полынолистная может стать одним из главных сорняков сельскохозяйственных угодий Белорусского Полесья [3,4].

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Б16Р-198)

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев А.П. Задержка восстановительной сукцессии инвазивными видами растений (на примере юго-востока Белоруссии) // Экология. – 2017. – №4. – С. 261-266.

2. Гусев А.П. Вторжение золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в антропогенные ландшафты Беларуси // Российский журнал биологических инвазий. – 2017. – №4. – С.28-35.

3. Гусев А.П. Вторжение *Ambrosia artemisiifolia* L. в ландшафты юго-востока Беларуси // Российский журнал биологических инвазий. – 2019. – №1. – С. 29-37.

4. Гусев А.П. *Ambrosia artemisiifolia* в антропогенном ландшафте Гомельского Полесья // Экология. – 2019. – №1. – С. 77-80.

5. Логинов В.Ф. Климатические условия Беларуси за период инструментальных наблюдений // Наука и инновации. – 2016. – № 9. – С. 25-29.

6. Mang T., Essl F., Moser D., Dullinger S. Climate warming drives invasion history of *Ambrosia artemisiifolia* in central Europe // Preslia. – 2018. – V. 90. – P. 59–81.

7. Skálová H., Guo W.Y., Wild J., Pyšek P. *Ambrosia artemisiifolia* in the Czech Republic: history of invasion, current distribution and prediction of future spread // Preslia. – 2017. – V. 89. – P. 1–16.

ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ф.А. Дали, А.С. Айвазов, С.Н. Шабров
dalee@igps.ru

Санкт-Петербургский университет МЧС России, г.Санкт-Петербург, Россия

Нефтегазодобывающая отрасль в экономике России занимает одну из ведущих позиций, являясь бюджетообразующей. Во многих регионах эта отрасль служит также и основным источником воздействия на окружающую среду. Широчайшее использование нефтепродуктов в различных областях экономики и повседневной жизни людей неизбежно влечет за собой риск возникновения чрезвычайных ситуаций и формирования экстремальных условий жизнедеятельности, в частности, угрозу загрязнения окружающей среды, возникновения пожаров и взрывов. Даже в условиях безаварийной работы промышленных и транспортных объектов в природной среде происходит постоянное техногенное накопление инородных органических компонентов нефтяного ряда. Более того, и в тех случаях, когда масштабы поступления посторонних нефтепродуктов оказываются соизмеримыми или много меньшими по сравнению с валовым содержанием органических компонентов природных систем, эти привнесенные извне вещества в силу своих физико-химических особенностей способны вызвать чрезвычайные ситуации.

Добыча нефти и нефтепродуктов, их переработка и транспортировка тяжело сказываются на состоянии и плодородии почвенного покрова Земли, в котором сосредоточена основная доля живого вещества суши и его биогенной энергии. Экологическая система «почва - организмы» является одним из главнейших механизмов формирования всей биосферы, ее стабильности и продуктивности в целом. Количественной мерой допустимого химического загрязнения, в частности, загрязнения нефтепродуктами, является предельно допустимая концентрация вредных веществ. При обоснованиях величин ПДК не учитываются совсем или учитываются лишь частично эффекты химического и биологического накопления вредных веществ в высоких концентрациях в результате их перехода из од-

ной среды в другую. В почвенном слое такими средами (точнее в данном случае говорить - фазами) выступают почвенный раствор и сухой остаток (грунт). К настоящему времени установлены ПДК лишь для очень ограниченного числа нефтяных компонентов в почвах.

Важнейшее значение при установлении нормативов ПДК имеет исходное состояние экосистем. Однако этому аспекту в научно-технической литературе до сих пор не уделяется должного внимания. Без знания об исходном содержании нефтепродуктов в почвах невозможно выявить степень воздействия нефтяного загрязнения, которая может быть определена лишь на основании установленных соотношений между содержанием углеводородов природного происхождения (фоновое содержание) и привнесенных углеводородов (антропогенного происхождения).

ПДК не являются единственными критериями оценки негативного воздействия объектов нефтегазового комплекса на окружающую среду. Помимо оценки экологического состояния природной среды, от ее удовлетворительного состояния (содержания вредных веществ на уровне ПДК) до чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия (> 10 ПДК), на этих объектах часто возникает необходимость оценить пожароопасное состояние систем. В этом случае приходится говорить об уровне содержания нефтепродуктов в почвенном слое, более чем на порядок превышающем таковой даже в условиях самой сложной экологической ситуации (> 100 ПДК). Критерии оценки пожароопасного состояния почв по содержанию в них нефтепродуктов вообще не разработаны. Таким образом, диапазон возможных концентраций нефтепродуктов в почвах, по которым следует оценивать степень их неблагополучия, по самым скромным оценкам превышает два порядка.

Нефтепромыслы – очень специфичные объекты, на огромных и разнообразных территориях которых располагаются нефтедобывающие и нефтетранспортные предприятия. Пожарная и экологическая безопасность таких объектов невозможна без современной системы мониторинга, который должен заключаться в слежении по определенной системе наблюдений за состоянием и развитием природных, природно-антропогенных или иных процессов и явлений на нефтепромыслах, а также в предупреждении о создающихся угрозах, опасностях и критических ситуациях. Одними из важнейших элементов систем мониторинга являются система методов наблюдений и комплекс применяемых для этого технических средств. Иными словами, мониторинг нефтепродуктов может быть материализован лишь при условии применения определенных методов химического анализа.

Говоря о химическом загрязнении природной среды нефтепродуктами, следует иметь в виду, что они являются смесями компонентов очень сложного состава, различные составляющие которых по-разному и в разной степени воздействуют на окружающую среду и ее обитателей. В связи с этим важно не ограничиваться методами количественного анализа, устанавливающими общий уровень содержания нефтяного загрязнения в природной среде, но и с помощью качественного анализа уметь анализировать конкретный состав такого загрязнения.

При мониторинге больших территорий требуется все большее и большее увеличение количества проб, а полное количественное и качественное определение нефтепродуктов длительно и чрезвычайно дорого. В таких случаях наиболее приемлемым является применение методологии скрининга, подразумевающей предварительное тестовое определение массовых проб. Однако из существующих методов скрининга нефтепродуктов полностью отработанным можно считать лишь арбитражный ИК-спектроскопический метод. Большим недостатком имеющихся скрининговых методов является неотработанность их на реальных объектах.

Известно, что степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта то есть массой $M_{вп}$ (или объемом $V_{вп}$) нефтепродукта, впитавшегося в грунт. В настоящей работе нефтеемкость определялась по нефтенасыщенности различных видов почв исходя из предельной насыщаемости керосином.

Сущность определения заключалась в следующем. Навеску почвы ($m_п$=10 г), высушенную до воздушно-сухого состояния заливали избыточным количеством освети-

тельного керосина ($V_{кер}$=15 мл), и полученную взвесь отфильтровывали через бумажный фильтр. Измеряли объем фильтрата ($V_ф$). Нефтеемкость определяется по формуле (1):

$$К_н = \rho_{кер.}\cdot(V_{кер} - V_ф)\cdot 10^3/m_п, [г/кг] \quad (1)$$

Исследовались следующие виды почв (индивидуально и в смесях):

1. Почвогрунт цветочный нейтральный на основе биогумуса (торфяной).
2. Почвогрунт цветочный «Селигер» (сапропелевый).
3. Песок крупнозернистый (фракция >1 мм).
4. Песок мелкозернистый (фракция <1 мм).
5. Глина печная.

Таблица 1. Средняя нефтеемкость исследованных почв (по предельной нефтенасыщенности керосином)

тип почвы	нефтеемкость, г/кг
почвогрунт нейтральный (торф)	960
грунт «Селигер» (сапропель)	780
песок крупнозернистый	480
песок мелкозернистый	360
глина	280
песок крупнозернистый+глина 50/50 (по массе)	390
песок+глина+торф 33/33/33 (по массе)	640

Полученные в настоящей работе результаты (таблица 1) несколько выше результатов по нефтенасыщенности почв, приводимых в литературе [1]. Это связано с тем, что в указанных источниках нефтенасыщенность определялась по сырой нефти. Кроме того значения нефтеемкости сильно зависит от влажности почв (таблица 2), поскольку нефтепродукты являются гидрофобными жидкостями. Нефтеемкость для болотных и тундровых почв приведена в таблице 3.

Таблица 2. Значение нефтеемкости грунта $К_н$ в зависимости от влажности ($м^3/м^3$ или кг/кг)

Грунт	Влажность, %				
	0	20	40	60	80
Гравий (диаметр частиц2-20 мм)	0,30	0,24	0,18	0,12	0,06
Пески (диаметр частиц0,05-2 мм)	0,30	0,24	0,12	0,06	0,06
Кварцевый песок	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
Супесь, суглинок (средний и тяжелый)	0,35	0,28	0,21	0,14	0,07
Суглинок легкий	0,47	0,38	0,28	0,18	0,10
Глинистый грунт	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04
Торфяной грунт	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10

Таблица 3. Предельная нефтеемкость некоторых почв при различных видах влажности

типы почв	характеристика горизонта	влажность субстрата, %	нефтеемкость, г/кг
болотные торфяно-перегнойно-глеевые	хорошо разложившийся осоко-моховый торф	25-50 85-100	1620 260
тундровые поверхностно-глеевые	слабо разложившийся сухоторфянистый	25-50 85-100	335 40

На основании определения нефтенасыщенности можно судить о том, какое предельное количество нефтепродукта может содержаться в грунте без выделения в отдельную фазу.

От этого существенно должны зависеть и пожароопасные характеристики почв. Процессы испарения с разной интенсивностью идут из жидкого нефтепродукта и из твердого горючего вещества, каким, по существу, является грунт, пропитанный нефтепродуктом.

С увеличением песчаной, а тем более глинистой фракций нефтенасыщенность по сравнению с торфяными грунтами снижается в 2-3 раза. Значит, при разливах нефтепродуктов на таких почвах большая доля горючих жидкостей может выделиться в отдельную фазу. Но в случае песчанистой почвы, излишнее количество нефтепродукта с большей вероятностью просочится вглубь, а в случае глинистой почвы - образуют гомогенные скопления нефтепродукта на поверхности почвы в виде лужиц или больших разливов. Почвы, содержащие большое количество гумусовых компонентов (черные почвы) могут впитывать наибольшее количество нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: Практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 424с.

2. Ван-Нес К. Анализ и состав тяжелых фракций нефти // Химия углеводородов нефти. Т.1. – Л.: «Гостоптехиздат». 1958. – С. 363-397.

3. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. – М.: «Мир», 1982. – 704 с.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСЛОВИЯ ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЦЧЗ

Б.А. Дорохов
niish1c@mail.ru

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева, Таловский район Воронежской обл., Россия

Озимая пшеница – основная зерновая продовольственная культура Центрально-Черноземного и соседних регионов России. Широкое распространение культуры придало ее агробиологическому изучению выраженный региональный характер.

Одним из важнейших биологических свойств озимой пшеницы, определяющим ее распространение, является зимостойкость, которая контролируется генотипом сорта, реализующим заложенный потенциал устойчивости в конкретных агроэкологических условиях. Сложность заключается в многообразии факторов, по отношению к которым растения должны обладать устойчивостью в период действия зимних стрессов (вымерзание, вымокание, выпревание, ледяная корка и др.). Причем эти факторы, в зависимости от климатических условий зоны возделывания, могут комбинироваться в различных сочетаниях и иметь разную продолжительность действия [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Цель нашей работы – провести анализ изменений климатических условий, происходящих в настоящее время в регионе, и охарактеризовать их влияние на перезимовку растений озимой пшеницы.

Исходными данными стали многолетние (1929-1978 гг.) результаты наблюдений гидрометеорологической обсерватории «Каменная Степь» (Таловский район) за температурой воздуха и месячной суммой осадков, сложившимися во время прекращения активной вегетации озимой пшеницы с ноября по март. Их сравнили с результатами метеонаблюдений за последующий (с 1979 по 2019 гг.) длительный период, для которого характерны современные тенденции, наблюдающиеся в изменении климата (табл. 1).

Анализ полученных результатов однозначно свидетельствует о том, что средние температуры воздуха всех месяцев, в течение которых происходит перезимовка растений озимой пшеницы, в настоящее время стали выше. При этом наиболее значительное по-

вышение температур отмечено в январе и марте, а менее всего они увеличились в ноябре. В целом за весь период прекращения вегетации современные температуры в среднем стали выше на 2,3 °С (или на 35,4%).

Помимо роста температур изменилось и количество осадков, которых стало больше во все месяцы осенне-весенней вегетации. Однако их прибавки по месяцам, как и температур, оказалось различными. Более всего стало выпадать осадков в январе и меньше всего – в марте. Общее же количество осадков за весь период вегетации с ноября по март за 1979-2019 гг. выросло на 29,2 мм (или на 19,5 %).

Таблица 1. Месячные показатели температуры воздуха и количества осадков за время прекращения активной вегетации

Годы	Месяцы										Средняя/ /сумма	
	ноябрь		декабрь		январь		февраль		март			
Температура												
	°С	±	°С	±	°С	±	°С	±	°С	±	°С	±
1929-1978	–1.4	-	–7.2	-	–9.9	-	-9.7	-	-4.5	-	-6,5	
1979-2019	**-0,3**	**+1,1**	**-5,0**	**+2,2**	**-6,9**	**+3,0**	**-7,0**	**+2,7**	**-1,6**	**+2,9**	**-4,2**	**+2,3**
Осадки												
	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±
1929-1978	35	-	35	-	30	-	25	-	25	-	150	
1979-2019	**42,5**	**+7,5**	**40,4**	**+5,4**	**38,4**	**+8,4**	**30,1**	**+5,1**	**27,8**	**+2,8**	**179,2**	**+29,2**

Как же повлияли отмеченные изменения на условия перезимовки растений озимой пшеницы в регионе ? Мы провели сравнительный анализ ряда показателей, характеризующих ход перезимовки культуры. Для этого отобрали два десятилетних периода (1960-1969 гг. и 2010-2019 гг.), временная разница между которыми составила 50 лет (табл. 2). Первое десятилетие интересно тем, что именно в 60-е годы площади посевов озимой пшеницы достигли своих нынешних значений (до этого в посевах преобладала яровая пшеница), и в это же время дважды, в 1963 и 1969 гг., отмечалась значительная гибель посевов в регионе в ходе перезимовки.

Таблица 2. Характеристика условий перезимовки озимой пшеницы

Показатель	Годы наблюдений	
	1960-1969	2010-2019
Дата прекращения осенней вегетации	31.10	3.11
Дата установления снежного покрова	9.12	9.12
Продолжительность бесснежного периода после прекращения осенней вегетации, сут	39	36
Среднесуточная температура воздуха за период “конец осенней вегетации – установление снежного покрова”, °С	-0,7	-1,5
Дата схода снежного покрова	26.03	23.03
Продолжительность периода залегания снежного покрова, сут	107	104
Высота снежного покрова к концу зимы, см	7,5	16,0
Дата возобновления весенней вегетации	6.04	8.04
Продолжительность периода “конец осенней вегетации – начало возобновления весенней вегетации”, сут	157	156
Среднесуточная температура воздуха за период “конец осенней вегетации – начало возобновления весенней вегетации”, °С	-5,0	-3,4

Данные анализа свидетельствуют о ряде особенностей влияния на ход перезимовки растений озимой пшеницы изменений, которые произошли в связи с увеличением температур и количества осадков.

Судя по дате прекращения осенней вегетации, наступление которой в истекшем десятилетии передвинулось на начало ноября (вместо конца октября), следствием потепления стала тенденция к росту продолжительности осеннего периода вегетации. В тоже время дата установления снежного покрова не изменились. Из этого следует, что бесснежный период после прекращения осенней вегетации сократился. Но наиболее интересен тот факт, что сокращение бесснежного периода произошло на фоне достаточно сильного, с -0,7 ло -1,5 С°, понижения температуры воздуха в это время.

Как воздействуют на растения наблюдаемые перемены ? За прошедшее десятилетие все чаще отмечается, как после продолжительной теплой погоды, затягивающей осенний период вегетации, в течение короткого периода времени (зачастую, на протяжении одних суток), наступает резкая смена температур с положительных на отрицательные. Температура падает на 10-15 С° и даже больше (например, в 2012 г. она достигла -20 С°). Причем смена температур происходит в отсутствии снежного покрова. Такие перемены погоды несут в себе повышенный риск гибели (вымерзания) не только надземной биомассы, но и узла кущения. Как показал наш опыт, более всего в подобных случаях могут пострадать сорта инорайонного происхождения. В первую очередь это относится к сортам южного и западноевропейского экотипов, которые начинают проникать в наш регион, как раз, в связи с потеплением климата. Сорта местного происхождения более устойчивы к таким перепадам температур, т.к. они проходят селекционный отбор в этих условиях.

Следствием более высоких температур зимой и ранней весной является ускорение срока схода снега с полей, что ведет к сокращению продолжительности его залегания на поле. При этом общая продолжительность периода прекращения активной вегетации («конец осенней вегетации – возобновление весенней вегетации»), практически, не изменилась из-за несколько более позднего срока возобновления вегетации. Ожидаемо произошло повышение среднесуточной температуры воздуха с -5,0 до -3,4 С° за период зимней вегетации с конца ее прекращения до начала возобновления. Рост количества осадков нашел свое выражение в увеличении толщины снежного покрова на поле. К концу зимы его высота в истекшем десятилетии составила в среднем 16 см вместо 7,5 см, которые отмечались в 60-е гг.

Такое изменение гидротермических условий не могло не повлиять на ход перезимовки и корректировке представлений о негативных ее факторах, действующих на растения во время зимних стрессов.

Так, в 50-60-е гг. прошлого века главными причинами снижения зимостойкости в ЦЧЗ считались низкие температуры при недостаточном снежном покрове (вымерзание), а также резкие колебания температур в период зимовки, когда перепады температур вместе с осадками в виде дождей могут привести к образованию губительной ледяной корки [4].

В настоящее же время, учитывая общее повышение температур, количества снега на полях, и, связанное с этими факторами, меньшее промерзание почвы, на первый план выходит такой негативный фактор перезимовки, как выпревание и поражение снежной плесенью. Воздействие вымерзания и ледяной корки не исчезло, но их негативное влияние ослабло.

Общий вывод из анализа изменений климата на юго-востоке ЦЧЗ заключается в том, что тенденции к повышению температуры воздуха и увеличению количества осадков в период прекращения активной вегетации создают в настоящее время более благоприятные условия для перезимовки озимой пшеницы в регионе, чем в середине прошлого века. Однако опасность гибели растений в ходе перезимовки сохраняется. При этом большую угрозу стали представлять резкие перепады температур в процессе позднеосенней вегетации, а также выпревание и поражение снежной плесенью в ходе зимы и ранней весной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батыгин Н.Ф. К вопросу о теории зимостойкости и построении модели сорта / Н.Ф. Батыгин // Повышение зимостойкости озимых зерновых. – М.: Колос, 1993. – С. 14-22.

2. Вареница Е.Т. Опыт селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне РСФСР / Е.Т. Вареница // Итоги научно-исследовательских работ по селекции, семеноводству и

интенсивным технологиям возделывания озимой пшеницы за 1986-1990 гг. и важнейшие задачи на ближайшую перспективу. – Мироновка, 1991. – С. 29-40.

3. Грабовец А.И. Озимая пшеница / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко. – Ростов-на-Дону, ООО Издательство Юг, 2007. – С. 63-68.

4. Николаева Т.С. Озимая пшеница / Т.С. Николаева // Пропашная система земледелия. Центрально-Черноземная зона. – М.: Россельхозиздат, 1964. – С. 207-223.

5. Потушанский В.А. Озимая пшеница в лесостепи Поволжья / В.А. Потушанский, И.Ф. Тимергалиев, С.Н. Немцев. – Ульяновск, 2003. – 86 с.

6. Федотов В.А. Озимая мягкая пшеница в Центральном Черноземье России / В.А. Федотов. – Воронеж, 2016. – 415 с.

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ЮГА РОССИИ

В.В. Дьяченко
v-v-d@mail.ru

Новороссийский политехнический институт (филиал Кубанского государственного технологическиого университета), г.Новороссийск Краснодарского края, Россия

В условиях современных климатических изменений возможна серьезная трансформация почвенных и биотических компонентов ландшафтов, которая проявится как в структуре экосистем, так и биогеохимических особенностях миграции вещества. Оценить последствия можно на основе знаний палеогеографии, распределения химических элементов в геосистемах ландшафтов аналогичных современным, методами моделирования или геохимического изучения палеопочв, развитых в регионе в различные климатические периоды.

Методы моделирования являются наименее достоверными, поскольку возникают очень существенные расхождения между различными климатическими моделями. Построенные на их основе модели миграции и трансформации вещества в биосфере еще менее достоверны и очень сложны в идеологии и реализации. Оценка распределения химических элементов в почвах ландшафтов региона в целом произведена [3, 5]. Однако вопрос о степени техногенной трансформации современных почв и возможности таких интерполяций остается открытым. Да и естественные ландшафты на плакорных элементах рельефа исчезли. Поэтому как для объективной оценки современного состояния почв, так и в связи с грядущей климатической трансформацией экосистем важно изучить доиндустриальный геохимический фон почв палеоландшафтов в региона в климатически различные периоды.

Однако исследований на предмет установления палеофона почв региона по широкому кругу химических элементов практически нет. Поэтому в качестве геохимических моделей трансформации ландшафтов можно использовать метод палеоаналогов, т.е. сравнивать близкие по гидротермическим характеристикам ландшафты, представляющие собой последовательный ряд климатической эволюции биогеоценозов: лиственный лес, степи и остепненные луга, сухие и опустыненные степи, северные пустыни. Аридное направление трансформации региона в 90-х – 2000-х годах считалось наиболее вероятным (Добровольский, Куст, 1995; Панов и др., 2006 и т.д.). Основное различие имевшихся прогнозов это интенсивность повышения температуры и осадков, их региональное распределение и, самое главное, соотношение этих двух параметров, определяющих, положение географических зон.

Следствием изменения климата является не только к трансформации экосистем и ландшафтов, но и изменение региональных закономерностей размещения и сопряжения

основных эпигенетических процессов, классов водной миграции, типов почв, геохимической трансформации глобальных миграционных потоков и, в конечном итоге, баланса стока в бассейнах южных морей. В настоящее время на Северном Кавказе распространены два основных комплекса эпигенетических процессов – западнокавказский и восточнокавказский [3]. Поскольку современная граница между ними близка к транскавказскому поднятию, играющему роль глобального водораздела, формируются и два типа естественного стока – Каспийский и Азово-Черноморский. Аридизация гидротермического режима региона приведет к расширению восточнокавказского комплекса эпигенетических процессов и сокращению западнокавказского.

Это вызовет трансформацию химического состава поверхностного и подземного стока, соотношения взвешенных и растворенных веществ в Азово-Черноморском бассейне, и может существенно повлиять на экосистемы приемных водоемов, которые после зарегулирования всех крупных рек во второй половине двадцатого века находятся в переходном состоянии. Вследствие «цветения» многочисленных водохранилищ резко увеличилось количество выносимого в моря органического вещества, и сократился объем минеральных соединений N, P, Si, что привело к перестройке видового состава водорослей и простейших в прибрежных районах [8]. Некоторое представление о геохимических последствиях дает сравнение содержаний микроэлементов в почвах лесных ландшафтов с луговостепными и полупустынными, которые их вытеснят в случае аридизации климата (табл. 1).

Таблица 1. Среднее содержание (X $*10^{-3}$ %) и коэффициент вариации (V %) химических элементов в почвах ландшафтов Юга России

Элемент	Характеристика ландшафтов						Изменение концентраций химических элементов	
	Лиственные леса		Степи и остепненные луга		Сухие и опустыненные степи			
	X	V	X	V	X	V	относительное	т/км^2
Ti	525	5	484	6	450	16	1,17	-22500
Mn	103	18	82	20	75	9	1,37	-8400
P	87	13	83	12	73	29	1,19	-3600
Zr	17,92	10	14,6	15	12,65	6	1,42	-1581
V	12,92	13	12,1	14	11,82	11	1,09	-330
Pb	3,80	15	3,07	18	3,19	15	1,24	-219
Li	5,44	7	5,50	6	4,89	7	1,11	-165
Nb	1,93	9	1,64	11	1,44	18	1,34	-147
Cu	4,70	12	4,66	13	4,23	19	1,11	-141
Cr	10,87	17	10,4	18	10,42	18	1,04	-141
Y	2,06	7	1,84	6	1,71	11	1,2	-105
Ni	4,56	23	4,55	11	4,30	17	1,06	-78
Ga	1,84	5	1,80	7	1,59	21	1,16	-75
Co	1,95	12	1,94	10	1,80	11	1,1	-45
Be	0,41	13	0,33	14	0,29	14	1,41	-36
W	0,24	19	0,18	24	0,13	17	1,85	-33
Yb	0,26	12	0,23	10	0,19	15	1,37	-21
Sc	0,97	13	0,87	12	0,90	16	1,08	-21
Sn	0,54	10	0,53	10	0,48	20	1,13	-18
Ge	0,21	11	0,20	8	0,21	4	1	0
Mo	0,30	28	0,30	30	0,43	87	0,7	+39
Sr	23	42	22	31	31	46	0,74	+2691
Ba	67	14	69	11	85	26	0,79	+5400

Примерный расчет только на 20-ти сантиметровый слой почвы показывает, что в случае смены ландшафтов, в активный биогеохимический круговорот на суше и в приемные водоемы поступят дополнительно сотни тысяч тонн Ti, Mn, P, Zr. Десятки тысяч тонн

V, Pb, Li, Nb, Cu, Cr, Y. Тысячи тонн Ni, Ga, Co и тд. И, наоборот, из активного стока будут извлечены и накоплены почвами громадные объемы Ba, Sr и Mo. Закономерность и неизбежность этой трансформации подчеркивается последовательным характером изменения концентраций микроэлементов в почвах различных биоценозов аридной «сукцессии». Интенсивность развития этих процессов может быть не очень велика и растянута на десятилетия (а скорее столетия). Но вынос металлов может стать более масштабным за счет дефляции почв, так как в условиях аридной деградации ландшафтов водная миграция будет усиливаться аэральной.

Все это результат нарушения соотношения нисходящих и восходящих потоков почвенных растворов и усиления карбонатности верхних почвенных горизонтов. В результате произойдет смещение на север и запад границы карбонатных почв и трансформация черноземов в направлении - северные оподзоленные черноземы с нейтральной и даже слабокислой обстановкой → выщелоченные черноземы → мощные (типичные) → обыкновенные (карбонатные) → южные → поверхностно - (мицелярно) карбонатные. Данный ряд отражает изменение карбонатности верхних почвенных горизонтов черноземов и pH от 6 до 8,5.

Однако последствия изменения климата могут быть и совершенно другими, а также неодинаковыми для всего региона и в ряде районов могут иметь прямо противоположный эффект. В работе Панова В.Д. с коллегами отмечена существенная разница в изменениях границ ландшафтных зон юга России по палеоклиматическому сценарию с одной стороны и моделями GFDL и CCC с другой. Еще более значительные отличия в последствиях глобального изменения климата получены коллективом под руководством А.А. Величко. Согласно палеогеографическим исследованиям голоценового оптимума (5,5-6,0 т.л.н.), близкого по гидротермическим характеристикам ожидающемуся глобальному потеплению к середине столетия в северном Причерноморье и Приазовье возможно существенное, на 100-200 мм увеличение осадков. В Прикаспии прирост осадков будет меньше. Повышение температуры будет более значительным в северной части региона, а на юге, особенно в Прикаспийской низменности, заметного роста летних температур не будет и поднимутся только зимние.

Данные результаты исследований находятся в частичном противоречии с прогнозами, полученными при моделировании. Но надо отметить, что таковых достаточно много, и результаты численного моделирования (некоторые имеют несколько сценариев), отличаются большим разнообразием, позволяющим обосновать самые различные точки зрения. Иными словами существующие прогнозы изменения климата обладают очень широкими пространственно-временными вариациями, а моделирование отклика на них состояния геосистем еще неопределеннее и сложнее на несколько порядков. Подводя итог сравнению изменений климата по данным численного моделирования и палеореконструкций в работе [7] делается вывод, что пространственная структура отклика климатической системы (изменчивости) на внешнее воздействие часто не совпадает с моделируемой. Особенно ярко это проявляется южнее 50^0 с.ш. Здесь по палеоклиматическим реконструкциям июльские температуры, в отличие от моделей, не повышаются а снижаются по отношению к базовому периоду.

Аналогичный вывод сделан и при анализе увеличения средней глобальной температуры на $1,7^0$ С (микулинское межледниковье 125 т.л. назад). Согласно палеореконструкциям, в отличие от численного моделирования, к югу от 55^0 с.ш. «…положительные отклонения сокращаются до нуля». Такая инвариантность сценариев повышает неопределенность не только в определении интенсивности, но даже в направлении эволюции ландшафтной оболочки.

Необходимо отметить, что с точки зрения палеогеографических реконструкций глобального потепления аридная трансформация ландшафтно-геохимических систем юга России в пределах 0,7-1,0 градуса к середине столетия является наиболее катастрофичным сценарием. Наиболее «мягким» вариантом прогноза является незначительный рост среднегодовых температур с акцентом на зимний период, с повсеместным увеличением осадков на 5-10%, а в западных районах на 10-20%. Такое изменение гидротермического режима, приве-

дет к увеличению вегетативного периода и биомассы ландшафтов (расширению площади лесов, остепнению полупустынь) и повышению продуктивности сельского хозяйства.

В пользу последнего варианта свидетельствуют результаты современных исследований экосистем в различных районах юга России (Биткаева, Николаев, 2001; Дега, 2011; Заурбеков, 2012 и др.), анализ изменений гидротермических условий и фитомассы на протяжении прошедшего столетия (Золотокрылин, 2005; Опустынивание…, 2009; Черенкова, Титкова, 2009; Чевердин, Зборищук, 2009;Черенкова, Золотокрылин, 2010 и др.) и существенное повышение урожайности зерновых в последние 15-20 лет. Как на востоке региона (в Калмыкии), так и на западе (в Приазовье) отмечается увеличение плотности растительного покрова и рост фитомассы во второй половине прошедшего века, по сравнению с периодом 1935-1961 гг. Это обусловлено опережающим ростом суммы годовых осадков (в среднем 10-18%) по сравнению с испаряемостью (1-2%), что приводит к положительной динамике коэффициента увлажнения и повышению водообеспеченности экосистем. Хотя на особенности ландшафтной дифференциации эти изменения могут повлиять только в следующем столетии (Черенкова, Титкова, 2009), поскольку расчеты для голоцена показывают, что на зональный сдвиг растительного покрова необходимо около 500 лет (Величко, 1989). В целом запасы фитомассы на территории Восточной Европы в период голоценового оптимума оцениваются в 116-120% от современной (Зеликсон и др. 2002; Gliemeroth, 1995).

Исходя из результатов исследований, основывающихся на методе палеоаналогов, можно заключить, что в большей степени аридной трансформации, в течение ближайших десятилетий, могут подвергнуться ландшафты северной части региона (север Волгоградской и Воронежской областей), поскольку на отдельных участках лесостепи вероятно формирование условий с отрицательными значениями увлажнения. Также, возможна аридизация ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы, поскольку за счет уменьшения осадков в южной части лесной зоны и лесостепи годовой сток на створе г. Волгограда к 2030 году сократится на 15%, а к середине столетия частично восстановится и дефицит по сравнению с современным периодом составит 5 %.

В горной части уменьшение континентальности климата и усиление циклонической деятельности приведет к продолжению деградации оледенения, повышению нижней границы гляциального пояса на 200-350 м и увеличению осадков в высокогорье. В результате снизится устойчивость ледового покрова, повысится увлажнение грунтов, что чревато активизацией схода лавин, гляциально-грязевых селей («внеочередной» сход ледника Колка в 2002 году), оползней и повышением интенсивности эрозионных процессов в речных долинах в целом. На некоторое ослабление (смягчение) эрозионных процессов (Тушинский, 1968) может оказать влияние подъем верхней границы распространения лесов на 200-300 м (Серебряный и др., 1984; Карташова и др., 1985). Однако на Северном Кавказе этому мешает ограниченность высотных отметок и интенсивный выпас скота в субальпийской зоне.

Площадь лесов может сократиться и за счет их интенсивной вырубки, особенно в зоне Причерноморья. В целом, как показывает анализ топографических карт и дешифрирование космоснимков, площадь природных ландшафтов только в Краснодарском крае за последние 50-60 лет сократилась не менее, чем на 7000 км^2 или около 30%. Основными направлениями трансформации биосферы являются:

- создание рисоводческих систем;
- замещение суши аквальными ландшафтами (водохранилищами);
- увеличение площади селитебных, промышленных и рекреационных ландшафтов

Наиболее пострадавшими от техногенной экспансии являются следующие территории и ландшафты Краснодарского края:

- лугово-болотные комплексы приазовских плавней;
- лугово-болотные и лугово-степные ландшафты пойм малых рек и р. Кубань;
- леса влажных субтропиков Причерноморья на участке Туапсе – Адлер;
- леса сухих субтропиков побережья на участке Анапа – Геленджик;
- широколиственные леса по всему периметру горной части;

- леса среднегорий в зоне строительства олимпийских объектов;
- степи Тамани.

Активное хозяйственное освоение юга России привело к тому, что в настоящее время естественные ландшафты в равнинной части практически уничтожены. Более 75% площади распахано и всего лишь 15% территории, условно, могут быть отнесены к биогенным ландшафтам или их антропогенным модификациям. Даже в горной части к природным ландшафтам можно отнести не более 35% площади. Результаты картографирования [6] показывают, что только 59 из 232 геохимических ландшафтов юга РФ относятся к природным, а остальные в той или иной степени нарушены человеком. Десятки в недалеком прошлом крупных, естественных ландшафтов являются исчезающими или уже исчезли. Изменение климата делает современные биоценозы еще более неустойчивыми и интенсифицирует редукцию биосферы. По данным межправительственной научно-политической платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам (IPBES) при ООН, в течение ближайших десятилетий может исчезнуть миллион видов растений и животных из имеющихся 8,7 млн видов. В 1800-страничном отчете, представленном 6 мая, утверждается, что в последние десятилетия темпы их исчезновения ускоряются. Причем, состояние экосистем, от которых зависит человек, ухудшается быстрее, чем когда-либо. Свой вклад в сокращение биоразнообразия вносит и изменение климата. Для юга России и особенно Краснодарского края, давно актуально создание Красной книги биогеоценозов (ландшафтов).

Однако техногенная трансформация биосферы не ограничивается изменением ее визуальных характеристик, меняется и химия окружающей нас среды. Например, мониторинг содержаний химических элементов в почвах различных ландшафтов юга РФ обнаруживает существенное изменение концентраций микроэлементов в течение последних десятилетий [3, 4]. Различные виды природопользования по-разному трансформируют систему форм нахождения элементов, повышая или снижая их концентрации, изменяя подвижность и токсичность в зависимости от особенностей применяемых технологий [2, 3]. Не проходит бесследно и увеличение урожайности сельхозугодий, интенсивности транспортных потоков [1] и т.д. Таким образом, скорость и особенности ландшафтно-геохимической трансформации различных частей региона неодинаковы и зависят как от интенсивности процесса глобального потепления, так и антропогенной деятельности.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-45-230009

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А.Е., Сарбаев В.И., Дьяченко В.В., Шилкова О.С. Транспортные магистрали как источник загрязнения окружающей среды. – М.: МГИУ, 2000. – 52 с.

2. Дьяченко В.В. Региональные проблемы техносферной безопасности Северного Кавказа // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 2. – С 32-37.

3. Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону, 2004. – 268 с.

4. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Загрязнение и динамика микроэлементов в почвах юга России // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2015. – №4. – С. 324-332.

5. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Региональные кларки химических элементов в почвах юга европейской части России // Почвоведение. – 2016. – № 10. – С. 1159-1166.

6. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Ландшафтно-геохимическая дифференциация юга России // Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И. Перельмана). Доклады Всероссийской научной конференции. Москва, 18-20 октября 2016 г. – М.: Географический факультет МГУ, 2016. – 32 Mb.

7. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза». Выпуск III / Под редакцией проф. А.А. Величко. – М.: ГЕОС, 2010. – 220 с.

8. Сапожников В.В. и др. Процессы, приводящие к образованию «Биогидрохимического барьера» на внешнем крае Черноморского шельфа // Наука Кубани. – 2005. – № 5. – С. 49-55.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ КОМБОЛА

Н.Н. Завалишин
nickolos@ifaran.ru

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, г.Москва, Россия

Торфяные болота лесной зоны Северной Евразии играют значительную роль в региональном и глобальном биогеохимическом круговороте углерода. Трансформации болотных ландшафтов, порождаемые изменениями климата и хозяйственным освоением (мелиорация, торфоразработки), отражаются в функционировании их биогеохимических циклов, влияют на эмиссию парниковых газов, оказывая воздействие на региональные климатические процессы и реализуя обратную связь между биосферой и климатом. Это означает, что моделируя изменения функционирования круговорота углерода под действием внешних факторов окружающей среды, можно оценить вероятную трансформацию болотных ландшафтов на актуальном масштабе времени.

Биогеохимический круговорот подразделяется на продукционную и деструкционную ветви (Базилевич и Титлянова, 2008). Первая отвечает за генерацию органического вещества и его распределение по компонентам биогеоценоза, а вторая контролирует его разложение, которое сопровождается эмиссией парниковых газов в атмосферу. Поскольку разложение происходит по профилю глубины торфяной залежи, то результирующая эмиссия газов неотъемлемо связана с их генерацией, транспортом и поглощением, которые сопровождаются тепло- и влагопереносом. В болотных экосистемах переувлажненные условия торфяной залежи связаны с наличием уровня болотных вод (УБВ), ниже которого разложение идет в анаэробных условиях с образованием метана, а выше – в аэробных с образованием углекислого газа, окислением части этого метана и его потреблением метанотрофными микроорганизмами. Сложность процессов тепломассопереноса в торфяной залежи и нелинейность функционирования биологического круговорота в болотной экосистеме, а также необходимость получать грубые оценки эволюции болот при долговременных изменениях климата приводят к необходимости построения комбинированных моделей этих явлений на разных масштабах времени.

Модель такого типа - КОмплексная Модель БОлотных ЛАндшафтов (КОМБОЛА) - представляет собой совокупность динамических моделей биотического круговорота, нетто-экосистемного обмена, водного баланса, тепловлагопереноса и генерации и переноса CO_2 и CH_4 в торфяной залежи, торфонакопления на верховых болотах на различных интервалах времени (Zavalishin et al., 2018). Уровень болотных вод (УБВ) выделяет в залежи два слоя – аэробный и анаэробный с различными плотностями, компонентами круговорота служат живое и мертвое органическое вещество. Совместная начально-краевая задача состоит из динамических массо-балансовых уравнений круговорота углерода и модели диффузии и переноса углекислого газа и тепловлагопереноса в аэробном слое двухслойной торфяной залежи. Её верификация проведена как по блочно-потоковым схемам круговорота, так и на данных по плотности, стратификации торфа и профилям содержания парниковых газов в торфяной залежи осоково-сфагновой топи, низкого и высокого рямов южной тайги Западной Сибири. Массо-балансовые уравнения круговорота углерода дополняются балансом влаги верхнего ненасыщенного слоя торфа, который оп-

ределяется годовой суммой осадков, стоком, суммарным испарением и притоком влаги из соседних ландшафтов. Калибровка уравнения для влагосодержания верхнего ненасыщенного слоя торфа осуществляется с помощью величины УБВ. Зависимость первичной продукции растительности от фитомассы определяется дробно-рациональной функцией на основе существующих баз данных (Базилевич и Титлянова, 2008) и ее значений в наблюдаемых состояниях круговорота. Зависимости продуктивности от влагосодержания и среднегодовой приземной температуры выбраны квадратичными.

Для моделирования последствий изменений климата использованы климатические проекции модели IPSL, основанные на двух сценариях RCP антропогенных выбросов в атмосферу в ближайшие 100 лет – «жестком» RCP-8.5 и «мягком» RCP-2.6. Относительно мягкий сценарий изменения среднегодовой температуры и суммы осадков RCP-2.6 приводит в течение 100 лет к небольшим изменениям круговорота углерода в болотных экосистемах, и повышению суммарной эмиссии углерода в атмосферу (около 20%). Однако нарастание среднегодовой температуры и колебаний суммы осадков приводят к росту амплитуды колебаний фитомассы и возрастанию эмиссии, колебания которой менее резкие за счет инерционности торфяной залежи.

Сценарий сильной нагрузки RCP-8.5 ведет к более существенному повышению среднегодовой температуры и содержания углекислого газа в атмосфере, что стимулирует рост растительности на болотах. Благодаря этому росту увеличивается и опад, что в условиях замедленного разложения ведет к усилению торфообразования. Количество осадков уменьшается незначительно, что способствует сохранению среднегодового УБВ, за счет чего и увеличивается консервация органического вещества в торф. Эмиссия CO_2 также растет в силу повышения температуры ненасыщенного слоя залежи и интенсификации аэробного разложения в нем.

Работа поддержана проектом РФФИ № 19-05-00534-а

ЛИТЕРАТУРА

1. Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в наземных экосистемах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 381 с.

2. Zavalishin N.N., Dyukarev E.A., Kharazhevskaya Y.A., Golovatskaya E.A., Sinyutkina A.A. Complex bog landscape model (COMBOLA) as an integrated tool for modeling biotic turnover and peat deposit processes. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science – 2018. – V. 211, 012029, 9 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АРИДНЫХ ЛАНШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

С.М. Зейналова, Э.Ш. Мамедбеков
saida-z@yandex.ru

Институт Географии им. Г.А. Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, г.Баку, Азербайджан

К вопросу формирования, развития, дифференциации ландшафтов горных территорий исследователи подходят по-разному. Ряд ученых за основной фактор физико-географической дифференциации принимает рельеф. Некоторые объясняют это тектоническими особенностями. Тем не менее, одним из основных факторов остается быть соотношение тепла и влаги, тем более, что изменение последних в горах происходит несравненно быстрее, чем на равнинах. Известно, что большой разрыв между значениями тепла и увлажнения определяет распространение сухостепных, степных, полупустынных типов ландшафта на исследуемой территории.

Из 10 типов климата, выделенных в пределах Азербайджана [4], на исследуемой территории распространены 3: климат умеренно-теплых полупустынь и сухих степей с сухим летом (район Южного Гобустана), умеренно-теплый с сухим летом (на высотах 500-600м до 1200 м), умеренно-теплый с сухой зимой (выше1200 м-верховья рек Пирсагат, Козлучай).

Термические ресурсы изучаемой нами территории, как известно большую часть года имеют высокие значения. Температура воздуха в низкогорной части зависит от экспозиции склона и характера прилегающих территорий. Благодаря своей экспозиции и соседству с засушливой Кура-Араксинской низменностью южные склоны Юго-Восточного Кавказа обеспечены теплом избыточно. В восточном продолжении абсолютная высота территории уменьшается, крутизна слонов в пределах высот 500-1500 м колеблется от 4 до 15^0, увлажненность же на высоте 1000 м понижается до 50 % и ландшафты претерпевают значительную аридизацию, а доминирующим типом ландшафта здесь становится горностепной, который поднимается до высоты 1700 м [2]. Известно также, что увлажненность находится в тесной зависимости от атмосферных осадков, характеризующих степень засушливости климата. Количество среднегодовых осадков также меняется в направлении с запада на восток по нисходящей кривой, от 500-600 мм до 200-300 мм. При движении от меридиана г.Шемахи на восток меняются и термические показатели исследуемой территории. Среднегодовая температура в районе Шемахи составляет $8\text{-}10^0$. Средне-январская температура воздуха $-2\text{-}3^0$, а в июле $20\text{-}22^0$. Годовая сумма осадков, как было указано выше, колеблется в пределах 500-600мм, и максимум их выпадения отмечается осенью. Господствующими ветрами в описываемом районе являются горнодолинные. В районе Гобустана средняя годовая температура воздуха составляет $11\text{-}13^0$, средне январская $1\text{-}3^0$, июля $22\text{-}25^0$. Годовая сумма осадков равна 200-300 мм, максимум же осадков выпадает осенью. Господствуют сильные северные и северо-восточные ветры. Значения испаряемости за год в этом же направлении ,с запада от района Шемахи на восток меняется от 600-800 мм на западе, до 800-1000 мм на востоке. Приблизительно также меняются вышеуказанные показатели количества осадков и испаряемости и в направлении с севера от района Шемахи на юг [4].

Таблица. Среднегодовая температура воздуха за 1992-2014 года

Годы	Станция Шемаха	Станция Мараза
1992	9.3	9.4
1993	9.9	9.4
1994	9.3	10.4
1995	11.8	11.8
1996	11.4	11.1
1997	11.1	11.0
1998	10.1	11.8
1999	10.4	11.7
2000	11.7	11.3
2001	12.0	13.0
2002	11.4	11.1
2003	10.3	10.5
2004	11.3	11.3
2005	11.6	11.9
2006	11.6	11.9
2007	11.3	11.5
2008	11.4	11.5
2009	11.5	11.9
2010	12.9	13.2
2011	10.3	10.9
2012	12.1	12.4
2013	11.4	12.2
2014	11.8	12.2

Анализируя климатические показатели как в пределах отдельных ландшафтных типов, так и всей исследуемой территории, можно смело говорить о повышении температур воздуха.

Данное положение, наглядно прослеживается на предлагаемом нами графике изменения среднегодовых температур воздуха за 23 года, составленный по показателям гидрометеорологических станций Мараза и Шемахи [2].

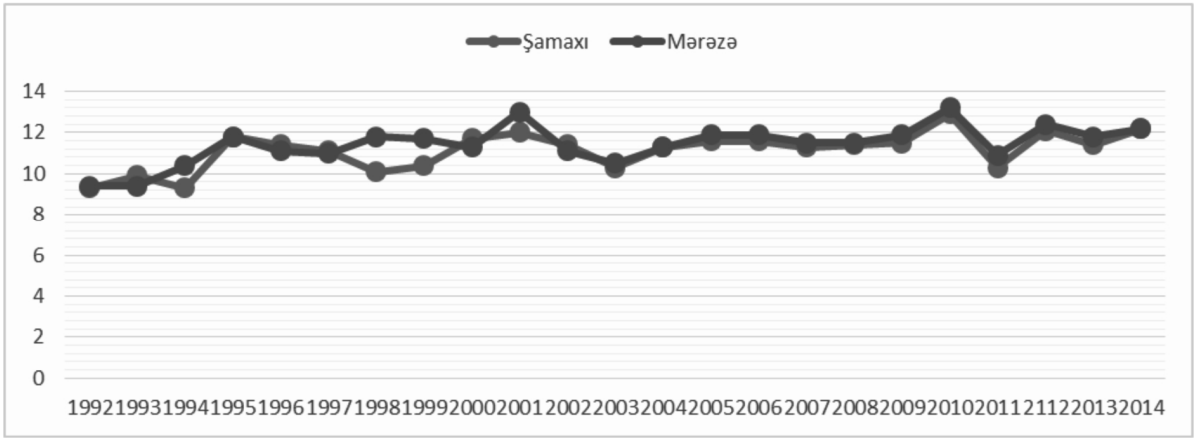


Рис.1. Среднегодовая температура воздуха (Данные Р. Махмудова, 2018)

Примерно такую же закономерность в распределении ландшафтов можно видеть и в направлении с севера на юг. Высотная поясность ландшафтов здесь представлена в основном остепененными разновидностями. Хорошо прослеживаемая на Габала-Исмаиллинском участке на высоте 1000 м нижняя граница среднегорного лесного ландшафта в районе Шемахинского нагорья поднимается до 1500-1600 м, а нижняя граница низкогорного лесного ландшафта – соответственно с 500 м поднимается до 800 м. Следовательно, с запада в юго-восточном направлении происходит генетическое изменение ландшафтов и смещение их границ. На формирование ландшафтов южных предгорий Юго-Восточного Кавказа особенно влияет то, что данный участок гипсометрически понижается, расчленяется и выполаживается. Чем выше температура воздуха и ниже относительная влажность, тем выше должна быть зона максимальных осадков при вынужденном поднятии воздуха по склону. Как следует из сказанного, вынужденное поднятие воздуха по склону – атмосферная циркуляция – находится в большой зависимости от крутизны склона. Преобладающая крутизна склонов здесь между высотами 200-500 м, определяется величиной $4^0 – 10^0 – 15^0$. Соседство с засушливой Кура-Араксинской низменностью увеличивает сухость климата. Происходит аридизация климатических условий, обуславливающая в свою очередь аридизацию ландшафта и интенсификацию аридных физико-географических процессов.

Аридизация ландшафта происходит особенно на участках, подвергающихся интенсивному погружению и выполаживанию рельефа, где глинистые сланцы легко поддаются процессам аридной денудации и образуются бедлендовые, псевдокарстовые формы рельефа.

На высотах от 400-600 м до 1600-1700 м в пределах, так называемого, Шемахино-Гобустанского района, распространен степной пояс. Степной пояс расположен между лесостепным и полупустынным ландшафтами. Описываемый пояс характеризуется умеренно-теплым климатом с сухим летом и мягкой зимой. Величина среднегодового радиационного баланса по данным Шемахи составляет 44, 0 ккал/см^2. Сумма активных температур больше 10^0, от верхних до нижних ярусов рельефа изменяется в пределах 1800 - 3800^0. Значительно ухудшены условия увлажнения данного пояса. Общая крутизна склонов равна $10\text{-}15^0$.

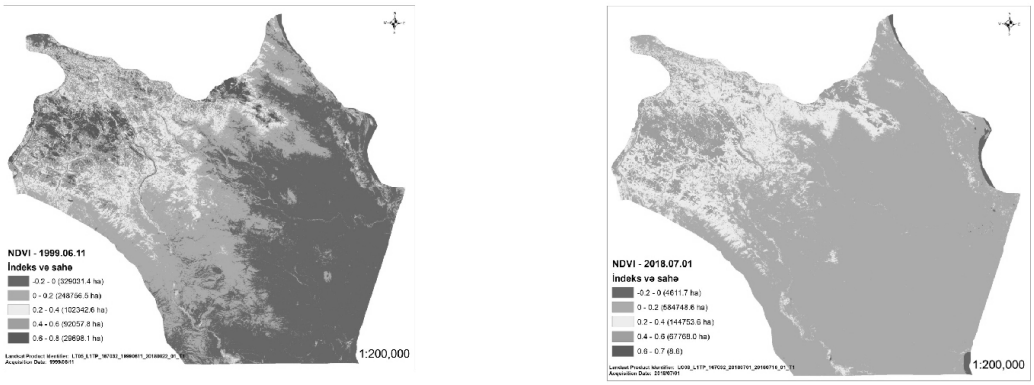
В зависимости от высоты местности, орографического макросклона, соотношения тепла и влаги в степном типе ландшафта выделяется два подтипа: горностепной и низкогорно-предгорно-сухостепной [2].

Горностепной ландшафт протягивается от р. Пирсагат на западе в направлении на восток и охватывает в среднегорно-низкогорном поясах бассейн рр. Козлучая, Чикильчая. Средняя крутизна склонов составляет 10-15^0. Некоторые показатели, характеризующие климатические условия данного пояса, были приведены нами ранее. Данный район, благодаря соседству с Кура-Араксинской низменностью очень хорошо обеспечен теплом. Понижение высоты рельефа Главного Кавказского хребта и уменьшение крутизны склона обусловливают малое среднегодовое количество осадков в меридиане г. Шемаха (493 мм). Данные факторы создают диспропорцию в соотношения тепла и влаги рассматриваемого ландшафта: малое количество влаги при больших значениях тепла. Это определяет распространение на обширной платообразной поверхности территории горностепного ландшафта.

Увлажненность описываемого типа ландшафта характеризуется как умеренно-засушливая, годовая величина ее составляет 58%, в теплую половину года 37%. Дефицит влаги с апреля по сентябрь достигает 428 мм. Из 44,0 ккал/см^2 годового радиационного баланса лишь 25 ккал/см^2 затрачивается на испарение. Оставшееся значительное количество тепла приводит к увеличению аридности, континентальности климата, благодаря чему здесь проявляются аридно-денудационные процессы, отсутствуют древесные формации, распространены послелесные черноземы с разнотравной степной растительностью. Горные черноземы сформировались под вторичной послелесной – степной растительностью на коричневых горнолесных почвах. Это происходило также под влиянием хозяйственной деятельности человека, к примеру, места вырубленного леса на платообразных поверхностях выравнивания в аридных климатических условиях занимались вторичной степной растительностью.

В распределение степной растительности наблюдается определенная закономерность. Типчак, являющийся основным дернообразователем, встречается в сообществе с бородачем и ковылем. Нередко встречаются ксерофитные – колючие астрогалы, держидерево и др. В нижних поясах рельефа, благодаря увеличению засушливости климата, на неполно развитых коричневых почвах в составе степного покрова появляются элементы полупустынного ландшафта (мятлик, полынь) [1] .

Возрастающий процесс аридизации подтверждает и вычисленный нами нормализованный относительный индекс растительности (NDVI) - показатель количества фото синтетически активной биомассы. Нормализованная разница вегетационного индекса(NDVI) является простым индикатором, используемым для дистанционного анализа пространственно-временных изменений растительного покрова территории. В наших исследованиях применялись космические снимки Landsat, сделанные в 1999 и 2018 году.



1999 2018

Рис. 2. Показатели NDVI за 1999 и 2018 год

Анализируя карты можно без сомнений говорить о значительном уменьшении площади биомассы и, следовательно, как было сказано выше, возрастающем процессе аридизации.

Для оценки динамики растительного покрова определялся вегетационный индекс NDVI. В 1999 году вегетационный индекс NDVI имеющий значение -0,2-0 занимает боль-

ше площади, чем 2018 году. Т.е. можно сделать вывод, что к 2018 году полупустынные ландшафты аридных предгорий значительно подверглись антропогенному воздействию, а именно: значительно расширилась дорожная инфраструктура, усилилось техногенное воздействие, связанное с широкой разработкой каменных карьеров. Площадь горных полупустынь увеличилась к 2018 году на 335992 га. На данное изменение повлиял факт использования этих земель, главным образом, как пастбища, что ведет к деградации земель и уничтожению растительного покрова. Площадь горных степей с соответствующим индексом 0,2-0,4 увеличилась на 42411 га. Данная площадь, представленная аридными лесами и степями претерпела сильную антропогенную нагрузку, в результате чего аридные леса резко сократились. Сократилась и площадь горных лесо-кустарников на 67768 га с индексом 0,4-0,6, а также площадь горных лесов на 29659 га с индексом 0,6-0,7. Все, вышеуказанные количественные показатели свидетельствуют о значительном изменении ландшафтов, что связано как с климатическим, так и антропогенным факторами.

Таким образом, в период с 1999 по 2018 год по данным космических снимков площадь лесов на исследуемой территории сократилась, на что повлияли как климатический, так и антропогенный факторы. При этом снизилось качество лесов, изменилась структура древесного покрова, увеличилась доля лесов с более низкими значениями биомассы, по всей видимости, из-за вторничных пород деревьев и искусственных посадок. В большинстве районов естественные леса подверглись серьезной трансформации. Площади девственных лесов, не затронутых деградационными процессами, хорошо заметные на космических снимках, существуют только в небольших лесных районах, в области средних гор. Здесь и сохранились естественные ландшафты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зейналова С.М. Ландшафтная индикация аридных горных геосистем. – Баку, 2016. – 176 с.

2. Махмудов Р.Н. Современные климатические изменения и опасные гидрометеорологические события. – Баку, 2018. – 227 с.

3. Омарова Х.И. Современные ландшафтные пояса Юго-восточного Кавказа и их сравнительная характеристика. Диссерт. канд. геогр. наук. – Баку: Изд. АН СССР, 1970. – 209 с.

4. Черепанов. А.С. Вегетационные индексы. Геоматика. – 2011. – No 2. – С. 98-102.

5.Шихлинский Э.М. Национальный атлас Азербайджанской Республики. – Баку, 2014.

6. James P., Banay R.F., Hart J.E., Laden F. A review of the health benefits of greenness. Curr. Epidemiol. Rep. 2. – 2015. – P. 131-142.

7. Weier, J., Herring, D. NASA Earth Observatory. Measuring Vegetation. – 2015 / [Электронный ресурс] – URL: https://earthobservatory.nasa.gov/Features/ MeasuringVegetation/

НОВЫЕ ЮЖНЫЕ ВИДЫ ВО ФЛОРЕ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н.Н. Зеленская, Л.В. Денисова
zelen_1@rambler.ru

Институт фундаментальных проблем биологии РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, г.Пущино Московской обл., Россия
Приокско-Террасный биосферный заповедник, Московская обл., Россия

Приокско-Террасный биосферный заповедник (ПТБЗ) расположен на юге Московской области в 100 км от Москвы. В радиусе 100 км от заповедного ядра проходит пересечение естественной растительности южных отрогов Смоленско-Московской возвышенности, западной части Мещерской низины и северной оконечности Среднерусской возвышенности. Богатство флоры обусловлено как этим пограничным положением, так и

особенностями рельефа заповедника. В ландшафте ПТБЗ преобладают обращенные на юг террасы левого берега р. Оки (перепад высот от 182 м над у. м. на водоразделе до 106 м над у. м. у уреза вод Оки). Плакорная территория северной части заповедника занята лесной растительностью, с преобладанием широколиственных и смешанных лесов. На нижних террасах, имеющих южную экспозицию, произрастают уникальные для лесной зоны степные виды. Это так называемая «окская флора» – степные виды и сообщества растений, обитание которых в оторванности от основного ареала до сих пор остается ботаническим феноменом.

К 2018 году флора заповедника насчитывает 991 вид сосудистых растений (913 – на территории заповедного ядра и 78 – в охранной зоне) [2]. В список включены так называемые микровиды, возможно исчезнувшие виды и гибридогенные виды, исключая виды-аггрегаты и синантропные виды. К числу характерных для сообществ луговых степей принято относить около50 видов [2].

В ходе мониторинга с 1998 по 2018 гг. нами зафиксированы два новых для флоры заповедника южных вида - Lunaria rediviva L. (фото 1) и Cotoneaster acutifolius Turcz. (фото 2). Таксономическая принадлежность видов подтверждена на кафедре ботаники МГУ им. М.В. Ломоносова – доцентом Ю.Е. Алексеевым.

Лунник оживающий. Lunaria rediviva L. Сем. Brassicaceae (Cruciferae) (рис. 1).

Вид Красной книги Московской области [3]. Характеризуется как «западный горный вид». По данным П.А. Смирнова [4], вид был дважды отмечен за пределами заповедной зоны – около г. Серпухова, а также в западных Тульских засеках (Одоевское лесничество). На территории ПТБЗ ранее не фиксировался.

На территории заповедника был впервые отмечен нами в 2010 году – у въезда в дер. Родники с автотрассы Данки-Турово (квартал 19). Первоначально зафиксированы всего два экземпляра (в фазе цветения). В 2012 году популяция насчитывала чуть более 20 особей. В 2014 году отмечена большая куртина (до 100 экз.) плодоносящих особей. Растения многолетние, размножающиеся корневищем; плод удлиненно-овальный, более 5 см длиной.

Кизильник остролистный. Cotoneaster acutifolius Turcz. Сем. Rosaceae (рис. 2).

Новый для заповедника вид. До последнего времени кизильник считался очень редким видом в заповеднике. По описаниям П.А. Смирнова [4] на территории заповедника был найден всего один куст – Cotoneaster melanocarpus – на «степных разнотравно-типчаковых участках, в «ближних долах», у южной границы заповедника» (стр. 156). Вид охарактеризован как «новый элемент окской флоры». На территории России C. melanocarpus характерен для южной половины Европейской части.

В 2014 году в заповеднике отмечена популяция нового вида кизильника. Кизильник найден нами на южной границе заповедника, в 34 квартале, по дороге от пос. Республика к кордону, в приборовой полосе. Популяция насчитывала 18 экземпляров. Три куста достигли на момент обнаружения генеративного состояния (3- или 4-летнего возраста); 15 экземпляров были представлены ювенильными особями (вероятно, отпрысками от зрелых кустов). Вид определен доцентом МГУ Ю.Е. Алексеевым как Cotoneaster acutifolius Turcz. – кизильник остролистный.

Данный вид впервые описан Н.С. Турчаниновым как характерный для Китая, Кореи и Тайваня. На территории РФ встречается в Бурятии (Иркутский район). По всей вероятности, популяция Cotoneaster acutifolius в ПТБЗ образовалась после сильного пожара 2010 года, на свободном от сгоревшей травы месте. Несмотря на то, что кизильник в Нечерноземье признан адвентивным видом, распространение его на территории ПТБЗ произошло, вероятнее всего, естественным путем – на месте, освободившемся от старой травы после пожара. Подобный способ распространения характерен для южных видов кизильника, в частности, к. алаунского [3].

В последние 2-3 десятилетия экологи фиксируют миграцию многих южных видов в более высокие широты. Отмечены также сдвиги вегетации растений на более ранние сроки. Все это можно связать с выраженными климатическими изменениями. Второй

оценочный доклад Росгидромета (2014 г.) и заявление ВМО (2018 г.) подтвердили, что потепление климата последних десятилетий – установленный факт [1, 5]. Согласно тренду глобальных температур, последние десятилетия отмечены как самые теплые за всю историю инструментальных метеонаблюдений. На территории Европейской России потепление наиболее заметно [1]. Среднегодовая скорость потепления достигла почти 0,5°С за каждые 10 лет. При небольших межсезонных различиях последних лет, локальные тренды остаются положительными и указывают на продолжающееся потепление.

Рис. 1. Лунник оживающий в период плодоношения - Lunaria rediviva L. (фото Н. Зеленской)

Рис. 2 Кизильник - Cotoneaster acutifolius Turcz. (фото Н. Зеленской)

В Приокско-Террасном заповеднике тренд среднегодовой температуры воздуха составил не менее двух градусов. За последние два десятилетия (1998 – 2018) произошло также существенное увеличение продолжительности вегетационного сезона – в среднем на 10 дней. Чаще сезон увеличивался за счет сдвига окончания вегетации на более поздние сроки, но каждый второй сезон отмечен и более ранним началом вегетации (приблизительно на неделю). При этом средняя сумма эффективных температур фенологической весны и лета увеличились почти на 6% по сравнению с контрольным периодом климатической нормы (в ПТБЗ отрезок 1975-1985 гг.). Значительно увеличился теплый летний период, что позволяет многим видам проходить полный годовой цикл развития, с полноценным созреванием плодов. В период потепления в регионе цветут и плодоносят многие

ранее не плодоносившие южные виды; следовательно, становится возможной их дальнейшая миграция.

Благодарности. *Авторы благодарят за сотрудничество Веру Александровну Аблееву – заведующую Станцией фонового мониторинга «Приокско-Террасный заповедник», Центрального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, и всех сотрудников станции*

ЛИТЕРАТУРА

1. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. – М., Росгидромет, 2014. – 61 с.

2. Денисова Л.В., Алексеев Ю.Е. Сычева Т.А. Сосудистые растения Приокско-Террасного биосферного заповедника (Аннотированный список видов) / под ред. Н.М. Решетниковой. – М. Товарищество научных изданий. 2018. – 115 с.

3. Киселева Лунник оживающий – Lunaria rediviva L. / Т.И. Варлыгина, Р.А. Зубакина, Н.А. Соболев (ред.) // Красная книга Московской обл. 2-е изд. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. – С. 595.

4. Смирнов П.А. Флора ПТЗ. – М.: Труды ПТЗ, 1958. – Вып. 2. – 246 с.

5. WMO. Statement on the State of the Global Climate in 2018. /www.meteorf.ru/upload/iblock/996/Izmenenie_klimata_N77_FebMar_2019.pdf /обращение 09. 04. 2018.

АНАЛИЗ АККУМУЛЯЦИИ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ТКАНЯХ ДВУСТВОРЧАТЫХ И БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.Ю. Иванова
ivanova.vsu@gmail.com

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Интенсивное развитие хозяйственной деятельности человека и безответственное отношение к охране окружающей среды привели к её глобальному загрязнению самыми различными продуктами. Основными причинам усложнения экологических проблем являются значительное увеличение объема промышленного производства, связанное с повышением производительности труда; появление экологически опасных видов техники и технологий; накопление на химических предприятиях больших запасов опасных токсических веществ; резкое повышение расходования природных ресурсов (нефть, газ, уголь, сланцы) с выбросом продуктов их хозяйственного использования в биосферу; повышение сложности технических систем, которыми оперирует человек, приводящее к увеличению частоты промышленных аварий и катастроф.

В настоящее время считают, что в биосфере содержится более 6 млн отдельных химических соединений, не говоря уже об их комбинациях. Из всех веществ, содержащихся в биосфере, 90% имеют синтетическое происхождение и в подавляющем большинстве чужеродны для организма.

Всевозрастающее загрязнение ксенобиотиками внешней среды серьезно угрожает здоровью и даже жизни всех живых существ, включая человека, так как повреждает клетки и вызывает мутации, ведущие к злокачественным процессам или наследственным заболеваниям. Так как мутагенные и канцерогенные соединения проявляют биологический эффект в очень низких концентрациях, их химико-аналитическое определение в биологических тканях затруднено. С другой стороны, химическими методами невозможно определить, обладает то или иное вещество канцерогенными и мутагенными свойствами. В

связи с этим биологическое тестирование и биоиндикация канцерогенных и мутагенных соединений приобретает всё большее значение [1].

Ксенобиотики присутствуют в окружающей среде, как правило, в ничтожно малых количествах. Однако, многие из них проявляют мутагенную и канцерогенную активность, вызывают серьёзные заболевания человека и животных, являются причиной врождённых уродств.

Многие ксенобиотики особенно опасны в связи со способностью к биоаккумуляции. Она заключается в том, что относительно малые "безвредные" дозы, полученные в течение длительного периода, накапливаются в организме, и в итоге наносят ущерб. Биоаккумуляция происходит, в первую очередь, из-за отсутствия или слабой деградации и низкой скорости их выведения из организма. Кроме того, эти вещества легко поглощаются, но выводятся крайне медленно, поскольку в организме нет ферментов, способных их расщепить с достаточной скоростью. Многие ксенобиотики лучше растворяются в жирах, чем в воде, поэтому не выводятся через выделительную систему. В результате они накапливаются в биомембранах и жировых тканях.

Проходя от звена к звену пищевой цепи, концентрация персистентных ксенобиотиков возрастает приблизительно на порядок в каждом уровне. В результате на вершине данной пищевой цепи концентрация поллютантта в организме может возрасти в 100 000 раз по сравнению с окружающей средой.

Генотоксические соединения в водоемах со сточными водами, осадками, смывами с полей и т.п. подвергаются перераспределению. Они накапливаются в донных отложениях и аккумулируются различными водными организмами. Если принять концентрацию ксенобиотиков в воде за единицу, то в донном песке его содержание будет в 10^2-10^4 раз выше, в донных отложениях загрязненных водоемов - в 10^4- 10^5 раз, а в водных растениях в 10^3-10^4 раз выше, чем в воде.

Значительно лучшими аккумуляторами генотоксических соединений из воды являются моллюски-фильтраторы, благодаря своей ограниченной подвижности, а также физиологической необходимости фильтровать значительные объемы воды, во много раз превышающие вес животного. Кроме того, в тканях этих животных практически отсутствуют монооксигеназная система окисления, участвующая в метаболизме ксенобиотиков у высших животных. Это объясняет выбор объекта настоящего исследования.

С целью анализа мутагенного и канцерогенного эффекта химических веществ и оценки генетических последствий загрязнения окружающей среды во многих лабораториях мира активно разрабатываются специальные тест-системы. Наиболее распространёнными являются тест-системы на бактериальных объектах, в том числе тест Эймса [3, 5, 6].

Для исследования аккумуляции генотоксических соединений в тканях двустворчатых – вида Перловица обыкновенная (Unio pictorium) и брюхоногих моллюсков – вида Живородка лужанка (Viviparus contectus) летом 2017-2018 годов были отобраны образцы в пятнадцати точках среднего участка Воронежского водохранилища.

Экстракцию аккумулированных в образцах ксенобиотиков осуществляли следующим образом: 10 г материала пробы заливали в соотношении 1:5 смесью органических растворителей (ацетон:гексан=1:1) и выдерживали в течение суток. Полученный экстракт сливали в сборную колбу, а процедуру повторяли еще 5-7 раз до получения неокрашенного экстракта. Объединенные экстракты каждой пробы упаривали до сухого веса на роторном испарителе и разводили осадок ксенобиотиков в диметилсульфоксиде (ДМСО) из расчета 100 мг сухого остатка на 1 мл растворителя.

Подготовленные таким образом экстракты проб исследовали на наличие в них генотоксичности в тесте Эймса сальмонелла/микросомы, который позволяет обнаружить активность прямых мутагенов на штаммах сальмонеллы ТА 98 и ТА 100, учитывающих, соответственно, мутации типа сдвига рамки считывания и замены оснований (Фонштейн и др., 1977; Ames et al., 1975). Результаты экспериментов приведены в виде мутагенных индексов (МИ), отражающих отношение числа колоний ревертантов сальмонеллы, выросших в присутствии экстрактов из исследованных образцов, к количеству колоний в

чашках с растворителем (ДМСО). Этот растворитель применялся для внесения выделенных мутагенных соединений в инкубационную среду теста Эймса и в качестве контроля. Кроме этого, в качестве контроля использовали дистиллированную воду. Мутагенный эффект считали значимым для МИ не ниже 1,7.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

В результате проведённых исследований мутагенные соединения чаще встречаются в экстрактах тканей брюхоногих моллюсков. Прямые мутагены обнаружены в 4-х точках у Северного, Отрожкинского мостов и моста ВОГРЭС на штамме ТА 98. Слабый прямой промутагенный эффект зафиксирован и на правом берегу у моста ВОГРЭС. В тканях двустворчатых моллюсков прямой мутагенный эффект обнаружен только в 2-х точках (правый берег Северного и Отрожкинского мостов).

Таблица 1. Мутагенные индексы на обоих штаммах сальмонеллы в тканях брюхоногих и двустворчатых моллюсков Воронежского водохранилища

Двустворчатые моллюски	TA98+	TA98-	TA100+	TA100-	Брюхоногие моллюски	TA98+	TA98-	TA100+	TA100-
ВОГРЭС	**1,82**	**2,05**	1,01	1	ВОГРЭС	1,5	0,91	0,76	0,92
	1,52	1,46	0,83	1,16		1,23	1,18	0,89	0,87
	2,9	**1,77**	1,26	1,1		1,01	1,16	0,9	1,06
	1,69	1,1	0,79	1,02		1,01	0,93	0,92	1,07
Чернавский мост	1,14	0,73	0,99	1,07	Чернавский мост	1,23	0,81	0,9	1,17
	1,27	1,08	0,91	1,1		1,41	1,16	1,03	1,6
	1,08	1,64	0,87	0,86		1,05	0,48	1,08	0,98
	1,06	0,93	0,73	1,2		0,83	1,06	0,88	1,28
Северный мост	**2,26**	1,25	0,86	0,9	Северный мост	1,58	1,14	1,02	1,21
	1,41	1,18	0,68	0,55		1,43	1,74	1,54	1,53
	2,51	**2,06**	0,56	0,67		**2,81**	**2,13**	1,06	**1,86**
Отрожка	1,01	1,33	0,75	1,09	Отрожка	1,23	1,22	0,99	1,57
	2,73	**2,51**	0,79	0,99		**2,5**	**1,97**	1,26	1,52
Окружной мост	0,84	0,87	0,92	0,97	Окружной мост	1,25	0,79	0,97	1,26
	1,03	0,81	0,92	0,99		0,77	1,45	1,16	1,11

Возможные пути поступления генотоксических соединений в организм разных классов моллюсков существенно различаются. Двустворчатые моллюски являются пассивно питающимися животными, поглощающими питательные вещества, а с ними поллютанты, только из воды. Брюхоногие моллюски получают возможные ксенобиотики из воды и с пищей (как правило, с водорослями).

Если рассматривать полученные результаты с точки зрения накопления мутагенных ксенобиотиков по точкам отбора проб, приуроченным к мостам, то можно построить следующие ряды по убыванию загрязнения.

По общему числу проб, проявивших мутагенную активность:

ВОГРЭС > Северный мост и Отрожкинский мост > Чернавский мост > Окружной мост.

По числу проб, проявивших прямую мутагенную активность на штамме ТА 98:

ВОГРЭС > Северный мост > Отрожкинский мост > Чернавский мост > Окружной мост (0).

По числу проб, проявивших промутагенную активность на штамме ТА98:

ВОГРЭС и Отрожкинский мосты > Чернавский мост > Северный и Окружной мосты. По числу проб, проявивших прямую мутагенную активность на штамме ТА 100, было выявлено по одной пробе у моста ВОГРЭС, Чернавского и Северного мостов

По числу проб, проявивших промутагенную активность на штамме ТА100:

Отрожкинский и Северный мосты > ВОГРЭС и Чернавский мосты > Окружной мост

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы. По количеству выявленных мутагенных проб наиболее загрязненным является район моста ВОГРЭС.

Но, если исходить из значений мутагенных индексов, то можно сказать, что наибольшее загрязнение приурочено к районам Отрожкинского и Северного мостов. Если рассмотреть результаты, расположив точки отбора проб по течению Воронежского водохранилища, то можно отметить возрастание генотоксического загрязнения от верхних к нижним.

В водных экосистемах наблюдаются заметные различия в накоплении ксенобиотиков различными компонентами биоты. По данным Филенко О. Ф. Отмечается пропорциональная зависимость между накоплением в исследуемых компонентах олова и концентрацией триметилоловохлорида в воде. Уменьшение относительных величин отмечено для дафний и рыб, а увеличение - для водорослей и детрита. В течение 4-х летних наблюдений наиболее значительное накопление олова наблюдалось у моллюсков, а наименьшее - у водорослей. Рыбы и дафнии занимали промежуточное положение.

Однако полученные в нашем исследовании результаты не согласуются с данными Филенко О.Ф. [4]. В соответствии с полученными нами данными, моллюски накапливают генотоксические соединения незначительно. Очевидно, характер аккумуляции тяжелых металлов сильно отличаются от такового для других видов ксенобиотиков.

В соответствии с данными литературы накопление ксенобиотиков в водных экосистемах происходит в конечных звеньях пищевой цепи. Однако, сопоставляя данные наших исследований с результатами, полученными ранее, наиболее активными накопителями ксенобиотиков (сравнение по мутагенному индексу) являются водоросли, а не рыбы и моллюски [2].

Это, возможно, связано со значительной адсорбцией генотоксических соединений на поверхности, которое было зафиксировано в случае с водорослями. В то время как у рыб и моллюсков в опыте использовались внутренние части организма, защищенные от сорбции раковиной или кожей с чешуей.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 17-05-00569

ЛИТЕРАТУРА

1. Губергриц М. Я. Превращение канцерогенных веществ в биосфере./ М. Я. Губергриц. – М.: Химия, 1975. – 435 с.

2. Иванова Е.Ю. Мониторинг генотоксического загрязнения Воронежского водохранилища / Е.Ю. Иванова. – Германия: LAP, 2017. – 60 с.

3. Котелевцев С.В.. Эколого-токсикологический анализ на основе биологических мембран./ С.В. Котелевцев. – М.: МГУ, 1986. – 68 с.

4. Филенко О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды // Экологические приборы и системы. – 2007. – № 6. – С. 18-20.

5. Фонштейн Л.М., Калинина Л.М., Полухина Г.Н., Абилев С.К., Шапиро А.А. Тест-система оценки мутагенной активности загрязнителей атмосферы на Salmonella. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 107 с.

6. Ames, B.N., J. McCann & E. Yamasaki Method for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella/mammalian microsomes mutagenicity test. Mutat. Res. 31: – 1975. – Pp. 347-364.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН В УСЛОВИЯХ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

М.Д. Исмайылов
mirnuh.ismayilov@yahoo.com

Институт географии им. Г.А. Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, г.Баку, Азербайджан

Низменная часть Азербайджана является типичным аграрным регионом республики, где развивается многоотраслевое хозяйство. Ирригационно-мелиоративные мероприятия глубоко трансформировали природные полупустынные и сухостепные ландшафты в агроландшафты. Неблагоприятные мелиоративные условия исследуемой территории требуют всесторонней оптимизации всех антропогенных нагрузок. Кроме того, необходимо радикальное хозяйственное преобразование природных комплексов, что должно увязываться с рациональным исследованием.

Экология современных ландшафтов Куринской депрессии определилась в процессе взаимосвязи и воздействии сложных природно-исторических (антропогенных) факторов. Следы исторических антропогенных воздействий (ирригационные отложения, древнейшие каналы, жилища и др.) сохранились в современной ландшафтной структуре. Факторы, участвующие в формировании и динамике экологии ландшафтов Куринской депрессии, можно объединить в две группы: природные и антропогенные. К природным факторам относятся неотектонические процессы, колебания уровня Каспийского моря, климатические изменения (показатели температур, осадков, относительной влажности и др.) и др. К антропогенным факторам относятся богарное и оросительное земледелия, животноводство, оросительные системы, селитебные комплексы, техногенная деятельность (добыча природных ресурсов, дороги, промышленные предприятия) и др.

Роль неотектонических движений в современном рельефе Куринской депрессии достаточно изучена М.А. Мусеибовым [3], Н.Ш. Ширинovым [5] и др. учеными. Интенсивное прогибание Кура-Аразской низменности и скопление здесь осадков проявили себя в структуре и динамике современных ландшафтов. Скорость прогибания Кура-Аразской низменности достигает 0,5-5 мм/год. Уджарская, Кюрдамирская, Мингечаурская впадины, Гаргалыгская синклиналь, территория Юго-Восточного Ширвана подвержены интенсивному тектоническому прогибанию. На некоторых территориях Куринской депрессии тектоническое прогибание заменено поднятием. Так, скорость поднятия на Мильо-Карабахской наклонной равнине составляет 2-3 мм/год. Интенсивные неотектонические прогибания и поднятия в Куринской депрессии воздействуют на направление течения рек и формирование долин, гидрогеологические условия, оросительные сооружения, увлажнение территории поверхностными водами и т.д.

На территориях интенсивных неотектонических опусканий - Ширванская, Муганская, Сальянская равнины и Юго-Восточный Ширван, благодаря близости расположения грунтовых вод к поверхности и затоплению ложбин поверхностными водами, идет образование гидроморфных чально-луговых, болотно-луговых, болотно-озерных, а также засолено-солончаковых ландшафтно- экологических систем.

Воздействие колебания уровня Каспийского моря на динамику и экологию природных и природно-антропогенных ландшафтов исследовано в прибрежной зоне Кура-Аразской низменности. В пределах Юго-Восточного Ширвана, Сальянской равнины в последние 20 лет за счет поднятия уровня Каспийского моря на 2 м, 1,5-2 тыс. км^2 территории осталось под водой и поднялся уровень грунтовых вод. В итоге на территории более 400 км^2 особенно на окраинах Гызылагачского залива, экологические ландшафты болотно-лугового и болотно- лагунного типа заменились аквальными ландшафтами. Благодаря поднятию уровня грунтовых вод на Сальянской равнине и территории Юго-Восточного

Ширвана экология растительных сообществ достигла кризисного уровня и полностью нарушена. Вследствие этого на фоне доминантного полупустынного ландшафта образовался биоценоз типа влаголюбивых эколого-гидроморфных ландшафтов.

Климатические изменения имеют большое воздействие на экологическую динамику ландшафтов полупустынь и сухо-степей. Несмотря на то, что Куринская депрессия ограничена горами, воздействие экстра-аридных климатов тропического и умеренного поясов очень сильно. Вследствие этого в пределах Куринской депрессии преобладают аридные и семиаридные климаты.

Исследования показывают, что в последние 100 лет на территории Азербайджана имеет место тенденция потепления климата. В результате этого в зоне Куринской впадины в динамике экологии ландшафтов полупустынь и сухостепей наблюдается тенденция природного опустынивания,

В пределах Куринской депрессии, особенно на низменных частях преобладают древне-орошаемые антропогенные ландшафты. Еще в I веке до н.э. Страбон [4] отмечает, что здесь было интенсивное орошаемое земледелие. Историю развития орошаемого земледелия исследуемой нами территории можно сравнить с долинами Нил, Тигр-Евфрат, Амударья-Сырдарья, Инд-Ганг, Янцзы и др.

Исследования показывают, что в некоторых местах Куринской депрессии толщина ирригационных отложений составляет 1-1.5 м. По нашему мнению, на вышеотмеченных территориях в весенне-летний период в результате разлива рек за счет осадочных веществ экосистемы обогащаются и сыреют. Вследствие этого ландшафты, подвергшиеся интенсивному антропогенному воздействию, сохраняют свою естественную структуру, плодородность и экологическое равновесие.

После второй половины XX века, благодаря тому, что на древнеорошаемых территориях были построены большие водохранилища и каналы, естественные ландшафты претерпели серьезные структурно-функциональные изменения.

На больших территориях прикуринские тугайные леса деградировали. Во многих местах приемлемая для птиц экологическая среда полностью нарушилась. Так, болотные пруды высохли и превратились в орошаемые агроландшафты. После постройки Мингечаурского водохранилища за последние 60 лет, на 25% территории Ширванской равнины, 18% Муганской равнины, 12% Мильской равнины уровень минерализованных грунтовых вод поднялся и образовались засоленные и солончаковые экологические ландшафты. Надо отметить, что процесс поднятия уровня грунтовых вод происходит на общем неотектоническом фоне, за счет чего идет ускорение нарушения ландшафтных экосистем.

Учитывая вышеизложенные факты, на исследуемой территории выделены следующие районы: интразональный Ганых-Агричай, гидроморфный Прикуринский, приморский Ширван-Сальян, зональный Миль-Муган, Аджиноур-Джейранчель, зональный Гянджа-Газах.

1. Интразональный Ганых-Агричай. Данный район охватывает впадину, расположенную у подножья южного склона Большого Кавказа. По своим ландшафтно-экологическим особенностям резко отличается от других территорий Куринской межгорной депрессии. Так, вышеуказанный район, отделяет собой, подвергшийся в период новейших тектонических движений Дашюзский хребет от прилегающих территорий. Образованные, в результате интенсивных селевых потоков, конусы выносов, осложнили экологические условия поверхности впадины. В пределах впадин, расположенных между конусами, благодаря близкому расположению грунтовых вод к поверхности, можно наблюдать небольшие ареалы гидроморфных ландшафтов. Описываемый район в силу расположенности на стыке между низменностью и горной зоной, является экологически благоприятным, что определяет плотное развитие здесь населенных пунктов.

Здесь наблюдается умеренный климат с сухой зимой и дождливым летом. Осадки изменяются в пределах от 500-600 мм до 800-1000 мм. Температуры выше 10^{o} изменяются в пределах 380-4400^{o}. Биологическая продуктивность климата достаточна высока и меняется в пределах 3,40-2,80, что создаёт достаточное количество тепла и влажности. По этой причине здесь сформировались лугово-лесные и ландшафты равнинных лесов.

2. Гидроморфный Прикуринский район. Данный район расположен в основном в пределах полупустынных ландшафтов и охватывает лево и правобережья Куры. Формирование гидроморфных ландшафтов напрямую связано с гидрологическим режимом Куры. В пределах экологического района сформировались тугайные леса и лесо-кустарники, лугово-болотные, озерно-болотные ландшафты, что связано с плоским характером рельефа долины реки и её частым смещением.

3. Приморский Ширван-Сальян. Этот район охватывает Сальянскую и Юго-Восточную Ширванскую равнины.

По своим экологическим особенностям резко отличается от других районов. Рельеф поверхности выровненный и наклонный, в литологическом составе присутствуют морские отложения. Основной ландшафтный фон образуют пустынные и полупустынные элементы. Биологический потенциал климат очень низок. Гидрологические и экологические условия прибрежной зоны нарушены, что связано с повышением уровня Каспийского моря и, следовательно, близким расположением грунтовых вод к поверхности.

4. Зональный Миль-Муган. Поверхность района выровнена и слабонаклонна и образована в основном аллювиальными отложениями. Биоклиматический потенциал очень низок (0,80-1,20), коэффициент увлажнения 0,1-0,15. Средняя годовая температура $14,5^0$C, осадки достигают 300-350 мм. Обеспеченность теплом достаточна, но налицо серьезная недостача увлажнения. Основная экологическая проблема данного района-поднятие уровня грунтовых вод, засоленность почв и процессы опустынивания.

5. Аджиноур-Джейранчель. По особенностям рельефа данный район отличается от других. Абсолютная высота меняется в пределах от 80 м до 900 м. Широко распространены аридно-денудационные формы рельефа, такие, как овраги и балки. Количество осадков составляет 300-400 мм. Биоклиматический потенциал Джейранчеля составляет 0,80-1,20, а в Аджиноуре 1,20-2,20, коэффициент увлажнения меняется в пределах 0,1-0,15 и 0,15-0,25.

Основные ландшафтные типы района сухо-степные и, частично, полупустынные. К экологическим проблемам относим эрозию почв и опустынивание.

6. Зональный Гянджа-Газах. Абсолютная высота района составляет 200-400 м, образован аллювиально-пролювиальными отложениями. Средняя годовая температура составляет $10\text{-}14^0$C, коэффициент влажности 0,10-0,15, а биоклиматический потенциал достигает 1,20-1,60. У подножий сформировались степи, а вдоль Куры полупустыни.

Исследовав основные воздействия на экологическое состояние ландшафтов Куринской депрессии, нами были сделаны следующие выводы.

1. В формировании и динамике экологии ландшафта основную роль играют естественные факторы. Антропогенные воздействия, в основном, ускоряют или замедляют естественные тенденции эколого-ландшафтных процессов.

2. Чрезмерные антропогенные воздействия, приводящие к поднятию уровня грунтовых вод, угрозе эрозии и к другим изменениям, являются основным источником создания экологически напряженных очагов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исмайлов М.Д. Выявление структурно-функциональных особенностей современных ландшафтов контактных зон с целью территориального планирования // Актуальные проблемы ландшафтного планирования. – Москва, 2011. – С. 138-142.

2. Микаилов Н.К. Природно-географические особенности и экологические условия засоления почв Кура-Араксинской низменности, проблемы мелиорации и оценка их плодородия. – Баку, 2000. – 375 с.

3. Мусеибов М.А. Геоморфология и новейшая тектоника средней части Куринской впадины. – Баку, 1975. – 199 с.

4. Стробон. География в 17-и книгах. (Перевод В.В. Латышева). – Л.: «Наука», 1947. –943 с.

5. Ширинов Н.Ш. Геоморфологическое строение Кура-Араксинской Депрессии. – Баку, 1973. – 215 с.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТА МЕСТНОСТИ НА УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ С БОРТА ВОЗДУШНОГО СУДНА

В.И. Ковалев, В.С. Хохлов
slavko50@mail.ru

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г.Воронеж, Россия

Видимость является основным условием, определяющим возможности по выполнению полетов. Она определяется выбором безопасной высоты относительно предметов расположенных на местности. Видимость этих предметов напрямую зависит от контраста, который они создают относительно ландшафта местности. Ландшафт местности в течение года меняется, и с ним меняются и возможности по видимости объектов, находящихся на местности относительно создаваемого ими контраста [1].

Но согласно руководящих документов, регламентирующих условия выполнения полетов, изменения видимости объектов согласно трансформации ландшафта местности не учитываются. С этим связано противоречие, заключающееся в несоответствии условий видимости объектов на местности, связанное с неучётом трансформации ландшафта местности.

Исходя из этого, целью работы является проведение оценки влияния трансформации ландшафта местности на условия видимости с борта воздушного судна.

На земном шаре существует огромное количество различных ландшафтов, от которых зависит контраст объекта, и каждый из них имеет свои характеристики. Одной из основных и наиболее значимых качеств ландшафтов в исследовании является такое качество, как альбедо подстилающей поверхности [1, 2].

Альбедо – это отношение отраженной от поверхности солнечной радиации к суммарной радиации, которую, в свою очередь составляют прямая и рассеянная солнечная радиация. Значение альбедо подстилающей поверхности находится в сильной зависимости от вида поверхности, на которую попадает солнечная радиация. Эта зависимость представлена в таблице 1.

Как видно, из данной таблицы, наибольшей отражательной способностью обладают такие поверхности, как снег и некоторые виды растительности, а такие поверхности, как черноземы и другие темные почвы практически полностью поглощают солнечную радиацию.

Для видимости объектов необходимо, чтобы контрастность ориентира на фоне была не меньше определенной величины - яркостного контраста. Необходимо учитывать, что объекты с контрастом на фоне местности меньшим, чем порог контрастной чувствительности глаза, не видны, поэтому, в качестве ориентиров необходимо принимать объекты, контраст которых максимален [1, 2].

Как было сказано выше, контраст объекта зависит не только от окраски самого объекта, но и от фона, на котором он расположен. Исходя из того, что большинство объектов, подлежащих обнаружению, располагаются, как правило, на земле, то в таком случае фоном будет выступать подстилающая поверхность или ландшафт, на котором расположен объект [1, 2].

В соответствии с этим, необходимо оценить зависимость изменчивости отражательной способности от географического положения конкретного района и его климатических особенностей. Исходя из географии современного состояния анализа полетов малой авиации, в работе был взят материк Евразия и разбит на климатические пояса для первичной оценки их влияния на вид подстилающей поверхности и оценки их периодической смены в течение года.

В рассматриваемом регионе были выделены следующие климатические пояса, представленные на рисунке 1.

Таблица 1. Зависимость значений альбедо от типа ландшафта местности

Вид ландшафта местности	Альбедо
Свежий сухой снег	0.85-0.95
Загрязненный снег	0.40-0.50
Морской лед	0.30-0.40
Темные почвы	0.05-0.15
Влажные серые почвы	0.10-0.20
Поля ржи и пшеницы	0.10-0.25
Хлопковые поля	0.20-0.25
Луга	0.15-0.25
Хвойные леса	0.10-0.15
Лиственные леса	0.15-0.20

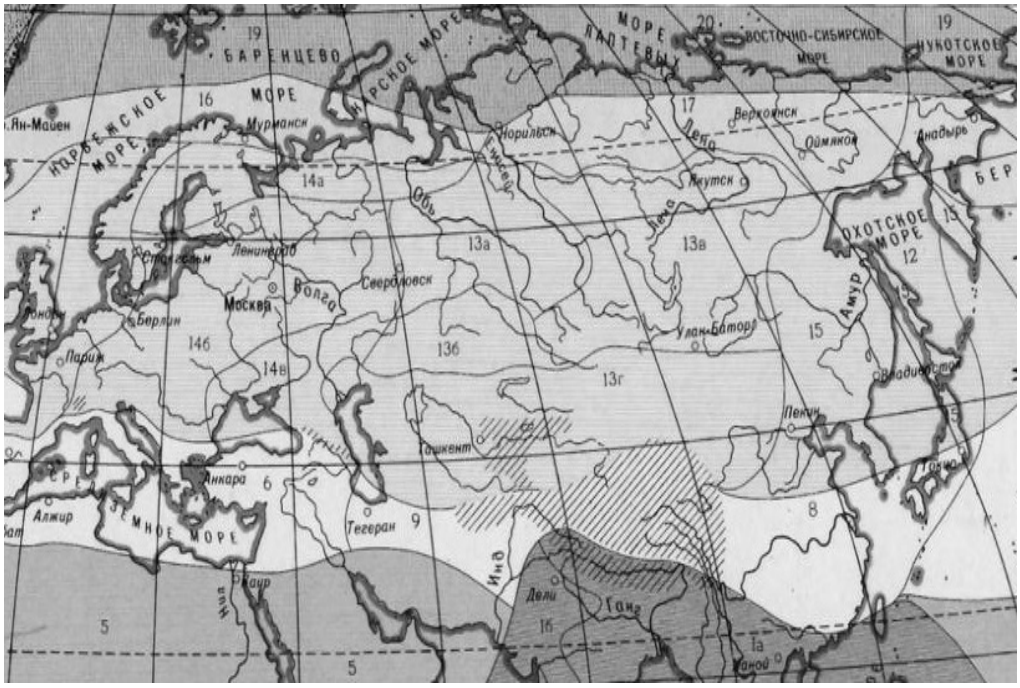


Рис. 1. Климатические пояса Евразии

Исходя из того, что каждому из вышеописанных регионов соответствуют определенные условия погоды, каждому из них соответствует и определенный тип ландшафта, который определяет яркостные характеристики отражающей поверхности, оказывающие влияние на возможность выполнения авиационных работ ночью. В соответствии с этим, в работе были выделены следующие типы ландшафтов:

I тип ландшафта – ландшафт со снежным покровом;

II тип ландшафта – ландшафт с мертвой растительностью;

III тип ландшафта – ландшафт с зеленой растительностью.

1. Ландшафт со снежным покровом. К этому классу относятся снег, лед, некоторые горные породы белого, серого и черного цвета, кое-какие формы мертвых растительных покровов (пустыни). Свежевыпавший снег имеет наибольшее значение альбедо. После снегопадов значения альбедо колеблются от 0,85 до 0,95. Со временем, под действием внешних факторов, в основном температуры воздуха и солнечной радиации, состояние снега меняется. Происходит перекристаллизация, обламывание, обтаивание и смерзание кристаллов снега, его уплотнение. К этому классу относятся такие климатические зоны, как арктические пустыни, территории субарктического климата, а также зимний период года умеренного пояса.

2. Ландшафт с мертвой растительностью. К рассматриваемому классу относится подавляющее большинство минералов, горных пород, почв, грунтов, а также образцов

сухой растительности. Как видно из таблицы 1.3.3, значения отражательной способности поверхностей, где отсутствует растительность, являются самыми маленькими, это обусловлено, безусловно, тем, что, к примеру, черноземы, благодаря своему цвету, максимально поглощают солнечную радиацию, и, как следствие, имеют наименьшее значение альбедо. К такому типу ландшафтов также относятся насыщенные влагой почвы и увлажненные поверхности. Сюда можно отнести зоны степей, полупустынь, черноземы, а также горный рельеф, где отсутствует растительность.

3. Ландшафт с зеленой растительностью, по сравнению с первым классом ландшафтов, имеет уже значительно меньшие значения альбедо, причем травяной покров имеет более высокие значения, чем кроны деревьев. Оптические свойства листьев варьируют в зависимости от угла их наклона, характера поверхностных тканей, пигментации, содержания хлорофилла на единицу поверхности и т. п. Интегральное значение каждого из показателей светового режима в растительном покрове определяется суммарной листовой поверхностью, плотностью растительного покрова, его строением. Альбедо древостоев составляет 3-7%, причём у лиственных пород оно несколько выше, чем у хвойных, и у разных пород различается незначительно – на 1-2% по абсолютной величине. Травы и кустарнички отражают 3-10% света, и различие у разных видов также невелико. Исключение составляют светлоокрашенные организмы – альбедо лишайников, например, достигает 10-15%. К этому классу необходимо отнести зоны умеренного пояса в весенний и летний периоды, где преобладают леса и луга, а также зоны субэкваториального и средиземноморского типов климата [16, 17].

Каждый из этих трех видов ландшафта имеет свою отражательную способность, что оказывает существенное влияние, как на контраст объекта, так и на условия освещенности, и, как следствие, характеризует возможность и эффективность выполнения работ в темное время суток.

В дальнейшем для более детальной оценки влияния типа ландшафта и вида подстилающей поверхности на оптические характеристики объекта рассматриваемый регион был разбит на зоны с различными типами распределения ландшафтов (рис. 2). На данном рисунке представлено распределение зон изменчивости видов ландшафта в течение года.

Зона А является территорией, где снежный покров наблюдается в течение всего года. Это обусловлено непосредственно ее географическим положением, а именно тем, что она полностью расположена за северным полярным кругом, а точнее, граница этого района проходит примерно по широте равной 70 градусам, соответственно, приток солнечной радиации летом здесь невелик относительно других районов, так как в результате поступления его на снежную поверхность превалирующее его количество отражается, а в зимнее время солнечная радиация практически не поступает в эти районы. Также на климатические характеристики, а вследствие этого, - и на подстилающую поверхность оказывает влияние континентальность климата (за исключением западного побережья, где характеристики погодных условий обусловлены влиянием теплого течения «Гольфстрим»). В эту зону входят такие районы, как Исландия, Северная часть Новой Земли, а также северо-восточное заполярье России. Таким образом, можно сделать вывод, что альбедо этого региона постоянно имеет высокое значение и оказывает большое влияние на возможность выполнения авиационных работ в темное время суток.

По северным окраинам Евразии в субполярных широтах расположена зона тундры (Б). Её географическое положение является основным фактором, определяющим климат и, соответственно, ландшафт. Зимы здесь продолжительные и суровые, длительность которых может составлять порядка 7-8 месяцев (с середины сентября по май). Лето холодное и с заморозками, продолжительность теплого периода (температура воздуха выше 0°С) составляет около 4-5 месяцев (с мая по середину сентября). В Азии в этом типе климата располагаются полюсы холода Северного полушария (район Верхоянска и Оймякона). Холодное лето и совсем незначительное количество осадков и определяет ландшафт тундры: летом, в результате поступления на поверхность потока солнечной радиации значительно большего, нежели зимой, снег достаточно быстро начинает сходить, за этим

следует быстрое произрастание мхов, лишайников и карликовых деревьев, что на небольшой период времени создает зону зеленой растительности, после чего также быстро здесь наступает зимний период и альбедо растет. Последовательность изменения классов ландшафта: I-III-I (снег-зеленая растительность-снег).

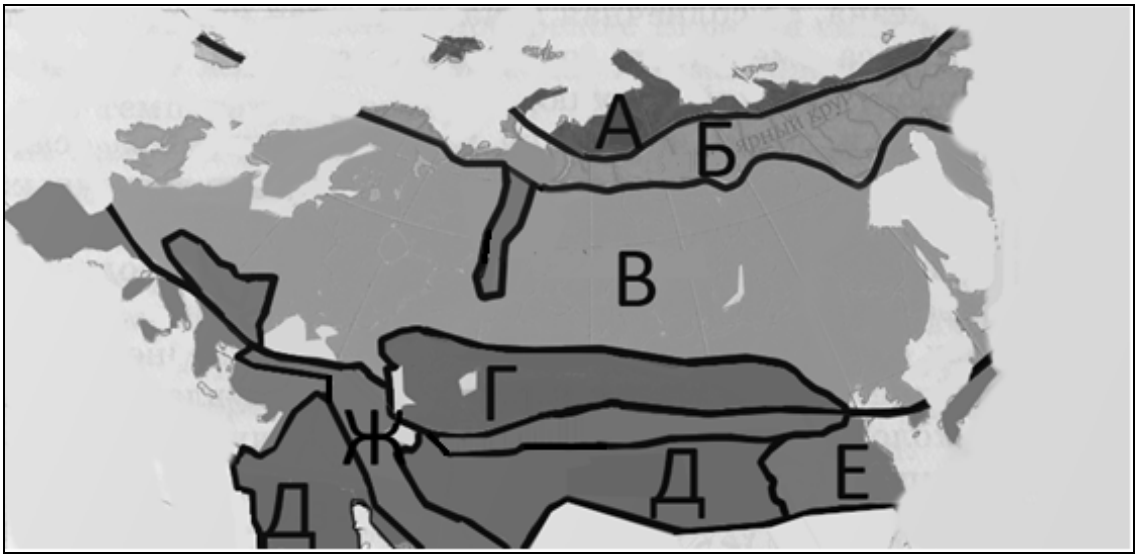


Рис. 2. Зоны с различными типами распределения ландшафтов

В зоне умеренных широт (В), географическое положение также является определяющим фактором, но здесь, помимо этого, играет роль и континентальность климата. Эта территория расположена между 40 и 65 градусами северной широты. Представителями этого района являются такие государства, как Германия, Франция, Украина, большая часть России и другие. Летом Солнце прогревает земную поверхность до достаточно высоких для произрастания различных видов растений температур (в морских районах до 25-30 градусов, а в центральных частях, где климат носит резко-континентальный характер, при установлении здесь блокирующего антициклона, до 30-35 градусов). Летний период, которому соответствует, как правило, зеленая растительность, длится в течение 3-4 месяцев (середина мая - середина сентября), а в средней и восточной Сибири – 2-3месяца (июнь-август). Флора здесь представлена хвойными, широколиственными и смешанными лесами. С наступлением осени, понижением температуры периода дождей, ландшафт, в результате подготовки флоры к зиме, становится мертвым, где альбедо ничтожно мало. Первые морозы и снег в этой зоне могут наблюдаться уже в октябре, продолжительность зимнего периода составляет около 4-5 месяцев (ноябрь-апрель), и ландшафт приобретает характеристики района с обозначением А, описанном мною выше. Последовательность изменения классов ландшафта: I-II-III-II-I (снег - мертвая растительность-зеленая растительность-мертвая растительность-снег).

Под буквой Г обозначен район степей, полупустынь, где с наступлением лета, устанавливается антициклоническая деятельность, в результате которой осадки становятся редким явлением и, в совокупности с высокими дневными температурами, вплоть до выпадения снега или наступления сезона дождей, этот район является зоной с мертвой растительностью. Осенью, при циклонической деятельности, количество осадков увеличивается, но территория, из-за понижения температуры и уменьшения количества солнечной радиации, остается районом с мертвой растительностью. По окончании снежного периода, приток солнечной радиации увеличивается, что позволяет растениям «насладиться им», и тогда наступает период цветения растений, но, к сожалению, с небольшой продолжительностью, после чего снова приходят периоды засухи. Ярким представителем этого района является такое государство, как Казахстан. Последовательность изменения классов ландшафта: I-III-II-I (снег-зеленая растительность-мертвая растительность-снег).

Территория, представленная Южно-Азиатскими странами, такими, как Иран, Ирак, Афганистан, Пакистан и Запад Китая (Д) характеризуется тем, что в летний период, когда солнечная радиация поступает в большом количестве и количество осадков очень мало, наступают периоды засухи, в результате чего, почти в течение всего года, кроме весны, здесь преобладает мертвая растительность. Весной же, с повышением температуры воздуха и увеличением количества осадков, наступает период цветения растений, который в дальнейшем снова сменяется достаточно продолжительным периодом засухи. Последовательность изменения классов ландшафта: II-III-II (мертвая растительность-зеленая растительность-мертвая растительность).

Регион, обозначенный буквой Е, в силу географического положения и близости к океану считается районом с постоянной зеленой растительностью, где в течение всего года тепловой режим и режим осадков достаточно однороден. Значение альбедо, оказывающее важнейшее влияние на естественную освещенность, имеет средние значения.

Районы, выделенные буквой Ж - это зоны высотной поясности, в которых, как правило, у земли преобладает ландшафт, соответствующий вышеописанным зонам, который при стремлении к вершинам гор постепенно переходит в ландшафт со снежным покровом.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что в работе представлены материалы проведённой оценки влияния трансформации ландшафта местности на условия видимости с борта воздушного судна. Представление результаты прошли апробации при выполнении полетов армейской авиации и показали высокую достоверность.

Внедрение полученных результатов позволит обеспечить правильную оценку обстановки в метеорологическом отношении при планировании и организации работы авиационной техники на малых и предельно малых высотах по правилам визуальных полетов в темное время суток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапенко П.Д. Погода и полеты самолетов и вертолетов / П.Д. Астапенко, А.М. Баранов, И.Н. Шварев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 280 с.

2. Дорофеев В.В., Бакланов И. О., Степанов А.С., Ковалёв В.И. Полетная видимость. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2013. – 286 с.

ВЫСОТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЛАНДШАФТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОВРАЖНОГО УРОЧИЩА)

В.В. Летуновский, О.С. Лихтенберг, А.С. Горбунов
gorbunov.ol@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Обоснование выделения границ ландшафтов – одна из ключевых проблем ландшафтоведения, которой посвящается значительное количество работ [1, 3-6]. Однако большинство исследований проводятся в летний сезон, когда границы геосистем наиболее четко прослеживаются. В то же время интересной представляется проблемы выделения ландшафтных рубежей зимой, в условиях завуалированности геосистем снежным покровом. Работ по этой проблематике не так много, среди них можно отметить исследования Черных Д.В. и Лубинец Л.Ф. по ландшафтам Алтая [2].

Особенно любопытна ситуация с изменением высоты снежного покрова на уровне локальных ландшафтов и возможности использования снега как индикатора выделения урочищ, подурочищ, фаций. Для установления соподчиненности границ геосистем с вы-

сотами снежного покрова была выбрана интересная в ландшафтном отношении группа оврагов, располагающаяся в Семилукском районе Воронежской области на правобережье реки Ведуга, у села Ендовище. Эти формы рельефа известны в научной литературе как Ендовищенские овраги, здесь их насчитывается более 15. Один из классических оврагов этого района, отражающий морфологию большинства представленных эрозионных форм – Пятиглавый – полигон многолетних исследований студентов – географов и геологов.

Он расположен на окраине города Семилуки в 150 м северо-западнее пересечения улиц Транспортной и Дзержинского. Овраг имеет в профиле классическую V-образную форму. В плане - древовидный, в нем выделяется 6 отвершков протяженностью от 76 до 312 м. Длина оврага по самому протяженному тальвегу составляет 519 м. Максимальная ширина – 104 м, глубина в средней части достигает 45 м. Склоны оврага крутые (35-40°) преимущественно прямые, в верхних частях иногда обрывистые (крутизна более 60°). Днище наклонное (крутизна до 10°), ширина колеблется от 2 м в верховьях, до 15 в приустьевой части. Несмотря на довольно значительные размеры (площадь оврага составляет 67 га) овраг не выработал профиль равновесия и продолжает расти. Активные эрозионные процессы наблюдаются в вершинах отвершков и на склонах. По причине роста вершин оврага и угрозе разрушения построек гаражного кооператива, верховья оврага «Пятиглавый» стали засыпать бытовыми и строительными отходами, что несколько стабилизировало рост вершин, однако при этом увеличился объем сносимого в период таяния снега и ливневых осадков материала.

В ландшафтном отношении овраг «Пятиглавый» относится к сложному урочищу, включающему в себя 4 подурочища и 21 ландшафтную фацию. Подурочища представлены склонами оврага с разнотравно-злаковыми сообществами, слабозадернованными эрозионными рытвинами, оползнем с сорным разнотравьем и слабозадернованным днищем. Фациальное разнообразие обусловлено, в первую очередь, различиями в структуре растительных сообществ.

Различия в экспозиционном положении, крутизне склонов, растительном покрове предопределили различия в особенностях снегонакопления в овражном урочище. В конце февраля 2018 года на территории оврага и прилегающего водосбора была проведена съемка высоты снежного покрова. В ходе проведения наблюдений, на территории оврага Пятиглавый было сделано 97 промеров и создана соответствующая карта (рис. 1).

Результаты измерений показали значительные колебания высоты снежного покрова в пределах овражного урочища, и некоторые закономерности в распределении снега по подурочищам и фациям.

Так, мощность снежного покрова на придолинном склоне западной экспозиции, крутизной 4°колеблется от 32 до 40 см. При увеличении крутизны до 7-8° на этом же склоне высота снежного покрова уменьшается до 20 см. Максимальные величины наблюдаются в эрозионных рытвинах вершин отвершков оврага, здесь высота снега составляет 70-80 см, что в два раза выше чем на водоразделах. Минимальные значения высоты снежного покрова отмечаются в верхних и средних частях склонов южных экспозиций, при крутизне в 40-45° значения здесь составляют 13-15 см, при 25-30° – 20-22 см. На приподошвенных участках мощность увеличивается до 40 см.

Дифференциация снежного покрова хорошо прослеживается по склоновым микрозонам, при этом заметно отличается для склонов южных и северных экспозиций. На склоне серверной экспозиции в верхних частях наблюдается увеличение высоты снега до 40-50 см, в средних – уменьшение до 25-30 см, в нижней – опять увеличение до 50-55 см. Связано это с тем, что верхние части овражных склонов накапливают снег, перемещённый с приовражных участков и ниже бровки формируются «снежный карниз», который может сохраняться вплоть конца снеготаяния. В это же время в средних частях снос преобладает над аккумуляцией, вследствие чего высота снежного покрова здесь заметно меньше. На склонах южных экспозиций мощность снега увеличивается при движении вниз по склону.

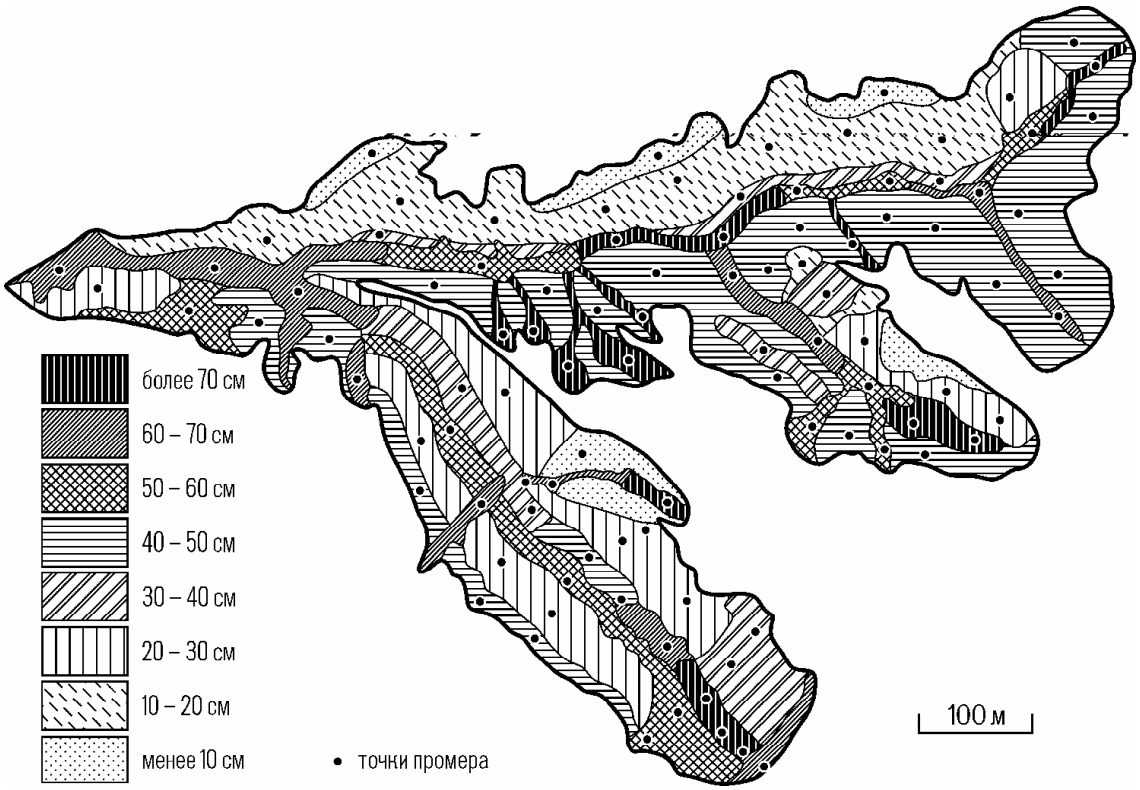


Рис. 1. Высота снежного покрова в овраге «Пятиглавый» (Семилукский район Воронежской области) (февраль, 2018 года)

Наибольшая амплитуда колебаний высоты снега отмечается на днище оврага. На участках занятых древесно-кустарниковой растительностью, она достигает 95 см. В устьевой части и затененных местах - 60-70 см, в районах расширения днища и отсутствия растительного покрова падает до 38-45 см. Высокие снегозапасы характерны для полузакрытых вершин отвершков оврага.

Проведенные измерения показали, что высота снежного покрова довольно хорошо соотносится с подурочищами и фациями, и может выступать как критерий выделения границ ландшафтов. При этом на склонах оврагов особенности снегонакопления позволяют детализировать летнюю ландшафтную карту, путем выделения фаций верхней средней и нижней частей склона.

Таяние снега, наряду с ливневыми осадками являются основными факторами роста оврага. Промокший в весеннее время грунт в большей мере подвержен денудации, а талые воды активизируют развитие оползневых, эрозионных и дефлюкционных процессов. В 2010 году на склоне юго-западной экспозиции южного отвершка оврага, образовалась эрозионная рытвина, которая к весне 2018 года выросла в новый отвершек, протяженностью 76 м, шириной 32 м и глубиной 11 м. Отвершек продолжает расти. Только за период снеготаяния 2018 года он увеличился в длине на 150 см. По склонам наблюдались процессы отседания и сползания крупных блоков грунта объемом до 10 м^3. К весне 2019 года все установленные реперы были утрачены за счет линейной и боковой эрозии. За период с 2016 по 2018 год длина оврага увеличилась более чем на 6 м.

Основная причина активизации эрозии на этом участке, заключается неправильном размещении объектов гаражного строительства, которые перераспределили сток, направив его в небольшое понижение, находящееся у бровки овражного склона. В результате перемычка, отделяющая понижение от склона оврага, была выработана, и овраг начал активный рост. При сохранении нынешних темпов роста овраг уже в ближайшие несколько лет может достигнуть построек гаражного кооператива.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-45-360005 р_а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко А.Г. Избранные труды (К 90-летию со дня рождения) / А.Г. Исаченко. – Санкт-Петербург: ВВМ, 2012. – 486 с.

2. Лубенец Л.Ф. Ландшафтная дифференциация снегонакопления в бассейне р. Майма (низкогорья Русского Алтая) / Л.Ф. Лубенец, Д.В. Черных // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов. – Воронеж, 2018. – Т. 1. – С. 215-217.

3. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности и проблемы / Ф.Н. Мильков. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1981. – 400 с.

4. Михно В.Б Основы физико-географического районирования / В.Б. Михно. – Воронеж: Издательство ВГУ, 2005. – 280 с.

5. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения / Э. Нееф. – Мочква: Прогресс, 1974. – 2018 с.

6. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов: (Проблемы методологии и теории) / В.Н. Солнцев. – Москва: Мысль, 1981. – 239 с.

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОПОЧВЕННЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА ПРЕДГОРНОГО КРЫМА В АНТИЧНУЮ ЭПОХУ

Ф.Н. Лисецкий, М.А. Польшина, Ж.А. Буряк
liset@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г.Белгород, Россия

Для реконструкции климатических условий прошлого перспективна интеграция результатов, полученных при изучении двух видов палеоэкологических архивов: хронологии по живой и ископаемой древесине (для выявления высокочастотных изменений) и реликтовых свойств погребенных почв (для определения результатов действия многовековых циклов: от 100 до 500 лет) [2]. Цель работы состояла в использовании разработанных региональных древесно-кольцевых хронологий для современного и античного периодов, установлении связи радиального прироста с климатическими показателями и реконструкции климата древности по дендрохронологическим и палеопочвенным данным.

Для синтеза климатических показателей тепло- и влагообеспеченности использован биоэнергетический подход [1], позволяющий рассчитать годовую величину затрат радиационной энергии на почвообразование (Q, МДж/(м^2·год)). Моделирование пространственной изменчивости величины Q проводили в геоинформационном приложении *ArcGIS* 10.2 с использованием модуля *Spatial Analyst*. По местоположению 32 метеостанций, покрывающих территорию Крыма, и расчетным значениям Q выполнили интерполяцию методом локальных полиномов. Это позволило охарактеризовать переходную полосу смены биоклиматических условий от степной зоны к предгорной лесостепи.

Под насыпью кургана Ак-Кая IX (Белогорский район) было сделано 2325-2350 лет назад [3] перекрытие склепа из бревен молодых дубов (рис. 1). Это позволило получить серии кернов из уникальной по сохранности древесины для последующих дендрохронологических исследований. Мы также отобрали 38 кернов из стволов живых деревьев преимущественно дуба (три вида) со средним возрастом 56 лет (от 22 до 97) в близлежащих к кургану лесных массивах (рис. 2). Керны были получены в сентябре 2016 года с помощью приростного бурава Пресслера (Haglöf 400 mm). Измерения ширины годичных колец проведены в соответствии с общепринятой методикой на устройстве для измерения годичных колец LINTAB-6 (с точностью $1 \cdot 10^{-3}$ мм) в комплекте с платформой TSAP-Win (Professional 4.0).

Радиальные приросты в ископаемой древесине дуба из кургана античного времени были использованы для построения древесно-кольцевой хронологии длиной 49 лет, которая была сопоставлена с приростами годичных колец у современных дубов в близлежащих лесах (12 площадок). Проведено сопоставление почв, погребенных в IV в. до н. э., но расположенных в климатически различных районах Крыма – предгорной лесостепи (под курганом Беш-Оба IV, Белогорский район) и приморской степи (городище Аирчи, у с. Витино). Современный климат в указанных районах имеет существенные отличия. В причерноморской степи по сравнению с центральными предгорьями за год выпадает на 124 мм меньше осадков, а в наиболее засушливые годы общая сумма не превышает 306 мм, температуры самого теплого и самого холодного месяца на 1,4 °С больше и 1,1 °С меньше соответственно.

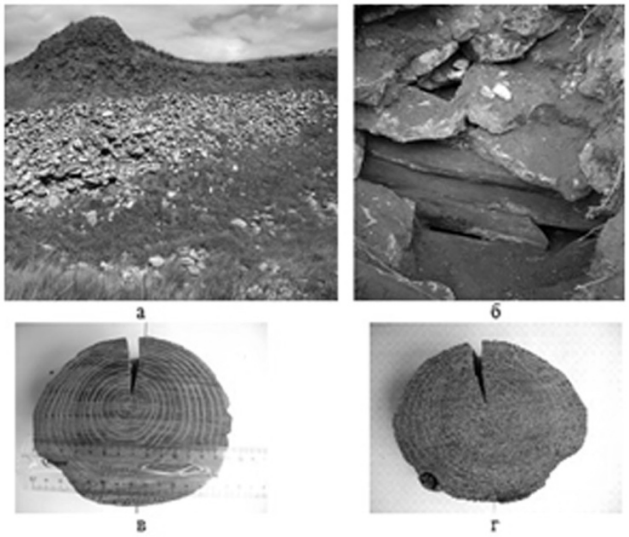


Рис. 1. Стратиграфия археологического раскопа кургана Ак-Кая IX (а); дубовые бревна в погребении IV в. до н.э. (б); спилы бревна (в, г)

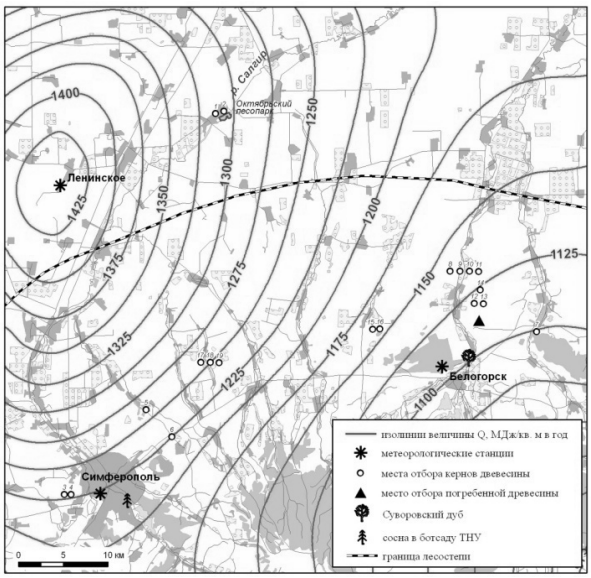


Рис. 2. Распределение расчетных величин затрат радиационной энергии (Q) в зоне перехода от степной зоны к предгорной лесостепи и местоположение объектов дендрохронологических исследований

Статистическое нормирование проводили для преобразования разнородных исходных данных климатических параметров и радиального прироста в одну безмерную (коэффициентную) плоскость значений. Это позволило с использованием Вейвлет-анализа объективно выявить основные гармоники и определить максимальную степень кросскорреляционной зависимости влияния климата на радиальный прирост деревьев.

Современные крымские почвы отличает хорошая степень развитие гумусового горизонта и довольно быстрое во времени достижение квазиравновесного состояния (по гумусированности). Объяснением этому может служить специфика климатических условий Крыма: в связи с продолжительным безморозным периодом и усвоением почвами атмосферных осадков на 73–88% от годовой суммы хорошо проявляется высокая подвижность новообразованного органического вещества по профилю почвы при интенсивном ее промачивании в периоды с низким испарением [4].

Изучение почвенно-климатических отношений позволяет обнаруживать устойчивые результаты долговременных (низкочастотных) изменений природной среды. В античное время наблюдался качественный переход в экологической обстановке, который, вероятно, отразился в демографическом росте скифского населения Степного Причерноморья и Крыма в конце V–IV вв. до н. э., с последующим запустением степей в конце IV–III вв. до н. э. В Северо-Западном Крыму лесостепь античной эпохи включала древесную растительность из дуба, вяза, с участием клена, тополя, ясеня, ольхи, лещины [6]. Но в

современной растительности балок древесных пород немного – груши лесная, лохолистная и обыкновенная, яблоня ранняя, слива колючая. Для реконструкции климатических условий прошлого использован географический аналог – среднерусскую лесостепь (в 600 км к северо-востоку от Северо-Западного Крыма). Сравнительный анализ ландшафтно-климатических обстановок в крымской степи и среднерусской лесостепи позволяет предположить, что лесостепным условиям в античную эпоху на Тарханкутском полуострове могла соответствовать следующая трансформация климатических параметров по сравнению с современностью: превышение сумм осадков от 200 до 230-260 мм в год при уменьшении среднегодовых температур воздуха от 3,4 °С и более. По этим данным можно рассчитать величину Q, при которой могли формироваться леса в условиях Тарханкута: это диапазон 1005-1018 МДж/м^2 в год.

В контактной зоне побережья Черного моря с приморской степью находится городище Аирчи (9 км западнее Евпатории). Место греческого поселения (вторая половина IV-II вв. до н. э.) было унаследовано скифским городищем II в. до н. э. – I в. н. э. По совокупности физико-химических свойств и фракционного состава гумуса у погребенных почв установлено, что биоклиматические условия в интервале от середины – второй половины II тыс. до н. э.и до середины IV в. до н. э. благоприятствовали формированию почв, близких современным темно-каштановым почвам сухостепной зоны Северного Причерноморья. Климатическая обстановка, которая необходима для формирования таких почв характеризуется следующими параметрами: годовые суммы осадков – от 423 до 450 мм, среднегодовые температуры воздуха – от 10,1 до 9,8 °С при величине ГТК 0,6-0,7.

Погребенные почвы под курганом Беш-Оба IV можно диагностировать как серые лесные почвы на элювии карбонатных пород, подстилаемых мергелем с прослоями глин. Аналогом этих почв (но при более укороченном (на 30-35%) гумусовом профиле) можно считать серые лесные влажные почвы под дубовыми и грабовыми лесами на элювиально-делювиальных лессовидных отложениях тяжелого гранулометрического состава, подстилаемых породами, являющимися водоупорами (в западной лесостепной провинции Украины). Таким образом, палеопочвенные данные свидетельствует о том, что климат, который предшествовал IV в. до н. э. отличался большим увлажнением, чем в последующее время, включая современный этап формирования природы в предгорной лесостепи.

Таким образом, глобальные климатические изменения не могли нивелировать территориальных различий в зональном распределении почв и растительности, которые проявлялись в древности сходным образом с современной дифференциацией ландшафтов (рис. 1). Даже в относительно однотипные сверхвековые климатохроны проявлялись, а нередко и становились ведущими, внутрирегиональные различия почв и ландшафтов, обусловленные орографическими, позиционными и иными факторами климатообразования.

Проведено сопоставление радиальных приростов в кернах погребенной древесины (рис. 1) и объекта-аналога (дуб пушистый у с. Пролом). В результате кросскорреляционного анализа величины Q за период1987-2016 гг. было определено, что при временных сдвигах результаты реконструкции имеют наилучшее подобие (r=0,54) с хронозоной 1922-1961 гг. Это позволило по этому периоду установить особенности климата античного времени для современного ареала предгорной лесостепи. В период от 2310 до 2285 лет назад климат характеризовался следующими величинами показателей: среднегодовая температура воздуха 10,2 °С, сумма осадков – 457 мм в год, величина годовых энергетических затрат на почвообразование (Q – 1030 МДж/м^2 (при величине вариации 21,5%)). Так как время, которое необходимо для формирования дубово-широколиственных лесов, исчисляется в 100-500 лет [7], то как минимум 24-28 веков назад в крымском предгорье вместо нынешних островных массивов («дубков») на черноземах карбонатных щебнистых и дерновых почвах на элювии плотных карбонатных пород доминировали дубравы под серыми лесными почвами. Таким образом, в предгорной лесостепи внутривековые колебания климата до середины IV в. до н. э. определяли его отличие от современной эпохи в большей степени увлажнения (на 4%) при некотором снижении обеспеченности

теплом и более высоком (на 6%) потенциале почвообразования. Это в целом способствовало лучшим условиям для произрастания предгорных дубрав.

Общие закономерности дифференциации условий почвообразования на территории Крымского полуострова были установлены по распределению величин Q. Более детально выполнена интерполяция по расчетным значениям Q для территории Равнинного Крыма с быстрой сменой биоклиматических условий (рис. 2). Примечательно, что в зоне перехода (экотоне) от степной зоны к предгорной лесостепи наблюдается резкий скачок значений: в северо-западном направлении величина Q увеличивается на 75 МДж/м^2 на каждые 10 км. Объективность существования границы «степь-лесостепь» как зонального экотона обоснована по результатам изучения границы между лесостепной и степной зонами, что отражается в таких индикаторных признаках, как влажность почвы, содержание карбонатов, солевой режим и др. [5].

Об амплитуде палеоэтапов позднего голоцена (последние 2800 лет) в определенной степени можно судить по особенностям хроноорганизации климатической системы за период вековой длительности, что могут обеспечить длинные ряды метеопараметров инструментального периода наблюдений. По амплитуде внутривековых колебаний среднегодовых температур (2ºС) и годовых сумм осадков (до 18%) можно оценить отклонение величины Qот нормы – до 180 МДж/(м^2·год). При устойчивых изменениях климата такого порядка вероятна возможность пульсирующей миграции почвенно-географических подзон в пределах Равнинного Крыма на 43-52 км. Поэтому для условий Крымского полуострова, где ширина распространения ареалов черноземов южных находится в пределах 20 км, черноземов предгорий – 30-35 км, темно-каштановых почв – 40 км, возможность трансформирующей эволюции почв на протяжении всего голоцена можно признать обоснованной.

Оценка климатических условий в IV в. до н. э. показала, что более благоприятные условия для произрастания лесов в предгорной лесостепи, при которых были сформированы лесные почвы (они сохранились под курганами), существенно не отличались от современности. Это позволяет отнести островной характер современных лесов как реликтов более широко распространенных здесь дубрав не на аридизацию климата в последние 2300 лет, а на счет антропогенного фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования / В.Р. Волобуев. – М.: Наука, 1974. – 126 с.

2. Иванов И.В. Сверхвековая периодичность солнечной активности и почвообразование / И.В. Иванов, Ф.Н. Лисецкий // Биофизика. – 1995. – Т. 40, № 4. – С. 905-910.

3. Колтухов С.Г. Курган IV Аккайского (Белогорского) курганного могильника / С.Г. Колтухов // Древности Боспора. – 2006. – Т. 9. – С. 228-259.

4. Лисецкий Ф.Н. Моделирование развития черноземов в зоне степи и разработка метода почвенно-генетической хронологии / Ф.Н. Лисецкий, В.Ф. Столба, П.В. Голеусов // Почвоведение. – 2016. – № 8. – С. 918-931.

5. Малая Ю.И. Экологические особенности экотона «Лесостепь-степь» / Ю.И. Малая // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1(6). – С. 1489-1492.

6. Щеглов А.Н. Северо-Западный Крым в античную эпоху / А.Н. Щеглов. – Ленинград: Наука, 1978. – 258 с.

7. Matveev S.M. Climatic changes in the East-European forest-steppe and effects on Scots pine productivity / S.M.Matveev, Yu.G. Chendev, A.R. Lupo, J.A. Hubbart, D.A. Timashchuk// Pure and Applied Geophysics. – 2017. – Т. 174, № 1. – С. 427-443.

ДИНАМИКА КЛЮЧЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ С 1961 ПО 2018 ГГ. И ЕЁ ОТРАЖЕНИЕ В ПРИРОСТЕ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

С.М. Матвеев, Д.А. Тимащук
lisovod@bk.ru

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г.Воронеж, Россия

Изменения климата, вызванные естественными причинами и значительно усиленные антропогенным воздействием (в первую очередь – изменением подстилающей поверхности, особенно – уничтожением лесного покрова), наиболее выражены в экотонах: на границе ландшафтных и климатических зон, в том числе – в лесостепи. Глобальное потепление проявляется не только в непосредственном росте средних годовых и сезонных (особенно зимних) температур воздуха, но в не меньшей степени – в увеличении их амплитуды, в частоте повторяемости и интенсивности ливневых осадков (при небольших колебаниях их суммы), в увеличении частоты и силы опасных погодных явлений.

Растения, особенно древесные, чутко реагируют на колебания и изменения ключевых характеристик климата, отражая их в колебаниях величины радиального прироста.

В нашем исследовании рассмотрены ключевые характеристики климата (среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха, суммы атмосферных осадков), а также рассчитаны значения гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) [4] по данным наблюдений двух метеостанций: «Воронеж» и «ВГПБЗ». Метеостанция «Воронеж» (№34123, географические координаты 51° 40' с.ш., 39°13' в.д.) входит в единую гидрометеорологическую сеть Всемирной службы погоды [3]. Метеостанция Воронежского государственного природного биосферного заповедника («ВГПБЗ») [1] расположена на территории Усманского бора (географические координаты 51°52' с.ш., 39°21′ в.д.). Расстояние между метеостанциями составляет 40 км. Рассчитанный нами ранее коэффициент корреляции (r) между суммами атмосферных осадков по метеостанциям «Воронеж» и «ВГПБЗ» составляет 0,68, между значениями средних температур по тем же метеостанциям – 0,7 [2].

Данные средней ширины годичных колец деревьев сосны обыкновенной представлены по 22 кернам древесины, отобранным нами в 2015 г. возрастным буравом (по 2 керна с одного дерева) на высоте 0,5-1,0 м в чистом сосновом древостое Усманского бора (ВГПБЗ, кв. 487, выдел 6). Тип лесорастительных условий – свежая суборь (B_2), тип леса – сосняк травяной с дубом (ССРТ). Для датировки и измерения ширины годичных колец использовали измерительный комплекс LINTAB-6 с пакетом прикладных программ TSAP-Win [5].

На рисунках 1 и 2 представлена помесячная динамика сумм атмосферных осадков (Р, мм), и средних температур воздуха (Т, ºС) за гидрологический год (октябрь-сентябрь) по данным наблюдений метеостанций «Воронеж» и «ВГПБЗ» за период с 1961 по 1990 гг., на рисунках 3 и 4 – за период с 1989 по 2018 гг.

На графиках отчётливо видно значительное снижение сумм атмосферных осадков за ноябрь – декабрь и июль в 1989-2018 гг. и повышение июньских осадков и сентября – октября, особенно по метеостанции «ВГПБЗ». В результате произошла «разбалансировка» кривых сумм атмосферных осадков и температур воздуха как в начале холодного периода, так и, особенно, – в летний период.

Среднегодовые температуры воздуха за период 1961-1990 гг. по метеостанциям «Воронеж» и «ВГПБЗ» составляют соответственно: 6,1 ºС и 5,3 ºС. Среднегодовые суммы осадков за тот же период: 580 мм и 643 мм.

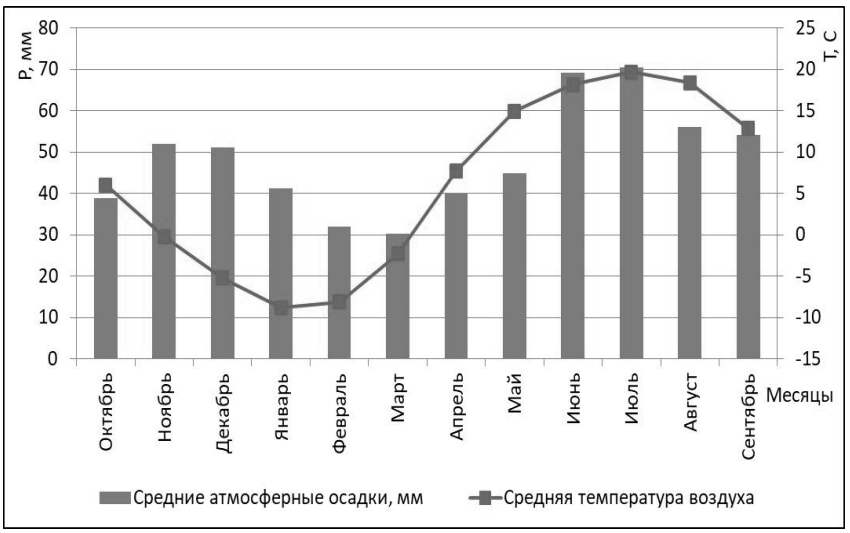


Рис. 1. Помесячная динамика сумм атмосферных осадков (P, мм) и средней температуры воздуха (T, ºC) с 1961 по 1990 гг. по данным метеостанции «Воронеж»

Рис. 2. Помесячная динамика сумм атмосферных осадков (P, мм), средней температуры воздуха (T, ºC) с 1961 по 1990 гг. по данным метеостанции «ВГПБЗ»

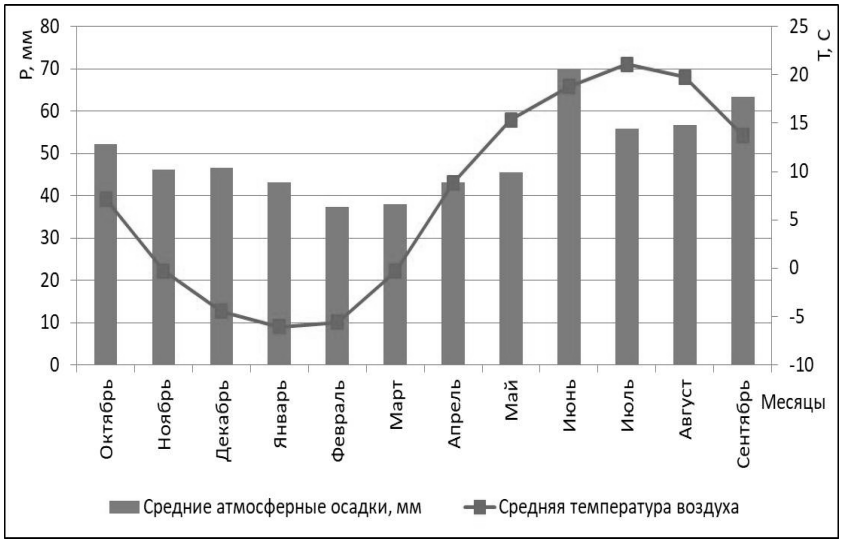


Рис. 3. Помесячная динамика сумм атмосферных осадков (P, мм) и средней температуры воздуха (T, ºC) с 1989 по 2018 гг. по данным метеостанции «Воронеж»

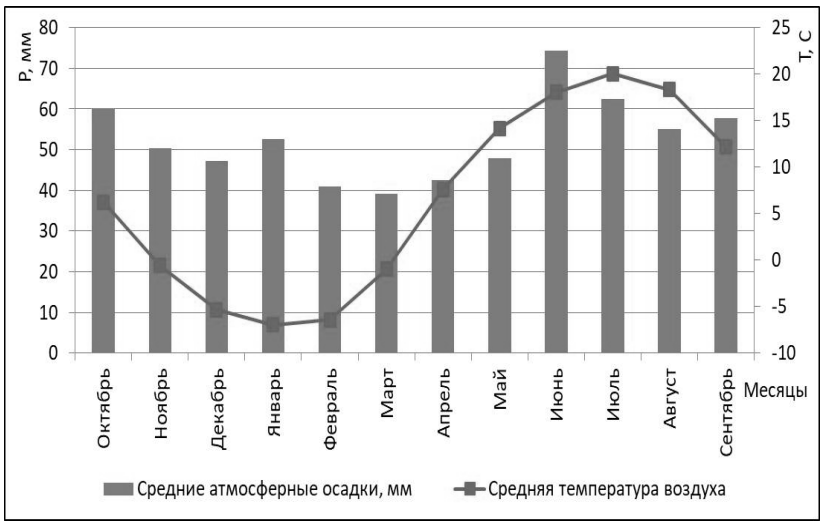


Рис. 4. Помесячная динамика сумм атмосферных осадков (P, мм), средней температуры воздуха (T, ºC) с 1989 по 2018 гг. по данным метеостанции «ВГПБЗ»

За период 1989-2018 гг. среднегодовые температуры воздуха по метеостанциям «Воронеж» и «ВГПБЗ» составляют соответственно: 7,4 ºС и 6,4 ºС. Среднегодовые суммы осадков за тот же период: 598 мм и 630 мм. Осредненные за тридцатилетний период данные ключевых характеристик климата показывают, что климат в районе лесного массива Усманский бор является более прохладным и влажным. В то же время, наблюдается выраженная тенденция роста температур воздуха в период 1989-2018 гг. и разнонаправленное изменение среднегодовых сумм осадков: по метеостанции «Воронеж» их количество возросло (на 18 мм), тогда как по метеостанции «ВГПБЗ» снизилось (на 13 мм). Разность температур «городской» и «лесной» метеостанций даже возросла на 0,2 ºС.

На совмещённых графиках характеристик климата и относительных индексов прироста сосны обыкновенной (рисунки 5а и 5б) хорошо заметно увеличение амплитуды колебаний как сумм атмосферных осадков (особенно по метеостанции «Воронеж»), так и прироста сосны в 1989-2018 гг.

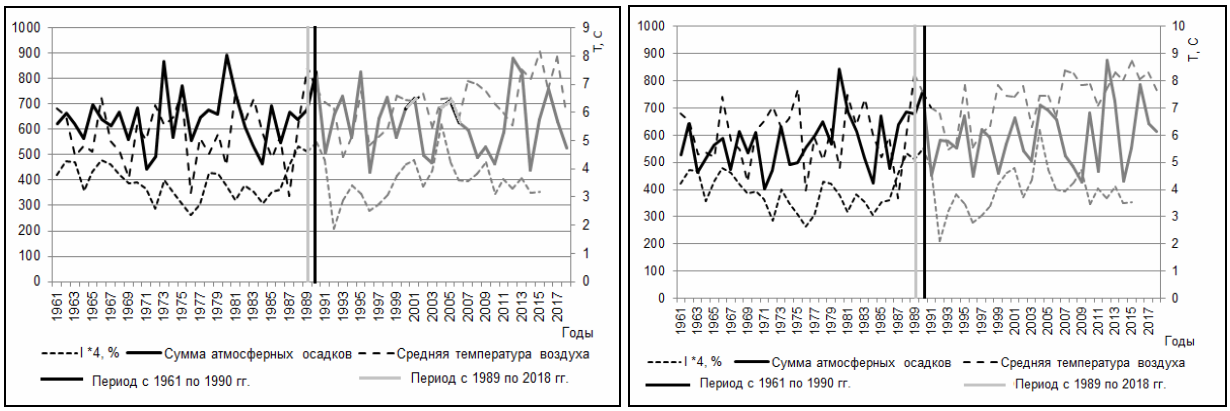


*Рис. 5. Динамика характеристик климата (средней температуры воздуха и сумм атмосферных осадков) и относительных индексов прироста сосны обыкновенной (I *4, %) с 1961 по 2018 гг. а) – по метеостанции «ВГПБЗ»; б) – по метеостанции «Воронеж»*

Среднее значение ГТК за период 1961–2018 гг. по метеостанции «ВГПБЗ» составляет 1,2, по метеостанции «Воронеж» – 1,09, т.е. ГТК также характеризует более прохладный и влажный климат в лесном массиве Усманский бор.

Значение ГТК более 2 наблюдалось на метеостанции «Воронеж» один раз, в 1980 г. (2,24), на метеостанции «ВГПБЗ» – дважды: в 1980 г. (2,41) и в 2013 г. (2,14).

Значение ГТК менее 0,6 наоборот, дважды наблюдалось на метеостанции «Воронеж»: в 1963 г. (0,58) и 1971 г. (0,52) и один раз на метеостанции «ВГПБЗ» – в 1971 г. (0,51).

На совмещённом графике ГТК и относительных индексов прироста сосны обыкновенной (рисунок 6) хорошо прослеживается сходство в динамике названных показателей, хотя количественные характеристики прямого сходства не показывают.

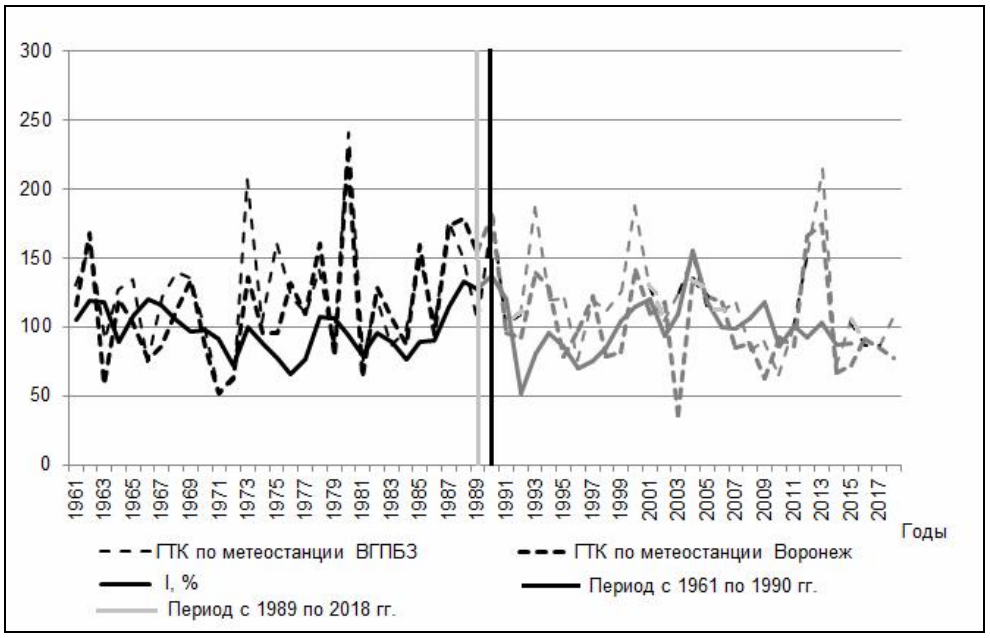


Рис. 6. Динамика ГТК и относительных индексов прироста сосны обыкновенной (I, %) с 1961 по 2018 гг. по метеостанциям «Воронеж» и «ВГПБЗ»

Основными результатами исследования можно считать количественное подтверждение роли лесного массива Усманский бор в увлажнении и смягчении климата региона, а также некоторое снижение этой роли в последнем 30-летии, особенно в отношении атмосферных осадков. Значимым результатом считаем выявленные нами тенденции разбалансировки помесячных значений температур воздуха и атмосферных осадков как по «городской», так и по «лесной» метеостанциям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базильская И.В. Закономерности и отклонения в годовом цикле климатического режима Воронежского биосферного заповедника (по данным 1997-2006 гг.) / И.В. Базильская // Труды Воронежского биосферного гос. заповедника. – Вып. 24. – Воронеж: ВГПУ, 2007. – С. 6-21.

2. Матвеев С.М., Тимащук Д.А. Дендроклиматический анализ 200-летнего древостоя сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) в Воронежском государственном биосферном заповеднике / С.М. Матвеев, Д.А. Тимащук // Лесоведение. – 2019. – №2. – С. 1-12.

3. Погода и климат – Климат Воронежа [Электронный ресурс], 2016 / http://www.pogoda.ru.net/climate/34123.

4. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г.Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып.20. – С. 165-177.

5. Rinn F. TSAP. Version 3.0. Reference manual. Computer program for time series analysis and presentation. Heidelberg, – 1996. – 264 p.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РИТМИКИ КЛИМАТА И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАМБИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Л.А. Межова, З.М. Сагова, А.М. Луговской
lidiya09@yandex.ru, zairasag@yandex.ru, alug1961@yandex.ru

Воронежский государственный педагогический университет,
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия
Московский государственный областной университет, г.Москва, Россия

Изучение флуктуации лесных ландшафтов Центрального Черноземья имеет особое значение в настоящее время, так как позволяет прогнозировать их функциональный режим в будущем. С точки зрения изучения лесных достопримечательностей изучение флюктуаций на коротких интервалах имеет особую ценность, так как позволяет делать прогнозы на обозримое будущее. Это позволяет выбрать оптимальный путь сохранения и использования лесных достопримечательностей. Авторами была предпринята попытка характеристики динамики экосистем малых промежутков времени на основе дендрохронологических данных. Дендрохронологические данные были собраны в период летних полевых сезонов 2015-2018 гг. Отбор дендрохронологических данных осуществлялся с использованием методических рекомендаций, обоснованных Н.В. Ловелиусом [4]. Измерения колец проводились от края к центру по наибольшему уровню прироста. Учитывая, что прирост в молодом возрасте заметно выше, 15 годовых колец древесины от центра не измерялись. В большинстве случаев кольца характеризуются эксцентричностью. Это явление объясняется положением дерева относительно солнца, неодинаковым развитием частей кроны, влиянием повторяющихся ветров в преобладающем направлении и т.д. Определение эксцентричности для каждого местообитания определялась по спилам. Измерение годовых колец проводилось как по спилам, так и по кернам, полученным с помощью бура. Чтобы исключить влияние случайных факторов, данные были получены по 10 экземпляров каждой древесной породы для большинства исследованных местоположений. Исключение составили только несколько образцов, полученных в лесополосах Эртильской степи, по причине трудности выбора модельных деревьев в пределах одинаковых местоположений.

На камбиальный прирост оказывает существенное влияние загрязнение окружающей среды. По данным, полученным А.М. Луговским, на изменение камбиального прироста оказывает влияние загрязнение в 0.3 ПДК [3]. В связи с этим образцы для исследования отбирались на удалении не менее 30 км от стационарных источников выбросов и от автодорог – 1-го км. Пункты отбора дендроиндикационного материала были размещены в пределах южной и типичной подзон лесостепи. Основные черты динамики климата сходны для всего Среднего Дона. В связи с этим можно заключить, что дендроиндикационный материал, полученный даже с одного пункта, достаточно характеризует ритмическую структуру приростов деревьев данной породы для всех аналогичных местоположений в пределах изучаемого региона.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием пакетов программ GRID и STATISTICA. Постройка дендрограмм и другая графическая обработка данных проводились с помощью программы Microcal Origin, version: 3.5, Частотный анализ прироста выполнен с использованием программы STATISTICA.

Для выявления ритмов векового и внутривекового ранга применялось сглаживание натурального ряда по способу скользящих средних. Для того, чтобы графически отобразить ритмы разной размерности были использованы 10-ти летние скользящие средние (рис.1.).

Здесь прямыми линиями соединены пики на кривой осадков. Длины этих линий соответствуют 44-м годам, т.е. полупериоду векового ритма.

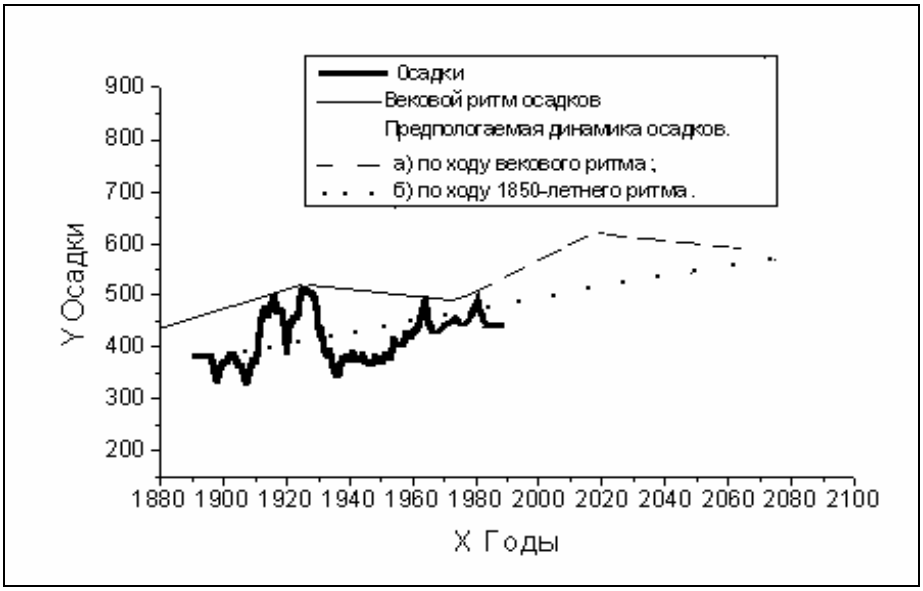


Рис. 1. 1850-летняя и вековая ритмичность динамики осадков теплого периода года на примере Каменной Степи. Примечание: Натуральный ряд сглажен по 10-летиям с использованием опции «smuthing» программы «Origin»

Следующий вековой максимум осадков следует ожидать около 2018 года. Должно учитывать, что вековой ритм наложен на реализацию 1850-летнего ритма. Для современной тепло-сухой эпохи характерно возрастание теплообеспеченности и влагообеспеченности. В связи с этим, сравнительно со 2-й половиной XIX в., более выраженных засушливых периодов, ожидать не следует.

Рассмотрев основные черты динамики осадков, обусловленной преимущественно ритмикой пульсаций Земли, перейдем к оценке флюктуаций температуры (рис. 2).

Современная тепло-сухая эпоха характеризуется тем, что осадки и температура возрастают синхронно по ходу 1850-летнего ритма. Особенностью векового хода теплообеспеченности является заметное отличие от динамики осадков.

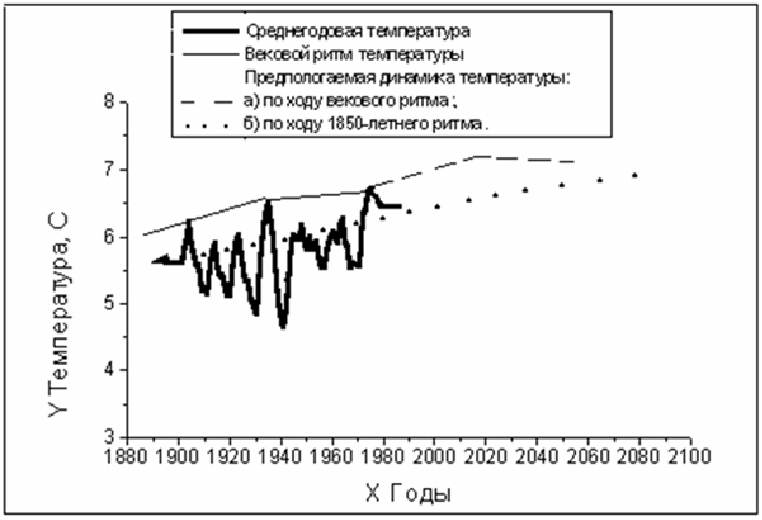


Рис. 2. 1850-летняя и вековая ритмичность динамики среднегодовой температуры на примере Каменной Степи. Натуральный ряд сглажен по 10-летиям с использованием опции «smuthing» программы «Origin»

На графике можно заметить некоторые особенности динамики среднегодовой температуры. Достаточно отчетливо проявляется роль 11-ти и 44-летней ритмичности. Здесь можно выделить малые и большие пики температуры. Хорошо выражена тенденция по-

вышения температуры по ходу реализации 1850-летнего ритма. Соединив 44-летние максимумы линиями, можно получить представление о вековой ритмичности. Заметим, что последняя крайне слабо выражена. Доминирование осциляций с периодом в 11, 44 и 1850 лет свидетельствует о том, что преобладающим фактором динамики среднегодовой температуры является солнечная активность

Наиболее длительный хронологический ряд был получен на материале Quercusrobur L. Прежде всего, в динамике прироста этой породы проявляется ход 1850-летний ритм увлажненности. Изучение функционального режима дуба черешчатого показало, что прирост дуба обусловлен, прежде всего, условиями увлажненности. Исследуя динамику осадков, температуру и солнечную активность, определить особенности образования ритмического рисунка прироста дуба. В частности, можно обратить внимание на относительно слабую выраженность векового ритма. Всплески прироста отмечаются в периоды повышенной солнечной активности и осадков. Средний период колебаний близок к 24 г.

В ритмическом ряду прироста дуба проявляется неоднородность. Так называемые циклы Брюкнера приурочены к вековым максимумам осадков. Следует отметить, что промежуток времени между минимумами прироста составляет около 35 лет. Во внутривековые эпохи понижения осадков периоды осциляций прироста укорачиваются и по своей гармонике приближаются к ритмике солнечной (геомагнитной) активности

Полученные авторами данные позволяют говорить о том, что ритмичность прироста березы, ясеня, сосны обусловлена ходом увлажнения еще в большей степени, чем у дуба. Реализация векового ритма наиболее выражена у пород древесных растений, произрастание которых в условиях лесостепи характеризуется как неустойчивое. В наибольшей степени это справедливо по отношению к березе, сосне, ясеню, тополю. Здесь отчетливо проявляется ход векового и 11-летнего ритмов прироста. Здесь отображен ход прироста тополя черного, а также динамика температуры, осадков, солнечной активности. Отметим, что образцы были взяты у деревьев, произрастающих в рукотворных насаждениях на плакорах типичной лесостепи. Такие местоположения являются нетипичными для этой породы. Здесь можно видеть, что положительная корреляция солнечной активности с приростом отмечается только для периодов, характеризовавшихся высокими осадками. Во время спада осадков, по ходу векового ритма, солнечная активность практически не оказывает влияния на прирост деревьев. Внутривековые всплески прироста приурочены к периодам понижения температуры и повышения осадков. Увлажнение выступает в качестве лимитирующего фактора.

Для динамики прироста пород, которые относительно неприхотливы к увлажненности, ход векового ритма увлажнения практически не выражен. В изменении прироста этих пород характерны циклы Брюкнера. Проявление этого типа ритмики обусловлено повторяемостью периодов со сходными экологическими условиями. Вершинам этих циклов, в данном случае, соответствуют тепло-влажные моменты. При этом наблюдается преобладающая зависимость от хода среднегодовой температуры и параэкологического фактора – солнечной активности. В качестве примера, прежде всего, следует назвать грушу (PyrusrossicaDanil.). Заметим, что этот вид распространен преимущественно в южной и типичной подзонах лесостепи. К северу он замещается P. comunis L. Здесь можно видеть типичный пример формирования иррегулярного или Брюкнеровского ритма. Наибольший прирост груши отмечается на всплесках среднегодовой температуры при высоком уровне солнечной активности. В частности, обращает на себя внимание самая высокая волна прироста, совпадающая с вековым пиком солнечной активности. Можно заметить, что в ходе прироста имеются малые и большие экстремумы. Первые соответствуют повышению только температуры, а вторые приурочены к всплескам солнечной активности с одновременным увеличением теплообеспеченности. Таким образом, полная продолжительность ритма прироста груши составляет около 35 лет. Как можно заметить, что на ход прироста груши заметно влияет 1850-летний ритм теплообеспеченности.

Рассмотренные ранее ритмы прироста были относительно хорошо изучены. Этого нельзя сказать о 4-х летнем ритме. Вместе с тем, он может иметь большое диагностическое значение.

На всех дендрограммах выявляется так называемый ритм натурального ряда или «белый шум» продолжительностью в 2-7 лет. Такие волны правильнее было бы именовать «фликкер-шумом». В физике так называются низкочастотные упорядоченные колебания, в отличие от «белого шума» (Жвирблис). Согласно Е.В. Максимову, этот ритм носит глобальный для вселенной характер [5]. Он обнаруживается в частоте вспышек сверхновых звезд, в слоистости древних осадков. Временной интервал между элементарными пиками изменяется в сравнительно широких пределах. Для изучения низкочастотных колебаний прироста различные виды сглаживания ряда плохо подходят. Этот способ графической обработки как раз и применяется для того, чтобы избавиться от ритма натурального ряда. В связи с этим, для выявления закономерностей «фликкер-шума» автором были использованы частотные спектры, полученные с помощью программы «STATISTICA». Следует заметить, что для выявления ритмов большей продолжительности этот способ очень неудобен. Обычно хорошо заметные ритмы оказываются, размыты по нескольким точкам на периодограмме. Фликкер-шум характерен для всех пород, произрастающих на самых разнообразных местоположениях. Однако, он наиболее выражен у пород наименее устойчивых к засухе. В частности, значительная выраженность низкочастотных осцилляций выражена у березы и вяза. В приросте этой породы велика роль ритмов по продолжительности, сходных с циклами солнечной активности. Сходный частотный спектр имеет динамика осадков теплого периода. Таким образом, можно предположить, что 4-х летний ритм прироста обусловлен «фликкер-шумом» осадков.

Следует заметить, что среди этих коротких колебаний можно выделить две разнородные группы. К одной из них относятся колебания, которые отслеживают динамику одного, главного фактора. Их следует считать прямым следствием космических ритмов. К другой группе принадлежат те из них, которые являются следствием разного соотношения тепла, влаги и множества других факторов. Можно сформулировать общую закономерность. Она заключается в том, что чем более значимым является какой-либо из факторов внешней среды для прироста породы, тем больше будут совпадать их частотные спектры.

Выраженность «фликкер-шума» может служить хорошим диагностическим признаком для оценки динамического состояния насаждений. Чем более выражены низкочастотные колебания тем, тем больше вероятность трансформации данного насаждения под воздействием внешних природных факторов. Эта особенность прироста характерна для главной лесообразующей породы всех лесных экосистем, находящихся в состоянии регрессии.

Об экологическом значении ритма с гармоникой около 4-х лет свидетельствует периодичность засух. Для выявления воздействия засух на прирост дуба нами была использована методика С.И Костина, которая основана на сопоставлении частотных характеристик двух явлений. Совпадение частоты является, как правило, не случайным и свидетельствует об их взаимной связи. По дендрохронологическому ряду, сглаженному методом скользящих средних, выявлялись годы с повышенным и пониженным приростом. При этом учитывались отклонения от сглаженной кривой, составлявшие 10% и более. Для установления связи низких приростов с засухами были использованы данные о неурожайных годах (Вейнберг, Костин, Скрябин) [1, 2].

Было выявлено, что с 1731 по 2018 было 89 благоприятных для роста лет. В данном районе средняя повторяемость благоприятных лет составляет 3.42%, или в каждое десятилетие наблюдается среднем три благоприятных года. Можно предположить, что такая периодичность засух является следствием интерференции упорядоченных осцилляций осадков и температуры, которые обусловлены 4-х летним ритмом деятельности Солнца.

Оценив общие особенности ритмики климата и прироста древесных растений можно перейти к изучению ритмики природных систем.

Таким образом:

- 1850-й и вековой ритмы прироста главных лесообразующих пород Среднего Дона определяется в основном динамикой осадков;

- хронологическая структура природных процессов заметно различается в ритмах разной продолжительности. По мере увеличения периода ритма, возрастает экологическая значимость независимого хода тепло- и влагообеспеченности. Напротив, чем меньше период ритма, тем незначительнее влияние этой климатической закономерности;

- степень влияния геомагнитной активности на деятельность камбия обусловлена толерантностью данного вида к экологическим условиям конкретного местоположения. При оптимальных условиях всплески геомагнитной активности оказывают наибольшее воздействие на увеличение прироста. В пессимальных условиях роль геомагнитного воздействия не проявляется или выражена слабо;

- предположение Н.В. Ловелиуса о возрастании прироста к 2000 году подтвердилось на материале Среднего Подонья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкина ЕА. Влияние климатических факторов на радиальный прирост и анатомическое строение годичных колец larixsibiricaLedeb. / Л.В. Белокопытова, ЕА. Бабушкина, Е.А. Ваганов // Труды Томского государственного университета. Сер. биологическая: Фундаментальные и прикладные аспекты современной биологии Материалы I Всеросс. молодежной науч. конф., поев. 125-летию биол. исслед-й в ТГУ. – Томск: Изд-во ТГУ, 2010. – Т. 275. – С. 12-14.

2. Лисецкий Ф.Н. Анализ дендрохронологических и климатических данных для выявления периодичности природных процессов в зоне лесостепи / Ф.Н. Лисецкий, А.М. Митряйкина // В мире научных открытий. – 2012. – № 2.3(26). – С. 115-136.

3. Луговская Л.А. Дендроиндикационный мониторинг с использованием: анатомического строения сосны обыкновенной и дуба черешчатого в условиях особо охраняемых / Л.А. Луговская, А.М. Луговской. Л.А. Межова // Доклад о государственном надзоре и контроле за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2008 году. – Воронеж: ГУН ВО «ВОТ-Из-во», 2009. – С. 131-135.

4. Ловелиус Н. В. Проявление экстремумов 11- и 22-летнего циклов активности Солнца в приросте древесных растений и природных процессах / Н.В. Ловелиус // Современные проблемы солнечной цикличности. Тр. Г АО РАМ. – СПб., 1997. – С. 135-138.

5. Максимов Е. В. Ритмические явления в космосе. Чтения памяти акад. Л.С. Берга 16–18 марта 1971 г. – С. 18-22.

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРУДАХ Г. ДОНЕЦКА

Э.И. Мирненко
eduard_mirnenko@list.ru

Донецкий национальный университет, г.Донецк, Украина

Водные объекты являются неотъемлемой частью современного урбаноландшифта. Во время процесса урбанизации возникает ряд искусственных водных объектов таких как, карьеры, пруды, промышленные отстойники, декоративные водоёмы и т. п. Являющиеся, как правило, водоёмами комплексного назначения выполняющие многочисленных хозяйственные, рекреационную, эстетическую и природоохранные функции. Искусственные водоёмы в урбаноландшафте зачастую занимают место исчезнувших естественных [1].

Фитопланктон – основной, а в некоторых случаях и единственный продуцент первичного органического вещества, на базе которого существует вся биота в водоеме [1]. Продуктивность фитопланктона зависит от комплекса разнообразных факторов (света, температуры, химического режима, хозяйственной деятельности человека). При пере-

грузке водоема биогенами возникает бурное развитие планктонных водорослей – «цветение», по окончанию которого и разложении живых организмов выделяется сероводород, или другие токсические вещества, что приводит к заморам в водоёме и делает воду непригодной для питья [4]. На развитие фитопланктона влияют такие факторы, как свет, температура, а также источников углерода, минеральных и органических веществ.

Целью работы является оценка степени загрязнения водоемов по количественным показателям развития фитопланктона.

Материалом для работ послужили 58 проб фитопланктона, отобранные в Первом и Втором городском пруду г. Донецка. Первый и Второй городской пруд был создан на реке Скоморошина (Бахмутка). Ёмкость Первого и Второго городского пруда при создании составила 1 млн. м^3. площадь водного зеркала в настоящее время составляет 32 и 34 га. Вода из пруда забиралась тремя насосами, которые передавали её в напорный бак у Центральной шахты [5]. Воду из пруда помимо завода использовали бани и пожарные. Для питья вода не использовали никогда. В настоящее время пруды имеют рекреационное значение.

Нами было установлено, что по химическому составу водоемы относятся к жестковатому или карбонатному типу с высокой степенью минерализации, содержащий в общей сумме более 100 промилле растворенных неорганических веществ.

Рис. 1. Средняя температура воды в исследуемых прудах г. Донецка

На рисунке 1 видно представлена среднемесячная температура воды в прудах г. Донецка. Из рисунка 1 видно, что сезонные колебания температуры воды в исследуемых водоемах имеет типичную картину для бореальной географической зоны. В летний период температура воды в поверхностном слое не поднимается выше +27,5°С, а в зимний период минимальная температура 0°С со сковыванием водной массы ледовым покровом.

Таким образом, колебание значений температуры воды в связанно с изменением погодных и климатических условий в период проведения исследований.

Подсчет численности водорослей фитопланктона проводили методом микроскопирования на счетной камере Горяева, полученные результаты показаны на рисунке 2.

Как видно на рисунке 2 суммарная численность фитопланктона имеет разнопиковый характер. В 2017 году в прудах максимальную численность наблюдали в августе (758 тыс. кл/дм^3), численность имеет экспоненциальный подъем с марта по август где численность возрастает более чем двухсот кратном значении. Период «цветения» водоема приходится на август-сентябрь. Для 2018 была отмечена несколько другая картина, здесь наблюдается двухпиковый характер максимального значения численности, с максимальным значением 569 тыс. кл/дм^3 период «цветения» наблюдается с июня по сентябрь.

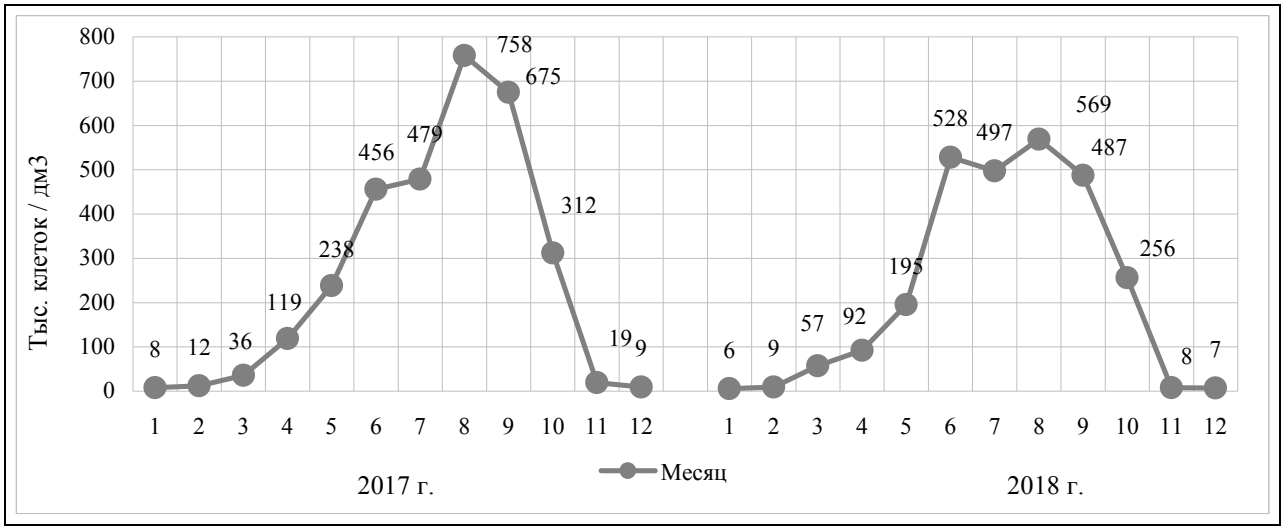


Рис. 2. Средняя численность фитопланктона в исследуемых прудах г. Донецка

Вычисление биомассы фитопланктона производили методом суммирования биомасс отдельных популяций. Полученные результаты показаны на рисунке 3.

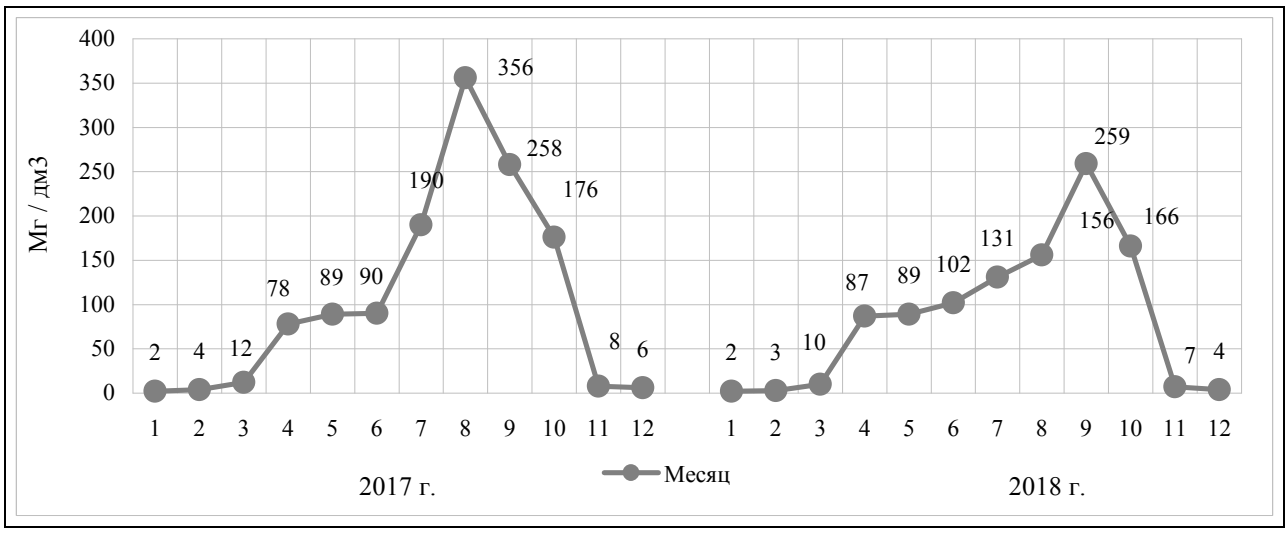


Рис. 3. Средняя биомасса фитопланктона в исследуемых прудах г. Донецка

Динамика изменения плотности биомассы фитопланктона достаточно схожа с численностью, однако ежегодно здесь происходит резкий экспоненциальный подъем в августе-сентябре на 200-300%.

Таким образом, проведенный анализ количественных показателей фитопланктона показывает, что в прудах наблюдается летняя стагнации водоёма, приводящая экспоненциальному росту численности и биомассы фитопланктона в более чем 200% что приводит к «цветению» Первого и Второго городских прудов в августе-сентябре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водоросли: Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н.П. [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.

2. Мокрушин А.В. Биологический анализ качества воды. – Л.: Изд-во АН СССР, 1974. – 59 с.

3. Мирненко Э. И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э. И. Мирненко. – Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.

4. Сиренко Л.А. «Цветение» воды и евтрофирование / Л.А. Сиренко, М.Я Гавриленко. – Киев: Наук. думка, 1978. – 232 с.

5. Стёпкин В.П. Решение водного вопроса / В.П. Стёпкин // Иллюстрированная история Юзовки-Сталино-Донецка. – Донецк: Апекс, 2007. – С. 60.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПОСТРОЕНИЮ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ АРЕАЛА

В.В. Михайлов
mwwcari@gmail.com

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН,
г.Санкт-Петербург, Россия

Воздействие климатических факторов на живые существа могут быть прямыми и косвенными. Прямые воздействия могут вызвать перегрев, переохлаждение, обезвоживание организма или, например, перенос под действием ветра и другие. Косвенные – это опосредованные воздействия климата через изменение запасов и доступности кормов в результате увеличения глубины снежного покрова или образования ледяной корки, изменение плотности популяций кровососущих насекомых, развитием инфекционных заболеваний и изменение других факторов. Мы считаем, что проблемы биоклимата того или иного вида живых существ касаются именно прямого воздействия на них погодно-климатических и радиационных факторов. Эти воздействия определяют величины температурных градиентов и условия теплоотдачи организма животных. Поддержание теплового баланса обеспечивается за счет работы системы терморегуляции, меняющей величины тепловых потоков путем регулирования теплового сопротивления организма или величины теплопродукции.

По современным представлениям, благоприятными для существования животных являются зоны ареала, в которых поддержание теплового баланса происходит за счет работы физиологической системы терморегуляции и регулирования теплоотдачи организма (изменение теплоизоляционных свойств шерстяного покрова и подкожных тканей, потоотделение, адаптивные изменения системы дыхания). Такие зоны называются термонейтральными. На границах термонейтральной зоны (ТНЗ) потоки сброса тепла за счет работы физиологической системы терморегуляции достигают предельных значений. Вследствие этого, за границей зоны поддержание теплового баланса возможно лишь путем регулирования теплопродукции организма животного. При переохлаждении – это увеличение теплопродукции за счет подключения биохимических систем терморегуляции и использования энергии жировой и частично мышечной ткани исключительно для поддержания теплового баланса. При перегреве – уменьшение теплопродукции за счет снижения двигательной и кормовой активности. Как снижение или недобор массы приводит к увеличению смертности и снижению продуктивных показателей животных в популяции. Вследствие этого длительное время вне ТНЗ животные находиться не могут.

Различные районы ТНЗ не идентичны по погодно-климатическим условиям и, соответственно, по реакции на них системы терморегуляции организма животных. Наиболее «напряженными» являются районы вблизи границ ТНЗ, где возможности регулирования теплоотдачи близки к исчерпанию. Небольшое понижение температуры зимой и ее повышение летом может привести к нарушению условий термонейтральности. Наиболее благоприятными являются районы ТНЗ в которой тепловой баланс поддерживается при некотором «среднем» положением регуляторов теплоотдачи, что позволяет в равной степени компенсировать климатические воздействия, ведущие как к перегреву, так и к переохлаждению организма животного.

Отметим, что границы ТНЗ не являются для животных абсолютно жесткими. Спасаясь от кровососущих насекомых, хищников, в поисках наиболее продуктивных пастбищ животные могут переходить в менее благоприятные районы ареала, хотя и не могут находиться там слишком долго. В течение суток периоды активности с небольшим перегревом чередуются с периодами переохлаждения. Важным средством поддержания теплового гомеостаза организма животного является двигательная активность, направленная на поиск и перемещение в районы ареала с наиболее благоприятными макроклиматическими (сезонные миграции) или микроклиматическими условиями (например, закрытые от ветра или, наоборот, хорошо продуваемые участки территории, отдых в положении стоя летом и лежа - зимой).

Не смотря на то, что проблема термонейтральности в концептуальном плане в достаточной мере исследована, при решении практических задач биоклиматического анализа ареала, определении границ и структуры ТНЗ возникают трудности. Это связано с необходимостью учета совместного влияния погодно-климатических и актинометрических факторов на параметры систем терморегуляции животных, неполнотой экспериментальных биологических данных о теплообмене животных и отсутствием соответствующих расчетных схем.

В представленном нами подходе к анализу биоклиматической структуры ареала указанные выше проблемы решаются путем использования модели теплового баланса животного и замены натурных экспериментов на компьютерные. В качестве конкретного объекта исследования выбран северный олень. Северные олени – важнейшая компонента полярных экосистем, основа традиционных систем природопользования коренных народов Севера. Олени обладают совершенной системой терморегуляции, обеспечивающей их устойчивое существование в весьма суровых и контрастных погодно-климатических условиях тундры и северной тайги. Проблемы энергобаланса и терморегулирования оленей всегда привлекали внимание исследователей. В результате получены эмпирические знания, накоплен большой объем данных о тепловом балансе и характеристиках систем терморегуляции, полученных в результате полевых и лабораторных наблюдений и экспериментов [6]. Эта информация была использована нами при разработке и идентификации модели теплового баланса северного оленя.

Модель была основана на следующих биологических концепциях. По признаку вариабельности температуры тела теплокровных животных, выделяют «ядро» - часть тела с относительно постоянной температурой (вариабельность в десятые доли градуса) и «оболочку» (вариабельность от единиц до десятков градусов). Стабильность температуры тела обеспечивается путем балансирования теплопродукции и тепловыделения. Баланс при различных условиях среды и активности животных поддерживается системой терморегуляции, которая включает физиологические, биохимические и поведенческие подсистемы. Механизмы физиологической подсистемы терморегуляция – это пилоэрекция (изменение толщины) меха, изменение кровотока в оболочке, адаптивные изменения в системе дыхания. При температурах воздуха выше 20^{o}C физиологическая система терморегуляции не может обеспечить тепловой баланс оленя. Устранение перегрева происходит за счет снижения уровня метаболизма и, соответственно, теплопродукции организма животного. Пищевая активность ограничивается ночными часами, снижаются затраты энергии на пастьбу, СДД (специфическое динамическое действие пищи) и продуктивный обмен.

Угроза переохлаждения устраняется путем включения систем биохимической терморегуляции, которые обеспечивают компенсацию теплопотерь за счет роста теплопродукции организма животного. Это, как правило, холодовая мышечная дрожь и терморегуляционный мышечный тонус. При использовании биохимических форм терморегуляции организм животного отступает от требования экономии энергии к усиленному ее рассеиванию исключительно, ради защиты от холода. [2]

Модель относится к классу компартментных. Модель двухслойная. Первый слой представлен компартментом «ядра», второй слой – компартментами «оболочки». Это компартменты оболочки головы, шеи, туловища, верхних и нижних частей передних,

верхних и нижних частей задних конечностей. Такая структуризация связана с особенностями тепловых характеристик тела животного и наличием необходимой для модели информации. Источником теплопродукции являются энергия основного и продуктивного обмена, СДД и физическая активность животного. В модели реализованы следующие механизмы терморегуляции: пилоэрекция волосяного покрова, изменение теплового сопротивления тканей оболочки, изменение теплопотерь с дыханием, изменение величин СДД и продуктивного обмена.

Модель построена на основе уравнения теплового баланса животного [1]:

$$FR+FP+Q-E-FEe-FEd=Td,$$

где R – радиационный баланс поверхности кожи, P – теплообмен между поверхностью кожи и шерстяным покровом, а также внешним воздухом ввиду воздухопроницаемости шерсти, F – площадь поверхности кожи, E – теплопотери, связанные с дыханием, Ee – теплопотери потоотделения, Ed – теплопотери, связанные с пассивной диффузией воды с поверхности кожи, Q – теплопродукция организма, Td – тепловой дисбаланс, ведущий к изменению температуры тела животного.

Составляющие теплового баланса взаимосвязаны и в комплексе определяют тепловое состояние организма животного. На рис.1 приведена структура тепловых и радиационных потоков компартмента модели и соответствующие расчетные формулы.

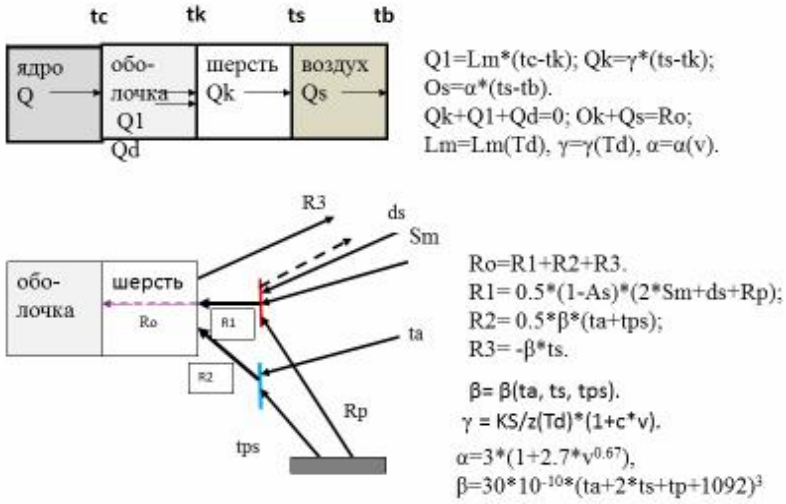


Рис. 1. Структура тепловых и радиационных потоков компартмента модели. tc, tk, ts, tb – температура ядра, поверхности кожи, поверхности шерсти, окружающего воздуха. Lm, γ - коэффициенты теплопроводности тканей оболочки и шерстяного покрова, α – коэффициент теплообмена между поверхностью шерсти и окружающим воздухом путем конвекции, As – альбедо шерсти, Sm, ds – прямая и рассеянная солнечная радиация, Rp – поток радиации с подстилающей поверхности, ta, tps – радиационная температура атмосферы и температура подстилающей поверхности, KS, z – коэффициент теплопроводности и толщина шерстяного покрова, v – скорость ветра.

Входными данными для расчетов являются: температура воздуха, скорость ветра, облачность, осадки, глубина и плотность снегового покрова, прямая и рассеянная солнечная радиация, высота солнца, данные о животном – масса, теплоизоляционные параметры шерстяного покрова и оболочки, характеристики активности животного (перемещение, раскапывание снега, пастьба, отдых).

Счет в модели реализован следующим образом. Первоначально для заданных физиологических характеристик и типа активности животного определяется величина теплопродукции. Затем методом подбора определяется положение регуляторов теплоотдачи, обеспечивающих тепловой баланс организма оленя при заданных значениях погодно-климатических и актинометрических факторов. Подбор проводится в два этапа. На первом синхронно настраиваются механизмы терморегуляции шерстяного покрова и оболоч-

ки, на втором – адаптационные механизмы дыхания. Начальное положение регулятора системы дыхания соответствует заданной внешней температуре воздуха, для шерстяного покрова и оболочки – одинаковые граничные условия регуляторов. Модель реализована в среде моделирования MATLAB.

В качестве примера в табл. 1 представлены данные о температуре кожи различных частей тела оленя, полученные в результате натурных измерений и верификационных модельных расчетов. Подробное описание модели с результатами экспериментов и списком ссылок на использованные литературные источники имеется в работах [4, 5].

Таблица 1. Температура кожи оленя (результаты расчета/натурные измерения)

Части тела	*Температура воздуха* ^oC			
	3	-20	-30	-40
Бок	36.7/36.6	36.3/36.3	36.2/36.2	36.1/36
Верхняя часть конечностей	36.3/36.2	35.4/35.6	35.1/35	34.9/35
Нижняя часть конечностей	31.3/30.6	21.7/21.7	15.6/13.1	9.1/9.3

Методика определения границ и структуры термонейтральной зоны ареала основывается на следующих предположениях. Во-первых, что напряженность воздействия климатических факторов в пределах ТНЗ можно оценить по состоянию системы терморегуляции организма животного. Во-вторых, что напряженность воздействия вне ТНЗ можно определить, добавляя к значению показателя на границе относительную величину теплового дисбаланса организма животного. Справедливость этого предположения подтверждается тем, что показатель напряженности как в пределах ТНЗ, так и за ее границами оценивается сходным образом – по величине теплового дисбаланса - напрямую или по состоянию системы регулирования, непосредственно с дисбалансом связанного. Сопряжение показателей на границе зоны достигается путем использования общего нормирующего параметра.

Поскольку подбор параметров регулирования выполняется в модели в два этапа, то в качестве комплексного показателя состояния системы терморегуляции использована взвешенная аддитивная свертка, веса в которой выбраны пропорциональными вкладу подсистем в общую величину теплоотдачи организма животного. В качестве показателя напряженности воздействия климатических факторов на животных принята нормированная величина свертки. Нормирование выполнено таким образом, чтобы на верхней границе ТНЗ показатель напряженности $K = 1$, на нижней границе $K = 0$. За пределами ТНЗ к показателю напряженности на границе добавляется относительная величина дисбаланса теплопродукции и теплопотерь организма. При перегреве величина показателя напряженности $K < 0$, при переохлаждении $K > 1$. Чем больше относительно единицы или меньше относительно нуля показатель напряженности, тем большая энергетическая цена должна быть заплачена животным для восстановления теплового баланса. Энергетический дисбаланс приводит к падению защитных и репродуктивных показателей животных, вследствие чего олени длительное время в таких условиях существовать не могут.

Процедура формирования биоклиматических полей ареала содержит следующие этапы.

1. Подготовка исходных данных, включая метеорологическую информацию для выделенных в пределах ареала точек (например, мест расположения метеостанций) и данные о животных (физиологическое состояние, параметры систем терморегуляции, форма активности и другие).

2. Проведение расчетов на модели теплового баланса для определения показателей напряженности воздействия климатических факторов в заданных точках.

3. Построение изолиний полей напряженности с использованием ГИС-технологий.

Биоклиматический подход был использован для анализа пространственной структуры таймырской популяции диких оленей. Было установлено, что сезонные перемеще-

ния оленей на Таймыре и в северной Эвенкии позволяют животным постоянно находиться в благоприятных, с точки зрения поддержания устойчивого теплового баланса, условиях. При этом в наиболее важные для благополучия популяции периоды – во время отела и осеннего нагула – животные находятся на территориях с оптимальными биоклиматическими условиями ($0.4 < K < 0.6$) [5].

В домашнем оленеводстве стада распределяются по территории в соответствие с наиболее выгодными биоклиматическими условиями. Представляется весьма вероятным, что климатические особенности местности запечатлены в традиционных знаниях оленеводов, благодаря чему они выбирают для выпаса крупных стад наиболее комфортные для оленей по условиям их термического баланса территории, придерживаясь их даже, при значительном истощении там кормовых ресурсов [3].

Использование компьютерной модели позволило дать объяснения многим региональным особенностям традиционного оленеводства [6]. Обычно основным природным фактором, определяющим его эффективность и устойчивость, считается наличие кормовых ресурсов пастбищ. Однако такая точка зрения не позволяет объяснить некоторых фактов. Не ясно, почему на обширных территориях, где пастбищные ресурсы недоиспользуется, поголовье северных оленей сокращается или остается на низком уровне, несмотря на финансовую поддержку со стороны государства. При этом за последние десятилетия значительный рост поголовья оленей наблюдался только в тундрах Западной Сибири, т.е. в регионе с дефицитом пастбищ, но вместе с тем с лучшими климатическими условиями для оленеводства. Путем моделирования были выявлены территории климатического оптимума для традиционного оленеводства коренных народов Сибири и Дальнего Востока [3, 7].

Рассмотренный нами биоклиматический подход может быть использован для построения прогнозов и оценки расположения благоприятных для существования диких северных оленей и оптимальных для домашнего оленеводства районов при глобальных изменениях климата. Например, при увеличении летней температуры воздуха на 2^oC обширный и благоприятный для оленеводства район от междуречья Анабара-Попигай до Лены может превратиться в область рискованного оленеводства [5].

Работа выполнена в рамках бюджетной темы 0073-2019-0004 при поддержке гранта NSF 1594934 «Taimyr Reindeer Migration Realaysis»

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенштат Б.А. Метод расчета радиационного и теплового баланса животных. Вопросы биометеорологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1974. - Вып. 20 (101). - С. 4-27.

2. Иванов К.П. Биоэнергетика и температурный гомеостазис. – Л.: Наука, 1972. - 168 с.

3. Клоков К.Б., Михайлов В.В. Выявление территорий климатического оптимума для традиционного оленеводства коренного населения Ямало-Ненецкого автономного округа. // Труды государственного аграрного университета. - 2015. - № 40. – С. 105-108.

4. Михайлов В.В. Модель регулирования теплового баланса оленей, учитывающая сезонные изменения радиационных и метеорологических факторов // Труды СПИИРАН, 2013. - Т. 13. – С. 255-276.

5. Макеев В.М., Клоков К.Б., Колпащиков Л.А., Михайлов В.В. Северный олень в условиях изменяющегося климата. - СПб: Лемма, 2014. - 244 с.

6. Соколов А.Я., Кушнир А.Р. Терморегуляция и биоэнергетика северного оленя. - Новосибирск: Изд. СО РАН, 1997. - 178 с.

7. Klokov K.B., Mikhailov V.V. Assessment of Climatic Conditions for Siberian Reindeer Herding on the Basis of Heat Balance Modelling // Arctic. - 2019. - Vol. 72. - N.1. - P. 28 – 42 (https://doi.org/10.14430/arctic67916).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ТУНДРЫ

В.В. Михайлов, М.Р. Пономаренко, В.А. Соболевский
mwwcari@gmail.com

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН,
г.Санкт-Петербург, Россия

Введение. Проблема оценивания запасов и прогнозирования динамики надземной фитомассы растительных сообществ является весьма актуальной. С прикладной стороны растительность тундры – это источник питания северных оленей и других растительноядных животных и птиц, а информация о запасах кормов позволяет оценить кормовую емкость ареалов и предельную численность хозяйственных и промысловых видов. С научных позиций информация о фитомассе важна для исследования влияния климатических факторов на структурные и массовые характеристики растительных сообществ и прогнозирования смещения границ природно-климатических зон в условиях происходящего потепления Арктики. Прогнозирование позволяет оценить величину запасов на перспективу при возможных изменениях условий среды, однако проведение таких расчетов требует разработки моделей, связывающих величину фитомассы растительных сообществ со значениями факторов среды.

Исходными данными для разработки прогнозных моделей являются сведения о сезонной и межгодовой динамике фитомассы видов и сообществ растительного покрова. Получение такой информации традиционными наземными методами связано с проведением дорогостоящих многолетних стационарных исследований [1]. Альтернативный подход связан с использованием многозональных спутниковых снимков и NDVI для оценивания сезонной и межгодовой динамики фитомассы растительных сообществ [5, 7, 8]. Наземные измерения в этом случае необходимы лишь для выявления связи (возможно, нелинейной) NDVI с величиной фитомассы. Объем наземных работ здесь существенно меньше по сравнению с традиционными методами исследования динамики растительных сообществ. В соответствие с данным подходом может быть построена двухкомпонентная модель динамики фитомассы. В первой – динамической компоненте - рассчитывается величина NDVI при тех или иных значениях факторов климата – входах модели. Вторая компонента - калибровочная, и служит для определяется величины фитомассы сообщества по найденным значениям NDVI. Данная работа посвящена построению и анализу динамической компоненты модели.

Растительное сообщество, как объект моделирования представляет собой сложную слабоформализованную биологическую систему, изучение которой детерминированными математическими методами представляется проблематичным. По этой причине в работе применена технология искусственных нейронных сетей (ИНС), позволяющая сформировать модель путем обучения сети по массиву исходных данных.

Материалы и методы. В качестве конкретного объекта для моделирования динамики запасов фитомассы выбран остров Колгуев, (подзона южных субарктических тундр). На острове в 2003-2007 гг. проводились геоботанические исследования [2]. Накоплен обширный материал по картированию типов растительных сообществ с их геоботаническим описанием, спектральными характеристиками и точной географической привязкой рабочих участков. Вблизи участков располагаются две метеостанции – Колгуев-Северный и Бугрино. В качестве модельных были выбраны широко распространенные на острове растительные сообщества мелкоерниковых кустарничково-мохово-лишайниковых тундр и ивняковых пойменных разнотравно-злаково-моховых тундр. NDVI определялся для 12 участков мелкоерниковой тундры и для 6 участков ивняковых сообществ. Для оценивания максимальной величины наземной фитомассы (годового запаса), отбирались космоснимки аппаратов Landsat (6, 8, 9), сделанные с начала третьей декады июля до конца первой декады

августа. В качестве аргументов модели выбраны сумма положительных температур, сумма осадков, средняя скорость ветра, длительность вегетационного периода и время начала вегетации, отсчитываемое с 1 мая. Значения аргументов рассчитаны по данным метеостанций. Для настройки ИНС использовались ряды NDVI и аргументов модели с 1985 до 2017 г. Использовались два варианта денных. В первом значения аргументов определялось для всего периода вегетации, во втором – от начала вегетации до момента определения NDVI. Фрагмент рядов данных показан в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
NDVI - 19	6425	6200	6496	6371	6143	7500	7959	6115	7273	7461	7645
NDVI - 26	6163	6200	6269	6418	6407	6800	7241	6254	4958	6982	7835
Сумма положительных температур, °C	757	666	667	850	1075	1142	1153	818	1053	1449	983
Скорость ветра, m/c	7,4	7,6	6,2	5,1	5	5,6	5,2	5	5,2	5	5,8
Облачность, баллы	8,5	8	7,5	8,5	7,8	8,3	7	8,4	8,2	8	8,3
Сумма осадков, mm/m^2	281	245	203	235	168	221	74,5	74	108	61,6	32
Начало вегетации, дни	43	35	31	29	23	15	23	17	2	15	33
Период вегетации, дни	141	149	153	154	162	163	140	144	177	168	159

Технология ИНС широко используется в настоящее время для решения задач классификации, и картирования растительного покрова, распознавания типов растительных сообществ по космическим снимкам [3, 6]. В отличие от этого, в нашей работе ИНС используются в качестве формального математического аппарата для построения модели динамики фитомассы растительного сообщества. Обучение ИНС проводится по данным о значениях метеофакторов, вегетационных характеристик и индексов NDVI за ряд лет. Цель обучения состоит в том, чтобы обеспечить наилучшее сходство фактических и рассчитанных величин индексов. Обученная ИНС является по сути моделью межгодовой динамики фитомассы растительного сообщества.

Для создания ИНС использовался программный язык Python и программные библиотеки Keras и TensorFlow, используемые для моделирования нейросетевых процессов. Данные библиотеки являются единственным на данный момент открытым программным обеспечением (распространяемым по лицензиям MIT и Apache 2.0), которые до сих пор поддерживаются и развиваются.

Результаты и обсуждения. В целом, набор экспериментов по обучению ИНС включал: обучение по полному набору аргументов (табл. 1) для всего сезона вегетации и для укороченного интервала (с начала вегетации до момента определения NDVI), обучение по расширенному набору с добавлением в состав аргументов NDVI предыдущего года, обучение по ограниченному набору с удалением одного из аргументов. Сравнение ИНС выполнялось по нормированной величине среднеквадратического отклонения рассчитанных на сети и полученных по спутниковым данным значениям NDVI. Величина отклонения (ошибка) характеризует здесь уровень адекватности ИНС реальному природному объекту с учетом того, фитомасса растительного сообщества оценивается дистанционно по величине NDVI.

Результаты экспериментов показали, что ошибка оценивания NDVI по ИНС, обученной по наборам для сезона вегетации составляет для участков первого типа – около 5%, для участков второго типа - около 6%. В качестве примера на рис.1 показаны резуль-

таты расчетов и фактические величины NDVI для участка 19 (мелкоерниковое сообщество) и участка 26 (ивняковые сообщества).

При обучении ИНС по укороченному ряду данных ошибка оценивания возрастает почти в 1.5 раза. Учет предыстории путем включения в состав аргументов NDVI предыдущего года почти не влияет на величину ошибки. Эксперименты с обучением на ограниченных выборках проводились для оценки влияния факторов на адекватность модели. Результаты показали, что наибольшую роль в изменениях NDVI играет сумма температур. При исключении этого фактора ошибка увеличивается с 5 до 8.3%. Затем идет сумма осадков – увеличение ошибки до 7.6%, период вегетации и время начала вегетации – увеличение ошибки до 6.6%. При исключении ветра и облачности из состава обучающей выборки ошибка не увеличивается, что можно объяснить слабой межгодовой изменчивостью этих факторов.

Результаты тестирования ИНС по величине ошибки (5-6%) оказались выше ожидаемых для исходных рядов данных длиной 25 лет, поскольку считается [4], что такой объем информации может оказаться недостаточным для эффективного обучения ИНС.

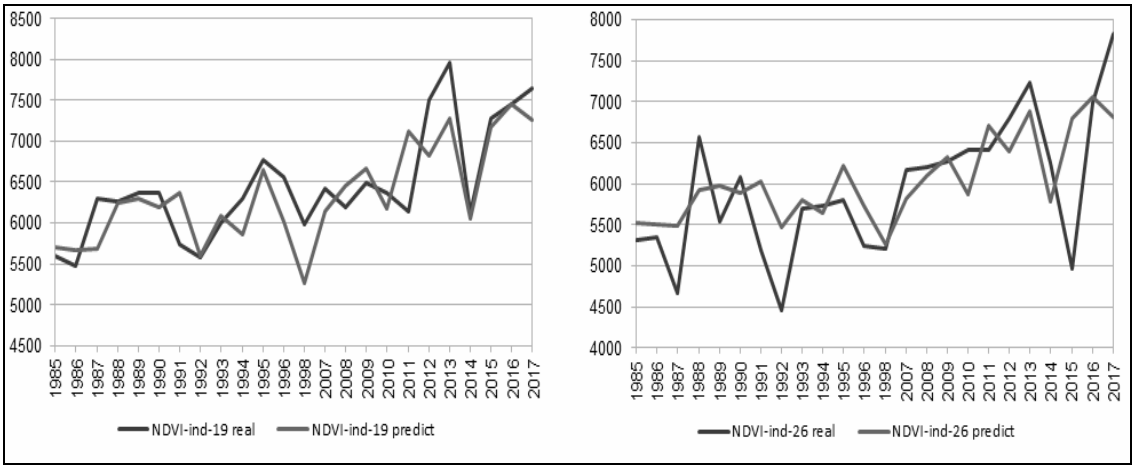


Рис. 1. Фактические и рассчитанные на ИНС данные о межгодовой динамике NDVI, соответствующего максимуму фитомассы для мелкоерниковых (NDVI-ind-19) и ивняковых сообществ (NDVI-ind-26).

Заключение. Отметим, что для сложного слабо формализованного природного объекта, каким является сообщество растений построить полностью адекватную модель принципиально невозможно. И это связано с внутренней присущей объекту неопределенностью, эмпирическим отбором факторов, включенных в состав аргументов обучающей последовательности, неполнотой учитываемых внешних факторов, ошибками их определения, наличием локальных микроклиматических и почвенных условий произрастания сообществ и многих других причин.

Вместе с тем, на представленных данных была доказана принципиальная возможность прогнозирования фитомассы растительных сообществ на основе ИНС с обучением сети по ретроспективным данным о факторах климата и индексе NDVI. Работа была выполнена с использованием данных для растительности тундры. Однако подход к решению задачи – моделирование динамики фитомассы растительных сообществ с использованием ИНС и NDVI является в достаточной мере общим и может быть применен для сообществ других природно-климатических биомов при соответствующей корректировке состава факторов внешней среды.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16 09 00510 и бюджетной темы 0074 2019 0009

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавриненко О.А, Лавриненко И.А. Зональная растительность равнинных восточно-европейских тундр // Растительность России. - СПб.,2018. - № 32. - С. 35–108. (https://doi.org/10.31111/vegrus/2018.32.35).

2. Сезонная и погодовая динамика фитомассы в субарктической тундре. / Отв. ред. В.Н.Андреев. - Изд. Наука СО: Новосибирск, 1978. - 190 с.
3. Chang T., Rasmussen B. P., Dickson B.G., Zachmann L. J. Chimera: A multi-task recurrent convolutional neural network for forest classification and structural estimation // Remote Sensing. - Vol. 11, issue 7, april 2019. - n. 768.
4. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. - Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition. Springer, 2013. - 745 p.
5. Karlsen S.R., Anderson H.B., R. van der Wal, and B. B. Hansen, 2018: A new NDVI measure that overcomes data sparsity in cloud-covered regions predicts annual variation in ground-based estimates of high arctic plant productivity. Environ. Res. Lett., 13:025011
6. Pouliot D., Latifovic R., Pasher J., Duffe J. Assessment of convolution neural networks for wetland mapping with landsat in the central Canadian boreal forest region // Remote Sensing, Vol. 11, issue 7, april 2019, - n. 772.
7. Raynolds M., Walker D., Epstein H., Pinzon J., Tucker C. A new estimate of tundra-biomphytomass from trans-Arctic field data and AVHRR NDVI // Remote Sensing Letters. - Vol. 3. - N 5, Sept. 2012. - 403-411 p.
8. Walker D., Epstein H., Jia G., Balser A., Copass C., Edwards E., Gould W. Hollings J., Knudson J., Maier H., Moody A., Raynolds M. Phytomass, LAI, and NDVI in northern Alaska: Relationships to summer warmth, soil pH, plant functional types,and extrapolation to the circumpolar Arctic // Journal of Geographycal Researsh. - Vol. 108, NO. D2, 8169, doi:10.1029/2001JD000986, 2003.

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ МЕЛОВЫХ ЛАНДШАФТОВ РУССКОЙ РАВНИНЫ

В.Б. Михно
fizgeogr@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

К постановке вопроса. На территории Русской равнины широко распространены меловые ландшафты. Наибольшее развитие они получили на Среднерусской, Приволжской и Калачской возвышенностях, а также на территории Общего Сырта и Подуральского плато. Многочисленные обнажения и участки с близким от поверхности залеганием мела сосредоточены здесь на склонах речных долин и балок, степных оврагов и чинков, возвышенных междуречьях, куполах останцов и гряд. Общая площадь меловых ландшафтов составляет около 2 млн га [5]. Значительная часть меловых обнажений предстает в виде бедлендов и бросовых земель, оптимизация которых наиболее эффективна на основе фитомелиорации путем сплошного залесения, закрепления кустарниками или травянистой растительностью. В качестве фитомелиорантов могут выступать местные виды кальцефитной растительности. Целесообразны разнообразные фитомелиорации, тесно увязанные с зональными и типологическими особенностями мелиорируемых ландшафтных комплексов. При этом наряду с учетом физико-механических и химических свойств мелового субстрата особое внимание должно уделяться специфике микроклимата объектов мелиорации, выступающего важнейшим фактором формирования и устойчивого функционирования фитомелиоративных систем. Объясняется это тем, что приживаемость и произрастание растений на меловом субстрате сильно затруднены вследствии высокой степени карбонатности грунтов. Содержание $CaCO_3$ в отложениях чистого мела может достигать 99%. Поэтому даже незначительные отклонения оптимального соотношения тепла и влаги резко и негативно сказываются на произрастании кальцефитов. В формировании микроклимата меловых обнажений большая роль принадлежит непосредственно самим обнажающимся горным породам. Литологический состав мело-мергельных пород,

особенности их залегания, а также физико-механические и химические свойства в значительной мере предопределяют специфику и дифференциацию микроклиматических условий рассматриваемой категории ландшафтов. В этой связи предпринята попытка проанализировать роль меловой литогенной основы ландшафтов в формировании микроклимата с целью установления его особенностей и степени благоприятности для проведения фитомелиорации меловых обнажений.

Роль меловой литогенной основы в формировании микроклимата ландшафтов. Под литогенной основой в данном случае понимается геологическое строение и рельеф территорий с поверхностным и приповерхностным залеганием мело-мергельных пород верхнемелового возраста, образующих своеобразный «фундамент» меловых ландшафтов.

Меловые ландшафты характеризуются своеобразием микроклимата, формирование которого находится в тесной зависимости от зональных климатических условий, ландшафтно-типологических особенностей и своеобразия деятельного слоя. В роли деятельного слоя в данном случае выступают мело-мергельные породы, установление климатообразующей роли которых требует учета усвоения и преобразования ими солнечной радиации, накопления и перераспределения влаги, а также трансформации проходящих над ними воздушных масс.

Общие закономерности формирования микроклимата и методы микроклиматических исследований нашли освещение в работах многих исследователей [1, 3, 7 и др.].

Выявление микроклиматических особенностей меловых ландшафтов проводилось с учетом их геофизических и трансформационных свойств, раскрываемых методом составления радиационных, термических и динамических характеристик. Особая роль при этом отводилась физическим свойствам мело-мергельных пород (отражательной способности, температуре, влажности), предопределяющим микроклиматический режим меловых ландшафтов.

Таблица 1. Зависимость составляющих радиационного и теплового балансов от оптических свойств меловых обнажений по точкам комплексного описания (Приволжская возвышенность)

Местоположение точек и характер их поверхности	Время наблюдений	S сумм	α	ε эф	R	Lε	B	P
Точка 1 у с. Ст. Кулатка, мел с разреженной травянистой растительностью	13 сент. 10.00	0,50	0,12	0,09	0,35	0,24	0,10	0,01
Точка 2 у г. Хвалынска, мел под пологом леса	15 сент. 16.00	0,74	0,01	0,11	0,62	0,34	0,12	0,16
Точка 3 у г. Вольска, голый мел	17 сент. 15.30	1,65	0,09	0,12	1,38	0,86	0,15	0,37
Точка 4 у г. Вольска, мел под чехлом остаточно-карбонатных черноземов	17 сент. 16.30	1,55	0,07	0,18	1,26	0,40	0,15	0,71

Где: S сумм – радиация суммарная, кал/см^2·мин; α - альбедо; ε эф – эффективное излучение, кал/см^2·мин; R – радиационный баланс, кал/см^2·мин; Lε - затраты тепла на испарение, кал/см^2·мин или испарение, мм/час; B – поток тепла в почву, кал/см^2·мин; P – потеря тепла на турбулентный теплообмен, кал/см^2·мин.

Меловые обнажения обладают высокой отражательной способностью солнечной радиации. Согласно данным С.И. Костина и Т.В. Покровской, альбедо мела достигает 40-45% [4]. В результате высокой отражательной способности поверхность мела оказывает воздействие на физические свойства формирующихся над ней воздушных масс. Проведенные нами измерения показали, что в зависимости от оптических свойств меловой поверхности и, прежде всего, характера задернения ее соотношение составляющих радиационного и теплового балансов заметно отличаются (табл. 1).

Н.Ф. Комаровым на основании проведенных исследований впервые были получены данные, свидетельствующие о том, что меловой субстрат характеризуется большей влажностью и более низкими температурами, чем темноцветные почвы. Наблюдения температурных условий меловых обнажений и темноцветных почв, сформировавшихся на близко залегающих продуктах выветривания мела (попелухах), позволили ему сделать вывод, что температура темноцветной почвы по сравнению с температурой неразвитой меловой щебнистой почвы выше в поверхностном слое в среднем на $3,1^0$ и на глубине – на $3,7^0$.

Мел принадлежит к числу горных пород, обладающих достаточно высокой влажностью. Естественная влажность мела достигает 40 %, а мергеля 36 %. Влажность даже сухого мела и мергеля соответственно составляет 10 и 15 процентов.

Повышенная влажность мело-мергельных пород и более низкая температура их, а также высокая отражательная способность создают местные особенности микроклимата, характерным признаком которого является несколько ослабленная континентальность.

Важную роль в формировании микроклиматических условий ландшафтов с меловым субстратом играет степень расчлененности территории и прежде всего наличие крутосклоновых поверхностей и замкнутых отрицательных карстовых форм рельефа. Вогнуты рельеф, включающий котловины, западины, воронки и т.п., увеличивает амплитуду суточных колебаний температуры воздуха в результате стекания в ночное время и застаивания холодного воздуха в пониженных местах. Это приводит к увеличению разности в температурах воздуха ночью на дне замкнутых форм рельефа и на склонах. Днем, наоборот, воздух нагревается в понижениях сильнее, чем на возвышенных участках.

Различия экспозиции и крутизны меловых склонов предопределяют различную солнечную радиацию и, как следствие этого, неодинаковый нагрев поверхности литогенной основы ландшафтов. Это подтверждают данные инструментальных исследований (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость температуры мела в приземных слоях воздуха от экспозиции склона (Среднерусская возвышенность)

Место нахождения	Экспозиция склона	Температура мела на поверхности, °С	Температура мела на глубине 20 см, °С	Температура мела на глубине 50 см, °С	Температура воздуха на высоте 20 см, °С	Температура воздуха на высоте 150 см, °С
с. Залужное	южная	24,5	15,5	14,8	24,7	24,9
	северная	21,0	13,2	12,7	24,6	24,7
п. Нижний Кисляй	южная	22,0	17,0	15,6	24,5	25,3
	северная	21,5	18,6	16,1	23,3	25,4
хут. Мастище	южная	24,4	19,5	18,0	23,0	22,2
	северная	19,2	14,5	13,7	20,0	21,0
с. Нижнедевицк	южная	18,3	15,6	15,0	21,4	21,6
	северная	16,0	13,2	12,5	19,2	19,8
с. Костенки	южная	16,3	14,0	13,4	18,4	19,2
	северная	15,8	13,7	13,0	17,2	18,0
с. Архангельское	южная	23,0	19,2	17,6	23,5	24,0
	северная	21,7	17,4	16,5	23,0	23,6
с. Макешкино	южная	35,5	19,5	17,5	31,5	30,0
	северная	29,0	17,5	16,0	29,2	29,3
с. Новая Калитва	южная	37,0	26,5	22,8	31,5	30,5
	северная	35,0	26,0	22,1	29,0	28,0
с. Белогорье	южная	36,2	27,0	22,4	30,2	29,4
	северная	34,8	25,2	22,0	28,8	28,4

Меловые склоны увлажнены неравномерно. Главной причиной этого является своеобразие инфильтрации осадков, зависящей от морфологии склона, трещиноватости-

мело-мергельных пород, состава и мощности экранирующего их слоя, эродированности и закарстованности меловых обнажений. Наибольшее увлажнение присуще днищам ложбинам стока и карстовым формам рельефа.

В зимний период в пределах рассматриваемого региона меловые склоны южной экспозиции, будучи наветренными, получают мало осадков. Снегозапасы на них гораздо меньше, чем на склонах северной экспозиции. К тому же мощность снежного покрова на наветренных склонах уменьшается от подножия к вершинам, вследствие чего меловые толщи крутых склонов южной экспозиции инфильтруют меньше талых вод, чем склоны других экспозиций.

Меловые склоны северо-западной экспозиции получают значительно меньше зимних осадков, чем склоны юго-восточной экспозиции. Так, в ЦЧО среднее значение коэффициента снегонакопления для меловых балочных склонов северо-западной экспозиции составляет 0,6, а юго-восточной – 2,3 [6].

Иссушению меловых склонов в значительной мере способствует закарстованность мело-мергельной толщи. Наличие карстовых трещин и полостей, поглощающих талые и дождевые воды, снижает увлажненность и делает микроклимат меловых склонов более сухим.

Следует заметить, что климатообразующая роль мело-мергельных пород нередко проявляется и косвенно. Например, карстовые формы рельефа покрытого типа мелового карста характеризуются более высокой степенью увлажненности по сравнению со смежными территориями. Объясняется это тем, что в провальных карстовых образованиях обычно аккумулируется значительный объем поверхностного стока, близко залегают или выклиниваются подземные воды.

Наряду с этим велика снегорегулирующая роль замкнутых отрицательных карстовых форм рельефа. В карстовых воронках, западинах, котловинах к концу зимы накапливается значительная масса снега. В зависимости от размеров карстовых форм рельефа и местных физико-географических условий объем снега в них сильно варьирует. Наибольшая мощность снежного покрова характерна для глубоких карстовых форм рельефа. С увеличением диаметра и уменьшением глубины их высота снежного покрова снижается. Полевые наблюдения свидетельствую о том, что в лесостепной зоне карстовые котловины диаметром в 300 м за зиму обычно собирают от 50 до 100 тыс. $м^3$ снега.

Также образом, из приведенных выше данных следует, что на тех участках, где мело-мергельные породы образуют литогенную основу ландшафтов, создается своеобразная климатическая обстановка, отличающаяся от смежных территорий, лишенных мелового субстрата. Все это свидетельствует о существенной климатообразующей роли деятельного мело-мергельного слоя, часто предопределяющего специфику микроклимата ландшафтных комплексов. Учет этого обстоятельства необходим прежде всего при формировании фитомелиоративных систем.

Микроклиматические особенности ландшафтных микрозон. Меловым склонам Русской равнины свойственна ландшафтная микрозональность. Склоновая микрозональность выражается в закономерной смене ландшафтных микрозон: приводораздельной, прибровочной, среднесклоновой, нижнесклоновой. Каждой микрозоне присущи свои особенности ландшафтной структуры, предопределенные литолого-геоморфологическими и микроклиматическими различиями. В зависимости от природных условий местности сочетания микрозон механический состав их меловых пород, степень перекрытости, увлажненность, теплообеспеченность заметно отличаются. Все это предопределяет микроклиматические особенности ландшафтных микрозон меловых склонов.

Установление характера микроклимата ландшафтных микрозон меловых склонов позволяет выявить состав, закономерности распространения, условия развития меловой флоры. Это важно учитывать при обосновании фитомелиоративных мероприятий мелового варианта склонового типа местности Русской равнины.

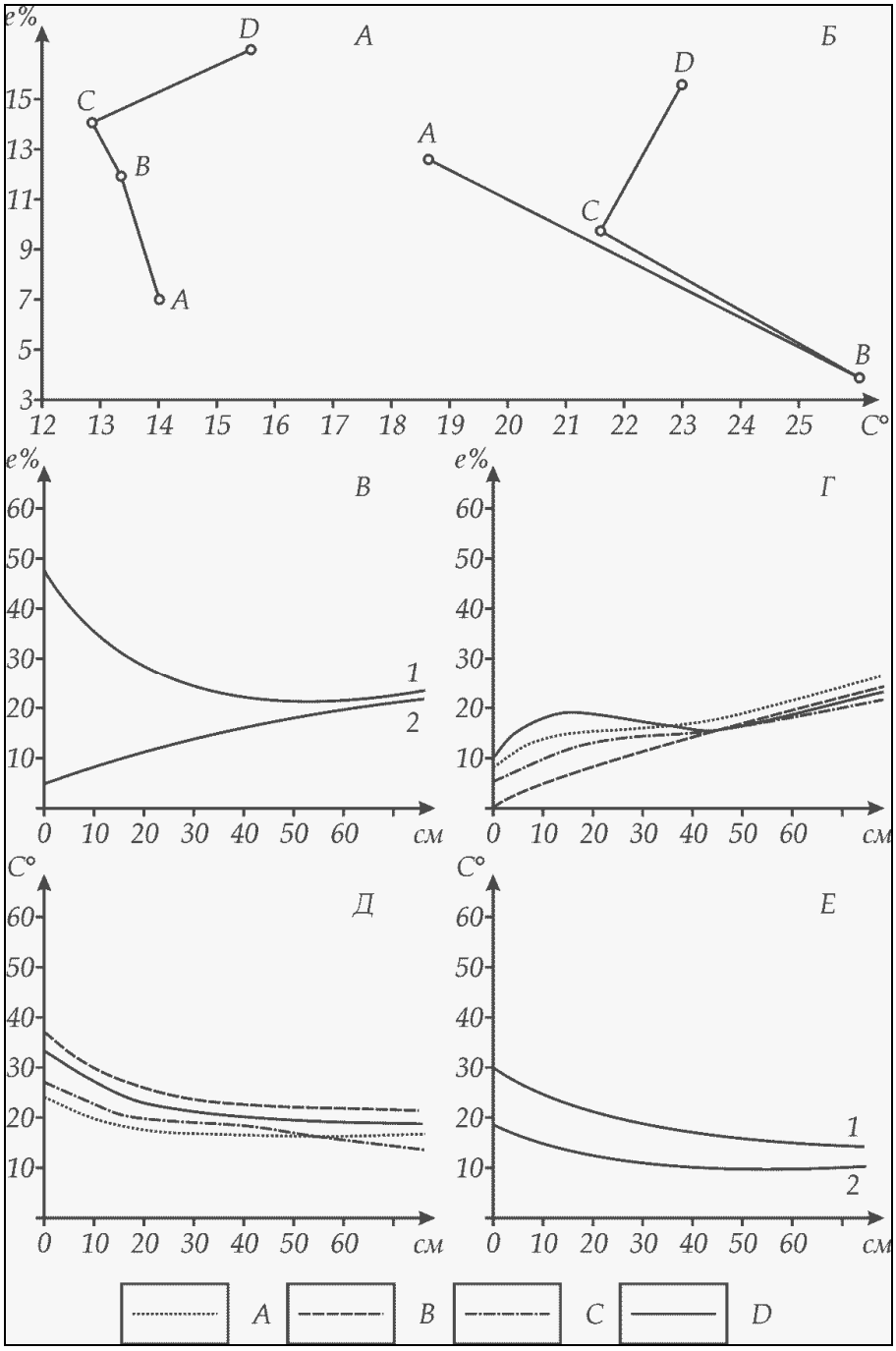


Рис. 1. Микроклиматические особенности ландшафтных микрозон меловых склонов (Приволжская возвышенность)

Условные обозначения: Соотношение влажности и температуры почвы (на глубине 10 см) ландшафтных микрозон склона южной экспозиции в разные сезоны года: А) осенью; Б) летом. Зависимость влажности почвы среднесклоновой микрозоны от экспозиции (В): 1 – северной экспозиции; 2 – южной экспозиции. Зависимость влажности почвы ландшафтных микрозон склона южной экспозиции от глубины (Г). Зависимость температуры почвы ландшафтных микрозон склона южной экспозиции от глубины (Д). Зависимость температуры почвы среднесклоновой микрозоны от экспозиции (Е): 1 – южной экспозиции; 2 – северной экспозиции. А, В, С, D – ландшафтные микрозоны: А – приводораздельная микрозона; В – прибровочная микрозона; С – среднесклоновая микрозона; D – нижнесклоновая микрозона.

Проведенные на меловых останцах Приволжской возвышенности в окрестностях г. Хвалынска исследования показали, что ландшафтные микрозоны склонов северной экспозиции по сравнению со склонами южной экспозиции в большей мере обеспечены влагой и в меньшей – теплом.Каждая микрозона характеризуется присущими только ей пока-

зателями тепла и влаги, причем они непостоянны как в различные сезона года, так и в разное время одних и тех же суток. Увлажненность и теплообеспеченность ландшафтных микрозон склонов даже одной и той же экспозиции в различные сезона года изменчива. Исключение представляет только нижнесклоновая микрозона, характеризующаяся постоянным более высоким увлажнением в летне-осенний период по сравнению с другими микрозонами (рис. 1).

Такими образом, получившие распространение на Русской равнине меловые ландшафты нередко представляют в виде пустошей и бросовых земель, повышение бонитета и эффективное использование которых возможно на основе фитомелиорации. Осуществление фитомелиорации ландшафтов, имеющих мело-мергельную литогенную основу требует дифференцированного подхода, учитывающего специфику их субстрата и микроклимата.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-45-360005 р_а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольцберг И.А. Микроклимат и его значение в сельском хозяйстве. – Л.: Гидрометеоиздат, 1957. – 67 с.

2. Комаров Н.Ф. Температура меловых склонов черноземной полосы в условиях развития на них эндемичной флоры // Сов. ботаника. – 1933. – №5. – С. 32-50.

3. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 215 с.

4. Костин С.И., Покровская Т.В. Климатология. – Л.: Гидрометеор. Изд-во, 1953. – 437 с.

5. Михно В.Б. Меловые ландшафты Восточно-Европейской равнины. – Воронеж: Издательство «Петровский сквер», 1993. – 232 с.

6. Мишон В.М. Снежные ресурсы и местный сток: закономерности формирования и методы расчета. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1988. – 192 с.

7. Щербань М.И. Микроклиматология. – Киев: Издательство Киев. ун-та, 1985. – 234 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ФАКЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА ЛАНДШАФТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ (ВОЛГО-УРАЛЬСКИЙ СТЕПНОЙ РЕГИОН)

К.В. Мячина
mavicsen@list.ru

Институт степи УрО РАН, г.Оренбург, Россия

Введение. Несмотря на Постановление Правительства Российской Федерации №7 от 08.01.2009 г. "О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках", в котором было заложено требование по доведению уровня утилизации попутного газа до 95%, до сих пор колоссальное количество факельных установок для сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) продолжает функционировать. По данным Всемирного банка, Россия занимает первое место в мире по объемам сжигания ПНГ, при этом упущенная выгода от каждого млрд $м^3$ газа, не вовлеченного в сферу переработки, составляет 270 млн долларов [4].

Тепловое воздействие действующих факельных установок на ландшафты не приводит к быстрым очевидным последствиям, поэтому часто при экологических оценках этому виду техногенного влияния не уделяется должного внимания. Однако длительное воздействие высоких температур на окружающую среду приводит к изменению циркуля-

ционного режима атмосферы с появлением и учащением региональных климатических аномалий [5]. В пределах Волго-Уральского степного региона выбрана ключевая территория, на которой были проведены исследования по оценке теплового загрязнения в процессе сжигания ПНГ на факельных установках. Площадь ключевой территории составляет 77000 км^2, в ее пределах эксплуатируется около 200 нефтегазовых месторождений, что приводит к образованию больших объемов сжигаемого ПНГ. Кроме того, несмотря на официальные расчеты рассевания загрязняющих веществ, нет достоверных/подтвержденных данных о размерах территорий, страдающих в результате сжигания ПНГ от рассеивания загрязнителей, находящихся в составе газового шлейфа факельной установки.

Официальные данные, получаемые от нефтегазодобывающих компаний, как правило, не учитывают все действующие установки по сжиганию ПНГ. В работе были поставлены задачи: на основе спутниковых изображений выявить на ключевой территории действующие установки для сжигания ПНГ и дать количественную и качественную оценку теплового загрязнения природной среды; провести визуальную оценку размеров газового шлейфа и пострадавшей в ходе его рассеивания территории.

Методы и материалы. Территория, выбранная для исследования в границах Волго-Уральского степного региона, покрывается одной сценой спутника Landsat (рис. 1). В процессе тематического анализа изображений Landsat-8 установлено, что источники открытого огня хорошо выявляются при отображении зимних снимков в сочетании каналов инфракрасного спектра. Подобное отображение снимков позволяет идентифицировать местонахождения термоточек в границах месторождений (рис. 2).

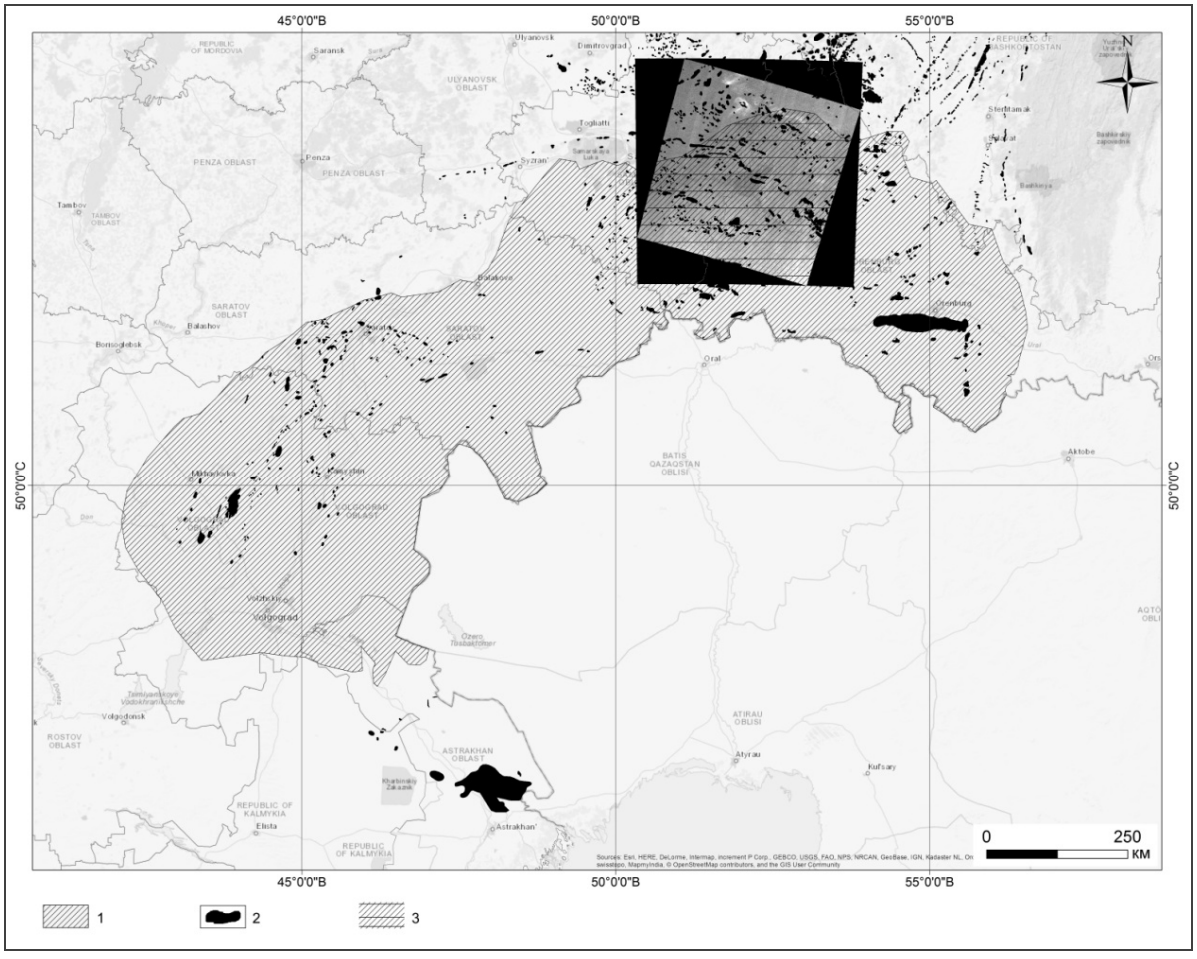


Рис. 1. Ключевая территория исследования в границах Волго-Уральского степного региона: 1 - Волго-Уральский степной регион, 2 - нефтяные месторождения (согласно открытым данным ФАН "Роснедра"), 3 - ключевая территория исследования

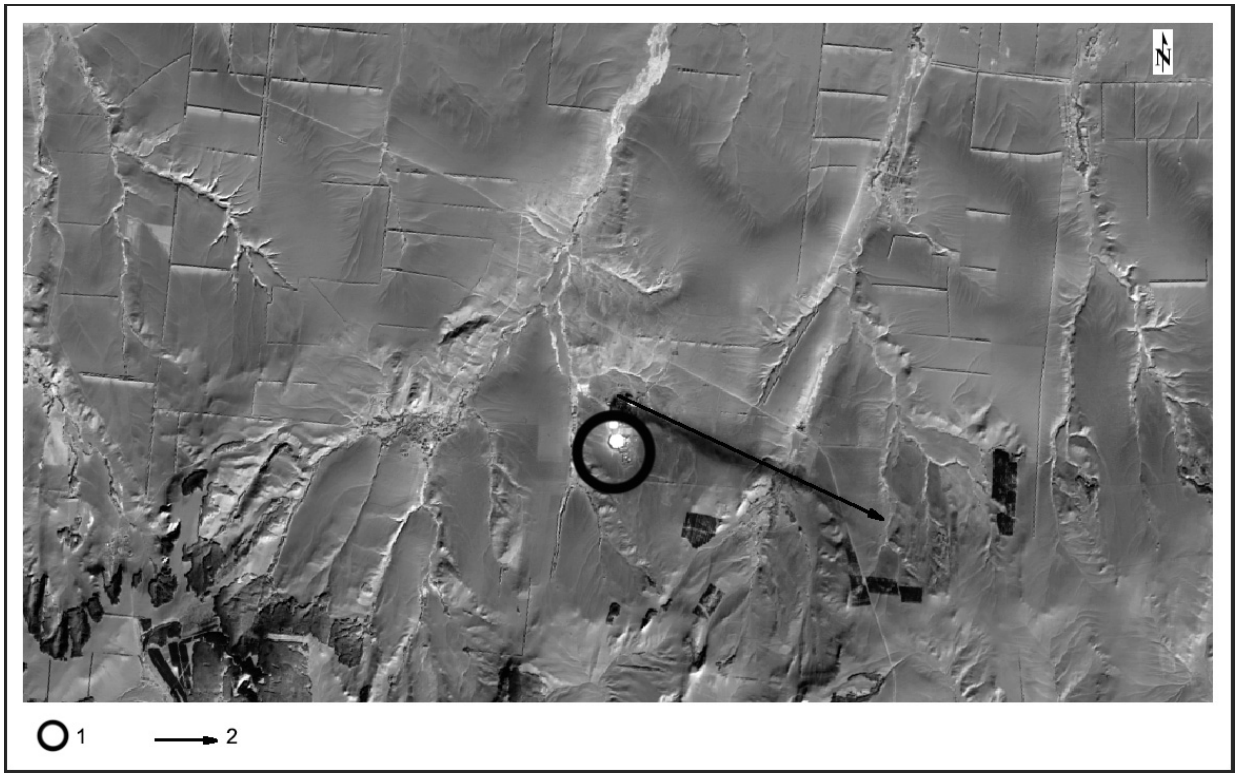


Рис. 2. Идентификация факельных установок на основе изображений Landsat: 1 - факельная установка, 2 - направление распространения газового шлейфа

В ходе наземных исследований было установлено, что вблизи горящих факельных установок для сжигания ПНГ отмечается повышение температуры приземного слоя атмосферы. На основе тематической обработки тепловых каналов снимков Landsat-8 в ПО ENVI 5.2 выполнен анализ изменения температуры приземного слоя атмосферы в радиусе действия факельных установок с шагом 30 м (1 пиксель снимка Landsat). Указанный способ позволяет установить основные параметры теплового воздействия на природную среду.

Результаты и обсуждение. С помощью изображения Landsat-8 на ключевой территории исследования в границах нефтегазопромыслов обнаружено 112 термоточек. Выявлено, что при функционировании факельных установок температура приземного слоя атмосферы может увеличиваться более чем на 8 градусов в радиусе от 30 до 350 м от точки открытого огня (рис. 3).

Согласно исследованиям V.N. Ojeh [3], в регионах влажного экваториального климата с преобладанием густого лесного покрова, расстояние, на котором наблюдается измененная газовым факелом температура, может достигать 450 м. Таким образом, в условиях степной зоны можно говорить о положительном действии ряда специфических характеристик в формировании рассеивающей способности атмосферы: низкой влажности, преобладании ветреной погоды над безветренной, отсутствии природно-географических рубежей рассеивания.

Проведенные расчеты показали, что одна факельная установка может приводить к изменению температуры поверхности ландшафта и приземного слоя атмосферы в среднем на площади 0,085 км^2, то есть при сжигании ПНГ на 112 установках возможно повышение температуры от 1º до 8º на площади более чем 10 км^2. Результаты выполненных измерений и подсчетов доказывают формирование в Волго-Уральском степном регионе так называемых "островков тепла", являющихся результатом функционирования факельных установок нефтегазовых месторождений. Термин "островки тепла" (англ. "heat islands") широко используется в мировой науке для характеристики тепловых аномалий, имеющих антропогенное происхождение [3].

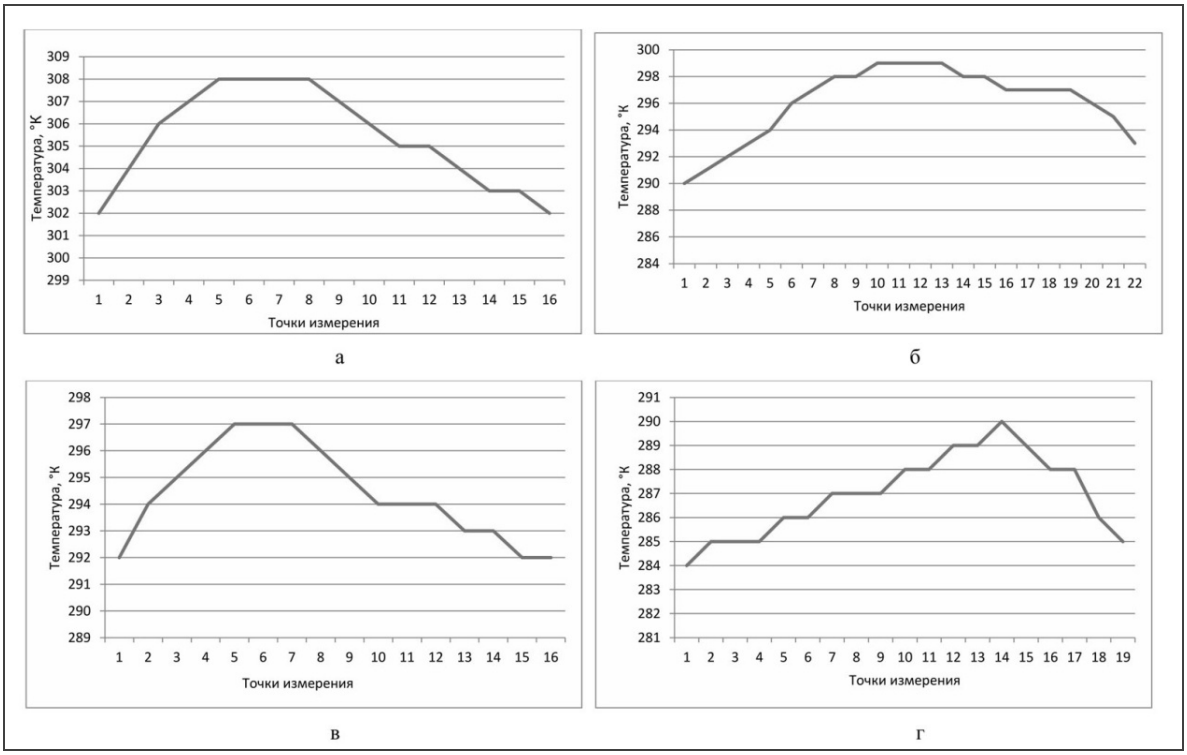


Рис. 3. График изменения температуры (К°) поверхности почвы по данным термоканалов Landsat в радиусе действия факельных установок: а) Боголюбовского месторождения; б) Покровского месторождения; в) Первомайского месторождения; г) Герасимовского месторождения. Расстояние между точками измерения составляет 1 пиксель (30 м). Источник тепла (факел) расположен в точке максимального значения температуры

Несомненно, формирование подобных тепловых аномалий в районах нефтегазодобычи способно привести к повышению фоновой температуры окружающей среды, которое может быть выявлено в результате анализа долговременного ряда температурных данных, имеющихся на локальных метеостанциях.

Согласно некоторым данным, на одну тонну сгоревшего в факеле попутного газа приходится в среднем 50-80 кг выбросов загрязняющих веществ [6], основными из которых являются CO, NO2, SO4 и CH4 [3]. На космических изображениях зимних снимков Landsat можно проследить размеры дымового шлейфа и площадь его рассеивания (см. рис. 2). По нашим данным, длина дымового газового шлейфа может достигать 11 км и рассеиваться на ширину до 3 км, покрывая площадь более чем в 30 км^2 по любому румбу, в зависимости от направления, скорости ветра и прочих метеорологических условий в момент сжигания ПНГ.

Существуют серьезные проблемы со здоровьем населения в нефтедобывающих регионах в связи с поступлением в окружающую среду продуктов неполного сгорания ПНГ - летучих органических соединений и полициклических ароматических углеводородов [2]. Эти загрязнители в составе газового шлейфа также могут распространяться на обширные территории, значительно превышающие площадь теплового воздействия. Кроме прямого воздействия на живые организмы через дыхательную систему продукты сгорания накапливаются, например, в сельскохозяйственных насаждениях [1], безотрывно соседствующих с нефтегазовыми промыслами на территории степной зоны. В Оренбургской области, являющейся лидером по добыче нефти и газа в Волго-Уральском степном регионе, в структуре первичной заболеваемости населения лидируют болезни органов дыхания – 42,9%, причем ежегодно наблюдается явный тренд к увеличению заболеваемости, растет удельный вес смертности от болезней органов дыхания. Кроме того, в многолетней динамике показатель первичной заболеваемости новообразованиями по области является стабильно высоким и превышает не только показатель по Приволжскому феде-

ральному округу - в среднем на 10,2%, но и в целом по Российской Федерации - в среднем на 11,2% [7].

Будет ошибкой считать, что от масштабного сжигания попутного нефтяного газа страдают лишь те регионы, где непосредственно осуществляется данный процесс. Безусловно, на нефтедобывающих территориях экологические последствия функционирования факельных установок создают порой непосредственные очаги экологического бедствия. В частных разговорах сельхозпроизводители, вынужденные вести сельскохозяйственные работы в зонах действия факельных установок, называют эти территории не иначе как «техногенными пустошами» и «бесполезными землями». Однако важно понимать, что локальные и региональные структурные части географической оболочки связаны между собой потоками вещества и энергии, локальные воздействия распространяются далеко за пределы региона по различным каналам. Их кумулятивный эффект в конечном счете приобретает региональное и глобальное значения, сказываясь на состоянии географической оболочки в целом.

К сожалению, в настоящее время в России результаты государственного контроля за утилизацией ПНГ не достоверны, а общественный контроль отсутствует. В связи с этим населению остается надеяться лишь на сознательность руководителей нефтегазодобывающих компаний и непредвзятое добросовестное исполнение своих обязанностей государственными экологическими контрольно-надзорными органами. Однако, только независимая от недропользователей экологическая экспертиза, объективный мониторинг глубины и масштабов трансформации природных комплексов в сочетании с усилением профессионального контроля за текущими сценариями природопользования будут способствовать сохранению и восстановлению степных ландшафтов. При несоблюдении указанных мер и поддержании сегодняшней ситуации риск техногенной деградации степных ландшафтов становится практически неотвратимым, а одним из последствий бесхозяйственного природопользования уже является формирование очагов изменения микроклимата нефтегазоносной степной территории.

Исследование выполнено в рамках темы НИР ИС УрО РАН
№ГР АААА-А17-117012610022-5 (Госзадание)

ЛИТЕРАТУРА

1. Dung E.J., Bombom L.S., Agusomu T.D. The effects of gas flaring on crops in the Niger Delta, Nigeria // GeoJournal. – 2008. – Т. 73, №. 4. – С. 297-305.

2. Gobo A. E., Richard G., Ubong I. U. Health impact of gas flares on Igwuruta / Umuechem Communities in Rivers State // Journal of Applied Sciences and Environmental Management. – 2009. – Т. 13, №. 3.

3. Ojeh V. N. 2012. Sustainable development and gas flaring activities: a case study of Ebedei area of Ukwuani LGA, Delta State, Nigeria. Resources and Environment. – Т. 2, №. 4. – С. 169-174.

4. Алексеева М. Н., Перемитина Т. О., Ященко И. Г. Методика выявления и картографирования высокотемпературных участков нефтедобывающих территорий Западной Сибири на основе спутниковых данных. Геоинформатика. – 2015. – №. 3. – С. 2-6.

5. Борисенков Е.П. Климат и деятельность человека. – М.: Наука, 1982. – 138 с.

6. Васильев, А.А.; Матвеев, Н.И.; Лукиных, В.Б.; Аликин, В.Н. / ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2004. – №5. – С. 16-19.

7. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2017 году». – Оренбург, 2018. – 246 с. Режим доступа: http://56.rospotrebnadzor.ru/docs/documents/gosdoklad/gos_doklad_2017.pdf

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF LANDSCAPE IN ARID CLIMATE CONDITION. RISKS AND HAZARDS

M.A. Nadirov
mahirnadirov@yandex.ru

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

Reimbursement of human needs cause increasing anthropogenic burden in natural landscapes. This creates anthropogenic transformations with different modifications. Scientifically-proven transformations, ultimately, create a variety of risks and hazards to people's life. After the 30th years of the XX century total area of marshes and saline increased more than 7 times in the investigation area, which created risks and hazards to the productivity of planting and pasture lands.

The study area covers the Southeastern Shirvan, Salyan and Lankaran plains located in the coast of Caspian Sea with a total area of 6 568 square kilometers which is equal to 7.6% of the territory of Azerbaijan (Figure 1).

Figure 1. Location of research area in the Republic

Anthropogenic landscapes are systems that are regulated, controlled carries out economic and technical functions by humans [1]. Anthropogenic transformation of landscapes in Azerbaijan have been studied by different researchers in different aspects.

During the study of the landscape of the Shirvan plain Y.A. Garibov has conducted extensive analysis in this aspect and suggested anthropogenic index (AI)formula of natural landscape. In his future research, these ideas have been further expanded [2].

M.J. Ismayilov investigatedlandscapedynamics and optimization in Lankaran and Sollar plains [3].

E.Sh.Mammadbayov (1992) studied the dynamics of anthropogenic landscapes of the southeastern part of the Lesser Caucasus Mountains on the basis of aerospace materials and determined their anthropogenic rates [4].

M.I. Yunusov (1990) studied the transformation degree of natural complexes as a result of irrigation and melioration measures of the Kura-Araz plain [5].

The area of specially protected areas in the study area is 2.5 times higher than the average republican index (24% of the total area). Nevertheless, various anthropogenic transformations form. It is possible to group the anthropogenic activities in the area as follows:

1. Intensive irrigated agro-landscapes with dense collector drainage network covering large part of Shirvan and Salyan plains

2. Pasture complexes and various structures connected with it

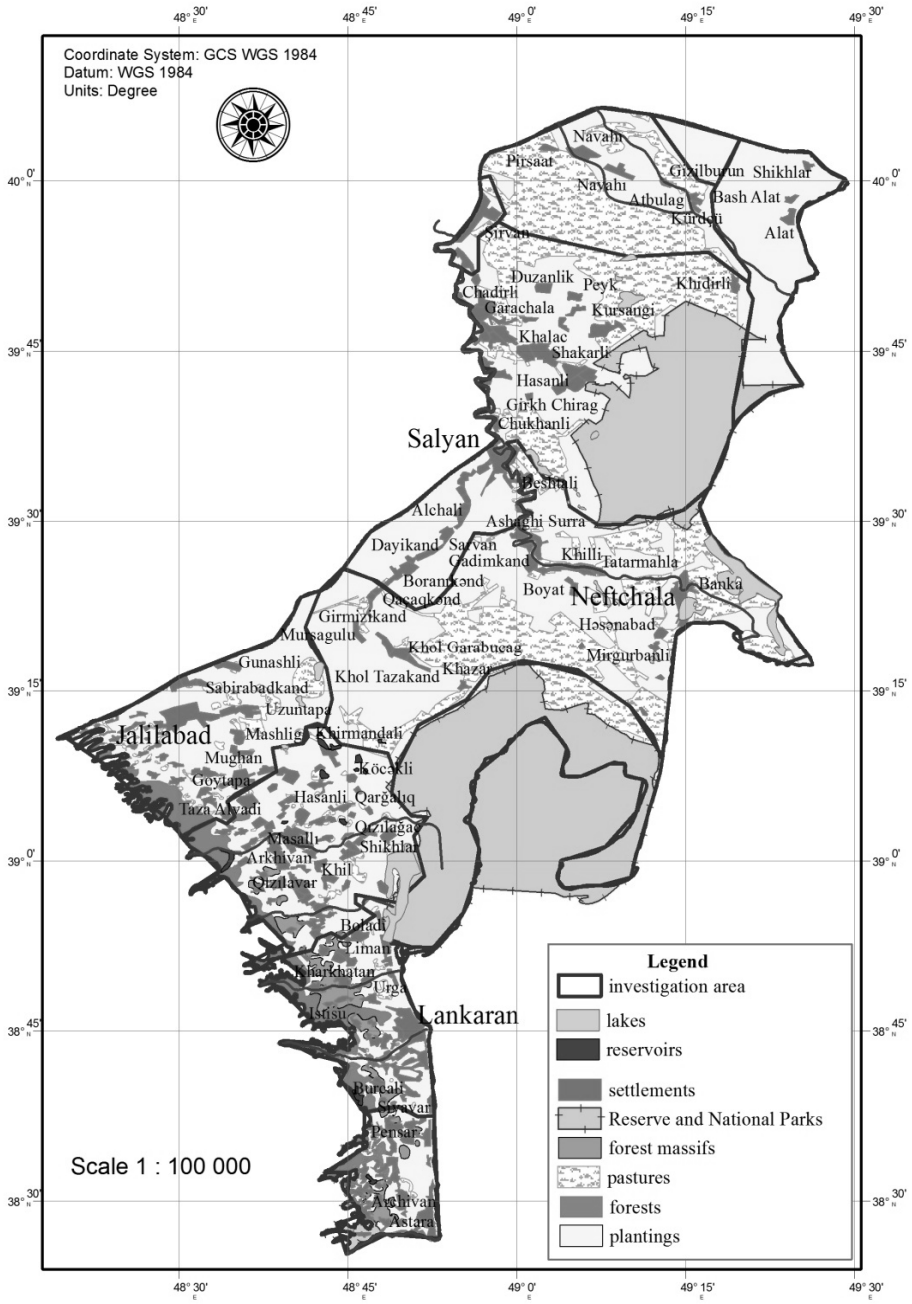


Figure 2. Modern conditions of land use on the coastal plain of Caspian Sea

3. Seliteb-urban landscape complexes covering the majority of Kur River coast and plain forest landscapes.

4. Integrated road communication systems complexes due to the intensive development of the economy

5. Economic complexes consisting of natural and artificial forests

6. Recreation and tourism systems

7. Artificial water reservoirs, hydrotechnical structures in connection with the development of agriculture

8. Industrial-technogenic complexes and so on.

Based on the large-scale land use map it was determined that planting areas cover 2,472 km² (37.6% of the survey area), pasture complexes cover 1 47 km² (22% of the surveyed area),

settlements cover 585 km² (9% of the research area), roads cover 12 km^2 (0.2% of the research area), protected areas cover 1 585 km² (24% of the research area), forest and forest massifs cover 325 km^2 (5% of the survey area) (Figure 2).

As figure shows, the area of urban settlements has grown almost more than 50% (Figure 3). Urban expansion is being observed in Lankaran, Jalilabad and Neftchala. The reason for this is the creation of large industrial parks in recent years.

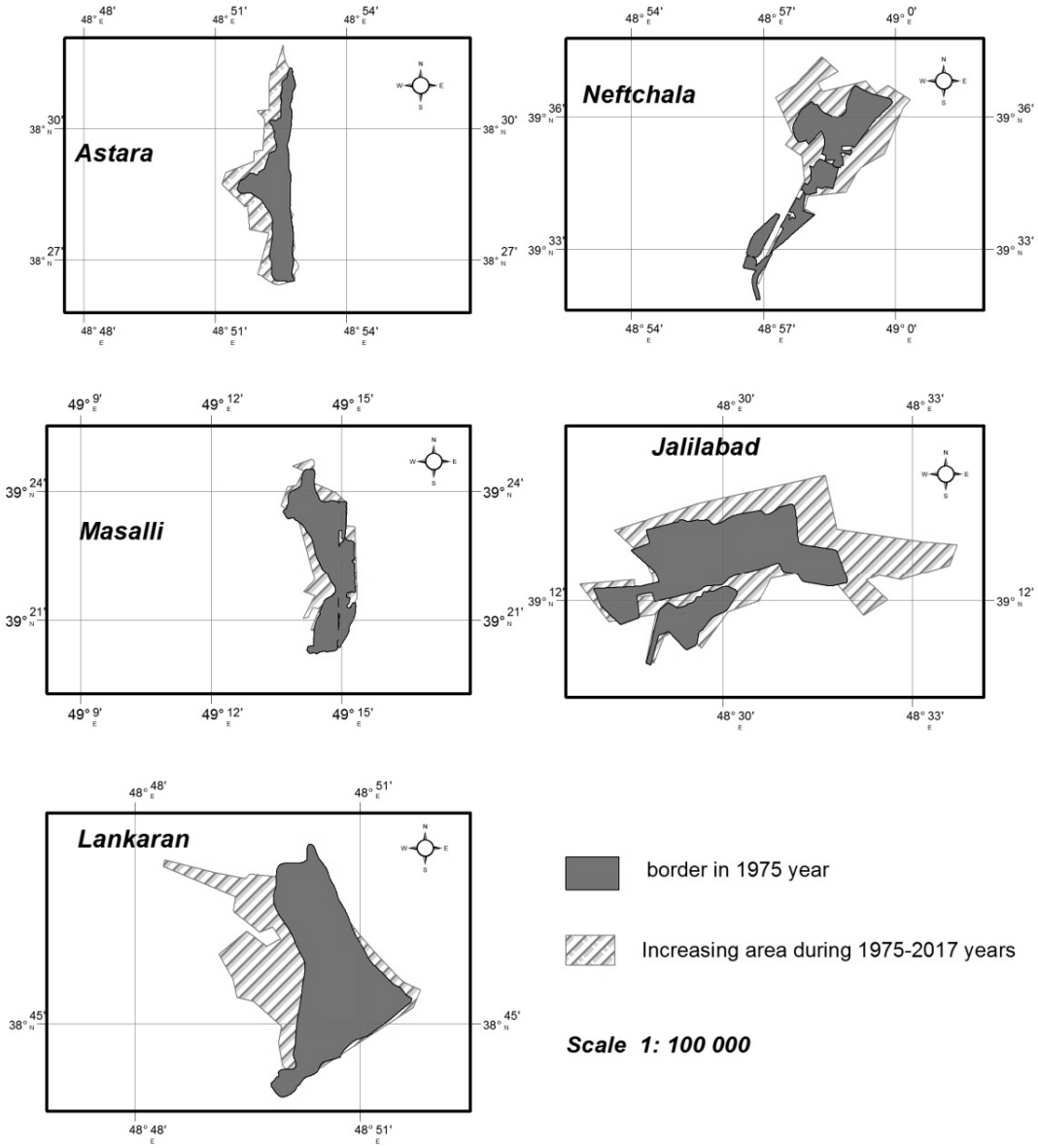


Figure 3. Dynamics of field structure of some seliteb-urban complexs in the coastal plain of the Caspian Sea during 1975-2017 years

The number of people living here has also grown rapidly (Table 1).

Modern anthropogenic transformation in the area occurs in the background of global and regional climate change. For this purpose, the dynamics of rainfall supply has been studied in recent years. A map of distribution of rainfall in the area between 2003 and 2017 years has been drawn up in the study area to follow the dynamics of rainfall in recent years (Figure 4).

From the analysis of the maps it is possible to conclude that if the maximum amount of precipitation in 2003 was 1189 mm, this amount decreased by 725 mm in 2017. The minimum amount decreased by 243 mm in 2017 from 529 mm in 2003. Over the years, the drought in climate has completely covered the research area.

Table 1. Development dynamics of seliteb-urban complexes in 1975-2017

Names of towns	Area (km²)		Increasing area during 1975-2017 years	
	In 1975	In 2017	km²	%
Lankaran	7,5	12	4,5	60
Astara	6,5	9,9	3,4	52
Jalilabad	11,6	20	8,4	72
Nephtchala	8,8	10,5	1,7	19
Salyan	8,4	16	7,6	90
Masalli	7,6	10,3	1,7	36

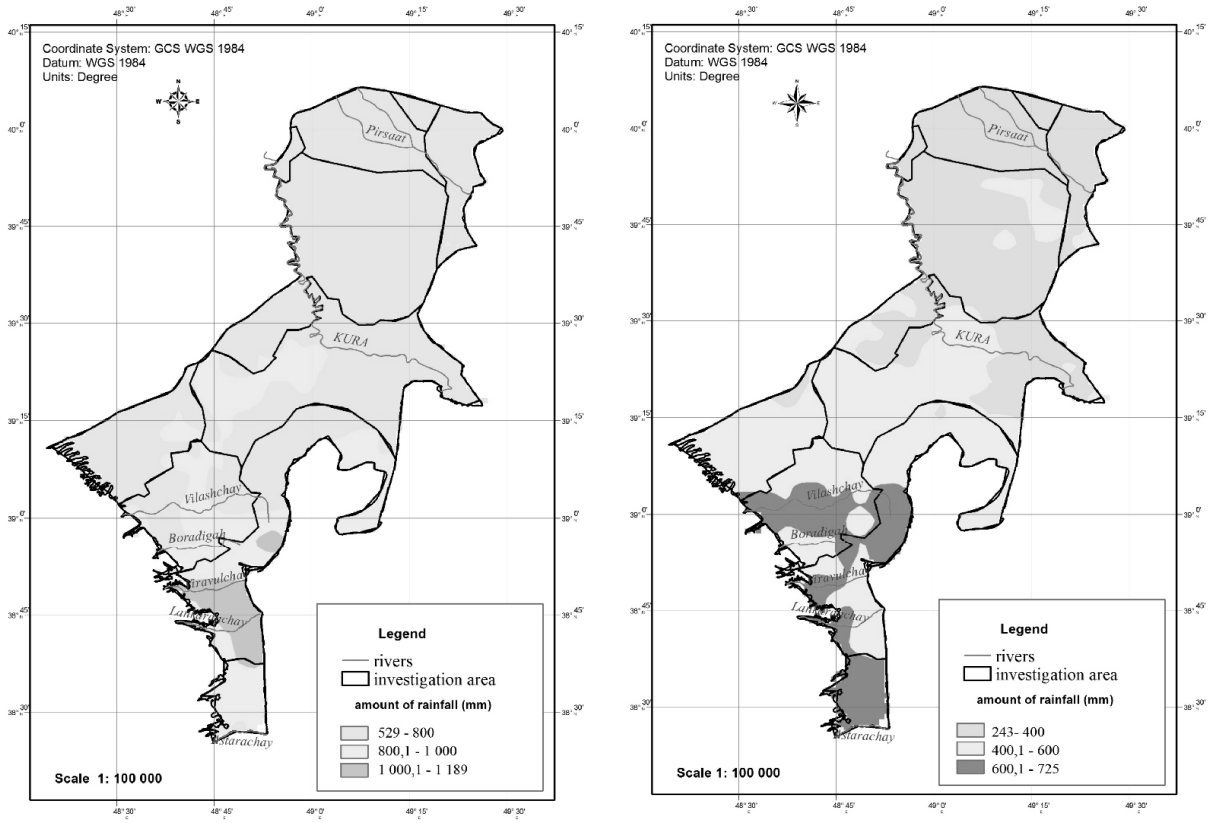


Figure 4. Precipitation amounts in 2003 (a) and 2017 (b) in the coastal plain of Caspian Sea

Average annual precipitation in Lankaran plain has changed considerably in 2003-2017. Thus, in 2003 the average annual precipitations were 800-1000 mm near the border with the Iran Islamic Republic, and 1000 -1189 mm towards the north, but it decreased 600-725 mm in the border with the Iran Islamic Republic, and 400-600 mm towards the north.

Climate warming is more clearly defined in the Salyan plain. In 2003, if the precipitation amounts were observed up to 800 mm, then 14 years later these amounts dropped to 240-400 mm.

In the Vilash river basin it has dropped to 600-725 mm in 2017, whereas earlier this amount was 600-1000 mm.

In 2003 the average annual precipitation amounts in the gulf of Kizilaghaj were 529-800 mm in the western part and 800-1000 mm in the eastern part; in 2017 these amounts decreased by 400 and 600 mm in the western and eastern portions.

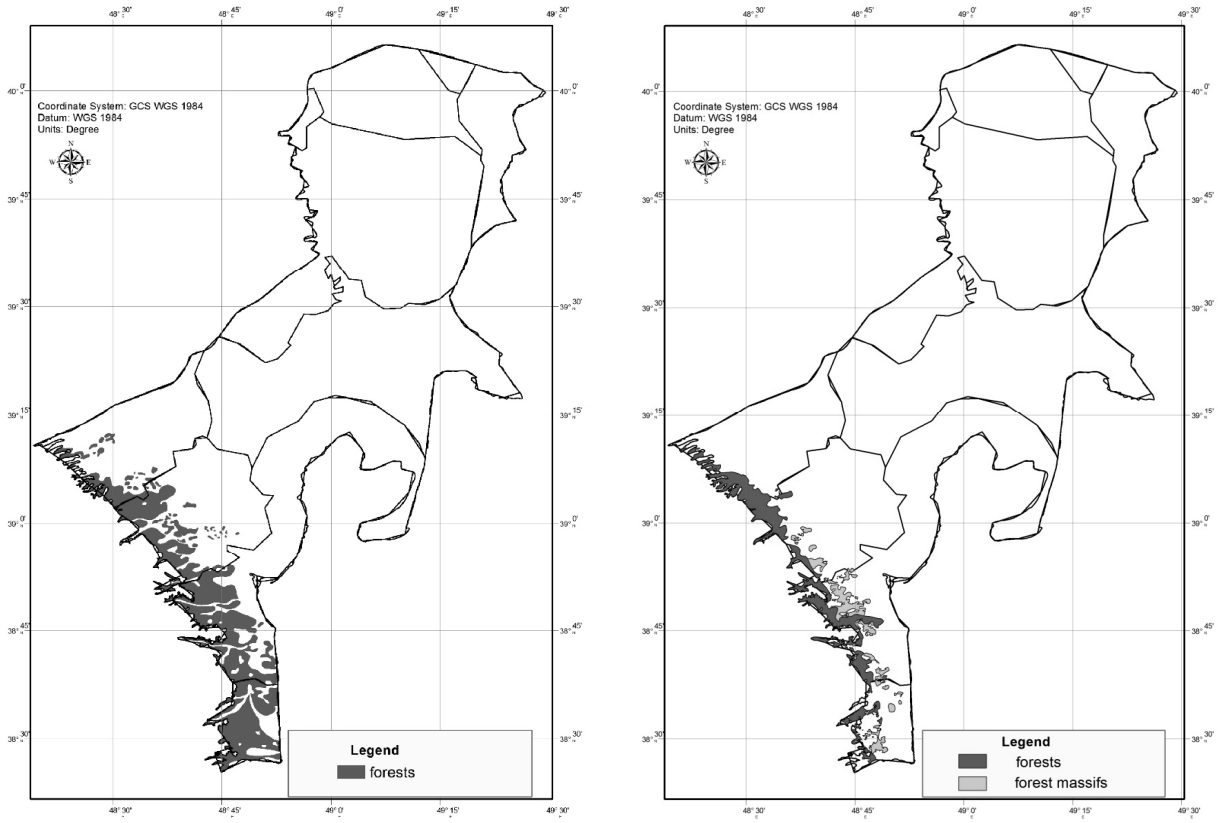


Figure 5. Change of forest areas in the coastal plain of Caspian Sea in 1987 (a) and 2017 (b)

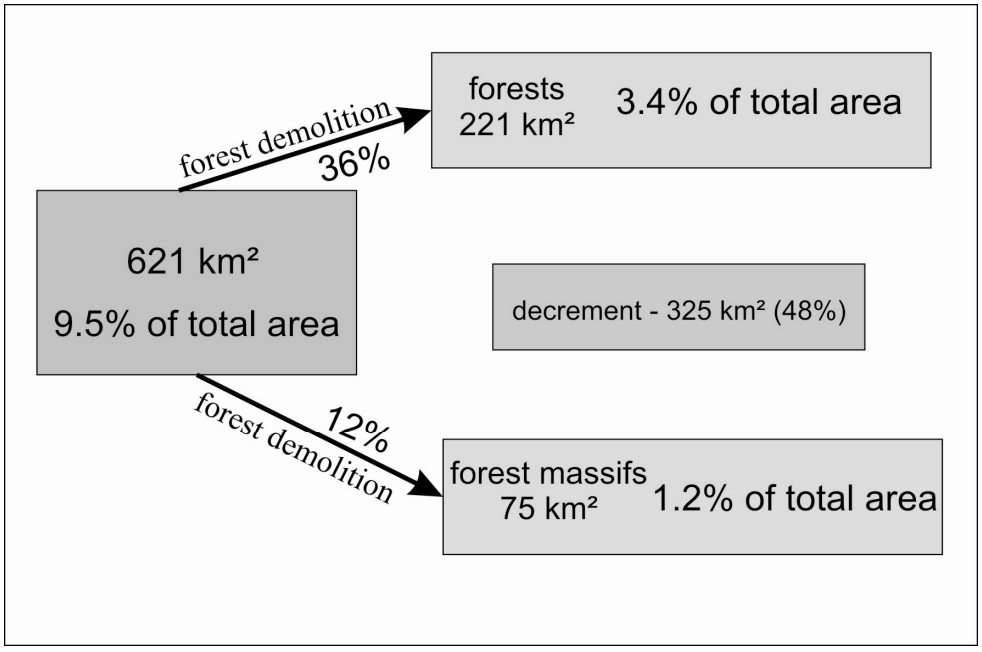


Figure 6. Dynamics of forests in the coastal plain of Caspian sea in 1987-2017

Comparison of maps revealed that in 1987 the forest areas covered 621 km² (9.5% of the survey area). As a result of the forest demolition, 75 km2 of these forests (1.2% of the research area) were replaced with forest massifs in 2017. The forest areas decreased by 325 km² (48%) over the last 30 years (Figure 6).

After all we prepared risk and hazards map in the landscapes of coastal plain of Caspian sea (Figure 7).

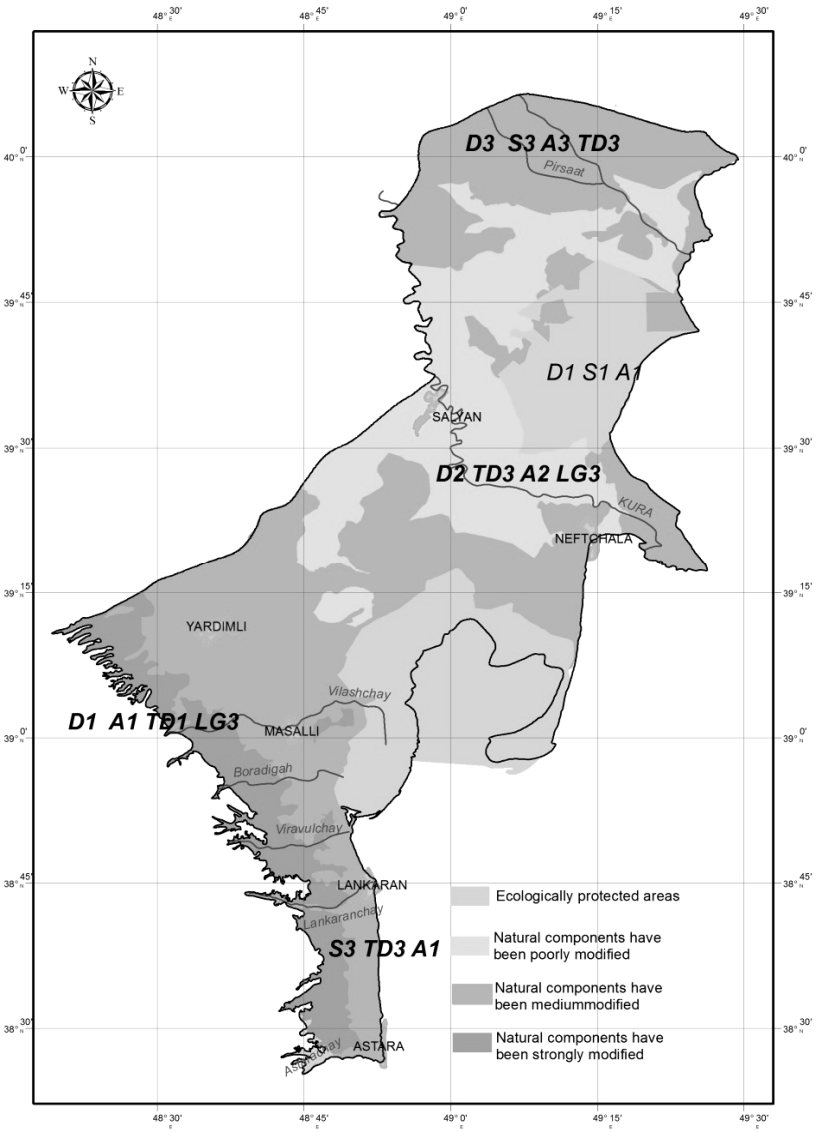


Figure 8. Eco geographical regions of coastal plain of Caspian Sea, Risks and hazards

risk and hazards: Desertification-D, Salinization –S, Marsh area –M, Aridity-A, Technogenic Disturbance –TD, Loss of Natural Genephond –LG, risk and hazard indexes:1-Poor, 2-medium, 3-strong

It has been determined that ecologically protected, non-risk and hazardous complexes cover 24% of the research area (1585 km ²). Natural complexes in the 26% of the area (1705 km ²) have changed slightly, have a significant risk and hazard; natural complexes in 40% area (2598 km²) have moderately changed, moderate risk and hazard; and 10% (680 km2) of natural landscapes strongly modified and highly hazardous areas.

Ecologically protected areas include the Shirvan National Park, Gizilaghaj and Shirvan State Natural Reserves and the small part of Hirkan National Park. Territories on the shore of Kura river belong to areas where the natural components are poorly transformed, Salyan Plain, the Pirsaatchay Basin belong to areas where the natural components are medium transformed, Lankaran plain belong to areas where the natural components are strongly transformed .

REFERENCES

1. Ismayilov M.J. The main factors affecting the ecology of the Kura basin landscapes / Material of the Human and Natural Science Practical Conference,Baku: Azerbaijan Geographical Society, 2002, p. 23-27.

2. Garibov Y.A. Optimization of natural landscapes of the Azerbaijan Republic. Baku: AzTU, 2012, 216 p.

3. Ismayilov M.J. Dynamica nizinno-lesnikh landshaftov Shollarskoy i Lenkoranskoy ravnin i puti ikh rachionalnovo ispolzovanii. Avtoref.dis.....kand.geog.nauk..Baku, 1990, 29 p.

4. Mamedbeyov E.Sh. Dynamica anthropogenic landshaftov yugo-vostochnom sclone Malovo Caucasusa (s ispolzovaniem aerocosmicheskikh materialov). Avtoref.dis.....kand.geog.nauk..Baku, 1992, 29 p.

5. Yunusov M.I. Izmenenie prirodnikh complexov Kura-araksinskoy nizmennosti pod vliyaniem irrigachionno-meliorativnikh meropriyatiy. Avtoref.dis.....kand.geog.nauk..Baku, 1990, 29 p.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СРЕДНЕВЕКОВЬЕ В ВЕРХНЕВОЛЖСКОМ БАССЕЙНЕ

В.А. Низовцев, Н.М. Эрман
nizov2118@mail.ru, erman.natalie@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН,
г.Москва, Россия

Главным методом получения сведений об изменениях климата прошлого служит комплексный анализ письменных (летописных) источников, включающих сведения о погоде, климате и о погодных аномалиях, результатов дендрологических, спорово-пыльцевых, радиоуглеродных и других исследований. Для выявления путей и направленности спонтанного и антропогенного развития ландшафтов необходима реконструкция динамики климата. Интенсивность и повторяемость экстремальных природных явлений и, в первую очередь, метеорологических наиболее существенно влияют на функционирование, ритмику и динамику ландшафтов и определяют не только особенности хозяйствования, но и определенные аспекты исторического развития. Поэтому особое место в реконструкции динамики климата и погодных явлений занимает анализ необычайных метеорологических в частности, и природных явлений, в общем.

Уже в первых русских письменных источниках (летописных), регистрация необычайных природных явлений стала носить регулярный характер, что и было отмечено многими исследователями истории климата К.С.Веселовским (1857), М.А.Боголеповым (1908), И.Е.Бучинским (1957), С.И. Костиным (1965), Ю.И.Возовиком (1977), М.Е. Ляховым (1984), Ю.В. Кривошеевым (1995) и др. Среди ряда публикаций, посвященных реконструкции климатических условий, мы опирались многочисленные публикации А.Н. Кренке, В.А. Климанова и В.В.Клименко, на работы Борисенкова Е.П. и Пасецкого В.М. [2], Бараша С.И. [1], Клименко В.В., Климанова В.А., Сирина А.А. и Слепцова А.М. [3], Кренке А.Н. и Чернавской М.М. [4], Слепцова А.М. и Клименко В.В. [6] и ряд других исследований.

Для Центральной России выполнен сопряженный анализ исторических документов (проанализированы летописные первоисточники, опубликованные в Полном собрании русских летописей) с опубликованными материалами по динамике колебаний уровней озер, водности рек, дендрологических и палинологических данных. При анализе первоисточников наряду с прямыми климатическими указаниями и характеристиками (жарко, тепло, холодно, влажно, сухо и т.п.) большое внимание уделялось и аномальным (экстремальным) природным явлениям и опосредованным указаниям изменчивости климата (наводнениям, неурожаям, голодным годам, массовым эпидемиям и т.д.). В результате были составлены таблицы-графики регистрации климатических основных характеристик и экстремальных явлений за каждый год, начиная с 900-го года н.э. Для бассейна Верхней

Волги на основе фондовых и опубликованных материалов была выполнена реконструкция климатических и гидрологических условий природопользования и влияние на него экстремальных климатических явлений. В первую очередь рассматривался период средневековой теплой эпохи (примерно X–XIII вв.) и малого ледникового периода (XIV–XIX вв.), как наиболее значительными климатическими событиями последнего тысячелетия на территории Восточной Европы [6].

Последние исследования [6] показывают, что пик средневекового оптимума приходился на рубеж первого и второго тысячелетий, максимум в исследуемом регионе достигался в конце X в. В этот период климат был теплее и суше современного (на X и XI вв. приходится максимум потепления). Помимо повышенных температур (на 1-3°С выше по сравнению с современными), в этот период отсутствовали суровые зимы. Суммы эффективных температур выше 10º С устойчиво держались на уровне выше 200-500º по сравнению с современными [3]. Малое количество летних осадков привело к сокращению числа мелких водоемов, заболоченности и уменьшение паводков рек. Об этом свидетельствуют славянские поселения на поймах ряда Верхневолжских рек – Волги Москвы-реки, Дубны и др. В зоне хвойных и хвойно-широколиственных лесов характерным было значительное укрепление позиций широколиственных лесов, особенно дуба в западных секторах, что свидетельствует о более теплых условиях летних периодов [7]. Кстати, именно в это благоприятное по климатическим условиям время начали функционировать Верхневолжский путь и путь «из варяг в греки» [1].

В этот период происходит сокращение заболоченности, уменьшение паводков рек, о чем свидетельствуют поселения славян тех времен в местах, ныне непригодных для поселения из-за избытка вод. Цепочки древнерусских курганов VIII-XIII вв., обилие лесов и сухие волоки были в местах, где сейчас озерность и заболоченность мешают проживанию людей. Эти курганы можно рассматривать как показатель более низкого стояния грунтовых вод и более низкой увлажненности в этот период [7]. Кренке А.Н. и Чернавская, М.М. [4] предположили, что для условий жизни наиболее существенными средними характеристиками являются зимние осадки. При малом их количестве поймы оказываются привлекательны для поселения людей, а при большом постоянные поселения невозможны. Следует заметить, что в сухие годы привлекательность пойм увеличивается за счет близости грунтовых вод, достижение которых на водоразделах требует в этом случае рытья глубоких колодцев.

По данным летописных источников, катастрофические природные явления в период малого климатического оптимума имели минимальную повторяемость (хотя это можно объяснить и неполной их фиксацией). Всего за X век в русских летописях отмечено 41 экстремальное явление, а за XIII век – 102 [2].

В X в. н.э. основными возделываемыми культурами в Верхневолжском бассейне являлись озимая и яровая рожь, яровая и озимая пшеница, овес, ячмень. Просо занимало одно из основных мест среди возделываемых культур до XII в., затем удельный вес его в посевах зерновых резко сократился. Это можно связать с тем, что просо — культура сравнительно засушливого климата. Видимо, с увеличением увлажненности во II тысячелетии н. э. просо стало экономически менее эффективной культурой по сравнению с рожью, ячменем или пшеницей. В общем, климатические условия периода малого климатического оптимума следует рассматривать как благоприятные для земледельцев (в особенности по сравнению, например, с XIV-XVII вв.). Относительно благоприятные климатические условия средневековой теплой эпохи не только обеспечили хорошие урожаи, но и способствовали общественно-экономический росту и развитию связей славянских племен в период формирования древнерусского государства. Широкое развитие бортничества, активное освоение лесов были характерны именно для этого периода. Освоение славянами Верхневолжского бассейна и развитие поселенческой структуры проходило в благоприятных условиях для земледелия и заселения.

Переходный период XIII – XIV вв. получил название «периода контрастов», поскольку он явился предвестником малого ледникового периода. Ему были характерны

следующие черты: увеличение внутрисезонной изменчивости климата, увеличение увлажненности, резкое колебание увлажненности и теплообеспеченности от года к году, повсеместное понижение летних температур на 1-2° С, снижение сумм активных температур в лесной зоне на 800-1000° С [2]. По данным С.И. Бараша [1], длительность вегетационного периода возделывания зерновых культур сократилась почти на три недели. В это время возрастает число таких экстремальных природных явлений, как продолжительные холодные зимы, необычайно длительные дожди в летние сезоны и возвраты холодов в начале лета или раннее наступление морозов в конце лета – начале осени. Такие условия нередко приводили к гибели урожая и голоду.

На XIII век приходится один из самых долговременных периодов, в котором сконцентрировались экстремальные природные явления. Это 1211-1233гг., среди которых было 15 голодных лет. Из них два голодных периода продолжались несколько лет. В 1214-1216 гг. и особенно в 1230-1233гг., т.е. перед самым татаро-монгольским нашествием, численность населения Руси резко сократилась. К этому же интервалу времени относятся 8 засух, 4 дождливых летних периода, 9 необычайно холодных зим. В последнюю треть XIII в. стали чаще отмечаться суровые зимы, засушливые (1276–1279 гг., 1293-1299гг.) и дождливые лета (1270-1273гг.), резко возрастает количество «великих бурь» и «небывалых наводнений» [2].

В «период контрастов» в XIV в., по сравнению с XIII в., еще более участились как суровые, так и мягкие зимы, дождливые и засушливые лета, то есть шло усиление сезонных контрастов. Так, на протяжении второй и третьей четверти XIV в. летописцы зарегистрировали 12 засух, из которых 8 поразили всю Русь. Это также не способствовало получению хороших урожаев и приводило к росту числа голодных неурожайных лет.

Для XIV в. было характерно довольно резкое похолодание. В этом веке зафиксировано 30 случаев суровых зим, а в XIII в. их было 25. Наблюдалось также учащение дождливых летних периодов, особенно в первой половине, и засухи в двух последних третях XIV в., что привело к сильным неурожаям и голоду в течение 17 лет. Всего в XIV в. в летописях отмечено 100 экстремальных природных явлений, в результате которых на Руси было более 37 голодных лет.

XIV – XIX вв. климатологи называют малым ледниковым периодом. Средняя годовая температура понизилась на – 1,4° С, летняя температура – на 2-3° С. Периоды с повышенным увлажнением чаще чередовались с засушливыми, резко усилилась циклоническая деятельность, а продолжительность вегетационного периода сократилась почти на три недели. Так, например, климат Центральной России и, соответственно, Верхневолжья в 1314 – 1316 гг. характеризовался большой увлажненностью, а в 1413 – 1423 гг. – наоборот, засушливостью. Наибольшая изменчивость климата присуща концу XIV – началу XV в. и XVI – XVII вв., когда, как считает С.И. Бараш [1], преобладали годы с особенно холодными зимами и повышенной влажности (за счет зимних осадков). В результате этого в начале XVII в. ель стала доминантом в елово-широколиственых лесах и содоминантом в широколиственных [7].

В агроклиматическом отношении весь XIV в. на Руси был мало благоприятным: участились грозы, ливни, наводнения и другие явления, обусловленные усилением циклонической деятельности. В этот период учащается не менее страшное бедствие для страны – эпидемии, в распространении которых огромную роль играют и природные, и социальные (голод, войны) факторы.

В эпоху малого ледникового периода русские исторические источники все чаще фиксируют резкие колебания климата. Так, в XV в. отмечалось уже более 150 экстремальных природных явлений. Погодные условия в XV в. были весьма разнообразными. Чрезвычайно засушливые годы чередовались с избыточно влажными и холодными. Недороды от чрезвычайно суровой зимы наблюдались в 1408, 1417, 1420, 1443, 1467, 1468, 1481 и 1496 гг. [1].

Обильные дожди (в 1404-1405, 1424, 1430, 1445, 1453-1456, 1484 г.г.), великие засухи (в 1408, 1412, 1414, 1422, 1424, 1442-1443, 1448, 1471-1472, 1485, 1493 г.г.) и суро-

вые зимы (1407-1408, 1420-1423, 1445-1447, 1461-1462, 1471 г.г.) обусловили более 40 голодных лет. Так, снеговой покров зимой 1445 г. на территории бассейна Верхней Волги достигал 2м; при этом стояли лютые морозы. 60-е годы XV в. характеризуются как холодными зимами и веснами, так и повышенной увлажненностью [2].

В Центральной России летописцы отметили резкое похолодание климата в последней трети XVI в. Е.П. Борисенков и В.М. Пасецкий [2] также отмечают, что в начале XVI в. произошло потепление климата (мягких зим отмечено в XV в. – 9, в XVI в. – 20, в XVII в. - 7), хотя лето оставалось холодным, и на него даже пришелся пик похолодания в Центральной России. Повышенной увлажненностью характеризуется вторая половина XVI в. Именно к этому периоду относятся сообщения о непроходимых болотах и лесах, описание Московии как «дикой пустыни, покрытой кустарниками, топкими болотами и гатями», а также воспоминания о былом судоходстве по мелким речкам, сведения о мельницах по ручьям, где воды в сухие лета сейчас совсем не бывает.

Русские летописцы отметили резкое похолодание климата в последней трети XVI в. Это похолодание привело к серьезным потрясениям в экономике. Конец XVI в. ознаменовался политическим и экономическим кризисом Русского государства (опричнина и Ливонские войны Ивана IV), что в сочетании с ухудшившимися природными условиями (повышение влажности климата, падение среднегодовых температур) вызвало массовое запустение земель. Многие сотни деревень превратились в пустоши, десятки сел – в селища. Сравнение данных межевых книг, для Ярославской земли середины и 90-х гг. XVI в. свидетельствует об увеличении площадей, покрытых кустарником и лесом, и появлении обширных заболоченных пространств.

А.М. Слепцов и В.В. Клименко [6] считают, что наиболее холодными периодами были первая четверть XV в., конец XVII и XVIII вв. Малый ледниковый период как бы «разрывается» потеплением на две части – XV в. и XVII-XIX в.в., в течении которых резко ухудшились климатические условия – климат стал холоднее, неустойчивее, сократился вегетационный период. В эпоху малого ледникового периода русские исторические источники все чаще фиксируют резкие колебания климата. Так, в XV в. отмечалось уже более 150 экстремальных природных явлений. Погодные условия в XV в. были весьма разнообразными. Чрезвычайно засушливые годы чередовались с избыточно влажными и холодными. Недороды от чрезвычайно суровой зимы наблюдались 8 раз, дождливые годы – 10, великие засухи – 12 и суровые зимы – 12 раз обусловили более 40 голодных лет.

Одновременно с началом малого ледникового периода происходит процесс освоения водораздельных пространств во время внутренней колонизации земель. Определяющими факторами были демографический, социально-экономический и исторический, но нельзя не учитывать роль природного фактора. Анализ местоположения поселений по писцовым и другим материалам по ряду уездов Верхневолжья указывает на то, что происходит перенос селений, расположенных на низких высотных уровнях в долинах рек на более высокие и междуречья. В 1550 – 1700 гг. значительно возросла повторяемость суровых зим и чаще отмечались холода летом. В целом, в период с XV в. до середины XIX в. отмечается повышение континентальности климата (по-видимому, вследствие увеличения ледовитости Арктики), увеличение внутрисезонной изменчивости, преобладание зональной циркуляции атмосферы [2]. Апогей роста числа экстремальных природных явлений приходится на XV-XVII в.в. Особенно много засух наблюдается в XVII в. – 46, то есть практически каждый второй год в столетие. Резкому увеличению количества засух соответствовал рост количества неурожайных лет. Только к концу XVII века в связи с увеличением числа дождливых летних периодов и мягких зим климатическая обстановка на Руси несколько выровнялась.

В малый ледниковый период отмечалось резкое падение урожайности зерновых из-за низких температур в период вегетации, частых дождей, поздних весенних заморозков и ранних осенних. В результате приходилось досушивать рожь в сараях над кострами, а в отдельные годы в самом конце XVI в. – начале XVII в. хлеб совсем не успевал вызреть. В периоды спада хозяйственного освоения местные ландшафтные различия часто

выступали в роли лимитирующего и дифференцирующего фактора. В условиях общего избытка увлажнения и распространения глееватых почв чередование нескольких дождевых и прохладных вегетационных периодов подряд могло привести к выпадению из пахотного клина всех слабодренированных участков [3]. Малый ледниковый период отмечен резкими внутрисезонными колебаниями климата, особенно выделяется третья четверть XVII века, первая четверть и вторая половина XVIII века, почти три четверти XIX века. Различия температур одного и того же месяца теплых и холодных периодов в XVII - XVIII в.в. достигали 7-8° С [2]. Такие перепады температур также свидетельствуют о большой неустойчивости климата малого ледникового периода и его значительной региональной неоднородности. Это еще раз подчеркивает важную роль циркуляционных процессов в формировании региональных особенностей климата, климатических аномалий и смен периодов кратковременного потепления и похолодания климата.

Как отмечают многие историки, колебания климата очень четко отражались на индексе цен на зерно и другие сельскохозяйственные продукты. После малого климатического оптимума произошло повышение цен на зерно. Затем, по-видимому, в связи с некоторыми благоприятными климатическими условиями цены на зерно несколько снизились. Во второй половине XVI в. цены на зерно резко поползли вверх, достигнув максимума в конце XVIII – начале XIX в. Именно в это время малый ледниковый период вступил в максимальную фазу своего развития.

Несмотря на то, что малый ледниковый период характеризуется устойчивыми крайне неблагоприятными климатическими условиями и их трагическими последствиями: недородом и голодом, длительного упадка хозяйства не наблюдалось, даже в такой наиболее чувствительной и незащищенной отрасли, как земледелие. Как отмечает Ю.В. Кривошеев[5] данные разнообразных источников (письменных, археологических) свидетельствуют о противоположном: о завоевании в лесной зоне Руси именно в XIV-XV в.в. господствующего положения более совершенной пашенной паровой системы в земледелии, о широком распространении в это время ржи и овса и вытеснении ими пшеницы и ячменя.

Такая реакция на ухудшение климата и привела к аграрной «перестройке» (а точнее – к аграрному перевороту) на Руси XIV-XVI вв. Пашенная паровая система (двух- и трехпольная) является несомненно более гибкой и приспособленной к более суровым климатическим условиям, нежели достаточно детерминированные подсека и перелог. Рожь же, как и овес, гораздо более климатоустойчива и неприхотлива по сравнению с пшеницей. Ячмень же давал хорошие урожаи на подсеке и меньшие на уже обработанных землях. С утверждением трехполья рожь и овес окончательно закрепились в качестве основных зерновых культур. Пашенная паровая система земледелия не существовала в чистом виде, а сочетала трехполье и лесной перелог. И хотя она задерживала переход от экстенсивного хозяйства к интенсивному, сочетание трехполья с перелогом являлось целостной органичной системой землепользования, сформированной в процессе приспособления к окружающей природной среде. Это был выработанный народным экологическим опытом способ приспособления к окружающей среде при существовавших на той стадии технических средствах труда.

Природно-климатические условия Верхневолжья (крайняя напряженность короткого вегетационного периода основных культур и, соответственно, по времени сезона сельскохозяйственных работ и огромная трудоемкость обработки почвы, усугубляемая необходимостью прибегать к залежно-переложному способу и постоянно защищать поле от наступления леса) препятствовали значительному развитию животноводства, огородничества и садоводства. Их недостаточность компенсировалась большим удельным весом присваивающего хозяйства (охота, рыболовство, бортничество, разного рода лесные промыслы и собирательство).

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ:
проекты №19-05-00233, № 18-311-00222

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш С.И. История неурожаев и погоды в Европе - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. - 236 с.

2. Борисенков. Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. - М.: Мысль, 1988. - 522 с.

3. Клименко В.В., Климанов В.А., Сирин А.А., Слепцов А.М. Изменения климата на западе европейской части России в позднем голоцене // Доклады РАН. - 2001. - Т. 376. - № 5. - С. 679–683.

4. Кренке А.Н., Чернавская, М.М. Пространственные и временные изменения повторяемости экстремальных климатических явлений на Русской равнине // Известия АН СССР. Сер. географ. - 1998. - № 5. - С. 53–61.

5. Кривошеев Ю.В. О влиянии климатических колебаний на хозяйство и общество средневековой Руси // Экологический опыт человечества: прошлое в настоящем и будущем. Тезисы докладов. Отделение эколого-информационных систем МАИ. - Москва, 1995.

6. Слепцов А.М., Клименко В.В. Обобщение палеоклиматических данных и реконструкция климата восточной Европы за последние 2000 лет // История и современность. - 2005. С. 118-135.

7. Турманина В.И. Растения рассказывают. - М.: Мысль, 1987. - 156 с.

ДИНАМИКА КЛИМАТА И ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА СРЕДНЕЙ ПРОТВЫ В ГОЛОЦЕНЕ

Е.Ю. Новенко, В.А. Низовцев, Н.М. Эрман, Н.Г. Мазей, В.М. Матасов, Н.Б. Лаврова, Л.В. Филимонова
lenanov@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, г.Москва, Россия
Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

На протяжении многих десятилетий актуальными проблемами ретроспективного анализа взаимодействия человека и окружающей среды являются реконструкции ландшафтно-климатических изменений в голоцене и формирование природно-антропогенных ландшафтов. Наиболее сложной такая задача представляется для староосвоенных территорий в бассейнах крупных рек Центральной России и их притоков. Климатические изменения, длительное и интенсивное хозяйственная деятельность с неоднократной сменой систем природопользования привели к значительной смене исходных ландшафтных комплексов. В качестве модельного участка выбрана территория Сатинского учебно-научного полигона географического факультета МГУ, имеющего солидный стаж существования – 50 лет. Изучаемая территория расположена в бассейне среднего течения реки Протвы в окрестностях г. Боровск на границе Калужской и Московской областей. Здесь сохранились памятники хозяйственной деятельности, начиная с эпохи мезолита и по настоящее время, свидетельствующие, что антропогенному воздействию подверглись практически все ландшафтные комплексы. Наибольшим изменениям подверглась биота, что привело к формированию длительно производных модификаций и усложнению структуры ПТК, а также к их типологическому разнообразию. В настоящее время площади лесов Боровского района занимают около трети от его общей площади. Да и эти леса чаще всего вторичные, производные и малопродуктивные. Чтобы понять тенденции естественного развития современных ландшафтов и их компонентов необходимо изучение как современных их свойств и структуры, так и ретроспективный анализ динамики природной среды.

Цель данной работы – реконструкция динамики климата и изменений ландшафтной структуры в бассейне Средней Протвы в голоцене под воздействием природных и антропогенных факторов. Основным методом исследований является сопряженный анализ материалов крупномасштабного ландшафтного картографирования, результатов детального палинологического анализа и обобщения археологических и исторических данных. Основу реконструкции климата послужили детальные палинологические исследования разреза мезотрофного болота около д. Аграфенино (на севере Сатинского полигона). Материалами для реконструкции эволюции ландшафтных комплексов послужили ландшафтная карта изучаемой территории [2], а также результаты палеоботанических исследований и радиоуглеродного датирования отложений болота Аграфенино.

Территория Сатинского полигона хорошо изучена. Значительное место в них занимают исследования по истории развития рельефа в плейстоцене и голоцене, формирования эрозионной сети, стратиграфии четвертичных и голоценовых отложений, а также палеоботанические реконструкции [5]. В тоже время палеоклиматические и палеоландшафтные реконструкции, а также ретроспективные реконструкции смен природопользования и поселенческой структуры носят единичный и поисковый характер. Выполненные исследования позволяют существенно дополнить палинологические данные из аллювиальных и делювиальных отложений, уточнить временные границы ландшафтно-климатических изменений. Впервые для территории Сатинского полигона проведен анализ концентрации микрочастиц угля в торфе, изменения которой в торфяной залежи служит индикатором интенсивности пожаров на территории, окружающей болото. Интерпретация полученных данных с учетом современной ландшафтной структуры территории, привлечение материалов крупномасштабного ландшафтного картографирования позволило выполнить реконструкции изменений геосистем в голоцене на уровне урочищ.

Экотонное положение района на стыке нескольких физико-географических районов в краевой зоне московского оледенения и вблизи южной границы хвойно-широколиственных лесов обусловили его ландшафтные особенности. На этой небольшой территории встречаются практически все основные типы ландшафтных комплексов, распространенных в Центральной России. Сатинский полигон включает территории четырех ландшафтов, на относительно небольшой площади полигона выявлено 37 видов урочищ, относящихся к 11 разновидностям физико-географических местностей. Рельефопреобразующая деятельность московского ледника и его талых вод решающим образом сказались на формировании литогенного каркаса данной территории. Местности междуречных равнин имеют полидоминантный тип морфологической структуры, в которой дополняющие урочища ложбин стока и эрозионной сети образуют коленчато-древовидно-мозаичный пространственный рисунок, осложненный мелкой пятнистостью камовых всхолмлений, заболоченных западин и древнеозерных котловин. Доминантными урочищами служат волнистые и слабонаклонные, и плоские вторичные моренные, моренно-водноледниковые и озерно-водноледниковые равнины. Физико-географические местности речных долин характеризуется большей пестротой; составляющие их ПТК отличаются большим разнообразием, а порой и контрастностью, их эдафических свойств. Доминантные и субдоминантные урочища пойм разного уровня и низкие надпойменные террасы образуют сегментно-ленточный или полосчатый ландшафтный рисунок [2].

Болото Аграфенино, площадью 12 Га, расположено на северо-востоке Сатинского учебно-научного полигона в ландшафте плоских и слабоволнистых моренно-водноледниковых равнин, занимающих средний ярус рельефа (170-190 м абс. выс. н.у.м.). Болото имеет овальную форму, средняя мощность торфа составляет около 1 метра, с максимумом до 1,5 м. Торф подстилается тяжелым суглинком мощностью до 0,4 м. Центральная слегка повышенная часть болота занята осоково-клюквенно-сфагновым фитоценозом, а срединная кайма представлена сфагново-хвощево-пушицево-осоковым фитоценозом.

Бурение торфяной залежи болота было проведено в июле 2016 г. При описании состава торфяной колонки в полевых условиях фиксировались также прослои угля (пожарные слои). Для разреза торфяной залежи выполнен спорово-пыльцевой анализ и определены

потери при прокаливании. Всего изучено по 75 образцов при интервале отбора 2 см. Пробы для спорово-пыльцевого анализа были подготовлены по стандартной методике [6] с одновременным учетом микрочастиц угля. В образцах было подсчитано 500 и более пыльцевых зерен и спор. Для разреза болота в ЦКП «Лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН получено 8 датировок.

Реконструкция геосистем в прошлом основана на ландшафтно-эдафическом подходе, предложенном, который состоит в разделении характеристик элементарных ландшафтов на признаки местоположения (относительно устойчивые параметры рельефа и подстилающих пород, определяющих режим увлажнения) и признаки состояний (более динамичные параметры, растительность и почвы). Согласно этим подходам карта современных урочищ представляет собой, по сути, карту местоположений, создающих «поле возможностей» для существования растительных сообществ и реализации сукцессионных смен. Данные палинологического анализа позволяет проследить эти сукцессионные смены во времени. Согласно данным спорово-пыльцевого анализа Бутовского болота, расположенному также в пределах Сатинского учебно-научного полигона, на изучаемой территории в среднем и позднем голоцене были распространены березовые и смешанные хвойно-широколиственные леса.

Радиоуглеродное датирование торфа показало, что заторфовывание небольшой депрессии, которую занимает в настоящее время болото Аграфенино, началось в конце бореального периода голоцена, около 9,3 тыс. кал. л.н. (тысяч календарных лет назад). Спорово-пыльцевая диаграмма разреза болота Аграфенино включает 8 п.з. (пыльцевых зон). Полученные данные о составе и соотношениях основных компонентов спорово-пыльцевых спектров и скоростях торфонакопления позволили выделить основные фазы изменения окружающей среды на территории, окружающей болото.

Полученные данные показали, что в бореальном периоде голоцена в бассейне Средней Протвы произрастали сосново-березовые леса, что хорошо согласуется с региональными реконструкциями растительности для лесной зоны Восточно-Европейской равнины [7]. В небольшом количестве в составе древостоев принимали участие широколиственные породы деревьев.

Колебания в содержании пыльцы широколиственных пород, сосны и березы, и серия пиков повышения концентрация микро-угля в интервале 9,2-7,8 тыс. кал. л. н. указывает на нарушение растительности и постпирогенные сукцессии в лесных сообществах. В спектрах отмечены единичные пыльцевые зерна злаков по морфологии близких к культурным формам, но в целом, содержание пыльцы растений - антропогенных индикаторов невелико. Возможно, ландшафтные комплексы изучаемой территории испытывали слабое антропогенное воздействие. Известны достоверные свидетельства обитания в данном районе людей, относящиеся к мезолиту и датируемые археологами 7-6 тыс. до н.э., примерно 10-8 тыс. кал. л. н. В окрестностях болота Аграфенино известны три стоянки эпохи мезолита, расположенные южнее д. Маламахово по обоим берегам Исмы [4]. В V-IV тысячелетии до н.э., примерно 8-7 тыс. кал. л. н. в бассейне Протвы появляются племена нового каменного века. В 1985 г. на северо-западной окраине с. Сатино археологи обнаружили материальные следы поселенцев льяловской неолитической культуры, IV тысячелетие до н. э. По-видимому, на широком мысу I надпойменной террасы, при впадении Западно-Сатинского оврага в р.Протву, существовало неолитическое поселение общей площадью свыше 5 тыс. м^2.

В интервале между 7,8 и 6,2 тыс. кал. л. н. доля широколиственных пород в древостоях увеличивается, преобладают липа и вяз (количество пыльцы этих таксонов составляет 15-25%). Также в этот период в составе лесных сообществ увеличивается участие ели, доля ее пыльцы от суммы пыльцы древесных и травянистых растений возрастает от 2-3 % до 12 %. Высокое содержание пыльцы березы и сосны в спектрах указывает на существование сосново-березовых лесов в подходящих местообитаниях. Возможно, источником пыльцы березы была локальная растительность на болоте. Образцы торфа содержат многочисленные фрагменты березовой коры.

Сопоставляя современную ландшафтную структуру района исследований и палинологические данные можно сделать следующую реконструкцию растительного покрова. Очевидно, в доминантных урочищах междуречных равнин были распространены широколиственные леса с преобладанием дуба и липы. Поскольку доля пыльцы липы превышает содержание пыльцы дуба в спорово-пыльцевых спектрах рассматриваемого периода, учитывая, что пыльцевая продуктивность липы, как насекомоопыляемого растения, ниже, чем у дуба, опыляемого ветром, то можно сделать вывод, что участие липы в составе лесов было больше, чем дуба. Особенно она предпочитала пониженные, затененные и более увлажненные урочища междуречий.

В этот период в дубово-липовых и липовых лесах в переувлажненных местообитаниях ложбин стока, в лощинообразных верховьях малых эрозионных форм и в краевых (приболотных) урочищах древнеозерных котловин могла в виде примеси встречаться ель. Мы предполагаем, что коренные склоны долин рек Протвы и Исмы, долин ручьев балочного типа теплых (южных) экспозиций занимали дубравы, а холодные склоны северных экспозиций – липовые с кленом леса. Отчасти такое распределение широколиственных лесов мы можем наблюдать и в настоящее время: «урочище Дубки» на южном склоне р. Протвы, и липовый лес («урочище Соколиха») на северном склоне р. Исмы.

По долинным зандрам и надпойменным террасам в широколиственных лесах присутствовали ель и сосна, последняя могла становиться доминантной на участках с преобладанием песчаного субстрата. Сухие местообитания урочищ приэрозионных склонов, верхних частей крутых коренных склонов долин занимали сосновые леса. В низовьях коренных склонов долин с разгрузкой сильно минерализованных карбонатных вод могли произрастать вязовники. Пойменные липодубравы, вероятно, занимали массивы высоких пойм, вязовники и черноольшаники – староречья.

Вторая половина атлантического периода и начало суббореала (период 6,2-4,2 тыс. кал. л.н.) – время резких изменений окружающей среды на изучаемой территории. Торф, сформировавшийся в это время, содержит многочисленные пожарные слои. Изменения спорово-пыльцевых спектров отражают деградацию широколиственных и елово-широколиственных лесов и распространение вторичных березняков, а затем березово-сосновых лесов.

В Боровском районе зафиксировано лишь 6 археологических находок, относящихся к периоду бронзового века, однако специальных исследований бронзового века на этой территории не проводилось [5]. К сожалению, палинологических свидетельств интенсивного воздействия хозяйственной деятельности человека на растительный покров в период 6,2-4,2 тыс. кал. л. н. (соответствущий эпохе бронзы) не выявлено. В спектрах торфяных образцов обнаружены единичные пыльцевые зерна культурных злаков и подорожника. Возможно, в начале этого этапа на изучаемой территории еще существовало поселение льяловской культуры (поздний неолит), и следы антропогенных нарушений растительности относятся к этому времени. Но для интервала 5,0-4,0 тыс. кал. л. н., когда пожары были наиболее интенсивны, не выявлено никаких свидетельств присутствия человека.

Согласно исследованиям А.В. Панина с соавт. (2009), в течение временного интервала приблизительно 6,0-4,5 тыс. кал. л. н. на территории Сатинского полигона протекали активные процессы оврагообразования, не имевшие аналогов в голоцене, случались катастрофические паводки. Отсутствие признаков существенного антропогенного воздействия позволяет сделать заключение о естественных (климатических) причинах этих явлений и взаимосвязи между вспышкой эрозионных процессов и частыми и интенсивными лесными пожарами на изучаемой территории в этот же период, в результате которых растительный покров был нарушен на значительных площадях. Такими причинами могли быть повторяющиеся из года в год длительные летние засухи, неравномерность выпадения осадков, сильные ливни.

Около 4,2 тыс. кал. л. н. широколиственные леса широко распространяются в бассейне Средней Протвы. Можно считать, что в этот период окончательно сформировалась структура коренных ландшафтов Центральной России. За исключением ряда коротких

береговых оврагов, полностью оформился морфолитогенный каркас ландшафтов данной территории. Основным типом растительности стали хвойно-широколиственные леса. Дальнейшее развитие ландшафтов происходило в значительной степени под воздействием антропогенного фактора. Именно в это время (ранний железный век, дьяковская культура) появляется постоянное оседлое население, формируется развитая поселенческая структура с системой городищ и селищ. Поселенческая структура имела ярко выраженный линейный характер, поселения располагались цепочкой по долинным зандрам и надпойменным террасам долины Протвы и ее притоков. Среднее расстояние между городищами по Протве составляла не более 5-6 км.

Два поселенческих комплекса дьяковских племен сложились в ближайших окрестностях исследуемого нами болота, у д. Маламахово по левому брегу Исмы. Здесь открыто два городища с примыкающими к ним селищами [5]. В спорово-пыльцевых спектрах, относящихся ко времени 1,7-2,0 тыс. кал. л. н. в небольшом количестве присутствует пыльца хлебных злаков, отмечено незначительное увеличение концентрации микрочастиц угля. Возможно, освоение носило локальный характер вокруг поселений, и междуречные ПТК, непосредственно прилегающие к болоту, была вне интенсивного антропогенного воздействия.

Славянская колонизация бассейна Средней Протвы в VIII — X вв. н. э. [1]. В XII в. здесь сложилась довольно густая сеть поселений: селища на левом берегу р. Протвы в районе Рыжковского кладбища, Беницы, Сатино, Совьяки, Бердовка и др., а также укрепленные поселения - городища в Боровске, Беницах и Маламахово. Село Беницы в 1156 г. было одним из крупных волостных центров Смоленской земли. Находки керамики на географической станции в Сатино, в Дедюевке и на Рыжковском селище (определения керамики выполнены археологами С.З. Черновым и Н.А. Кренке) позволяют однозначно судить, что эти поселения существовали и в XV веке. Однако полученные палинологические данные не дают оснований для реконструкции нарушений растительности под воздействием хозяйственной деятельности человека. В спектрах отмечено лишь небольшое сокращение количества пыльцы широколиственных пород, но отсутствует пыльца культурных злаков и прямых антропогенных индикаторов. При этом ко времени Средневековья относится более поздняя группа радиоуглеродных датировок углей из разрезов рыхлых отложений малых эрозионных форм, что является индикатором увеличения частоты пожаров на изучаемой территории. Возможно, часть торфяной залежи болота, относящаяся к этому времени, была утрачена в результате более поздних пожаров.

Знакомство с разнообразными историческими материалами по Боровскому и Верейскому уездам, на границе которых в XVII-XVIII вв. располагалась территория исследований (РГАДА. Ф. 1356… Атлас Калужской губернии, 1782 г.; РГАДА. Ф. 1356…Атлас Боровского уезда, 1779 г.; РГАДА. Ф. 1356…Атлас Верейского уезда,1784 г.; РГАДА Ф. 1356…План Верейского уезда с разделением на станы, 1772) показало, что в XVIII веке сельскохозяйственное освоение ландшафтов бассейна Средней Протвы достигло своего пика. Во второй половине XVIII века доля пашни в Боровском уезде составляла более 65%, а в Верейском – около 40%, доля лугов не превышала 10%. Доля лесов сократилась до 7% от общей площади угодий в долинных ландшафтах и до 15-20% в междуречных. Во многом это было связано с бурным ростом населения, начавшимся с середины XVII в. И, хотя, в последующее время доля лесопокрытых площадей постоянно возрастала в результате лесоустроительных мероприятий, собственно коренных лесов не осталось вовсе.

Радиоуглеродные датировки показывают, что верхние 53 см торфяной залежи болота Аграфенино сформировались в течение последних 100 лет. Изменения состава спорово-пыльцевых спектров отражают значительную антропогенную трансформацию геосистем, но очевидно, это отражение не ситуации, сложившейся в XX столетии, а наследие предшествующих веков. Возможно, часть торфяной залежи, накопившаяся в XVIII-XIX вв., уничтожена в результате пожара. Сокращение доли пыльцы древесных в спектрах, почти полное исчезновение пыльцы широколиственных пород, резкое увеличение количества пыльцы луговых трав, видов растений нарушенных грунтов и сорных, отчетливый

максимум пыльцы культурных злаков указывают на вырубку лесов и распространение сельскохозяйственных угодий. Отчетливый минимум на кривой потерь при прокаливании торфа до 45% служит признаком интенсивного поступления минеральных частиц в торфяную залежь, источником которых могут быть распаханные участки земли, прилегающие к болоту. Также выявлено несколько эпизодов сильных пожаров, затронувших болото, о чем свидетельствуют пики концентрации микрочастиц угля в торфе, пожарные слои в торфяной залежи и находки спор грибов-аскомицетов рода *Gelasinospora*, растущих, преимущественно, на гарях.

Спорово-пыльцевые спектры самого верхнего горизонта торфа отражают увеличение облесенности территории и сокращение доли сельскохозяйственных угодий. Содержание пыльцы древесных возросло до 80%, в основном за счет березы, сосны и ели, в то же время сократилось участие пыльцы луговых растений, антропогенных индикаторов и хлебных злаков; понизилась зольность торфа. Очевидно, верхний горизонт торфяной залежи сформировался в период упадка сельского хозяйства в постсоветское время, когда происходило зарастание полей, распространение вторичных сосново-березовых лесов с участием ели.

Полученные данные показали, что широколиственные породы деревьев (дуб, вяз, липа) начали распространяться в бассейне Средней Протвы уже около 9,2 тыс. кал. л. н. В начале атлантического периода голоцена в растительном покрове вторичных моренных и моренно-водноледниковых равнин широколиственные леса уже практически вытеснили березовые и березово-сосновые леса, существовавшие на этой территории в раннем голоцене. Ель встречалась в виде примеси в переувлажненных местообитаниях на протяжении всего среднего и позднего голоцена. Начиная с 2,5 тыс. кал. л. н. при похолодании и увлажнении климата участие ели в растительных сообществах существенно возросла. Этот рубеж можно считать началом формирования елово-широколиственных лесов, образующих растительный покров доминантных ландшафтов междуречных равнин в доаграрный период.

Несмотря на то, что изучаемая территория была обитаема человеком, начиная с эпохи мезолита, однако согласно полученным палинологическим данным антропогенное воздействие на геосистемы было незначительным вплоть до исторического времени. Это, возможно, связано с тем, что изученный разрез расположен на водоразделе и выполненные реконструкции относятся, в первую очередь, к фоновым урочищам междуречных равнин, в то время как поселения были расположены по долинам рек. Можно предположить, что долинные комплексы были подвержены более выраженным изменениям, тогда как водораздельные поверхности не претерпевали существенных трансформаций вплоть до XVII века.

Палинологический анализ и определения зольности торфа выполнены по теме Государственного задания № 0127-2019-0008, АААА-А19-119021990092-1. Палеоландшафтные исследования и обобщение археологической и исторической информации выполнены при
поддержке проекта РФФИ № 19-05-00233

ЛИТЕРАТУРА

1. Археологическая карта России. Калужская область. - М.: Изд-во «Авто», 1992. - 158с.

2. Низовцев В.А. Ландшафтная характеристика Сатинского полигона. Глава IX // Общегеографическая практика в Подмосковье. Учебное пособие. - М.: Географический ф-т МГУ, 2007. - С. 229-271.

3. Панин А.В., Каревская И.А., Фузеина Ю.Н., Шеремецкая Е.Д. Среднеголоценовая фаза в Юго-Западном Помосковье // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География - 2009. - № 6. - С. 60-70.

4. Прошкин О.Л. Археология в изучении древнейшего прошлого Боровского края // Боровский краевед. - Боровск. 1997. - Вып. 7. - С. 77-85.

5. Рычагов Г.И. Геолого-геоморфологическое строение и история развития рельефа // Общегеографическая практика в Подмосковье. Учебное пособие. - М.: Географический ф-т МГУ, 2007. - С. 30-81.

6. Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E. Pollen Analysis. Oxford: Blackwell Scientific Publications. -1991. - 216 p.

7. Novenko E., Tsyganov A., Volkova E., Kupriyanov D., Mironenko I., Babeshko K., Utkina A., Popov V., Mazei, Yu. Mid- and Late Holocene vegetation dynamics and fire history in the boreal forest of European Russia: A case study from Meshchera Lowlands // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 2016. - 459. - P. 570-584.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СТРУКТУРЫ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

В.П. Петрищев
wadpetr@mail.ru

Институт степи УрО РАН, г.Оренбург, Россия

Микроклиматические процессы является одним из важнейших ландшафтогенерирующих факторов Прикаспия и Приуралья на локальном уровне геосистемной организации "фация-урочище". К числу ландшафтных аномалий региона следует отнести соровые и лиманные ландшафты, сопряжения соляных озер и солянокупольных гряд и возвышенностей, ландшафты сульфатно-галогенных карстовых полей, псаммитовые геосистемы и др. Формирование микроклимата над ландшафтными аномалиями в общем случае определяется особенностями инсоляции над поверхностью, существенной деформацией и литологическим разнообразием пород, также своеобразием гидрологического режима, связанного с режимами рассоления и/или аккумуляции хлоридов и сульфатов.

Следует отметить, что влияние выходов каменной соли на микроклиматические условия является одной из малоисследованных проблем физической географии и ландшафтоведения. Отдельные исследования, проведенные на Илецком месторождении в конце XIX века [2] и в 50-ые гг. XX века [1, 3], показали, что высокая гигроскопичность солевых пластов и насыщенность воздуха пылью, содержащей кристаллы соли, определяют развитие особого микроклимата, имеющего высокое бальнеологическое значение.

Для каждого из поставленных микроклиматических экспериментов в 2005-2015 гг. была поставлена строго определенная задача. При фиксации температуры и влажности воздуха, температуры почвы на катене, заложенной от г. Богдо к оз. Баскунчак, отмечено следующее: 1) показатели температуры воздуха на уровнях 0,5 и 2 м сближаются над солевой поверхностью озера, а удаляются на северном склоне; 2) отмечаются заметные колебания температуры – зафиксировано нагревание приземного слоя воздуха (0,5 м) на северном склоне с 14.00 до 15.00 на 3^0С в результате превращения его из теневого в освещенный; 3) температура грунта (почвы) наиболее значительной ($26,8^0$С) была в соленом озере (Баскунчак). Наиболее устойчивый термический режим наблюдался на вершине (г. Богдо) и над соляным озером (Баскунчак). На склонах горы колебания температур оказывались существенными особенно в приповерхностном слое, составляя $2\text{-}3^0$С. При наблюдениях на оз. Аралсор зафиксирован высокий температурный градиент при переходе от приозерного плато, круто обрывающегося к озеру, к озерной рапе – 3,5 ^{0} С При этом ниже оказывались, как и на Эльтоне температуры над соляным озером, что связано с высоким альбедо солевой поверхности озера. Особенно высокими различия были между температурой почвы и озерного ила (баткака) – $6,6^0$С. Отмеченная выше закономерность – относительная близость значений температуры на 0,5 и 2 м – отмечена для вершины р. Улаган и покрытого соляной коркой поверхности оз. Эльтон. Как и на Аралсоре, отмечено интересное явление – инвер-

сия температуры над покрытой солевой коркой поверхностью озера, что связано с формированием своеобразной тепловой «подушки» на высоте 1-3 м. На основе измерения микроклиматических параметров на побережье оз. Индер, а также на ландшафтной катене г. Сантас – оз. Челкар, выявлены микроклиматические градиенты, обусловленные в конечном счете геодинамическими зонами, сформировавшимися в эвапоритовой толще. Нами проводится прямая зависимость между соляными стенками и карнизами, с одной стороны, и контрастным сочленением геоморфологических форм, обусловливающими формирование гидротермических барьеров, с другой стороны. Частными примерами, такой зависимости, являются ярко выраженные градиенты на приозерных обрывах озера Индер и на склоне горы Сантас. В первом случае, это резкое изменение температуры на высоте 2 м, прослеженное исключительно вдоль берегового обрыва, сопровождавшееся устойчивым (3-4 дня) повышением относительной влажности в этой полосе. Характерно, что подтвердился эффект повышенной динамичности микроклиматических процессов в переходной зоне от солевого озера к солянокупольным возвышенностям, выявленный в 2005 г. Экспериментальное наблюдение за микроклиматическими процессами в 2006 г. на озере Индер позволило также подтвердить данные 2005 г. о температурной инверсии, связанной с высоким альбедо солевой корки на озерной поверхности. Во втором случае, зафиксирован выраженный градиент между жаркими (t +35-37^{0}C) и сухими (отн. влажность 17-22%) воздушными массами на возвышенностью Сантас, и умеренно жаркими (t +30^{0}C) и более влажными (отн. влажность 40-52%) в прибрежной полосе озера Челкар. Усиление температурного градиента в приземном (0,5 м) слое воздуха на г. Сантас связано с выходом коренных пород – юрских мергелей и известняков.

Следует отметить, что микроклиматические особенности ландшафтов Индерского солянокупольного района изучались ранее. Впервые особенности гидротермического режима ландшафта были изучены в 1940 г. Психрометрические измерения проводились в 5 точках, которые имели следующий уровень: 1) 0 см (поверхность соли в озере Индер); 2) 1 см от поверхности соли (шишечный покров); 3) 3 см (поверхность шишечного покрова); 4) 10 см от поверхности соли; 5) 200 см от поверхности соли.

Таблица 1. Разность температуры на различных высотах от поверхности соли в оз. Индер [4]

	даты наблюдений								
	июль			август			сентябрь		
Высота	7	13	21	7	13	21	7	13	21
0-1 см	+1,3	+2,0	-1,1	+1,0	+2,3	-1,1	-0,3	+1,2	-1,0
1-3 см	+0,6	0,0	+0,3	-0,4	-0,6	0,0	+0,1	-0,4	+0,1
3-10 см	-2,2	-3,9	+1,0	-1,1	-4,2	+0,3	-0,6	-2,9	+0,7
10-200 см	+0,5	-0,8	+0,3	+0,5	-0,7	+0,6	-0,1	-0,8	0,0
1-200 см	-1,1	-4,7	+1,6	-1,2	-5,5	+1,2	-0,6	-4,1	-0,2

Данные в приведенной таблице 1 показывают, что температура воздуха на высоте 2 м постоянно ниже, чем на поверхности соли в среднем на 4,1-5,5^{0}C, причем эта разница сохраняется вплоть до конца сентября. Важный факт, установленный этими исследованиями, заключается в длительной сохранности отрицательных температур межкристальной рапы. Нулевая температура рапы в июне фиксируется на глубине 8м, в июле-августе на глубине около 17 м. В октябре и ноябре отмечается инверсия температур рапы, которые сменяются с отрицательных на положительные (на глубине 20 м – в сентябре -0,6^{0}C, в октябре +1,4^{0}C, в ноябре +0,3^{0}C.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №17-05-00514а) и в рамках темы госзадания Института степи УрО РАН «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды»

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманов Р.А., Абдрахманов А.Р., Абдрахманов А.Р., Якушевский Е.А. О спелеотерапии в Оренбуржье. // Оптимизация природопользования и охрана окружающей среды Южно-Уральского региона. – Оренбург, 1998. – С. 147-150.
2. Листов Ю. Наблюдения над замерзанием соляного озера близ г. Илецка Оренбургской губернии / Записки ИРГО. – СПб., 1879. – Т. 8. – С. 229 -248.
3. Мысливец И.А. Курорт Соль-Илецк // Курорты Чкаловской области. – Чкаловское кн. изд., 1953. – С. 5-49.
4. Тычино Я.И. Некоторые черты термического режима межкристальной рапы оз. Индер / Труды лаборатории озероведения. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – Т.II. – С. 139-147.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР В ЗОНЕ МЕРЗЛОТЫ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ

Ю.М. Полищук, И.Н. Муратов, В.Ю. Полищук, О.А. Байсалямова, М.А. Куприянов
yupolishchuk@gmail.com

Югорский НИИ информационных технологий, г.Ханты-Мансийск, Россия
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Статья посвящена вопросам использования спутниковых снимков различного пространственного разрешения для получения экспериментальных данных о пространственно-временных изменениях полей термокарстовых озер криолитозоны Сибири. На основе снимков высокого и сверхвысокого разрешения Corona, GeoEye-1, Канопус-В выявлено сокращение в среднем площадей малых озер на территории Западной Сибири за 50-летний период, что соответствует установленной ранее по спутниковым снимкам среднего разрешения Landast тенденции сокращения площадей больших озер. Разработанная геоимитационная модель динамики полей термокарстовых озер позволяет прогнозировать на ближайшие десятилетия сокращение площадей озер в зоне мерзлоты Западной Сибири, и, следовательно, объемов озерной эмиссии метана и углекислого газа. Показано, что в зоне мерзлоты Восточной Сибири преобладает противоположная тенденция, т.е. наблюдается в среднем рост площадей озер. Полученная на основе интеграции снимков разного разрешения синтезированная гистограмма распределения озер в широком интервале их размеров от 5 м^2 до 20 тыс. га может служить обоснованием использованного в геоимитационной модели показательного закона распределения озер.

Глобальное потепление климата последних десятилетий привело к значительному ускорению термокарстовых процессов в зоне многолетней мерзлоты в Сибири и в других регионах мира, которое сопровождается ростом концентрации метана и углекислого газа в термокарстовых озерах. Для оценки динамики вклада таких озер в глобальный парниковый эффект в условиях климатических изменений необходимо изучить закономерности пространственно-временной трансформации полей термокарстовых озер в зонах мерзлоты. Ввиду труднодоступности и высокой степени заболоченности территории в зонах мерзлоты получение данных об изменении численности и распределении площадей термокарстовых озер в зоне мерзлоты возможно только с применением методов дистанционного зондирования поверхности Земли. В связи с этим основной целью работы явилось изложение результатов исследования пространственно-временных изменений полей термокарстовых озер в зоне мерзлоты на основе использования спутниковых снимков раз-

личного пространственного разрешения для получения экспериментальных данных о пространственных изменениях и динамике озер криолитозоны Сибири.

Дистанционные исследования временных и пространственных изменений площадей термокарстовых озер проводились в различных регионах Арктики (Аляска, Сибирь, Канада и др.), результаты которых рассматриваются в [2, 7]. В большинстве этих исследований использовались космические снимки среднего разрешения Landsat (разрешение 30м), на которых не обнаруживаются озера малых размеров. Поэтому полученные по ним эмпирические распределения площадей озер в сравнительно небольшом диапазоне их размеров не учитывают вклад малых термокарстовых озер, концентрация метана в которых, согласно [5], более чем на порядок превышает его концентрацию в озерах с размерами более 250 - 500 м^2. В связи с этим для учета малых озер при построении гистограмм распределения озер по размерам, согласно разработанной нами методологии [3], следует применять снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения в сочетании со снимками среднего разрешения. В наших дистанционных исследованиях озер использовались оптические и радарные снимки среднего разрешения Landsat, ERS-2, ENVISAT и др., снимки высокого разрешения Канопус-В (разрешение 2,1 м), БКА (2,1 м), Alos (2,5 м), а также снимки сверхвысокого разрешения QuickBird (разрешение 0,6 м), GeoEye-1 (0,6 м) и Ресурс-П (0,7 м). Все снимки выбирались в достаточно короткий период летнего сезона (конец июня - август) для минимизации влияния сезонных колебаний уровня воды в озерах. В этот период полностью исчезает ледовый покров на озерах, мешающий их выделению при дешифрировании снимков.

Важными с точки зрения количественного определения параметров многолетней динамики площадей озер являются вопросы точности дистанционного измерения площадей озер по космическим снимкам. Погрешности дистанционного измерения площадей озер изучены в [1]. Результаты этих исследований показали, что для озер с площадью 2 га и более средняя относительная погрешность определения размеров озер по снимкам среднего разрешения не превышает 5 %. В этих исследованиях в качестве эталонных использовались изображения озер на снимках сверхвысокого разрешения QuickBird.

Исследования изменений числа и площадей озер больших размеров, проведенные на территории криолитозоны Западной Сибири по снимкам Landsat, показали, что за 45-летний период, начиная с 1973 г., общая площадь озер в среднем сократилась в зоне сплошного распространения мерзлоты на 3,2 %, а в прерывистой зоне - приблизительно на 6-8 % [7]. Наиболее вероятной причиной сокращения суммарной площади озер можно рассматривать почвенный дренаж, вызываемый термоэрозионным разрушением берегов озер и спуском воды в крупные озера из малых молодых озер, уровень воды в которых, как правило, выше, чем в больших более старых озерах.

Насколько нам известно, в настоящее время вопросы построения эмпирических гистограмм распределения площадей озер в чрезвычайно широком диапазоне изменения их размеров изучены недостаточно. В нашей работе [3] предложена 3-х этапная процедура построения таких гистограмм, которые являются результатом синтеза («сшивания») двух исходных гистограмм распределения озер, получаемых раздельно по снимкам высокого и среднего разрешения. Важнейшим достоинством и новизной полученной нами гистограммы является учет малых озер, что позволяет изучить особенности распределения озер малых размеров. В этом диапазоне размеров озер наблюдается значительное отклонение от степенного закона, который в настоящее время широко используется в мире для расчетов объемов эмиссии парниковых газов из озер. Это отклонение проявляется в виде завышения численности озер, например, в интервале площадей 10 - 100 м^2 более чем на 2-3 порядка. Поэтому и оценки запасов метана и углекислого газа в малых озерах планеты при использовании для этих целей степенном законе их распределения по размерам будут значительно завышенными.

Модель полей термокарстовых озер, пригодная для прогнозирования их динамики, разработана с использованием геоимитационного подхода [6]. Основные свойства полученной геоимитационной модели пространственной структуры поля озер определены эм-

пирическим путем на основе анализа данных дистанционных исследований, проведенных с использованием 106 безоблачных космических снимков Landsat за период 1973–2010 гг. На основе анализа экспериментальных данных показано, что в качестве формы береговых границ моделируемых термокарстовых озер можно выбрать окружность. В связи с этим модель пространственной структуры, предложенная в [6] и называемая далее частной моделью, представляет собой совокупность случайных окружностей, каждая из которых отображает в модели отдельное термокарстовое озеро. Анализ гистограмм распределения координат центров озер на плоскости показал [6], что экспериментальные законы распределения координат центров озер по критерию Пирсона с вероятностью 95 % соответствуют закону равномерной плотности.

Важным для моделирования полей термокарстовых озер является вопрос о распределении озер по размерам. Согласно выше изложенному, с использованием снимков разного разрешения изучены распределения озер в широком диапазоне размеров. Проверка соответствия эмпирического и теоретического распределений с использованием критерия Пирсона показала, что распределение озер по размерам с вероятностью 0,99 соответствует логнормальному закону. Однако средние и крупные озера (с площадью от 2×10^4 до 5×10^6 м^2), численность которых не превышает 3 % от их общего количества, занимают более 80% от общей площади озер. Поэтому для задач моделирования динамики озер можно ограничиться рассмотрением озер только больших размеров, дешифрируемых на снимках среднего разрешения Landsat. Анализ гистограмм распределения крупных озер в [3] показал их хорошее соответствие экспоненциальному закону распределения. Поэтому распределение окружностей по площадям в модели [3] принято соответствующим экспоненциальному закону.

Общая модель динамики полей термокарстовых озер, описывающая пространственно-временные изменения этих полей, представляется в [6] в виде совокупности (временной последовательности) частных геоимитационных моделей пространственной структуры поля озер. Так как зависимость свойств общей модели от времени и климатических параметров, согласно [6], определяется регрессионным уравнением, рассматриваемая здесь модель динамики полей термокарстовых озер называется в [6] геоимитационно-регрессионной моделью. Результат прогнозирования динамики термокарстово-озерных полей на территории Западной Сибири до конца столетия приводится на рис. 1 в виде графика временной зависимости среднего значения площади термокарстовых озер. Исторический период графика представлен измеренными значениями средних площадей озер (полые кружочки), полученными с использованием геоимитационно-регрессионной модели динамики полей озер. В прогнозный период 2010–2100 гг. результаты представлены усредненными в 10-летних интервалах прогнозными значениями средних площадей озер для двух сценариев климатического прогноза: полыми ромбами отображены модельные значения для сценария В. Клименко из МЭИ (Московский энергетический институт), черными точками – для сценария МГЭИК (Международная группа экспертов по изменениям климата - IPCC). Прогнозные значения площадей озер для обоих сценариев не выходят за пределы интервала предсказания, что позволяет сделать вывод о близости прогнозов динамики площадей термокарстовых озер, получаемых по двум сценариям климатических изменений, несмотря на их некоторые различия.

Наиболее важным результатом анализа прогнозных оценок, представленных на рис. 1, является вывод о продолжении сокращения площади термокарстовых озер Западно-Сибирской зоны мерзлоты. На основе графика на рисунке 1 можно предсказать, что в конце прогнозного периода средняя площадь озер может сократиться до 30 % от исходного значения.

В [4] рассмотрены вариации относительной величины изменения площадей озер (R) в зависимости от ландшафтного зонирования исследуемых территорий Сибири. На рисунке 2 представлены графики относительного изменения суммарной площади озер по ландшафтным зонам Западной и Восточной Сибири. Длина черной (или серой) полосы на

рисунке равна среднему значению показателя R, рассчитанному для соответствующей ландшафтной зоны.

Проведенный анализ показал [4], что в арктической зоне Западной Сибири в среднем проявляется тенденция к росту суммарной площади озер, а в субарктической зоне как Западной, так и Восточной Сибири преобладает тенденция сокращения площадей озер. При этом сокращение площадей озер в субарктической зоне наиболее выражено в Западной Сибири, где в среднем относительная величина изменения суммарной площади озер доходит до 6 % по сравнению с почти нулевым приростом в Восточной Сибири. Наиболее характерной особенностью динамики площадей термокарстовых озер в лесотундровой и таежной зонах Восточной Сибири можно считать преобладание тенденции роста площадей озер.

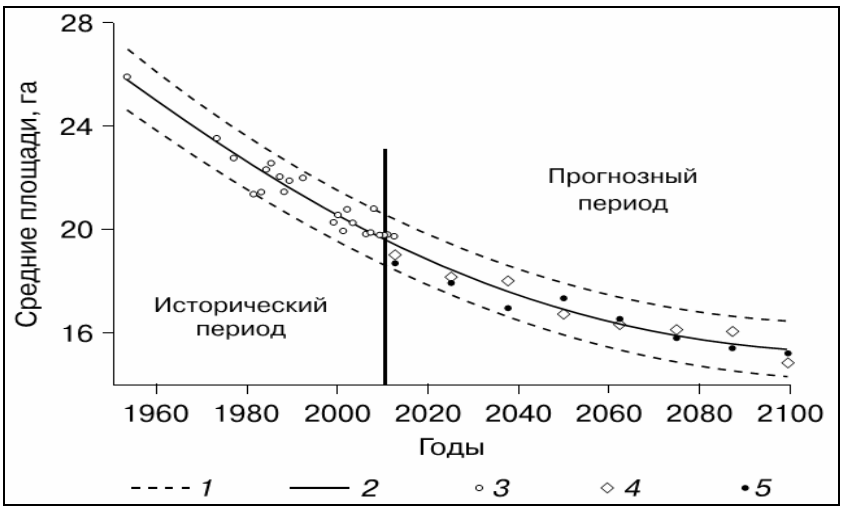


Рис. 1. Прогнозирование динамики среднего значения площади термокарстовых озер в зоне многолетней мерзлоты Западной Сибири. Обозначено: 1 – граница интервала предсказания; 2 – линия тренда; 3 – измеренные значения площадей озер; 4 – прогнозные значения по сценарию В.Клименко; 5 – прогнозные значения по сценарию МГЭИК

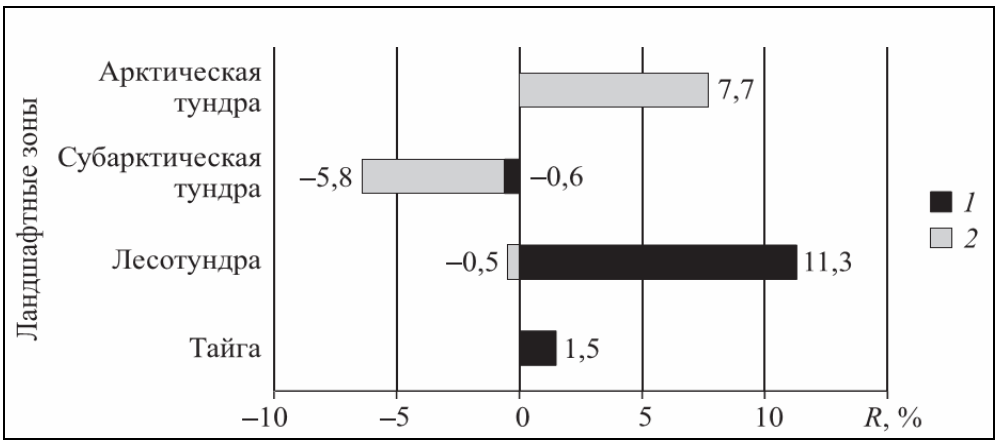


Рис. 2. Среднее значение относительного изменения суммарной площади озер в разных ландшафтных зонах Восточной (1) и Западной (2) Сибири

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ по проектам 19-07-00282, 18-45-860002, 18-47-700001 и 18-45-703001

ЛИТЕРАТУРА

1. Брыксина Н.А. Исследование точности дистанционного измерения площадей озер с использованием космических снимков / Н.А. Брыксина, Ю.М. Полищук // Геоинформатика. – 2013. – № 1. – С. 64–68.

2. Викторов А.С. Анализ развития морфологической структуры озерно-термокарстовых равнин на основе математической модели / А.С. Викторов, В.Н. Капралова, Т.В. Орлов, О.Н. Трапезникова, М.В. Архипова, П.В. Березин, А.В. Зверев, Е.Н. Панченко, С.А. Садков // Геоморфология. – 2015. – № 3. – С. 3–13.

3. Полищук Ю.М. Методические вопросы построения обобщенных гистограмм распределения площадей озер в зоне мерзлоты на основе космических снимков среднего и высокого разрешения / Ю.М. Полищук, А.Н. Богданов, И.Н. Муратов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 6. – С. 224–232.

4. Полищук Ю.М. Дистанционное исследование динамики площади озер в сплошной криолитозоне Сибири / Ю.М. Полищук, М.А. Куприянов, Н.А. Брыксина // География и природные ресурсы. – 2017. – № 3. – С. 164-170.

5. Pokrovsky O.S. Effect of permafrost thawing on the organic carbon and metal speciation in thermokarst lakes of Western Siberia / O.S. Pokrovsky, L.S. Shirokova, S.N. Kirpotin, S. Audry, J. Viers, B. Dupre // Biogeosciences. – 2011. – Vol. 8. – P. 565-583.

6. Polishchuk V.Y. Modeling of thermokarst lake dynamics in West-Siberian permafrost. Chapter 6 / V.Y. Polishchuk, Y.M. Polishchuk // In Book: Permafrost: Distribution, Composition and Impacts on Infrastructure and Ecosystems (Edited by O. Pokrovsky). – New York: «Nova Science Publishers», 2014. – P. 205-234.

7. Shiklomanov A.I. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections. / A.I. Shiklomanov, R.B. Lammers, D.P. Lettermaier, Y.M. Polishchuk, O.G. Savichev, L.C. Smith // In book: Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences (Eds. P.Ya.Groisman and G.Gutman). – Dordrecht – Heidelberg – New-York – London: «Springer», 2013. – P. 111-154.

ДИНАМИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОНСКОГО БАССЕЙНА В СВЕТЕ ПРОЦЕССОВ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Н.В. Полякова, В.Н. Жердев
eco317@bk.ru

Воронежский государственный педагогический университет, г.Воронеж, Россия

В настоящее время вопросы, связанные с изменением глобального климата, выходят на первое место, и в рамках научной проблематики это явление активно обсуждается как минимум в двух направлениях: во-первых, с точки зрения причин климатических изменений, а во-вторых, с точки зрения их последствий для природной среды и человека. В рамках географических наук наибольший интерес представляет отклик на изменения глобального климата региональных природных комплексов (Будыко и др., 1999; Величко, 1991; Груза, Ранькова, 2001; Залиханов, 2004; Кобак и др., 2002; Лурье, 2000, 2002; и др.).

При этом особую роль следует уделить применению бассейнового подхода при изучении влияния климатических показателей на ландшафты, преимущества которого подтверждают в своих исследованиях разные авторы (Жердев, Русинов, 1999; Корытный, 2001; Корытный, 2017; Корытный, Батуев, 2018). Бассейновый подход является общепризнанным научным подходом в эколого-географических исследованиях и по нашему мнению, имеет ряд преимуществ: определенность и объективность границ-водоразделов; четкая пространственная структурированность природных процессов в границах бассейна; иерархичность и соподчиненность, сохраняющаяся при масштабировании; однонаправленность потоков вещества; универсальность ввиду распространения по поверхности

суши Земли. Главный бассейн Центрально-Черноземного района - Донской, занимает площадь 123,2 тыс. км^2.

Реальность изменения глобального климата подтверждается в первую очередь данными инструментальных и полевых наблюдений. По данным «Оценочного доклада об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» (2008), за 1907-2006 гг. температура в России увеличилась на 1,29° при среднем глобальном потеплении 0,74°. Увеличилось также годовое количество осадков. В результате в бассейне Волги сток за 1978-2005 гг. увеличился на 15-40% по сравнению с периодом 1946-1977 гг. Авторы доклада отмечают, что в разных районах России этот процесс протекает неодинаково [2].

Во втором оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата, также текущее состояние в целом характеризуется как продолжающееся потепление со скоростью, более чем в два с половиной раза превышающей скорость глобального потепления. При этом замедления процессов потепления для территории России не прослеживается. Следует отметить, что изменение климата не сводится лишь к повышению средней температуры воздуха, оно проявляется во всех компонентах климатической системы, в том числе и в изменениях гидрологического режима, а так же экстремальности климата [6]. В этой связи сейчас активно обсуждается проблема, насколько и как климатические изменения скажутся на природной среде конкретных регионов, в частности, на их ландшафтной структуре.

Цель работы - разработка теоретико-методических и практических основ для анализа реакции лесостепных ландшафтов Донского бассейна на изменение современных климатических условий, а также выявление последствий этого процесса для ландшафтной структуры.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1) проанализировать существующие представления о роли климата в формировании ландшафтов, его влиянии на функционирование и динамику ландшафта, и выбрать критерии для оценки влияния на него современных климатических изменений;

2) на основе обобщения имеющихся к настоящему времени ландшафтных карт охарактеризовать современную ландшафтную структуру Донского бассейна;

3) проанализировать современные климатические условия основных типов ландшафтов изучаемого региона и выявить тенденции их изменения;

4) систематизировать и обобщить имеющиеся материалы и охарактеризовать временную структуру основных типов ландшафтов Донского бассейна;

5) выявить влияние современных климатических изменений на временную структуру ландшафтов и оценить ее устойчивость к данному внешнему воздействию.

Объектом исследования являются ландшафты Донского бассейна.

Предмет исследования - временная структура ландшафтов Донского бассейна, как отражение современных климатических условий.

Теоретическая и методическая база исследований. Работа опирается на современные представления, сложившиеся в комплексной физической географии - труды Д.Л. Арманда, Л.С. Берга, Н.Л. Беручашвили, Н.А. Гвоздецкого, А.А. Григорьева, К.Н. Дьяконова, Н.Н. Иванова, А.Г. Исаченко, С.В. Калесника, Э.Г. Коломыца, А.А. Крауклиса, И.И. Мамай, Ф.Н. Милькова, В.А. Николаева, В.С. Преображенского, Н.А. Солнцева, В.Б. Сочавы и др.

Исходная информация и методы исследований. В работе использовались фондовые материалы, для анализа современных климатических условий использовались данные, имеющиеся в Росгидромете, а также сведения, имеющиеся в открытом доступе в Интернете (www.meteo.ru и др.). Для систематизации собранных материалов использовался стандартный пакет MS-Excel, на основе которого создавались алгоритмы обработки данных. В результате были созданы банки данных, характеризующие основные параметры климата. Далее они послужили основой для анализа климатических изменений и временной структуры природно-территориальных комплексов (ПТК).

Научная новизна работы заключается в том, что:

- предложен новый подход для оценки влияния на ландшафты климатических изменений, опирающийся не только традиционные климатические параметры (температура, осадки, коэффициент увлажнения), но учитывающий изменения временной структуры ландшафтов, находящей свое отражение во внутри годичном наборе состояний ПТК;

- выявлены основные тенденции современных климатических изменений в пределах Донского бассейна;

- установлены современные тенденции изменения временной структуры ландшафтов Донского бассейна под влиянием климатических изменений.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретический интерес представляют результаты анализа климатических изменений в пределах современных ландшафтов Донского бассейна, характеристика их временной структуры, вклад различных групп состояний в ее формирование. Эти данные позволяют провести оценку устойчивости ландшафтов исследуемой территории к изменению климата и выявить возможные тенденции их изменения. В этой связи возможна разработка конкретных мероприятий по охране, оптимизации и рациональному использованию природных ресурсов Донского бассейна. Анализ изменения климатических условий, имеющих территориальные особенности, позволяет адаптировать отдельные отрасли хозяйства (сельское и лесное), водопользование, структуру особо охраняемых природных территорий к изменяющимся условиям.

На основании проведенного исследования сформулированы следующие положения.

1. Анализ влияния климатических изменений на ландшафтную структуру проводится на основе выявления изменения таких показателей, как температура, осадки и увлажнение (ГТК или Ку). Последнее обычно осредняется для всего периода активной вегетации, что не дает полного представления о спектре изменения его условий, а условия холодного периода вообще не учитываются.

2. Для оценки влияния климатических изменений на ландшафты необходим не только анализ изменения величин температуры, осадков и увлажнения (годовых и сезонных), но также учет продолжительности единых тенденций (длительности отрезков потепления/ похолодания, усиления/ослабления увлажнения).

3. В целом современная ландшафтная структура Донского бассейна довольно стабильна, а современные климатические изменения находят свое отражение преимущественно в изменении не столько набора, сколько соотношения групп сезонных состояний.

В своих исследованиях мы использовали комплексные гидрометеорологические показатели, определяющие рост и развитие растений: гидротермический коэффициент (ГТК) (Г.Т. Селянинова, 1928) и индекс S, предложенный Д.А. Педем (Д.А. Педь 1975). Расчет комплексного агрометеорологического индекса по большому числу различных параметров, характеризующих агрометеорологические условия, затруднителен, из-за большого числа станций в ранние годы. Поэтому ряды комплексных параметров практически можно получить только по рядам осадков и температуры. А из показателей, включающих осадки и температуру, наибольшее распространение получили ГТК и индекс S. Использовались данные средних областных осадков за месяцы вегетационного периода (с апреля по октябрь) с 1891 года по 2010 год. Температура характеризовалась по архивам средней месячной температуры. Материалы по средним областным осадкам и температуре на станциях использованы при расчете средних областных гидротермических коэффициентов и средних областных индексов S [5].

Для расчета гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинов предложил следующую формулу:

$$K_c = \frac{\sum R}{0{,}1\sum T},$$

где Σ R и Σ T - соответственно сумма осадков и сумма температур за период с температурой выше 10°С.

Индекс S, предложенный Д.А. Педем в его полном виде записывается так:

$$S = \frac{\Delta T}{G_T} - \frac{\Delta R}{G_R} - \frac{\Delta W}{G_W},$$

где ΔT, ΔR, ΔW - аномалии температуры, осадков и запасов продуктивной влаги в почве, а GT, GR, GW – соответствующие им средние квадратические отклонения. Следует отметить, что в работах Д.А. Педя, третий член уравнения практически не учитывается из- за отсутствия систематизированных данных по влагозапасам почвы. Вычисление индекса S по полной формуле возможно лишь за период, начиная с 1950 г. в соответствии с имеющимся рядом средних областных влагозапасов.

Исходя из таблицы 1, следует отметить, что в засушливые годы гидротермический коэффициент уменьшается от 0,9 до 0,5 в связи с уменьшением суммы осадков за вегетационный период, мм. А индекс S, имеет большую степень флуктуации, так как в засушливые годы в большей степени уменьшается, в зависимости от запасов продуктивной влаги в почве.

Между индексом S и ГТК существует тесная связь, о чем можно судить по средним значениям коэффициентов корреляции. Зависимость между индексом S и ГТК обратная, ближе к параболической, чем к линейной.

Таблица 1. Наблюдаемые и средние расчетные данные показателей ГТК и индекса S по областям Донского бассейна

№	Наиболее засушливые годы за последнее столетие	Тульская область		Липецкая область		Воронежская область		Ростовская область	
		ГТК	S	ГТК	S	ГТК	S	ГТК	S
1.	1891	1,0	0,5	0,6	1,4	0,4	1,7	0,7	0,3
2.	1911	1,1	0,1	1,1	-0,3	1,1	-0,2	0,8	-0,5
3.	1921	0,7	1,2	0,7	0,9	0,9	0,3	0,5	0,8
4.	1931	1,5	-0,1	1,5	-0,5	1,2	-0,1	0,8	0,2
5.	1936	1,0	0,9	1,0	0,5	0,9	0,6	0,9	-0,1
6.	1946	1,3	0,3	0,8	0,9	0,6	1,0	0,7	0,6
7.	1957	1,3	0,3	1,0	0,6	0,6	1,7	0,5	1,3
8.	1972	0,9	1,6	0,7	1,8	0,8	1,4	0,6	1,5
9.	1984	1,9	-1,2	1,4	-1,4	0,9	-1,1	1,0	-0,8
10.	1995	1,1	*	0,9	*	0,8	*	1,3	*
11.	1998	2,1	*	1,4	*	0,8	*	0,9	*
12.	2010	0,9	*	0,8	*	0,6	*	0,8	*

**Корректные расчеты индексов S были затруднительны, из-за отсутствия данных.*

Традиционно считается, что засухи трудно прогнозировать. Наиболее засушливыми годами были 1891, 1911, 1921, 1931, 1936, 1946, 1954, 1957, 1967, 1971, 1972, 1984, 1995, 1998, 2010. Из предлагаемой таблицы 2 следует, что эти засухи, как правило, наступали или через 2-4 года после начала очередного, так называемого 11 летнего цикла солнечной активности, или за 2-3 года до его окончания. Такие данные впервые были даны Б.В. Федотовым в 1999 году, на основе цикличности солнечной активности и хронологии проявления ее особенностей. На основе систематических наблюдений за Солнцем, установленная продолжительность солнечной активности составляет от 9 до 14 лет. Наиболее засушливые годы приходятся на этапы нарастания солнечной активности.

Отмечена еще одна особенность, периодичность наступления сильных засух: после трех засух подряд с интервалом в 10 лет наступает очередная засуха через значительно меньший интервал времени, затем снова наступают три засухи с интервалом в 10 лет, но потом следующая засуха наблюдается уже через 15 лет. Модель дает возможность прогнозировать засушливые годы не только на ближайшие десятилетия, но и на сотни лет вперед.

Исходя из многолетних наблюдений, следует сделать вывод, что на климатические изменения в результате глобального потепления, а также 11-летних циклов солнечной активности будут накладывать отпечаток и водно-балансовые показатели, которые в данном исследовании не учитываются. В целом следует отметить несовершенство методик расчета циклов солнечной активности. А материалы по средним осадкам и температуре на станциях при расчетах средних областных гидротермических коэффициентов и средних областных индексов S более применимы при данных исследованиях, однако имеют некоторые неточности ввиду погрешностей Гидрометеослужбы и мониторинга окружающей среды.

Таблица 2. Прогноз засух, исходя из 11 летнего цикла солнечной активности (по Б.В. Федотову, 1999)

№ цикла	Год минимума (начало цикла)	Год максимума	Год минимума (конец цикла)	Годы сильных засух в цикле	Число лет от года засухи до ближайшего минимума
13	1989	1893	1901	1891	2
14	1901	1907	1913	1911	2
15	1913	1917	1923	1921	2
16	1923	1928	1933	1931	2
17	1933	1937	1944	1936	3
18	1944	1947	1954	1946	2
19	1954	1957	1964	1957	3
20	1964	1968	1976	1972	4
21	1976	1979	1986	1984	2
22	1986	1989	1996	1995	1
23	1996	2001	2007	1998	2
24	2007	2013	2018	2010	3
25	2018	2024	2029	2020	2
26	2029	2032	2038	2036	2

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Применение традиционных климатических показателей (температуры воздуха, количества осадков и характера увлажнения) для оценки их влияния на ландшафтную структуру региона не дает адекватного представления о возможных тенденциях изменения ландшафтной структуры. Величина коэффициента увлажнения, на основе которой традиционно оценивается возможное изменение ландшафтных границ, дает представление лишь об общем характере увлажнения вегетационного периода, и при этом полностью игнорируются условия холодного периода. Последние, однако, имеют важное ландшафтообразующие значение, так на долю состояний холодного периода в ландшафтах Донского бассейна приходится до половины годичных осадков.

2. Для оценки влияния климатических изменений на ландшафтную структуру региона необходим анализ временной структуры ландшафтов, которая выражается как набор и соотношение групп внутригодичных состояний. При данном подходе учитываются процессы функционирования конкретных месяцев, сезонов и лет, которые складываются под влиянием климатических условий. В результате возможно сопоставление данные не по осредненным данным (например, условиям периода активной вегетации), а по набору и соотношению, например, сезонных состояний, которые интегрально отражают процессы, протекающих внутри ландшафта.

3. Современные климатические изменения (1965-2015 гг.) на территории Донского бассейна характеризуются ростом температуры воздуха и количеством выпадающих осадков по сравнению с базовым периодом (1931-1960 гг.). Наблюдается достоверный рост годовой температуры воздуха (до 0,5-0,7°), обусловленный ее существенным увели-

чением в холодное время года и менее значительным - в теплое. Так же увеличилось годовое количество осадков на 8-12%. В отличие от температуры воздуха, количество осадков подвержено также циклическим колебаниям, и проявляется чередованием сухих и влажных периодов. Однако прирост температур и осадков очень мало отразился на характере увлажнения ландшафтов, так как коэффициент увлажнения изменился за это время крайне незначительно.

4. Для ландшафтов Донского бассейна в большей степени выражено изменение температур и осадков от одного года к другому, а устойчивые однонаправленные тенденции их изменения (повышения или понижения) на протяжении последовательного ряда лет отмечаются крайне редко. В результате современные климатические условия, несмотря на выявленные изменения, в целом не выходят за граничные показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М.И. Климат конца двадцатого века // Метеорология и гидрология. – 1998. – №10. – С. 5-24.

2. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М.: Росгидромет, 2014. – 59 с.

3. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Изменение климатических условий европейской части России во второй половине XX века // Влияние изменений климата на экосистемы. – М., Русский университет, 2001. – С. 9-17.

4. Материалы к стратегическому прогнозу изменения климата Российской Федерации на период до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. – 88 с.

5. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основных сельскохозяйственных районов СССР / под ред. Мещерской А.В., Блажевич В.Г. – Л., 1985. – 324 с.

6. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М.: Росгидромет, 2008. – 29 с.

ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЛОБАЛЬНУЮ КЛИМАТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

В.Ю. Приходько, Т.А. Сафранов, Т.П. Шанина
vks26@ua.fm

Одесский государственный экологический университет, г.Одесса, Украина

Введение. Жизнедеятельность человека сопряжена с образованием твердых бытовых отходов (ТБО), в которые, в конечном счете, переходят потребляемые природных ресурсы. Практически все операции по обращению с ТБО являются источником воздействия на окружающую среду, в частности, за счет образования и эмиссии парниковых газов (ПГ), поступление которых в атмосферу рассматривается как фактор климатических изменений. Так, в Руководящих принципах МГЭИК [1] группа операций по обращению с отходами и осадками сточных вод вынесена в отдельный сектор «Отходы». Аналогичный подход используется при составлении Национального Кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ в Украине [2].

В докладе «What a Waste 2.0» [3] указывается, что в 2016 году эмиссия ПГ в атмосферу в результате захоронения ТБО на свалках и полигонах, не оборудованных системами сбора биогаза, составила 1,6 млрд. т CO_2-экв. или 5% от общей эмиссии ПГ от антропогенных источников в мире.

По данным Национального Кадастра [2], за 2016 год в Украине доля сектора «Отходы» составила 3,7% в общем объеме выбросов ПГ в Украине. Несмотря на незначительный вклад в национальные показатели, сектор «Отходы» – единственный, имеющий положительную динамику в объемах выбросов ПГ в Украине: с 1990 по 2016 г. общий объем выбросов ПГ увеличился на 3,7%; в частности, выбросы метана со свалок увеличились на 26%.

Предполагается, что операции сектора «Отходы» будут сопровождаться значительной эмиссией ПГ в перспективе в силу ряда причин. Во-первых, это рост количества образующихся ТБО как за счет увеличения количества населения, так и за счет увеличения показателей удельного образования отходов. Во-вторых, неэффективное обращение с ТБО, которое сводится, в основном, к захоронению их на свалках и полигонах. Это подтверждается данными доклада «What a Waste 2.0». Так, основным методом обращения с ТБО в мире является их захоронение в специально отведенных местах – около 70 % ТБО захоранивается на свалках и полигонах различного уровня оснащенности. При сохранении существующей ситуации в сфере обращения с ТБО ожидается увеличение эмиссии ПГ из мест захоронения отходов в 1,6 раза к 2050 году [3]. Следовательно, проблема ТБО сопряжена с негативными последствиями в окружающей среде, одним из которых является увеличение концентрации ПГ в атмосфере.

Основная часть исследования. Источником образования ПГ являются процессы обработки и обращения с ТБО, среди которых можно выделить следующие группы:

1) процессы обработки отходов, рециклинга вторсырья;

2) деструкция органических веществ (в теле полигона, компостной яме или в специальной установке для анаэробной ферментации), что применимо исключительно к биоразлагаемым отходам;

3) сжигание.

Количественная оценка эмиссии ПГ при различных методах обращения с отходами представлена в Руководящих принципах [1], на основе которых разрабатываются национальные модели оценки и проводится инвентаризация выбросов ПГ определённой страны. ПГ, которые образуются в результате основных методов обращения с ТБО, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Образование ПГ при различных методах обращения с ТБО (составлено по [1, 4])

Метод обращения	ПГ
Захоронение на свалках и полигонах	$\underline{CH_4}$, CO_2, N_2O, НЛОС
Сжигание	$\underline{CO_2}$, $\underline{N_2O}$, $\underline{CH_4}$, C_mH_n
Биологическая обработка (компостирование и анаэробная ферментация)	CO_2, $\underline{N_2O}$, $\underline{CH_4}$, H_2O, C_mH_n

Примечание: подчеркнуты те ПГ, для которых разработаны расчетные методики [1] и которые учитываются при составлении Национального Кадастра [2].

Как видим, количественные методы оценки эмиссии ПГ разработаны, в основном, для процессов 2 и 3 группы. Наибольшей неопределённостью в оценках эмиссии характеризуются процессы рециклинга и обработки отходов.

Недостаточно проработан вопрос образования паров воды при различных методах обращения с ТБО. Биологическое разложение органических отходов в местах их захоронения приводит к образованию воды как конечного продукта. Процесс испарения воды со свалок и полигонов ТБО относится к наиболее неопределённым в плане моделирования и количественных оценок. Однако пары воды являются одним из основных ПГ, формирующих тепловой баланс Земли.

Как отмечалось ранее, основным методом обращения с ТБО является их захоронение на свалках и полигонах. По официальным данным, в странах СНГ утилизируется, в среднем, не более 5% ТБО, а основным методом является захоронение на свалках и поли-

гонах. Оборудование системами дегазации современных полигонов позволит снизить эмиссию метана в атмосферу, но такие системы целесообразно оборудовать на крупных полигонах. Согласно Национальному Кадастру [1], в Украине в 2016 году с полигонов было извлечено 7,76 тыс. т метана с помощью 13 систем извлечения биогаза. Это составило только 2,3% от общего объема выбросов метана из мест захоронения отходов.

Источником образования метана и углекислого газа служат отходы, содержащие биодоступный углерод – бумага и картон, текстиль, пищевые отходы, древесина, садово-парковые отходы, средства личной гигиены, Национальный Кадастр добавляет к этому списку ещё кожу и резину. Эти компоненты различаются между собой по содержанию биодоступного углерода, скорости разложения и содержанию в потоке ТБО. В Украине их масса составляет более 60% от общей массы ТБО.

Методические подходы к количественной оценке эмиссии ПГ из мест захоронения отходов достаточно разнообразны: модель IPCC [1], модель LandGEM (США), Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов (Россия), оценка по ГСН В.2.4-2-2005 «Полигоны ТБО: основные положение проектирования» (Украина). Что касается сжигания и компостирования, то методики оценки образования отдельных ПГ представлены в Руководящих принципах [1], и взяты за основу при составлении Национального Кадастра [2]. Сравнительную оценку различных систем обращения с ТБО (как совокупность методов обращения с определёнными компонентами) можно проводить на основе Waste Reduction Model (WARM), США. Хотя оговаривается её ограниченное использование в других странах, модель может быть использована как инструмент для сравнительной оценки.

Для примера сравним выделение ПГ при захоронении и компостировании 1 тыс. т пищевых отходов (табл. 2). Для выполнения расчетов использованы методики из Национального Кадастра [2].

Как видно из приведённых данных, спустя один год компостирование приводит к большему выделению ПГ, чем захоронение пищевых отходов на свалках и полигонах. Однако при учете суммарной эмиссии CH_4 из мест захоронения отходов за период продуцирования (25-50 лет), которая примерно в 10-20 раз выше, чем за первый год, ситуация будет обратной: захоронение приведет к большему поступлению ПГ в атмосферу, чем компостирование.

Таблица 2. Сравнение отдельных методов обращения с биоразлагаемыми компонентами ТБО по величине эмиссии ПГ (в т CO_2-экв./1 тыс. т отходов)

Компонент ТБО	**Захоронение**	**Компостирование**
Пищевые отходы	66,36	173
	Захоронение (в течение 50 лет)	**Сжигание**
Средства личной гигиены + кожа и резина	1,38	16,7

Для таких компонентов, как средства личной гигиены, кожа и резина можно предложить два ликвидационных метода – термический и захоронение. Средства личной гигиены относятся к опасным отходам, а фракция «кожа+резина» в ТБО составляет около 2% от общей массы ТБО и характеризуется значительно разнородным составом, поэтому на сегодня возможности дифференциации и утилизация этих отходов ограничены. Как видим, захоронение приводит к значительно меньшей эмиссии ПГ, чем сжигание. Хотя следует отметить значительное влияние на образование ПГ технологий сжигания.

«Международная иерархия отходов» (Директива 2008/98/ЕС) может быть использована в качестве эффективной основы управления ТБО. Рассмотрим основные этапы обращения с ТБО с позиций образования ПГ (табл. 3). В качестве базового варианта выбран наиболее распространённый метод обращения с ТБО – захоронение на свалках и полигонах.

Таблица 3. Иерархия методов обращения с ТБО и образование ПГ

Особенности входящего потока	Иерархия	Образование ПГ
Без отходов	Предотвращение и минимизация образования	↓↓
Разделение и использование отходов как вторичных материальных ресурсов	Повторное использование	0
	Переработка в сырье или продукцию	?
Только для биоразлагаемых	Компостирование	↓
Отходы	Сжигание с получением энергии	↑
	Захоронение с получением энергии	↓
	Захоронение без получения энергии	базовый
	Сжигание без получения энергии	↑

Около 50% массы биоразлагаемых отходов составляют пищевые и садово-парковые отходы – легко разлагаемые органические отходы. Для эффективного использования их ресурсного потенциала нами предлагается дифференциация потока с выделением этой группы отходов в момент образования [5]. Отделяя легко разлагающуюся органическую фракцию из общего потока ТБО в момент образования, тем самым как повышаем ресурсную ценность потока вторичных материальных ресурсов, так и обеспечиваем экологическую чистоту продуктов биохимической переработки органических легко разлагаемых отходов. Для предотвращения снижения качества BMP отделение органической компоненты должно происходить в минимально короткие сроки после ее образования.

Для потока легко разлагающейся органической фракции, которая отделяется из общего потока в момент образования, нами разработан способ комплексной утилизации, при котором её подвергают последовательной обработке: анаэробной ферментации с получением биогаза и твердого продукта, а полученный твердый продукт подвергают аэробному компостированию [6]. Комплексная утилизация позволяет нам получать «нулевую эмиссию» ПГ (только в случае анаэробного сбраживания) и значительно ускоряет процессы перехода углерода из отходов в окружающую среду с помощью углекислого газа (в результате сжигания метана с использованием биогаза) и с минеральными удобрениями (в которые переходит 65% углерода) [7].

Выводы. Решение проблемы ТБО на основе разработки эффективной системы управления и обращения, ответственное потребление и широкое распространение 3R технологий позволят, среди прочих экологических преимуществ, уменьшить поступление ПГ в атмосферу, которое является основным антропогенным фактором изменений в глобальной климатической системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов / МГЭИК, 2006. – Т. 5 Отходы. – URL: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/vol5.html.

2. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2016 / Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. – Kyiv, 2017. – 519 p. – URL: https://menr.gov.ua/news/32422.html.

3. What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050 / Silpa Kaza, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. World banc group, 2018. – 295 p.

4. Fischer C., Maurice C., & Lagerkvist A. Gas emission from landfills. An overview of issues and research needs, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden, 1999. – URL: https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/afr-r-264-se.pdf?pid=4393.

5. Оптимизация системы управления и обращения с муниципальными отходами в контексте устойчивого развития урбанизированных территорий / Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П., Приходько В.Ю. // Устойчивое развитие. – № 16 (март 2014). – С. 11-18.

6. Спосіб комплексної утилізації твердих побутових відходів: Патент на корисну модель № 58436 / Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Сафранов Т.А., Коріневська В.Ю. – Опубл.11.04.2011 р. – Бюл. №7.

7. Carbon redistribution during the stages of generation and destruction of municipal solid waste organic component / Veronika Prykhodko, Tamerlan Safranov, Tatyana Shsanina, Oksana Illyash // International Journal of Engineering & Technology. – Vol. 7, No 4.8 (2018). – P. 415-419. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.8.27281.

ТРАНСФОРМАЦИИ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ИВАНЬКОВСКОГО И РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ (ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Л.В. Разумовский, В.Л. Разумовский
lazy-lion@mail.ru

Институт водных проблем РАН, г.Москва, Россия

Проблема прогнозирования возможных негативных изменений в водохранилищах и крупных реках является приоритетным направлением в области природопользования и оценки качества вод. Метод графического анализа (МГА) неоднократно описывался в научной литературе [4, 5]. Однако ранее он никогда не применялся к фитопланктонным комплексам в целом, а исключительно к комплексам и ассоциациям диатомовых водорослей.

Для анализа трансформаций таксономической структуры в фитопланктонных комплексах на акватории Иваньковского и Рыбинского водохранилищ были привлечены результаты собственных исследований, которые были проведены в 2017-18 гг., и опубликованные данные по многолетним наблюдениям [2, 3, 7]. Обработка и просмотр фитопланктонных проб осуществлялся по стандартным методикам [6].

Диатомовые комплексы были так же изучены из 2 колонок донных отложений (ДО), отобранных на акватории Иваньковского водохранилища в районе Перетрусовского залива, и между малыми островами и западной оконечностью о. Грабиловка (далее - Острова). Длина колонок ДО составила 19 и 20 см, соответственно. Диатомовые комплексы были так же изучены из колонок ДО, отобранных в Рыбинском водохранилище районе Коприно. Длина наиболее представительной колонки составила 52 см. Образцы из колонок ДО анализировались послойно, через 1 см. Обработка, изготовление постоянных препаратов, подсчет и идентификация створок диатомей, осуществлялись по стандартным методикам [1].

Помимо классических методов изучения фитопланктонных и диатомовых комплексов, при анализе их таксономических пропорций был применен МГА.

МГА состоит в следующем: при построении графиков по оси абсцисс откладывается число идентифицированных таксонов видового и более низкого рангов (далее в тексте – таксонов), а по оси ординат – их относительная численность. Таксоны ранжируются по показателю относительной численности в сторону его уменьшения. В результате, в линейной системе координат строится исходный график или гистограмма. Анализ полученных графиков (гистограмм) проводится в линейной и логарифмической системе координат. В логарифмической системе координат анализируются не сами графики, а их тренды, представленные результирующими прямыми линиями. Эти линии образуют генерации определенных очертаний.

При анализе в логарифмической системе координат были выделены три основных сценария пространственно-временной трансформации таксономических пропорций.

Первый сценарий подразумевает образование «пучка» результирующих линий (генераций) с единым центром локализации. При усилении внешнего негативного воздействия происходит «вращение» результирующих линий вокруг некой точки или локальной области. Этот процесс происходит до определенного предела, после чего результирующие линии перемещаются из области гипотетического «вращения», что соответствует стадии деградации экосистемы и распаду единой генерации результирующих линий.

Второй из выделенных сценариев трансформации также подразумевает образование «пучка» результирующих линий. На начальном этапе трансформации это выражается в форме веерообразного «разворота» вокруг некой общей области или центра локализации. При увеличении негативного воздействия происходит фазовый переход, и дальнейшая трансформация происходит по первому сценарию.

Существует третья модель (сценарий) трансформации, которую нельзя свести к двум первым – параллельное расположение линий. Такое расположение результирующих линий было для пресноводных экосистем, где меняются гидрологические параметры среды: изменение уровня воды, температуры и др. [5].

МГА таксономической структуры фитопланктонных комплексов Иваньковского водохранилища позволил сделать вывод о распространении двух сценариев: первого и третьего сценария трансформации результирующих линий.

Образование генерации результирующих линий по первому сценарию, характерно для меженного периода, (июль-август) и в сентябре, когда присутствует выраженный центр локализации. Преобладание третьего сценария связано с изменением уровненного режима (глубины) водохранилища, в результате сброса воды через гидросооружения.

В качестве иллюстрации доминирования первого и третьего сценария приведены генерации результирующих линий для фитопланктонных комплексов в Иваньковском плесе и в Шошинском плесе в 2017 г (рис. 1а, б).

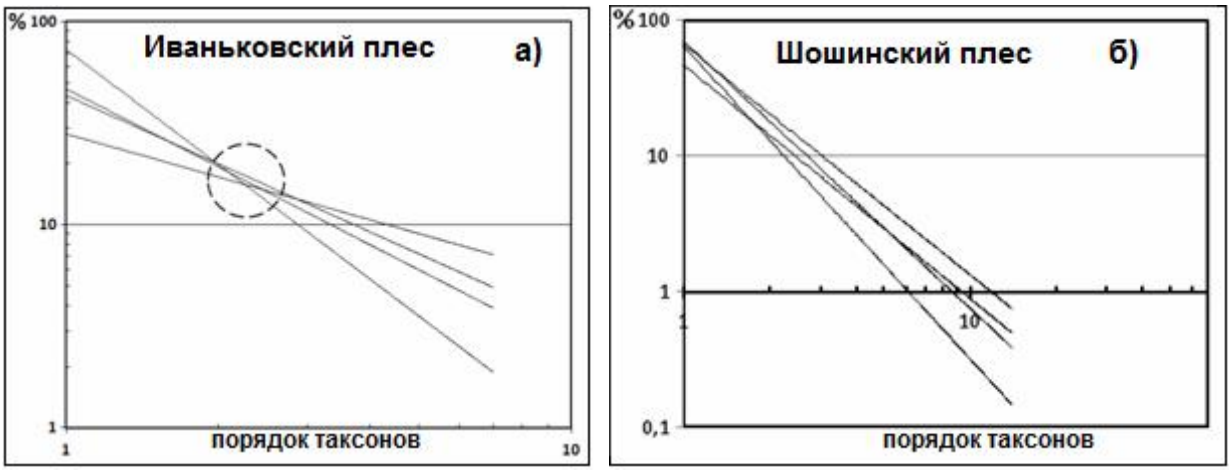


Рис. 1. Сценарии трансформации таксономической структуры фитопланктонных комплексов в Иваньковском водохранилище в 2017 г: а) Иваньковский плес; б) Шошинский плес

Предварительные результаты МГА в логарифмической системе координат для доминирующих таксонов фитопланктона Рыбинского водохранилища в 2018 г выявили все три сценария пространственно-временных трансформаций: «вращение» результирующих линий, «разворот» и их параллельное расположение (рис. 2).

В течение всего сезона вегетационной активности в районе Молога доминирует первый сценарий трансформации: вращение (рис. 2а). В районе Коприно преобладает третий сценарий: параллельное расположение результирующих линий (рис. 2в). В остальных четырех пунктах наблюдений: Брейтово, Наволок, Измайлово и Средний Двор,

отмечены все три типа трансформации. В качестве иллюстрации, на рисунке 2б приведен сценарий трансформации таксономической структуры фитопланктонных комплексов в районе Наволок.

Данный результат, а также многократное «переключение» с одного сценария трансформации на другой, предположительно объясняется большим разнообразием экообстановок на акватории Рыбинского водохранилища [3].

Анализ таксономических пропорций диатомовых комплексов из колонок ДО Иваньковского и Рыбинского водохранилищ, проведенный в линейной системе координат, позволил сделать ряд промежуточных заключений.

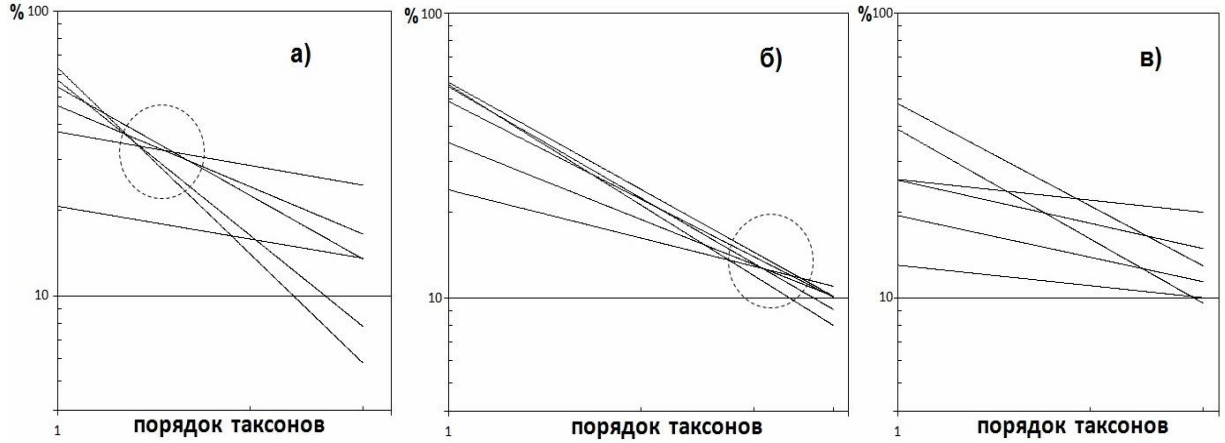


Рис. 2. Три основных типа генераций результирующих линий (2018 г): «вращение» (а); «разворот (б); параллельное расположение (в), выявленные на акватории Рыбинского водохранилища

Было установлено, что для диатомовых комплексов из колонки ДО, отобранной в Перетрусовском заливе (Иваньковское водохранилище), характерно преобладание экспоненциального типа распределения таксономических пропорций (рис. 3).

Для диатомовых комплексов в Иваньковском водохранилище из ДО в р-не Островов, характерно преобладание логистического типа распределения таксономических пропорций, или смешанного (между логистическим и экспоненциальным типом) (рис. 4).

Ни в одном из проанализированных интервалов в Иваньковском водохранилище не были выявлены признаки переотложения (линейный характер распределения таксономических пропорций).

В Рыбинском водохранилище для ДО в районе Коприно все полученные гистограммы имеют пропорциональные очертания, преимущественно экспоненциального характера распределения (рис. 5). Ни в одном из интервалов колонки ДО выраженных процессов переотложения так же выявлено не было.

Отсутствие выраженных процессов переотложения для диатомовых комплексов из колонок ДО в Рыбинском и Иваньковском водохранилищах свидетельствует о том, что захороненные диатомовые комплексы в значительной степени унаследовали те таксономические пропорции, которые были характерны для фитопланктонных комплексов на акватории этих водохранилищ в тот или иной временной промежуток в прошлом.

Соответственно, это позволяет восстановить достоверную картину их долговременных пространственно-временных трансформаций по воздействием внешней среды.

При анализе в логарифмической системе координат, результирующие линии, построенные для таксономической структуры диатомовых комплексов из колонки ДО в районе Островов, образовали единую генерацию, с выраженной областью локализации. Исключение представляет только результирующая линия, построенная для интервала 5-6 см, что в значительной степени можно отнести к статистическим погрешностям при подсчете относительной численности идентифицированных видов.

При анализе в логарифмической системе координат, таксономической структуры диатомовых комплексов из колонки ДО в районе Перетрусовского залива, была получена более мозаичная картина - результирующии линии образовали несколько генераций, но при этом прослеживалась единая макрогенерацию, с достаточно «размытой» областью локализации.

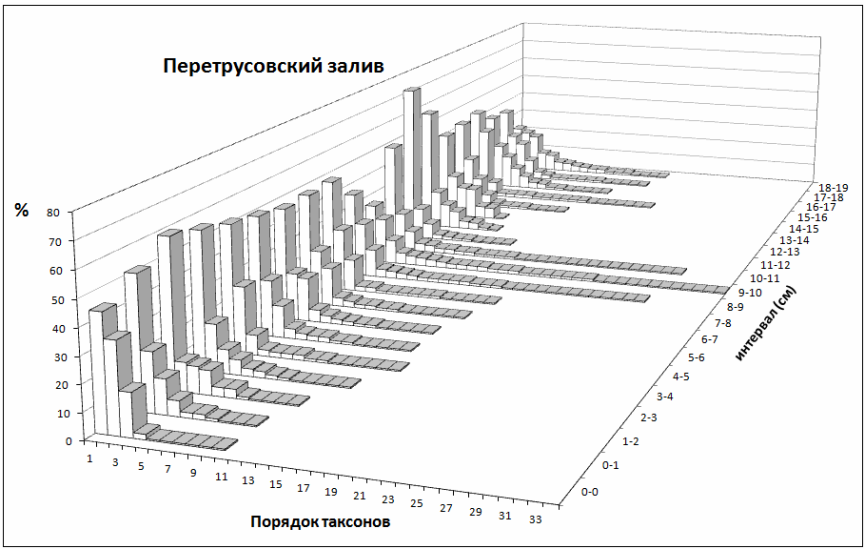


Рис. 3. Таксономическая структура диатомовых комплексов из Перетрусовского залива (линейная система координат).

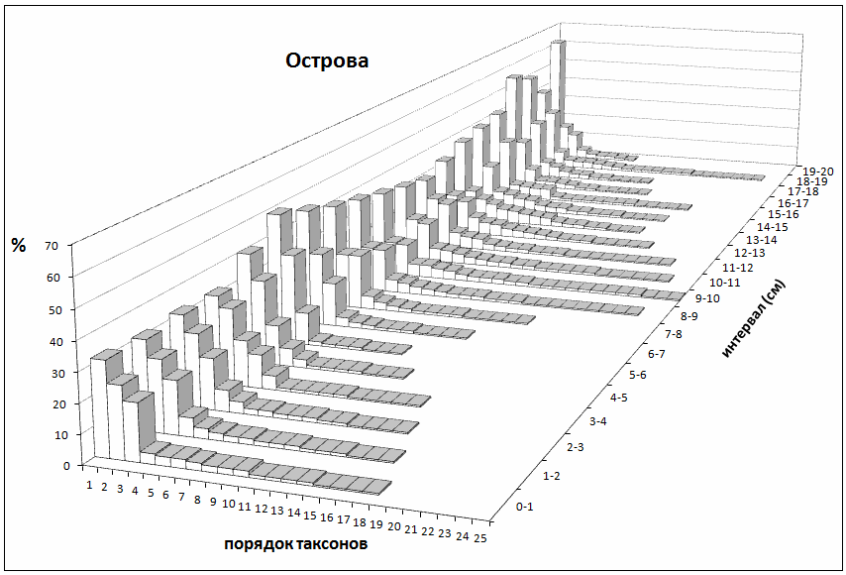


Рис. 4. Таксономическая структура диатомовых комплексов в р-не Островов (линейная система координат)

При анализе в логарифмической системе координат данных по Рыбинскому водохранилищу (Коприно), все полученные результирующие линии были разделены на четыре перекрывающиеся интервала: 0-15 см; 13-31 см; 28-47 см; 46-52 см. Это значительно облегчило зрительное восприятие полученных результатов, которые в графическом виде невозможно привести из-за ограничений по объему излагаемой информации.

В интервале 43-50 см выраженное доминирование первых по относительной численности таксонов, достоверно совпадает с этапом вселения диатомовых комплексов в образовавшуюся акваторию Рыбинского водохранилища. Две нижерасположенные результирующие линии (интервал: 50-52 см) в данную генерацию не входят и, вероятно, относятся ко времени, до образования акватории водохранилища.

Предположительно, сходная генерация результирующих линий в интервале 23-28 см, сформировалась в засушливые сезоны в начале 70-х годов 20-го столетия, при аномальном падении уровенного режима в водохранилище.

Проведенные исследования позволяют сделать обоснованный вывод, что МГА применим при анализе всего таксономического состава пресноводного фитопланктона, а не только диатомовых водорослей. Это позволяет получить значимую информацию о происходящих в фитопланктонных сообществах изменениях во времени и пространстве.

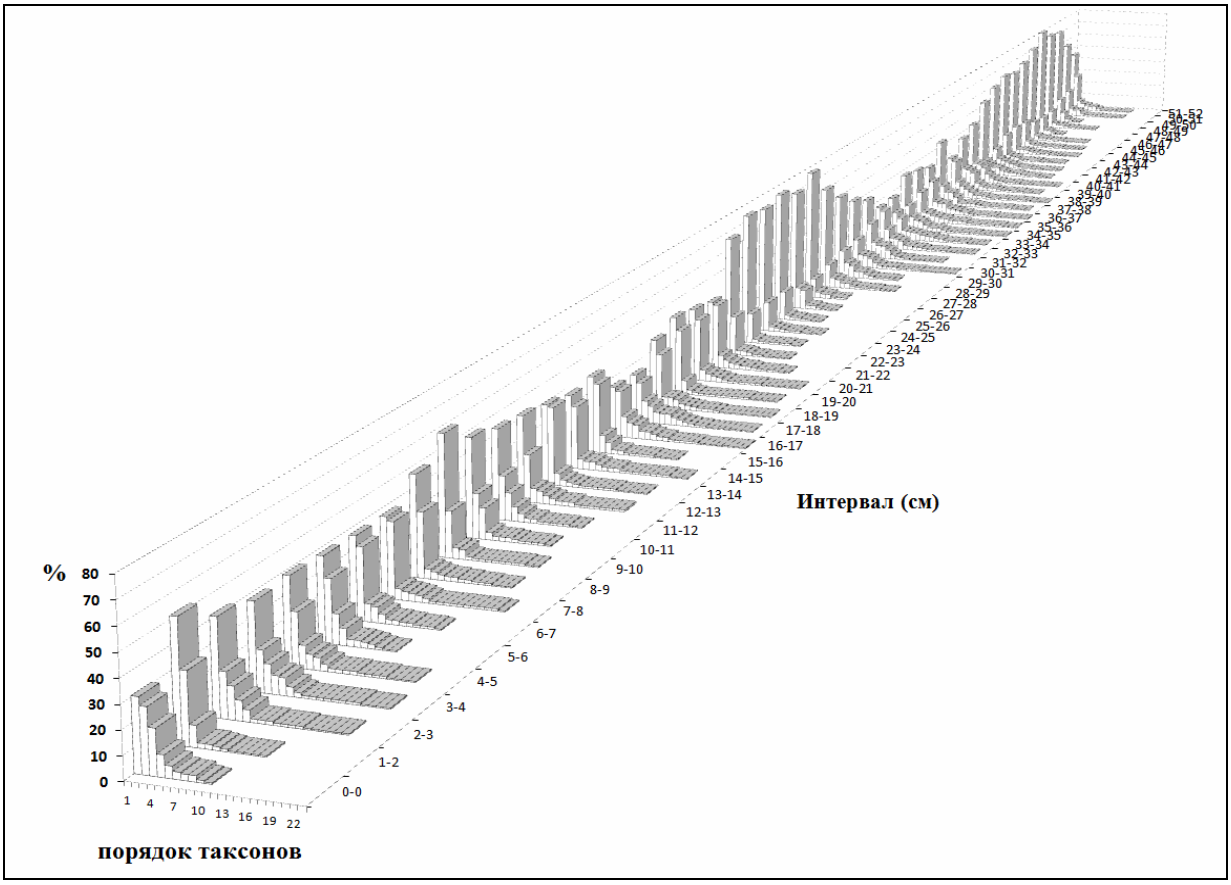


Рис. 5. Таксономическая структура диатомовых комплексов (линейная система координат) по разрезу колонки ДО из Рыбинского Водохранилища (Коприно)

При помощи МГА установлены обратимые трансформации в современных фитопланктонных комплексах, которые протекают по тем же сценариям пространственно-временной трансформации, как Рыбинском, так и в Иваньковском водохранилищах.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований, грант № 17-05-00673/19

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене / Давыдова Н.Н. – Л.: Наука, 1985 – 244 с.

2. Девяткин В.Г. Фитопланктон / В.Г. Девяткин, Г.В. Кузьмин // Иваньковское водохранилище. – Л.: Наука, 1978. – С. 71–85.

3. Корнева Л.Г. Разнообразие и динамика планктонных альгоценозов водохранилищ Верхней и Средней Волги (Рыбинское, Горьковское, Чебоксарское) в условиях эвтрофирования и изменения климата / Л.Г. Корнева, В.В. Соловьева, О.С. Макарова // Труды ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН. Выпуск 76(79). – Ярославль: Филигрань, 2016. – С. 35–45.

4. Разумовский В.Л. Оценка экологического состояния высокогорных озер Приэльбрусья по результатам диатомового анализа / В.Л. Разумовский // Водные ресурсы, 2014 – Т. 41. – №2. – С. 200 – 205.

5. Разумовский Л.В. Оценка пространственно-временных трансформаций озерных экосистем методом диатомового анализа / Л.В. Разумовский, Т.И. Моисеенко // Доклады академии наук. Общая биология, 2009 – Т. 429. – № 3. – С. 274–277.

6. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 320 с.

7. Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища // Труды ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН. Выпуск 67(70). – СПб: Гидрометеоиздат, 1993. – 254 с.

ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ И РАССЕИВАНИЕ ПЫЛЕГАЗОВОГО ОБЛАКА, И ОЦЕНКА НЕОРГАНИЗОВАННЫХ ВЫБРОСОВ ПЫЛИ И ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ КАРЬЕРА ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКа

Ю.К. Рубцова, А.В. Звягинцева, М. Лутовац, С.А. Сазонова
rubczova.1996@mail.ru, zvygincevaav@mail.ru, ss-vrn@mail.ru

Воронежский государственный технический университет, г.Воронеж, Россия
Сербская королевская академия наук, г.Белград, Сербия

В процессе разработки месторождения полезного ископаемого в атмосферу карьера от ряда источников выделяются пыль и ядовитые газы. Интенсивность их выделения зависит от свойств и состояния горной породы, погодных условий, техники и технологии разработки, эффективности применения способов подавления пыли и вредных газов [1]. Анализу источников образования и расчету неорганизованных выбросов пыли и вредных газов в атмосферу посвящены работы [2-4] на примере ОАО «Михайловский» в городе Железногорске, Курская область.

Лебединский горно-обогатительный комбинат г. Губкин Белгородская область является лидером по выпуску сырья для металлургической отрасли на внутреннем и внешнем рынках (рис. 1). Месторождения, разрабатываемые Лебединским ГОКом, расположены в одном из крупнейших в мире железорудных бассейнов - Курской магнитной аномалии и преимущественно состоят из магнетитовых руд со средним содержанием железа 34–39 %.

Климат района умеренно-континентальный с большими годовыми колебаниями температуры. Преобладают ветры западных румбов. Средняя годовая температура +5,7 °С. Среднемесячная температура имеет максимум в июле и минимум в январе. Лето жаркое с умеренным количеством осадков, зима - снежная. Среднемесячная сумма осадков колеблется в пределах 500÷600 мм. Устойчивый снежный покров начинается в период с 10÷20 ноября, сходит снежный покров в период с 10 по 20 апреля. Промерзаемость почвы в районе месторождения не превышает 1,2 м.

Рельеф района месторождения представляет собой относительно равнинную местность. В северо-западном направлении - поверхность склона, в северном направлении территория района месторождения постепенно переходит в пойму реки Осколец. Карьер расположен в центре месторождения. Занимает площадь 3040000 м^2. Максимальная глубина карьера около 400 м. Наивысшие и абсолютные отметки относятся к южной части месторождения и достигают 220-225 м. К западу, они постепенно снижаются и в пределах реки Осколец составляют не более 137-138 м.

Санитарно-защитная зона Лебединского ГОКа: в северо-западном и северном направлении - 500 метров от границы промпрощадки; в северном направлении - между карьером и отвалом рыхлой вскрыши - по земельному отводу ГОКа; в северо-восточном и восточном направлении - 300 метров от отвала рыхлой вскрыши; в восточном направлении - по земельному отводу промышленных объектов ГОКа; в восточном, южном, юго-западном и западном направлениях - 300 метров от границы промплощадки хвостохрани-

лища и гидроотвала; на участках отсутствия населенных мест - по границе земельного отвода; между гидроотвалом и отвалом скальной вскрыши - по границе земельного отвода; от отвала скальной вскрыши - 300 метров.

Рис. 1. Расположение АО «Лебединский ГОК»

Разработка ведется подземным и открытым способами с применением буровзрывных работ и внешнего отвалообразования, рис. 2.

Рис. 2. Открытый способ разработки на Лебединском ГОКе

Путем графических построений на разрезах Лебединского карьера отмечено (рис. 3), что при переходе на новую технологию взрывания горизонтальными скважинными зарядами под мобильным укрытием и сохранении высоты уступа в 15 м угол откоса рабочего борта карьера может быть увеличен с фактического 18° до 26°.

Технологический процесс АО «Лебединский ГОК» разделен на этапы.

1. Карьерная добыча железистых кварцитов.

2. Транспортировка ископаемых на обогатительную фабрику, отвал вскрышных пород.

3. Производственный процесс – дробление, измельчение и сортировка сырья, обогащение концентрата (до 69,5 %) и частичная отгрузка полученного товара. Вторая часть концентрата отправляется на две производственные линии – частично на дообогащение, частично на фабрику окомкования. Дообогащение концентрата до содержания массовой доли железа более 69,5 % (конечный продукт используется в установках прямого восстановления железа). Изготовление неофлюсованных окатышей с массовым содержанием железа до 69,5 % для доменных печей. Производство офлюсованных окатышей с металлизацией более 69,5 % для дальнейшего использования в производстве горячебрикетированного железа (ГБЖ). Выпуск ГБЖ с металлизацией до 90 % и более 90 % .

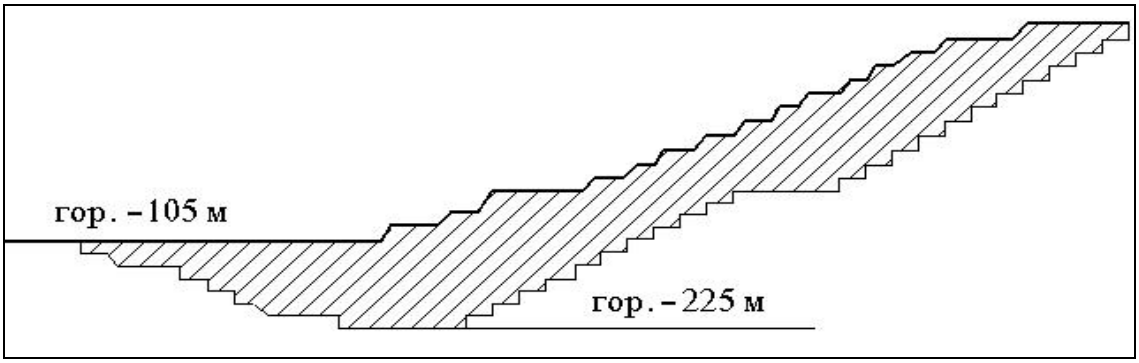


Рис. 3. Разрез добычных горизонтов Лебединского карьера (штриховкой показан объем возможной выемки руды)

Для разработки месторождения железистых кварцитов определим границы карьера:

А. Длина по кровле кварцитов - 1800 м;

Б. Ширина по кровле кварцитов - 1500 м.

Осадочные (рыхлые) отложения в пределах контура карьера первой очереди мощностью 80 м. Годовая производительность карьера составляет 38 млн. т. железистых кварцитов в год. С учётом затухания горных работ срок существования карьера будет свыше 61 года. Срок существования карьера:

$$T = \frac{Q_{пр}}{A_{год}} = \frac{300}{52} = 58 \text{ лет} \quad (1)$$

где $Q_{пр}$ = 3000 - промышленные запасы кварцитов, млн. т; $A_{год}$ = 52 - годовая производительность карьера, млн. т.

На измельчение горной массы расходуется часть энергии, выделяемой взрывчатым веществом. Установлено, что основным фактором, влияющим на состав и количество образующих вредных примесей, являются тип, количество, удельный расход ВВ и крепость пород, высота уступов и диаметр скважин. При удельном расходе ВВ от 0,37 кг/м^3 до 1,03 кг/м^3 образуется от 0,17 кг пыли на 1 м^3 горной массы. При взрывании магнетитовых роговиков крепостью 17-20 по шкале М.М. Протодьяконова образуется максимальное количество пыли. При взрыве в значительном объеме выделяются такие ядовитые газы, как оксид углерода (CO) и оксиды азота (NO_2), зависящие от марки ВВ и кислородного баланса ВВ. В табл. 1 приведено количество вредных газов, которые выделяются при взрыве различных ВВ, используемых на Лебединском ГОКе, аналогично Михайловскому ГОКу [2, 3]. Как показали результаты исследований в условиях взрывного полигона, с увеличением коэффициента крепости пород по шкале М.М. Протодьяконова возрастает объем выделившейся при взрыве пыли. Так, если при взрывании горных пород с коэффициентом крепости f = 6-8 образуется до 0,04 кг/м^3 пыли, то при взрывании пород с f = l2-14 выделяется до 0,22 кг/м^3 пылеобразных частиц (размер фракции ±1 мм). Вместе с тем, взрывание обводненных горных пород такой же крепости приводит к тому, что объем выхода указанных фракций уменьшается в 1,3–2,7 раза. Это связано с процессом коагуляции (связывания) возникающих при взрыве паров и мельчайших частиц воды с пылевидными фракциями горных пород. Шарошечный способ (станки СБШ-250 МН) бурения взрывных скважин в настоящий момент на карьере является основным.

Очистка забоя скважин от продуктов разрушения и выноса буровой мелочи осуществляется с помощью воздушно-водяной смеси. Крупные частицы продуктов бурения оседают у устья скважины, а мелкие (в том числе и пылевые) переносятся на расстояние до 10–14 м. Пыль, которая образуется в момент взрыва выходит из устья скважин и трещин в породе в виде пылегазового облака и получает вертикальное развитие. Данное явление является первичным этапом формирования пылегазового облака, а затем распространяется в атмосфере (второй этап).

Таблица 1. Количество вредных газов, выделяющихся при взрыве различных ВВ

Взрывчатое вещество	Кислородный баланс, %	Значения показателя удельного выделения вредных газов, л/кг			
		CO	CO_2	N_2	NO_2
Гранэмит И-30	+0,1	27,0	78	215	0,21
Гранэмит И-50	+0,3	38,8	89,2	236	0,12
Гранулотол	(-74) - (-76,2)	274,6	37,6	147,8	-
Граммонит 79/21	0 - (+0,3)	48,2	65,2	229	5,6

Таблица 2. Выбросы загрязняющих веществ при массовых взрывах

Загрязняющее вещество	Концентрация в пылегазовом облаке, мг/м^3	Предельно допустимые концентрации, мг/м^3	Годовой выброс вредных веществ, т/год
Взвешенные вещества	2562,4	0,15-0,5	7715
Углерода оксид	564,41	30	1699,4
Азота диоксид	37,4	5	112,58

Далее в работе проведен расчет неорганизованных выбросов пыли и вредных газов в атмосферу при взрывных работах на карьере Лебединского ГОКа в соответствии со следующими этапами:

1. Расчет основных параметров выбросов при взрывах на карьере;
2. Определение параметров пылегазового облака;
3. Определение концентрации вредных веществ в облаке;
4. Определение валовых выбросов в атмосферу. Результаты расчетов представлены в таблице 2. В работе были применены следующие методики [5-7].

Из табл. 2 видно, что при взрыве концентрации оксида углерода и оксидов азота в атмосфере карьера и близлежащей жилой зоне (без учета фонового загрязнения) на момент осуществления взрывных работ превышают предельно допустимые концентрации соответственно в 19 и 7,5 раза. Пылевое загрязнение является основным вредным фактором воздействия массовых взрывов на состояние окружающей среды. Выбросы пыли от взрыва при использовании наибольшего расхода взрывчатых веществ (ВВ) в атмосферу карьера превышают предельно допустимые концентрации в 5125 раз, что создает критическую ситуацию по загрязнению атмосферного воздуха рабочей зоны.

Контроль состояния атмосферного воздуха на предприятиях осуществляет Управление экологического контроля и охраны окружающей среды на уровнях воздуха рабочих мест, выбросов от источников, воздуха на промышленной площадке, на границе промышленной зоны и в целом атмосферы прилегающих населенных пунктов. Атмосфера промышленной площадки и санитарно защитной зоны (СЗЗ) комбината и атмосферный воздух в штатных ситуациях и во время массовых взрывов в карьере контролировались передвижным экологическим постом. Замеры качества атмосферного воздуха выполняются ежедневно, в соответствии с утвержденным планом-графиком контроля качества атмосферного воздуха. В результате было выявлено следующее.

1. Во-первых, фактические выбросы АО «Лебединский ГОК» в атмосферу составили 56,8 % от разрешенных выбросов (табл. 3).

2. Во-вторых, средние концентрации загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной зоны не превысили 26 % от верхней границы безопасного уровня (рис. 4).

Фактические выбросы в атмосферу на комбинате за 2016 г. составили 27 480,2 т, в том числе: твердые вещества - 7 047,3 т; газообразные вещества - 20 432,9 т (табл. 3).

Таблица 3. Данные по фактические выбросы в атмосферу АО «Лебединский ГОК

Наименование загрязняющих веществ	Фактические выбросы, т		Норматив ПДВ на 2016 г, т	Факт 2016 г. к проекту ПДВ, %
	2015 г.	2016 г.		
Всего, в т.ч.:	23 881,1	27 480,2	48 356,8	56,8
Твердые	6 282,8	7 047,3	8 901,5	79,2
Газообразные, из них:	17 598,3	20 432,9	39 455,3	51,8
SO_2	12 465,5	14 125,9	26 711,9	52,9
CO	2 638,9	3 691,6	5 003,7	73,8
NO_2	1 609,6	2 208,6	4 408,0	50,1
NO	815,2	346,1	1 203,1	28,8

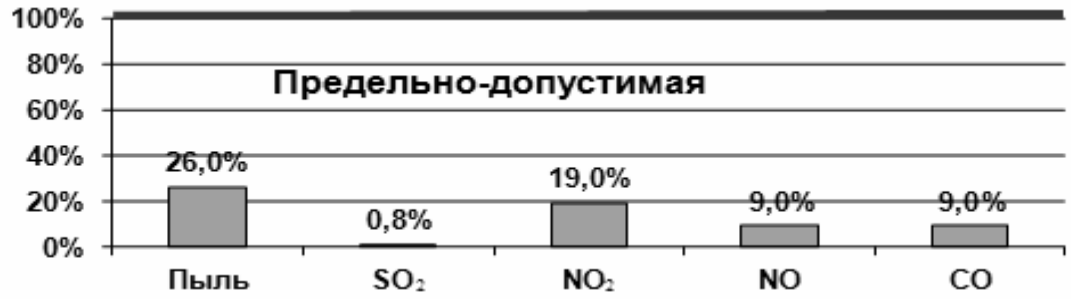


Рис. 4. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на границе санитарно – защитной зоны АО «Лебединский ГОК»

Следовательно, можно сделать вывод – что фактические значения суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферу, не превышают нормативные значения [6, 7].

Произведенный расчет концентраций вредных веществ на момент проведения взрывных работ позволяет сделать вывод, что концентрации оксида углерода, оксидов азота и пыли в атмосфере карьера многократно превышают ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Н.М., Перегудов В.В., Киковка Е.И. и др. Методы снижения выбросов пыли и газов при массовых взрывах в карьерах и шахтах // Горный журнал. – 1992. – № 10. – С. 46-49.

2. Звягинцева, А.В., Завьялова А.Ю. Анализ процессов пылеобразования при взрывах на карьере горно-обогатительного комбината / Proceedings of the Fifth International Environmental Congress (Seventh International ScientificTechnical Conference) «Ecology and Life Protectionof Industrial-Transport Complexes» ELPIT 2015 16-20 September, 2015 Samara-Togliatti, Russia: Publishing House of Samara Scientific Centre, 2015. V. 5 Scientific symposium «Urban Ecology. Ecological Risks of Urban Territories». – 307 p. – С. 137-142.

3. Звягинцева, А.В., Завьялова А.Ю. Анализ источников образования и расчет неорганизованных выбросов пыли и вредных газов в атмосферу при взрывных работах на карьерах горно-обогатительного комбината. Основные технологические и инженерно-технические мероприятия, направленные на сокращение пылегазовых выбросов при массовых взрывах. Гелиогеофизические исследования / Heliogeophysical Research. Электронный научный журнал. – 2015. Результаты исследований геофизических рисков. Режим доступа: http://vestnik.geospace.ru Дата обращения: 01.06.2019 г.

4. Звягинцева, А.В., Завьялова А.Ю. Исследование состава пылегазового облака в воздухе рабочей зоны при взрывах на карьере горнорудного предприятия //Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы III школы- семинара молодых ученых 26-28 мая 2016 г.: в 2 частях.– Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – Ч. II. – С. 231-235.

5. Методическое пособие по аналитическому контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. – Санкт-Петербург: НИИ Атмосфера, 2012. – 56 с.

6. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. ГН 2.1.6.1338-03.

7. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5. 1313-03.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ОВРАГОВ В УДМУРТИИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

И.И. Рысин, И.И. Григорьев, М.Ю. Зайцева
rysin.iwan@yandex.ru

Удмуртский государственный университет, г.Ижевск, Россия

Мониторинговые наблюдения за линейным приростом оврагов проводятся на территории Удмуртской Республики (УР), расположенной на востоке Восточно-Европейской равнины в пределах Вятско-Камского междуречья на площади 42,1 тыс. км^2, в ландшафтных зонах южной тайги и смешанных хвойно-широколиственных лесов, сильно преобразованных хозяйственной деятельностью, были начаты в 1978 году и продолжаются по настоящее время. Результаты наблюдений первого этапа наблюдений 1978-1997 гг. ранее обобщены в монографии И.И. Рысина [5]. В данной статье проведен анализ результатов наблюдений второго 20-летнего этапа (1998-2017 гг.) и рассмотрены особенности линейного роста оврагов в связи с изменением климатических условий.

Выбор ключевых участков для изучения темпов регрессивного отступания вершин активно растущих оврагов различного типа осуществлялся на основе детального анализа аэрофотоснимков, полученных по результатам съемок 1957–1959 гг. На момент начала мониторинговых наблюдений в 1978 г. овраги находились на различных стадиях развития, но все продолжали расти в длину. В начальные годы наблюдений количество наблюдаемых вершин оврагов составляло 120. На 2018 г. в систему мониторинга на землях сельскохозяйственного назначения входят 168 вершин оврагов различного типа, которые располагаются на 28 ключевых участках в различных ландшафтных условиях УР (рис. 1).

Определение скорости линейного роста оврагов производится путем измерения расстояния от вершины оврага до предварительно установленного репера. Одновременно измеряются глубина вершинного уступа и ширина оврага на расстоянии 3 м от вершины. Точность измерений составляет ±0,01 м. На привершинных участках наиболее активных оврагов на регулярной основе проводится тахеометрическая съемка, которая включает съемку бровки, продольного и поперечного профилей оврага. На большинстве стационаров наблюдения проводятся один раз в год (обычно в июле или августе), на некоторых из них измерения осуществляются дважды: в мае (после схода талых вод) и в октябре (после окончания сезона летне-осенних ливней) (рис. 1.).

Следует отметить, что из 168 вершин оврагов, включённых в сеть мониторинга на настоящий момент 56 не имеет признаков роста в течение 10-ти и более лет, 8 вершин оврагов прекратило свой рост в последние 5 лет. Для 36 вершин оврагов основной причиной отсутствия роста является зарастание ранее распахиваемых водосборов многолетними травами и мелколесьем. Более-менее устойчивый линейный прирост в настоящее время наблюдается на 104 вершинах оврагов.

Следует отметить, что из 168 вершин оврагов, включённых в сеть мониторинга на настоящий момент 56 не имеет признаков роста в течение 10-ти и более лет, 8 вершин оврагов прекратило свой рост в последние 5 лет. Для 36 вершин оврагов основной причиной отсутствия роста является зарастание ранее распахиваемых водосборов многолетними

травами и мелколесьем. Более-менее устойчивый линейный прирост в настоящее время наблюдается на 104 вершинах оврагов.

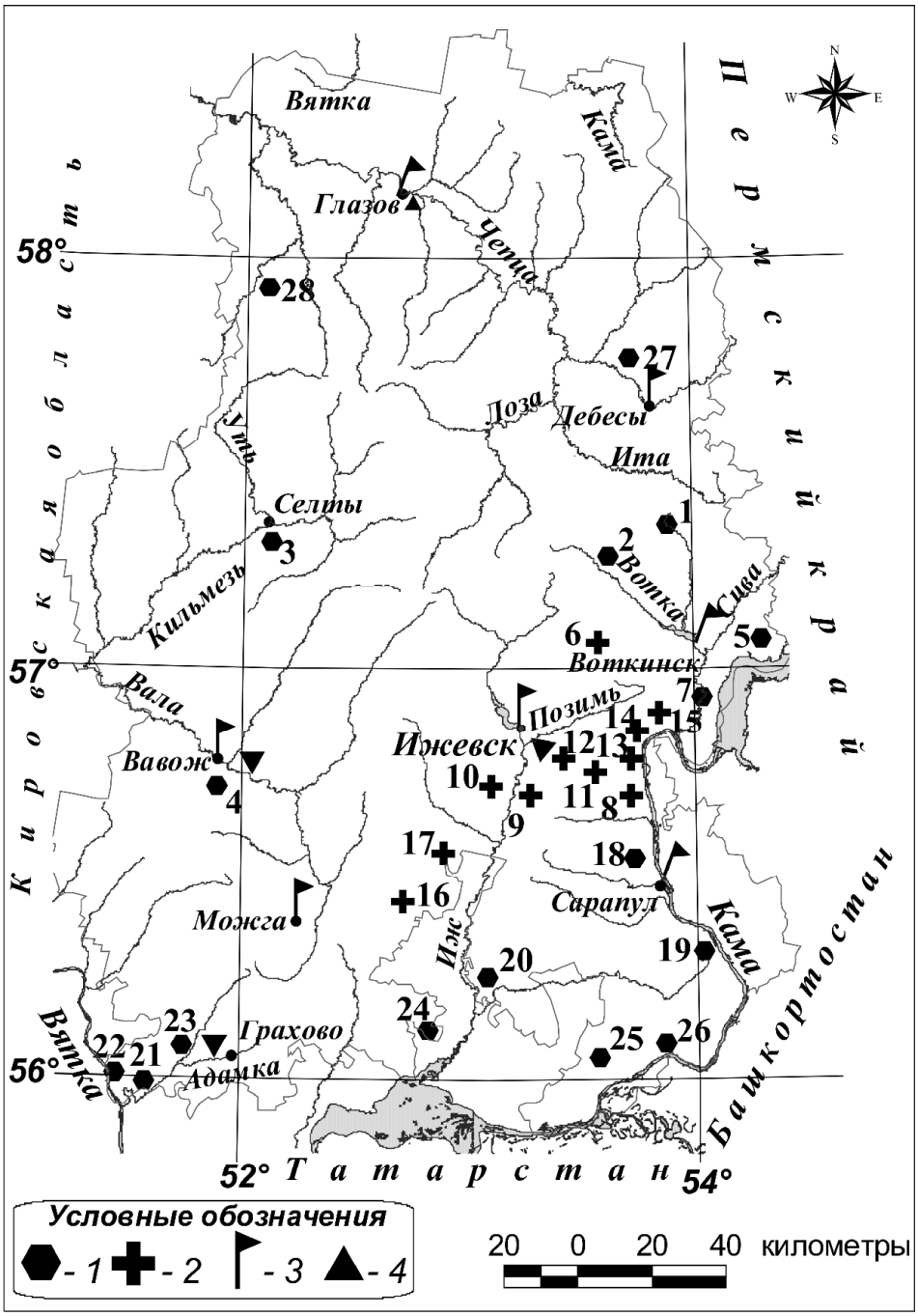


Рис.1. Расположение ключевых участков по мониторингу овражной эрозии на территории Удмуртской Республики

Условные обозначения: 1 –участки, на которых проводятся ежегодные наблюдения (июль - август), 2 – участки, на которых проводятся сезонные наблюдения дважды в год (май и октябрь), 3 – расположение метеостанций, 4 – расположение гидропостов; цифрами обозначены номера ключевых участков.

Формирование и развитие оврагов многофакторный процесс, обусловленный сочетанием ряда консервативных (литология, рельеф) и динамичных (климат, антропогенное влияние) факторов, совместное влияние которых и определяет наряду со стадией развития конкретного оврага интенсивность его линейного роста. Темпы роста оврагов во многом определяются климатическими характеристиками и для большей части Европейской территории России, где, за исключением южных районов, на период до середины 1990-х годов

порядка 80% прироста вершин оврагов происходило в период весеннего снеготаяния [0,3]. Наиболее достоверно эта величина была установлена для территории УР, так как она была получена на основе прямых многолетних измерений приростов более 40 вершин оврагов после снеготаяния и по окончанию периода выпадения ливневых дождей [5].

Последние десятилетия характеризуются значительными климатическими изменениями, которые в пределах Европейской территории России (ЕТР) и Западной Сибири выразились в существенном повышении температур воздуха и почвы в зимнее время, что привело к общему снижению глубин промерзания почв в зимнее время, а также повторяемости зим с полностью талой почвой. Данные изменения неизбежно отразились на формировании поверхностного стока в период весеннего снеготаяния, выразившиеся в резком снижении коэффициента поверхностного стока, начиная с 1990-х годов в пределах Среднерусской возвышенности [2].

Для 6 метеорологических станций и 4 гидрологических постов, расположенных вблизи участков мониторинга (рис. 1) были получены данные наблюдений, включая: а) максимальный суточный слой осадков в летние месяцы; б) сумма максимальных суточных осадков за летние месяцы; в) максимальные запасы воды в снеге; г) глубина промерзания почвы; д) продолжительность снеготаяния; е) максимальный расход воды в период весеннего половодья; ж) годовая норма стока воды, проходящая через измерительный створ, выраженная в л/сек. На основе этих данных дополнительно были рассчитаны: интенсивность снеготаяния, как производная от деления запасов воды в снеге на продолжительность снеготаяния, и интенсивность половодного стока, полученная по соотношению между максимальным расходом воды в период половодья и годовой нормой стока. Выбор указанных выше гидрометеорологических параметров основывался на предположении, что их изменения могут оказывать влияние на темпы роста оврагов в пределах территории Удмуртии в период весеннего снеготаяния или при выпадении стокоформирующих дождей.

Для всех выбранных гидрометеорологических показателей были рассчитаны корреляционные связи с ежегодными темпами роста оврагов на каждом из участков. Поскольку не всегда рассматриваемые зависимости являются прямолинейными, то наряду с обычным коэффициентом корреляции (r) рассчитывался дополнительный показатель – корреляционное отношение (η). Проверка гипотезы о форме связи между анализируемыми переменными осуществлялась с помощью критериев Блекмана (B) и Фишера (F) [5].

Согласно результатам наблюдений линейного роста на всех оврагах, входящих в систему мониторинга, в период 1998-2018 гг. произошло резкое, более чем в четыре раза снижение темпов роста оврагов по сравнению с предшествующим периодом наблюдений 1978-1997 гг. Сокращение средних многолетних темпов с 1,3 м/год в 1978-1997 гг. до 0,3 м/год в 1998-2018 гг. нельзя объяснить только постепенным “старением” оврагов за счет устойчивого сокращения площади их водосборов по мере регрессивного отступания вершин оврагов. В частности, среднемноголетние темпы роста оврагов за сравнимые по продолжительности периоды 1959-1970 и 1970-1980 гг., установленные на основе сопоставления темпов линейного роста оврагов на основе дешифрирования аэрофотоснимков, составили 2,3 и 1,9 м/год [5]. Учитывая, что только с 1976 г. началось усиливающееся впоследствии потепление климата, а овраги, приостановившие свой рост в период 1998-2018 гг. из-за забрасывания пашни были исключены из расчетов среднемноголетних темпов, то можно предположить, что именно климатические изменения сказались на снижении темпов линейного прироста оврагов в наибольшей степени.

Сток воды со склоновых водосборов в период весеннего снеготаяния во многом определяется сочетанием метеорологических условий зимнего периода, которые определяют состояние почвенного покрова, а именно глубину промерзания и влажность почв. Важную роль играют запасы воды в снежном покрове и характер его перераспределения по площади водосбора и собственно метеорологические условия периода снеготаяния. Среди них важнейшими являются тип и продолжительность снеготаяния.

Ключевым параметром для климатических условий УР, определяющим слой поверхностного стока со склонов овражных водосборов и темпы отступания вершин овра-

гов, является глубина промерзания почвы [6, 7]. Это связано с тем, что в Удмуртии гораздо чаще случаются снеготаяния продолжительностью, превышающей 14 дней, тогда как дружное снеготаяние, продолжительностью менее 7 дней бывает исключительно редко. Фактически в период 1998-2016 гг. снеготаяние в пределах всей исследуемой территории в конкретные годы проходило достаточно синхронно, а его продолжительность ни разу не была менее 7 дней.

При этом глубина промерзания почв в период 1998-2016 гг. варьировала в широких пределах, как по отдельным годам, так и в годы со средней глубиной промерзания – по всей площади территории. Только трижды (2009, 2010 и 2012 гг.) на всех метеостанциях зафиксирована глубина промерзания свыше 90 см, что полностью гарантирует нулевую фильтрацию талой воды в почву. Напротив, трижды (1999, 2004, 2014 гг.) по всей территории глубина промерзания не превышала 50 см, что предполагает низкий поверхностный сток со склонов в связи со значительным снижением поверхностного стока за счет фильтрации части воды в почву. В этих случаях существенно возрастает доля внутрипочвенного стока, выклинивающегося на поверхность в понижениях рельефа. В остальные годы глубина промерзания либо очень сильно варьировала по площади (10-110 см), либо, будучи более равномерно распределенной по площади УР, изменялась в интервале ±35 см, но при этом была в разных частях территории как выше пороговой величины в 40-50 см, так и ниже ее. Такая ситуация предполагает снижение коэффициента поверхностного стока в среднем по площади ниже единицы. Для сравнения в период мониторинга за ростом оврагов 1978-1997 гг. ни разу глубина промерзания не была ниже 60 см. [5].

Глубокое промерзание почвы повышает долю половодного стока в суммарном годовом стоке, но не определяет максимальный сток половодья, так как он помимо промерзания почвы, зависит и от динамики изменения температур в период снеготаяния и неравномерности залегания снежного покрова. Тем не менее, в период проведения мониторинга 1978-1997 гг. была выявлена достаточно высокая корреляционная связь ($r=0.77\pm0.14$) между годовым приростом оврагов и интенсивностью половодного стока, которая определялась как отношение максимальных расходов воды к норме стока наиболее близкой к объекту мониторинга малой реки. Ни для одного из используемых для анализа гидрометеорологических показателей не обнаружено тесной связи с темпами ежегодного роста всех оврагов, входящих в выборку. Это говорит о том, что действительно талый сток перестал играть доминирующую роль в линейном росте оврагов, в отличие от периода мониторинга 1978-1997 гг., когда подобные связи наблюдались [5].

Зависимость интенсивности половодного стока от глубины промерзания почв в пределах речных бассейнов УР для периода наблюдений 1998-2016 гг. обнаруживает четкую закономерность: значительная (свыше 50 см) глубина промерзания почв не всегда приводит к резкому росту половодного стока, но только при условии глубокого промерзания почв он может существенно (>15 раз) превысить годовую норму стока данной реки.

Таяние снега на открытых не залесенных пространствах в весеннее время поразному происходит на склонах "теплых” (южные и западные румбы) и “холодных” (северные и восточные румбы) экспозиций. Более быстро оно идет на склонах теплых экспозиций за счет прямой солнечной радиации, способствующей ускорению снеготаяния. При этом в период наблюдений 1978-1997 гг. прирост был вдвое выше на оврагах с водосборами “холодных” румбов. Можно предположить две возможных причины данного явления. Так как таяние снега на склонах “холодных” экспозиций продолжается дольше по времени, то гораздо выше вероятность того, что на завершающей стадии при более высоких температурах воздуха резко ускоряется таяние и формируются значительные расходы воды, способствующие размыву уже полностью оттаявших к концу снеготаяния вершин оврагов. При этом на склонах «теплых» экспозиций днями происходит интенсивное испарение, особенно значительное в солнечную погоду, что способствует снижению поверхностного стока за счёт потерь на испарение. Другое объяснение связано с различиями в стадиях развития оврагов, сформированных на “теплых” и “холодных” склонах. Последние осваивались несколько позже, так как на них больше времени требуется для сни-

жения влажности почвы после снеготаяния и, соответственно, на них позже проводятся посевные работы. Это важно в климатических условиях Удмуртии, где в целом достаточно прохладное и непродолжительное лето, что сокращает вегетационный период. В долинах с резко выраженной асимметрией обычно наблюдаются и максимальные мощности (более 10-12 м) легко размываемых делювиально-солифлюкционных отложений, которые приурочены к пологим склонам. В таких долинах складываются благоприятные условия для развития овражной эрозии. На крутых склонах возникает серия коротких придолинных оврагов, а на противоположных – густая сеть длинных оврагов с многочисленными отвершками и высокими темпами роста [5].

Рост оврагов в теплое время года обусловлен формированием поверхностного стока на их водосборах при выпадении ливней. При этом помимо слоя и интенсивности ливневых осадков важным условием, влияющим на коэффициент поверхностного стока со склонов овражного водосбора, является степень увлажнения почвы на момент выпадения ливня. Так, в ряде случаев переувлажнение почв происходит в связи с длительными осенними дождями низкой интенсивности. В этих случаях даже обычный дождь слоем более 10 мм может привести к формированию поверхностного стока. Однако наиболее мощный, ливневой сток формируется при экстремальных дождях со слоем осадков более 40 мм. На территории УР в теплое время года выпадает сравнительно немного осадков с суточным слоем >10 мм. При этом, несмотря на определенную цикличность выпадения, отчетливо выделяется два периода (1960-1982 и 1983-2016 гг.) с различной повторяемостью сильных дождей. Очевиден существенный прирост ливней после 1983 г., что, несомненно, связано с климатическими изменениями [6, 7].

Дожди со слоями осадков 10-20, 20-30 и 30-40 мм относительно равномерно выпадают по площади, а их среднегодовая повторяемость постепенно убывает по мере роста слоя осадков. Обращает на себя внимание, что если число дождей со слоем 40-50 мм относительно равномерно распределено внутри периода, для которого проводится оценка, с максимумом с середины 1980-х до середины 1990-х, то осадки со слоем свыше 50 мм за последние 20 лет выпадали достаточно редко [6].

Таким образом, на основе анализа пространственно-временного распределения осадков с большим суточным слоем (условно ливневых), можно утверждать, что в период, предшествующий началу мониторинга роста оврагов (1978 г.), вклад ливневого стока в суммарный прирост оврагов был заведомо ниже 20%. При этом темпы роста оврагов, установленные на основе дешифрирования аэрофотоснимков в 1960-1970 и 1970-1980 гг, были, соответственно в 1,8 и 1,5 раза выше, чем в период проведения мониторинга 1978-2017 гг.

В период 1998-2017 гг. резкое увеличение зим с частыми оттепелями и изменчивой глубиной промерзания, часто не превышающей пороговую величину в 50 см, привело к значительному снижению вклада весеннего стока в линейный прирост вершин оврагов. Согласно фактическим измерениям прироста на участках мониторинга, расположенных на небольшом удалении от г. Ижевска, в среднем 57% прироста оврагов обусловлено весенним стоком.

ЛИТЕРАТУРА

1. География овражной эрозии / Под ред. Е.Ф. Зориной. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 324 с.

2. Голосов В.Н., Геннадиев А.Н., Олсон К.Р., Маркелов М.В., Жидкин А.П., Чендев Ю.Г., Ковач Р.Г. Пространственно-временные особенности развития почвенно-эрозионных процессов в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. – 2011. – № 7. – С. 861–869.

3. Овражная эрозия востока Русской равнины / Под ред. А.П. Дедкова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. – 142 с.

4. Овражная эрозия / Под ред. Р.С. Чалова. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 68 с.

5. Рысин И.И. Овражная эрозия в Удмуртии. – Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1998. –274 с.

6. Рысин И.И., Голосов В.Н., Григорьев И.И., Зайцева М. Ю. Влияние изменений климата на динамику темпов роста оврагов Вятско-Камского междуречья // Геоморфология. – 2017. – № 1. – С. 90 – 103.

7. Рысин И.И., Голосов В.Н., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю. О причинах современного сокращения темпов роста оврагов в Удмуртии // Геоморфология. – 2018. – № 1. – С. 75 – 87.

КОРРЕКЦИЯ ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ СРЕДЫ В СВЯЗИ С МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ДОНБАССЕ

А.И. Сафонов
andrey_safonov@mail.ru, a.safonov@donnu.ru

Донецкий национальный университет, г.Донецк

Изучение индикационной значимости растений с целью диагностики стояния промышленных экотопов является приоритетным научным направлением в Донбассе [2]. В долгосрочном мониторинговом эксперименте (1998-2018 гг.) были получены данные, отражающие региональную специфику местности, установлена связь между структурными трансформациями растительных организмов с широкой экологической амплитудой и уровнем антропогенной нагрузки на локальные экосистемы [1, 3]. На современном этапе получен первичный скрининговый материал о бриофлоре региона [4].

Виды природных флор находятся в постоянном контакте с изменяющимися условиями среды и характеризуются неизменяемым локалитетом в процессе онтогенеза, поэтому целью данной работы является сравнительная 20-летняя оценка степени сопряженности состояния растений-индикаторов с годовыми микроклиматическими особенностями в регионе. Методология фитомониторингового эксперимента представлена в ряде публикаций [1-3].

Определены виды растений, индикационная значимость которых по структурно-функциональным показателям имеет зависимость с годовыми особенностями увлажнения и температурного баланса (по характеру протекания онтогенеза в конкретные годы и уровню полиморфизма строения в тех блоках наблюдений, где уровень токсической нагрузки не изменялся): *Achillea collina* J. Becker ex Rchb., *Agrostis stolonifera* L., *Amaranthus albus* L., *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Artemisia vulgaris* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Bryum argenteum* Hedw., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Centaurea diffusa* Lam., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Dactylis glomerata* L., *Daucus carota* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Galinsoga parviflora* Cav., *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal,, *Hyoscyamus niger* L., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Leptodictium riparium* (Hedw.) Warnst., *Otites media* (Litv.) Klokov, *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid., *Papaver rhoeas* L., *Plantago lanceolata* L., *Polygonum aviculare* L., *Rumex crispus* L., *Senecio vulgaris* L., *Stenactis annua* Nees.

Таким образом, экспериментально доказан факт совместного видоспецифичного формирования ксероморфных (пайноморфных) признаков у чувствительных фитоиндикаторов как в условиях повышенного техногенного воздействия, так и при достоверной разнице в климатообразующих характеристиках разных лет наблюдения. Такой факт требует ежегодной коррекции данных, получаемых для проведения экологического мониторинга в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58-59.

2. Сафонов А. И. Функциональная ботаника в Донбассе : экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1-2. – С. 8-14.

3. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 67-72.

4. Сафонов А.И., Морозова Е.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3-4. – С. 24-31.

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА УРБАНОЗЕМОВ ВОРОНЕЖА

И.Д. Свистова
i.svistova@mail.ru

Воронежский государственный педагогический университет, г.Воронеж, Россия

В последние годы значительно возросло количество работ по биомониторингу почвы уброэкосистем [1]. Наиболее чувствительными объектами биомониторинга являются микроорганизмы, известно, что нарушения в микробном сообществе обнаруживаются при концентрации поллютантов на порядки более низких, чем ПДК [2]. Перспективным направлением микробиомониторинга может быть изучение нарушений микробного сообщества почвы как показателя разнообразных антропогенных воздействий.

Классификация городских почв, предложенная Строгановой и др., основана на мощности слоя с нарушенными генетическими горизонтами, изменении кислотности и состава почвенно-поглощающего комплекса, характере загрязнения, наличии включений строительного мусора и др. В городских зонах с высокой антропогенной нагрузкой почвы представлены урбаноземами (селитебные зоны), урботехноземами физически или химически преобразованными (транспортные зоны). Такие почвы перестают выполнять свои экологические функции (в том числе не обеспечивают замкнутость круговоротов биогенных элементов), что делает урбоэкосистемы крайне неустойчивыми [2].

В урбоэкосистемах негативные последствия имеет загрязнение почвы, особенно ксенобиотиками, а также рекреационная нагрузка (переуплотнение почвы), нарушение водно-воздушного режима почвы (экранированные почвы), повышение температуры («очаги тепла» в центре городов) и др. факторы [2].

Большинство работ выполнены в мегаполисах (Токио, Нью-Йорк, Лондон, Москва), либо в малых городах (Пущино, Дубна, Петрозаводск). В последние несколько лет проводились обследования почвы в Ростове-на-Дону, Саратове, Челябинске, Томске, Кирове [1]. В Центрально-Черноземной зоне работы по микробиомониторингу городских почв г. Воронежа ведутся в течение более 20 лет на кафедре биологии растений и животных Воронежского государственного педагогического университета [3-6]. Нами проведены два тура обследования городских почв с разницей в 15 лет: в 2000-2003 и 2016-2018 гг.

Наибольшие различия с контролем (пригородная почва, многолетняя залежь на расстоянии 35 км от границ города) обнаружены ранее для почвы транспортных зон Воронежа [4, 5], были даны рекомендации по проведению микробиомониторинга (сроки, параметры, индикаторные виды). Целью настоящей работы была оценка нарушения микробного сообщества в почве селитебной зоны Воронежа и возможного влияния на здоровье городского

населения. Кроме того, представляло интерес изучить экологическую направленность микробной сукцессии в урбаноземах, сформированных на основе черноземных почв.

Пробы почвы отбирали во 2 декаде июля в течение 3-х лет (2016-2018 гг.) из слоя 0-20 см в пригородной зоне и в селитебных зонах Воронежа (20 точек во внутридворовых пространствах правобережной и левобережной части города). Все опыты проведены в 3 повторах, представлены усредненные данные по точкам отбора и по годам исследования (min–max значения). Установлено, что величина разброса значений отражает степень микромозаичности почвы и зависит от степени загрязнения почвы. Численность различных групп микроорганизмов почвы определяли методом посева почвенной суспензии на питательные среды (бактерии, растущие на минеральных формах азота, в том числе мицелиальные формы актиномицеты - на бобово-пептонномагаре; микроскопические грибы – на среде Чапека).

Для мицелиальных микроорганизмов (в отличие от бактерий) возможно проводить видовую идентификацию по культурально-морфологическим признакам.В качестве показателя α-разнообразия использовали индекс видового разнообразия Шеннона для двух групп мицелиальных микроорганизмов: прокариот-актиномицетов и эукариот-микромицетов. В качестве показателя β-разнообразия для каждой группы использовали коэффициент сходства Серенсена с контролем.

Обнаружено, что в почве селитебных зон Воронежа меняется таксономическая структура микробного сообщества почвы (табл. 1). Численность бактерий-иммобилизаторов азота (наиболее чувствительной группы к городской нагрузке [3]) снижена в 1,6-2 раза по сравнению с контролем. Численность актиномицетов оставалась на уровне контроля. Следовательно, в почвенном комплексе прокариот возрастала доля мицелиальных форм. В то же время 2,3-2,8 раза возросла численность микроскопических грибов – мицелиальных эукариотических организмов. Такие нарушения свидетельствуют о большей устойчивости мицелиальных микроорганизмов почвы к городской нагрузке, что связывают с особенностями строения их клеточных стенок, и соответствуют данным других исследователей.

Таблица 1. Численность и индекс видового разнообразия Шеннона комплексов мицелиальных микроорганизмов в контроле и урбаноземах г. Воронежа

Показатели	Пригородная зона	Селитебная зона Воронежа
Бактерии		
Численность, млн.КОЕ/ г	10,5-18,2	6,7-9,4
Микромицеты		
Численность, тыс. КОЕ/г	21-33	45-76
Видовое разнообразие	3,5-3,8	2,3-2,7
К сходства с контролем	1,0	0,2-0,3
Актиномицеты		
Численность, млн. КОЕ/г	0,4-0,6	0,4-1,0
Видовое разнообразие	2,2-2,4	1,4-2,2-
К сходства с контролем	1,0	0,5-0,6

В то же время для комплексов мицелиальных микроорганизмов почвы селитебных зон Воронежа обнаружена однотипная тенденция к снижению видового разнообразия. Индекс Шеннона снижался в меньшей степени для комплекса актиномицетов, заметно сильнее – для комплекса микромицетов. При этом коэффициент сходства Серенсена с контролем для актиномицетов составлял 0,5-0,6, что свидетельствует о средней степени сходства, а для микромицетов 0,2-0,3, что указывает на значительные изменения видовой структуры грибов. Возрастает микромозаичность почвы в связи с мозаичностью загрязнения почвы селитебных зон.

Все виды микромицетов и роды актиномицетов (и секции рода стрептомицетов), выделенные из почвы в вариантах опыта, мы разделили на несколько групп для целей

микробиомониторинга. Чувствительными к городской нагрузке считали виды, которые были типичными в контроле, но снижали свою частоту встречаемости или вообще не выделялись из почвы селитебных зон. Устойчивыми к городской нагрузке считали виды, сохраняющие частоту встречаемости и степень доминирования. Индикаторными на городскую нагрузку считали виды, которые были случайными или редкими в контроле, но повышали частоту встречаемости в городе. В четвертую группу включены виды, не выделявшиеся из контрольной почвы, но обнаруженные в городе. Это заносные виды, которые получили свою экологическую нишу в нарушенных почвах городов.

В таблице 2 представлены группы микромицетов по отношению к городской нагрузке. В обедненном комплексе почвенных грибов для целей микробиомониторинга предлагается использовать две последние группы видов: индикаторные и не характерные для контроля. При микробиологическом анализе значительно проще выявить доминирующие и часто встречающиеся в почве виды, чем оценивать исчезнувшие или случайные виды. Это является особенностью микробиомониторинга, для макроорганизмов, напротив, пишут «красные книги» редких и исчезающий видов.

Представляет интерес оценить экологическую направленность сукцессии видов грибов в почве селитебных зон Воронежа. Чувствительными к городской нагрузке являются типичные для зоны виды грибов, по экологической стратегии это почвенные сапротрофы и факультативные фитопатогены. По-видимому, это связано со снижением объема растительной мортмассы, попадающей в почву. По нашим данным, в городских почвах возрастает доля темнопигментированных видов и токсигенных видов грибов. Считается, что меланиновые и нафтохиноновые пигменты защищают мицелий гриба от свободнорадикальных процессов, ультрафиолетового излучения, токсического действия тяжелых металлов. Синтез микотоксинов, по-видимому, помогает видам выигрывать конкурентную борьбу в условиях снижения плодородия и загрязнения городских почв.

Таблица 2. Реакция комплекса почвенных микромицетов на городскую нагрузку

Группы	Видымикромицетов
Чувствительные	*Acremopniumalternatum, Cephalosporiumacremonium, Paecilomyceslilacinum, Trichoderma koningii*, Fusarium solani*, P. daleae, P. simplicissimus, Aspergillus ustus*, Botrytis cinerea*
Устойчивые	*P. tardum**, P. expansum, Humicolagrisea**, A. wentii*, Gliocladiumvirens*
Индикаторные	*A. clavatus*, A. terreus*, A. flavus*, A. alliaceus*, Penicilliumfuniculosum*, P. rubrum*, P. rugulosum*, P. notatum*, Botryotrichumpiluliferum**, Talaromycesflavus*, Alternaris tenuis**, Stachybotryschartarum***
Не характерные для контроля	*A. terricola**, A. ochraceus*, A. versicolor*, A. fumigatus**, A. tamarii*, P. viridicatum*, P. purpurogenum*, P. velutinum*, P. variabile*, G. roseum* , F. nivale**

** токсигенные виды, **темнопигментированные виды.*

Следует отметить еще одну тенденцию: в городских почвах возрастает доля рода *Aspergillus*, появляются виды, не характерные для лесостепной зоны, более южные. Такое нарушение географической зональности в микробном сообществе почвы называют «поюжением» городских почв, аналогичные явления (при ином видовом составе) обнаружены для Москвы и северных городов России (Петрозаводск, Киров). Причиной наблюдаемых закономерностей может быть известное нарушение теплового режима в центре городов.

В комплексе актиномицетов наблюдали аналогичные нарушения, но менее выраженные. В почве селитебных зон Воронежа возрастала доля ярко пигментированных видов и секций стрептомицетов, а также появлялись виды, характерные для почвы более южных природных зон (табл. 3).

Таблица 3. Реакция комплекса актиномицетов на городскую нагрузку

Группы	Секции актиномицетов
Чувствительные	*Micromonospora, Streptomycescinereuschromogenes, Str. cinereus aureus, Str. imperfectus*
Устойчивые	*Str. cinereusachromogenes, Str. roseusruber*, Str. azureus*, Str. albusalbus*
Индикаторные	*Nocardia, Str. roseuslavendula-roseus*, Str. albusalbocoloratus, Str. roseusfuscus*, Str. helvolo-flavushelvolus**
Не характерные для контроля	*Str. roseusroseoviolaceus*, Str. helvolo-flavusflavus**

** пигментированные виды.*

Следует отметить также особенности почвенного микробного сообщества Воронежа, которые имеют важное значение в санитарно-гигиеническом аспекте. Среди видов грибов, выделяемых из городской почвы в ранге доминантов и часто встречающихся, много видов, известных своими аллергенными свойствами [7]. Споры этих микромицетов могут попадать в воздух с городской пылью и вызывать аллергизацию организма. Особенную опасность этот факт представляет для детей и людей после лечения антибиотиками и цитостатиками, со сниженным иммунным статусом.

Таким образом, в результате многолетнего микробиомониторинга почвы Воронежа нами обнаружено повышение микрозональности почвы не только транспортных и промышленных, но и селитебных зон. Причиной служат климатические факторы, нарушение и загрязнение почвы, рекреационная нагрузка, экранирование почвы. Нарушение таксономической структуры микробного сообщества проявляется в преобладании мицелиальных форм микроорганизмов по сравнению с контролем. Выявлена тенденция в нарушении географической зональности комплексов микромицетов и актиномицетов, проявляющаяся в исчезновении типичных для зоны видов и появлении более южных видов. Преимущества получают виды, синтезирующие микотоксины, различные пигменты с антиоксидантным и фотопротекторным действием. По-видимому, эти свойства помогают им выигрывать конкурентную борьбу, обостряющуюся в условиях нарушения и загрязнения городских почв.

В целом, выявленные нарушения микробного сообщества указывают на нарушение экологических функций почвы в крупных городах, снижение напряженности круговоротов биогенных элементов. Выявлены параметры для микробиомониторинга почвы г. Воронежа: частота встречаемости индикаторных и нехарактерных для контроля видов микромицетов. Следует обратить внимание санитарных врачей на опасность микогенной сенсибилизации в городах организма людей со сниженным иммунным статусом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Под ред. Т.Я. Ашихминой, Н.М. Алалыкиной. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2011. – 388 с.

2. Добровольский Г.В. Экология почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – Москва: МГУ, 2006. – 364 с.

3. Назаренко Н.Н. Микробиологическая индикация почв урболандшафтов / Н.Н. Назаренко, И.Д. Свистова. − Воронеж: ВГАУ, 2013. – 135 с.

4. Назаренко Н.Н. Биоиндикация почвы транспортных зон города Воронежа / Н.Н. Назаренко, И.И. Корецкая, И.Д. Свистова // Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология. – 2015. – № 1. – С. 46-50.

5. Назаренко Н.Н. Структура комплекса почвенных актиномицетов в промышленной и транспортной зонах г. Воронежа / Н.Н. Назаренко, И.Д. Свистова, И.И. Корецкая // Экология урбанизированных территорий. – 2015. – № 3. – С. 18-21.

6. Свистова И.Д., Влияние городской нагрузки на комплекс почвенных микромицетов (на примере левобережной части г. Воронежа) / И.Д. Свистова, Н.Н. Назаренко, О.П. Потапова // Экология и промышленность России. – 2016. – № 9. – С. 46-50.

7. Свистова И.Д. Санитарно опасные мицелиальные микроорганизмы в урбопочвах г. Воронежа / И.Д. Свистова, Н.Н. Назаренко, И.И. Корецкая // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 3. – С. 247-250.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ – ЗАПОВЕДНИКА М.А. ШОЛОХОВА

А.Н. Солдатов, В.В. Свиридов
vrn-rgo@bk.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Государственный музей-заповедник М.А. Шолохова, созданный в 1984 г., представляет собой уникальный памятник культуры, истории и природы. Сразу несколько населенных пунктов Шолоховского и Боковского районов Ростовской области, в том числе знаменитая станица Вёшенская, входят в его состав. Он включает в себя всё, что связано с жизнью и творчеством писателя – донские станицы и хутора, описанные в его произведениях, а также уникальную природу местности.

Здесь сохранено немало ботанических и геологических памятников природы, обнаружено множество исчезающих видов растений и животных. Кроме этого, представлен широкий спектр различных типов растительности, это сохранившиеся, не подверженные воздействию антропогенного пресса участки песчаных, меловых, балочных и пустынных степей, широколиственные и мелколиственные леса, различные типы лугов, растительность многочисленных озер и болот. Такое разнообразие природно-территориальных комплексов, их мемориальная и культурная ценность, а также удаленность района от крупных промышленных центров способствуют детальному изучению ландшафтной структуры территории музея-заповедника. Историческая, мемориальная, культурная и научная ценность этих мест очевидна. В настоящее время здесь сохранился практически тот же ландшафт, который был при жизни писателя [1].

Прежде, чем описать общую картину преобразования ландшафтов Государственного музея-заповедника М.А. Шолохова, необходимо отметить некоторые весомые, на наш взгляд, факторы, влияющие на природную среду исследуемой территории. Выделенные факторы можно разделить на природные и антропогенные.

К основным природным факторам, влияющих на формирование ландшафтного облика пойменной части, можно отнести геологическую деятельность самой реки Дон, результатом которой явились различные по составу отложений надпойменные террасы. Именно разница в геологическом материале, отложившемся на первой и второй надпойменных террасах, обуславливает столь разнообразный ландшафтный рисунок исследуемой территории. В степной части данного района преобладают иные природные факторы – водно-эрозионные и эоловые процессы, сформировавшие овражно-балочную сеть территории [3].

В качестве антропогенного преобразующего фактора можно рассматривать различные виды деятельности человека, в разные годы приводящие к изменению качественного и количественного состава аренных лесов данной территории. Это и выкорчевывание лесов под пашни и пастбища во время первых казачьих поселений по берегам Дона, приведшее в итоге к опустыниванию местности и уничтожению плодородного слоя почвы, и создание рукотворных сосновых насаждений, коренным образом изменивших ландшафт и оздоровивших местность, и лесной пожар лета 2010 года, в очередной раз изменивший ландшафтный рисунок музея-заповедника.

Характерной чертой рельефа является равнинность. Приподнятые участки в рельефе выражены в виде двух денудационных ярусных возвышенностей: Донской гряды и Калачской возвышенности, представляющих собой южные отроги Среднерусской воз-

вышенности, разделённые долиной среднего Дона. По почвенно-биоклиматическим признакам этот район относится к степному типу и северному умеренно-засушливому подтипу с чернозёмами южными [2].

Долина среднего Дона террасирована и имеет субширотное простирание с запада на восток. Четко выражены две надпойменные террасы: первая высотой 2-2,5 метра и вторая – 19-20 метров. Первая надпойменная терраса на обоих берегах реки Дон имеет равнинный рельеф с наличием большого количества мелких и крупных западин, высохших или заболоченных озер, стариц. Рельеф второй надпойменной террасы бугристо-холмистый, основная часть ее занята песчаным массивом, представляющим собой широковолнистую степную равнину, на которой чередуются разнообразные формы рельефа – от равнинных площадей с черноземовидными супесчаными почвами до песчаных арен со светлыми бугристыми малоплодородными песками [3].

Как отмечалось выше, ландшафт долины реки Дон довольно разнообразен. На его территории можно выделить пойменные и аренные леса, меловые склоны, заливные луга и водно-болотные угодья. Все эти природные комплексы находятся в тесном взаимодействии друг с другом. Но кроме этого, каждый из них испытывает определенное воздействие извне, как природное, так и связанное с антропогенными видами преобразования. Вследствие чего претерпевают определенные изменения, способные частично, а в некоторых случаях и полностью преобразить картину отдельных компонентов и ландшафта в целом. Рассмотрим изменения, происходящие в пойменной местности данного ландшафта. Большие площади этой местности заняты пойменными лесами, породный состав которых довольно богат и разнообразен. Преобладающей и наиболее ценной породой является дуб черешчатый. Второе место занимают тополя (черный и белый), третье – вяз, четвертое – ветла.

При анализе динамики площадей пойменных лесов за период с 1949 г. по 1989 г. отмечается повышение лесистости, увеличение объема создания лесных культур, сокращение не покрытых лесом земель. Однако качественного состояния пойменных лесов это не улучшило. Это связано с накоплением значительного числа как не возобновившихся площадей, так и увеличением участков, занятых малоценными, низкосортными породами [5].

Максимальное сокращение площади дубрав на исследуемой территории наблюдается в период с 1970 по 1990 гг. Причина этого, по мнению исследователей, кроется как в нарушении гидрологического режима рек, так и в больших объемах лесовосстановительных рубок перестойных дубрав, на вырубках которых произошла смена пород [6].

Следует отметить, что в последние годы отмечается не только сокращение площадей дубовых насаждений в пойме, но и существенные ухудшения их качественных характеристик. В возрастном отношении дубравы представлены преимущественно спелыми и перестойными древостоями. Их удельный вес с каждым годом увеличивается, что сопровождается изреживанием древостоя и упрощением породного состава. Создаются благоприятные условия для замены высокоценных дубовых насаждений поселениями осины, вяза, клена и тополей.

Наряду с дубом наблюдается сокращение площади чернотополевников, занимающих второе место в составе пойменных лесов (на 8,5% за 20 лет). Сокращение доли чернотополевников произошло в основном за счет усыхания насаждений вследствие заболевания сосудистым микозом.

Площадь вязовников, как постоянных спутников дубрав, часто увеличивается за счет поселения вяза на невозобновившихся вырубках дуба. Эта тенденция четко прослеживается в рассматриваемой пойменной местности реки Дон: здесь площадь дубрав за 70-е – 80-е гг. XX века уменьшилась почти на 300 га, а площадь вязовников увеличилась более чем на 400 га. Малая сомкнутость крон, хорошая освещенность, раннее распускание листьев способствуют периодическому появлению листовых и стволовых вредителей. Кроме этого, на территории исследуемой местности часть вязовников усыхает от голландской болезни, вследствие чего общее их состояние оценивается специалистами как неудовлетворительное [5].

Среди древесных пород, занимающих все более обширные пространства, наилучшие показатели имеют насаждения тополя белого, удельный вес которого в исследуемом районе увеличился более чем на 7%. Увеличение белотополевников – результат заселения вырубок других пород.

Невозможно не отметить и тот факт, что в преобразовании пойменной местности огромная роль принадлежит изменениям уровневого режима реки и грунтовых вод. Ведь снижение этих показателей ведет к снижению лесорастительных свойств исследуемой территории, а также высыханию мелких озер, стариц и, как следствие, обеспечивает их переход в заболоченные земли.

За период с 1941 по 2000 гг. наиболее высокие половодья на Дону отмечались в 1941, 1953, 1963, 1994 гг., очень низкие – в 1954, 1961, 1962, 1965, 1966, 1972, 1973, 1976, 1984, 1991, 1992, 1998 гг. Очевидно, что за исследуемый период низкие половодья повторялись в 2 раза чаще, чем высокие. В эти годы пойма не затапливается, в течение всего вегетационного периода ощущается дефицит влаги в почвах, происходит пересыхание пойменных болот, мелких озер и стариц [3].

Отсутствие затопления поймы в течение двух и более лет подряд при низких уровнях половодья приводит к заметному понижению уровня грунтовых вод и минимальной межени. Продолжительность меженного периода достигает 250 дней.

Надпойменно - террасовая местность ландшафта долины реки Дон также подвержена довольно существенным преобразованиям: за последние 300 лет местность неоднократно меняла свой облик.

Из архивных материалов известно, что в недалеком прошлом (XVIII- середина XIX вв.) песчаные террасы были покрыты серопесчаным покровом, где росли березово-осиновые, а несколько выше по рельефу и дубовые колки. Исследуемый район изобиловал многочисленными озерами, что привлекало огромные стада животных (тарпанов, сайгаков и др.). Эти животные положили начало процессу разбивания песков, который с необычной интенсивностью был продолжен человеком и домашними животными.

Вид степного ландшафта с небольшими перелесками начал меняться после освобождения крестьян. Им отошли преимущественно неплодородные песчаные территории. Таким образом, крестьяне, не получив строевого леса, за 1 – 2 десятилетия вырубили сначала дубовые, а затем и березово-осиновые колки. Часть лесных земель была распахана под огороды. Уже в 60-х годах 19 века опустынивание угрожало жизни местного населения. Некогда плодородный край за короткое время превратился в пустыню. К концу 19 в. песками были занесены практически все луга, озера, сады, левады. По свидетельствам многих старожилов, периодически повторяющиеся бури покрывали огороды местных жителей толстым слоем песка, сводя на нет все их усилия. Подвижные пески создали реальную угрозу опустынивания исследуемой территории. Возникла острая необходимость задержания песков. Местные жители решили остановить наступление песков собственными силами.

С целью закрепления песков было решено высаживать хворост (краснотал), но кустарник оказался ненадежной защитой. Слишком серьезным был масштаб опустынивания.

Следующим этапом в преобразовании надпойменно-террасовой местности ландшафта долины реки Дон стала высадка на песчаных массивах сосны обыкновенной, оказавшейся наиболее подходящей древесной породой, способной выносить жесткие климатические условия и скудность песчаной почвы.

В 1912 году была высажена старейшая сосновая роща в окрестностях станицы Вёшенской. Деревья высаживались вручную. Однако, несмотря на все усилия местных жителей, полностью остановить передвижение песков своими силами людям не удалось. И в 1937 году была организована станция по укреплению песков. В декабре 1949 года в станице Вёшенской была создана Донская научно-исследовательская лесная опытная станция всесоюзного НИИ лесного хозяйства и дан старт широкомасштабным посадкам сосны обыкновенной. К началу XXI века площадь насаждений сосны в Шолоховском районе составила свыше 16 тыс. га.

Летом 2010 года картину местности значительно изменил лесной пожар, бушевавший на территории Шолоховского района 5 дней. Среди пострадавших территорий оказались посадки сосны и колковые леса вокруг памятника природы «Вёшенский дуб».

Кроме этого сгорела значительная площадь леса в окраине Вёшенской, а в северо-западной части района распространения пожар в плотную подошел к хутору Черновскому.

В результате на территории примерно в 700 гектар огнем был нанесен значительный крон: уничтожен лесной биоценоз, надолго обезображена местность. Но главная потеря заключается в том, что уничтоженные насаждения сосны, создаваемые людьми на протяжении более чем ста лет, оказались уничтожены, и песчаные массивы снова представляют угрозу для жителей исследуемой местности.

В настоящее время горельники занимают значительную часть (около 2 га) территории рассматриваемого ландшафта. Производится вырубка пострадавших деревьев, планируется восстановление сосновых насаждений. Пострадавшие ендовы восстанавливаются за счет молодой поросли. Однако, в результате этого процесса на месте ценных хвойных и широколиственных лесов вырастают малоценные осинники и ольшаники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грибанов А.П. Природа Вёшенского района (популярный очерк о природе Вёшенского района Ростовской области). – Вёшенская, 1963.

2. Демихов А.И., Кабанцов А.П., Шевченко Н.И., Романовский Б.А. Объяснительная записка к проекту ландшафтного обустройства зоны охраняемого природного ландшафта ФГУК «Государственный музей-заповедник М.А. Шолохова». – Воронеж: ФГУП «Воронежлеспроект», 2006.

3. Ивлиева О.В., Райчева А.В. Физико-географические условия Шолоховского района // Природа Государственного музея-заповедника М.А. Шолохова. – Ростов-на-Дону, 2000. – С. 18-26.

4. Ивлиева О.В., Турчин Т.Я., Коробова Я.В. Ландшафтные исследования и экологический туризм в музее-заповеднике М.А. Шолохова (Ростовская область) // Туризм и региональное развитие: Сборник научных статей.– Смоленск: Универсум, 2011. – Выпуск 6. – С. 378-384.

5. Турчин Т.Я., Турчина Т.А. Леса степного Придонья. – Ростов-на-Дону, 2005.

6. Шолохов А.М., Турчин Т.Я. Природа и ландшафты Государственного музея-заповедника М.А. Шолохова // Природа Государственного музея-заповедника М.А. Шолохова. – Ростов-на-Дону, 2000. – С. 7-17.

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ГОЛОЦЕНЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Соляной, В.И. Шмыков
soleanoy@mail.ru

Воронежский государственный педагогический университет, г.Воронеж, Россия

По современным представлениям климат отражает физическое, химическое и биологическое состояние компонентов земной климатической системы: атмосферы, океана, суши, криосферы, биоты. Понятие климатической системы становится адекватным понятию окружающей природной среды. На формирование глобального и регионального климатов воздействует солнечная активность, процессы, происходящие в земной коре и ядре, антропогенные факторы.

Климат – один из факторов, обусловливающих пространственно-временную закономерность формирования почв и почвенного покрова. Ряд авторов отмечают, что изме-

нение климата может значительно влиять на почвы и их свойства. Климат изменяется под воздействием многих причин. Изменение климата влияет на природные условия, растительность, животный мир.

На формирование современного почвенного покрова оказывает влияние антропогенная деятельность человека, связанная с распространением земледелия и скотоводства во втором тысячелетии до н.э.

Также на формирование почв оказывает влияние эрозионная деградация, что актуально для Среднерусской и Калачской возвышенностей. В результате этой деятельности в почвах уменьшается мощность гумусового горизонта.

Палеогеографические исследования почв позволяют проследить динамику климатических изменений в определённое время [2].

Установленные исследователями закономерности климатических изменений, позволяют выявить влияние короткопериодических изменений климата на компоненты окружающей среды. Существует дефицит сведений о влиянии внутривековых климатических циклов на почвы и почвенный покров. При этом изучение влияния изменений климата на почвы приобретает актуальность в сельскохозяйственных регионах России.

Непостоянство климата южной лесостепи в данной работе будет подтверждено результатами палеопочвенных исследований археологических памятников. Палеопочвенные исследования с целью выявления направленности и стадий развития географической среды на территории Воронежской области проводятся более 30 лет. На основе многолетних исследований установлен ряд закономерностей формирования почв и природной среды.

Основной способ исследования ископаемых почв археологических памятников – сравнения подкурганных почв (одной или двух) с фоновой почвой (рядом с курганом). Интервал создания курганов – от 5000 до н.э. до 1-го тыс. н.э. Перекрытая искусственным наносом почва «выключается» из сферы активного почвообразования и долгое время сохраняет в комплексе устойчивых свойств ту комбинацию факторов среды, которая существовала до момента её погребения. Поэтому чем больше имеется разновозрастных земляных насыпей (и погребенных под ними почв), тем более детальную информацию можно получить, сравнивая между собой компоненты почвенного хроноряда. Также используется метод генетического анализа почвенного профиля. Он требует обязательного изучения почвы с поверхности на всю глубину ее толщи последовательно по генетическим горизонтам вплоть до материнской породы. Хроноряд почв - ряд почв, свойства которых различаются только в зависимости от времени почвообразования.

Также по сравнительному анализу древних и современных почв, можно сделать выводы о климатических изменениях природной среды. Индикаторами климатических изменений являются: мощность гумусированной части почвенных профилей, наличие или отсутствие вторых гумусовых горизонтов, наличие в почвенных профилях биологических включений, по которым можно судить о сменах во времени экологических обстановок.

По почвенным профилям можно датировать археологические памятники. Суть метода заключается в сопоставлении погребенного почвенного профиля конкретного исторического периода с датируемым профилем. Сложность метода заключается в том, что необходимо иметь обширную базу эталонных почвенных разрезов с учетом типов почв и хронологических интервалов.

Сравнение профилей почв курганов (палеопочв) и современных почв может дать сведения о степени увлажнения почв в период создания кургана, о наличии включений (естественных и антропогенных).

Исследования Ю.Г. Чендева подтверждают, что палеопочвы возраста 4000 и более лет могут отличаться от фоновых почв на одну градацию. Например, на юге Воронежской области (в лесостепной зоне) на Калачской возвышенности на месте современных черноземов обыкновенных формировались черноземы южные.

Следует заметить, что памятников археологии на севере области больше на левом берегу р. Воронеж, значительно меньше на берегу р. Дон. Это объясняется более благоприятными условиями хозяйствования.

Первые исследования ископаемых почв в России начали проводиться в 1950-х гг. В Воронежской области первые исследования в данном направлении проводились Б.П. Ахтырцевым [1].

Археологическое почвоведение получило развитие на территории Воронежской области вследствие заинтересованности почвоведов в значении почвы в жизни древних народов. Но с другой стороны, у археологов появился интерес к изменениям почвенно-биологических условий [3].

Проблемами изучения ископаемых почв занимались многие исследователи.

В.А. Демкин считал археологические памятники (курганные могильники, поселения) уникальным историко-природным архивом/ Он позволяет получить информацию о развитии природы с древнейших времен и до настоящего времени.

Огромный вклад в изучение палеопочв внес Чендев Ю.Г. За последние 25 лет им было исследовано несколько десятков археологических объектов с целью палеоэкологических, палеопочвенных, палеогеографических реконструкций. Ю.Г. Чендев пришел к выводу, что ландшафт лесостепи имеет сложную структуру, связанную с характером эволюции почвенного покрова/ Им была проведена типизация археологических памятников по индикаторам палеогеографических реконструкций.

Согласно исследованиям, проведенными Ю.Г. Чендевым, юг Среднерусской возвышенности в поздний бронзовый и ранний железный века палеопочвами повсеместно являлись черноземы, тогда как в большинстве случаев современные почвы представлены серыми лесными [2].

Исследования погребенных почв археологических памятников значительно способствовали изучению изменения лесостепи в голоцене. Так вторая половина голоцена изучена достаточно хорошо, собраны данные об эволюции территории (климата, фито- и зоомассы) за этот период времени.

Климатические изменения природной среды и почв на юге лесостепи в голоцене изучены фрагментарно [2].

В центральной части Русской равнины главным механизмом голоценовой эволюции компонентов природной среды были вековые изменения климата различной амплитуды и интенсивности.

Динамика и эволюция почв, обусловленная влиянием естественных и антропогенных факторов на территории южной лесостепи, ранее изучалась с использованием методов хронорядов дневных и погребенных почв, а также почвенных агрохронорядов.

Из элементов климата в наибольшей степени на почвообразовательный процесс влияют осадки, испарение, температура, соотношение которых создает определенный тепловой и водный режимы развивающейся почвы. Так, исследования В.В. Герцык, А.А. Роде, А.Ф. Большакова, проведенные в 1960-70-х гг., показали, что наблюдающееся в этот период нарастание атмосферного увлажнения повлекло за собой изменение режима влажности чернозема, увеличение в нем запасов влаги, а также изменение карбонатного профиля.

Для исследования нами были взяты результаты палеопочвенных исследований ряда курганов, исследованных почвенно-археологическими экспедициями на территории Воронежской области.

Курганный могильник 2 у хут. Крицкий, исследован в 2015 г.

Подкурганный чернозем - типичный, тогда как фоновый чернозем относится к подтипу обыкновенного. Содержание гумуса в слое подкурганного чернозема, в соответствии с методикой расчета по И.В. Иванову и В.А. Демкину, составляет 8% абсолютного содержания, что близко соответствует фоновому показателю. Таким образом, согласно признакам подкурганного чернозема, климатические условия, предшествовавшие времени его создания – 4200 л.н. и ранее, были влажнее современных. Данный вывод подтверждается результатами палинологического (изучением пыльцевых зёрен и спор) исследования почв и геологических отложений в бассейне Среднего Дона, согласно которым интервал времени 2200–2600 до н.э. характеризовался значительным продвижением лесной зоны к югу и увеличением лесистости территории лесостепи.

Новочигольский курганный могильник, исследован в 2016 г.

Фоновая почва была изучена в 100 метрах от исследуемых курганов. Согласно морфологическому описанию почвенного профиля современные почвы относятся к черноземам обыкновенным среднемощным среднесуглинистым на тяжелых карбонатных суглинках. Погребенная почва была изучена под центральной частью насыпи кургана.

Судя по сравнительному анализу наиболее репрезентативных морфологических почвенных признаков, наиболее благоприятные для черноземообразования условия складываются в современный период. Почва, погребенная под курганом, характеризуется большей карбонатностью по сравнению с фоновой почвой. Поэтому можно уверенно констатировать более засушливые, чем в наше время, условия природной среды, существовавшие на исследуемой территории около 3700 л.н.

Полученные результаты находятся в соответствии с существующими представлениями об изменениях климата и условий формирования природной среды в центра Восточной Европы на протяжении последних 4000 лет. В частности, более засушливые, по сравнению с современными, условия почвообразования в бронзовом веке констатировались для степной и лесостепной зон Восточной Европы рядом авторов. Результатом палеопочвенных исследований Новочигольского курганного могильника заключается в констатации достаточно резко аридизации климата около 1900 лет назад.

Курган бронзового века у г. Россошь, исследован в 2017 г.

Фоновая почва – чернозем обыкновенный, переходный к типичному. Погребенная почва – чернозём обыкновенный, близкий к южному. Погребенный чернозём характеризуется ослаблением гумусированной покраски профиля, наличием трещин, заметным засолением. Это означает, что в период создания кургана климат был более засушливым.

На основе последних исследований, представленных выше и изучив научную литературу, можно сделать следующие выводы о палеоклиматических условиях южной лесостепи в голоцене.

1. В древнем голоцене (12000-10300 лет назад) на основной части южной лесостепи климат был относительно холодным и сухим [3]. Растительность была представлена березово-сосновым редколесьем.

2. Ранний голоцен (10300-8000 лет назад) характеризовался относительно стабильными климатическими условиями, при которых позиции лесной и степной растительности изменялись слабо [3].

3. К началу 2-го тысячелетия до н.э. климатические условия стали более благоприятными.

4. В VI-XIII вв. на территории южной лесостепи наблюдается тенденция в сторону аридизации климата.

5. К первой трети XII в. н.э. происходит похолодание.

Следует отметить, что в голоцене произошло ряд существенных изменений окружающей среды, что подтверждается и нашими исследованиями.

Во-первых, между 12 – 8 тысячами лет назад произошло увлажнение климата. Активно формировался чернозем [3].

Во-вторых, в период между 8 – 4 тысячами лет назад произошло потепление климата, испаряемость увеличилась. В целом климатические условия лесостепи и степи были близкие к современным. Иванов отмечает, что в этот период происходила аридизация (7 и 5,5 тысяч лет назад) [3].

В-третьих, в период между 4 – 2 тысяч лет назад засушливые и более влажные эпохи чередовались. Это сильно влияло на природные условия Окско-Донской низменности, что было связано с близким залеганием к поверхности грунтовых вод [3].

В-четвертых, в период около 2 тысяч лет назад условия стабилизировались.

В-пятых, около 4500 лет назад происходит аридизация климата [6]. Граница степи и лесостепи смещается на 100 км. на северо-запад от современного положения [5]. Усложняются условия для кочевых народов в южных районах современной Воронежской области. В лесостепи изменяются условия почвообразования: уменьшается гумусовый слой, происходит

засоление, снижается плодородие, количество осадков сокращается. На юге и юго-востоке создались сложные условия для жизнедеятельности человеческих коллективов.

В-шестых, 3500 лет назад климат стабилизировался, что способствовало миграциям. Лесостепь смещается к югу на 50 км. Лесостепь заселяется племенами.

В-седьмых, около 3000 лет назад климат неустойчив, появляется тенденция к похолоданию.

В заключение можно сказать, что исследование погребенных почв под курганами является в настоящее время необходимым и важным во всех отношениях – для подтверждения или корректировки сделанных выводов, выхода на новый уровень интерпретации природно-климатических и этнокультурных изменений. Благодаря исследованиям, проводимым почвоведами, сделаны выводы о тенденциях природно-климатических изменений на территории Воронежской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтырцев, Б.П. К характеристике палеопочв среднего голоцена в бассейне Верхнего Дона / Б. П. Ахтырцев, А. Б. Ахтырцев // Эпоха бронзы вост.-европ. лесостепи. – Воронеж, 1984. – С. 146-153.

2. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата : монография / Ю. Г. Чендев [и др.]; под ред. Ю. Г. Чендева. – Белгород: Константа, 2016. – 326 с.

3. Иванов, И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене / И.В. Иванов. – М.: Наука, 1992. – 142 с.

4. Эволюция почв и почвенного покрова: теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / И. В. Иванов [и др].; под ред. В. Н. Кудеяров, И. В. Иванов. – М.: ГЕОС, 2015. – 924 с.

5. Березуцкий, В.Д. Курганы на юге Воронежской области (курганный могильник II у пос. Дубрава на Среднем Дону) / В.Д. Березуцкий. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГПУ, 2015. – 146 с.

6. Спиридонова, Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене – голоцене / Е.А. Спиридонова. – М.: Наука, 1991. – 221 с.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ФЕНОЛОГИИ *RIBES AUREUM* В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

В.Н. Сорокопудов, Т.В. Баранова, А.А. Воронин

Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, г.Москва, Россия
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Адаптация заключается в физиологических реакциях, направленных на поддержание внутренней среды организма (гомеостаза), благодаря чему он в непривычных условиях может противостоять экстремальным факторам среды и сохранять жизнедеятельность, соответствующую генотипу [1]. В условиях современных климатических изменений (резкая смена погодных условий, годы с повышенной и пониженной влажностью, экстремальные зимние и летние температуры) важное значение приобретают исследования зависящих от них биологических признаков, в частности, фенологических показателей. Особенно это касается плодовых растений, одним из которых является смородина золотистая, поскольку данные изменения влияют на сроки созревания. Фотопериодическая реакция носит характер приспособленности к изменяющейся длине дня растений в соответствии с изменением других условий внешней среды и прежде всего к таким, как тем-

пература и влажность. Благодаря этому особи легко переносят неблагоприятные периоды года [4]. Последние годы характеризуются неустойчивыми погодными условиями, поэтому сроки цветения растений, в том числе и смородины золотистой, часто изменяются.

Родина смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh) по данным А. Бергера [6] – скалистые горы западных районов Северной Америки с континентальным и даже резко континентальным климатом. *R. aureum* широко распространена на территории Северо-запада Америки [7]. *R. aureum* легко переносит влияние резкоконтинентального климата с холодными зимами и жарким сухим летом.

Определением эффективных температур, необходимых для начала вегетации золотистой смородины занимались ряд авторов [2-3, 5] в различных климатических условиях. Цветочные почки начинают свою деятельность при определенной сумме положительных температур. В Волгоградской области они начинают раскрываться в первой декаде мая, когда сумма средних эффективных температур достигает 149-161ºС [2]. В условиях предгорной зоны Ташкентской области Узбекистана цветковые почки раскрываются на 30-40 дней раньше – в конце марта или в начале апреля, когда сумма эффективных температур составляет 186-210 ºС [5].

Для созревания ягод сортов золотистой смородины требуется определенная сумма эффективных температур. Так, для сортов группы с ранним сроком созревания она составляет 891,9 ºС, со средним – 1002,3 ºС и с поздним – 1165,5 ºС [5]. Наиболее сильное влияние на наступление фенофаз растения оказывает температура в первой половине вегетационного периода[4]. У интродуцированных особей *R. aureum* при относительно коротком дне не наблюдаются признаки угнетения растений и отклонения от нормы в фазах роста и развития [3].

Начало вегетации *R. aureum* в условиях Белгородской области наступает с 10 марта по 11 апреля при накоплении суммы эффективных температур от 165,6ºС до 187,3ºС. Самым ранним началом развития характеризовался 2008 год. Уже в I декаде марта 2008 года среднесуточная температура воздуха составила +2,8°С. Среднемесячная температура воздуха в марте 2008 г. превышала среднемноголетние показатели на 6,5°С, а количество атмосферных осадков составило 148,0 мм, причем большая их часть выпала в апреле – мае. Вегетация в данный год началась 10 марта (сумма эффективных температур 165,6ºС), что на 10 дней раньше среднего срока периода наступления данной фенофазы в исследуемых условиях и на 11,04ºС ниже среднемноголетней суммы температур, характерных для начала вегетации *R. aureum*. Столь явное расхождение с нормой отражает реакцию растений на изменения условий среды. Температура воздуха в данный период года в марте днем часто достигала +10°С + 12°С, иногда доходила до + 15° + 17°С. Наиболее поздним сроком начала вегетации характеризовался 2009 год, наступление фенофазы произошло 9 апреля, что позже среднемноголетней на 12 дней. В весенний период 2009 года среднедекадные температуры марта – мая были близки к среднемноголетним значениям, а количество атмосферных осадков в марте и мае превышало среднемноголетние значения, в то время как апрель оказался наиболее засушливым месяцем в году (12,6% от нормы). Положительные среднесуточные температуры воздуха года установились в конце II декады марта. Анализируя исследуемый период, можно отметить, исключив аномальный 2008 год из расчета средней многолетней даты начала вегетации, что типичным следует считать 7 апреля. Таким образом, для начала вегетации необходимо не только накопление определенной суммы эффективных температур, но и просто положительные температуры +10°С, атакже достаточное количество атмосферных осадков в апреле – мае, несмотря на влагу весеннего снеготаяния.

Распускание почек происходит через 5 (2010 г.) – 16 (2008 г.) дней. Самым ранним распусканием по календарным датам отмечен аномальный 2008 год. В данный год почки начали распускаться 26 марта. Несмотря на сдвиг по календарному сроку в 2008 году, наступление данной фенофазы является закономерным по необходимой сумме положительных температур, отличие от среднемноголетней суммы данной фенофазы на 1,6 ºС. Наиболее позднее наступление распускания почек отмечено 20 апреля 2007 года. Несмотря

на то, что март 2007 года по сумме температур был близок к 2008 году, апрель данного года оказался самым холодным и засушливым (за весь месяц выпало 31% осадков от среднего многолетнего значения), что и привело к столь позднему распусканию почек. Данная календарная дата очень близка к данным 2009 года. Распускание почек в эти годы наступило через 9 дней после начала вегетации при суммах набранных температур 213,6ºС и 214,6ºС соответственно.

Начало роста побегов наблюдается в среднем через 15 дней после наступления вегетации. Рост удлиненных побегов начинается раньше роста укороченных на 3-5 дней. Для начала роста побегов необходима сумма температур в среднем 252,7ºС. Наиболее ранним сроком начала роста побегов, как и предыдущих фенофаз, отмечен 2008 год. Нарастание побегов в 2008 году отмечено 31 марта при сумме положительных температур 246,8 ºС. В типичные годы рост отмечен во второй-третьей декаде апреля, самый поздний 2007 год – 26 апреля. Также, как и на распускание почек, сильное влияние оказали, выпадаемые в изученные периоды осадки. В засушливые годы (2007 и 2010) для начала наступления фенофазы количества тепла необходимо больше на 2-4 ºС среднемноголетнего.

После распускания почек через 13 (2010) -17 дней (2007) (в среднем 12) начинается бутонизация. Самая ранняя бутонизация отмечена 10 апреля 2008 года через 14 дней после наступления предыдущей фенофазы. Наступление бутонизации раньше среднего срока на 13 дней (при набранной сумме положительных температур 282,9ºС) в данный год вызвала не только повышенная температура, но и максимальное за период наблюдения количество выпавших осадков в марте (154 % от среднемноголетнего) и в первой декаде апреля - 33,9 мм. Поздним сроком бутонизации характеризовался 2007 год - появление бутонов выявлено 27 апреля. Несмотря на то, что март 2007 года по сумме температур был близок к марту 2008 года, данный временной период являлся самым засушливым, а вторая декада апреля - самая холодная за исследуемый период, что вызвало удлинение периода бутонизации.

Цветение начиналось в среднем через 12 дней после начала бутонизации и длилось в течение 19 дней. Под началом цветения мы понимаем зацветание более 10% цветков, под окончанием – более 80%. Наиболее ранним началом цветения выделяется 2008 год, единственный из наблюдаемых за период исследования, характеризовавшийся началом фенофазы в апреле. Данный год характеризовался не только самым ранним наступлением фенофазы, но и единственным годом в весенний период, когда нами отмечен кратковременный возвратный заморозок. В ночь с 30 апреля на 1 мая температура воздуха опустилась с + 10ºС до - 3ºС при влажности 84%. Снижение температуры воздуха до + 5 ºС и влажности более чем 80% приводила к прекращению раскрытия цветков, а ниже 0 ºС к частичной гибели. После заморозка у части цветков стал прозрачным околоплодник, на третий день началось частичное, на четвертый массовое опадение. Выявлено, что опадение цветков зависело от фазы развития цветков. Так, наиболее пострадали цветки в фазе активного функционирования – 85%, меньше в состоянии рыхлого бутона – 35%, цветки, прекратившие функционирование, практически не пострадали, опадение не превысило 10%. При учете естественного опадения 5-25% цветков, опадение цветков, прекративших функционирование, можно отнести к норме. Опадение более 50 % цветков привело к раннему окончанию цветения. По тем же причинам, которые вызвали продолжительную фазу бутонизации (низкие температуры и влажность в ранние периоды), самое позднее цветение началось в 2007 году. Однако фаза цветения в данный год практически не была сдвинута за счет раннего окончания цветения по причине недостатка влаги. Весь период растянулся на 17 дней. Длительность цветения кроме климатических условий зависит и от индивидуальных особенностей. Наши исследования согласуются с данными С.И. Ягудиной [5], которая отмечала, что разница наступления и окончания цветения между разными генотипами в сходных условиях колеблется от 3 до 5 дней.

Таким образом, при более раннем начале вегетации по сравнению со среднемноголетней датой отмечается ускорение наступления других фенофаз *Ribes aureum*. Для нормального выхода из периода зимнего покоя необходимо не только накопление опреде-

ленной суммы эффективных температур, но и достаточное количество атмосферных осадков в апреле – мае. Холодная и засушливая погода в апреле задерживает как распускание почек, так и рост побегов, бутонизацию, цветение, вызывает удлинение периода бутонизации и сокращение периода цветения. Данные закономерности могут быть характерны для других видов смородины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корзун О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О.С. Корзун, А.С. Бруйло. − Гродно : ГГАУ, 2011. − 140 с.

2. Савельева, Л. С. Золотистая смородина / Л. С. Савельева. – Сталинград: Сталингр. кн. изд-во, 1959. – 24 с. (Сб. науч.-исслед. работ / ВАСХНИЛ, ВНИИ агролесомелиорация; вып. 26).

3. Семенченко П. П. Интродукция ягодных кустарников в Молдавии / П. П. Семенченко // АН МССР, Ботан. сад. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 112 с.

4. Чайлахян, М. Х. Основные закономерности онтогенеза высших растений онтогенеза растений / М. Х. Чайлахян; АН СССР, Всесоюз. ботан. о-во. – Москва: АН СССР, 1958. – 80 с.

5. Ягудина С. И. Смородина / С. И. Ягудина // Науч.-исслед. ин-т садоводства, виноградарства и виноделия им. акад. Р. Р. Шредера – Ташкент: Фан, 1976. – 117 с.

6. Berger A. A taxonomic review of currants and gooseberries [Text] / A. Berger. – Geneva; New York: [publisher not given], 1924. – 118 p. – (New York State Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin; № 109).

7. Berger A. A taxonomic review of currants and gooseberries [Text] / A. Berger. – Geneva; New York: [publisher not given], 1924. – 118 p. – (New York State Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin; № 109).

ПРОИСХОДЯЩИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И САМЫЕ СТАРЫЕ ДЕРЕВЬЯ ЮГА СИБИРИ

А.В. Тайник, В.В. Баринов, В.С. Мыглан
tainik_anna@mail.ru

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Построение длительных температурных реконструкций с высоким временным разрешением крайне необходимо для понимания происходящих климатических изменений и их воздействия на природные и социальные процессы [3; 5 и др.]. Как правило, изменение климата проявляется в виде увеличения средней годовой температуры, что уже привело к изменению режимов температуры воздуха, осадков, стремительному росту числа экстремальных проявлений климата на региональном уровне [5 и др.]. Для того чтобы оценить масштабы и причины происходящих глобальных изменений необходимо знать историю развития климата за последние тысячелетия. Учитывая, что длина рядов наблюдений метеостанций, в большинстве случаев, не превышает полувековой интервал, для решения этой проблемы привлекаются природные архивы климатической информации [3; 6]. Среди различных косвенных источников изменения климата особое значение имеют длительные древесно-кольцевые хронологии (дкх). Как правило, дкх по ширине и плотности годичных колец имеют привязку к календарной шкале времени с высоким временным разрешением (в год, а с использованием других параметров годичных колец – сезон (месяц)). Это приближает данные годичных колец к данным инструментальных наблюдений за температурой воздуха и осадками [4 и др.] и обеспечивает возможность проведения надежных климатических реконструкций за несколько последних тысячелетий [2; 3; 7].

В последние десятилетия в России возросло количество исследований, направленных на изучение последствий изменений климата на верхней границе леса и лесостепной зоне. Если обратиться к вопросу изучения возраста деревьев Сибири (который непосредственно связан с построением длительных древесно-кольцевых шкал), то следует отметить, что в настоящее время опубликовано всего несколько обзорных работ. В первую очередь, это исследования М.М. Наурзбаева, которые были посвящены изучению возраста произрастающих и произраставших деревьев на севере Сибири [1]. Согласно полученным им данным на Полярном Урале максимальный зафиксированный возраст – 486 лет, в Средней Сибири – 609 лет, на северо-востоке Сибири – 1104 года. В тоже время для территории юга Сибири такие исследования до сих пор не проводились.

Наш опыт многолетней работы на юге Сибири показал, что места произрастания старых деревьев условно можно разделить на две группы – верхняя и лесостепная границы. Исследования показали, что на верхней границе леса в условиях умеренно континентального климата стволы отмерших деревьев лиственницы сибирской (Larix sibirica Ldb.) сохраняются на дневной поверхности более 2000 лет в пригодном для дендрохронологических исследований состоянии. Максимальный возраст произрастания лиственницы сибирской достигает в западной части Республики Тыва 1307 лет (рис. 1), а восточной – 685 лет.

В лесостепной/степной зонах лиственница сибирская достигает возраста 513 лет, но это не предел. Деревья такого возраста найдены на значительном числе участке, а их общее состояние позволяет предположить, что они могут достичь значительно большего возраста. Анализ других древесных пород в лесостепной зоне, например, сосны обыкновенной (Pinus sylvestris Ldb.), показывает, что деревья часто достигают возраста 300 (рис. 2) и более лет.

Сопоставление времени начала роста деревьев долгожителей с длительными климатическими изменениями (римское потепление, позднеантичный малый ледниковый период, средневековый оптимум, малый ледниковый период) не позволяет говорить о какой-либо связи с этими периодами. По этой причине, вопрос, что именно обеспечивает долголетие отдельных деревьев, остается открытым, вероятно, это связано с особенностями мест произрастания. Изучение коллекции образцов с деревьев долгожителей показало, что явно наблюдается связь между возрастом и условиями произрастания, а именно, в условиях действия ярко выраженного лимитирующего фактора (температура, влажность) деревья достигают максимального возраста. Анализ смертности старых деревьев, выявил увеличение количества погибших деревьев в периоды длительных похолоданий.

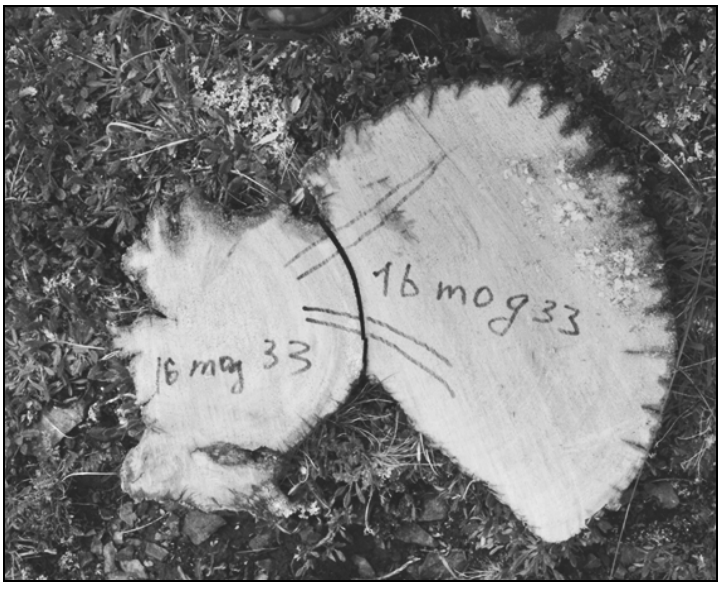


Рис. 1. Древесный спил лиственницы сибирской, содержащий 1307 годичных колец (Монгун-Тайгинский район, Республика Тыва)

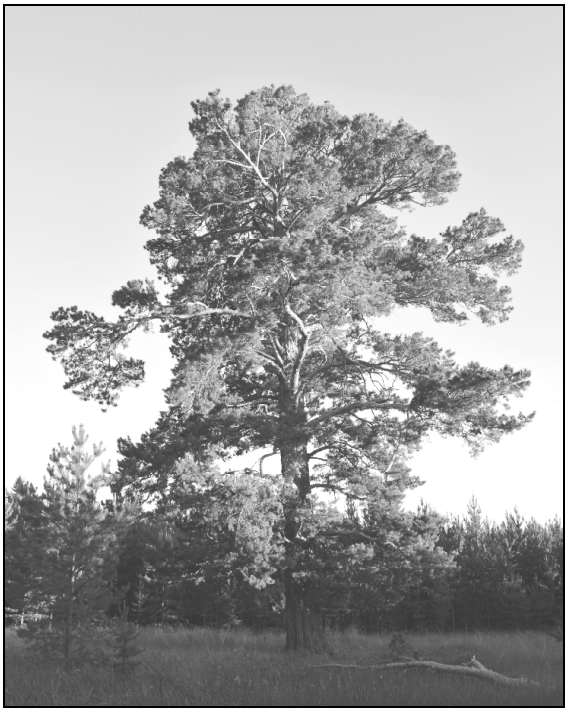


Рис. 2. 306-летняя сосна обыкновенная (Кулундинский район, Алтайский край)

Таким образом, даже поверхностное рассмотрение самых общих параметров и показателей позволяет выявить ряд интересных закономерностей связанных как с физиологией деревьев, так и с климатом. Увеличение существующих коллекций деревьев долгожителей позволит в дальнейшем при всестороннем изучении получить огромное количество уникальной информации (длительные изменения климата и сезонные климатические аномалии, особенности вегетационного сезона, приземная температура воздуха, режим увлажнения и др.).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-14-00028)

ЛИТЕРАТУРА

1. Наурзбаев, М.М., Ваганов Е.А., Хьюс М.К. Свидетели средневекового потепления климата // Природа. – 2000. – № 12. – С. 53-56.

2. Ойдупаа, О. Ч. Длительные изменения летней температуры воздуха и радиальный рост лиственницы на верхней границе леса в Алтае-Саянской горной стране / О. Ч. Ойдупаа, Е. А. Ваганов, М. М. Наурзбаев // Лесоведение. – 2004. – № 6. – С. 14–24.

3. Büntgen, U. Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD / U. Buntgen, V. S. Myglan, F. C. Ljungqvist, M. McCormick, N. Di Cosmo, M. Sigl, J. Jungclaus S. Wagner, P. J. Krusic, J. Esper, J. O. Kaplan, M. A. C. de Vaan, J. Luterbacher, L. Wacker, W. Tegel, A. V. Kirdyanov // Nature geoscience. – 2016. – Vol. 9. – Issue 3. – P. 231–U163.

4. Fritts, H. C. Tree-ring and climate / H. C. Fritts. – London; New-York; San Francisco: Acad. Press, 1976. – 567 p.

5. IPCC, 2013: Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P. M. Midgley, Eds. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. – 1535 p.

6. Kalugin, I. 800-yr-long records of annual air temperature and precipitation over southern Siberia inferred from Teletskoye lake sediments / I. Kalugin, A. Daryin, L. Smolyaninova, A. Andreev, B. Diekmann, O. Khlystov // Quaternary Research. – 2007. – Vol. 67. – P. 400 410.

7. Myglan, V. S. A 2367-year tree-ringchronology for the Altai-Sayan region (Mongun-Taiga mountain massif) / Myglan, V. S., Oidupaa, O. Ch., Vaganov, E. A. // Archaeol. Ethnol. Anthropol. Eurasia. – 2012. – No. 40. – P. 76–83.

ЛАНДШАФТНО-ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ОБРАЗЫ ТРАНСФОРМАЦИИ УСМАНСКОГО БОРА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ В.М. ПЕСКОВА

А.В. Телегина, В.В. Свиридов
vrn-rgo@bk.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Природа всегда была источником вдохновения во все времена существования человечества. Не является исключением и воронежский лесостепной ландшафт, оставивший неизгладимый отпечаток в душе В.М. Пескова, родившегося и выросшего в заповедной тиши Усманского бора. С детства он учился видеть и любить красоту родного края. Таинственная необъятная лесная тишина, полная величия, журчание Усманки, ширь лугов, глубина ясного, лилово-голубого неба – все бесконечно волновало душу ребенка. Мир природы навсегда вошел в воображение мальчика. Все, что он видел, слышал, ощущал в загадочном мире природы, отразилось в его произведениях. Благодаря этому, его творчество стало прекрасным образцом подлинного искусства. Знакомясь с его произведениями, мы имеем замечательную возможность приобщиться ко всему прекрасному, помочь научиться понимать и любить красоту родной природы, пробудить творческое начало, соприкоснуться с духовными и нравственными традициями.

Внимание к его произведениям со стороны географов не случайно, ведь творчество Пескова заслуживает внимания ландшафтоведов, и мы вправе сказать, что Василий Михайлович - один из основателей не только экологической журналистики, но и художественного ландшафтоведения.

Научно-популярные очерки-зарисовки о природе Воронежского края стоят на стыке географии и художественной литературы. Известный географ Ю.Г. Саушкин говорил, что писатель и географ, действуя разными методами, усваивая и отражая действительность разными сторонами человеческого творчества, в конце концов оба создают географические образы [2]. У каждого человека при чтении художественной литературы возникает мысль о том, что писатель – это немного и географ, ведь в каждом произведении есть описание ландшафта. К.Г. Паустовский заметил: «писатель, который не любит, не знает, не понимает природы, для меня не полноценный писатель» [1].

И географ-ландшафтовед, и писатель при характеристике пейзажа заняты поисками наиболее выразительных «образов места» - географ глазами ученого, писатель глазами художника. В тех случаях, когда ученый и писатель сливаются воедино, когда научно достоверные факты о природе воплощаются в форме высокохудожественных образов, мы можем говорить о художественном ландшафтоведении или научно-художественной географии [3].

Особенно значительное место географическому ландшафту в художественной литературе отводил В.М. Песков. Он выявлял в природе ландшафтные комплексы, все компоненты которых связаны между собой, описывал их словами и образами, тем самым привлекая широкий круг читателей, открывая для них мир природы. В.М. Песков настоящий мастер художественного ландшафтоведения, его отличает не только хорошее знание природы, но и такой зоркий взгляд, что многие детали ландшафта, подмеченные им, как бы заново открываются специалистам-географам. Песков тонко чувствовал ландшафтные особенности и они стали неотъемлемой частью его произведений. В каждом регионе есть писатели, которые не только любят, но и знают ландшафты своей малой родины. Для Воронежской области это, конечно же, В.М. Песков. Наверное нет в нашей области места, где бы он не

побывал и не исследовал ландшафт. Поэтому удивительно правдивое и красочное описание местности волнует не только любителей художественного слова, но и привлекает специалистов – геоботаников, зоологов, экологов, историков и географов.

Попытаемся выявить основные особенности произведений художественного ландшафтоведения В.М. Пескова, выяснить, чем они похожи на специальные географические работы, что делает их притягательными для географов.

Книга «Речка моего детства» - классический пример художественного ландшафтоведения. Читатель находит в этом произведении научно правдивую характеристику своеобразной природы Усманского бора и ландшафтов долины реки Усманка. Здесь и старый сосновый бор с вековыми соснами, и тихая вода, и обитатели заповедника. Живой и волнующей, осязаемой предстает природа родных мест. В описаниях многих явлений географ вынужден ограничиваться ролью статиста, в то время как В.М. Песков способен передавать их как динамическую и светозвуковую сторону пейзажа. Географ может поведать, например, о расположении реки Усманка, её глубине, скорости течения, но не передаст ощущения тихой воды. Автор рассказывает нам о своем путешествии по реке, и при чтении возникает образ места, мы можем проследить ландшафтные особенности реки, периодические явления, и даже ее историю. И каждый раз, читая книгу Пескова, открываешь её с разной стороны. Можно точно сказать, что после такого «путешествия» начинаешь по-другому относиться к малым рекам, задумываясь о последствиях деятельности человека, начинаешь еще больше беречь и любить свою природу. Интересно, что ключевые места произведения имеют географическую привязку, то есть их можно найти на карте. И с помощью сравнения, описания этих участков в тексте и в природе, мы можем провести мониторинг ландшафтов долины реки.

Например, исток Усманки – *«Началом Усманки я ожидал увидеть родник, но я ошибся. Истока речки долго не мог найти. Между деревнями Московской и Безымянкой лежит понижение, когда-то непроходимое из-за топей, зарослей тальников, камышей, ветел, березняков. Из этого «потного места», «кишевшего куликами и утками», тихо и незаметно утекал ручеек. Теперь «потное место» было сухим. Несколько одиноких ветел росло между полями подсолнухов и пшеницы. Хорошо приглядевшись, можно было заметить что-то вроде ложбинки. Я и пошел почти незаметным руслом. И только к вечеру в гриве осоки и почерневшей таволги увидел зеркальце чистой воды. Размером с городское окно колдобина, но вода светлая, в ней отражалось вечернее небо и куст лозняка с лимонными листьями. Речка была без воды. В любом месте полосу трав можно было пройти, не замочив ноги. На несколько километров – сухая степь, и в ней травяной призрак реки...»* [4].

Интересны описания реки за городом Усмань: *«За городком Усманью речка делает поворот и прячется от людей в лес. Попытавшись двигаться поймой, я понял, что в этом месте Усманка превращается в Амазонку: непролазные чащи крапивы, ольшаника, топи, заросшие лозняками, болиголовом, крест-накрест лежат осины, срезанные бобрами»* [4].

Но в дальнейшим мы можем наблюдать даже чувства В.М. Пескова, его восприятие природы, эти места особенно хорошо прослеживаются в описании ландшафтов заповедника: *«Для лодки и тут, в заповеднике, река во многих местах непролазна, она заросла, заболотилась, обмелела. Но сердце у меня притихло от радости, когда уже в сумерках лодка выбралась на широкие плесы. Нигде в другом месте я не видел более тихой воды. Черные ольхи и зеленые ивы отражались в красноватом вечернем зеркале. Речка разрезала тут знаменитый Усманский бор. И вся жизнь заповедного леса тянулась сюда, к берегам. Пронесся, едва не чиркая крыльями воду, и сел на упругую ветку голубой зимородок. Козодой летал, почти касаясь крыльями лодки. В кустах за вывороченным половодьем ольховым коблом кто-то топтался и чавкал. Неслышно опуская весло, мы подплыли вплотную и замерли. В двух метрах от лодки кормилась семья кабанов.*

Три часа не спеша мы плыли по вечерней реке. Две стены черного леса, а между ними – полоса неба вверху и те же звезды, повторенные сонной водой, внизу. На повороте у камышей бобр ударил хвостом так близко, что окатил сидевшего на носу лодки

брызгами. В глубине леса ревел олень. Ему отзывался второй от реки. На берегу, как залетные пули, прошивали кроны дубов и тяжело падали в темноту желуди. Иногда желудь срывался в воду, и тогда казалось: не с дерева, а с самого неба падало что-то в реку. При свете фонарика я записал в дневнике: «Заповедные плесы. Счастливый день. Все было почти как в детстве...» [4].

Есть в описании и моменты грусти: *«Вода кончалась насыпной плотинкой, и стало ясно: не будь плотины, плесов бы не было. Всего, что собирает Усманка в верхнем течении и в заповедных лесах, едва-едва хватало для сохранения старых бобровых плесов. А ниже плотины лежал сухой и черный каньон. Берега с обнаженными корневищами пней, с налимьими норами и всем, что составляло когда-то тайну реки, теперь были сухими и пыльными. Около сорока километров прошел я почти умиравшей рекой. Лугов тоже почти не осталось. Пашня подходила местами до самой воды. Река, прежде кудрявая от растений и таинственная оттого, что в воде все повторялось, как в зеркале, теперь лежала раздетой и беззащитной. Наиболее грустным был час, когда я дошел наконец к местам, особенно мне дорогим. Не было у реки теперь луга, опушенного лозняком и ракитами, луга, где на моей памяти мальчишки пасли лошадей, где вызревали богатые сенокосы, где в топких местах водились утки и чибисы. Теперь луга были вспаханы. И остаток зеленого лоскутка исчезал у меня на глазах. По-над берегом взад-вперед ходил голубой трактор с плугом. Пыль бурым холстом повисала в том месте, где обычно по осени лежали туманы...»* [4].

Книга «Шаги по росе» - своеобразная художественная география Усманского бора. Читая её, мы понимаем, что Песков умеет слушать, чувствовать природу и пишет о ней свежо и подлинно. В поле или в лесу Песков свой человек, но он всегда напоминал, что каждый может стать там своим человеком. Каждое его произведение овеяно глубоким поэтическим чувством. Вот как он описывает осень: «Если в октябре придется ехать вам из Москвы в Воронеж и если поезд случайно остановится где-нибудь за Усманью, вы услышите волшебную песню осеннего леса»*, или лето: «Если я приезжал летом, мы уходили в лес или садились около ржи послушать вечерние голоса. Над полем неслышно летал козодой, шмели обивали с колосьев пыльцу. На топком месте монотонно кричал одинокий дергач, а рядом во ржи били перепела»* [5].

А как увлекательно описана жизнь заповедника зимой: *« Суровая случилась зима. В декабре и после Нового года шел снег, выли метели. Оставит зверь в лесу следы - наутро уже не видно. Позамело все тропинки. Притихла жизнь в заповеднике. В теплой норе спал отъевшийся за лето енот, домовитым бобрам было уютно в скрытых под снежной шубой домиках на болотистой речке. В феврале ударили морозы, да такие, что вековые липы и дубы лопались вдоль по стволу. Трудно стало в лесу тому, кто каждый день должен добывать себе пропитание. Больше корма в холодные дни надо было запасливой белке, трудно стало лисицам. Почти метровую толщу снега надо было прорыть, чтобы добраться до мыши. Нырнет лисица в сугроб — только метелка хвоста торчит над снегом. Гибли птицы от бескормицы и морозов. Они перекочевывали из лесной глухомани на опушки, ближе к жилью человека. Запасшись кормом, биноклем и фотоаппаратом с объективом для дальней съемки, мы отправились в лес. Ярко светило солнце, снег переливался тысячами искр. Идти было трудно. Лыжи тонули в снегу, запутывались в густом кустарнике, натыкались на бурелом»* [5].

Читая, мы ощущаем глубоко мудрое понимание природы Песковым, прежде всего, не умом, а сердцем: *«В глухой сторожке егерь учил меня «лесному уму-разуму». «Квартира» кабана оказалась уютной. Куча ветвей, снежное одеяло и подстилка из хвои надёжно сохраняли тепло. Но в логово пришелец больше не возвращался. В том, что это пришелец, в заповеднике не сомневались. Только откуда пожаловал ? Какая судьба-неволя занесла секача в воронежские леса? Ломаное копыто сделался героем моих лесных путешествий. Я старался по следам прочесть скрытную жизнь отшельника. Ударили первые морозы. Я приехал в заповедник полюбоваться листопадом. Выпал снег. Залютовали морозы. Земля потонула в белой пелене метелей. С каждым днём снегу становилось*

всё больше. Из заповедника приходили слухи о бедствии оленей. Не в силах добраться до корма, они гибли десятками. Я рвался в лес, но срочные дела не пускали из города…» [5].

В.М. Песков много писал о заповеднике, а дар Василия Михайловича позволил его читателям путешествовать по Усманскому бору вместе с ним. Анализируя его произведения мы можем понять, какое большое значение у художественного ландшафтоведения, что оно помогает придать описанию природы особую окраску, почувствовать ландшафт, даже не имея личных впечатлений. А особенно это заметно по воспоминаниям об Усманке: *«Закрыв глаза, я старался вспомнить что-то приятное из прожитого. И прошу верить, почти всегда всплывала в памяти милая Усманка. Я слышал плеск бобров в заповеднике, тарахтенье тележных колес на мосту, гвалт ребятишек на куплище, разговоры баб, пришедших в полдень доить коров. Но чаще всего вспоминалась мальчишечья рыбалка с «топтухой»* [5].

Анализ его работ приводит нас к пониманию того, что человек должен быть чутким и сердечным участником того великого, что непрерывно совершенствуется в живой природе, что красота природы пробуждает лучшие качества души и развивает нравственную сторону личности.

В заключение хотелось бы вспомнить слова Л.Н. Толстого: «Люди – как реки». Вот и Василий Песков – человек-река. Река полноводная, чистая. И будут из неё люди черпать и черпать силы и житейскую мудрость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бережной А.В. Воронежское лесостепье: Ландшафтные очерки о заповедных уголках Воронежского края: монография / А.В. Бережной, Т.В. Бережная. – Воронеж: Научная книга, 2009. – 120 с.

2. Мильков Ф.Н. Воронежские дали / Ф.Н. Мильков. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. – 254 с.

3. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география: Избранные труды / Ф.Н. Мильков. – Воронеж: ИСТОКИ, 2018. – 382 с.

4. Песков В.М. Речка моего детства / В.М. Песков. – Воронеж: Центр.-Черноозем. кн. изд-во, 1993. – 512 с.

5. Песков В.М. Шаги по росе / В.М. Песков. – М: Молодая Гвардия, 1964. – 352 с.

НАТУРАЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Н.А. Терехова
terekhova.51@mail.ru

Воронежский государственный педагогический университет, г.Воронеж, Россия

Для успешной интродукции значительным критерием является способность растений к размножению, определяющим их приспособленность и адаптацию к новым условиям произрастания. Еще Ч. Дарвин считал одним из важных критериев, при переселении растений, их способность к размножению в новой среде обитания и в условиях данного климата [1].

Если рассматривать интродукцию как сознательный занос растений на городские территории, то устойчивость интродуцентов в новых условиях зависит от их натурализации, успешность которой связана со способностью к самовоспроизведению.

В интродукции растений особенное значение принадлежит семенному размножению, так как воспроизводство растений семенным способом дает массовый адаптированный материал, а так же повышает их надежность и, при получении хорошо развитых семян, придавая сильным особям способность к дальнейшей репродукции.

Нами, проводились исследования древесных интродуцентов на территории города Воронежа, начиная с 1992 г. В процессе проведения исследований изучен видовой состав, его способность к семенному воспроизводству, как показатель натурализации этих видов в городских условиях. Выявлено и изучено 25 видов древесных интродуцентов.

Для оценки способности к размножению исследуемых видов нами предложена трех-балльная шкала.

1. Три балла – так оцениваются виды интродуцентов, которые обладают ежегодным обильным самосевом и легко воспроизводятся семенным путем.

2. Два балла – оцениваются растения, которые нерегулярно плодоносят, самосев редок.

3. Один балл получают интродуценты, которые в данных условиях практически не способны к плодоношению и семенному воспроизводству. К ним относятся, как правило, поздно цветущие виды и образующие нежизнеспособные семена.

Одни интродуценты ежегодно и стабильно образуют жизнеспособные семена. При семенном размножении таких растений появляется самосев, его наличие является лучшим показателем удавшейся адаптации растений. Среди изученных видов к первым относятся *Acer negundo*, *Populus alba*, *Robinia pseudoacacia*, они ежегодно образуют обильный самосев в природных и антропогенных местообитаниях.

Для других видов растений, поздно вегетирующих, является типичным пышное цветение с высокой долей образовавшихся семян, но из-за отличающихся погодных условий от родины произрастания они не успевают вызреть. Но у некоторых из них стали появляться особи семенного происхождения.

Есть интродуценты, которые никогда в новых климатических условиях жизнеспособных семян не образуют [2].

Способность к семенному размножению и её оценка у древесных интродуцентов в условиях г. Воронежа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка способности к семенному размножению некоторых древесных интродуцентов в г. Воронеже

№ п\п	Название растений	Оценка способности к семенному размножению в баллах
1.	*Robinia pseudoacacia*	3
2.	*Acer negundo*	3
3.	*Aesculus hippocastanum*	3
4.	*Crataegus coccinea*	2
5.	*Picea pungens*	2
6.	*Picea abies*	2
7.	*Catalpa bignonioides*	2
8.	*Crataegus sanguinea*	2
9.	*Gymnocladus dioicus*	1
10.	*Acer dasycarpum*	1
11.	*Tilia platyphyllos*	1
12.	*Sorbus intermedia*	2.
13.	*Pinus pallasiana*	2
14.	*Cotoneaster melanocarpus*	2
15.	*Philadelphus coronarius*	1
16.	*Juniperus sabina*	1
17.	*Juniperus virginiana*	1
18.	*Physocarpus opulifolius*	1
19.	*Syringa vulgaris*	1

Ежегодный обильный самосев у *Acer negundo*, доказывает, что он хорошо приспособился к местным условиям и иногда даже вытесняет аборигенную флору, произрастая как «сорняк».

Populus alba, *Robinia pseudoacacia* также приспособились размножаться не только с помощью человека, но и семенным способом, каждый сезон, образуя большое количество семян распространяющихся на дальние расстояния. Эти растения обычно натурализуются в г. Воронеже в природных фитоценозах или на антропогенных экотопах [3].

Aesculus hippocastanum тоже образует жизнеспособные семена, но их тяжесть не позволяет им широко распространяться, поэтому они прорастают рядом с материнским растением или недалеко от него. Способность к семенному размножению этих видов экзотов оценивается в три балла, натурализация и приспособление их к условиям г. Воронежа пройдено, на наш взгляд, благополучно.

Для некоторых видов растений, поздно вегетирующих, является типичным пышное цветение с высокой долей образовавшихся семян, но из-за отличающихся погодных условий от родины произрастания они не успевают вызреть.

К таким растениям, из выявленных интродуцентов, относятся *Catalpa bignonioides, Crataegus sanguinea, Physocarpus opulifolius, Spiraea vanhouttei, S. Salicifolia,* но в настоящее время у некоторых из них стали встречаться особи семенного происхождения. Что можно объяснить лишь изменением климатических параметров в условиях глобального потепления.

Способность к семенному размножению этих видов оценивается в два балла, а натурализуются они, в основном сохраняясь только вблизи мест культуры [3].

Отсутствие способности к плодоношению у некоторых теплолюбивых интродуцентов (*Philadelphus coronarius, Juniperus sabina* и некоторых др.) можно объяснить коротким для них вегетационным периодом в условиях города Воронежа.

Среди изученных видов жизнеспособных семян почти не дают и не образуют в данных условиях семенной поросли такие интродуценты как *Gymnocladus dioicus, Picea pungens, Thuja occidentalis, Syringa vulgaris, Acer dasycarpum, Pinus pallasiana, Forsythia intermedia* и другие. Особи семенного происхождения у таких видов пока не отмечены, и они натурализуются в г. Воронеже только в местах культуры.

Размножение данных интродуцентов можно оценить в один балл и появление их на новых территориях возможно только при вегетативном размножении.

Следует отметить успешное перенесение в настоящее время зимнего периода некоторыми редкими древесными экзотами, которые встречаются лишь в специализированных местах обитания (ботсадах, дендрариях, питомниках) и не были распространены на территории города, так как раньше плохо зимовали в открытом грунте, вымерзая или сильно обмерзая. К таким растениям относятся *Taxus baccata, Liriodendron tulipifera, Ginkgo biloba.* Повышение их зимостойкости позволяет расширить их присутствие в декоративном озеленении.

На основании проведенного исследования, можно отметить, что изучение натурализации интродуцентов в г. Воронеже показало разнообразие этого процесса у разных видов. Одни виды образуют всхожие семена и широко распространяются на территории города и даже внедряются в природные сообщества. Другие сохраняются в основном в местах культуры, но у них стали появляться особи семенного происхождения. А также отмечено повышение зимостойкости редких видов древесных экзотов на территории города. И это, скорее всего, связано с глобальным потеплением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горышина Т.К. Растения в городе. – Л.: «Изд-во Ленинградского университета», 1991. – 130 с.

2. Терехова Н.А. Биоэкологическая оценка состояния растительного компонента рекреационно-парковых ландшафтов города Воронежа и его оптимизация: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Воронеж: ВГПУ, 2001. – 24 с.

3. Терехова Н.А. Синантропизация флоры рекреационных ландшафтов города Воронежа // Флористические и геоботанические исследования в европейской России: Матлы конф. – Саратов, 2000. – С. 46-47.

ПОТЕРИ ПОЧВЫ С РАСПАХИВАЕМЫХ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ ВЕРХНЕЙ ОКИ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ 20 – НАЧАЛА 21 ВЕКА

Л.Н. Трофимец, Н.Н. Чаадаева, Е.А. Санкова, А.И. Петелько, Т.И. Прядуненко
Trofimetc_l_n@mail.ru, pryadunenko_t@mail.ru

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, г.Орел, Россия
Новосильская ЗАГЛОС, г.Мценск Орловской обл., Россия
ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», г.Ташкент, Узбекистан

Введение. Изменение увлажнения на территории Восточно-Европейской равнины в последние десятилетия заставляет изучать особенности протекания эрозионных процессов в различных ландшафтных условиях. С одной стороны, эти исследования позволят понять, как реагируют компоненты природной среды на изменение условий увлажнения, с другой – позволят оценить интенсивность эрозионных процессов при изменении показателей увлажнения. Актуальность исследований продиктована необходимостью прогнозирования потерь почвы в условиях климатических изменений.

При изменении увлажнения изменяется поступление наносов в реки, а также поступление всевозможных контаминантов в водотоки. Стоковые площадки регистрируют резкое сокращение смыва с сельскохозяйственных полей (рис. 1). Однако на космических снимках распознаются действующие ручьи, текущие в весенний период по тальвегам древних ложбин стока (рис. 2). Измерить смыв почвы в ручьях в весенний период на полях крайне сложно. Метод, который позволяет установить величину потерь почвы вне весенней распутицы – радиоцезиевый метод [1-5, 7]. Послойный отбор проб почвы по глубине на склонах принимающих балок и последующий радиологический анализ дает возможность установить интенсивность смыва почвы за периоды с 1958 г. (год начала ядерных испытаний) по 1963 г. (год максимальных поступлений радионуклидов в окружающую среду от ядерных испытаний), с 1963 по 1986 год (год аварии на Чернобыльской АС) и за послечернобыльский период (с 1986 года по настоящее время). Сопоставление данных стоковых площадок и данных радиоцезиевого метода позволит сделать выводы о возможностях и ограничениях разных методов учета поступления наносов в ходе эрозионных процессов.

Материалы и методы. В работе использованы данные Новосильской ЗАГЛОС по запасам воды в снеге и стоку с зяби за период с 1959 по 2016 гг. Данные по стоку с зяби сопоставлялись с данными, полученными радиоцезиевым методом по материалам экспериментальных исследований в элементах эрозионной сети в бассейне реки Сухая Орлица Орловского района Орловской области [1-5, 7]. Исследования проводились на серых лесных почвах. Использовались космические снимки, доступные в Google Earth^{tm}. Радиологический анализ почвы по цезию-137 проводился в Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский».

Результаты и их обсуждение. Анализ условий увлажнения по материалам многолетних наблюдений Новосильской ЗАГЛОС позволил установить следующее (рис. 1). С 1959 года до 1964 года корреляционная связь между запасами воды в снеге и стоком с зяби оценивалась как высокая (0,95). Высок был коэффициент корреляции и за период с 1959 по 1974 год (0,67). С 1959 по 1986 год коэффициент корреляции связи запасов воды в снеге со стоком с зяби составил 0,46 и был статистически значим. Однако, с 1964 по

1986 год коэффициент корреляции уменьшился до 0,39 и стал статистически незначим. С 1987 года по 2017 коэффициент корреляции снизился еще более (менее 0,30).

Почему мы акцентируем внимание на этих периодах. При применении радиоцезиевого метода и при обнаружении цезиевых «меток» 1958 года, 1963 года, 1986 года [6] мы сможем оценить интенсивность смыва почвы с сельскохозяйственных полей за конкретные временные интервалы, а, следовательно, можем оценить влияние изменений условий увлажнения на интенсивность протекания эрозионных процессов на полях.

Рис. 1. Изменение условий увлажнения и сток с зяби в 1959-2016 гг. (по данным Новосильской ЗАГЛОС). 1 – запас воды в снеге; 2 – сток с зяби

Сравнение динамики запасов воды в снеге с динамикой стока с зяби (рис. 1) со всей очевидностью показывает, что если в 1959 – 1974 гг. нулевой сток (при достаточно высоких запасах воды в снеге) наблюдался один раз в 7-9 лет, то, начиная с 1975 года (по 1997 год), нулевой сток повторялся через каждые 2-5 лет. С 1998 года лишь дважды, в 2000 году (0,5 мм) и в 2003 году (24,7 мм) был отмечен сток с зяби. Весь период с 2004 года сток не наблюдался на стоковой площадке ЗАГЛОС. Видимо, талая почва в последние годы активно впитывала снеговую воду, независимо от величины запаса воды в снеге.

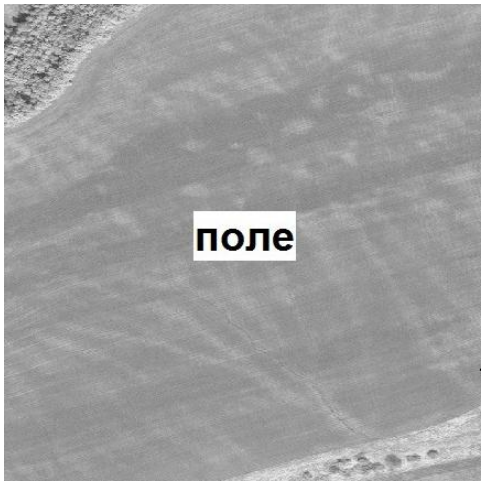


Рис. 2. Фрагмент космического снимка 19.05. 2012 года. Хорошо виден ручей, текущий по тальвегу древней ложбины стока

Полевые обследования и анализ космических снимков за 2003 – 2016 г.г. позволили сделать заключение, что смыв почвы за период с 2004 по 2016 гг. был. На снимке 19.05.2012 года хорошо видны ручьи (рис. 2). Следовательно, сток был, и осуществлялся он по древним ложбинам, несмотря на то, что данные стоковых площадок Новосильской ЗАГЛОС регистрировали в 2012 году нулевой сток с зяби.

Что же позволил выяснить радиоцезиевый метод ? На диаграммах (рис. 3-4) видно, что с 1986 года по 2014 год в ложбину с распахиваемого склона был доставлен слой наносов 30 см. Интенсивность смыва почвы с распахиваемых склонов составила 119 т/га год (точка №11 на рис. 3). В тальвеге залесенной балки с 1986 года по 2011 год слой наносов составил 20 см (точка №7 на рис. 3). Интенсивность смыва с залесенных склонов в балку в точке №7 – 24,4 т/га год.

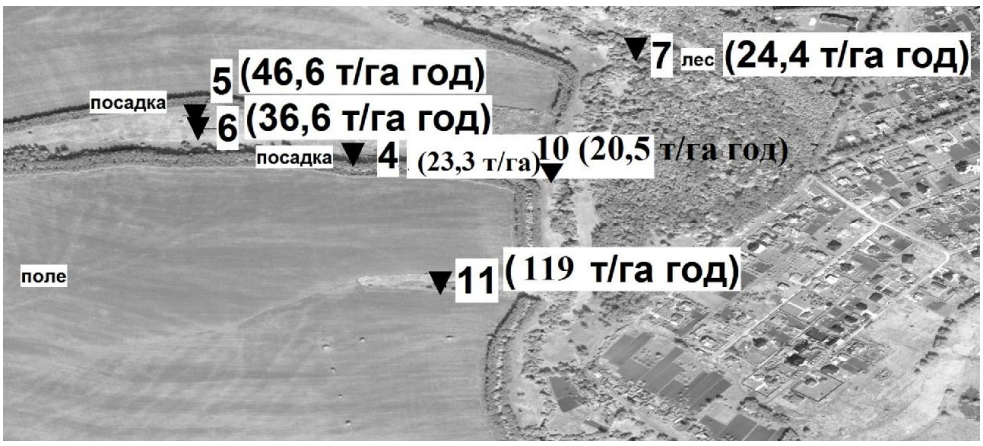


Рис. 3. На фрагменте космического снимка - точки послойного отбора проб почвы

Точки №4, 5, 6 расположены в балке ниже оврагобалочной лесополосы. Точка №10 –на обрывистом берегу реки Сухая Орлица.

Диаграмма на рисунке 5 (построена по результатам послойного отбора проб почвы на склоне балки северной экспозиции ниже оврагобалочной лесополосы) демонстрирует сложность интерпретации данных послойного распределения цезия-137. Локальные «пики» удельной активности цезия-137 на диаграмме на глубине 50-52см (предположительно 1958 года) и 92-94 см (1963 года) могут быть обусловлены перемещением загрязненной радионуклидом почвы по почвенным порам, корням растений и т.п. Они хорошо видны на фото стенки шурфа.

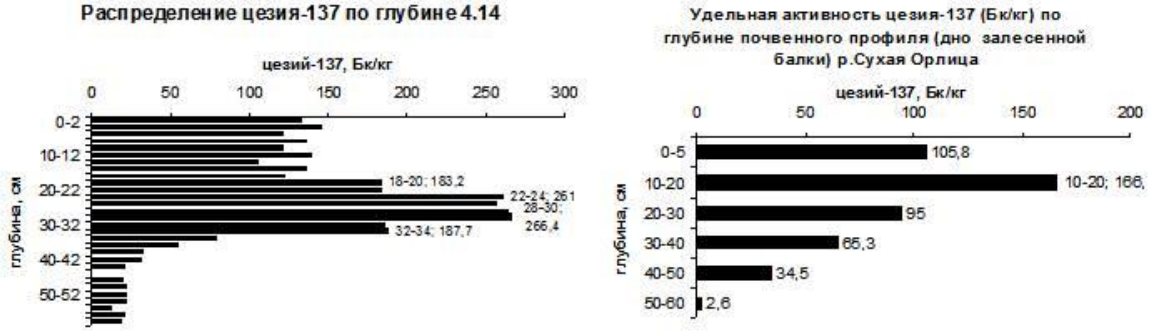


Рис. 4. Слева - распределение цезия-137 по глубине в тальвеге ложбины, в которую смывается почва с распахиваемого склона (точка №11 на рис.3). Справа - диаграмма, построенная для точки №7 (на рис. 3) для тальвега залесенной балки

В результате анализа нескольких диаграмм послойного распределения цезия-137 для датировки современных отложений и расчета интенсивности поступления смытого почвенного материала с распахиваемого склона за разные временные интервалы была выбрана точка №4 (рис. 6), расположенная на склоне ложбины, переходящей в балку ю.э.

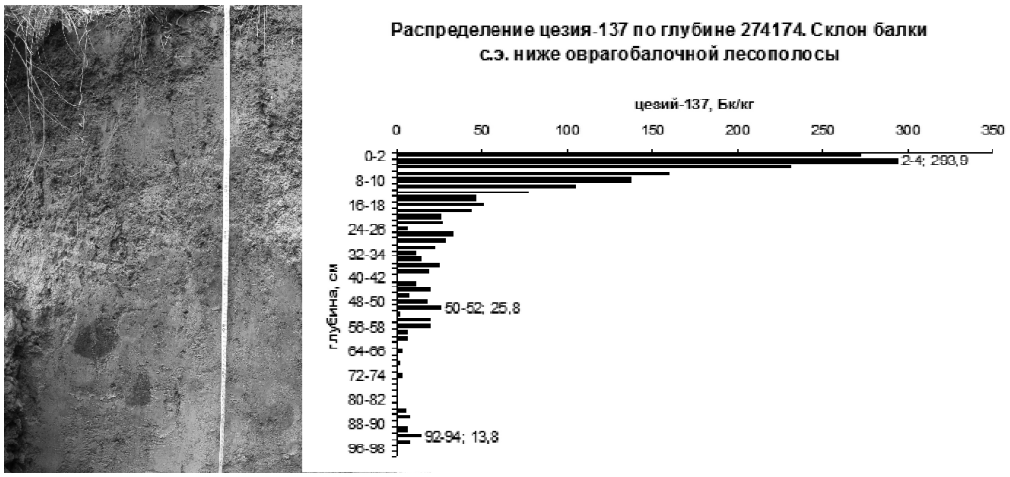


Рис. 5. Слева – фото стенки шурфа. Справа – диаграмма послойного распределения цезия-137 по глубине на склоне балки северной экспозиции

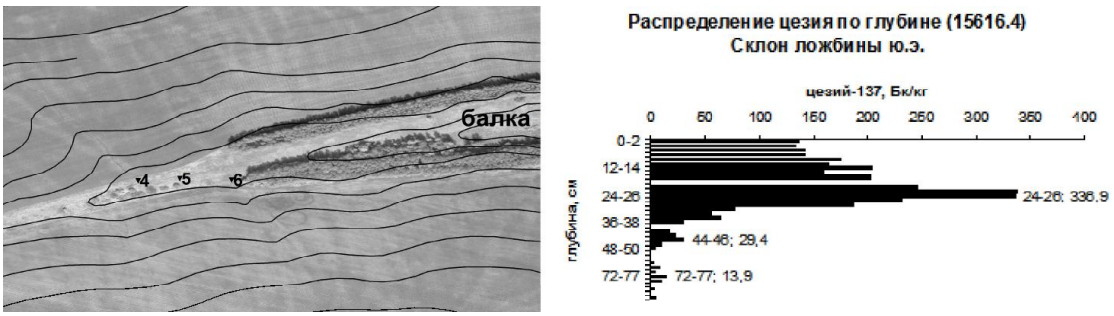


Рис. 6. Распределение цезия-137 в точке 15416.4 (№4 на фрагменте космического снимка слева) по глубине на склоне южной экспозиции ложбины (переходящей в балку)

Анализ диаграммы в точке №4 (15616.4) позволил сделать следующее заключение. Локальный пик на глубине 24-26 см – активность цезия-137 1986 года. На глубине 44-46 см – пик 1963 года. На глубине 72-77 см – пик 1958 года. Интенсивность смыва почвенного материала на склоне балки южной экспозиции составила: за период с 1986 года по 2016 год 96,2 тонн/га год; за 1986-1963 год – примерно столько же (96,5 тонн/га год); за период с 1958 по 1963 год на склоне балки откладывалось в год 111 тонн/га смытой почвы. За 1958 по 1963 гг. коэффициенты стока с зяби составили 0,74; 0,6;0,22;0,59;0,53;0,48. За 1986-1963 гг. в 9 из 24 лет коэффициенты стока с зяби менялись от 0 до 0,09. В 1996-2016 в 19 из 21 лет сток был нулевым. Несмотря на нулевой сток с зяби (по данным ЗАГЛОС), радиоцезиевый метод показал, что интенсивность смыва почвы с распахиваемых склонов в 1986-2016 гг. снизилась всего лишь на 13% (по сравнению с периодом 1958-1964 гг.).

Вывод. Наиболее интенсивно эрозионные процессы на распахиваемом склоне в бассейне реки Сухой Орлицы (типичном для левобережья верхней Оки в области серых лесных почв) шли в период с 1958 по 1963 годы. Периоды с 1963 по 1986 и с 1986 по 2016 годы оказались сравнимыми по интенсивности смыва почвы с распахиваемого склона южной экспозиции. Можно сделать предварительный вывод, что, несмотря на резкое сокращение стока с зяби (начиная с 2004 года согласно данным ЗАГЛОС) (рис. 1), радиоцезиевый метод показал, что в 1963-1986 и в 1986-2016 годах средняя за период интенсивность смыва почвы практически не изменилась и составила 96,2 – 96,5 тонн с 1 га в год. Смыв почвы в 1986-2016 оказался меньше чем смыв почвы в 1958-1963 годах на 13%. Однако этот вывод требует дополнительной проверки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Баранов И.П., Степанова В.И. Морфометрический анализ рельефа при изучении трансформации поля первичного загрязнения цезием-137

пахотных почв в бассейне верхней Оки (на примере распахиваемой части ложбины) / Л.Н. Трофимец [и др.] // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2012. – №3. – С. 306-315.

2. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Милентьев В.Н. Полевые экспериментальные исследования склонового смыва в зоне распространения палеокриогенеза и морфометрический анализ рельефа / Л.Н. Трофимец [и др.] // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – №3. – С. 311-317.

3. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Иванеха Т.Л. Роль современной ручейковой сети в трансформации рельефа распахиваемых склонов / Л.Н. Трофимец [и др.] // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2015. – №4. – С. 447-453.

4. Трофимец Л.Н., Паниди Е. А., Чаадаева Н.Н. Индикационные методы при изучении современной эрозионной сети на распахиваемых склонах, осложненных ложбинным рельефом / Л.Н. Трофимец [и др.] // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – №6. – С. 94-101.

5. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А. Методы геоморфометрии, дистанционного зондирования и ГИС при изучении распределения радионуклида ^{40}К в почве распахиваемых склонов, осложненных ложбинной сетью / Л.Н. Трофимец [и др.] // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2016. – Т. 22, №1. – С. 183-189.

6. Haadbook for the assessment of soil erosion and sedimentation using environment radionuclides. Ed. by Zapata F., Kluwer Academic Publishers. – 2002. – 220 p.

7. Trofimetz L., Panidi E. Study of soil loss quantity on the arable ntrritories using estimations of soil pollutants migration and geomorfometric parameters of the microrelieff. В сборнике: International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. – 2015. – С. 341-348.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ, БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Ю.М. Семенов
viktrofi@mail.ru, yumsemenov@mail.ru

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, г.Лобня Московской обл., Россия
Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, г.Иркутск, Россия

Значительный вклад в изучение законов взаимодействия Человека и Природы, влияния человеческой деятельности на природу, глобальные процессы на нашей планете внес В.И. Вернадский, создавший учение о биосфере и ноосфере. Через все его научное творчество проходит мысль о том, что, во-первых, нельзя разделить природные явления на независимые друг от друга части, во-вторых, природу и человека необходимо рассматривать как единое целое [1].

Человечество создало развитую цивилизацию благодаря науке, познавая законы окружающей нас Природы и преобразуя ее с помощью все более и более сложных и совершенных технологий. Путь развития нашей цивилизации с момента ее зарождения до сегодняшнего дня заключался в том, чтобы «не ждать милости от природы», «взять их у нее» любой ценой. В результате сформировалась ресурсозатратная и разрушающая природную среду техносфера. Все более увеличивается разрыв между жизнью природы и хозяйственной деятельностью человека. Человечество, по сути, создавало для себя на про-

тяжении тысячелетий свою среду обитания, более безопасную, комфортную, управляемую – техносферу, которая существует в рамках биосферы, на ее базе, ресурсах, копируя в механизмах и технологиях многие принципы живой природы. В то же время человек с помощью техносферы переиначивал многие природные процессы и явления, нарушая их естественный ход [5].

В настоящее время развитие техносферы привело человечество к истощению ресурсов (земельных, энергетических, питьевой воды, полезных ископаемых, леса, посевных площадей и др.), стремительному ухудшению экологии, подвело к той черте, за которой влияние техносферы на окружающий нас мир станет неуправляемым, процессы воздействия на природу (биосферу) необратимыми, что несет угрозу существования всего человечества [2, 5, 6].

Современная стратегия развития АПК предполагает разработку и освоение дифференцированных систем земледелия и растениеводства, максимально адаптированных к конкретным агроклиматическим, ландшафтным, экологическим, почвенным, растительным, социальным и экономическим условиям агроэкосистем территорий разных уровней. Основой рационального природопользования в сельском хозяйстве должно являться максимальное использование природно-климатических ресурсов, географических, экологических и биологических закономерностей [6, 7].

В Федеральном научном центре кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса разработано агроландшафтно-экологическое районирование Восточно-Сибирского природно-экономического района Российской Федерации (масштаб 1 : 2 500 000). В состав Восточно-Сибирского природно-экономического района, площадь которого составляет 415504,2 тыс. га, входят Республики Бурятия, Тыва, Хакасия, Забайкальский и Красноярский края, Иркутская область.

Районирование выполнено на основе разработанной ВНИИ кормов методики агроландшафтно-экологического районирования, методик эколого-географического анализа, ландшафтно-экологического баланса, разработанных в МГУ и ИГ РАН, с использованием материалов агроклиматического, природно-сельскохозяйственного, ландшафтно-экологического, почвенно-экологического, биогеохимического районирований, ландшафтных, экологических, эколого-географических, почвенных и геоботанических карт, данных государственного земельного учета, фондовых материалов, статистических данных МСХ РФ и Росстата. Использованы также результаты предыдущих районирований природных кормовых угодий страны и фондовые материалы ВНИИ кормов, данные Федеральной службы земельного кадастра России.

На территории Восточно-Сибирского природно-экономического района выделено 136 единиц районирования, в том числе, 11 крупных (Арктическая зона, Арктотундровая зона, зона Тундры и лесотундры, Северотаежная, Среднетаежная, Южнотаежная, Лиственнолесная, Лесостепная, Степная и Сухостепная зоны и Горные территории), 34 средних (22 равнинных и 12 горных провинций) и 91 мелких (49 равнинных и 42 горных округа).

В структуре земельных угодий Восточно-Сибирского природно-экономического района преобладают леса и лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, на их долю приходится 62% площади района. Болота занимают 7%, под водой находится 4%, менее 0,5% в сумме занимают земли застройки, под дорогами и нарушенные, 22% приходится на прочие земли. Сельскохозяйственные угодья занимают около 6% площади Восточно-Сибирского природно-экономического района, при этом 2% занимает пашня, 4% приходится на сенокосы и пастбища.

Доля сельскохозяйственных угодий в структуре земель значительно различается по субъектам Федерации – наибольшая она в Республике Хакасия (31%), несколько ниже в Республике Тыва и Забайкальском крае (18–23%), еще меньше в Республике Бурятия (9%), а в Красноярском крае и Иркутской области сельскохозяйственные угодья занимают лишь 2–4% от общей площади этих регионов.

Структура сельскохозяйственных угодий существенно различается по субъектам федерации. В Красноярском крае и Иркутской области преобладают пахотные угодья, на долю которых приходится 57–62% площади сельскохозяйственных угодий. В Республиках Бурятия, Тыва, Хакасия и в Забайкальском крае 61–91% площади сельскохозяйственных угодий занимают природные кормовые угодья, при этом площадь пастбищ в 2,6–6,4, а в Тыве в 45 раз превышает площадь сенокосов. Наибольшие площади ПКУ находятся в Республике Тыва и в Забайкальском крае (3,5–6,2 млн га), где они занимают 14–20% площади региона, наименьшие площади ПКУ – в Иркутской области (1,0 млн га), где на их долю приходится 2% площади региона. Следует отметить, что если в большинстве регионов площадь залежи в несколько раз уступает площади пашни, то в Тыве площадь залежи лишь в 1,3 раза меньше площади пашни, а в Забайкальском крае почти в 2 раза превышает ее.

Анализ состояния земель Восточно-Сибирского природно-экономического района (с использованием данных Федеральной службы земельного кадастра России) дает представление о значительном развитии на сельскохозяйственных угодьях негативных процессов. Наибольшее значение из них для сельскохозяйственных угодий Восточно-Сибирского природно-экономического района имеют дефляционная и эрозионная опасность (21%), наличие больших площадей кислых почв (16%), каменистость (5%), а также переувлажненность и заболоченность (5%).

Экологическое состояние агроландшафтов Восточно-Сибирского природно-экономического района во многом определяет особенности их функционирования, продуктивность, развитие негативных процессов, закономерности трансформации почвенных и биотических компонентов в условиях современных климатических изменений и перспективы рационального природопользования.

Структура агроландшафтов Восточной Сибири, посевных площадей и севооборотов оказывают существенное влияние на гидрологические режимы, плодородие почвы и климатические изменения. Локальная разбалансированность агроландшафтов на юге Восточной Сибири, высокая распаханность территории и недостаточное количество протективных элементов (пастбищных и сенокосных угодий, многолетних трав, лесов и защитных лесополос, водоемов) ведет к созданию островов тепла. Открытая, незащищенная растительностью поверхность распаханной почвы, чистых паров, посевов пропашных культур лучше прогревается и подвергается иссушению.

В настоящее время проблемы трансформации почвенных и биотических компонентов еще более обостряются в связи с прогрессирующим потеплением климата. Глобальное потепление климата может усилить процессы деградации окружающей среды, обострить их социальные и экономические последствия. Прогнозируется дальнейшее повышение температур в зонах степи и лесостепи на 1–2º. Отдельные регионы России при этом «… могут пережить в ближайшие десятилетия кризисы, связанные с уменьшением урожайности из-за серий аномально засушливых лет при запаздывании программы адаптации» [4].

В основу развития сельского хозяйства должна быть положена стратегия адаптации к меняющемуся климату. Сохранение биологического разнообразия и разнообразия экосистем является решающим условием продуктивного долголетия агроландшафтов [3, 6].

Обеспечить стабильность сельскохозяйственного производства, защитить его от засух, разрушения эрозией и дефляцией, повысить плодородие почв в полной мере может только рациональное природопользование. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в сельском хозяйстве – необходимые условия для обеспечения продуктивного долголетия степных экосистем и агроландшафтов. Создание экологически устойчивой структуры из протективных и продуктивных экосистем, обеспечение нормального функционирования агроландшафтов являются в настоящее время первоочередными вопросами в решении проблем смягчения засух, уменьшения эрозии почв, оптимизации продуктивности сельскохозяйственных угодий и улучшения окружающей среды.

Полевые культуры весьма существенно различаются по их влиянию на процессы минерализации гумуса и почвообразования. Наибольшие среднегодовые потери гумуса наблюдаются под чистым паром и пропашными (1,5–2,5 т/га), средние — под зерновыми и однолетними травами (0,4–1 т/га). Под основными почвообразователями – многолетними травами, запасы гумуса увеличиваются на 0,3–0,6 т/га. Посев злаково-бобовых травосмесей эквивалентен внесению 100–150 кг/га минерального азота. Многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующей расширенному воспроизводству органического вещества в почве. В этом состоит их важное преимущество по сравнению с однолетними культурами, особенно пропашными [7].

Одностороннее увлечение экономически привлекательными культурами (зерновые, подсолнечник) привело к нарушению севооборотов, ухудшению фитосанитарного состояния посевов, развитию негативных процессов деградации сельскохозяйственных земель. Система севооборотов должна обеспечивать бездефицитный баланс гумуса, препятствовать ухудшению фитосанитарного состояния посевов и почвоутомлению на полях. Для этого необходимо оптимальное соотношение однолетних культур и многолетних трав. Избыточное превалирование отдельных культур ведет к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и почвоутомлению.

В стратегии адаптивного сельского хозяйства и системе упредительных мер важное место должны занять протективные природные экосистемы – степи, луга, леса, а также многовидовые агроэкосистемы и агроландшафты, которые обладают бóльшими возможностями противостоять разным погодно-климатическим аномалиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1991. – 270 с.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г.» / Н.Г. Рыбальский, Е.В. Муравьева, В.В. Снакин, И.А. Трофимов и др. – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2017. – 760 с.

3. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах / А.А. Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2009–2011. – Т. I. – 816 с., – Т. II. – 624 с.

4. Израэль Ю.А., Моделирование влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России / Ю.А. Израэль, О.Д. Сиротенко // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 6. – С. 5–17.

5. Ковальчук М.В., , Конвергенция наук и технологий – новый этап научно-технического развития / М.В. Ковальчук, О.С. Нарайкин, Е.Б. Яцишина // Вопросы философии. – 2013. – №3. – С. 3–11.

6. Трофимов И.А. Оценка агроландшафтов, вызовы их мониторинга и управления в России / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Том 4. Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов / под ред. академика РАН В.Г. Сычева, Л. Мюллера. – М.: изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. – С. 36–41.

7. Трофимов И.А. Травяные экосистемы в сельском хозяйстве России / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2010. – № 4. – С. 37–40.

УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ И ЭКОСИСТЕМАМИ

И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская
viktrofi@mail.ru, nia_priroda@mail.ru, elena.sk@mail.ru, gorbunov.ol@mail.ru

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, г.Лобня Московской обл., Россия
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Институт математики, естествознания и информационных технологий, г.Тамбов, Россия
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Важнейшими целями устойчивого развития цивилизации являются рациональное природопользование, защита и восстановление экосистем, прекращение процесса утраты биологического разнообразия. Сохранение продуктивного долголетия агроландшафтов, ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для увеличения биоразнообразия, функционирования агроландшафтов, почвообразования и развития почвенной биоты.

Программа ООН по окружающей среде (2019 г.) «Глобальная экологическая перспектива (ГЭП-6): здоровая планета – здоровые люди» и Шестой доклад Глобальной экологической перспективы, над которым работали более 250 ученых из 70 стран мира, представляют собой интегрированную оценку состояния нашей планеты. В них также дается ясный прогноз состояния окружающей среды в рамках текущей политики государств, сохраняющихся тенденций взаимодействия человека и природы в процессе природопользования и набор мер для исправления ситуации. ГЭП-6 описывает последствия отказа от рекомендуемых мер и имеющиеся возможности для устойчивого развития. ГЭП-6 ориентирует человечество на Цели устойчивого развития (ЦУР), чтобы преобразовать глобальную среду обитания человека, сделать ее более устойчивой и способствовать созданию здоровой планеты для здоровых людей. Изменение климата является одним из приоритетных вопросов, драйверов (определяющих факторов) экологических изменений, затрагивающих как антропогенные системы, включая здоровье человека, так и природные системы, воздушную среду, биологическое разнообразие, пресноводные водоемы, океаны и земельные ресурсы, а также меняющих сложные взаимосвязи между этими системами [3, 7].

Изменение климата усилит существующие риски и создаст новые риски для природных и человеческих систем. Риск климатических воздействий является следствием взаимодействия климатических опасностей с уязвимостью воздействия на человека и природные системы, с учетом их устойчивости и способности адаптироваться.

Имевшие место в прошлом и продолжающиеся в настоящее время выбросы парниковых газов обрекли мир на длительный период изменения климата, что влечет за собой: глобальное потепление воздуха и океана; повышение уровня моря; таяние ледников, вечной мерзлоты и арктических морских льдов; изменения в углеродных, биогеохимических и глобальных гидрологических циклах; кризисы в области продовольственной безопасности; недостаток пресной воды и более частые и экстремальные погодные явления.

Повышенные концентрации углекислого газа в атмосфере также приводят к закислению океана и влияют на состав, структуру и функционирование экосистем. Осталось совсем мало времени для предотвращения необратимых и опасных последствий изменения климата. Если выбросы парниковых газов не будут радикально сокращены, то миру грозит превышение температурного порога, установленного в Парижском соглашении, принятом в контексте Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Таким образом, изменение климата является глобальным фактором экологических, социальных, медицинских и экономических последствий и повышенных рисков в масштабах всего человечества [3, 7].

Земельные ресурсы необходимы для достижения 10 из 17 Целей устойчивого развития (ЦУР). Сельскохозяйственная деятельность и производство продовольствия попрежнему несут ответственность за большинство изменений земли, включая леса и другие виды экосистем, в то время как антропогенная деградация земель остается фундаментальной экологической проблемой, затрагивающей продовольственную безопасность, средства к существованию и жизнь людей на планете.

Производство продовольствия является крупнейшим направлением антропогенного землепользования (в этих целях используется 50 процентов пригодных для проживания земель). В животноводстве для производства кормов, для выпаса и под пастбищные угодья используется 77 процентов сельскохозяйственных земель. Кроме того, традиционное животноводство обеспечивает средства к существованию для многих коренных народов.

Система потребления в ответе за растущий и меняющийся потребительский спрос, она увеличивает давление на местные экосистемы и глобальный климат. Сельское хозяйство является крупнейшим потребителем земли и воды, а производство продовольствия, при отсутствии устойчивого регулирования, является важным фактором утраты биоразнообразия, загрязнения воздуха, пресной воды и океанов, а также одним из ведущих источников деградации почв и выбросов парниковых газов. Обеспечение всех качественными продуктами питания, как предусмотрено целью 2 в области устойчивого развития, по-прежнему затруднено изменением климата, ограниченностью природных ресурсов, демографическими тенденциями и потенциалом стран и требует значительных изменений в области производства, распределения, хранения, переработки и моделей потребления продовольствия.

Для обеспечения 10 млрд человек адекватным питанием к 2050 году потребуется на 50% увеличить производство продуктов питания, в то время как около 33% имеющегося в мире пригодного для употребления в пищу продовольствия утрачивается или уходит в отходы. Увеличились масштабы деградации земель и опустынивания. На «горячие точки» деградации земель приходится приблизительно 29 процентов общемировой площади земли, где проживают 3,2 млрд человек. Инвестирование в предотвращение деградации земель и восстановление деградировавших земель имеет экономический смысл, и выгоды от этого, как правило, намного превышают затраты. Для достижения целей в области устойчивого развития, касающихся земель, необходимо обеспечить надлежащее управление земельными и водными ресурсами. Инновационные технологии, стратегии устойчивого землепользования, решения с учетом природных факторов и рациональное использование земельных ресурсов (например, устойчивое лесопользование, системы агро-сельво-пастбищного производства, рациональное ведение сельского хозяйства, комплексное растениеводство и агролесоводство) могут способствовать обеспечению устойчивости сельского хозяйства. Необходимо более эффективно поощрять и внедрять платежи за экосистемные услуги, восстановление земель и оформление прав собственности на землю [3, 7].

Изменение климата ведет к изменению погодных условий, которые, в свою очередь, оказывают широкое и глубокое воздействие на состояние окружающей среды, экономики и общества, угрожая источникам средств к существованию, здоровью, водной, продовольственной и энергетической безопасности населения. Как ожидается, негативные последствия меняющихся условий будут иметь место даже в том случае, если нынешнее потепление будет приостановлено.

Генетическое разнообразие нашей планеты сокращается, что ставит под угрозу продовольственную безопасность и устойчивость экосистем, включая системы ведения сельского хозяйства и продовольственную безопасность. Происходит ухудшение целостности и функционирования экосистем. В 10 из каждых 14 наземных сред обитания наблюдается снижение продуктивности растительности, и почти половина всех наземных экорегионов классифицируются как неблагоприятные. Прогнозируется дальнейшее усиление тенденций деградации земель и утраты биоразнообразия. [3, 7].

В России основными требованиями современности к государству, обществу и науке в сельском хозяйстве сегодня являются: 1) переход к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству; 2) учет взаимодействия человека и природы; 3) развитие природоподобных технологий, управление климатом и экосистемами [5].

Рациональное природопользование, создание экологически устойчивой структуры агроландшафтов из продуктивных и протективных экосистем, поддержание их нормального функционирования являются в настоящее время первоочередными вопросами в решении проблем обеспечения продуктивного долголетия экосистем и биосферы. В обеспечении устойчивости и нормального функционирования агроландшафтов важнейшую роль играет поддержание их биоразнообразия [4].

Интересы экономики и сбережение природы должны быть сбалансированы и ориентированы на долгосрочную перспективу. Одной из целей устойчивого развития цивилизации, предложенных ООН, является «Защита, восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия» [2].

Ключевое значение для человечества имеют продукционные, средообразующие (биосферные, жизнеобеспечивающие) и природоохранные функции экосистем. Современные условия жизни на Земле, пригодные для существования человека, животных, растений и микроорганизмов, – результат эволюции и непрерывной работы живой природы на протяжении миллиардов лет.

Биотическая регуляция экосистем определяет состояние атмосферы, гидросферы и климата Земли, поддерживается миллионами видов живых организмов. Если их работа прекратится, планета перейдет в одно из двух физически устойчивых состояний, одинаково непригодных для сложных форм жизни, – состояние полного испарения воды или полного оледенения [1].

Экосистемный капитал понимается как объединение экологических структур и выполняемых ими экосистемных функций и услуг. Продукционные, средообразующие и природоохранные функции агроландшафта являются основой обеспечения их экосистемных услуг [4, 6].

Продукционные услуги:

• производство продуктов питания и растительного сырья на пахотных землях,

• производство кормов и растительного сырья для скота и птицы на пахотных землях, природных пастбищах и сенокосах.

Средообразующие услуги:

• регуляция климата,

• регуляция гидрологического режима (стока и очистки вод),

• сохранение, создание и восстановление плодородия почв,

• защита от развития негативных процессов эрозии, дефляции, дегумификации и др.,

• сохранение продуктивного долголетия экосистем.

Природоохранные услуги:

• сохранение биоразнообразия,

• рекреационные экосистемные услуги,

• эстетические услуги.

Управление агроландшафтами, обеспечение их продуктивности, устойчивости и природоохранности осуществляется, прежде всего, следующими системами мер [4–7].

1. Совершенствование структуры земельных угодий, направленное на укрепление экологического каркаса и увеличение разнообразия агроландшафта (увеличение доли элементов, повышающих прочность и устойчивость агроландшафтов к негативным факторам – природных кормовых угодий, лесов, посевов многолетних трав, охраняемых участков экосистем).

2. Оптимизация структуры посевных площадей и совершенствование севооборотов сельскохозяйственных культур, направленные на повышение их разнообразия и экологической устойчивости пашни (сокращение доли посевов монокультур и чистых паров, увеличение доли посевов многолетних трав в структуре посевных площадей и севооборотах).

3. Совершенствование систем земледелия, разработка и освоение адаптированных ресурсосберегающих экологически безопасных приемов, технологий и технических средств обработки почвы и выращивания сельскохозяйственных культур.

4. Создание благоприятных условий для сохранения биологического разнообразия экосистем (на генетическом, видовом, популяционном и экосистемном уровнях) для обеспечения благоприятных условий протекания биологических процессов в экосистемах, ландшафтах и биосфере.

5. Создание благоприятных условий для почвообразования, сохранения плодородия почв и ценных сельскохозяйственных земель, развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей (многолетних трав и микроорганизмов).

6. Разработка и реализация, а также оптимизация норм антропогенных нагрузок на агроландшафты в целом и на отдельные элементы их пространственной структуры (пашни, пастбища, сенокосы, леса).

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Д.С. Биоразнообразие и жизнеобеспечение человечества / Д.С. Павлов, Е.Н. Букварева // Вестник Российской академии наук. – 2007. – Том 77. – № 11. – С. 974–986.

2. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. – ООН, 2015. – 45 с.

3. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2019 г.). «Глобальная экологическая перспектива (ГЭП-6): здоровая планета – здоровые люди». Найроби. URL: https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-6 (Дата обращения 22.04.2019).

4. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – М.: РАН, 2018. – 132 с.

5. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. – № 642. – 24 с.

6. Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги. Status Quo Report. – Москва: Центр охраны дикой природы, 2013. – 45 с.

7. UN Environment (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. Nairobi. DOI: 10.1017/9781108627146. URL: https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-6 (Дата обращения 22.04.2019).

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ И БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская
viktrofi@mail.ru, nia_priroda@mail.ru, elena.sk@mail.ru, gorbunov.ol@mail.ru

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, г.Лобня Московской обл., Россия
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Институт математики, естествознания и информационных технологий, г.Тамбов, Россия
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

В условиях современных климатических изменений наиболее существенные проблемы испытывает степное природопользование. Типичным степным регионом России является Центральное Черноземье, которое охватывает Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области. Существенную роль в регионе играет усиление эрозионных процессов в результате интенсификации сельскохозяйственного произ-

водства с ориентацией на пропашные монокультуры и чистые пары, оголяющие почву, ослабляющие почвозащитные и противоэрозионные свойства агроэкосистем [1].

Важнейшей проблемой, ставшей хронической для Центрального Черноземья, являются засухи. Еще более 125 лет назад, в конце 19 века, В.В. Докучаев на основании изучения многолетнего опыта ведения сельского хозяйства пришел к выводу о том, что «Черноземная полоса, несомненно, подвергается, хотя и очень медленному, но упорно и неуклонно прогрессирующему иссушению» [2].

В конце 20 века вероятность сухих и засушливых лет в лесостепной и широколиственно-лесной зонах составляет 10–20%, в степной – 20–30%. В результате проведенного нами районирования, агроландшафтно-экологического анализа и оценки состояния изучаемой территории выявлены следующие закономерности: высокая распаханность территории (55–63%), кризисное состояние агроландшафтов, деградация сельскохозяйственных земель, развитие негативных процессов эрозии, дегумификации, опустынивания и др.; неустойчивость сельскохозяйственного производства, колебания урожайности экосистем; несбалансированность продуктивных и защитных экосистем в нарушенной инфраструктуре агроландшафтов, структуре посевных площадей и севооборотов [1].

Наиболее слабым звеном в динамической системе сельскохозяйственных модификаций является пашня, занимающая 61% площади ЦЧР. Несмотря на то, что повсеместно под пашню отводятся лучшие земли, из общей площади пашни ЦЧР (10316,2 тыс. га, 100%) около 38% являются эрозионноопасными и 20% дефляционноопасными, из них 19% уже эродированы и дефлированы; 3% переувлажнены и заболочены, 56% кислые.

Структура агроландшафтов, посевных площадей и севооборотов оказывают существенное влияние на гидрологические режимы, плодородие почвы и климатические изменения. Разбалансированность агроландшафтов, высокая распаханность территории и недостаточное количество протективных элементов (пастбищных и сенокосных угодий, многолетних трав, лесов и защитных лесополос, водоемов) ведет к созданию очагов тепла. Открытая, незащищенная растительностью поверхность распаханной почвы, чистых паров, посевов пропашных культур предоставленная воздействию солнца, воды и ветра лучше прогревается и подвергается иссушению.

В настоящее время проблемы, связанные с засухами, еще более обостряются в связи с прогрессирующим потеплением климата. Глобальное потепление климата может усилить процессы деградации окружающей среды, обострить их социальные и экономические последствия. Прогнозируется дальнейшее повышение температур в зонах степи и лесостепи на 1–2 ºС. В европейской части степи при этом ожидается еще большее иссушение [5].

Моделирование влияния изменений климата на продуктивность и устойчивость сельского хозяйства России с помощью глобальных климатических моделей и имитационной системы «Климат – почва – урожай» показали, что «XXI век будет периодом беспрецедентно быстрых изменений климата, которые окажут значительное влияние на многие отрасли экономики и, в первую очередь, на сельское хозяйство». Отдельные регионы России при этом «… могут пережить в ближайшие десятилетия кризисы, связанные с уменьшением урожайности из-за серий аномально засушливых лет при запаздывании программы адаптации». В Центрально-Черноземном природно-экономическом районе в ближайшие десятилетия можно ожидать усиление засушливости климата и существенное расширение засушливых территорий. Вероятность сухих и засушливых лет на значительной части территории лесостепной зоны Центрального Черноземья может повыситься до 20–30%, а в степной зоне – более 30% [6].

В этих условиях сельское хозяйство Центрального Черноземья может обеспечить высокую продуктивность и устойчивость агроландшафтов и земельных угодий лишь при условии опережающей адаптации к ожидаемым изменениям климата и природной среды. Адаптивный потенциал ежегодно возделываемых сортов и гибридов должен перекрывать максимальную вариабельность лимитирующих величину и качество урожая нерегулируемых факторов окружающей среды (температуры, влагообеспеченности, продолжительности светового дня и короткого вегетационного периода и т.д.). При этом экологи-

ческая устойчивость генотипа доминирует над действием стрессоров, позволяя с наибольшей эффективностью использовать благоприятные факторы. Конкурентная реализация этого принципа достигается за счет возделывания «генотипической мозаики сортов», а также их адаптивного размещения во времени и пространстве [4].

В основу развития сельского хозяйства должна быть положена стратегия адаптации к меняющемуся климату. Поскольку в настоящее время невозможно точно предсказать, какой из биотических компонентов биосферы может оказаться носителем потенциально ключевого механизма или структуры, всемерное сбережение имеющегося биологического разнообразия и его экологической специализации является решающим условием практической реализации адаптивной стратегии жизнеобеспечения.

Обеспечить стабильность сельскохозяйственного производства, защитить его от засух, разрушения эрозией и дефляцией, повысить плодородие почв в полной мере может только рациональное природопользование. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в сельском хозяйстве – необходимые условия для обеспечения продуктивного долголетия степных экосистем и агроландшафтов. Создание экологически устойчивой структуры из протективных и продуктивных экосистем, обеспечение нормального функционирования агроландшафтов являются в настоящее время первоочередными вопросами в решении проблем смягчения засух, уменьшения эрозии почв, оптимизации продуктивности сельскохозяйственных угодий и улучшения окружающей среды.

Многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующей расширенному воспроизводству органического вещества в почве. В этом состоит их важное преимущество по сравнению с однолетними культурами, особенно пропашными.

Полевые культуры весьма существенно различаются по их влиянию на процессы минерализации гумуса и почвообразования. Наибольшие среднегодовые потери гумуса наблюдаются под чистым паром и пропашными (1,5–2,5 т/га), средние — под зерновыми и однолетними травами (0,4–1 т/га). Под основными почвообразователями – многолетними травами, запасы гумуса увеличиваются на 0,3–0,6 т/га. Посев злаково-бобовых травосмесей эквивалентен внесению 100–150 кг/га минерального азота [1].

Одностороннее увлечение экономически привлекательными культурами (зерновые, подсолнечник) привело к нарушению севооборотов, ухудшению фитосанитарного состояния посевов, развитию негативных процессов деградации сельскохозяйственных земель. Система севооборотов должна обеспечивать бездефицитный баланс гумуса, препятствовать ухудшению фитосанитарного состояния посевов и почвоутомлению на полях. Для этого необходимо оптимальное соотношение однолетних культур и многолетних трав. Избыточное превалирование отдельных культур ведет к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и почвоутомлению. Севообороты − важнейшее средство борьбы с сорняками, возбудителями болезней и вредителями, потери мирового урожая от которых, по данным ФАО, достигают 25%. При этом многолетние травы на пашне − важнейшее средство восстановления и поддержания плодородия почвы [1].

Лучшие почвы Мира – черноземы – образовались под многолетней степной растительностью. Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для увеличения биоразнообразия, функционирования агроландшафтов, почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов [1].

Многолетние травы в агроландшафтах – основные объекты изучения кормопроизводства − самой масштабной и многофункциональной отрасли сельского хозяйства, которая объединяет растениеводство и животноводство, земледелие, экологию и рациональное природопользование. Животноводству они дают корма, растениеводству – эффективные севообороты и повышение урожайности зерновых и других культур, земледелию – повышение плодородия почв, сельскохозяйственным землям – устойчивость и стабильное производство продукции. Благодаря многолетним травам кормопроизводство, как ника-

кая другая отрасль сельского хозяйства, основано на использовании природных сил, воспроизводимых ресурсов (энергии солнца, агроландшафтов, земель, плодородия почв, фотосинтеза трав, создания клубеньковыми бактериями биологического азота из воздуха).

Однолетние зерновые культуры составляют основу питания Человека, но они ослабляют агроландшафты и разрушают почву. Многолетние травы – основа питания растений, животных, микроорганизмов и защита экосистем от воздействия негативных процессов. Они обеспечивают продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных земель и агроландшафтов, повышение плодородия почв, эффективность всего сельского хозяйства. Сбалансированное соотношение зерновых, пропашных культур и многолетних трав, оптимальное соотношение в агроландшафте между пашней, лугом, лесом и водами позволяет обеспечить продуктивность и устойчивость сельского хозяйства.

Снижение плодородия почв на пашне достигло критических пределов. Совокупный вынос основных макроэлементов с урожаем (NPK) с пашни составляет 8,5–10 млн т и более по действующему веществу. Из них более половины от совокупного выноса приходится на зерновые культуры. При этом хозяйства за счет минеральных удобрений компенсировали вынос лишь на 25–30% [1, 2].

Низкая культура земледелия и отрицательный баланс питательных веществ в севооборотах – важнейшие причины получения низких урожаев. По данным агрохимслужб 35% пахотных земель имеют повышенную кислотность, 31% низкое содержание гумуса, 22% недостаток фосфора и 9% недостаток калия. 20,8 млн га пашни не используется, из которых 31% закустарено и зарастает лесом, около 9% подвержены эрозии и 2% заболочены и подтоплены.

В последние годы растет воздействие человека на окружающую среду. Самые ценные сельскохозяйственных земли постоянно выбывают из использования в результате строительства и добычи полезных ископаемых. Наличие глубоких карьеров и необходимость их осушения нарушает гидрогеологический режим всего региона. Применение системы осушения карьеров понижает уровень грунтовых вод и поверхностных водоемов на обширной территории за счет образования депрессионной воронки. Так, на карьерах Курско-Белгородского региона диаметр депрессионных воронок превышает 150 км и достигает глубины 200–300 м. По данным экологической службы Михайловского ГОКа, депрессионная воронка, образованная системой осушения карьера глубиной 270 м, распространилась на расстояние свыше 40 км, охватив площадь более 5000 км^2. При дальнейшем углублении карьеров размеры депрессионных воронок и площади засушливости окружающих земель будут увеличиваться [1].

Продуктивность и устойчивость степных агроэкосистем и агроландшафтов во многом зависят от многолетних трав. Их доля в севооборотах сегодня недостаточна для того, чтобы обеспечить эффективную защиту сельскохозяйственных земель и почв от воздействия эрозии, дефляции и дегумификации. 1/3 наших сельскохозяйственных земель уже деградирует под влиянием эрозии, дефляции, дегумификации, а пашня теряет 1–2,5 т/га гумуса ежегодно [7].

Длительное пахотное использование черноземных почв степных экосистем России без должной степени заботы о воспроизводстве их плодородия способствовало их деградации: дегумификации, разрушению структуры, уплотнению и снижению фильтрационных свойств верхних слоев почвы, развитию процессов водной и ветровой эрозии. В связи с этим в настоящее время они нуждаются в защите и реабилитации, при котором особенно важно восстановление естественной растительности и почвенного покрова.

Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для функционирования сбалансированных агроландшафтов, сельскохозяйственных земель, структуры посевных площадей и севооборотов из продуктивных и протективных экосистем, почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов. В стратегии адаптивного сельского хозяйства и системе упредительных мер важное место должны занять протективные природные эко-

системы – степи, луга, леса, а также многовидовые агроэкосистемы и агроландшафты, которые обладают бóльшими возможностями противостоять разным погодно-климатическим аномалиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – М.: Издательский Дом «Наука», 2015. – 198 с.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г.» / Н.Г. Рыбальский, Е.В. Муравьева, В.В. Снакин, И.А. Трофимов и др. – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. – 760 с.

3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев. – СПб., 1892. – 128 с.

4. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах / А.А. Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2009–2011. – Т. I. – 816 с., – Т. II. – 624 с.

5. Золотокрылин А.Н. Климатическое опустынивание / А.Н. Золотокрылин. – М.: Наука, 2003. – 246 с.

6. Израэль Ю.А. Моделирование влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России / Ю.А. Израэль, О.Д. Сиротенко // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 6. – С. 5–17.

7. Трофимов И.А. Травяные экосистемы в сельском хозяйстве России / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2010. – № 4. – С. 37–40.

ОТКЛИК БИОТЫ ЛАНДШАФТОВ НА УГЛУБЛЯЮЩИЕСЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

В.И. Федотов, К.В. Успенский, А.Я. Григорьевская, С.В. Федотов

Воронежский государственный университет,
Воронежский государственный педагогический университет, г.Воронеж, Россия

Проблема привлечения неклиматических индикаторов для обоснования поступательных тенденций потепления климата в Воронежском регионе была поставлена нами на конференции «Региональные эффекты глобальных изменений климата» [7]. К настоящему времени появились новые оригинальные материалы и привлечены материалы прошлых лет, демонстрирующие отклик биотических компонентов ландшафтов на сезонные изменения климатических параметров.

Первым признаком наступающего потепления в конце 60-х годов XX столетия стало зимование миниколоний грачей в Центральных областях Европейской России южнее широтного течения Оки.

Заметно влияние климатических изменений в зимне-весенний период на периодические явления в жизни многих птиц, в частности, на сроки их весеннего прилета (табл. 1).

Исследованиями П.Д. Венгерова [4] на территории Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова были выявлены заметные смещения времени прилета на более ранние сроки для многих птиц – мигрантов первой волны. Но наиболее впечатляющие отклонения от средних сроков отмечены для канюка (*Buteo buteo*) – 20 дней (самые существенные смещения наблюдались после 2015 года) и славки-черноголовки (*Sylvia atricapilla*) – 10 дней. Установлено, что в наибольшей степени климатические изменения в зимне-весенний период сказались на рано прилетающих птицах, где разница в сроках прилета составляет в среднем пять дней.

Таблица 1. Средние даты прилета некоторых видов птиц в Воронеж в 1936-1957 и 1992-2019 годы

Виды	Средняя дата прилета в 1936-1957 в г. Воронеж (Барабаш, Никифоров, Семаго, 1963)	Средняя дата прилета в 1992-2019 в г. Воронеж	Разница между сроками прилета в 1936-1957 и 1992-2019 годы (дни)
Полевой жаворонок (*Alauda arvensis)*	23.03	20.03	– 3
Скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris)*	23.03	19.03	– 4
Певчий дрозд (*Turdus philomelos)*	3.04	24.03	– 10
Черный дрозд (*Turdus merula)*	4.04	25.03	– 10
Иволга обыкновенная (*Oriolus oriolus)*	7.05	6.05	– 1
Черный стриж (*Apus apus)*	15.05	8.05	– 7

Изменения периодических явлений в жизни птиц – аборигенов не единственный признак устойчивых климатических отклонений от нормы. Более впечатлительным фактором на протяжении второй половины XX столетия и по настоящее время признается обогащение состава местной орнитофауны в центре Европейской России новыми видами.

Расширяют северную границу своего ареала представители тропического, средиземноморского, лиманного, горного, степного и пустынно-горного фаунистических комплексов. Так, впервые в конце 60-х годов в городе Воронеже Л.Л. Семаго была отмечена одна гнездящаяся пара кольчатой горлицы *(Streptopelia decaocto*), а сегодня этот вид стал не только обычным, но местами многочисленным, в населенных пунктах и ближайших к ним мест в Воронежской и соседних областях.

Сирийский дятел (*Dendrocopos syriacus*) – вид субсредиземноморского фаунистического комплекса. Он обнаружен в Воронежской области Н.Д. Барышниковым в 1991 году, а теперь вид широко распространен по зеленым насаждениям населенных пунктов всего Воронежского региона.

С конца 60-х – начала 80-х годов XX века гнездится в Воронеже горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruros*) – представитель пустынно-горной фауны.

Вероятно, с климатическими изменениями связано появление в Воронежской области усатой синицы (*Panurus biarmicus*), относящейся к лиманному фаунистическому комплексу. Обнаружена она впервые в 1983 году в верховьях Воронежского водохранилища [2].

К последствиям изменения климата, возможно, следует отнести появление в Курской и Белгородской областях курганника (*Buteo rufinus),* птицы степной фауны, первая встреча которого в Белгородской области приходится на 2007 год [5].

Последним новым видом орнитофауны в Воронежском регионе является горная трясогузка (*Motacilla cinerea*), входящая в состав горного фаунистического комплекса. Ее обнаружение пришлось на 26.11.2017 [6].

Флора высших растений, исключая адвенты, – наиболее консервативный элемент биоты ландшафтов. Но и здесь есть немало примеров, когда ряд традиционно южных видов в последние десятилетия активно продвигаются в северном направлении.

Так, солонечник точечный (*Galatella dracunculoides* (Lam.) Nees) – представитель южно-степных комплексов до начала 2000-х годов отмечался редко или умеренно на юге

Воронежской области. В последние два десятилетия вид активно расселяется по степным залежам, опушкам, придорожным полосам.

Исследованиями геоботаников факультета географии, геоэкологии и туризма отмечается значительная агрессия в распространении змеевки растопыренной (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng.).

Обычное распространение вида приурочено к регионам Кавказа, Средней Азии, юга Западной Сибири, Монголии и Японо-Китайскому региону. Согласно определителю П.Ф. Маевского «Флора средней полосы Европейской части СССР» (1964) змеевка растопыренная встречается *редко* по песчаным степям административных областей Поволжья (Волгоградская, Ульяновская, Куйбышевская, Саратовская), а в Воронежской области она как редкое растение указывалась для самых южных районов – Кантемировского, Богучарского, Петропавловского. Но в последние два-три десятилетия ареал змеевки заметно смещается к северу. Ее популяции находятся в хорошем состоянии, например, в Лискинском муниципальном районе в урочище «Дивногорье» [3].

Геоботаниками замечено изменение границ ареалов не только континентальных видов, но и видов, характерных для аквальных ландшафтов. Например, берула прямая (*Berula erecta* (Huds.) Coville) – водно-болотный вид. Родина – Кавказ, Средиземноморье, Малая Азия. П.Ф. Маевским (1964) для нее указывались два пункта в Европейской части России – Курск и Волгоградская область. После 1970 года берула прямая значительно расширила площадь ареала. А.В. Полуянов (2005) отмечает ее нахождение во многих, даже мелких, водоемах Курской области. А в определителе П.Ф. Маевского (2014) берула прямая указывается для водоемов Брянской, Воронежской, Белгородской и Пензенской областей.

Исследованиями Г.А. Анциферовой с соавторами в мало проточных водоемах Центрального Черноземья отмечают неоднократное появление в составе сине-зеленых водорослей южных видов [1].

Еще более впечатлительные изменения нами регистрируются в вегетационных сроках развития некоторых декоративных видов флоры. Так, каштан конский (*Aesculus hippocastanum* L.) в середине 20 века зацветал на улицах Воронежа в начале июня, а в последние годы его цветение приходится на май месяц.

Цветение акации белой (*Robinia pseudoacacia* L.) считается началом фенологического лета. В Подворонежье и в Воронеже во второй половине XX века она начинала цвести в конце мая. Теперь же акация белая массово цветет в двадцатых числах мая.

Катальпа (*Catalpa bignonioides* Walter) – растение юго-восточной Азии. В озеленении многих городов срединного региона Европейской России она стала часто встречаемым видом. В Воронеже катальпа активно цвела в 1956 году в двадцатых числах июня, а в начале XXI столетия ее обильное цветение отмечается в самом начале июня.

Итак, климатические изменения, происходящие в Центральном регионе Европейской России, существенным образом сказываются на биоте трех групп ландшафтов – селитебных, аквальных (озерно-речных) и степных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анциферова Г.А. Долгосрочные последствия влияния аномально высоких летних температур воздуха 2010-2012 годов на водные экосистемы лесостепной зоны / Г.А. Анциферова, Н.И. Руссова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2017. – №2. – С. 5-12.

2. Афанасов В.С. Появление усатой синицы в верховьях Воронежского водохранилища / В.С. Афанасов, А.А. Чернов // Орнитология. – 1988. – № 23. – С. 199.

3. Гербарий сосудистых растений (VORG): кадастр / А.Я. Григорьевская [и др.]. – Воронеж: Научная книга, 2016. – Т. 1. – 358 с.

4. Венгеров П.Д. Сроки весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике на фоне длительных климатических изменений / П.Д. Венгеров // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2015. – № 3, вып. 30. – С. 82-92.

5. Сапельников С.Ф. Гнездование курганника на особо охраняемых природных территориях Курской и Белгородской областей / С.Ф. Сапельников, А.А. Власов, А.С. Шаповалов // Материалы регионального совещания «Проблемы ведения Красной книги». – Липецк, 2008. – С. 99-102.

6. Успенский К.В. Первая встреча горной трясогузки Motacillacinerea в Воронежской области / К.В. Успенский // Русский орнитологический журнал. – 2017. – Т. 26, №1539. – С. 5304-5305.

7. Федотов В.И. Неклиматические индикаторы потепления климата / В.И. Федотов // Региональные эффекты глобальных изменений климата. – Воронеж, 2012. – С. 344-347.

ПЫЛЕУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ЛИПЫ СЕРДЦЕВИДНОЙ В РАЙОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

А.Ю. Царегородцева, Е.А. Скочилова
na_stya27091995@mail.ru

Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола, Россия

Рост городов, развитие промышленности и автотранспорта в них являются объективной реальностью современного мира. Среда крупного города отличается своеобразием основных экологических факторов, а также специфическими техногенными воздействиями. Это дает основание рассматривать город как особый тип экосистем [4].

Одной из важнейших проблем городской среды является проблема загрязнения атмосферного воздуха. В настоящее время в атмосферном воздухе городов увеличивается количество вредных газов и пылевидных частиц, которые являются отходами транспорта и промышленных предприятий. Это снижает качество жизни городского населения. Также растительные организмы не выработали систему приспособления к вредным газам и пыли [1]. Однако растения выполняют санитарно-гигиеническую роль, способны аккумулировать различные вещества, улавливать и осаждать пыль на листьях. Даже слабое, но постоянное воздействие пылевых выбросов на определенные структурные и функциональные звенья экосистемы вызывает нарушение естественных биологических сообществ и снижение общей устойчивости к другим внешним повреждающим воздействиям. Ослабленные деревья, как правило, становятся объектами массового заселения стволовыми вредителями, приводящими к гибели деревьев [3].

Одним из наиболее используемых видов в городских насаждениях аллейных и рядовых уличных посадках является липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.). Известно, что *T. cordata* является негазоустойчивым видом [2]. Целью работы является изучение пылеудерживающей способности листьев липы сердцевидной в районах г. Йошкар-Олы.

Исследования проводили в 2018 г. в различных районах г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл). Основной вклад в загрязнения воздушного бассейна вносят автотранспорт и промышленные предприятия города. В атмосферном воздухе определяли пыль (твердые частицы) весовым методом с помощью аналитических весов марки EXCELLENCE-XS-204 (США). Изучение содержания пыли в атмосфере проводили на базе филиала Центра лабораторного анализа и технических измерений по Республике Марий Эл. Для исследования были выбраны следующие маршрутные посты: промышленные районы: пост №1 - перекресток улиц Строителей-Крылова ипост №5 - улица Суворова; селитебные районы: пост №2 - район Сомбатхей, двор школы №29 и пост №4 - район Сомбатхей, улица Петрова; контроль: пост №3 - Сосновая роща.

Объектом исследования была липа сердцевидная, относящаяся к семейству липовых (*Tiliaceae*). В каждом районе было выбрано по 10 деревьев средневозрастного генеративного онтогенетического состояния. С каждого дерева брали по 10 побегов, с каждого

побега по 10 листьев равномерно с разных сторон кроны. Пылеудерживающую способность листьев определяли по методике [5]. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программы «Statistica 6,0». Достоверность различий оценивали по распределению Стьюдента на доверительном уровне 95%.

Содержание пыли в атмосферном воздухе в районах г. Йошкар-Олы представлено на рисунке 1. Установленная предельно-допустимая концентрация (ПДК) для данного загрязнителя в атмосферном воздухе для растений составляет 0,2 мг/м^3.

Из рисунка 1 видно, что высокая концентрация пыли в воздушной среде города была обнаружена на улицах промышленных зон г. Йошкар-Олы, ул. Суворова (пост №5) и перекресток ул. Строителей-Крылова (пост №1), что в 1,3 и 1,5 раза больше, по сравнению с ПДК соответственно. В селитебных районах Сомбахей, двор школы №29 (пост №2), ул. Петрова (пост №4) и в контроле Сосновая роща (пост №3) содержание пылевидных частиц в атмосферном воздухе находится в пределах ПДК. По данному показателю между селитебными районами, контролем и промышленными районами обнаружена статистически значимая разница. Сравнивая селитебную и промышленную зоны можно заключить, что содержание пыли в атмосферном воздухе промышленных районов в 1,7-2,9 раза больше, чем в селитебных. Разница статистически значима. Количество исследуемого загрязнителя в воздухе в изученных районах колебалось в пределах от 0,02 (пост №3) до 0,29 (пост №1) мг/м^3.

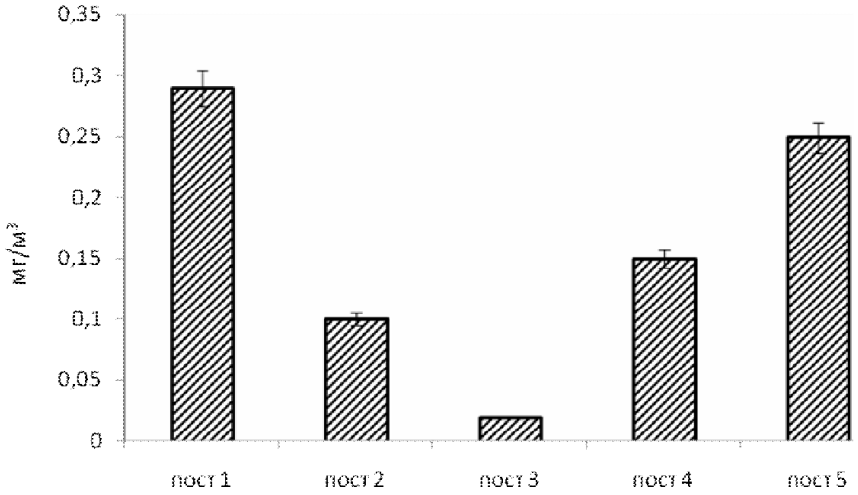


Рис. 1. Содержание пыли в атмосфере г. Йошкар-Олы по маршрутным постам

Пылевые частицы поглощают коротковолновую часть солнечного спектра, снижают количество достигающего земной поверхности ультрафиолета, что способствует ослаблению адаптивных свойств всех живых организмов. Они оседают на поверхности листьев растений, сокращая их способность к восприятию солнечного света. Пылевидные частицы способны адсорбировать значительные количества различных соединений и переносить вредные соединения в атмосфере.

Определение пылеудерживающей способности листьев липы сердцевидной в районах г. Йошкар-Олы показало, что высокая запыленность листьев была обнаружена на улицах промышленных зон г. Йошкар-Ола: ул. Суворова и перекресток ул. Строителей-Крылова, что составило 0,0036 и 0,0057 мг/см^{2}соответственно (рис. 2).В селитебных районах (пост №2, пост №4) запыленность листьев липы сердцевидной была несколько ниже, по сравнению с промышленными районами (пост №1, пост №5) и составила 0,0026-0,0028 мг/см^2, что в 1,3-2,2 раза меньше. Разница по данному показателю статистически значима. Вероятно, это связано с отсутствием промышленных предприятий в жилой зоне и незначительным влиянием автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха. Наименьшее значение пылеудерживающей способности листьев (0,0015 мг/см^2) обнаружено в контроле (пост №3).

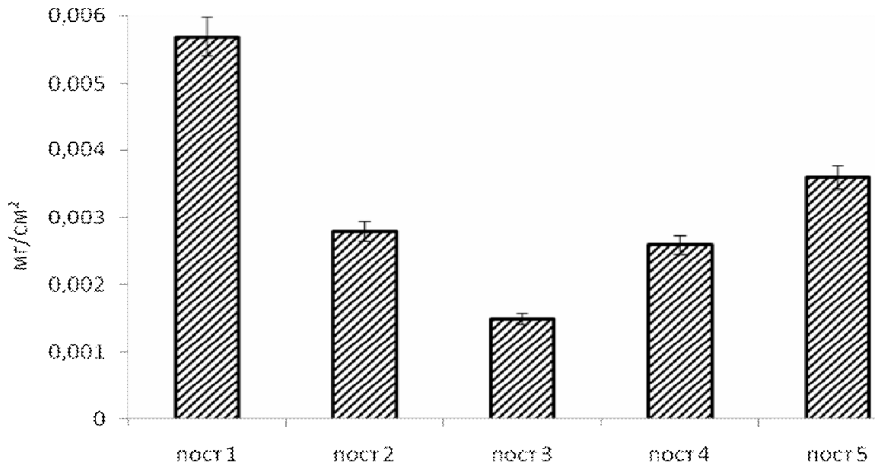


Рис. 2. Запыленность листьев липы сердцевидной в городе Йошкар-Ола по маршрутным постам

Таким образом, самая высокая запыленность листьев липы сердцевидной отмечается в промышленных районах города, самая низкая - в парке Сосновая роща (контрольная зона). Средние значения запыленности листьев *T. cordata* характерны для селитебной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наукова думка, 1978. – 246 с.

2. Смит У.Х. Лес и атмосфера. – М.: Прогресс, 1985. – 430 с.

3. Соловьева О.С. Функциональные и физиологические особенности древесных растений в условиях городской среды: Автореф. дисс. … канд. с-х. наук. – Йошкар-Ола, 2003. – 22 с.

4. Степановских А.С. Охрана окружающей среды. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 559 с.

5. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ АГРОЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА «КАМЕННАЯ СТЕПЬ»

Ю.И. Чевердин, М.Ю. Сауткина
cheverdin@mail.ru, sautmar@mail.ru

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева, Каменная степь Таловского района Воронежской обл, Россия
ВНИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии, г.Воронеж, Россия

В функционировании современных агроландшафтов огромная роль принадлежит лесокультурным биоценозам, сформированным в результате агрогенной эволюции естественных ценозов на протяжении последнего столетия. И одним из результатов этих изменения явилось трансформация условий увлажнения степных почв. Оптимальное обеспечение почв влагой является важной составляющей, обеспечивающих их высокую продуктивность.

Режимные систематические исследования за режимом влажности черноземов Каменной Степи нами были начаты в 2007 г. И этот период (2007-2019 гг.) по отношению

предыдущему климатическому циклу характеризовался как более сухая фаза среднемноголетних наблюдений. Рассматривая имеющиеся данные по количеству атмосферных осадков и среднемесячной температуре воздуха необходимо отметить их значительное варьирование и отклонения от среднемноголетних значений в ту или иную сторону.

По количеству атмосферных осадков, выпавших в сумме за год в Каменной Степи, близкие значения к среднемноголетним показателям отмечены в 2007 и 2008 гг. – 446,5-441,1 мм (среднее 438,4 мм). Предшествовавший началу периода наблюдений 2006 г по характеру увлажнения был наиболее влажным (611,6 мм). Минимальное количество осадков отмечено в 2009 г - 405,9 мм, что на 32,5 мм ниже среднемноголетних показателей. Наиболее увлажненными с максимальным количеством осадков 482,0 и 546, 3 мм характеризовались 2011 и 2012 гг.

Экстремальный по климатическим параметрам 2010 год по количеству атмосферных осадков был близок к среднемноголетним показателям – 454,1 мм, но характер их распределения был совсем иной. Если в зимние месяцы и начало весны (январь – март) выпало 122 мм осадков при среднемноголетней величине 54,7 мм, то уже в апреле месяце всего 9,5 мм при норме 29,2 мм, в мае 30,2 мм (норма 44,7 мм). Наиболее экстремальные по увлажнению условия с большим дефицитом влаги сложились в летние месяцы. Количество выпавших атмосферных осадков в июне составило ничтожно малую величину - всего 2,5 мм, в июле 19,8 мм и в августе 26,1 мм при среднемноголетних показателях соответственно 58,0, 62,4 и 54,4 мм. Таким образом, отличительной особенностью летнего периода 2010 г был существенный недобор атмосферных осадков.

Предшествовавший этому период конца 20 –го - начало - 21-го столетия (1990-2006 гг.) был более увлажнен. В течение этих лет отмечались годы с увлажненностью намного превышающих среднемноголетние показатели. Так, в 1992 г, 2000 г, 2001 г, 2004 г, 2005 г, 2006 г количество атмосферных осадков было наиболее высоким (более 600 мм) за весь период наблюдений в «Каменной Степи», за исключением 1925 г. с суммой осадков 826 мм.

Температурный режим, в общем, за время исследований отличался повышенным фоном. Так среднегодовая температура воздуха, превышала среднемноголетние показатели на 1,26 - 3,54 ^{0}С. Экстремально высокими значениями характеризовался 2010 г. В этом году средняя температура воздуха составила 8,73^0 С при норме 5,19^0 С. Высоким температурным фоном отличались также 2007 - 2008 гг. Значения были все же ниже чем в 2010 г, но они превышали отметку 8^0 С и равнялись соответственно 8,29-8,08 ^{0}С. В ряду рассматриваемых лет минимальная годовая температура воздуха отмечалась в 2006 г и 2011 г.

В связи с этим, в рассматриваемый период времени за теплое время, все годы исследования можно характеризовать повышенным температурным фоном и меньшим количеством осадков по сравнению со среднемноголетними. В подтверждении этого служат расчетные коэффициенты увлажнения по Иванову. Они оказались значительно меньше 1. Минимальное значение отмечено в 2010 г – 0,02-0,22. Максимальное, достигающее показателей 0,66, в летний вегетационный период 2006 г.

За холодный период значение коэффициента увлажнения, как правило, было выше 1 и достигало максимальных показателей в зимние месяцы.

В целом же годовые коэффициенты увлажнения по Иванову были выше среднемноголетних значений. Он варьировал в пределах от 1,26 до 2,45 при климатической норме 1,32.

Сочетание вышеуказанных климатических особенностей способствовали созданию большого разнообразия условий увлажнения почвенной толщи. Особенности накопления, поступления и расхода влаги под многолетней залежью, пашней и длительно произрастающей лесной полосой формировали характерный для каждого объекта исследований режим влажности.

Важным критерием интерпретации водного режима почв является оценка критических показателей влажности, определяющих изменения агроэкологических условий.

Остродискуссионным и не до конца решенным вопросом является проблема изменения водно-физических свойств степных почв (черноземов) при вовлечении их в активное сельскохозяйственное производство.

Наибольшая увлажненность почвенного профиля отмечается в ранневесенний период. Но характер вегетационного изменения гидрологического профиля зависел от условий использование и складывающихся гидротермических особенностей года. Основное пополнение запасов почвенной влаги черноземов отмечается в осенний период за счет атмосферных осадков. Более полное их пополнение происходит в годы с количеством осадков выше среднемноголетних значений и пониженным температурным фоном. В этот период пополнение запасов почвенной влаги в профиле почв происходит до значений предельной полевой или наименьшей влагоемкости.

В годы с сухой осенью, которые довольно часто наблюдаются в условиях юго-востока ЦЧЗ, и особенно с небольшой интенсивностью дождей в почвенной толще может отмечаться значительный дефицит влаги. Это положение может усугубляться ранним наступлением сильных морозов при практическом отсутствии снежного покрова. Почва в этом случае с осени промерзает на значительную глубину и это период может продолжаться до весеннего снеготаяния. В этом случае пополнение запасов почвенной влаги может начаться не ранее марта. Примером могут служит гидрологические периоды 2011 и 2012 гг.

Анализируя данные по наименьшей влагоемкости **(НВ)** чернозема обыкновенного различного характера использования, необходимо отметить резкое уменьшение данной категории влаги на пахотных участках. Наиболее существенные различия отмечаются в гумусово-аккумулятивном горизонте. В верхнем корнеобитаемом слое почвы (0-30 см) степной залежные участок превышал пахотный на 7,1 – 15,4 весовых процентов. В карбонатно-аккумулятивных горизонтах различия сглаживались, но все же оставалось хотя и небольшое преимущество почв не подверженных интенсивной обработке.

Чернозем обыкновенный на залежи косимой достигал значений превышающей наименьшею влагоемкость **(НВ-ПВ)** очень редко, лишь в отдельные годы (рис.1).

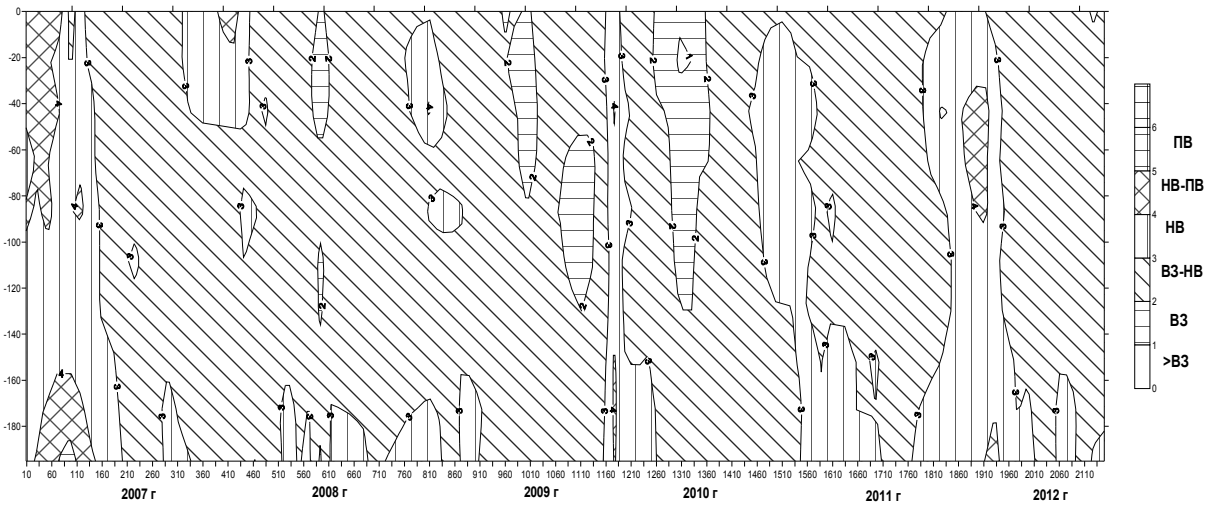


Рис. 1. Категория влаги на залежи косимой, 2007 - 2012 гг.

Таким примером может служит начало вегетации 2007 г. После оттаивания почвы и схода снега в гумусо-аккумулятивном горизонте происходило пополнение запасов почвенной влаги. Однако очаги этой влаги не велики и отмечены были фрагментарно по почвенному профилю. В карбонатном горизонте в этот период влажность соответствовала наименьшей влагоемкости. С нарастанием температуры в этот год происходила потеря влаги, и влажность почвы начиная с первой декады апреля в верхнем горизонте соответствовала влажности наименьшей влагоемкости **(НВ)** достигая таких же значений влаги в нижних горизонтах во второй половине июля. В целом рассматривая складывающиеся

гидрологический условия залежных степных почв за анализируемый период (2007 - 2014 гг.) можно отметить, что влажность была стабильна и в большей части соответствовала наименьшей влагоемкости **(НВ),** за исключением отмеченных особенностей начала 2007 г и летнего сезона 2010 г. Можно также констатировать незначительное по продолжительности иссушение гумусового горизонта, отмеченное нами в 2008-2009 гг. во второй половине августа – начало сентября. В этот временной промежуток влажность почвы на глубине 50-80 см соответствовала влажности завядания **(ВЗ)**.

Наиболее интересны в плане влагообеспеченности данные за 2010 г. когда были отмечены наиболее высокий температурный фон воздуха и с очень длительным периодом отсутствия атмосферных осадков. Анализ хроноизоплет объемной влажности почвы на различных угодьях показал, что чернозем обыкновенный на залежи косимой в условиях длительного периода практического отсутствия атмосферного увлажнения и высоких температур только в верхнем корнеобитаемом слое терял влагу до нижней границы предела влажности завядания **(ВЗ).** Длительность этого временного периода составила 49 дней (с 16 июля по 1 августа 2010 г). В более глубоких горизонтах почвы влажность почвы не выходила за пределы диапазона **(ВЗ-НВ)**.

В отличие от залежного степного участка чернозем пашни терял влагу до нижней границы влажности завядания **(ВЗ)** в более глубоких горизонтах почвенного профиля, и длительность этого периода была намного больше. В пахотном горизонте (0-20 см) продуктивная влага отсутствовала, начиная с конца мая до конца сентября (31 мая по 25 сентября 2010 г). Таким образом, практически весь вегетационный период проходил при полном отсутствии доступной влаги в пахотном горизонте.

Таким образом, проведенные исследования особенностей гидрологического режима черноземов показали преимущество степных аналогов. Отмечается сохранение высоких значений водопроницаемости по сравнению с пашней. Залежные участки (1882 г.) степных почв обладают более благоприятными гидрологическими характеристиками и лучшей влагообеспеченностью.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Л.В. Ширнина
ilgis@lesgen.vrn.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, г.Воронеж, Россия

Наблюдения за развитием болезней растений – неотъемлемая часть исследований в насаждениях древесных пород. Научные и практические работы и достижения отечественных и зарубежных исследователей в данном направлении имеют свою историю и изложены в многочисленных публикациях, анализ которых подробно изложен [10].

Изучение эпифитотических процессов в лесных насаждениях необходимо при работах по селекции и защите растений. При исследовании состояния древесных насаждений наибольше внимание фитопатологи уделяют развитию эпифитотийных болезней, приносящих значительный хозяйственный ущерб. Учение о динамике массовых вспышек болезней в лесных насаждениях – эпифитотиология – зародилось после выступления И.Г. Бейлина в 50-х годах XX века, в котором говорилось о необходимости комплексного подхода к пониманию зависимости уровня развития инфекции от факторов внешней среды, обусловливающих усиление вредоносности патогенных организмов. Это выступление стало отправной точкой развития данного направления науки. Основы сельскохозяйственой эпифитотиологии были заложены М.К.Степановым [7]. Основные положе-

ния данной работы не потеряли своей значимости до наших дней и способствовали развитию исследований в лесных насаждениях. В частности, подтвердилось предположение К.М. Степанова о наличии предэпифитотийной стадии в насаждениях древесных пород, включающей ряд неблагоприятных сезонов, определяемых климатом.

Отрывочные сведения о развитии эпифитотических процессов в лесах содержатся в публикациях многих ученых-фитопатологов. Заслуга первого обобщения всех имеющихся материалов принадлежит И.И. Минкевичу [4], который собрал их по крупицам, из многочисленных источников отечественных и зарубежных авторов и на этой основе разработал основные положения теории лесной эпифитотиологии. Несмотря на большое количество разрозненных данных о связи тех или иных проявлений инфекции с показателями погоды и климата, существенным пробелом в развитии эпифитотиологии древесных растений было отсутствие работ, в которых бы говорилось о выявлении определенных закономерностей в повторяемости эпифитотий. Лишь в работах двух авторов говорилось о многолетней динамике развития некоторых болезней лесных древесных растений. В.Г. Болычевцевым [1], при анализе кернов была выявлена регулярная повторяемость повреждения дуба черешчатого «кольцевой гнилью» примерно через 50 лет, при чередовании засушливых периодов с суровыми зимами. И.И. Журавлевым представлена многолетняя динамика развития шютте обыкновенного и снежного [5]. С.В. Шевченко [8] показан ход развития корневых гнилей в лесах Зап. Украины и его зависимость от лесорастительных условий. Основной причиной слабого развития эпифитотиологии И.И. Минкевич считал дефицит достоверных многолетних данных о поражении растений в определенные сроки, на определенной территории и на одних и тех же объектах, на основе которых возможно дальнейшее развитие теории эпифитотий и её практическое применение.

Такие закономерности в развитии эпифитотических процессов были выявлены в конце XX века. В.И. Крутов [2] установил общие и частные закономерности инфекционных процессов в насаждениях сосны обыкновенной в Карелии, разработал модели распространения, развития и прогноза эпифитотий шютте обыкновенного. Эти исследования подтвердили тесную связь патологических процессов с погодными условиями и климатом в целом, которую впервые показал И.И. Минкевич [5], анализируя различные факты, свидетельствующие о зависимости последующего развития болезней от степени отклонения основных (немногочисленных) погодных факторов от их среднемноголетних показателей, которые в различных географических точках могут различаться не только по величине, но и значению (засуха или избыточная влажность, мороз или засуха и т.п.).

Нашими исследованиями выявлены вполне определенные закономерности развития эпифитотий мучнистой росы дуба черешчатого (2002 г.) и глеоспориоза липы сибирской (1993 г.), связанные с погодными условиями и 11-летними циклами солнечной активности [10]. Характер проявление этих связей совершенно различен в двух патосистемх. Эпифитотии мучнистой росы наблюдаются ежегодно, уровень интенсивности болезни колеблется на определенном общем уровне, в пределах 3-4 баллов (рис. 1).

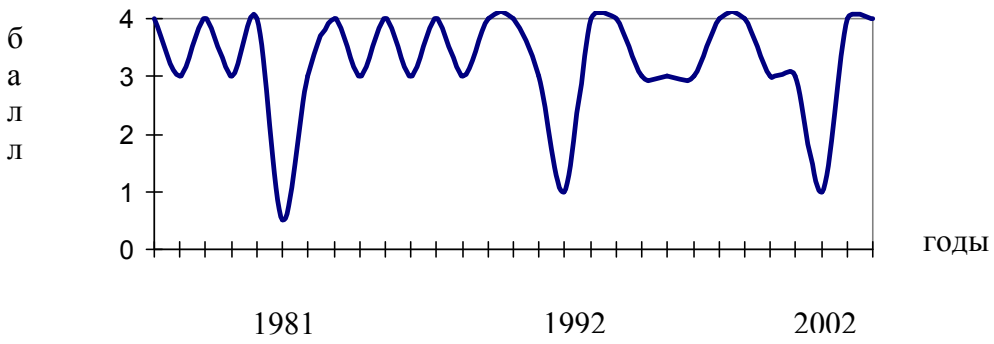


Рис. 1. Динамика развития эпифитотии мучнистой росы в период 1976-2004 гг.

Однако, периодически, на третий год после эпохи максимума солнечной активности, регистрируется депрессия болезни (рис. 2). Особенно значимым на приведенном графике является заметное нарушение обычного ритма с 90-х годов прошлого века, что, вероятно, связано с общими изменениями климата или уровня солнечной активности.

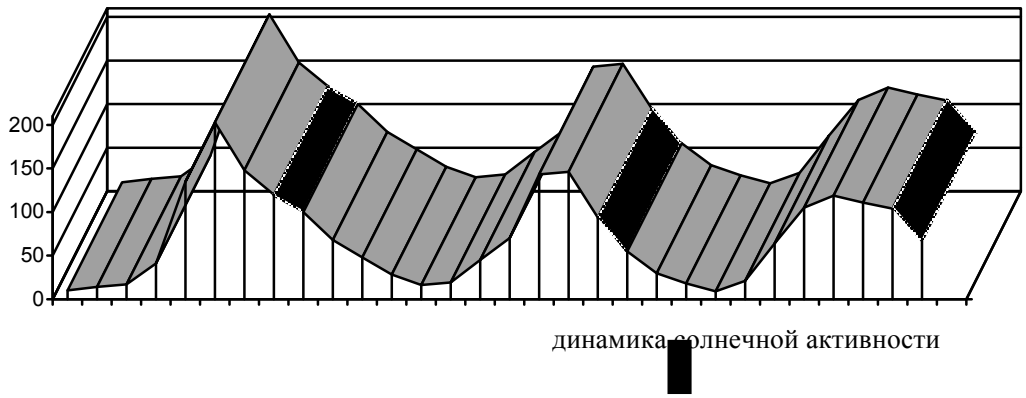
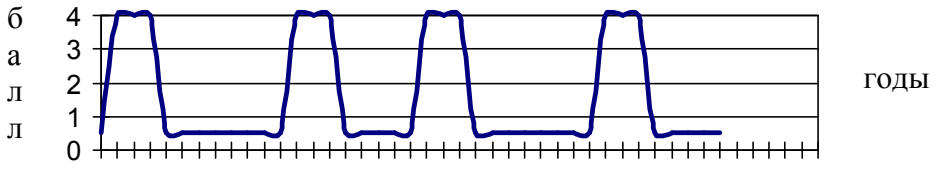


Рис. 2. Периоды депрессии мучнистой росы дуба ( ) на фоне изменений солнечной активности (в числах Вольфа) в период 1974-2002 гг.

Энфитотии глеоспориоза в Сибири (Кемеровская обл., «Липовый остров») периодически вспыхивают, развиваются в течение 10 лет, после чего затухают на срок 16 или 24 года (рис. 3). При отсутствии точных, подробных данных о погодных условиях всего периода развития энфитотий глеоспориоза, но основываясь на сведениях о наиболее засушливых годах (Ейзенрейх, 1959), была установлена одна из особенностей развития глеоспориоза. Вторая энфитотия была зафиксирована на 4-й год после сильной засухи 1921 г., две последующие – на 3-й год после засушливых 1947 и 1981 гг.



1891-1900	1901-1924	1925-1934	1935-1949	1950-1959	1960-1983	1984-1993

Рис. 3. Схема циклического развития глеоспориоза липы во времени

Нами выявлена такая закономерность: вспышки энфитотий происходят через каждые три 11-летних цикла солнечной активности, а именно в годы начала 13, 16 19 и 22-ой позиции Цюрихского ряда.

Выявление таких закономерностей позволяет прогнозировать в первом случае – дату депрессии мучнистой росы, когда защитные мероприятия не целесообразны, во втором случае – начало развития энфтиотии, развитие которой полностью угнетает репродуктивную сферу липы, что сказывается на ее медоносности и приводит к отсутствию семян и самосева.

Патосистемы в естественных насаждениях, нерегулируемых человеком полностью зависят от состояния среды их обитания. В искусственных насаждениях, в которых контроль и регуляция осуществляются человеком, развитие эпифитотий в большой мере также зависит от климата и погодных условий. Это особенно ярко проявляется при наблюдениях на одних и тех же объектах в течение различных сезонов вегетации.

В ходе многолетнего фитопатологического мониторинга (1974-2004 гг.) нами установлены зависимости развития компонентов некоторых патосистем от погодных условий [9, 10].

Фенология и начало развития возбудителя пузырчатой ржавчины сосны веймутовой прямо зависят от оптимального сочетания температуры и влажности воздуха. Биоэкологической особенностью возбудителя, определяющей возможность колонизации сосны, а также наиболее частое и сильное поражение деревьев, является требование большого количества осадков, приводящее к повышенной относительной влажности при пониженной температуре воздуха в период разлета базидиоспор. Оптимум условий инфицирования – 70 %-ная относительная влажность воздуха, способствующая прорастанию спор, температура воздуха 16^0С и осадки, особенно необходимые за двое-трое суток до заражения. Фенологическое развитие возбудителя на сосне веймутовой проходит по классической схеме, но сроки прохождения фенофаз и даты разлета спор варьируют по годам в зависимости от погодных условий осеннего периода и могут сдвигаться на одну декаду (рис. 4). Изменения в ходе инфекционного процесса на основных растениях-хозяевах патогена, видах смородины, зарегистрированы в Сибири (Сорокопудов, 2003): за 15 лет наблюдений с 1964 по 1978 гг. интервал между вспышками болезни сократился от 15 лет до 1 года.

Мучнистая роса дуба черешчатого – болезнь XX века. Первое сообщение о ее появлении в России опубликовано в 1909 году известным русским фитопатологом А.А. Ячевским. Возбудитель оказался не только агрессивным, но и активно распространился в течение первых двух во всем ареале дуба на территории европейской части страны и на Кавказе. Начало и степень развития мучнистой росы на дубе черешчатом определяется погодными условиями мая-июня. Для успешного течения болезни необходимы умеренные осадки (> 40 мм) и температура воздуха (16^0С).

Развитие глеоспориоза липы сибирской тесно связано с уровнем влагообеспеченности сезона вегетации. В июле, характеризующемся максимальной влагообеспеченностью в данном регионе, происходит резкая активизация патологического процесса.

Погодные условия влияют на особенности развития антракноза ореха грецкого и интенсивность болезни: для высвобождения и распространения сумкоспор, которые служат источником весеннего возобновления болезни, необходимы умеренные осадки (25-30 мм /декада), сопровождающиеся ветром. Первичное заражение растений происходит после наступления безморозного периода, когда среднесуточная температура воздуха переходит через 10^0 С, а температурным порогом весеннего проявления антракноза является 12-15^0С. Резкое повышение интенсивности болезни связано с наступлением устойчивой теплой погоды (> 20^0С) в сочетании с обильными осадками (35-95 мм) в июне-августе. Замечено, что отсутствие или незначительное количество осадков (0-10 мм) существенно сдерживает развитие антракноза. Согласно литературной информации сроки прохождения фаз развития болезни в Краснодарском крае, по сравнению с более южными регионами Италии, Болгарии, бывш. Югославии, сдвинуты на месяц позже.

С потеплением климата, вероятно, связано появление в ЦЧР в конце 80-х и начале 90-х годов прошлого века новой болезни каштана конского – бурой пятнистости, вызываемой сумчатым грибом из рода Guignardia (конидиальная стадия Phyllosticta), которая до этого была широко распространена и интенсивно поражала деревья только в южных регионах - в Краснодарском крае. Отмечена также заметная активизация тиростромоза, который в XX веке очень редко встречался и слабо поражал липу.

Выявленные особенности и закономерности патологических процессов, тесно и определенно связанные с погодой и климатом, скорее всего будут изменяться с нарастанием климатических изменений. Для получения достоверной информации подобного рода необходим длительный фитопатологический мониторинг на постоянных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болычевцев В.Г. Дендроклиматическое исследование фаута дуба в лесной опытной даче ТСХА / В.Г. Болычевцев // Докл. ТСХА. – 1967. – Вып. 24. – С. 297-303.

2. Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Карело-финского региона / В.И. Крутов. – Автореф. дисс…докт. биол. наук. – СПб-Пушкин, 1995. – 50 с.

3. Лобашов М.Е. Генетика / М.Е. Лобашов. – Л.: ЛГУ, 1969. – 752 с.

4. Минкевич И.И. Эпифитотиология грибных болезней лесных пород / И.И. Минкевич. – Л.: РИО ЛТА, 1977. – 64 с.

5. Минкевич И.И. Погода и болезни леса. Лекции / И.И. Минкевич. – Л.: ЛТА, 1979. – 48 с.

6. Минкевич И.И. География распространения и вредоносность болезней лесных пород: Учеб. пособие по лесн. фитопатол. для студентов специальности 1512 / И.И. Минкевич. – Л.: ЛТА, 1982. – 48 с.

7. Степанов К. М. Грибные эпифитотии (Введение в общую эпифитотиологию грибных болезней растений) / К.М. Степанов. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 471 с.

8. Шевченко С. В. Грибные эпифитотии в хвойных лесах Запада Украинской ССР / С.В. Шевченко // Автореф. дисс...докт. с.-х. наук. – Киев, 1974. – 37 с.

9. Ширнина Л.В. Ржавчина смородины и пятихвойных сосен (эколого-биологические, генетико-селекционные аспекты) / Л.В. Ширнина, В.Н. Сорокопудов, Е.А. Мелькумова; под. ред. Л.В. Ширниной. – Воронеж: Научая книга, 2009. – 108 с.

10. Ширнина Л.В. Мониторинг патосистем в лесных насаждениях: экобиологические основы и практическое значение / Л.В. Ширнина, В.К. Ширнин, И.Я. Львович. – Воронеж: Научная книга, 2014. – 214 с.

11. Servant H. Traitement de la roulle du Beaupre: Des espoirs / H. Servant // Foret privee. – 2000. – V. 45, № 265. – P. 51-61.

РАЗДЕЛ 5. ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОРОДАХ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Е.А. Алябышева, Ю.С. Алябышева
e_alab@mail.ru

Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола, Россия

На формирование неоднородной городской среды оказывают значительное влияние природно-географические (климатические), исторические и социальные условия. Природно-географический фактор в процессе воздействия на формирование и функционирование городской среды обладает относительной стабильностью влияния (Трифонова, Мищенко, Чеснокова, Краснащеков, 2010).

К настоящему времени доказано, что в крупных городах, и в особенности многомиллионных мегаполисах, проявляются разнообразные последствия происходящих и ожидаемых изменений климата. Происходящие изменения климата сказываются и на мезоклимате и микроклимате территории (Ляхов, 2006; Шкляев, Ермакова, Шкляева, 2010).

Целью исследования являлось проведение оценки состояния микроклимата и микроклиматических особенностей на примере различных функциональных зон г. Йошкар-Олы.

Город Йошкар-Ола расположен в умеренном климатическом поясе в пределах умеренно-континентального типа климата; имеет выраженные четыре времени года, с теплым летом и умеренно-холодной зимой. Основные климатообразующие факторы: солнечная радиация, подстилающая поверхность, циркуляция атмосферы. Средняя годовая температура воздуха в городе составляет 3,2°С; средние температуры января -12,4°С, июля +18,6°С; зарегистрированы максимальная (+40°С) и минимальная (-47°С) температуры. Территория Республики Марий Эл относится к зоне неустойчивого увлажнения. На территории города Йошкар-Олы количество осадков составляет около 550 мм в год. Большая часть осадков выпадает в виде дождя. В холодное время года выпадает до 135 мм осадков в виде снега, высота снежного покрова составляет в среднем 35-50 см. Устойчивый снежный покров лежит в среднем 155 дней. Средняя скорость ветра в год достигает 4-5 м/с. В теплый период года преобладают северо-восточные, северные, северо-западные и западные ветры, а в холодный период – южные, юго-западные и юго-восточные. Вегетационный период продолжается 126-128 дней. Климатические особенности территории, на которой расположен город Йошкар-Ола, благоприятны для произрастания пород деревьев и кустарников, встречающихся в умеренных широтах (Экология города Йошкар-Олы, 2004).

В работе были обследованы три функциональные зоны г. Йошкар-Олы: *жилая*: ул. Водопроводная, 121; ул. Красноармейская, 97; ул. Красноармейская, 120; ул. Первомайская, 109; ул. Кремлевская, 25; ул. Кирова, 11; ул. Кирова, 15а; Ленинский проспект, 10а; ул. Рябинина, 12; ул. Рябинина, 38; ул. Тюленина, 68; ул. Мира, 31; Пролетарская, 17; ул. Чехова, 17; *производственная*: ул. Карла Либкнехта, 69а; ул. Машиностроителей, 57; ул. Строителей, 29; ул. Строителей, 103а; ул. Суворова, 17; ул. Суворова, 17 (парк рядом с ЗПП); ул. Суворова, 13а; *рекреационная*: лесопарк «Сосновая роща». Измерения микроклиматических данных велись на высоте 1,5-2,0 м с помощью прибора – Метеоскоп-М. В работе учитывали среднюю температуру воздуха (°С), относительную влажность воздуха (%) и скорость движения воздушных масс (м/с).В дальнейшем нами были рассчитаны ко-

эффициенты ослабления скорости ветра (K = Vc/Vp), разности температуры ΔT=Tc-Tp) и влажности (Δf = fc-fp).

В ходе однофакторного дисперсионного анализа (модель 1) и множественного сравнения выборок по Scheffe test было выявлено статистически значимое влияние фактора – зона на температуру воздуха ($p<10^{-6}$).В ходе исследования было отмечено, что температура воздуха в жилой зоне города была на 2,4-2,6°С выше, чем на территории лесопарка «Сосновая роща». Разница температур между промышленной и рекреационной зонами составила 1,3-1,8°С.То есть, на территории жилой застройки города возникают так называемые «острова тепла». Возникновение таких островов тепла является примером непреднамеренных изменений климата. Интенсивность и размеры острова тепла изменяются во времени и в пространстве под влиянием фоновых метеорологических условий, местных особенностей и характеристик города. Таким образом, остров тепла является отражением суммы микроклиматических изменений, связанных с антропогенным преобразованием горизонтальной поверхности. Даже изолированный комплекс зданий создает микроклимат, отличный от того, который был бы на этой местности в естественном состоянии (Оке, 1982; Басыйров, 2013).

Относительная влажность воздуха на территории лесопарка «Сосновая роща» была на 1,9-3,7% выше, чем на селитебной территории. Разница данных значений между промышленной и рекреационной зонами была меньше (Δf = -0,7 – -1,7%). Из литературных источников известно, что зеленые насаждения смягчают излишнюю сухость или наоборот, переувлажнение воздуха (Стольберг, 2000; Ильченко, 2008; 2014).

Нами было отмечено, что значения коэффициента ослабления скорости ветра изменялись от 0,90 до 1,51. При этом наибольшее отличие в скорости ветра наблюдалось в промышленной зоне г. Йошкар-Олы. Результаты однофакторного дисперсионного анализа (модель 1) и множественного сравнения (Scheffe test) показали, что фактор – зона оказывал статистически значимое влияние на значения данного параметра (p = 0,000008). Из литературных источников известно, что на участках, поросших высоким кустарником, скорость ветра почти в 2 раза меньше, чем на открытом месте, в лесу на расстоянии 150-200 м от опушки даже сильный ветер уменьшается под кронами до штиля (Басыйров, 2013).

Таким образом, результаты исследований могут быть использованы при организации геоэкологического мониторинга и эколого-гигиенического зонирования городской среды, для принятия архитектурно-планировочных решений на этапе проектирования промышленных объектов и жилых застроек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басыйров А.М. Экология города / А.М. Басыйров. – Казань: КФУ, 2013. – 96 с.
2. Воскресенская О.Л. Экология города Йошкар-Олы / Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Копылова Т.И., Сарбаева Е.В., Баранова А.Н. – Йошкар-Ола, 2004. – 200 с.
3. Ильченко И.А. Влияние основных экологических факторов городской экосистемы на здоровье горожан / И.А. Ильченко // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион: Естественные науки. – 2008. – № 5. – С. 92-94.
4. Ильченко И.А. Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата / И.А. Ильченко // Вестник Таганрогского ин-та управления и экономики. – 2014. – № 1 (19). - С. 37-42.
5. Ляхов А.А. Влияние экстремальных гидрометеорологических условий на эффективность хозяйственной деятельности жилищно-коммунальной отрасли в мегаполисах / А.А. Ляхов, И.Ю. Тимофеев // Международная конференция по проблемам гидрометеорологической безопасности. Тезисы докладов. – М., 2006. – С. 40.
6. Оке Т.Р. Климаты пограничного слоя / Т.Р. Оке. – Л., 1982. – 360 с.
7. Стольберг Ф.В. Экология города / Ф.В. Стольберг. – Киев, 2000. – 464 с.
8. Трифонова Т.А. Комплексная оценка пространственно-временной динамики урбанизированной территории / Т.А. Трифонова, Н.В. Мищенко, С.М. Чеснокова, А.Н. Краснащеков. – Владимир, 2010. – 76 с.

9. Шкляев В.А. Исследование микроклимата города с целью оценки биометеорологических показателей селитебной территории / В.А. Шкляев // Географический вестник. - 2010. – № 3. – С. 52-59.

ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА КРУПНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

А.Н. Витченко
dr.vitchenko@rambler.ru

Белорусский государственный университет, г.Минск, Беларусь

Ветровой режим оказывает влияние на все стороны жизни населения. Без метеорологической информации о ветре не могут обойтись авиация, морской, железнодорожный и автомобильный транспорт. От него зависят коммунальные службы городов, градостроительство, размещение промышленных предприятий в городах, сельскохозяйственное производство, ветровая энергетика т.д. [3].

Ветер способствует переносу воздушных масс с разными физическими свойствами, выравнивает температурные различия между отдельными районами города, оказывает существенное влияние на состояние загрязненности его атмосферного воздушного [1]. Ветер влияет на самочувствие и работоспособность людей. Он является одним из ведущих факторов, формирующих реакции теплоощущения и процессы теплообмена у человека [2].

Принимая во внимание большое влияние ветрового режима на все сферы жизни и деятельности населения, необходимо постоянно учитывать и контролировать пространственно-временные закономерности его изменения.

Для характеристики ветрового режима городов были использованы средние суточные данные ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиационного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь о скорости и направлении ветра за 36-летний период (1980–2015 гг.), которые были затем обобщены и интерпретированы с учетом их сезонной динамики и межгодовой изменчивости.

В среднем по Республике Беларусь в период 1980-2015 гг. преобладает ветер западного направления с повторяемостью 18,2%. Однако, в некоторых городах, таких как Витебск и Гомель, господствуют южные и юго-западные ветра. Повторяемость южного ветра в среднем составила 16,6%. Ветры юго-западного направления отмечаются в крупных городах Беларуси с повторяемостью 14,4%. Повторяемость северо-западного ветра составила 12,1%, а юго-восточного – 11,6%. Ветры восточного и северного направлений наблюдались примерно с одинаковой повторяемостью – 10,0% и 9,6% соответственно. Минимальная повторяемость соответствовала северо-восточному ветру – 7,7%, что является закономерным для всех рассматриваемых городов, кроме Витебска. Повторяемость штилей в среднем составила 9,4%, в основном за счет их высокой повторяемости в Гродно, Гомеле и Витебске (табл. 1).

Максимальные значения средней скорости ветра за исследуемый период наблюдаются на западе и востоке Беларуси, а минимальные – в центре страны. На остальной территории Беларуси отмечается скорость ветра, близкая к средней по республике.

Наиболее значительная средняя скорость ветра наблюдается в г. Могилеве – 3,8 м/с при коэффициенте вариации (Cv) 7,93%. Для г. Гродно также характерна высокая средняя скорость ветра, равная 3,6 м/с при Cv 10,23%. Значительно ниже скорость ветра в г. Бресте, где она составляет 2,6 м/с при Cv – 9,83%. Среднегодовая скорость ветра в г. Витебске равна 2,5 м/с при Cv 19,3%. В г. Гомеле средняя скорость ветра равна 2,4 м/с при Cv 17,26%. Наименьшая среднегодовая скорость ветра характерна для г. Минска – 2,3 м/с при Cv 21,63%.

Таблица 1. Средняя повторяемость направления ветра и штилей в крупных городах Беларуси за период 1980-2015 гг., %

Город	Направление ветра								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Брест	8,3	6,9	13,5	13,0	13,1	15,2	19,6	11,2	6,0
Витебск	8,4	9,6	7,7	10,0	20,0	17,9	18,8	7,5	10,0
Гомель	10,6	8,1	12,0	10,9	17,4	13,7	12,9	14,4	10,7
Гродно	10,8	5,5	8,3	11,5	16,9	12,9	21,2	12,8	13,5
Минск	9,9	8,0	10,2	10,7	16,3	13,4	17,3	14,4	9,0
Могилев	9,5	8,1	8,1	13,4	16,1	13,5	19,1	12,3	7,0
Среднее по РБ	9,6	7,7	10,0	11,6	16,6	14,4	18,2	12,1	9,4

Скорость ветра в 1980-2015 гг. в крупных городах Беларуси характеризуется умеренной временной изменчивостью. Наибольшая межгодовая изменчивость скорости ветра характерна для г. Минска (среднее квадратичное отклонение (σ) 0,49%) и г. Витебска (σ, 0,49%), а наименьшая – для г. Бреста (σ, 0,26%) (рис. 1).

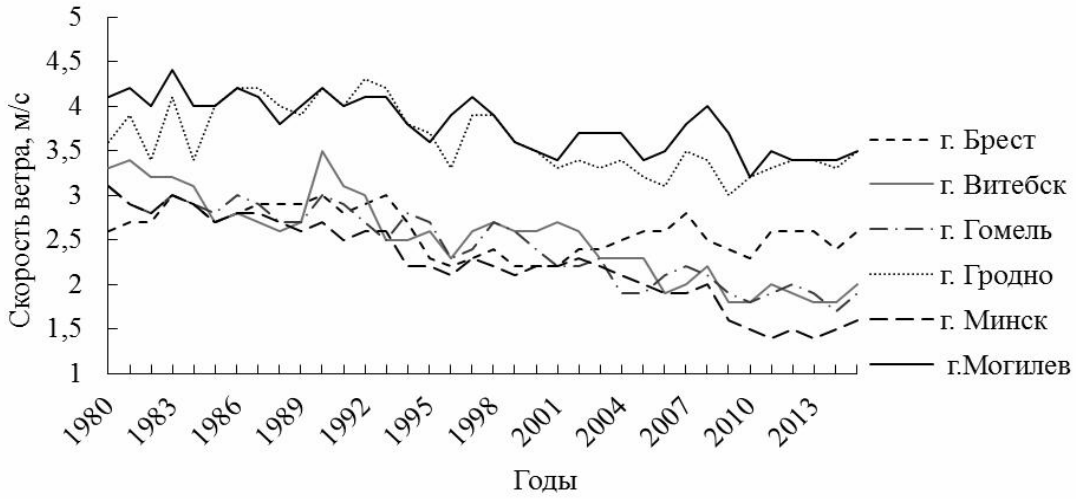


Рис.1. Средняя скорость ветра в крупных городах Беларуси за период 1980-2015 гг. м/с

Тренд-анализ выявил временную тенденцию ослабления средней годовой скорости ветра по всей территории Беларуси от 3,3 м/с в 1980 г. до 2,5 м/с в 2015 г. В среднем она составила 2,9 м/с при Cv 11,9%.

В крупных городах Беларуси за период 1980-2015 гг. в январе наибольшая повторяемость соответствует западному (21,2%), юго-западному (19,4%) и южному (19,4%) ветрам. Наименьшей повторяемостью в этом месяце характеризуется северо-восточный ветер (5,6%), а в таких городах как Брест и Витебск – северный (5,1%) и восточный (5,0%) ветры соответственно.

В апреле наибольшая повторяемость характерна для восточного (18,5%) и западного (15,3%) ветров в г. Бресте, южного (17,8%) ветра в г. Витебске, восточного (17,8%), западного (15,6%) и юго-западного (13,8%) ветров в г. Гомеле, западного (16,3%), северо-западного (15,5%) и северного (14,0%) ветров в г. Гродно, западного (14,6%), северо-западного (14,4%) и восточного (13,7%) ветров в г. Минске, юго-восточного (16,6%), западного (15,3%) и южного (13,9%) ветров в г. Могилеве. Наименьшей повторяемостью в этом месяце обладал ветер северо-восточного направления в Бресте (8,9%), Гродно (7,8%) и Могилеве (10,0%); северо-западного направления в г. Витебске (6,8%), западного направления в г. Гомеле (9,6%) и юго-западного направления в г. Минске (9,6%).

Ветры северо-западного, западного и северного направлений обладали наибольшей повторяемостью в июле в Гомеле (20,0%, 15,8%, 14,1% соответственно), Гродно

(19,8%, 23,0%, 14,1%), Минске (19,8%, 16,6%, 14,5%) и Могилеве (16,7%, 19,7%, 13,2%); западного направления – в г. Бресте (23,1%), и западного, юго-западного и южного направлений – в г. Витебске (19,8%, 14,2%, 13,8% соответственно). Ветры юго-восточного направления характеризуются наименьшей повторяемостью в июле в г. Бресте (7,7%) и г. Минске (7,5%); восточного направления – в г. Витебске (8,0%) и г. Могилеве (8,3%); северо-восточного направления в г. Гродно (6,2%); юго-восточного и северо-восточного направлений – в г. Гомеле (по 8,9%).

В октябре наибольшая повторяемость соответствует южному (20,6%), западному (18,6%), юго-западному (17,6%) ветрам. Наименьшей повторяемостью в этом месяце характеризуется северо-восточный ветер (5,1%), а в г. Витебске – ветер восточного направления (5,1%).

Наибольшая средняя скорость ветра в крупных городов Беларуси в период 1980-2015 гг. наблюдается в зимний сезон, а минимальная – в летний, что позволяет сделать вывод о повышении скорости ветра от лета к зиме.

Максимальные значения средней январской скорости ветра за исследуемый период отмечаются в г. Могилеве – 4,5 м/с при Cv 8,05%, а минимальные в г. Минске – 2,7 м/с при Cv 7,60%. Максимальная средняя за период скорость ветра в июле наблюдалась в г. Гродно – 3,0 м/с при Cv 8,04% и г. Могилеве – 3,0 м/с при Cv 7,17%, минимальная также в г. Минске – 1,8 м/с при Cv 5,94%.

Кроме того, более высокая средняя скорость ветра наблюдается в первой половине рассматриваемого периода, что свидетельствует об общей тенденции к снижению скорости ветра в крупных городах Беларуси.

При сохраняющейся тенденции изменения скорости ветра ее средняя годовая величина к 2030 г. в г. Бресте сократится более чем в 8 раз, а именно с 2,6 м/с до 0,3 м/с. Скорость ветра в г. Витебске уменьшится с 2,5 м/с до 1,1 м/с. В Гомеле скорость ветра снизится почти в 5 раз: с 2,4 м/с до 0,5 м/с. Незначительно уменьшится скорость ветра в г. Гродно, где разница между средней за период и прогнозируемой скоростью ветра составляет 0,2 м/с.

Таблица 2. Изменение средней годовой скорости ветра в крупных городах Беларуси согласно прогнозного сценария на 2030 г.

Город	Временная функция*	Среднеквадратичное отклонение, σ	Доверительный интервал при p (α = 0,05)	Средняя скорость ветра за 1980-2015, м/с	Скорость ветра в 2030, м/с
Брест	$y = 2{,}8107e^{-0{,}004x}$	0,26	± 0,08	2,6	0,3
Витебск	$y = 3{,}3904e^{-0{,}017x}$	0,49	± 0,16	2,5	1,1
Гомель	$y = 3{,}2227e^{-0{,}016x}$	0,42	± 0,14	2,4	0,5
Гродно	$y = 4{,}0623e^{-0{,}006x}$	0,37	± 0,12	3,6	3,4
Минск	$y = 3{,}235e^{-0{,}021x}$	0,49	± 0,16	2,3	1,2
Могилев	$y = 4{,}2435e^{-0{,}006x}$	0,30	± 0,10	3,8	0,7

**Рассчитана по уравнению регрессии*

В два раза снизится скорость ветра в г. Минске: с 2,3 м/с до 1,2 м/с в 2030 г. Значительным уменьшением скорости ветра характеризуется г. Могилев, скорость ветра которого снизится с 3,8 м/с до 0,7 м/с (табл. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Заварина М.В. Строительная климатология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 312 с.
2. Келлер А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.И. Кувакин. – СПб.: Петроград, 1999. – 256 с.
3. Шталь В.А. Прикладная климатология / В.А. Шталь, Н.Ф. Белов, Г.В. Циценко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 169 с.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ Г. ВОРОНЕЖА

Т.А. Девятова, Ю.С. Горбунова
gorbunova.vsu@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Воронеж – крупнейший промышленный центр Центрального Черноземья занимает площадь 600 км^2, население более 1 млн. человек. Он расположен на юго-восточной окраине Среднерусской возвышенности в бассейне Среднего Дона. Город вытянут с севера на юг более чем на 20 км, а с запада на восток – на 10 км. В меридиональном направлении территорию города пересекает долина реки Воронеж, расширяющаяся в черте города в пределах акватории созданного в 1972 г. Воронежского водохранилища. Правобережная часть города представляет собой высокое холмистое суглинистое плато с абсолютными отметками высот от 100 до 160 м и перепадом относительных высот около 35 м. Левобережная часть – пониженная выровненная поверхность надпойменной террасы, возвышающаяся над урезом водохранилища на 15-25 м, преимущественно песчаного гранулометрического состава [4].

В зональном отношении Воронеж – это типичная лесостепь с присутствием выщелоченных черноземов, которые в девственном состоянии были покрыты разнотравно-луговым степным травостоем. Междуречье Дона и Воронежа характеризуется неоднородностью почвообразующих пород – это супеси, различные суглинки, подстилаемые супесями с прослоями песка. На них формировались черноземы супесчаного, легкосуглинистого, реже – среднесуглинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава. За более чем 400-летнюю историю города в результате строительных работ с перемещением грунта, переуплотнения, загрязнения бытовыми, строительными и транспортными отходами сформировались урбаноземы. Отличительными чертами урбаноземов являются: нарушенность или отсутствие генетических горизонтов, сдвиг pH в кислую или щелочную сторону, повышенная плотность, наличие включений строительно-бытового мусора, присутствие слоя антропогенных отложений различной мощности, наличие загрязняющих веществ и патогенной микрофлоры. Ненарушенные почвы в городе сохранились только на территориях старых городских парков [5].

Цель: изучить физико-химические, химические и биологические характеристики почв на территории г. Воронежа.

В задачи исследований входило: 1 – закладка почвенных разрезов и их морфологическое описание; 2 – определение физико-химических и химических свойств; 3 – определение эмиссии CO_2 почвой; 4 – вариационно-статистическая обработка полученных результатов с использованием программ Stadia и Microsoft Excel и их сравнительный анализ.

Объектом исследования являются почвы в пределах г. Воронежа, представленные черноземом выщелоченным разной мощности и гранулометрического состава. Он занимает плакорные возвышенности территории Правобережья реки Воронеж. В поймах рек Дон и Воронеж находятся различные аллювиальные почвы легкого гранулометрического состава, небольшими пятнами обнаруживаются серые лесостепные почвы различного

гранулометрического состава. В процессе длительного антропогенного воздействия почвы города сильно изменились. Они сильно уплотнены, загрязнены строительными и бытовыми отходами, в них практически отсутствуют генетические горизонты [1].

Отбор почвенных образцов проводился послойно, каждые 10 см. В почвенных образцах определялись основные физико-химические и химические показатели по общепринятым методикам [2]. Эмиссию CO_2 почвой оценивали газовохроматографическим методом.

На территории городской застройки вследствие многолетнего загрязнения угольной золой (с момента основания города вплоть до конца XX века) произошло явное подщелачивание почв. Почвы, занятые зелеными насаждениями, характеризуются нейтральной реакцией среды. Например, pH почв дендрария ГЛТА – 6,4, почв опытной станции ВГАУ – 6,6, ботанического сада ВГУ – 6,6, лесного массива ОКБ – 6,2. Несколько снижен pH почв левобережного лесничества – 5,2-5,8. Но это снижение носит естественный характер для лесной почвы легкого гранулометрического состава. Состояние почвенно-поглощающего комплекса почв данной категории земель является также типичным для естественных типов и разновидностей. Так, емкость катионного обмена чернозема выщелоченного опытной станции ВГАУ составляет 25,3 мг-экв/100 г почвы, дендрария – 24,5 мг-зкв/100 г почвы, ботанического сада – 28,4 мг-экв/100 г почвы. Несмотря на сильную пестроту физико-химических показателей почв г. Воронежа, в них намечаются определенные закономерности их трансформации: 1 – на фоне повышения реакции среды происходит нивелирование показаний pH и стабилизация в области нейтральных значений, 2 – по мере увеличения pH растет емкость поглощения почв, 3 – по мере продвижения от центра города к его окраинам и к загородным почвам становится все шире диапазон колебаний pH почвы, степени насыщенности основаниями и доли поглощенного кальция, 4 – в этом же радиальном направлении стабильно растет величина гидролитической кислотности.

Все почвы города, в том числе черноземы, малогумусны (табл. 1). Вероятно, в жестких техногенных условиях происходит интенсификация процессов разложения гумусовых веществ, диспергирование и вынос ранее накопленного гумуса, т.е. наблюдается химическая эрозия почв. Кроме того в зоне городской застройки почвенный покров частично или полностью разрушен, растительный опад практически отсутствует, и новообразование гумусовых веществ происходит чрезвычайно низкими темпами или не происходит совсем. Данные по содержанию гумуса обнаруживают сравнительно невысокое его количество в почвах практически всех типов местообитания растений. Большие его количества приходятся на нарушенные и вновь образованные слои почв садов и огородов.

Высокое содержание гумуса наблюдается в почвах парков, что связано со значительным ежегодным растительным опадом. Почвы берегов водохранилища и р. Дон содержат крайне мало гумуса, что объясняется характером растительности, сильно обедненной человеком. Содержание гумуса в почвах территории городской застройки сильно колеблется в зависимости от объекта. В жилых зонах в насыпных культуроземах содержание гумуса высокое, на промплощадках – минимальное (табл. 1).

Содержание общего азота в почвах города невысокое. Причем, колебание по различным почвам весьма велико. Больше валового азота обнаруживается в сильноокультуренных почвах и культуроземах, что говорит о его антропогенном происхождении. Максимальное количество азота приходится на почвы садов и огородов, что объясняется высоким уровнем окультуренности этих почв, возможным частым внесением органических удобрений. Минимальные количества валового азота установлены в почвах, прилегающих к водохранилищу. В почвах территории городской застройки этот показатель сильно изменяется, не согласуясь с содержанием валового азота в зональных почвах.

Содержание обменного аммония и нитратного азота в почве также сильно варьирует. Положительной корреляции между содержанием валового азота и его подвижных форм не установлено, что говорит о нарушении естественного азотного обмена.

Обеспеченность почв доступным фосфором колеблется от 1,7 до 19,3 мг/100 г. Такой широкий разброс содержания подвижного фосфора охватывает всю шкалу оценки

обеспеченности по Чирикову, начиная от очень низкой и кончая высокой (от 2 до 20 мг/100 г.). В группу некарбонатных почв попали все почвы дачной и рекреационной зоны и некоторые городские почвы скверов, парков и газонов. Отмечается высокая обеспеченность почв огородов, садов, скверов подвижным фосфором и низкая обеспеченность почв зоны отдыха, лесных массивов, пионерских лагерей, дамб, водоразделов. При этом количественные перепады содержания подвижного фосфора не всегда согласуются с содержанием гумуса и гранулометрическим составом (табл. 1).

Таблица 1. Химические свойства почв г. Воронежа

Глубина, см	Гумус, %	$N_{общ.}$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
		мг/кг почвы			мг/100г почвы	
Чернозем выщелоченный (промземли)						
0-10	4,99	1910	18/,3	16,2	4,9	33,8
10-20	4,42	-	-	-	2,0	17,1
Темно-серая лесная (промземли)						
0-10	4,22	1436	18,7	14,4	6,7	12,3
10-20	3,87	-	-	-	5,6	8,5
Урбанозем (промземли)						
0-10	4,45	1703	17,6	54,7	11,5	42,6
10-20	4,19	-	-	-	10,2	28,8
Чернозем выщелоченный (селитебная зона)						
0-10	4,92	2208	18,3	36,0	6,1	19,8
10-20	4,62	-	-	-	2,1	13,0
Темно-серая лесная (селитебная зона)						
0-10	4,89	1927	18,7	19,2	4,8	9,5
10-20	4,33	-	-	-	3,7	13,1
Урбанозем (селитебная зона)						
0-10	5,04	2246	14,6	30,7	6,0	5,5
10-20	4,77	-	-	-	3,2	5,5
Чернозем выщелоченный (рекреационная зона)						
0-10	5,30	2473	16,3	21,8	24,9	30,5
10-20	4,90	-	-	-	25,1	16,3
Темно-серая лесная (рекреационная зона)						
0-10	5,01	2340	20,6	46,5	3,0	27,5
10-20	4,82	-	-	-	2,2	15,5

Содержание подвижного калия в городских и загородных почвах еще более контрастно от 3 до 77 мг/100 г, что говорит не только о его природной изменчивости, но и о решающей роли в этом техногенной миграции калия. Естественные почвы обеднены калием. Это вполне согласуется с облегченным гранулометрическим составом. Почвы пригорода мало обеспечены подвижным калием, а вариабельность его содержания не высокая. В городе, наоборот, содержание калия резко меняется. Локально, но достаточно часто концентрация подвижного калия резко возрастает во много раз и достигает 70-80 мг/100 г, то есть 0,07-0,08%. Заметно расширяется и диапазон колебания содержания калия от 3 до 80 мг/100 г. Не удалось выявить наличие достоверной корреляции содержания калия с другими компонентами и свойствами почвы, что обусловлено техногенным влиянием. И подтверждением тому являются многочисленные случаи разбрасывания калийных солей на тротуары и дороги города в зимний период с целью борьбы с гололедом [3].

Эмиссия CO_2 урбаноземами возрастает по сравнению с пригородными почвами в рекреационных зонах в 1,5 раза, а в селитебных и промышленных зонах – в 3-5 раз. Кроме того, выявлены локальные точки, расположенные в близи химических предприятий, где эмиссия CO_2 почвой увеличена до 40 раз по сравнению с пригородными почвами (рис. 1).

Таким образом, аэротехногенное загрязнение почв выбросами предприятий и транспорта усиливает минерализацию органического вещества почвы, увеличивает его лабильность. Такие тенденции связаны, вероятно, с неспецифическими адаптивными реакциями почвенного микробного комплекса в условиях загрязнения. Поступление в почву органических веществ техногенного происхождения также могло влиять на усиление процессов минерализации, вследствие «затравочного эффекта». Например, известен факт усиления эмиссии CO_2 из почвы при невысоких концентрациях бенз(а)пирена (Вишенкова и др., 1980). По нашим данным низкие концентрации нефтепродуктов также приводят к усилению «дыхания» почвы.

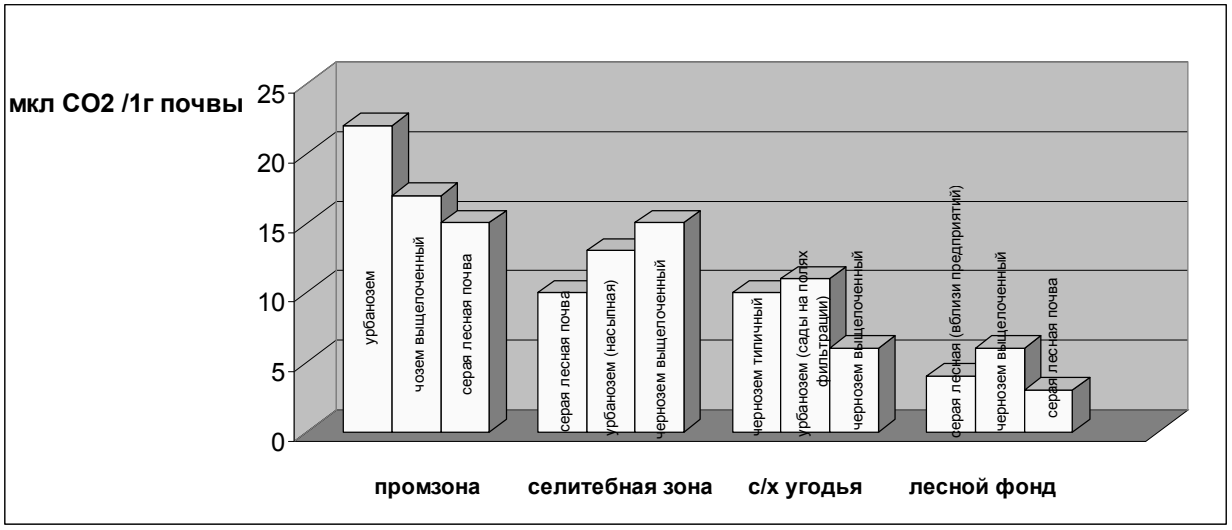


Рис. 1. Эмиссия CO_2 почвами различных категорий земель г. Воронежа

Вывод: техногенное воздействие на почвенный покров города значительно влияет на эмиссию CO_2 из почвы. Повышение ее в техногенно загрязненных почвах связано с усилением минерализации органического вещества и снижением ресурса гумуса. Можно полагать, что в условиях загрязнения усиление потерь углерода зависит от изменений в метаболизме почвенных микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров г. Воронежа и его экологические функции / Б.П. Ахтырцев // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996. С. 94-97.

2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. – М.: МГУ, 1998. – 272 с.

3. Девятова Т.А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР: диссертация / Т.А. Девятова // ВГУ науч. консультент: А.П. Щербаков, И.И. Васенев. – Воронеж, 2006. – 354 с.

4. Михно В.Б. Природные ресурсы и ландшафтно-экологическое состояние Центрального Черноземья. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 126 с.

5. Середа Л.О. Эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения почвенного покрова промышленных городов : монография / Л.О. Середа, С.А. Куролап, Л.А. Яблонских. - Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2018. – 196 с.

ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРОСТРАНЯЕМОСТЬ АНТРОПОГЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

С.А. Епринцев, О.В. Клепиков, С.В. Шекоян, Е.В. Жигулина
esa81@mail.ru

Воронежский государственный университет, Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Воронежский государственный университет инженерных технологий, г.Воронеж, Россия

Микроклимат города является одним из определяющих условий распространения факторов экологического риска – антропогенных поллютантов в природных средах (преимущественно в атмосфере). К числу основных микроклиматических условий, имеющих преимущественное значение для накопления или рассеивания атмосферных загрязнителей, относится аэрация и степень естественного самоочищения атмосферы [5].

Степень самоочищения атмосферы оценивается рядом климатических показателей, а самым распространенным считают метеорологический потенциал самоочищения атмосферы, который определяется путём сопоставления факторов, способствующих накоплению антропогенных поллютантов в атмосфере (полный штиль или скорость ветра менее 1 м/с, а также туман) и факторов, способствующих рассеиванию антропогенных поллютантов (осадки более 0,5 мм, а также ветер со скоростью более 6 м/с) [5].

Градостроительным кодексом РФ рекомендуется для жилой застройки выбирать участки с благоприятным метеорологическим потенциалом самоочищения атмосферы, когда повторяемость атмосферных процессов, способствующих рассеиванию атмосферных примесей, больше, чем повторяемость процессов, ведущих к аккумуляции атмосферных загрязнений [1-5, 7].

Прогноз формирования микроклимата под влиянием градостроительного освоения территории осуществляется на основе установленной эффективности архитектурно-планировочных средств регулирования микроклимата. Для этого необходимы следующие сведения: планировка улично-дорожной сети; плотность и этажность застройки; характер озеленения и благоустройства [1-5, 7].

В настоящее время разработаны как графоаналитические методы расчета ветрового режима, так и методы его физического моделирования (в аэродинамической трубе и гидролотке). Однако методы моделирования не всегда предоставляется возможным использовать, поэтому, как правило, в процессе архитектурного проектирования применяют графоаналитические методы [5].

С характеристикой ветрового режима непосредственно связана оценка и расчет зон снегоотложений и пылепереноса. Количество переносимого снега определяется интенсивностью и продолжительностью метелей за зимний период и подсчитывается на основе метеорологических наблюдений. Оценка снегоотложений в жилой застройке определяется расчетом с учетом конкретных условий планировки и застройки [5].

Другим немаловажным условием, определяющим микроклимат территории, является комфортность природных условий [1-5,7].

Основными факторами комфортности природных условий являются температура воздуха, ветровой режим и рельеф территории [1].

Оптимальная температура для функционирования жизненных процессов организма – 20°С. Учитывая, что на территории РФ в большинстве регионов наблюдается существенное годовое колебание температур, наиболее комфортным для проживания населения можно назвать температурный режим с минимальным колебанием температур [1].

Для учёта температурного режима при определении степени экологической комфортности, введём температурный коэффициент (Т), определяемый по средней температуре мая месяца согласно таблице 1 [1].

Таблица 1.Температурный коэффициент (Т) [1]

п/п	Средняя температура мая	Температурный коэффициент Т
1	ниже -10^0С	0
2	от -5 до -10^0 С	0,2
3	от -5 до 0^0 С	0,4
4	от 0 до 5^0 С	0,6
5	от 5 до 10^0 С	0,8
6	от 10 до 15^0 С	0,9
7	от 15 до 20^0 С	1
8	от 20 до 25^0 С	0,8
9	выше 25^0 С	0,7

Дифференциация температурного коэффициента в пределах одного населённого пункта практически не наблюдается, в связи с чем, как правило, достаточно определить данный коэффициент лишь на одном исследуемом участке [1].

Другим фактором комфортности природных условий, влияющим на величину экологической комфортности, является ветер. Увеличение скорости ветра повышает физический и психологический дискомфорт, однако, полное отсутствие ветра также негативно сказывается на экологической комфортности, т.к. при штиле не происходит естественного самоочищения атмосферы [1].

Для учёта скорости ветра при определении величины экологической комфортности, введём ветровой коэффициент (V), определяемый по таблице 2.

Таблица 2. Ветровой коэффициент (V) [1]

Средняя скорость ветра, м/с	0 (штиль)	0,1-1	1-2	2-3	3-5	более 5
микроклиматический коэффициент V	0,8	0,9	1	0,9	0,75	0,5

Фактор рельефа территории определяется градусом продольного уклона. Оптимальным считается уклон в пределах 1-5°. Повышение уклона негативно сказывается на комфортности вследствие неудобства перемещения, отсутствие же уклона, так же является негативным фактором, так как не обеспечивает естественный сток воды, что влечёт к образованию луж во время осадков и другим последствиям, негативно сказывающимся на общей комфортности.

Для учёта величины продольного уклона при определении геоэкологической комфортности введём коэффициент рельефа (R), определяемый по таблице 3.

Таблица 3. Коэффициент рельефа (R) [1]

Величина продольного уклона территории	0°	0,1-1°	1-5°	5-15°	15-25°	более 25°
Коэффициент рельефа (R)	0,8	0,9	1	0,8	0,7	0,5

Для определения общей величины фактора комфортности природных условий при определении экологической комфортности введём индекс комфортности природных условий ($I_{КПУ}$), выражаемый в баллах (увеличение балла – эквивалентно повышению комфортности природных условий) и определяемый по формуле (1):

$$I_{КПУ} = 10TVR \quad (1)$$

Анализ индекса комфортности природных условий исследуемых городов Центральной России показал общую схожесть данных территорий по интегральным значениям данного показателя.

Для города Воронежа (интегральный индекс комфортности природных условий 7,5) приоритетными загрязнителями атмосферы являются оксиды углерода, азота, формальдегид, пыль. Основным источником антропогенного загрязнения является автотранспорт (удельный вклад в общий объем выбросов более 90%). Преимущественное направление ветра – северо-восточное [6].

Существенный вклад в естественное самоочищение атмосферы на территории городского округа г. Воронежа вносит Воронежское водохранилище, пространство над которым можно сравнить с мощной аэродинамической трубой в центральной части города.

По данным федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга 2017 года удельный вес среднесуточных проб атмосферного воздуха, в которых имело место превышение ПДК по приоритетным контролируемыми загрязнителям, составляет менее 5 % (табл. 4).

Таблица 4. Удельный вес среднесуточных проб атмосферного воздуха г. Воронежа, превышающих гигиенические нормативы в 2017 году

Наименование вещества	Исследовано проб	Менее 1 ПДК, %	1-2 ПДК, %	2-5 ПДК, %
Азота диоксид	260	96,15	3,46	0,38
Взвешенные вещества	260	97,31	2,69	0,00
Гидроксибензол (фенол)	260	98,46	1,54	0,00
Озон	40	92,50	2,50	5,00
Углерод оксид	260	99,23	0,77	0,00
Формальдегид	260	98,85	1,15	0,00

Для города Белгорода (интегральный индекс комфортности природных условий 7,2) приоритетными загрязнителями приземного слоя атмосферного воздуха являются аммиак, диоксид азота, бензапирен, оксид углерода. Основные источники антропогенного загрязнения – автотранспорт и добывающая промышленность.

Преимущественное направление ветров – северо-западное в летний период и юго-западное в зимний [6].

По данным федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга 2017 года качество атмосферного воздуха города Белгорода, характеризуется высоким удельным весом проб с превышением ПДК бенз-а-пирена и аммиака (табл. 5).

Таблица 5. Удельный вес среднесуточных проб атмосферного воздуха г. Белгорода, превышающих гигиенические нормативы в 2017 году

Наименование вещества	Исследовано проб всего (абс.)	в том числе (%)			
		до 1,0 ПДКсс	1,1-2,0 ПДКсс	2,1-5,0 ПДКсс	>5,1 ПДКсс
Бенз(а)пирен	46	34,78	19,57	23,91	21,74
Азота диоксид	363	95,32	4,41	0,28	0,00
Аммиак	37	81,08	2,70	8,11	8,11
Бенз(а)пирен	62	93,55	6,45	0,00	0,00
Диметиламин	4	75,00	25,00	0,00	0,00
Углерод оксид	357	99,44	0,56	0,00	0,00

Для города Тамбова (интегральный индекс комфортности природных условий 6,8) приоритетными загрязнителями воздушной среды являются оксиды углерода, азота, фор-

мальдегид, пыль, бенз-а-пирен. Основным источником антропогенного загрязнения является автотранспорт (удельный вклад более 90%).

Преимущественное направление ветра – северо-западное летом и юго-восточное зимой [6].

По данным социально-гигиенического мониторинга 2017 года удельный вес среднесуточных проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК бенз-а-пирена в атмосферном воздухе – более 12 %.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ (проект №19-05-00660 А)

ЛИТЕРАТУРА

1. Епринцев С.А. Оценка экологической комфортности населения урбанизированных территорий / С.А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19. – № 5. – С. 1410-1412.

2. Епринцев С.А. Экологическая безопасность населения урбанизированных территорий (на примере населенных пунктов Воронежской области) / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.И. Дубровин, И.В. Дубровина, И.В. Минников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 5-3. – С. 2902-2904.

3. Епринцев С.А. Экологическая комфортность урбанизированной территории Адлерского района города Сочи в условиях интенсивного антропогенного прессинга / С.А. Епринцев, О.Е. Архипова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 100-104.

4. Клепиков О.В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка территории промышленного центра / О.В. Клепиков, С.А.Куролап, П.М. Виноградов // Санитарный врач. – 2016. – № 1. – С. 20-26.

5. Куролап С.А. Экологическая экспертиза и оценка риска здоровью / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, С.А. Епринцев. – Воронеж: Изд-во: «Научная книга», 2012. – 108 с.

6. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (http://www.meteorf.ru).

7. Yeprintsev S.A. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing / S.A. Yeprintsev, M.A. Klevtsova, L.A. Lepeshkina, S.V. Shekoyan, A.A. Voronin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. Ser. «All-Russian Research-to-Practice Conference «Ecology and Safety in the Technosphere». – 2018. – С. 012034.

АНАЛИЗ ПРИРОДНОГО КАРКАСА ГОРОДА ВОРОНЕЖА КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

С.А. Епринцев, С.В. Шекоян
esa81@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Среди множества факторов, определяющих микроклиматические условия урбанизированных территорий, а также экологическую безопасность следует выделить природный каркас, окружающий данную территорию [1-4,7].

Под природным (экологическим) каркасом территории, согласно эколого-проектировочной документации понимается совокупность наиболее активных и взаимосвязанных в экологическом отношении пространственных элементов (реки и речные долины, лесные массивы и т.д.), от которых зависит жизнеустойчивость природной среды для данной территории [1-4,7].

Для эффективного управления развитием территории на уровне принятия решений администрациями муниципальных образований важно выстроить систему критериев качества структуры и функционирования природного каркаса.

К базовым элементам природного каркаса относятся:

• ценные природно-территориальные комплексы, занимающие значительную часть территории района (как правило, это федеральные заповедники и заказники, национальные и природные парки, крупные по площади памятники природы);

• природно-территориальные комплексы основных водораздельных поверхностей формирования стоков рек;

• крупные лесные массивы (как правило, это защитные леса);

• крупные болотные и лесные природно-территориальные комплексы (ПТК), не имеющие статуса охраны.

Ключевые элементы природного комплекса - это территории, сохранившие уникальные экологические сообщества, являющиеся «точками экологической активности».

Таким образом, природный каркас территории, повышая качество аэрации урбанизированных территорий, а также повышая степень разнообразия ландшафтов, является одним из факторов, определяющих экологическую безопасность территории.

Методология оценки экологической безопасности, разработанная на базе Воронежского государственного университета [1] позволяет установить значение данного показателя с учётом 3 основных факторов – социально-экономических условий территории, комфортности природных условий, качества окружающей среды [1].

Экологический каркас территории воздействует на качество окружающей среды урбанизированных территорий, улучшая микроклиматические условия, что позволяет отнести данный показатель к одному из факторов комфортности природных условий[1-4,7].

Основными факторами комфортности природных условий согласно данной методологии являются температура воздуха, ветровой режим и рельеф территории [1].

Для учёта фактора природного каркаса на формирование микроклиматических условий городского округа города Воронежа были учтены следующие условия:

• площадь территории города и пригородной десятикилометровой зоны, занятая объектами природного каркаса;

• преимущественное расположение территории, занятой природным каркасом относительно розы ветров;

• объём территории, занятой объектами преимущественного экологического риска – автодорогами, промышленными объектами, предприятиями теплоэнергетики и т.д. К данным территориям относится преимущественно сильноантропогенезированная зона (за исключением объектов селитебных эколого-функциональных зон).

Для численного выражения площади территории города и пригородной десятикилометровой зоны, занятой объектами природного каркаса, введём величину индекса площади природного каркаса. Численные выражения данного коэффициента представлены в таблице 1.

Таблица 1. Численные выражения индекса площади природного каркаса

Процентное соотношение площади территории, занятой объектами природного каркаса по отношению к общей площади исследуемой урбанизированной территории и пригородной десятикилометровой зоны	Более 30	20-30	10-20	5-10	Менее 5
Значение индекса площади природного каркаса	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Для численного выражения преимущественного расположения территории, занятой природным каркасом относительно розы ветров, введём значение индекса расположения природного каркаса относительно розы ветров, учитывая физиологические особенности зелёных насаждений, оказывающих максимальный положительный эффект в

тёплый период года. Анализ розы ветров при определении численного значения индекса расположения природного каркаса предполагается производить в летний период. Численные выражения данного коэффициента представлены в таблице 2.

Для численного выражения объёма территории, занятой объектами преимущественного экологического риска – автодорогами, промышленными объектами, предприятиями теплоэнергетики и т.д. – введём значение индекса сильноантропогенезированной зоны. Численные значения данного показателя приведены в таблице 3.

Таблица 2. Численные выражения преимущественного расположения территории, занятой природным каркасом относительно розы ветров в летний период

Процент повторяемости ветров (по розе ветров) со стороны объектов природного каркаса в сторону урбанизированной территории в летний период	Более 20	15-20	10-15	5-10	Менее 5
Значение индекса расположения природного каркаса относительно розы ветров	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Таблица 3. Численные выражения индекса сильноантропогенезированной территории

Процентное соотношение площади сильноантропогенизированной территории, по отношению к общей площади исследуемой урбанизированной территории и пригородной десятикилометровой зоны	Менее 50	50-60	60-70	70-80	Более 80
Значение индекса сильноантропогенезированной территории	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Изучение природного каркаса как фактора микроклиматических условий урбанизированных территорий предполагает использование больших массивов данных, их обработку и картографирование, что делает необходимым применение современных геоинформационных технологий, позволяющих обеспечить сбор, анализ, обработку и визуализацию геоданных, а также получение на их основе новой информации о пространственно-координированных явлениях [7].

Результаты, полученные в ходе дешифрирования космоснимков, а также данные обработки статистической информации обобщены в среде ГИС «Экология городов Воронежской области», на базе которой разработана модель влияния экологического каркаса на интегральную величину экологической комфортности исследуемой территории [6,7].

Для изучения природного (экологического) каркаса территории города Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны создан архив многоканальных космических снимков спутников Landsat-7 и Landsat-8, полученных на портале Геологической службы США [6,7].

Для изучения временной динамики природного каркаса исследуемых территорий – для каждой территории получены космоснимки за 2 периода:

1 период – 1999-202 годы;

2 период – 2015-2016 годы.

Обработка полученных космоснимков проведена в программном пакете ArcGIS 10.3 – произведён расчёт значений NDVI для исследуемой территории.

Проведя классификацию пространственных объектов по методу NDVI космического снимка LE71760242001222KIS00 спутника Landsat-7 изучены пространственные соотношения территорий, занятых гидрологическими объектами, зелёными насаждениями, составляющими природный каркас территории, слабо и сильно антропогенезированными территориями по данным на 10 августа 2001 года на территории города Воронежа, а также в 10-ти километровой буферной зоне.

Для изучения динамики различных территорий за десятилетний период аналогичная классификация территории города Воронежа, а также в 10-ти километровой буферной зоны была проведена по космическому снимку LC81760242016240LGN00 спутника Landsat-8 от 16 августа 2016 года.

Анализ пространственного зонирования территории городского округа г. Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны (в общей сложности 1246 км^2) методом NDVI, показал, что большая часть исследуемой территории (от 40 до 50 %) относится к слабоантропогенезированной зоне.

Основную долю слабоантропогенезированных территорий составляют сельскохозяйственные поля, прилегающих к городу Рамонского, Новоусманского и Семилукского муниципальных районов.

Доля природного каркаса – 8-10% от общей площади территории. Однако следует отметить, что территории, составляющие природный каркас урбанизированной территории городского округа г. Воронежа расположены преимущественно с северной стороны от города, что существенно снижает их положительное воздействие на микроклимат городской территории, поскольку по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, преимущественное перемещение воздушных масс над территорией города Воронежа происходит преимущественно в северо-восточном направлении [5].

Сильноантропогенезированные территории, которые за исключением селитебной эколого-функциональной зоны могут быть рассмотрены как объекты экологического риска расположены преимущественно внутри территории городского округа г. Воронежа, а также в районе иных более мелких урбанизированных территорий.

Анализ динамики изменения расположения различных зон за 15 летний период позволил установит незначительное (в пределах погрешности методики) сокращение водных объектов, увеличение на 8% сильноантропогенезированных территорий, что может быть обусловлено активным строительством жилых объектов как на территории самого города Воронежа, так и в пригородной зоне (Бобяково, Сомово и др.), а также незначительное увеличение территории, относящейся к природному каркасу (менее 5%), что может быть обусловлено реализацией на данной территории различных федеральных и региональных природоохранных программ.

Снижение на 10% территории слабоантропогенезированной зоны городского округа г. Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны обусловлено увеличением сильноантропогенезированной зоны и зоны природного каркаса за счёт данной территории.

Таким образом, пространственное зонирование территории города Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны методом NDVI показало расположение зон природного каркаса и позволило оценить их влияние на микроклиматические условия города.

На территории городского округа г. Воронежа наблюдается постепенное сокращение площадей, занятых природным каркасом. Данный факт объясняется рядом социально-экономических причин. Во первых, цена земли, а также её рентабельность как в самом Воронеже, так и в пригородных зонах ежегодно увеличивается, что подталкивает местные бизнес-элиты к освоению пригородных зон и сокращению лесных массивов и природных урочищ. Во вторых генеральным планом городского округа г. Воронежа предусмотрен вынос объектов экологического риска в пригородные зоны, что, с одной стороны, имеет положительный экологический эффект, а, с другой, - ведёт к сокращению территории природного каркаса.

Помимо площади природного каркаса важное значение имеет его расположение относительно города. Приоритетней расположение территорий природного каркаса с наветренной стороны относительно города.

На изученных территориях городского округа г. Воронежа, а также пригородных зонах наблюдается устойчивый рост сильноантропогенезированных территорий. Данный факт является обязательной тенденцией урбанизированных территорий развитых стран мира.

Исследования проведены при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках научного проекта РГО-РФФИ, № 17-05-41072

ЛИТЕРАТУРА

1. Епринцев С.А. Оценка экологической комфортности населения урбанизированных территорий / С.А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 5. – С. 1410-1412.

2. Епринцев С.А. Экологическая безопасность населения урбанизированных территорий (на примере населенных пунктов Воронежской области) / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.И. Дубровин, И.В. Дубровина, И.В. Минников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 5-3. – С. 2902-2904.

3. Епринцев С.А. Экологическая комфортность урбанизированной территории Адлерского района города Сочи в условиях интенсивного антропогенного прессинга / С.А. Епринцев, О.Е. Архипова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 100-104.

4. Куролап С.А. Экологическая экспертиза и оценка риска здоровью / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, С.А. Епринцев. – Воронеж: Издательство: «Научная книга», 2012. – 108 с.

5. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (электронный ресурс: http://www.meteorf.ru).

6. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош С.К. – М., 2008. – 312 с.

7. Yeprintsev S.A. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing / S.A. Yeprintsev, M.A. Klevtsova, L.A. Lepeshkina, S.V. Shekoyan, A.A. Voronin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. Сер. «All-Russian Research-to-Practice Conference «Ecology and Safety in the Technosphere». – 2018. – P. 012034.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КРЫМУ

В.О. Жук, Е.И. Ергина
zhuk_vladimir2015@mail.ru

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г.Симферополь, Россия

Ввиду значительного геоморфологического разнообразия и особенностей физико-географического положения Крымского полуострова, на его территории отмечаются неоднозначные тенденции изменчивости климатических параметров. Так, в степных и предгорных районах, в последние десятилетия фиксируются процессы потепления и роста увлажненности, в отличие от районов Южного берега Крыма, где в условиях субсредиземноморского климата наблюдается снижение количества осадков и стабилизация среднегодовых температур воздуха в пределах климатической нормы [0, 0].

Основные закономерности динамики среднегодовой температуры воздуха хорошо прослеживаются на примере данных инструментальных наблюдений за характеристиками температурного режима на метеостанции Симферополь, репрезентативной для территории Предгорного Крыма и для которой имеется наиболее полный и длительный временной ряд метеоданных с 1887 по 2016 годы (рис.1). Степень варьирования температур на территории Центральной части Предгорного Крыма незначительна и составила 8,4 %, при диапазоне изменения среднегодовых температур в течение 130 лет от 8,3 до 12,9°С. Анализ сезонных характеристик температурного режима воздуха обнаруживает четкую закономерность увеличения вклада летних температур в среднегодовую составляющую. В ходе исследований была проанализирована годовая приземная температура воздуха по данным наблюдений [0].

Полиномиальная линия тренда ряда приземной температуры воздуха на метеостанции Симферополь характеризует достаточно четкую тенденцию их увеличения в последние десятилетия.

Стойкие периоды внутривековых циклов изменения условий теплоообеспеченоти определены с помощью аномалии температур (А) и интегральных кривых аномалий температур (В) и показаны на рисунке 2.

Рис. 1. Динамика среднегодовых температур воздуха на метеостанции Симферополь

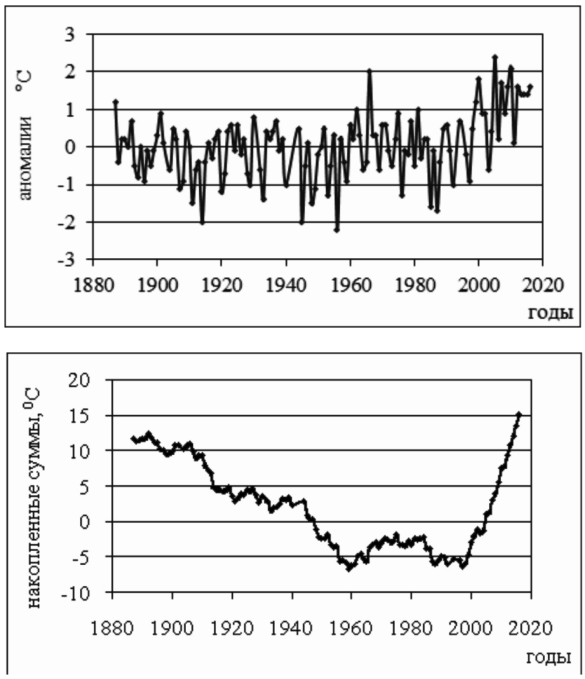


Рис. 2. Аномалии температур (А) и интегральные кривые аномалий температур (В), Симферополь

Среднегодовая температура воздуха при высокочастотных колебаниях довольно определенно снижалась с конца 80-х гг. XIX в. до середины 60-х гг. XX в., причем с 1890 по 1960 гг. формировался достаточно продолжительный относительный внутривековой минимум, в этот период аномалии температуры варьировали в пределах от плюс 1,2 до 2 градуса (рис. 2.А). С 1960 до конца 80 – х годов XX века наблюдался период незначительного увеличения аномалий приземных температур, сменившийся десятилетием с относительно стабильными колебаниями. С конца 90 – х годов прошлого века наблюдается устойчивое увеличение аномалий температур, от +0,5 до 2,4, что маркирует современный этап потепления климата. При исследовании динамики температурных показателей на приморских метеостанциях: Керчь, Ялта, Черноморское и Феодосия, обнаружилось, что аномалии температур меньшие, нежели в других регионах. В Ялте, за период с 1976 года по 2016, с учетом высокочастотных изменений, весомых отклонений температур от нормы (аномалий) практически не наблюдается, что связанно с особенностями сезонного хода температуры воды в Черном море. 1976 год выбран в качестве начала периода современного потепления в соответствии с ходом глобальной температуры. На других метео-

станциях Равнинной и Предгорной части Крымского полуострова сохраняется тенденция к повышению температуры в последние десятилетия [0, 0, 0, 0].

В период наиболее интенсивного потепления климата в XX веке, почти на всей территории полуострова начиная с 1976 года, наблюдается уменьшение амплитуды колебаний осадков из года в год, т. е. режим осадков стабилизировался и находился в пределах среднегодового значения, и лишь в конце XX века количество осадков увеличилось [0]. Динамика среднегодовых сумм осадков на метеостанции Симферополь представлена на рисунке3.

Рис. 3. Динамика среднегодовых сумм осадков на метеостанции Симферополь

Стойкие периоды внутривековых циклов изменения условий влагообеспеченности определены с помощью интегральных кривых аномалий (рис. 4).

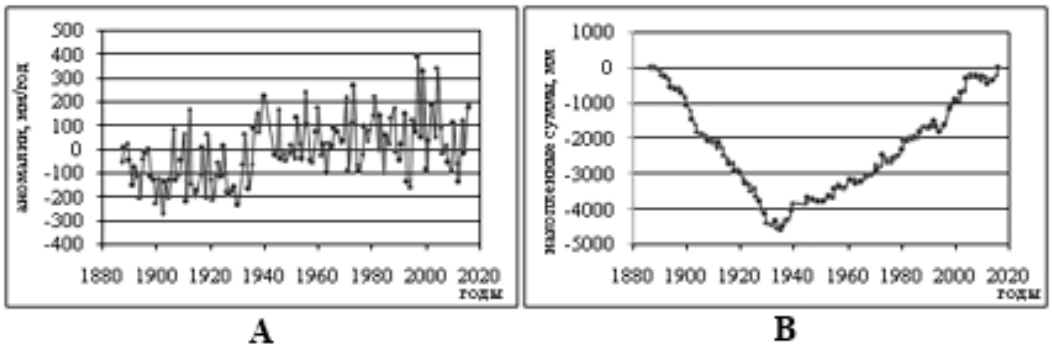


Рис. 4. Аномалии осадков (А) и интегральные кривые аномалий осадков (В)

В распределении аномалий годовых сумм осадков на метеостанции Симферополь (рис. 4А) можно выделить внутривековой минимум в период с 80-х гг. XIX в по 1935 гг., когда среднегодовое количество осадков было меньшим, чем в последующее время более чем на 200 мм. В последующем климат стал меняться в сторону большего увлажнения. Среднегодовое количество осадков, которое выпадало с 40-х гг. XX в. и до середины первого десятилетия XXIв., в целом, оказывало содействие формированию гумидных условий, когда аномалии осадков были больше чем в предшествующий период. В период с конца 90-х гг. прошлого века и до настоящего времени, после кратковременного периода стабилизации, с 1997 по 2004 гг. наблюдается увеличение аномалий осадков в сравнении со среднемноголетними значениями до 390 мм, а с 2004 по 2017 от – 134 мм до 170 мм [0, 0].

Анализ временного ряда наблюдений на метеостанции Симферополь показал, что при коэффициенте вариации 29, 1 % диапазон изменения сумм осадков довольно значим от 182 до 842 мм (рис. 4.В).

В последние десятилетия Крымский полуостров также становится зоной интенсивного проявления опасных (ОЯ) гидрометеорологических явлений, среди которых наиболее распространенные: ливневые дожди, сильные ветры, заморозки, градовые явления и другие [3]. Зафиксировано, что активизация проявления ОЯ обусловлена современными тенденциями динамики климата [0, 0].

Закономерности, выявленные таким способом, могут определить ритмику режимов функционирования климатической системы, которые реализуются в течение продолжительного времени.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ и Совета Министров Республики Крым в рамках научного проекта № 17-45-92015

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведь И.П. Климатический атлас Крыма. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. – С. 120.

2. Ергина Е.И. Влияние современных тенденций климата на состояние эрозионно-опасных агроландшафтов и оценка почвообразующего потенциала природных факторов Крыма / Е.И. Ергина, В.О. Жук // Вестник ОГАУ. Биология. – Оренбург, 2017. №3. – С. 175-178.

3. Ергина Е.И. О росте опасных и стихийных гидрометеорологических явлений на Крымском полуострове / Е.И. Ергина, В.О. Жук // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. – Ростов-на-Дону, 2018. №1. – С. 68−74.

4. Ергина Е.И. Анализ современной гидрометеорологической ситуации в верхнем течении реки Салгир / Е.И. Ергина, В.О. Жук // Труды Всероссийской конференции к 70-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки, доктора физико-математических наук, профессора Льва Николаевича Карлина. – Санкт-Петербург: Аграф+, 2017. – С. 183-187.

5. Система обслуживания гидрометеорологической информацией CliWare ВНИИГМИ – МЦД. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html (дата обращения 01.01.2018).

6. Ґрунтоутворюючий потенціал клімату Кримського півострова в умовах сучасних змін клімату // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки університету. Серія:Географічні науки, – Луцк, 2013. – №16 (265). – С. 10-17.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ, И МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ НА ОБЪЕКТЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Звягинцева, М.В. Вербицкая
zvygincevaav@mail.ru, verbickaya_2015@mail.ru

Воронежский государственный технический университет, г.Воронеж, Россия

Особую опасность для экологического состояния не только отдельных регионов, но и всей планеты в целом, в силу специфичности средств и методов достижения поставленных целей, представляет военная деятельность современных государств. Повседневная деятельность как ВС в целом, так и воинской части, военного объекта в частности оказывает на окружающую среду негативное воздействие различными антропогенными экологическими факторами.

Летно-испытательный комплекс №3 Летно-испытательного центра им. А.В.Федотова находится в городе Ахтубинске Астраханской области. Первая площадка - территория гаража. В таблице 1 представлен перечень загрязняющих веществ, подлежащих нормированию на территории гаража (обозначена площадка 1). Перечень подлежащих нормированию веществ устанавливается путем поэтапного исключения из общего перечня (определенного при инвентаризации – табл. 1) тех веществ, которые не удовлетворяют нижеприведенным условиям, они определены в [1-3]. Перечень вредных веществ, подлежа-

щих (не подлежащих) нормированию, определяется в соответствии с алгоритмом, приведенным в Приложении 1 или Приложении 2 к Порядку установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию [1, 3]. Согласно приложению 1: Все вещества, выброс которых в атмосферу уменьшается за счет пылегазоулавливающих устройств (ПГУ) или других средств обезвреживания, подлежат обязательному нормированию [2].

1 этап. Для каждого j-го выбрасываемого вещества рассчитывается по формуле параметр:

$$\Phi_j^{'} = A \cdot \eta \frac{M_j (^{г}/_{с})}{H_j \cdot ПДК_{мр.j}}, \quad (1)$$

где А = 200 - коэффициент температурной стратификации атмосферы для Астраханской области; M_j - суммарное значение выброса от всех источников предприятия (г/с) (при наиболее неблагоприятных условиях выброса); η = 1 безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, принимается в соответствии с разд. 4 ОНД-86; H_j - средневзвешенное значение высоты источников предприятия, из которых выбрасывается данное вещество; ПДК - в случае если отсутствует ПДК м.р. или ОБУВ используется величина ПДКс.с*10. При отсутствии ПДК с.с. можно использовать величину ПДКр.з.* 0,3 [1]. Параметр Фj рассчитан и приведен в таблице 1.

Нормированию на этом этапе подлежат вещества, удовлетворяющие условию:

$$\Phi_j^{'} \geq 1. \quad (2)$$

2 этап. Перечень веществ, подлежащих нормированию, уточняется с учетом особенностей местоположения источников загрязнения атмосферы по отношению к селитебной территории и к другим зонам, к которым предъявляются повышенные экологические требования, а также нормативным размерам санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

Для этого проводятся расчеты загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с ОНД-86. По результатам расчетов для каждого j-го вещества проверяется условие:

$$C_{нj} > 0{,}05, \quad (3)$$

где C_{Hj} - наибольшее значение приземной концентрации данного вещества при наиболее неблагоприятном режиме выбросов (в долях ПДК) из концентраций в контрольных точках заданных на границе СЗЗ (или ближайшей жилой застройки).

Таблица 1. Перечень загрязняющих веществ подлежащих нормированию и государственному учету на территории гаража

Код	Наименование вещества	Параметр Фj	Наличие ГОУ	C_{Hj}	Подлежат нормированию $\Phi_j \geq 1$, $C_{нj} > 0{,}05$
0123	Железа оксид (III)	0,851724	-	-	-
0143	Марганец и его соединения	0,03618	-	-	-
0301	Оксид азота (IV)	364,934	-	0,82	+
0304	Оксид азота (II)	29,79654	-	0,13	+
0322	Серная кислота (по молек. H_2S0_4)	0,001882	-	-	-
0328	Углерод черный (сажа)	2,921839	-	-	-
0330	Оксид серы (IV)	38,62409	-	0,08	+
0337	Оксид углерода	34,63824	-	0,44	+
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,832	-	-	-
1325	Формальдегид	2,388571	-	-	-
2704	Бензин	0,28644	-	-	-
2732	Керосин	26,89512	-	0,05	+
2908	Пыль неорганическая: 70-20 % $Si0_2$	0,000283	-	-	-
2930	Пыль абразивная	5,784052	-	0,03	-

На распределение и концентрацию выделяемых загрязняющих веществ в атмосферу от источников объекта влияют климатические факторы, их влияние показано в ряде работ [4-7].

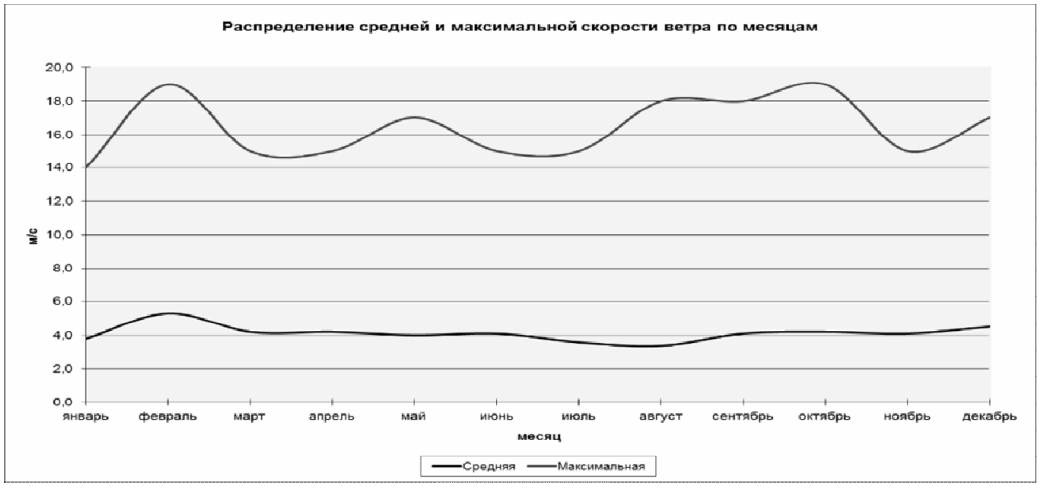


Рис. 1. Распределение средней и максимальной скорости ветра по месяцам

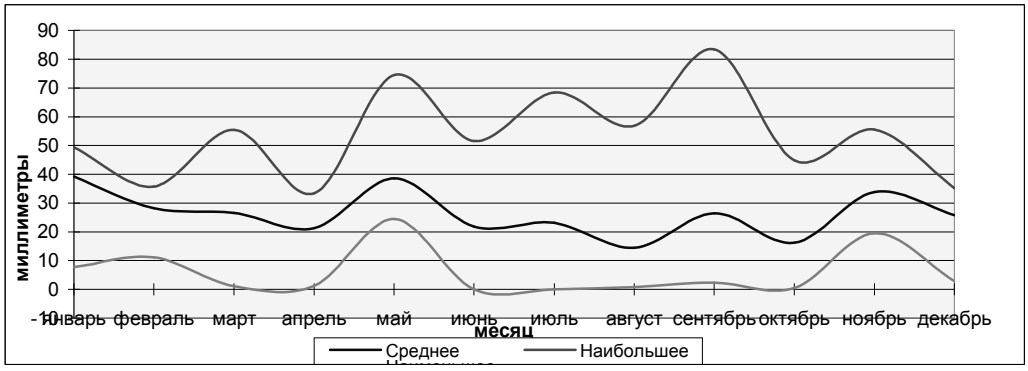


Рис. 2. Распределение количества осадков по месяцам

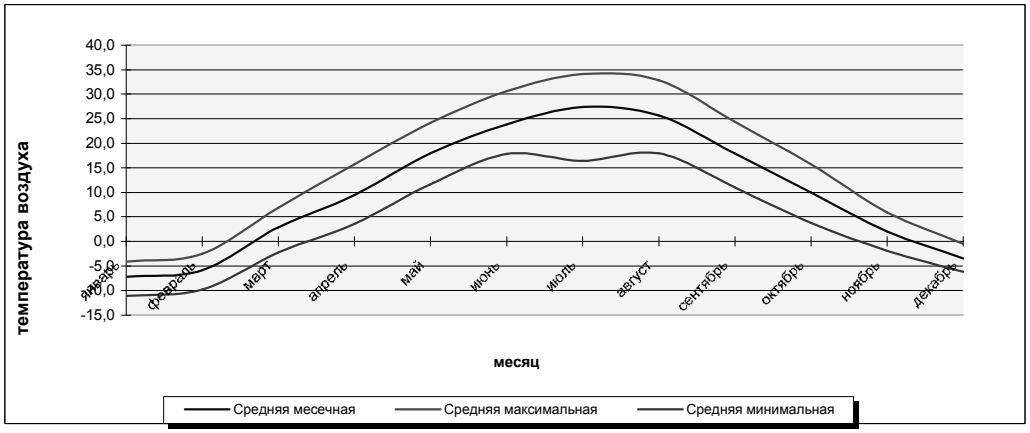


Рис. 3. Распределение температуры воздуха у земли по месяцам

Проведён анализ влияния следующих факторов: скорость ветра, темп воздуха, влажность воздуха и влияние осадков. Средняя годовая скорость ветра равна 4,8 м/сек. Ближайший населённый пункт находится на Юге, а преобладает ветер Восточного горизонта, вероятность перемещения загрязняющих веществ в сторону населённого пункта будет минимальна. Температура воздуха в июле максимальна порядка 35 °С. В этом месяце возможно наибольшее загрязнение атмосферы. В мае и ноябре выпадает большее количество осадков. Максимальное загрязнение возможно в зимние и осенние месяцы.

Влияние климатических факторов, влияющих на распределение и концентрацию вредных веществ, представлено на рисунках 1-4.

Расчет загрязнения атмосферы выбросами из источников объекта проведен с использованием программы УПРЗА ЭКОЛОГ, версия 3.0 фирмы «ИНТЕГРАЛ», согласованной с Главной геофизической обсерваторией имени А.И. Воейкова и рекомендованной для использования при расчете приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере, которая применена в работах [4, 5, 7]. Результаты расчетов распределения приземных концентраций в зоне влияния объекта приведены в таблице 2. В методике ОНД-86 и программе УПРЗА «Эколог» используются удельные показатели: См – это максимальная удельная приземная концентрация, достигаемая выбросами данного источника при М = 1 г/с и F = 1, где М – мощность выброса и F – коэффициент оседания вещества. Удельные показатели рассчитываются на основании описания источника: тип, высота, скорость и объемы выброса.

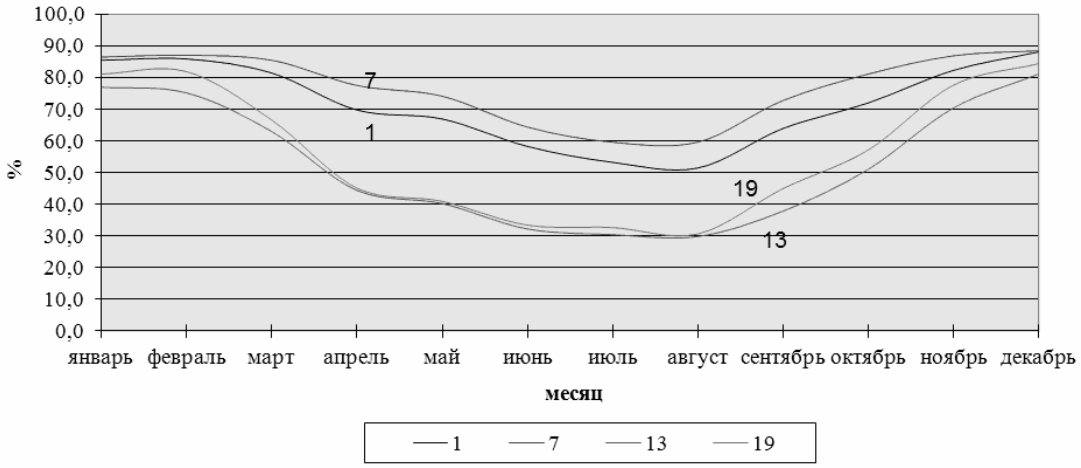


Рис. 4. Средняя месячная относительная влажность в различные часы суток: 1; 7; 13; 19 часов

В таблице 2 используется концентрация См/ПДК – это сумма См по всем источникам выбрасывающим вещество деленное на ПДК этого вещества для определения целесообразности проведения детального расчета рассеивания без учета фоновых концентраций вещества. Если сумма См/ПДК> = 0,1 – расчет рассеивания целесообразен. Если сумма См/ПДК<0,1 – расчет рассеивания не целесообразен. В соответствии с п 8.5.14 ОНД-86 целесообразность расчета загрязнения атмосферы проводятся при соблюдении условия:

$$\sum \frac{C_{Mi}}{ПДК} \le \varepsilon \,, \qquad (4)$$

где $\sum C_{Mi}$ – сумма максимальных концентраций вредного вещества от совокупности источников данного предприятия, мг/м^3; ПДК (мг/м^3) – максимальная разовая предельно – допустимая концентрация; ε – коэффициент целесообразности расчета, принимается равным 0,1 [3]. Сравнение суммы См/ПДК с константой Е3 в программе УПРЗА ЭКОЛОГ происходит с учетом введенных фоновых концентраций (ОНД-86). Из расчетов видно, рассеивания наибольшие вклады по выбрасываемым веществам на СЗЗ составляют выбросы углерода оксида 0,43 д. ПДК с учетом фона, без фона 0,048 д. ПДК, на жилье 0,003 д. ПДК без фона. Предлагается по всем веществам установить нормативы ПДВ на уровне существующих выбросов. Регулирование выбросов осуществляется с учетом прогноза неблагоприятных метеоусловий на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей с целью его предотвращения. Предупреждение о повышении уровня загрязнения воздуха в связи с ожидаемыми неблагоприятными условиями составляют в прогностических подразделениях Астраханского Гидрометеоцентра. В зависимости от ожи-

даемого уровня загрязнения атмосферы составляются предупреждения 3-х степеней: первой, второй, третьей. Предупреждения первой степени составляются, если предсказывается повышение концентраций в 1,5 раза, второй - от 3 до 5 ПДК, а третьей - свыше 5 ПДК [3].

При первом режиме регулирования выбросов осуществляются организационно-технические мероприятия, их можно быстро осуществить, они не требуют существенных затрат и не приводят к снижению производительности предприятия, эффективность принимается равной 15%. Эффективность мероприятий по 2 и 3 режимам определяется пропорционально сокращению разовых выбросов без проведения дополнительных расчетов полей максимальных приземных концентраций. При 1-ом режиме работы объекта должны обеспечить сокращение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на 15%, при 2-ом режиме в дополнение к первому не менее 20 %, при 3-ем режиме не менее – 40 % [3,7].

Таблица 2. Выбросы источников по веществам (площадка 1)

	Выброс (г/с)	F	Лето		Зима	
			См/ПДК		См/ПДК	Целесообр
Вещество: 0123 Оксид железа (III)						
Итого	0,0005900		0,1349		0,1349	Да
Вещество: 0143 Марганец и его соединения						
Итого:	0,0000090		0,0038		0,0038	Нет
Вещество: 0301 Оксид азота (IV)						
Итого:	0,0051900		0,1093		0,1093	Да
Вещество: 0304 Оксид азота (II)						
Итого:	0,0008500		0,0089		0,0089	Нет
Вещество: 0322 Серная кислота						
Итого:	0,0000047		0,0001		0,0001	Нет
Вещество: 0328 Углерод черный (сажа)						
Итого:	0,0006000		0,0168		0,0168	Нет
Вещество: 0330 Оксид серы (IV)						
Итого:	0,0006500		0,0055		0,0055	Нет
Вещество: 0337 Оксид углерода						
Итого:	0,1996400		0,1681		0,1681	Да
Вещество: 2704 Бензин нефтяной						
Итого:	0,0341000		0,0287		0,0287	Нет
Вещество:2732 Керосин						
Итого:	0,0075900		0,0266		0,0266	Нет
Вещество: 2908 Пыль неорганическая: 70-20 % $Si0_2$						
Итого:	0,0000020		0,0000	0,0000	Нет	
Вещество: 2930 Пыль абразивная						
Итого:	0,0003000		0,8036		0,8036	Да

Таким образом, знание основ экологической работы должностными лицами воинской части (объекта) приведет к выполнению комплекса мероприятий по охране окружающей и природной среды, ослабит загрязнение атмосферы, вод и земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 94 с.

2. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Санкт-Петербург: ОАО НИИ Атмосфера, 2015. (Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293755 /4293755294.htm).

3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – Санкт-Петербург, ОАО « НИИ Атмосфера», 2012. – 223 с.

4. Звягинцева А.В. Исследование влияния климатических факторов на распределение и концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере информационно-аналитическими методами / А.В. Звягинцева, М.В. Дорохина // Гелиогеофизические исследования. Heliogeophysical Research. Электронный научный журнал. 2015. Результаты исследований геофизических рисков. – Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова. – (Режим доступа: vestnik@ipg.geospace.ru).

5. Звягинцева А.В. Оценка содержания выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах специального назначения / А.В. Звягинцева, Е.В. Богданович, М.В. Дорохина // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Межд. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронежский гос. технический университет, 2015. – Ч. I. – С. 111-121.

6. Звягинцева А.В., Дорохина М.В. Анализ источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Proceedings of the Fifth International Environmental Congress (Seventh International Scientific-Technical Conference) «Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes» ELPIT 2015 16-20 September, 2015 Samara-Togliatti, Russia: Publishing House of Samara Scientific Centre, 2015. V. 4, scientific symposium «Ecological Monitoring of Industrial –Transport Complexes». – S. 146-150.

7. Звягинцева А.В. Гидрометеорологический мониторинг с оценкой влияния метеорологических характеристик на условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере (на примере объекта специализированного назначения) / А.В. Звягинцева, М.В. Вербицкая // Студент и наука. – 2017. – Вып. 3. – С. 184-191.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И АКТУАЛЬНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Н.В. Каверина, Н.Н. Назаренко, В.И. Ступин
knataliy@mail.ru, talalajko@mail.ru

Воронежский государственный университет, Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, г.Воронеж, Россия

В последние годы геоэкологами, почвоведами и аграриями получены многочисленные результаты исследований по проблемам изменениям кислотности почвенного покрова [2, 6, 7]. В соответствии и требованиями экологических изысканий оценка кислотно-основных свойств почв производится при любых работах по исследованию состояния окружающей среды. От значений кислотности и щелочности почв зависят развитие и рост растений, подвижность химических элементов, и их доступность для корневой системы.

Для оценки кислотности почв используют две группы показателей: pH водной и солевой вытяжек. В соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.4.01-84 производится измерение актуальной кислотности почв (pH водной вытяжки).

По данным многочисленных исследований к основным причинам изменения кислотности почв относится климат. Климатическая составляющая существенно влияет на гидротермические условия почвообразования. Кроме того, влияние на «подкисление» почв оказывают и техногенные факторы: «кислотные дожди», применение органоминеральные удобрений, а также несанкционированное размещение отходов.

Город Воронеж – крупный промышленный центр, на ограниченной территории которого расположены различные функциональные зоны: промышленные, транспортные, рекреационные, селитебные и даже сельскохозяйственные. Функциональные зоны отличаются

по количеству антропогенных источников воздействия и массе выбрасываемых загрязняющих веществ.

В своем исследовании мы использовали материалы собственных исследований, а также информацию Управления Росприроднадзора по Воронежской области. Отбор проб для определения актуальной кислотности осуществлялся в летне-осенний период за период с 2003 по 2018 гг. Нами оценивались комплексы факторов, влияющих на повышение кислотности почв на территории различных функциональных зон города Воронеж.

Информация о погоде получена с метеорологической станции Воронеж [3, 4, 5]. При обработке данных использован метод арифметического осреднения и математико-статистические методы. Решением 16-ой сессии Всемирной метеорологической организации в 2014 году в качестве базового и стабильного периода для климатических норм принят период 1961 – 1990 гг.

По данным наблюдений за 1966 – 2018 гг., в Воронежской области многолетние среднемесячные температуры приобрели устойчивый тренд на повышение. По сравнению с климатическими нормами средняя температура холодных месяцев наблюдения существенно возросла (табл. 1).

Таблица 1. Среднемесячная и среднегодовая температура (°С) по периодам наблюдения в Воронеже (составлено по данным [4])

Период, гг.	янв	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	нояб	дек	год
1966-1975	-9,98	-7,98	-2,1	8,67	15,54	18,44	20	18,96	12,99	6,47	0,36	-5,39	6,3
1976-1985	-8,27	-9,07	-2,65	7,39	15,06	17,49	18,97	18,07	12,81	5,36	-0,07	-5,1	5,8
1986-1995	-5,98	-6,21	-1,02	8,21	14,26	18,68	19,48	35,08	12,77	6,38	-1,86	-5,99	7,8
1996-2005	-5,7	-5,57	-1,39	8,44	14,69	18,11	21,32	19,17	13,00	6,28	0,02	-5,43	6,9
2006-2015	-7,43	-6,8	-0,87	8,9	16,7	19,94	21,82	20,98	14,48	7,06	1,99	-2,76	7,8
2016-2018	-7,07	-3,0	2,47	9,13	15,03	18,37	21,20	21,27	14,17	6,20	-0,40	-2,40	7,9
Норма	-6,1	-6,5	-1	8,2	14,9	18,5	20,5	19,2	13,3	6,9	-0,3	-5	6,9

Из таблицы следует, что на фоне повышения температуры происходили значительные межгодовые и декадные ее колебания. Существенное повышение наблюдается не только в зимний период, но и в летнее время [1]. Определена устойчивая тенденция похолодания в январские месяцы наблюдений. Температура в январе на –1,37°С/50 лет ниже средних многолетних показателей.

Таблица 2. Среднемесячные и среднегодовые количества осадков (мм) по периодам наблюдения в Воронеже (составлено по данным [3])

Период, гг.	янв	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сент	окт	нояб	дек	год
1966-1975	41,9	30,3	32	37,9	33,4	50,7	65	49,8	43,5	38,9	53,6	53,3	530,3
1976-1985	46,6	32,5	30,6	40,1	44,4	72,5	85,1	63,2	41,1	49,0	52,1	54,3	611,5
1986-1995	40,0	33,0	28,2	39,3	49,7	93,7	61,7	54,7	74,1	47,3	47,0	41,3	610,0
1996-2005	34,8	42,4	33,8	37,2	47,3	70,4	66,1	45,9	65,9	53,4	34,7	48,4	580,3
2006-2015	43,9	34,8	37,5	36,8	39,5	59,0	43,8	69,0	46,2	40,3	46,3	46,9	544,1
2016-2018	70,0	37,9	60,7	92,7	50,8	47,4	59,8	42,5	41,7	40,4	56,1	71,7	671,6
Норма	41	32	31	40	46	66	73	57	54	39	50	50	579

В межгодовом ходе наблюдается повышение температур с шестидесятых по восьмидесятые годы. Далее следует небольшой спад в девяностые годы и последующее увеличение значений в двухтысячные. Температурный режим почв следует за температурой приземного слоя атмосферы, с задержкой обусловленной типом почв, его влажностью и плотностью. Избыток влаги при недостаточном испарении формирует предпосылки для

увеличения кислотности. Изменение интенсивности и количества осадков, преобладание последних над испарением приводят к появлению углекислоты в почвенной влаге. Средняя многолетняя годовая сумма осадков по городу Воронежу за 1966-2018 гг. составила 581 мм при норме 579 мм, а за период с 2003 по 2018 гг. достигла 588 мм (табл. 2).

За холодный период (ноябрь – март) выпадает 204 мм, а за теплый (апрель – октябрь) 375 мм. Из года в год устойчивое повышение количества осадков наблюдается в январе, феврале, марте, апреле. Снижение происходит в календарные летние месяцы (в июле и августе), в сентябре и ноябре (рис. 1).

В целом за календарный летне-осенний период выпадает более 57% осадков (табл. 3). Максимальный рост количества осадков отмечается в июне, и это имеет особое значение, так как приводит к увеличению кислотности почв уже в июле. При этом нарушается поступление элементов питания в растения, происходит подавление микробиологических процессов, а доступность ряда тяжелых металлов увеличивается.

Таблица 3. Сезонное количество осадков (%) в г. Воронеже за 1966-2018 гг.

Весна	Лето	Осень	Зима
20,43	32,35	25,18	22,04

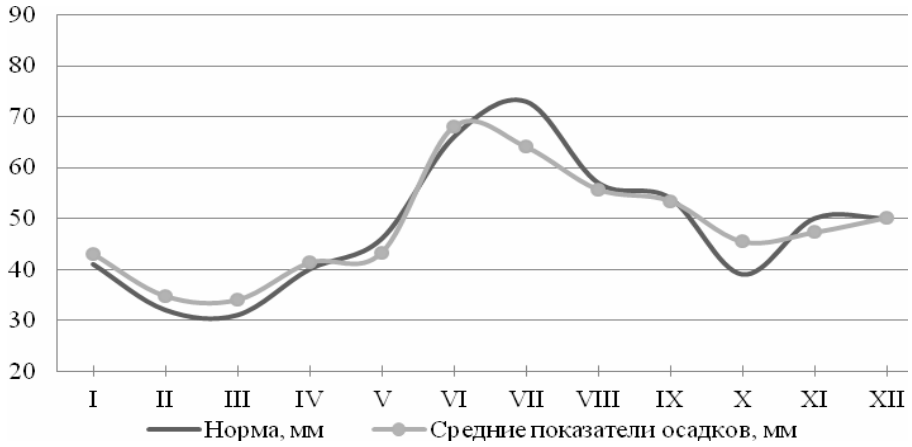


Рис. 1. Внутригодовое изменение осадков в г. Воронеж за 1966-2018 гг.

Физико-химический анализ почв выявил изменения актуальной кислотности за период наблюдения с 2003 по 2018 год. Это связано не только с типом почв, но и уровнями техногенной нагрузки на территорию. По реакции pH почвы города можно отнести к слабокислым, нейтральным и слабощелочным (табл. 4). Значения изменяются в широком диапазоне, который существенно различается по функциональным зонам.

Сравнение изменения кислотности почв с метеорологическими факторами показывает, что наибольшая связь существует между pH почв и годовой суммой осадков. Слабая обратная взаимосвязь выявлена нами для рекреационной и селитебной (жилой) функциональных зон. Значение коэффициента корреляции (r) изменяется на рекреационных территориях левого и правого берега в диапазоне от –0,38 до –0,40. Для жилых функциональных зон значения коэффициента корреляции составляют –0,36 и –0,46 соответственно.

Изменения кислотности в промышленных и транспортных функциональных зонах города Воронежа за исследуемый период произошли, но незначительные. На правобережье города почвы промышленных территорий сохранили слабощелочные значения pH, но демонстрируют тенденцию к снижению до нейтральных. Кислотность почв левобережья уменьшилась и достигла щелочной реакции среды.

Таблица 4. Среднегодовые значения актуальной кислотности почв различных функциональных зон г. Воронеж

Годы исследований	Функциональные зоны / Количество контрольных точек (шт)			
	Рекреационные	Промышленные	Селитебные	Транспортные
1	2	3	4	5
Правый берег				
2003	6,21 / 7	7,51 / 11	6,84 / 5	7,32 / 19
2004	6,42 / 5	7,57 / 9	6,76 / 6	7,39 / 11
2005	6,44 / 3	7,67 / 8	6,82 / 7	7,34 / 15
2007	6,32 / 7	7,87 / 7	6,85 / 8	7,15 / 18
2009	6,73 / 8	7,92 / 9	6,96 / 7	7,34 / 12
2011	6,45 / 7	7,67 / 6	6,89 / 9	7,52 / 15
2013	6,38 / 6	7,14 / 7	6,72 / 4	7,22 / 16
2015	6,35 / 6	7,48 / 7	7,35 / 6	7,49 / 18
2017	5,91 / 9	7,88 / 6	6,71 / 7	7,34 / 18
2018	5,85 / 13	7,04 / 9	6,86 / 8	7,35 / 22
Левый берег				
2003	7,05 / 8	7,35 / 8	7,25 / 9	7,41 / 12
2004	6,89 / 7	7,11 / 8	6,89 / 9	7,22 / 15
2005	6,98 / 7	7,64 / 9	7,01 / 7	7,31 / 7
2007	7,05 / 8	7,25 / 10	7,28 / 9	7,34 / 10
2009	7,12 / 7	7,14 / 11	7,26 / 8	7,32 / 9
2011	7,10 / 9	7,13 / 10	7,45 / 9	7,33 / 8
2013	7,05 / 7	7,66 / 9	7,11 / 7	7,65 / 7
2015	6,61 / 6	7,79 / 7	7,05 / 6	7,95 / 8
2017	6,69 / 8	7,22 / 9	6,89 / 6	7,59 / 7
2018	7,05 / 6	7,35 / 10	7,25 / 5	7,41 / 7

Таким образом, рекреационные и селитебные функциональные зоны города Воронежа в большей степени подвержены климатическим изменениям кислотности почв. На кислотность почв промышленных и транспортных зон существенное влияние оказывают многообразные техногенные факторы.

Исследование проведено при финансовой поддержке Русского географического общества, проект РГО-РФФИ № 17-05-41072

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Л.М. Особенности распределения трендов температуры воздуха на европейской территории России и сопредельных государств / Л.М. Акимов, Т.Н. Задорожная // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2018. – № 4. – С. 5-14.

2. Беспалова Е.В. Мониторинг техногенного загрязнения снежного покрова г. Воронежа / Е.В. Беспалова, Т.И. Прожорина, С.А. Куролап // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – № 4. – С. 77-80.

3. Булыгина О.Н. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620394 [Электронный ресурс] / О.Н. Булыгина, В.Н. Разуваев, Н.Н. Коршунова, Н.В. Швец. – Режим доступа: http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных (дата обращения 26.04.2019).

4. Булыгина О.Н. Описание массива данных по атмосферным явлениям на метеорологических станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620081 [Электронный ресурс] / О.Н. Булыгина, В.М. Веселов, Т.М. Александрова, Н.Н. Коршунова. – Режим доступа: http://meteo.ru/data/345-atmosfernye-yavleniya-sroki#описание-массива-данных (дата обращения 26.04.2019).

5. Гидрометцентр России «О погоде из первых рук» [Электронный ресурс] – URL: // meteoinfo.ru/climate/klimatgorod/1685-1246618396 (дата обращения 26.04.2019).

6. Рожков В.А. Почвы и почвенный покров – свидетели и индикаторы глобальных изменений климата / В.А. Рожков // Почвоведение. – 2009. – № 2. – С. 134-143.

7. Яблонских Л.А. Структура почвенного покрова дубрав городского округа города Воронежа / Л.А. Яблонских, А.Я. Григорьевская, Д.С. Зелепукин // Аридные экосистемы. – 2016. – Т. 22. – №1(66). – С. 56-69.

ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРАВОБЕРЕЖЬЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

М.А. Клевцова, Е.А. Доброва
klevtsova@geogr.vsu.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Атмосферный воздух представляет собой один из значимых факторов среды обитания. Его состав оказывает влияние на состояние здоровья людей и всех живых организмов. В связи с этим изучение воздействия загрязняющих веществ воздушной среды на биоту является актуальным вопросом.

Загрязнители воздуха в виде твердых частиц распространены в большинстве стран мира. Данная группа загрязняющих веществ оказывает существенное влияние на жизнедеятельность растительных организмов. Состав и распределение частиц по размерам а, следовательно, их вредное воздействие, сильно зависят от процесса образования частиц, т.е. источника частиц. Как сообщалось [4], размеры частиц, образующиеся в результате процессов горения в диапазоне от 10 нм до 100 мкм, как правило, представляют собой смесь не сгоревших и частично сгоревших углеводородов. Частицы выхлопных газов дизельных двигателей имеют средний диаметр 0,05-1,0 мкм. Они представляют собой сложную смесь элементарного углерода, различных углеводородов, соединений серы и др. [5].

Так, по данным, представленным лабораторией наблюдения Воронежского ЦГМСВ, в 2017 г. в атмосферном воздухе над городом Воронежем максимально-разовые концентрации демонстрировали превышение санитарно-гигиенических нормативов по оксиду углерода – 1,7 ПДК (предельно допустимая концентрация); по пыли – 7,4 ПДК и диоксиду азота – 1,63 ПДК. За 2017 г. рост среднесуточных концентраций был выявлен большей частью в летний период и составил по пыли – 4,2 ПДКс.с.; по диоксиду азота – 2,5 ПДКс.с.; по формальдегиду – 1,9 ПДКс.с. Если рассматривать территориально, то в последние годы наибольшее загрязнение атмосферного воздуха пылью, диоксидом азота, формальдегидом и оксидом углерода фиксируется в юго-восточной части города. Причиной такой ситуации является расположение в этой зоне крупных предприятий, а также прохождение автомагистрали с высокой интенсивностью движения транспорта (ВОГРЭсовский мост – ул. Лебедева – ул. Новосибирская) [3].

Превышение допустимых концентраций загрязняющих веществ наблюдается в основном в летний период. Причем отмечается тенденция к росту ряда значений. Так, среднесуточная концентрация пыли увеличилась в период с 2013 по 2017 гг. на 27%. При этом не выявлено превышений предельно допустимых норм по содержанию в атмосферном воздухе диоксида серы, аммиака, сажи, оксида азота и тяжелых металлов [3].

Таким образом, город Воронеж относится к числу населенных пунктов России с повышенной запыленностью воздушной среды.

Исследования зарубежных ученых в городах показали, что концентрации атмосферных частиц с аэродинамическим диаметром менее 2,5 и 10 мкм имеют прямую связь с передвижными источниками загрязнения (как с дизельными, так и с бензиновыми транспортны-

ми средствами). Именно частицы данного размера оказывают существенное влияние на здоровье человека, в частности, на дыхательные пути и сердечно-сосудистую систему [6].

При этом одним из средств очищения воздушной среды от пыли являются зеленые насаждения, которые эффективно аккумулируют пылевидные частицы. Согласно литературным данным, в летнее время деревья накапливают до 40-50% пыли, в осенне-весенний сезон – 25-40%. Запыленность воздуха на озелененных участках на 40% ниже, чем на открытом пространстве [2].

Живые организмы или сообщества организмов, жизненные функции и наблюдаемые изменения, у которых четко соотносятся с определенными факторами среды и которые могут применяться для их оценки, называются биоиндикаторами. В качестве объектов выбирают организмы, которые являются наиболее чувствительными к анализируемым антропогенным воздействиям. Биологические индикаторы имеют признаки, присущие системе или процессу, на базе которых проводится качественная или количественная оценки основных динамических показателей изменений, определение или оценочная классификация состояния экологических систем, процессов и явлений [1].

В качестве вида-индикатора нами был выбран тополь итальянский (Populus italica (Du Roi) Moench). Следует отметить, что согласно современным данным тополь пирамидальный – это синонимичное название тополя итальянского. Данная порода широко представлена в зеленых насаждениях Воронежа (в основном в линейных объектах озеленения), произрастает во всех административных районах. В отличие от других видов довольно устойчива к загрязнению атмосферного воздуха. Особенности морфологии листовых пластинок позволяют использовать данную породу для оценки запыленности по степени накопления пыли на листьях. Листовые пластинки цельные, голые, что способствует смыву осадками пыли с поверхности.

Исследования проводились в летний период 2016-2018 гг. в правобережной части Воронежа. Одним из условий был сбор растительного материала не ранее, чем через три дня после выпадения осадков. Отбор проводился на высоте 1,5-2,0 м от уровня земли в равной степени со всех сторон кроны дерева. Так из одной точки отбиралось не менее 50 листовых пластинок.

Кроме того, нами проведено сравнение аккумулирующей способности разных пород деревьев. Образцы отбирались на Московском пр-те, в непосредственной близости от дороги (на расстоянии не более 10 м от дорожного полотна). Согласно полученным данным (рис. 1) наибольшее накопление пыли характерно для вяза низкого (Ulmus pumila L.), а наименьшее – для тополя итальянского.

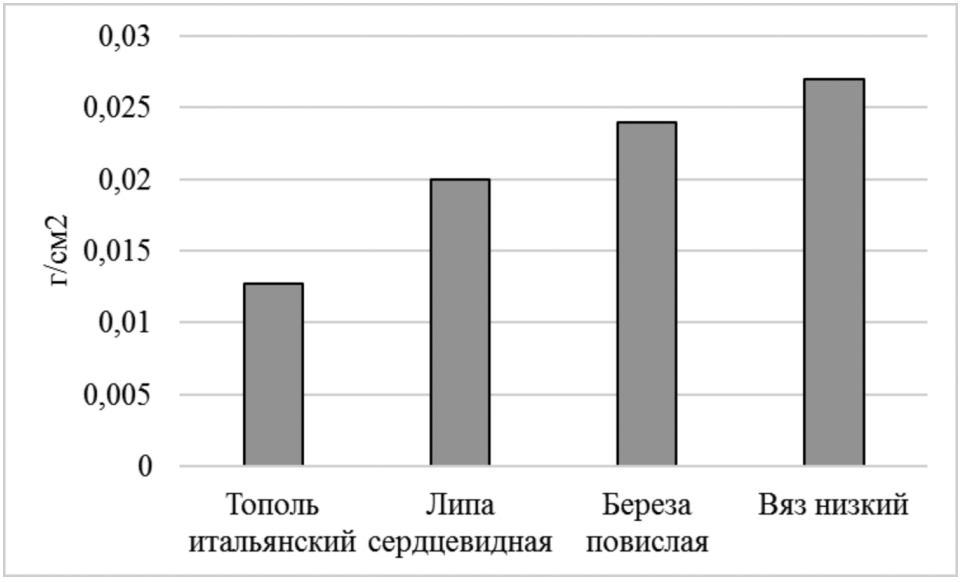


Рис. 1. Количество пыли, осажденное листовой поверхностью

Это обусловлено, в первую очередь, особенностями поверхности листовых пластинок. Так листья вяза низкого кожистые, у остальных видов голые. На листьях липы в летнее время появляется медвяная роса, что делает листья липкими, в связи с чем увеличивается способность к накоплению пылевидных частиц.

Таким образом, физико-механическая способность листьев (их поверхности) задерживать и осаждать пыль прямо пропорционально зависит от суммарной величины листовой поверхности, а также от строения поверхности листьев. Шершавые, складчатые, покрытые волосками (опушенные), липкие листья осаждают и удерживают большее количество пыли, чем гладкие.

В целом наибольшее количество пыли на поверхности листьев тополя итальянского, зафиксировано было в транспортной зоне Воронежа (ул. Матросова, 6; Московский пр-т – ул. Хользунова, ул. 9 Января – ул. Антонова-Овсеенко) и составляет более 0,03 г/см^2. По сравнению с контролем (Ботанический сад ВГУ) запыленность листьев в 4 раза больше. На дорожное полотно пыль поступает за счет смыва и развеивания с близлежащих территорий (обычно не задернованного травянистого покрова), а также истирания шин, износа автомобилей. Наименьшее количество отмечено на ул. Владимира Невского, 53, ул. 9 Января, 180, ул. Дорожная, 15 (менее 0,01 г/см^2).

Накопление пыли на поверхности листвы может изменять оптические свойства, в частности, отражательную способность поверхности. Так согласно исследованиям зарубежных ученых, осаждение дорожной пыли до 40 г/м^2 может вызывать повышение температуры листьев на 2-3°С. А, следовательно, выпадение пыли на поверхности листьев оказывает существенное влияние на фотосинтез и рост [7].

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Во-первых, эффективность осаждения пылевидных частиц зависит от поверхности листьев, наличия волосков, особенностей кутикулы. На голых листьях тополя итальянского задерживается меньше пыли, чем на листьях кожистых, опушенных или липких (например, у вяза низкого, липы сердцевидной).

Во-вторых, наибольшее накопление пыли на листовых пластинках отмечается в транспортной зоне города Воронежа. Причем пылевидные частицы поступают как с придорожного территорий, так и с самого дорожного полотна. Данная пыль содержит токсичные для растений продукты горения топлива и износа автомобилей. Подобного рода загрязняющие вещества отрицательно влияют на их рост и развитие.

В-третьих, для уменьшения запыленности воздушной среды необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на снижение разноса пылевидных частиц: задернение почвенного покрова (например, созданием газонов или цветников), полив дорожного полотна в летний период, а также уборка пескосоляной смеси в весенний период и др.

Таким образом, древесные растения являются эффективными «пылеуловителями», которые способствуют очищению воздуха. А оптимизация системы озеленения способствует снижению негативного влияния твердых частиц на окружающую среду.

Исследование проведено при финансовой поддержке Русского географического общества, проект РГО-РФФИ № 17-05-41072

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова [и др.]; под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. – Москва: Academia, 2008. – 287 с.

2. Боговая И.О. Озеленение населенных мест / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 290 с.

3. Доклад о природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2017 году / Управление экологии администрации городского округа город Воронеж. – Воронеж, 2018. – 58 с.

4. Beckett K.P. Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution / K.P. Beckett, P.H. Freer-Smith, G. Taylor // Environmental Pollution. – 1998. – Vol. 99. – PP. 347-360.

5. Burtscher H. Physical characterization of particulate emissions from diesel engines: a review / H. Burtscher // Aerosol Science. – 2005. – Vol.36. – PP. 896-932.

6. PM1.0 and PM2.5 Characteristics in the Roadside Environment of Hong Kong. / S.C. Lee [et al.] // Aerosol Sci. Technol. – 2006. – Vol. 40. – PP.157-165.

7. Sharifi M.R. Surface Dust Impacts on Gas Exchange in Mojave Desert Shrubs. / M.R. Sharifi , A.C. Gibson, P.W. Rundel // J. Appl. Ecol. – 1997. – Vol. 34. – PP. 837-846.

ВЛИЯНИЕ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА)

М.А. Клевцова, А.А. Михеев
klevtsova@geogr.vsu.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Озеленение населенных пунктов является способом создания комфортных условий проживания. Оздоровление окружающей среды обусловлено санитарно-гигиенической и микроклиматической функциями растительности. В условиях застройки создается определенный режим, характеризуемый микроклиматическими показателями. Так, для средней полосы России интервал зоны комфортности для человека по температуре - от 16 до 24°С (при относительной влажности 30-70% и скорости ветра 2-6 м/с) [1,3].

Используя зеленые насаждения, можно регулировать микроклимат территории, а, следовательно, и влиять на комфортность среды. Сочетание открытых и закрытых участков, рациональное размещение объектов озеленения позволяет снизить скорость ветрового потока, регулировать температуру и влажность воздуха. Кроме того, древесные растения способствуют возникновению горизонтальных и вертикальных турбулентных потоков воздуха, а, следовательно, и рассеиванию загрязняющих веществ. Зеленые насаждения в летний период защищают почвенный покров, а также здания и другие сооружения от перегрева. Особенно это важно в пешеходной зоне, на бульварах и аллеях.

В летний период 2017-2018 гг. нами проводились измерения температуры, влажности и скорости ветра с помощью портативного прибора метеометра МЭС-2. Объектом исследования служили участки магистральной улицы г. Воронежа (Московского пр-та) с разной степенью озеленения. Измерения проводились с 15 до 16 часов, наблюдалась переменная облачность, осадки отсутствовали, ветер слабый. Замер производился на расстоянии не менее 5 м от дорожного полотна, на высоте 1,5 м от уровня земли. В качестве примера рассмотрим данные, полученные 14 июля 2017 г. (табл. 1).

Московский проспект является улицей меридионального (долготного) направления (С-Ю). Протяженность 11 км. Продолжительность освещения солнцем противоположных сторон улицы отличается, в летний период больше освещается западная сторона по сравнению с восточной (разница составляет в несколько часов).

Западная сторона улицы имеет активную тень (т.е. покрывающую кроны деревьев) при многоэтажной (17-этажей) застройке, и примерно с 15 часов деревья находится в тени до захода солнца. На восточной стороне улицы активная тень образуется с восхода до 12 часов. Начиная с 12 часов до захода деревья освещены солнцем. Таким образом, растения, произрастающие на восточной стороне Московского пр-та, а также других улиц меридионального направления получают большую солнечную радиацию.

Таблица 1. Микроклиматические показатели территорий с разной степенью озеленения

№ п/п	Исследуемые территории	Сторона улицы (З - западная, В - восточная)	Т,°С	Н, %	V, м/с
1	Ост. Спутник	В	25,2	59,1	3,5
2	Ост. Торговое училище	З	24,7	58,9	3,7
3	Ост. Военный городок	В	25,0	58,8	3,5
4	Ост. ТЦ Московский пр-т	З	25,1	58,6	3,6
5	Аллея Славы	В	24,0	62,2	2,7
6	сквер Ратный	В	23,9	62,1	2,0
7	ост. Памятник Славы	З	25,1	59,0	3,6
8	Ост. 45 стрелковой дивизии	В	24,9	58,9	3,2
9	Сквер Московский	З	23,9	62,5	2,0
10	ост. Автовокзал	В	24,9	58,8	3,0
11	ост. Автовокзал	З	25,3	58,8	3,1
12	сквер Политехнический	В	24,1	62,5	1,8
13	Ост. Электросигнальная	З	24,9	59,3	3,3
14	Ост. Пр-т Труда	В	24,8	58,9	3,1
15	Ост. Пр-т Труда	З	24,6	59,0	3,1

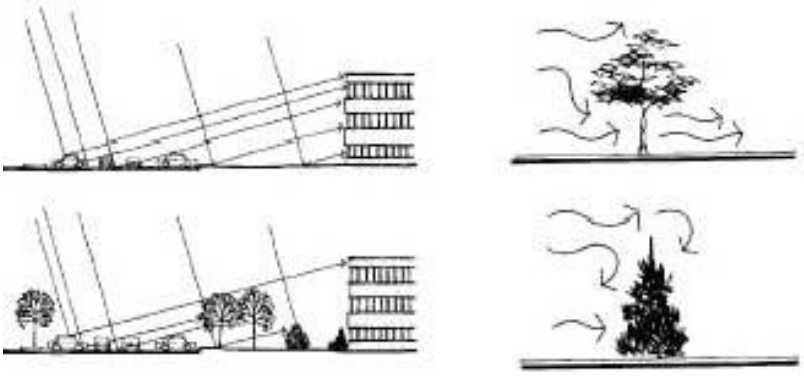


Рис. 1. Влияние формы кроны дерева на солнечную радиацию и направление ветра [4]

Как правило, зеленые насаждения на улицах регулируют поток солнечной радиации. Однако степень уменьшения облучения зависит, прежде всего, от состава и конструкции насаждений, высоты деревьев и размеров их крон (рис. 1). Плотные кроны липы мелколистной и крупнолистной создают большее затенение, чем, например, крона средней плотности, полуажурная у березы повислой и сосны обыкновенной (табл. 2). Данный аспект нужно учитывать при реконструкции и создании уличных посадок. Тем самым можно обеспечить комфортные условия пребывания пешеходов на тротуарах, особенно, в полуденное время.

Нами отмечены более высокие температуры (выше 25°С) на ост. Спутник, ост. Военный городок, ост. Автовокзал (западная сторона), ост. Памятник Славы, ост. ТЦ «Московский пр-т». Так, на ост. Спутник насаждения состоят из сосны обыкновенной, сквозистость кроны около 40%. В остальных точках, насаждения, хоть и состоят из деревьев с плотными кронами (тополь, липа), но довольно редкие и хорошо продуваемые. Насаждения тополя итальянского имеют небольшую сомкнутость крон, т. к. довольно изреженные, а проекция крон не большая. Меньшие температуры воздуха отмечены в сквере Московском и сквере Ратном. Здесь наблюдается снижение температуры более, чем на 1°С по сравнению с уличными насаждениями.

Повышение относительной влажности воздуха отмечается в скверах и на аллее Славы (ΔН составляет 3,7%). Это объясняется испаряющей способностью растений, т. е. транспирацией. Так, известно, что 1 га насаждений в течение вегетационного периода ис-

паряет до 3000 т влаги, что составляет 20-30% атмосферных осадков, выпавших на занятую насаждениями площадь [2]. При этом влияние древесных растений распространяется и на прилегающие к ним территории.

Таблица 2. Характеристика зеленых насаждений

№ п/п	Исследуемые территории	Тип посадки	Преобладающие виды древесных растений
1	Ост. Спутник	многорядная	сосна обыкновенная
2	Ост. Торговое училище	многорядная, живая изгородь	вяз низкий, робиния лжеакация, береза повислая
3	Ост. Военный городок	группа	тополь итальянский
4	Ост. ТЦ Московский пр-т	многорядная	тополь итальянский
5	Аллея Славы	многорядная	липа крупнолистная
6	сквер Ратный	многорядная	вяз низкий, ель обыкновенная, туя западная, ель колючая
7	ост. Памятник Славы	однорядная	береза повислая
8	Ост. 45 стрелковой дивизии	группа	вяз низкий
9	Сквер Московский	группы	вяз низкий, липа кавказская
10	ост. Автовокзал	группы, живая изгородь	вяз низкий
11	ост. Автовокзал	однорядная	липа крупнолистная
12	сквер Политехнический	группы	береза повислая
13	Ост. Электросигнальная	группы, однорядная	береза повислая, тополь итальянский
14	Ост. Пр-т Труда	многорядная	береза повислая, липа крупнолистная
15	Ост. Пр-т Труда	однорядная	тополь итальянский, липа мелколистная

Важным показателем микроклиматических условий является движение воздуха. По теплоощущениям наиболее комфортным считается ветер 0,5-3,0 м/с. Зеленые насаждения регулировать скорость ветрового потока. Так, на остановках общественного транспорта следует создавать продуваемые полосы, что позволит усиливать ветер и рассеивать выбросы. В скверах, парках, набережных, наоборот, необходимо снижать скорость ветра. Нами отмечено, что на остановках скорость ветра на 1,0-1,5 м/с выше, чем в скверах. Здесь насаждения имеют более ажурную конструкцию.

В результате проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы.

Во-первых, зеленые насаждения в городе Воронеже охлаждают воздух путем суммарного испарения, затеняют тротуары, здания и другие сооружения, тем самым обеспечивая более комфортные температурные условия. Наиболее выражен данный эффект в скверах, наименее на остановках общественного транспорта, где древесно-кустарниковая растительность представлена редко посаженными экземплярами.

Во-вторых, используя зеленые насаждения, можно значительно увеличить влажность воздуха. Это свойство особенно важно в летний период, т. к. повышение влажности, делает пребывание человека более комфортным по теплоощущению.

В-третьих, зеленые насаждения вблизи остановок общественного транспорта способствуют рассеиванию выбросов, за счет увеличения проветривания территории. В рассмотренных скверах Воронежа, наоборот, несколько снижают скорость воздушных потоков (на 1,0-1,5 м/с), создавая более комфортные условия для кратковременного отдыха.

Таким образом, при создании, реконструкции зеленых насаждений на улицах нужно учитывать ряд факторов: ориентацию улиц, плотность застройки, рельеф местности, наличие источников загрязнения и т. п.

Исследование проведено при финансовой поддержке Русского географического общества, проект РГО-РФФИ № 17-05-41072

ЛИТЕРАТУРА

1. Боговая И.О. Озеленение населенных мест / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 239 с.

2. Горохов В.А. Зеленая природа города / В. А. Горохов. – Москва: Архитектура, 2005. – 528 с.

3. Кочарян К.С. Эколого-экспериментальные основы зеленого строительства в крупных городах Центральной части России (на примере г. Москвы) / К.С. Кочарян. – Москва: Наука, 2000. – 184 с.

4. Panagopoulos T. Using microclimatic landscape design to create thermal comfort and energy efficiency / T. Panagopoulos // Actas da 1ª Conferência sobre Edifícios Eficientes, Universidade do Algarve, 25 de Janeiro de 2008. – 2008. – Pp. 1-4.

ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ОБЪЕКТА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

А.В. Козлов, Н.Н. Копосова
a_v_kozlov@mail.ru

Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, г.Нижний Новгород, Россия

Проблема неблагополучного экологического состояния городской среды в настоящее время остается актуальной, а его изучение и оценка – востребованной с точки зрения регионального экологического мониторинга [3, 4]. Нужно отметить, что атмосфера населенных мест, сопряженная с поступлением загрязнителей из газо-пылевых выбросов промышленности и из выхлопных газов автотранспорта, является главной средой, транспортирующей поллютанты в почвенный покров и водные объекты. К «переносчикам» загрязняющего фона, в том числе, относят все виды осадков, основными из которых являются дождевые и снеговые массы. По этим и другим причинам [5] эколого-химический анализ данных во временно депонирующих средах окружающей среды на предмет накопления загрязняющих веществ необходим как для понимания общего уровня загрязненности атмосферного воздуха Нижнего Новгорода, так и для ориентирования в мерах накопления как таковых загрязнителей в консервативных природных и природно-техногенных объектах – почвенном покрове и водоемах.

Нижний Новгород считается одним из крупных центров России с развитой промышленной инфраструктурой и высокой степенью загазованности воздуха от работы автомобильных двигателей. По этим причинам загрязнение атмосферы экотоксикантами в пределах городской черты остается одной из главных экологических проблем мегаполисов [2, 6, 7].

Несмотря на то, что снег как объект оценки состояния среды не является экологически нормируемой системой, многими исследователями указывается на его высокую значимость в экологических исследованиях окружающей среды [4, 6]. Причиной тому является множество термодинамических и физико-химических факторов образования снега, его массопереноса и процессов загрязнения. В частности, в момент формирования кристаллов воды в воздухе и выпадения их на землю происходит влажная седиментация рассеянных в атмосфере поллютантов. Кроме того, в атмосферном пространстве активно развит процесс переноса воздушных масс, следствием чего является сухое осаждение загрязняющих ве-

ществ на поверхность снежного покрова. Благодаря таким естественным процессам концентрирования поллютантов в снеге содержание в нем загрязняющих веществ считается одним из значимых критериев оценки экологического состояния атмосферы.

Целью работы явилась характеристика экологического состояния снежного покрова Нижнего Новгорода на примере крупных автомагистралей города на основе накопления различных анионов и катионов, тяжелых металлов, а также кислотности.

Исследование снежного покрова проводилось в течение двух лет (2017-2018 гг.) в соответствии с требованиями общепринятых нормативов [1].

Пробы снега отбирали вручную с помощью пластмассового цилиндра (ø = 10 см, h = 20 см) в непрозрачные полиэтиленовые пакеты. Отбор проб осуществлялся в начале февраля 2017 и 2018 гг. равномерно на протяжении крупных автомагистралей Нижнего Новгорода – Сормовское шоссе (заречная часть города) и проспект Гагарина (нагорная часть города). Для пробоотбора выбирали визуально чистые и ровные участки снежного покрова в непосредственной близости от дороги; площадь каждого участка = 10 м2. На одном участке отбирали по 5 точечных пробы, которые впоследствии смешивали в 1 объединенную пробу. С каждой автомагистрали равноудаленно друг от друга всего было отобрано по 4 объединенных пробы.

В качестве условно незагрязненного (фонового) участка был выбран участок лесного массива «Дубрава», примыкающего с северо-западной стороны непосредственно к черте города. В лесном массиве было также отобрано 4 объединенных образца снега, каждый из которых также состоял из 5 точечных.

Пробы снега доставляли в лабораторию и раскладывали из пакетов в пластиковые емкости (тазы) для естественного оттаивания. Анализ проб воды был проведен в Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете по некоторым гидрохимическим показателям содержащихся в снеге веществ и содержанию в нем растворимых соединений тяжелых металлов; аналитическая повторность – трехкратная. В полученной талой воде определяли кислотность потенциометрическим методом на pH-метре-милливольтметре МАРК-903. В фильтрате данных проб воды определяли содержание сухого остатка (общая минерализация) – кондуктометрией с помощью кондуктометра DIST-3 (HANNA), а также содержание хлоридов аргентометрическим, сульфатов – йодометрическим, бикарбонатов – кислотно-основным видами титриметрии [2].

Содержание тяжелых металлов в воде снега также определяли в отфильтрованных образцах методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометре-полярографе ТА-Lab по методике определения ТМ в воде (ПНД Ф 14.1:2:4.222-06), предварительно пропустив образцы через обеззоленные фильтры («синяя» лента) и проведя минерализацию имеющихся органических веществ с помощью концентрированной муравьиной кислоты.

В качестве оценки критерия интегральной токсичности проб снега использовали биолюминесцентный метод (по МР 01.021-07), основанный на реакции люминесцентной генно-инженерной бактерии Escherichia coli М-17 (биосенсор «Эколюм»), используемой при работе на приборе БИОТОКС 10-М.

Результаты измерений обработаны методом вариационной статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

На рисунке 1 представлены данные по содержанию бикарбонатов и сульфатов в воде снега. Нужно сказать, что накопление в снеге обоих анионов оказалось в разы выше по отношению к их содержанию в условиях формирования снежного покрова лесной дубравы (фон). Так, если по состоянию на 2017 год среднее по 4 точкам содержание бикарбонатов в снеге фонового участка составляло 3,66 мг/л, а на 2018 год – 2,96 мг/л, то на автомагистрали заречной части города содержание бикарбонат-анионов составило 25,90 мг/л и 41,84 мг/л, а нагорной части – 55,79 мг/л и 48,43 мг/л соответственно по годам исследования. В условиях Сормовского шоссе содержании бикарбонатов повысилось в 1,6 раза, а в условиях проспекта Гагарина – снизилось в 1,2 раза по сравнению с прошлым (2017) годом.

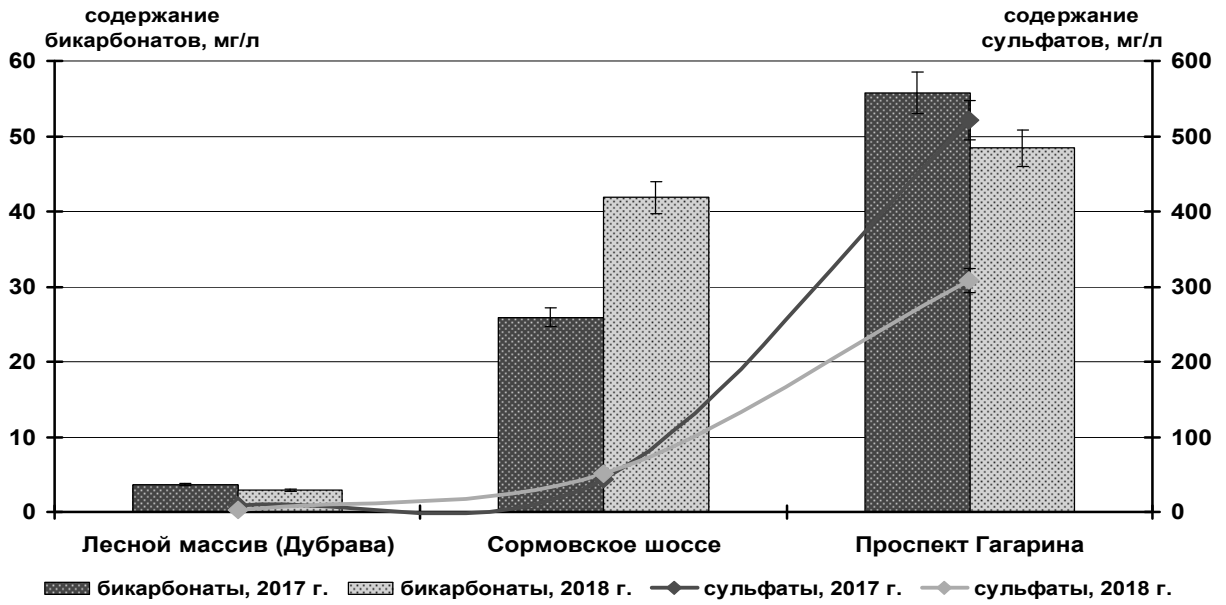


Рис. 1. Характеристика снежного покрова автомагистралей Нижнего Новгорода по содержанию бикарбонатов и сульфатов (2017-2018 гг.)

Содержание сульфатов в воде снега имело почти аналогичную тенденцию. В воде снега с фонового участка накопление сульфат-анионов составило 8,25 мг/л в 2017 году и 3,51 мг/л в 2018 году. В тоже время содержание в снеге данного токсиканта в условиях заречной части города (Сормовское шоссе) превысило фоновый уровень в 5,3 раза в 2017 году (43,34 мг/л) и в 14,5 раз в 2018 году (50,80 мг/л). В нагорной части города в условиях проспекта Гагарина содержание сульфат-анионов в воде снега оказалось наибольшим из всех изучаемых вариантов и весьма значительным: в среднем по 4 участкам накопление его в снеге в 2017 году составило 521,00 мг/л, а в 2018 году – 308,09 мг/л, что больше чем в заречной части соответственно по годам исследования в 12,0 и 6,1 раза.

Очевидно, что наличие бикарбонатов и сульфатов в снежной воде обусловлено высоким содержанием различных оксидов углерода и серы в атмосфере, способных растворяться при образовании снеговых масс. Данные оксиды типичны для урбоэкосистем с высокоразвитой промышленной инфраструктурой, следствием чего является высокий уровень выбросов в атмосферу различных газов [3, 7].

Рисунок 2 отражает данные по содержанию в снежном покрове хлоридов и его общей минерализации, выраженной показателем сухого остатка. Содержание хлорид-анионов в воде снега изучаемых территорий имело аналогичную тенденцию с накоплением сульфатов и бикарбонатов. Если в условиях формирования фонового снежного покрова среднее по 4 точкам содержание хлоридов составляло 6,13 мг/л и 2,61 мг/л соответственно по годам исследования, то в условиях города хлоридное загрязнение снеговых масс оказалось много выше и, в особенности, на территории проспекта Гагарина.

Здесь накопление хлоридов превысило значения по Сормовскому шоссе в 13,6 раза в 2017 году (643,82 мг/л против 47,17 мг/л) и в 4,6 раза в 2018 году (580,30 мг/л против 127,50 мг/л), а фоновые значения – соответственно в 105,0 и в 222,3 раза (фоновый уровень = 6,13 мг/л и 2,61 мг/л соответственно по годам исследования). По-видимому, столь существенный уровень загрязнения хлоридами снеговых масс в условиях автомагистралей мог быть обусловлен как неправильной эксплуатацией пескоразбрасывательной техники, антигололедные смеси из которой попадали не только непосредственно на дорожной покрытие, но и на обочины, а также – перебросом образующихся снего-песковых масс с автотрассы на прилегающие территории в процессе чистки дорог [4, 5].

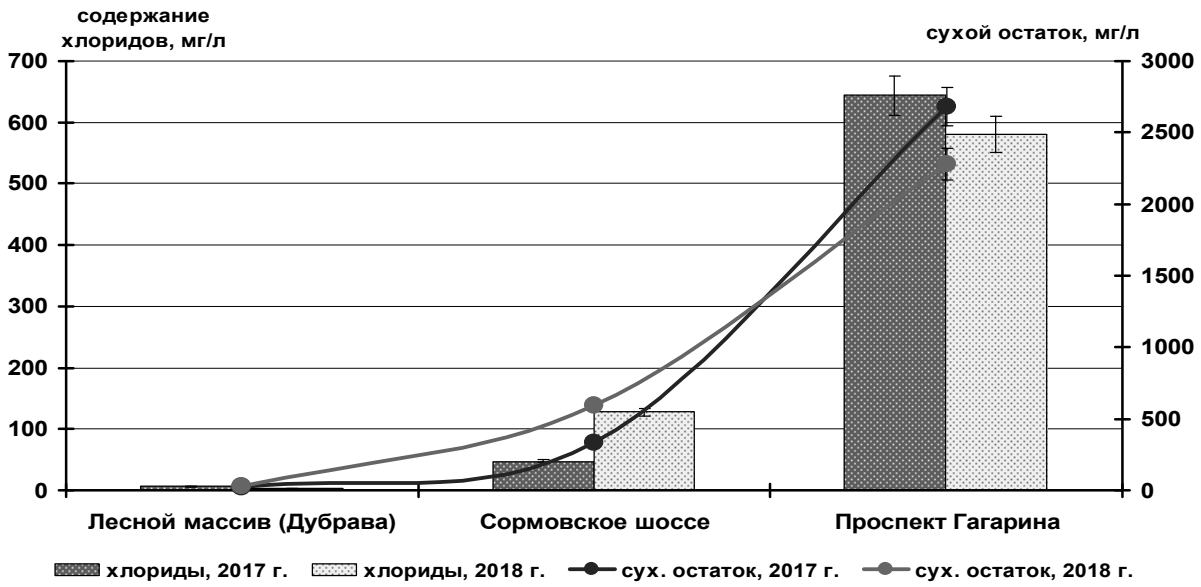


Рис. 2. Характеристика снежного покрова автомагистралей Нижнего Новгорода по содержанию хлоридов и общей минерализации (2017-2018 гг.)

Как известно, песко-соляные смеси, уже несколько десятилетий применяемые в зимнее время при эксплуатации дорожного покрытия в качестве антигололедного агента, в значительно степени загрязняют хлоридами прилегающий почвенный покров, что, в последствии, может сказываться на уровне концентрации хлорид-анионов в грунтовых водах.

Содержание сухого остатка в снеге, отражающего его минерализацию различными катионами и анионами, закономерно имело схожую тенденцию с накоплением ранее рассмотренных веществ. На второй год исследования в условиях лесной территории (фон) накопление минерализата на 40% превысило его содержание в снеге, отобранном в 2017 году, и составило 28 мг/л.

В условиях Сормовского шоссе, расположенного в заречной части города, увеличение содержания сухого остатка в 2018 году составило 77% по отношению к данным 2017 года. В условиях проспекта Гагарина, расположенного в нагорной части города, уровень минерализации снега, наоборот, снизился на 15% на второй год наблюдения в сравнении с первым годом. Закономерно с накоплением в снеге катионно-анионных форм разнообразных химических веществ показатель сухого остатка имел наибольший уровень в условиях проспекта Гагарина. Здесь абсолютные значения показателя составили 2678 мг/л (2017 год) и 2279 мг/л (2018 год), что больше, чем в снеговой воде с Сормовского шоссе в 8,0 раза (2017 год) и в 3,8 раза (2018 год), и еще больше, чем в снежном покрове фонового участка – в 133,9 раза (2017 год) и в 81,4 раза (2018 год).

График, показанный на рисунке 3, отражает суммарное накопление растворимых соединений тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu) в снеговой воде за 2 года исследований.

Прежде всего, нужно отметить заметно сниженный уровень накопления токсикантов в снеге на второй год исследования по сравнению с первым годом – на 75% в условиях фоновой территории, на 32% в условиях Сормовского шоссе и на 35% в условиях проспекта Гагарина.

Наибольшее суммарное содержание тяжелых металлов отмечалось в снежном покрове автотрассы заречной части города. Здесь накопление токсикантов составило 0,0611 мг/л в 2017 году и 0,0413 мг/л в 2018 году, что ниже, чем в нагорной части города соответственно на 26% (0,0450 мг/л) и на 29% (0,0292 мг/л).

В снеговом покрове лесного массива содержание тяжелых металлов закономерно оказалось наименьшим – 0,0075 мг/л (2017 год) и 0,0019 мг/л (2018 год). При этом нужно отметить, что если в суммарном накоплении токсикантов в снеге с придорожных территорий участвовали все рассматриваемые металлы, то в воде снега из Дубравы в первый

год отсутствовала медь, а во второй год – медь и свинец. При определении содержания их растворимых форм вольтамперометрическим методом уровень полученной концентрации находился ниже предела обнаружения данным прибором. Общий высокий уровень накопления растворимых соединений тяжелых металлов в снеговой воде, очевидно, обусловлен повышенной загазованностью воздуха пылевыми выбросами крупных промышленных предприятий города, содержащими в своем составе частицы таковых токсикантов, что подтверждается рядом аналогичных исследований [3, 6].

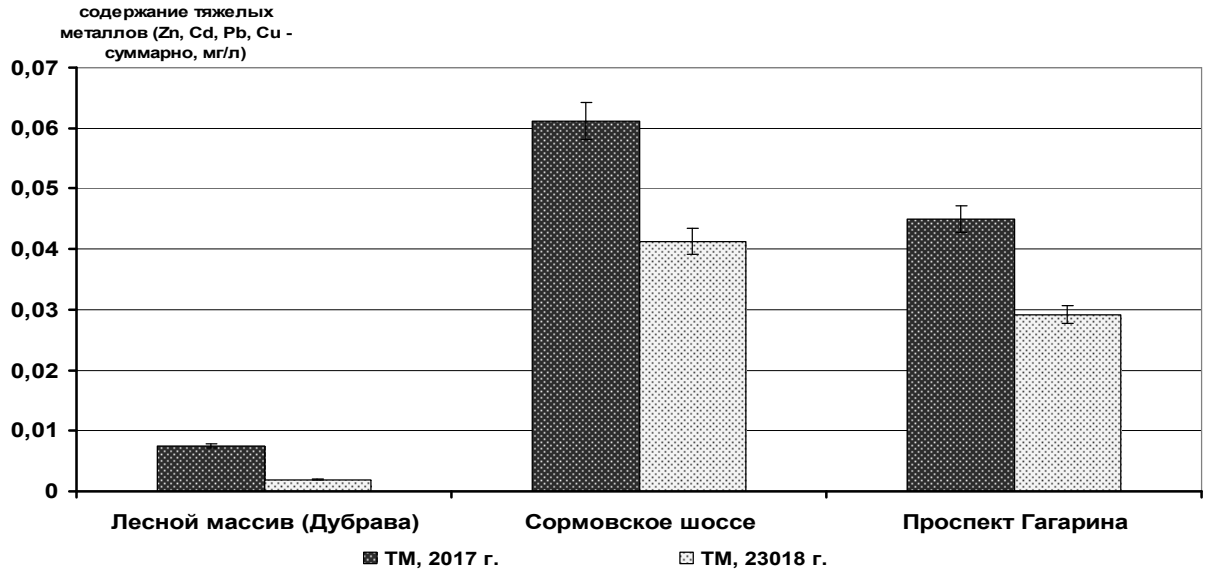


Рис. 3. Характеристика снежного покрова автомагистралей Нижнего Новгорода по содержанию суммы растворимых соединений тяжелых металлов (2017-2018 гг.)

Данные таблицы 1 показывают динамику кислотности воды снега по вариантам исследования. Анализируя полученные данные, нужно отметить слабокислую реакцию снеговой воды в условиях формирования снежного покрова в лесном массиве – 6,45 и 6,38 ед. pH соответственно по годам отбора и анализа проб снега.

Таблица 1. Динамика кислотности воды снега по годам исследований (M ± m: среднее ± ошибка среднего; V, % – коэффициент вариации)

Место отбора проб	Значение pH по точкам отбора, ед. pH				M ± m	V, %
	I	II	III	IV		
2017 год						
Лесной массив (фон)	6,83	6,22	6,24	6,50	6,45 ± 0,14	4
Сормовское шоссе	7,13	7,28	6,98	7,04	7,11 ± 0,07	2
Проспект Гагарина	7,27	7,07	6,95	7,05	7,09 ± 0,07	2
2018 год						
Лесной массив (фон)	6,40	6,38	6,12	6,63	6,38 ± 0,10	3
Сормовское шоссе	6,54	6,53	7,19	7,01	6,82 ± 0,17	5
Проспект Гагарина	6,93	7,50	7,26	6,59	7,07 ± 0,20	6

В условиях прилегающих к автотрассам участков снежный покров характеризовался слабощелочной реакцией на Сормовском шоссе в первый год и на проспекте Гагарина в оба года исследования. Данный факт может свидетельствовать о наличии щелочно-гидролизуемых соединений в составе газов и пыли, попадающих в атмосферу из выбросов промышленных предприятий и автотранспорта, которые в некоторой степени подщелачивают воду снега.

Вариабельность кислотности воды снеговых масс не превышала 10%, что говорит о высокой степени консервативности показателя вне зависимости от точек отбора проб.

В таблице 2 показаны результаты определения интегральной биологической токсичности проб воды снежного покрова на основе реакции тест-объекта «Эколюм». Было выявлено, что в целом талая вода всех образцов изучаемого снежного покрова обладала токсичностью по отношению к выбранному тест-объекту (генно-инженерная бактерия Escherichia coli M-17).

Нужно сказать, что даже минимальное содержание веществ-поллютантов в пробах снега фонового участка проявляло токсический эффект (10%, V = 6,0%), который оценивается как допустимый (1 группа токсичности). Пробы воды снега, отобранного с автомагистрали заречной части города, в целом проявили среднюю токсичность (2 группа), а отобранного с автомагистрали нагорной части – проявили острую токсичность (59%, V = 26,5%) по отношению к тест-объекту (3 группа).

Таблица 2. Характеристика интегральной биологической токсичности воды снега (M ± m: среднее ± ошибка среднего; V, % – коэффициент вариации), 2017 г.

Место отбора	Интегральная токсичность воды снега, % (значения по точкам отбора)				M ± m	V, %
	I	II	III	IV		
Фоновый уровень (лесной массив Дубравы)	9	10	11	11	10 ± 0	6,0
Заречная часть города (Сормовское шоссе)	37	54	27	22	35 ± 7	40,3
Нагорная часть города (проспект Гагарина)	62	79	53	42	59 ± 8	26,5

Проанализировав данные за 2 года исследования, нужно подчеркнуть факт наличия определенного уровня загрязненности снеговых масс в условиях накопления в черте городской территории. На основании полученных данных отмечается значительное загрязнение бикарбонатами, сульфатами, хлоридами и общей минерализацией снега с местности, прилегающей к проспекту Гагарина, а существенное загрязнение тяжелыми металлами – снега с местности, расположенной близ Сормовского шоссе. По состоянию на зимний период двух лет исследования (2017-2018 гг.) территории автомагистралей в целом характеризуются высокой экологической напряженностью, связанной не только с общим значительным уровнем загрязнения токсикантами снеговых масс, но также и с риском миграции данных загрязнителей в почвенный покров и грунтовые воды, и транслокации – в городскую растительность.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.

2. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов: учебно-методическое пособие / А.В. Козлов. – Н. Новгород: Мининский университет, 2016. – 146 с.

3. Копосова Н.Н. Анализ территориальных различий в уровнях концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Нижнего Новгорода / Н.Н. Копосова, А.В. Козлов, И.М. Шешина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 581.

4. Летенкова И.В. Химический анализ снежного покрова Новгородской области / И.В. Летенкова, В.Ф. Литвинов, В.Г. Сморжок // Вестник Новгородского государственного университета. – 2014. – № 76. – С. 73-76.

5. Шадрин И.А. Анализ токсичности снежного покрова г. Красноярска методом биотестирования / И.А. Шадрин // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 12. – С. 230-235.

6. Шумилова М.А. Исследование загрязненности снежного покрова на примере города Ижевска / М.А. Шумилова, О.В. Садиуллина, В.Г. Петров // Вестник Удмуртского университета. Серия: физика и химия. – 2012. – № 2. – С. 83-89.

7. Янченко Н.И. Особенности химического состава снежного покрова и атмосферных осадков в городе Братске / Н.И. Янченко, О.Л. Яскина // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324, № 3. – С. 27-35.

ОЦЕНКА ПЫЛЕУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В РАЙОНАХ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Д.С. Криницын, Е.А. Скочилова
lagaut318@gmail.com

Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола, Россия

Развитие промышленности, рост автотранспорта приводят к загрязнению окружающей среды. Особенно сильно происходит загрязнение атмосферного воздуха крупных городов, что является важным фактором роста заболеваемости населения. Кроме того, повышение концентраций загрязняющих веществ в атмосфере оказывает влияние на растения, которые являются необходимым элементом создания облика города.

Роль зеленых насаждений в населенных пунктах трудно переоценить. Каждый элемент городской системы озеленения выполняет следующие основные функции: участвует в организации территории и формировании архитектурно-художественного облика города, обеспечивает рекреационные потребности населения, защищает от транспортного и других шумов, от выхлопных газов и пыли, регулирует температурно-влажностный, радиационный и ветровой режимы в пределах объекта и на прилегающих территориях, а также создает условия, способствующие продлению сроков жизнедеятельности самого насаждения. Большое значение при этом имеет способность растений улавливать и осаждать на своих листьях атмосферную пыль. Известно, что пылеосаждающая эффективность листьев разных видов деревьев и кустарников зависит от видовых особенностей строения листовой пластинки (размеров, изрезанности, наличия складчатости, опушения и т.д.) [1]. Пыль, оседающая на листьях растений, в основном состоит из пыли нетоксической (взвешенных веществ), являющейся неспецифическим загрязняющим веществом (ЗВ), всегда присутствующем в атмосферном воздухе. Виды специфической пыли (неорганической с высоким содержанием диоксида кремния, древесной, зерновой, металлов, цемента, абразивной и др.) поступают в атмосферный воздух с выбросами предприятий. В связи с этим целью данной работы является сравнительная оценка пылеулавливающей способности листьев березы повислой на маршрутных постах в районах г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл).

Одним из наиболее широко используемых видов при озеленении городов является береза повислая (Betula pendulaRoth.). Береза повислая, как правило, одноствольное дерево [4]. По классификации жизненных форм [2] она относится к прямостоячему, немногоствольному (плейокормному) непартикулирующему (с единой корневой системой)дереву. Сбор материала осуществляли с 10 средневозрастных генеративных растений. С каждого дерева брали по 10 побегов, с каждого укороченного побега – по 10 листьев. Онтогенез березы повислой описан, согласно концепции дискретного описания онтогенеза. В ходе выполнения данной работы были собраны листья березы повислой в 3 районах г. Йошкар-Олы: контроль – ООПТ лесопарк «Сосновая роща», жилая зона – улица Кирова, промышленная зона –перекресток улиц Строителей-Крылова. Для проведения исследования на изучаемых территориях была использована методика определения запыленности листьев растений, проведен весовой анализ пыли на собранных листьях [5].Статистическую обра-

ботку данных проводили с использованием пакета программы «Statistica 6 0». Достоверность различий оценивали по распределению Стьюдента на доверительном уровне 95 %.

Определяющим фактором качества атмосферного воздуха в городе является поступление в атмосферу загрязняющих веществ в результате деятельности предприятий и организаций промышленного и аграрного комплексов, расположенных на территории города, а также автомототранспортных средств [3].

Проведенный анализ пылеулавливающей способности листьев березы повислой показал, что между контролем и жилой зоной по данному показателю статистически значимой разницы не обнаружено (рис. 1). Вероятно, это связано с отсутствием промышленных предприятий в жилой зоне и незначительным влиянием автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха.

Запыленность листьев, выбранных для исследования в промышленном районе, была в 1,9 раз выше, чем средняя запыленность листьев в контроле. Основными факторами загрязнения атмосферного воздуха в этом районе являются выбросы промышленных предприятий и автотранспорта.

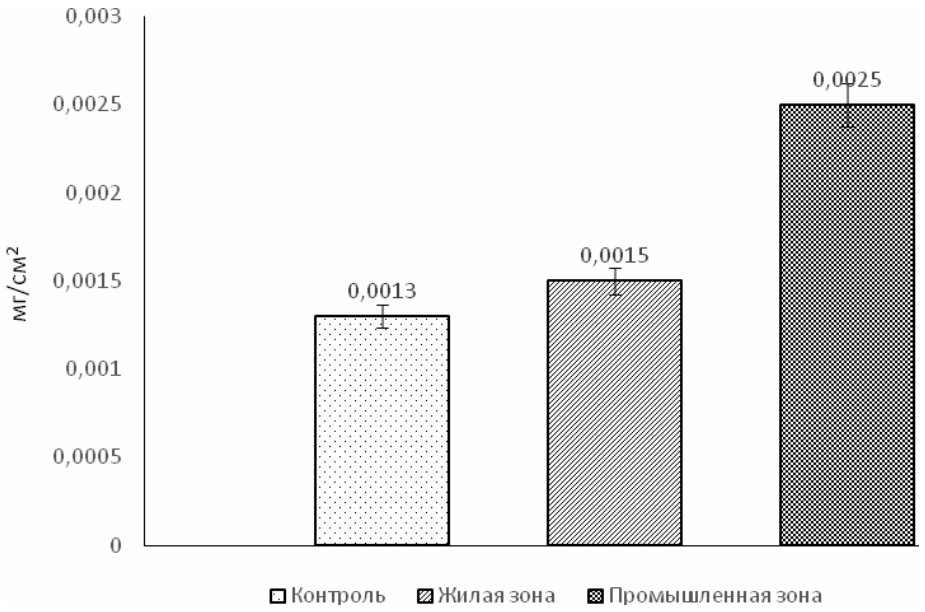


Рис. 1. Пылеулавливающая способность листьев B. pendula в районах г. Йошкар-Олы

Аналогично складывается ситуация в промышленной зоне, по сравнению с жилой, где запыленность листьев была выше в 1,7 раза из-за отсутствия промышленных предприятий и меньшего количества большегрузного автотранспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерохина В.И. Озеленение населенных мест. Справочник / В.И. Ерохина. – М.: Стройиздат, 1987. – 480 с.

2. Жукова Л.А. Программа и методические подходы популяционного мониторинга у растений / Л.А. Жукова [и др.] // Биологические науки. – 1989. – № 12. – С. 65-75.

3. Калюкова Е.Н. Экологический мониторинг атмосферы / Е.Н. Калюкова. – Ульяновск, 2015. – 131 с.

4. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений / И.Г. Серебряков. – М.: Высш. шк., 1962. – 378 с.

5. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.

ВЛИЯНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧИ ТРЕХДНЕВНОЙ МАЛЯРИИ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ В 1999-2010 ГГ.

В.А. Миронова, Н.В. Шартова, М.И. Варенцов, Ф.И. Коренной, М.Ю. Грищенко
mironova.va@gmail.com

Географический факультет МГУ им.М.В. Ломоносова,
НИВЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
Федеральный центр охраны здоровья животных, г.Владимир, Россия

Глобальное изменение климата считается одной из наиболее серьезных экологических угроз в предстоящем столетии. В частности, одной из научных проблем является оценка его воздействия на здоровье населения. В первую очередь, это касается распространения инфекционных заболеваний, особенно передающихся через членистоногих переносчиков. Эти болезни зависят от климатических условий, которые влияют как на существование и размножение переносчиков, так и обеспечивают термические условия для развития самих возбудителей. Одним из наиболее ярких примеров таких болезней является малярия. Предполагается, что потепление климата позволит ареалу малярии расшириться в районы, где раньше ее передача была невозможна из-за недостатка тепла. Кроме того, более высокие температуры, в сочетании с благоприятным режимом осадков, могут увеличить длительность эпидемических сезонов. Также прогнозируется увеличение риска возникновения местной передачи в регионах, где малярия была в свое время искоренена, в первую очередь, в Европе и США[4]. В условиях происходящих климатических изменений можно ожидать, что степень благоприятствования климата распространению малярии будет меняться, оказывая влияние на условия передачи[4], однако, размах и направленность таких изменений до сих пор не установлена. Кроме того, неясным остается вопрос об условиях передачи малярии в крупных городах, актуальный ввиду наличия ярко выраженных особенностей городского климата – в первую очередь, эффекта городского острова тепла[6].

В связи с этим, актуальной задачей является оценка влияния климатического фактора на возникновение местной передачи трехдневной малярии в условиях умеренного климата. Московский регион, в течение последних десятилетий подверженный значительным климатическим изменениями и характеризующийся пространственной неоднородностью термического режима, отличается также и наличием ярко выраженного острова тепла Московского мегаполиса[2]. Кроме того, именно на его территории произошла самая крупная постликвидационная вспышка трехдневной малярии(*Plasmodiumvivax*), продолжавшаяся около 10 лет подряд [3].При этом мы исходим из понимания, что климатический фактор может выступать в качестве ведущей, но не единственной предпосылки восстановления местной передачи инфекции, поэтому в исследование был включен анализ и других природных и социально-экономических факторов.

Нами была рассмотрена корреляционная связь между местоположением точек заражения трехдневной малярией в 1999-2010 гг. и выбранными факторами окружающей среды. Рассчитана пространственная корреляция для оценки связи местных случаев заражения (387 очагов малярии) с абсолютной высотой (для оценки приуроченности распространения малярийного комара (род *Anopheles*) к определённым высотным уровням), с ландшафтными выделами (для выявления приуроченности случаев заражения к определённым ландшафтным условиям), плотностью застройки (как с косвенным показателем заселённости и освоенности территории человеком), с плотностью коттеджного строительства (для выявления связи с возможными источниками инфекции, так как, предположительно, на строительстве коттеджных поселков были заняты инфицированные мигранты).

Для уточнения возможных связей между случаями местного заражения малярией и факторами среды, а также определения наиболее подходящих для восстановления инфекции территорий, была построена модель при помощи программного обеспечения MaxEnt, пред-

назначенного для моделирования географического распространения биологических видов методом максимальной энтропии. В модель, кроме случаев заболевания, были включены параметры, характеризующие климатические условия региона, ландшафтные и социально-экономические условия (плотность населения; плотность авто- и железных дорог, расстояние до железнодорожных станций, расстояние до коттеджных поселков). Проведено тестирование модели и определение статистической значимости результатов. Оценка «веса» переменных для построения моделей проведена методом «складного ножа» (jackknife), на основе сравнения результатов моделирования при последовательном исключении каждой переменной (либо при моделировании с использованием только одной переменной).

Результаты расчетов пространственной корреляции между выбранными факторами среды и возникновением случаев заражения малярией показали, что ни один из четырех проанализированных факторов не является ведущим. Корреляционные связи носят слабо выраженный характер: связь с абсолютной высотой (r = -0,0039); связь с плотностью застройки (r = 0,46474); связь с плотностью случаев коттеджного строительства (r = 0,29657). Приуроченность к ландшафтным выделам также слабо выражена. Более значимые результаты были получены при моделировании с использованием метода MaxEnt. Показатель AUC, отражающий вероятность того, что результат в отдельно взятой точке географо-математической модели будет соответствовать действительности, составляет 0,923, что свидетельствует о высоком качестве полученной модели. Наибольший вклад в построение модели вносят плотность населения (23,5%), средняя суточная температура (19,6%), количество осадков самого холодного квартала (10,5%), ландшафтные условия (9,8%), а также расстояния до ближайшей железнодорожной станции (7,6%) и коттеджных поселков (6,9%). Таким образом, подтверждается гипотеза, что в развитии вспышки главную роль сыграла совокупность как природных, так и социально-экономических условий, при этом среди природных факторов ведущую роль играет климатический.

Результаты, касающиеся вклада климатических параметров, могут быть интерпретированы следующим образом. От средней суточной температуры непосредственно зависит развитие возбудителя, а уровень осадков самого холодного квартала, вероятно, сказывается на формировании наиболее благоприятных местообитаний для переносчиков.

На основе полученной модели была создана карта, отражающая наиболее подходящие для восстановления инфекции территории. Ее анализ позволяет сделать вывод, что в современных климатических и социально-экономических условиях Московского региона при отсутствии соответствующих профилактических мероприятий именно в г. Москве будут складываться наиболее благоприятные условия для восстановления инфекции. Этот вывод согласуется с представлениями о существенном влиянии городского острова тепла[6].

Для более детального анализа изменений степени благоприятности климатических условий для развития возбудителя малярии были изучены термические условия региона за последние 40 лет. Использованы данные наблюдений за температурой воздуха по метеостанциям г. Москвы, характеризующие центр города (Балчуг); городские парки (ВДНХ и МГУ) и метеостанции Московской области (Волоколамск, Клин, Дмитров, Павловский Посад, Черусти, Новый Иерусалим, Можайск, Наро-Фоминск, Серпухов, Коломна) и прилегающих областей (Александров, Петушки, Малоярославец) за период с 1977 по 2016 гг.

Анализ степени благоприятности климатических условий проведен на основе представления об эффективных температурах, необходимых для развития возбудителя [1]. Для развития паразита *P. vivax* в комаре среднесуточные температуры должны быть не ниже +16°C. При этом условии подсчитывается превышение среднесуточных температур над расчётным порогом 14.5°C. Суточные превышения суммируются и, когда сумма превышений достигает 105°, это сигнализирует, что комар может инфицировать людей. При температурах ниже 16°C процесс развития возбудителя прерывается, но может возобновиться, если время перерыва не превышает недели. Чем выше среднесуточные температуры, тем быстрее накапливается необходимая сумма тепла и тем меньший отрезок времени требуется для развития возбудителя. Дополнительно был введен обобщающий

показатель, характеризующий степень благоприятности термического режима для развития возбудителя малярии (Kf) [5]. Данный индекс показывает, насколько благоприятны метеорологические условия в каждый сезон для осуществления местной передачи малярии. Для рассматриваемых характеристик проанализированы временные тренды и их значимость. Для каждого параметра каждой станции определялись коэффициент наклона линейного тренда k, коэффициент детерминации R^2 и уровень достоверности p, при котором тренд является статистически значимым по критерию Стьюдента.

При рассмотрении изменений сумм эффективных температур, набираемых за сезон, четко прослеживается тенденция к их увеличению, при этом скорость роста сумм эффективных температур для городских станций Балчуг и МГУ превосходит загородную: коэффициент наклона тренда и его значимость для этих станций больше, чем для загородных условий вследствие интенсификации городского острова тепла. Наиболее резкие изменения происходили с середины 1990-х гг. Это в целом согласуется с выводами об общем потеплении климата Московского региона [2], согласно которым рост летней температуры и интенсификация летнего острова тепла Москвы ускорились именно с начала 1990-х гг. Кроме того, с середины 1990-х гг. заметна большая внутригородская неоднородность температурных условий. Рассматривая пространственную неоднородность показателя, следует отметить, что суммы эффективных температур особенно велики в Москве и восточных районах области. В первом случае это можно объяснить эффектом городского острова тепла, во втором – влиянием континентальности климата: восточные и юго-восточные районы Московского региона характеризуются более холодной зимой и более жарким летом.

Анализ обобщающего коэффициента K_f убедительно подтверждает вывод, что климатические условия города Москвы и, особенно, его центра значительно более благоприятны для развития возбудителя малярии. Имеет место значимый тренд роста индекса K_f по данным всех станций Московского региона, при этом скорость роста существенно варьирует в пределах региона. При анализе десятилетних периодов заметно поступательное увеличение степени благоприятствования условий: если в период с 1977 по 1996 гг. изменение условий было незначительным, то в период с 1997 по 2016 гг. оно уже носит существенный характер. Вследствие интенсификации острова тепла наиболее ярко тренд роста индекса выражен для центра города, особенно для последнего десятилетия. Таким образом, можно сделать вывод о том, что городской остров тепла Москвы может оказать существенное влияние на условия развития возбудителя малярии и их многолетнюю динамику.

Как показывает проведенное исследование, климатический фактор, не является единственным, оказывающим влияние на восстановление передачи инфекции. Однако из всех метеорологических параметров именно температурные условия могут расцениваться как ведущие, и в целом, при формировании определенных социально-экономических условий, изменение температурного режима может оказаться пусковым механизмом для развития локальных вспышек.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-77-20070 «Оценка и прогноз биоклиматической комфортности городов России в условиях изменения климата в XXI веке»)

ЛИТЕРАТУРА

1. ВОЗ. Практическое руководство по эпидемиологическому надзору за малярией для стран Европейского региона, столкнувшихся с возвратом малярии / под общ. ред. М.Н. Ежова. – Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2005. – 116 с.

2. Климат Москвы в условиях глобального потепления / под ред. А.В. Кислова. – М.: Издательство Московского университета, 2017. – 288 с.

3. Миронова В.А. Миграционные процессы и малярия в России / В.А. Миронова, А.Е. Беляев // Актуальные вопросы эпидемиологии инфекционных болезней: Сб. научных трудов, 10. РМАПО. – 2011. – С. 680-690.

4. Kovats R.S., Campbell-Lendrum D., McMichael A.J., Woodward A., Cox J. Early effects of climate change: do they include changes in vector borne diseases? Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 356. – 2001. –Pp. 1057-1068.

5. Mironova V., Shartova, N., Beljaev A., Varentsov M., Grishchenko M. Effects of Climate Change and Heterogeneity of Local Climates on the Development of Malaria Parasite (Plasmodium vivax) in Moscow Megacity Region. Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2019. – 16(5), 694. https://doi.org/10.3390/ijerph16050694.

6. Varentsov M., Wouters H., Platonov V., Konstantinov P. 2018. Megacity-induced mesoclimatic effects in the lower atmosphere: a modeling study for multiple summers over Moscow, Russia. Atmosphere (Basel), 9 (2): 50.DOI: 10.3390/atmos9020050.

ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ В ГОРОДАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.П. Пинчук, В.Н. Слюсарев
alexapin@mail.ru, vskubsoil@gmail.com

Кубанский государственный технологический университет,
Кубанский государственный аграрный университет, г.Краснодар, Россия

Последнее столетие характеризуется активной производственной деятельностью человека, что приводит к значительному нарушению экологического равновесия не только непосредственно биосферы, но и других геосфер. Атмосфера города объединяет всю биосферу, которая является единым естественным объектом, и экологические проблемы распространяются на весь этот объект.

Поверхностные и подземные воды, почвенный покров содержат различные токсические вещества в концентрациях значительно превышающих предельно допустимые. В связи с этим наблюдается рост заболеваемости, связанной с загрязнением окружающей среды, которое может быть не только химическим, но и тепловым, электромагнитным, биологическим, радиоактивным и т.д. Все эти экологические проблемы сказываются и на состоянии атмосферы.

Состав воздуха изменяется при накоплении или формировании в нем различных загрязняющих веществ в количестве значительно превышающем естественное состояние или нормативы предельно допустимых концентраций [1, 2].

Вещество, вызывающее загрязнение, является смесью определенных веществ в атмосферном воздухе, оказывающие неблагоприятное воздействие на здоровье человека, животный и растительный мир, то есть на экологическую систему в целом и, таким образом, приносит материальный ущерб [1, 2].

По данным Всемирной организации здравоохранения 3,5 миллиона случаев преждевременной смерти в мире вызвано загрязнением атмосферы. В России из-за ухудшения качества воздуха средняя продолжительность жизни сокращается на один год, а в наиболее загрязненных регионах - приблизительно на четыре. В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха, наряду с курением, являются решающим фактором риска для здоровья [1, 2].

Уровень загрязнения атмосферы во многом определяется развитием промышленности на данной территории или близко расположенной местности и климатических показателей. Климатические факторы характеризуют уровень распространения загрязняющих веществ. К ним относятся скорость и господствующее направление ветров, уровень солнечной радиации, количества выпадающих осадков, температура и влажность воздуха.

Скорость ветра способствует переносу токсических веществ на значительные расстояния, при отсутствии движения воздуха они концентрируются в регионе выброса. От этого зависит локализация загрязнения.

Под действием солнечной радиации первоначально нетоксичные продукты могут подвергаться фотохимическим реакциям и превращаться во вторичные продукты загрязнения, которые могут быть более опасными, чем непосредственный выброс.

Осадки, промывая атмосферу, распространяют продукты загрязнения в наземные водоемы, почву, подземные воды и переносятся далее по в пищевой цепочке. При повышении влажности воздуха возможно образование и накопления более токсичных продуктов. Более теплый климат и в теплое время года уменьшается необходимость отопления помещений, что ощутимо снижает количество продуктов сжигания топлива в атмосфере и, прежде всего, углекислого газа и бенз(а)пирена. При повышенной влажности воздуха, в условиях тумана, возможно образование более токсичных веществ, которые концентрируются в нижних слоях атмосферы.

Климатические условия Краснодарского края не всегда позитивны по отношению к состоянию воздушной среды: интенсивная солнечная радиация способствует прохождению особых фотохимических реакций с образованием загрязняющих веществ с высоким классом опасности и их последующему накоплению в приземном слое атмосферы. Значительные скорости ветра в регионе вызывают перенос и накопление в атмосфере городов вредных веществ, нехарактерных для экономической деятельности данной территории и близлежащей местности [3, 4].

В городских условия значительное влияние на экологическое состояние атмосферы оказывает ширина улиц и их расположение относительно господствующих ветров, высота зданий, особенности рельефа. Положительная роль в очистке атмосферного воздуха отводится зеленой зоне. Зеленые насаждения работают не только как фильтры, но, и, как освежители воздуха, значительно понижающие температуру во время летней жары.

Наиболее активно загрязнение атмосферного воздуха вызывают производства черной и цветной металлургии, тепловые электростанции, предприятия нефтехимической и химической промышленности, автомобильный транспорт. Металлургическая промышленность загрязняет атмосферу соединениями ртути, мышьяка, фосфора, фтора, азота и других веществ. Нефтехимическая и химическая промышленности выбрасывают в атмосферу соединения хлора, серы, азота различного уровня токсичности. По данным статистики в 151 городе Российской Федерации уровень загрязнения атмосферного воздуха превышал ПДК в 5 раз, а в 87 городах – в 10 раз [1].

Изучение состояния атмосферы последних лет отмечает уменьшение в воздухе загрязняющих продуктов, связанных с промышленными выбросами и увеличение окиси углерода и диоксида азота. Это является следствием спада производства и ростом парка автомобилей.

Для контроля за экологическим состоянием атмосферы проводятся систематические наблюдения на стационарных постах, созданных в соответствии с программой наблюдений. Пробы отбираются два – три раза в день с учетом расположения точки наблюдения, которые подразделяются на: «городской фоновый», расположенный в «спальных» районах, «промышленный» вблизи предприятий, являющихся активными источниками загрязнения и «автомобильный», находящийся вблизи автомагистралей с интенсивным движением транспорта.

Экологическое состояние атмосферы Краснодарского края контролируется стационарными постами мониторинга, состоящей из 8 пунктов регулярного наблюдения представленных в трёх городах: Краснодар, Новороссийск, Сочи.

Контроль экологического состояния атмосферы проводится по следующим направлениям: мониторинг состава воздуха, разработка нормативов выброса загрязняющих веществ в атмосферу с учетом стационарных и передвижных источников, расчёт концентрации загрязняющих веществ, управление соблюдением разработанных нормативов, контроль за выполнением мероприятия, обеспечивающие снижение выброса вредных веществ в атмосферу [1].

Полученные результаты позволяют сделать вывод о динамике состояния атмосферного воздуха, не только в сравнении городов, но и по годам (2016 – 2017).

Приведенные данные Росгидромета («Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова») и в докладах Министерства природных ресурсов Краснодарского края «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края» по итогам 2016 и 2017 годов [3, 4] анализа экологического состояния атмосферы над территорией Краснодарского края представлены в рисунках 1 и 2.

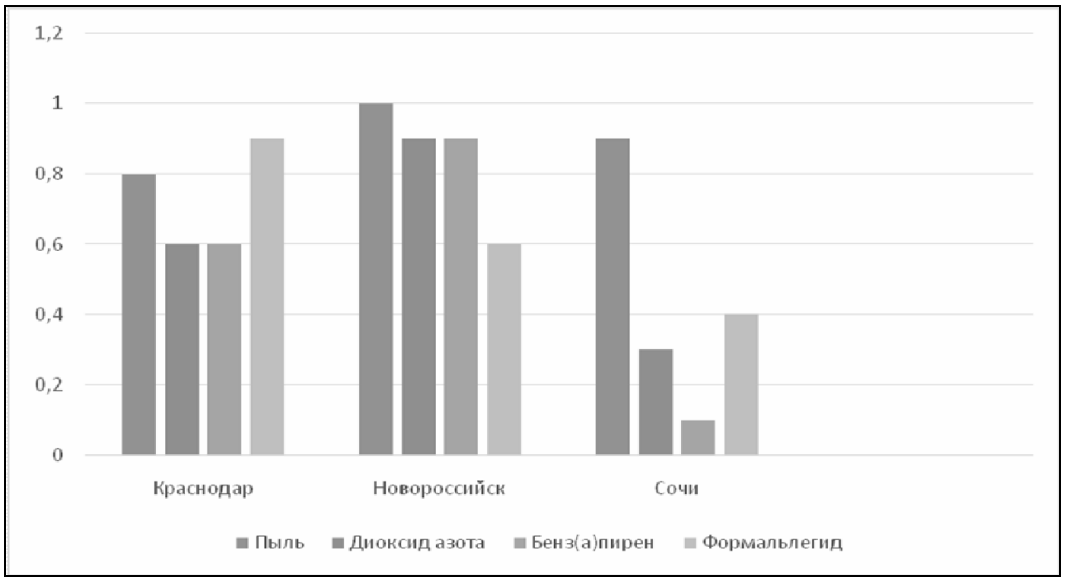


Рис. 1. Среднегодовое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе над Краснодарским краем в 2016 году (концентрация в ПДК) [1]

Наиболее распространенным, из опасных загрязнителей, является взвешенное вещество – пыль. Это загрязняющее вещество опасно не только как механические частицы, но и как адсорбент, способный накапливать и переносить химические загрязнители. В 2016 году оно преобладало во всех городах края в количестве 0,8 – 1 ПДК. Наиболее благополучный по этому показателю - Краснодар (0,8 ПДК), наихудший – Новороссийск (1,0 ПДК). Это, вероятно, связано с более активной влажной уборкой улиц краевой столицы, а проблемы Новороссийска – с работой новороссийских цементных заводов. В 2017 году Краснодар и Новороссийск вышли за пределы ПДК по этому показателю, а в Сочи ситуация улучшилась - наблюдается снижение содержание пыли почти в 2 раза.

Диоксид азота является распространенным загрязнителем атмосферы. Он вызывает заболевания органов дыхания, изменяет состав крови. Основными источниками этого загрязняющего вещества являются автомобильный транспорт, ТЭЦ, нефтехимическая промышленность. Под влиянием ультрафиолетовой солнечной радиации возможно его превращение в фотохимические окислители, которые вызывают фотохимический смог в сильно загрязненных южных городах. Они способствуют воспалениям легких, глаз, различным аллергические заболевания, провоцируют возникновение онкологических заболеваний. Авторы отмечают, что иногда диоксид азота опасен для здоровья человека даже если при допустимых концентрациях, но при длительном воздействии. Это загрязнение, возможно, как на локальном, так и на глобальном уровне [2].

В 2016 году по содержанию диоксида азота города Краснодарского края расположились в следующей последовательности: Сочи - (0,3 ПДК), Краснодар – в 2 раза выше – 0,6 ПДК, Новороссийск – в 3 раза (0,9 ПДК). Наблюдения 2017 года отметили его увеличение в 1,5 раза в Краснодаре (0,9 ПДК). Количество этого загрязняющего вещества в Новороссийске и Сочи практически не изменилось.

Бенз(а)пирен – относится к полициклическим углеводородам представляет собой загрязнитель первого класса опасности, то есть часто вызывая необратимые изменения в организмах. Он является опаснейшим канцерогеном, вызывает изменения в крови, а также, нарушая генетическую структура организма, вызывает мутации ближайших поколений потомства. Бенз(а)пирен способен к накоплению в тканях растений, организмах жи-

вотных и человека, особенно в приземном слое. Таким образом, жильцы первых этажей поглощают его гораздо больше, чем живущие на пятом и выше.

Бенз(а)пирен образуется при сгорании различных видов топлива и, опадая в атмосферу, осаждается на частицах пыли, поступая в поверхностные и подземные воды, почвы. Основной источник выброса бенз(а)пирена – автомобильный транспорт и, таким образом, зона его максимального накопления - оживленные автострады.

В Краснодарском крае по содержанию бенз(а)пирена минимальное количество в Сочи - 0,1 ПДК, в Краснодаре – в 6 раз больше – 0,6 ПДК, в Новороссийске – в 9 раз (0,9 ПДК). В 2017 году Краснодар по содержанию бенз(а)пирена улучшил свои показатели в 2 раза (0,3 ПДК). Показатели Новороссийска и Сочи в 2017 году по этому критерию остались без изменений.

Формальдегид – это токсичный газ, присутствие которого в атмосфере связано как с антропогенным, так и природным происхождением. Естественные колебания незначительны и не представляют опасность. Постоянное воздействие высокой концентрации формальдегида приводит к опасным осложнениям и тяжелому отравлению. Наиболее поражаются нервная система, органы дыхания, возникают аллергические проявления, снижение иммунитета. Канцерогенные свойства формальдегида определяют его как вещество, опаснейшее для человека. [1]

Фоновое присутствие формальдегида в атмосфере невелико и незначительно изменяется в течение суток (увеличиваясь к полудню) и уменьшается при движении с юга на север [2].

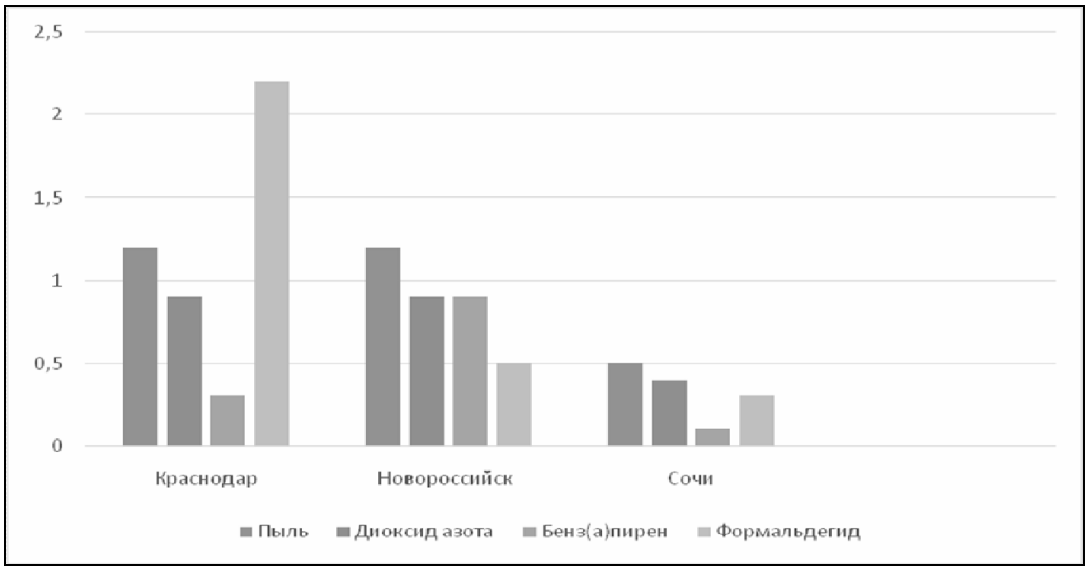


Рис. 2. Среднегодовое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе над Краснодарским краем в 2017 году (концентрация в ПДК) [1]

Содержание формальдегида в атмосфере над Краснодарским краем в 2016 году было неодинаково: в Краснодаре – 0,9 ПДК – что представляло максимальное значение, в Новороссийске несколько ниже – 0,6 ПДК и минимальное количество в Сочи – 0,4 ПДК. Динамика 2017 года по этому показателю неоднозначна: в Новороссийске и Сочи наблюдается незначительное улучшение (на 0,1 ПДК), а в Краснодаре увеличилось более чем в 2 раза (2,2 ПДК) и достигло категории «повышенное». Это повышение формальдегида в Краснодаре, вероятно, связано с большим количеством промышленных предприятий и автомобилей.

Таким образом, анализ динамики экологического состояния атмосферного воздуха над городами Краснодарского края показывает, что наиболее благополучная ситуация в Сочи, самый загрязненный воздух в 2016 году был в Новороссийске, но все показатели не превышали предельно допустимые концентрации, хотя в Новороссийске в значительной степени приближены к этому показателю. В 2017 году резко ухудшились показатели

Краснодара, особенно по количеству формальдегида. Для улучшения экологического состояния атмосферы рекомендуется следующее.

1.Снижение выхлопов автотранспортом. С этой целью необходимо широкое применение каталитических нейтрализаторов, уловителей сажи, внедрение стандарта «Евро», чтобы повысить уровень требований.

2. Развитие сети общественного электротранспорта, как экологически приоритетного.

3. Активизация контроля качества автомобильного топлива и технического состояния транспорта.

4. Реализация рациональной системы дорожного движения в городе и организация объездных дорог, для уменьшения количества транзитного автотранспорта.

5. Проведение контроля на предприятиях всех форм собственности в соответствии с СП 1.1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

6. Систематическое проведение влажной уборки улично-дорожной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера // Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 31 с.

2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. – М.: Изд-во «Росгидромет», 2017. – 70 с.

3. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2016 году» / Краснодар,2017 / Министерство природных ресурсов Краснодарского края. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mprkk.ru/deyatelnost/ekologicheskij-monitoring/ekologicheskij-monitoring-v-krasnodarskom-krae/.

4. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2017 году» / Краснодар,2018 / Министерство природных ресурсов Краснодарского края. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mprkk.ru/deyatelnost/ekologicheskij-monitoring/ekologicheskij-monitoring-v-krasnodarskom-kr.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САДОВО-ПАРКОВЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО МИКРОРАЙОНА ГОРОДА ВОРОНЕЖА

А.В. Погорелов, В.В. Свиридов
vrn-rgo@bk.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

В настоящее время город Воронеж имеет статус города-миллионника, что придает особую актуальность вопросам рационального природопользования.

Рациональное использование природных компонентов создает условия не только для охраны природы, но и для формирования благоприятной жизненной среды для человека. Важную роль при этом играет озеленение городской территории. Данным вопросам в последнее время уделяется все более заметное внимание.

В настоящее время Воронеж является крупным культурным и промышленным центром Европейской части России. Воронеж находится в лесостепной зоне Русской равнины, в западной части Окско-Донской равнины.

Административное деление города выглядит следующим образом: город поделен на 6 районов, 4 из которых расположены на правом берегу: Коминтерновский, Советский,

Центральный и Ленинский. Левобережный и Железнодорожный районы располагаются на левом берегу города.

Микрорайон «Северный» является частью Коминтерновского района, на расстоянии примерно 5 км от центра города. Наиболее крупными улицами микрорайона являются: Хользунова, Генерала Лизюкова, бульвар Победы, Московский проспект, Владимира Невского. По своему назначению микрорайон является спальным.

Четких границ микрорайона нет до сих пор, так как название «Северный» принято считать скорее неофициальным и разговорным. Примерно границы микрорайона можно провести по улицам: Хользунова, Антонова-Овсеенко, Московский проспект. Также в состав микрорайона условно входит территория, ограниченная улицами: Хользунова, Московский проспект, Шишкова.

Типология садово-парковых ландшафтов

По территориальному признаку садово-парковые ландшафты подразделяются на внутригородские, которые находятся непосредственно в пределах границ города, и внегородские – расположенные в пригородной зоне.

По своему назначению внутригородские объекты подразделяются на:

1) общественного назначения и общего пользования – это городские сады и сады жилых районов, межквартальные сады, общегородские и районные парки, специализированные парки, скверы на площадях, в отступах застройки; бульвары вдоль улиц, пешеходных трасс, на набережных. Данные объекты доступны к использованию для всех жителей города. Свое применение они находят в основном в рекреационных целях. К ним относят:

• рядовые посадки деревьев, зеленые изгороди, и газоны между проезжей частью и тротуарами – предназначенные для шумоизоляции, а также для защиты от грязи и пыли;

• городской сад – создан для массового отдыха населения города; основные функции: – прогулочная, рекреационная; предпочтительное расположение – в центральной части города;

• микрорайонный сад – озелененный участок в центре микрорайона, предназначенный для повседневного отдыха людей;

• сад жилой группы – озелененная территория, как правило – озелененные дворы, прилегающие к селитебной застройке;

• сквер – небольшая озелененная территория 0,2-2 га на улицах, площадях у общественных и административных зданий; выполняет как рекреационную, так и декоративную функцию;

• бульвар – участки озеленения вдоль крупных улиц города;

• парк – крупная озелененная территория, предназначенная для массового отдыха и удовлетворения рекреационных потребностей населения; в пределах данной зоны могут проводиться культурно-массовые мероприятия, спортивные соревнования, детский отдых;

• лесопарк – благоустроенный лес, находящийся в непосредственной близости к городу или в его пределах; предназначен для отдыха населения города на природе;

• гидропарк – благоустроенные части водоемов, побережья, у воды и на воде [3];

2) ограниченного назначения и пользования. К ним относятся: объекты жилых районов и микрорайонов, школ, вузов, техникумов, детских учреждений, культурно-просветительных учреждений, спортивных сооружений, учреждений здравоохранения, а также участки на территориях промышленных предприятий. Данная группа предназначена для пользования сотрудниками или посетителями перечисленных выше организаций. К ним относятся: сады и скверы вузов, техникумов, школ, детсадов, больниц, предприятий, домов отдыха, санаториев, частных домов, заповедники, национальные парки, заказники;

3) специального назначения и пользования – к данной группе относят зеленые насаждения, выполняющие функцию защиты жилых районов от неблагоприятных воздействий, почвозащитные и ветрозащитные насаждения, зеленые насаждения между промышленными объектами и жилой территорией, озелененные полосы вдоль скоростных автодорог и магистралей; озелененные территории кладбищ, специализированные питомники для выращивания растений. Такие объекты выполняют функции:

• научную – дендрарии, ботанические сады, питомники;

• мемориальную – территории кладбищ, церквей, соборов, монастырей;

• защитную – мелиоративные объекты, противопожарные и водоохранные объекты.

Памятники садово-паркового искусства, заповедники, заказники, национальные парки, памятники природы выделяют в отдельную группу, охраняемую законодательством [1].

При создании систем озелененных территорий в городах и поселках должны решаться актуальные проблемы:

• градостроительного характера, связанные с членением отдельных зон и структур города, объединением частей в одно целое, повышением выразительности архитектурных ансамблей;

• оздоровительного характера, связанные с повышением санирующего и экологического эффекта;

• рекреационного характера, решающие проблемы отдыха городского населения;

• архитектурно-художественного характера, связанные с эстетическим обогащением городской среды, повышением художественной выразительности архитектурных ансамблей города [3].

Описание садово-парковых ландшафтов Северного микрорайона города Воронеж

Парк Победы. Данный участок ограничивается улицами Лизюкова, 60-й Армии и бульваром Победы. Согласно правилам землепользования и застройки городского округа город Воронеж, утвержденными Воронежской городской Думой от 25.12.2009 № 384-2, участок расположен в территориальной зоне, имеющей индекс Р1 «Озелененные территории общего пользования». Данная зона была выделена для использования с целью проведения досуга населения города. Единственным видом разрешенного использования данного земельного участка является обустройство и размещение парка.

В настоящее время рядом с территорией парка расположен ТРК «Арена», являющийся центром притяжения и местом отдыха как жителей близлежащих кварталов, так и населения практически всего Северного микрорайона. В южной части парка находится памятник «Воронеж – родина ВДВ».

Возведен этот памятник был в честь высадки первого в истории страны воздушного десанта 2 августа 1930 года. В то время на территории участка был расположен военный аэродром, на который совершили десантирование 12 парашютистов из Московского военного округа.

Также на территории парка находится ледовая арена «Северное сияние», институт искусств и прилегающее к нему общежитие. Дорожно-тропиночная сеть реализована в виде пешеходных дорожек с твердым покрытием из тротуарной плитки. Озеленение представлено в виде насаждений различных пород деревьев, обустроенных газонов, а также различных цветников и клумб.

Зона активного отдыха включает в себя баскетбольную площадку, спортивный городок, универсальную спортплощадку с всепогодным покрытием.

Также в зоне активного отдыха реализованы вело и роликовые дорожки. Рядом располагается зона детского отдыха с двумя игровыми площадками для детей разных возрастов, а также различными аттракционами.

В целом парк Победы прекрасно справляется со своими рекреационными функциями, являясь практически единственным садово-парковым ландшафтом такого уровня в пределах Северного микрорайона Воронежа, а также он является своеобразным зеленым «островком» среди плотной застройки спального района, что благоприятно сказывается на экологической ситуации близлежащих кварталов.

Природный парк «Северный лес». Данная территория расположена на северо-западной окраине жилого района. Представляет собой участок леса естественного происхождения, заходящего в границы Северного микрорайона.

Является особо охраняемой природной территорией областного значения. Утвержден постановлением правительства Воронежской области от 15.08.2014 «Об образовании природного парка областного значения Северный лес». Общая площадь ООПТ = 40,8 Га.

Включает в себя природные объекты, которые имеют значительную ценность с точки зрения экологии, истории и эстетики. Основное предназначение парка – использование в природоохранных, просветительских, научных, культурных и рекреационных целях.

В пределах природного парка была выделена природоохранная зона, границы которой совпадают с границами парка.

Природный парк образован для выполнения следующих задач:

1) сохранение природных комплексов и объектов в естественном состоянии, восстановление и воспроизводство природных ресурсов;

2) упорядочение использования земель рекреационного и оздоровительного назначения;

3) создание условий для регулируемого туризма и отдыха;

4) разработка и внедрение эффективных методов охраны природы и поддержание экологического баланса в условиях рекреационного использования территории;

5) проведение научных исследований;

6) осуществление экологического мониторинга;

7) организация экологического просвещения» [2].

Согласно режиму особой охраны территории природного парка, на его территории запрещается:

1) все виды охоты;

2) заготовка и сбор недревесных лесных ресурсов (за исключением заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов гражданами для собственных нужд), заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений (за исключением заготовки пищевых лесных ресурсов гражданами и сбора ими лекарственных растений для собственных нужд);

3) проведение сплошных рубок леса;

4) проведение гидромелиоративных работ;

5) проведение работ по геологическому изучению недр и разработка месторождений полезных ископаемых;

6) возведение объектов капитального строительства, в том числе линейных сооружений;

7) применение ядохимикатов, химических средств защиты растений и стимуляторов роста;

8) осуществление рекреационной деятельности, разведения костров за границами специально указанных для этого мест;

9) проезд и стоянка автотранспортных средств вне дорог общего пользования;

10) распашка земель.

Сквер «Роща Сердца». Сквер «Роща Сердца» расположен на территории Коминтерновского района по адресу: ул. Маршала Жукова, 12в. Общая площадь 18094 кв.м.

Это место исторически носит название «Роща Сердце», так оно обозначалось на военных топографических картах в период Великой Отечественной войны, потому что с высоты имело характерные очертания. Территория сквера была важным пунктом обороны, своеобразным жизненным сердцем главной группировки 60-ой Армии.

Работы по реконструкции «Рощи Сердца» начались летом 2010г., а к ноябрю уже была представлена новая комплексно оборудованная зона отдыха. В «Роще сердца» есть все для полноценного отдыха. Тут и детская площадка площадью 400 квадратных метров, и спортивная площадка площадью более 600 квадратных метров. Для любителей роликов специально проложили 400 метров лыжероллерной трассы. А для тех, кто предпочитает спокойное времяпровождение, установили скамейки. Также на территории сквера установлены скамейки и светильники, высажены деревья ценных пород, разбиты клумбы, в том числе в виде сердца.

Северный микрорайон Воронежа считается составной частью Коминтерновского района, расположенного в северо-западной части города. В последние годы экологическая нагрузка района увеличивается в связи с активным строительством многоэтажных жилых домов, автомобилизацией и включением в границы города пригородных территорий. Вместе с тем Коминтерновский район в целом и Северный микрорайон в частности

отличаются крайне скудными параметрами озелененности. Здесь отмечается самая низкая по городу обеспеченность зелеными насаждениями – всего 1,7 м^2/чел. Связано это с тем, что микрорайон относительно небольшой, но в его пределах проживает пятая часть населения города, что позволяет называть его «спальным». Фактически на территории микрорайона имеется только один парк – парк Победы, а также небольшие фрагменты лесных массивов на севере – которые можно рассмотреть как потенциал формирования лесопарковой зоны.

Садово-парковые ландшафты являются одним из важнейших элементов экологического каркаса. Выполняя рекреационную функцию, они являются основным резервом «живой» природы на территории города с целым комплексом экологических ниш.

На сегодняшний день состояние экологического каркаса в целом и зеленых насаждений, как его основного элемента, можно оценить как неудовлетворительное. Причин так считать довольно много. Основными из них являются: 1) нарушение техники высаживания древесно-кустарниковой растительности; 2) преобладание однородных насаждений вдоль оживленных дорог и транспортных магистралей; 3) недостаточное количество насаждений из хвойных пород; 4) недостаточный уровень подготовки и оснащения служб, ведущих контроль за зелеными зонами города; 5) отсутствие научно-обоснованного подхода при озеленении и проектировании городской территории [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Джуверикян Х.А. Экология и человек / Х.А. Джуверикян. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1999. – 264 с.

2. Камерилова Г.С. Экология города: урбоэкология / Г.С. Камерилова. – М.: Просвещение, 1997. – 192 с.

3. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов / Н.С.Краснощекова. – М.: Изд-во Архитектура, 2010. – 255 с.

4. Романова Э.П. Современные ландшафты Европы / Э.П. Романова. – М: Изд-во МГУ, 1997.

5. https://yandex.ru/maps/193/voronezh/?clid=1955453.

ИЗУЧЕНИЕ ГОРОДСКОГО «ОСТРОВА ТЕПЛА» С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

И.В. Попова, Д.В. Сарычев, С.А. Куролап
iradobr@yandex.ru

Воронежский государственный технический университет,
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

В условиях глобального потепления, которым по мнению ряда авторов [4, 6] характеризуется современное состояние Земной климатической системы, изменения температурно-влажностного режима могут вызывать биоклиматические эффекты со стороны здоровья и благополучия населения. В Европейской части России и Западной Европе глобальные климатические изменения характеризуются ростом летних температур. Известны случаи наступления периодов с экстремально высокими температурами, так называемых «волн жары». В такой ситуации возникает риск перегрева, когда организм человека находится в состоянии стресса, терморегуляторные функции испытывают повышенные нагрузки, в результате чего снижается работоспособность адаптивных механизмов и усиливается действие других неблагоприятных факторов окружающей среды, что в конечном итоге ведет к росту общей заболеваемости населения, числа случаев заболеваний сердеч-

но-сосудистой системы и органов дыхания [3]. Особую тревогу на фоне глобального потепления вызывает усиливающая термическая аномалия в городах (городской «остров тепла»), вызванная изменениями структуры теплового баланса городской подстилающей поверхности. Анализ работ в области изучения температурных аномалий [1, 10, 14], возникающих в городских районах, позволил выделить семь наиболее значимых факторов, влияющих на городской микроклимат:

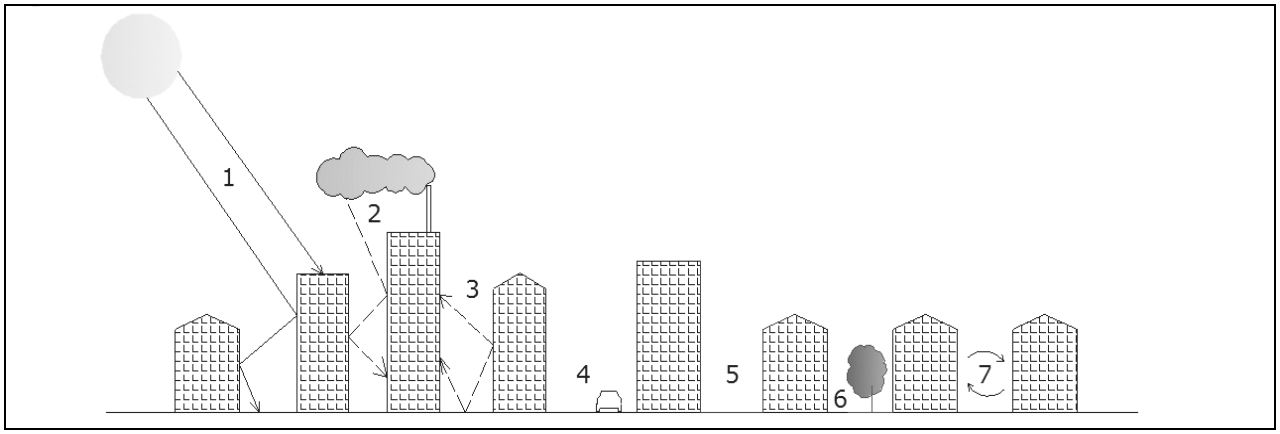


Рис. 1. Условия формирования «острова тепла» в приземном слое атмосферы

1) уменьшение интегрального альбедо городских поверхностей, и, как следствие, увеличение доли поглощенной солнечной радиации по сравнению с естественными ландшафтами;

2) поступающие в атмосферный воздух различные твердые примеси и аэрозоли от производственных объектов, транспорта и других источников загрязнения атмосферы снижают прозрачность атмосферы, что приводит к уменьшению прямой солнечной радиации, в то же время растет доля рассеянной радиации;

3) уменьшение потерь тепла за счет длинноволновой радиации вследствие геометрии каньона и многократного переотражения радиационных потоков;

4) большая часть тепловой энергии, вырабатываемой на нужды теплоснабжения, в результате работы транспорта и в различных технологических процессах, диссоциируется в окружающее воздушное пространство и почвогрунты, приводя к их нагреванию;

5) увеличение строительного объема из материалов с высокой удельной теплоемкостью приводит к накоплению и хранению теплоты элементами застройки;

6) за счет сокращения площадей с естественным почвенным покровом и зелеными насаждениями снижается расход тепла на испарение, что приводит к росту теплового баланса;

7) снижение потерь тепла за счет длинноволнового излучения происходит внутри плотно застроенных районов вследствие увеличения уровня шероховатости и снижения скоростей ветра, и, как следствие, приводит к формированию зон застоя воздуха, препятствующих турбулентному перемешиванию приземного слоя атмосферы и выносу избыточного тепла в ее вышележащие слои.

Ранее в статье Поповой И.В. с соавт. [7] был рассмотрен геоинформационный метод моделирования описанных выше процессов. Методика оценки интенсивности городского «острова тепла» базируется на работах отечественных и зарубежных авторов [5, 13]. Принимая во внимание основные факторы формирования термической аномалии (рис. 1) и созданные ранее модели, описывающие городской «остров тепла» [10, 11], разработанная авторами геоинформационная модель учитывает следующие характеристики:

- показатель *закрытости горизонта* является геометрическим параметром городской застройки и характеризует уменьшение потерь тепла вследствие длинноволнового излучения поверхности, происходящего из-за многократного переотражения радиационных потоков в многоэтажной и плотной застройке (поз. 3 на рис. 1);

- *доля растительного покрова* – характеристика, обратная доле искусственных поверхностей, параметру, необходимому для описания процессов сокращения расхода тепла

на испарение вследствие замены естественных почвенных покровов, покрытых зелеными насаждениями на искусственные материалы и покрытия (поз. 6 на рис. 1);

- *количество прямой солнечной радиации,* поступающей на поверхности различной экспозиции, является основным климатообразующим фактором. Продолжительность инсоляции открытых пространств, не занятых городской застройкой, определяется экспозицией и крутизной склона по отношению к лучам Солнца. В городе активный инсоляционный режим создается и самими зданиями. В работе проанализировано поступление солнечной радиации на поверхности различной ориентации по отношению к прямым лучам Солнца;

- *плотность объема застройки*. Объем, занимаемый зданиями, является косвенной характеристикой отраженной радиации и собственного длинноволнового излучения ограждающих конструкций вследствие накопления и хранения теплоты элементами застройки с высокой удельной теплоемкостью (поз. 5 на рис. 1);

- *интенсивность автотранспортной нагрузки.* Теплота, выделяющаяся при работе двигателей внутреннего сгорания, ведет к росту температур в деятельном слое атмосферы и резкому снижению влажности воздуха, что может негативно отразиться на самочувствии человека, находящегося в непосредственной близости к объектам улично-дорожной сети, к примеру, на остановке общественного транспорта, на пешеходном переходе, тротуаре (поз. 4 на рис. 1). В связи с этим в качестве показателя техногенного тепла, поступающего в атмосферу с работой двигателей, оценивалась интенсивность движения автотранспорта и плотность улично-дорожной сети города.

Данная модель не учитывает альбедные характеристики, принято допущение, что все искусственные поверхности обладают одинаковыми отражательными свойствами, что для параметризации микроклиматических моделей такого масштаба вполне допустимо. Картографическое изображение моделируемого «острова тепла» представлено на рисунке 2, а.

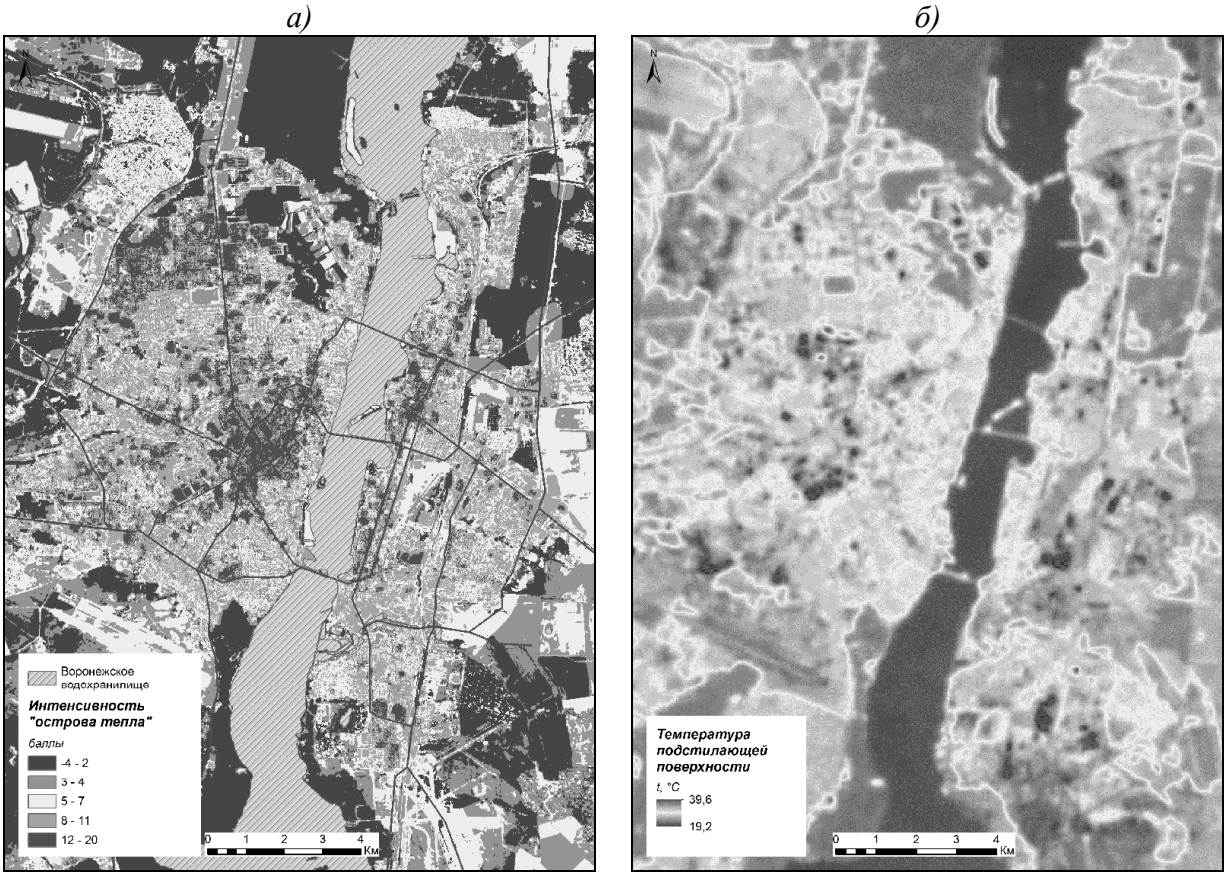


Рис. 2. Оценка интенсивности городского «острова тепла»:
а) по результатам моделирования; б) по данным тепловых снимков

Верификация геоинформационной модели городского «острова тепла» выполнялась с применением методов дешифрирования аэрокосмических снимков в тепловом диапазоне электромагнитного излучения [2, 8, 12]. По данным, полученным со спутника Landsat 8 TIRS, создан мультивременной композитный растровый слой, отображающий распределение значений средних температур подстилающей поверхности за летний период 2015 года в момент съемки (рис. 2, б).

На основе отобранных 226 эталонных участков с однородной подстилающей поверхностью выполнен корреляционный анализ связей между баллами интенсивности моделируемого «острова тепла» и температурой подстилающей поверхности. Полученные статистически достоверные связи явились основанием для определения наиболее значимых факторов формирования «острова тепла» и построения модели множественной линейной регрессии. Полученные результаты корреляционного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Корреляционная матрица связей между факторами формирования городского «острова тепла» и температурой подстилающей поверхности

	Y	***X_1***	***X_2***	***X_3***	***X_4***	***X_5***
X_1	0,003	1				
X_2	0,33	0,77	1			
X_3	-0,90	-0,09	-0,35	1		
X_4	0,21	0,54	0,52	-0,17	1	
X_5	-0,13	-0,84	-0,81	0,24	-0,52	

**Примечание: Y - температура подстилающей поверхности по данным дистанционного зондирования; X_1 – показатель закрытости горизонта Aspektratio (ед.); X_2 – плотность объема застройки ($м^3$ на 1 $м^2$); X_3 – доля растительного покрова Greenratio (ед.); X_4 – автотранспортная нагрузка ((авт/час)*км на 1 $км^2$); X_5 – количество солнечной радиации (Вт на 1 $м^2$)*

Отрицательный коэффициент корреляции *(r=-0,13)* зависимости температуры подстилающей поверхности от количества поступающей прямой солнечной радиации свидетельствует о том, что в городе под действием самой застройки формируется особый инсоляционный режим, и городские поверхности, оказываясь в солнечной тени зданий, не дополучают солнечного тепла.

Достаточно высокие корреляционные связи явились основанием для дальнейшего анализа, а именно: построения модели множественной линейной регрессии, характеризующей зависимость интенсивности «острова тепла» от свойств подстилающей поверхности. Модель получена в результате работы инструмента ArcGIS *«OLS – Метод наименьших квадратов (МНК)»*, который проводит глобальный регрессионный анализ по методу наименьших квадратов для линейной регрессии. В качестве независимой (прогнозируемой) переменной принята средняя температура по тепловому снимку. Инструмент выводит отчет, содержащий показатель производительности модели, расчет статистической значимости переменных, оценку нестационарности модели и нормальности распределения остатков и оценку избыточности переменных. Данные отчета, а также проводимый по остаткам модели анализ автокорреляции (индекс Морана I) позволяет сделать однозначный вывод о пригодности модели для прогнозирования «острова тепла». Уравнение регрессии может быть записано в следующем виде (R^2=0,85):

$$Y = 22{,}79 – 1{,}375\ (X_1) + 4{,}21\ (X_2) – 6{,}54\ (X_3) + 0{,}00018\ (X_4) + 0{,}001315\ (X_5)$$

где: Y, X_1 – X_5 – температура подстилающей поверхности и факторы образования термической аномалии над городом (то же, что и в табл. 1.).

Полученные результаты корреляционно-регрессионного анализа подтверждают выдвинутую в работе гипотезу обусловленности интенсивности городского «острова тепла» от факторов плотности и объёма застройки, доли растительного покрова, количества поступающей солнечной радиации и автотранспортной нагрузки. Интенсивность терми-

ческой аномалии представляет собой разницу температур между пригородными незастроенными районами города и территориями, занятыми промышленной и жилой застройкой с высокой долей искусственных покрытий. При этом наибольший вклад в формирование «острова тепла» вносит плотность и объем застройки, а зеленые насаждения оказывают «смягчающее» действие.

Использование описанного метода исследования и оценки интенсивности термической аномалии над городом (городского «острова тепла») с помощью геоинформационных технологий и дешифрирования тепловой съемки из космоса не ограничивается размерами города и климатической зоной, в которых он находится, что делает его универсальным.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках научного проекта РГО-РФФИ №17-05-41072

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаков С.В. Определение суммарного влияния антропогенно измененных поверхностей на возникновение эффекта «городского острова тепла» с использование геоинформационных систем / С.В. Исаков, В.А. Шкляев // Вестник ОГУ. – 2014. – №1 (162). – С. 178-182.

2. Куролап С.А. Оценка техногенного загрязнения воздушного бассейна и микроклиматической комфортности городской среды / С.А. Куролап, И.В. Попова, Д.В. Сарычев [и др.] // Экологическая ситуация и риски для здоровья населения города Воронежа. – Воронеж, 2018. – С. 34-56.

3. Жара в Центральном Черноземье: последствия, причины, прогнозы / Под. ред. В.И. Федотова. – Воронеж: Центрально-Чернозем. кн. изд-во, 2012. – 222 с.

4. Морозова С. В. Исследование циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе полушария на фоне настоящих климатических изменений летом (на примере июля) / С. В. Морозова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о земле. – 2015 – Т. 15, Вып. 1. – С. 21-24.

5. Мягков М.С. Механизм формирования теплового баланса в городской застройке на примере г. Москвы.: Автореф. дисс. ... канд. тех. наук : 25:00:30 / Мягков М.С. // Государственный университет по землеустройству. – Москва, 2004. – 26 с.

6. Переведенцев Ю.П. Глобальные и региональные изменения климата XIX-XXI столетий / Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский // Жара 2010 года в Центральном Черноземье: последствия, причины, прогнозы. – Воронеж, 2011. – С. 69-86.

7. Попова И. В. Моделирование «городского острова тепла» средствами геоинформационного анализа / И. В. Попова, С. А. Куролап, П. М. Виноградов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – С. 87-95.

8. Сарычев Д.В. Применение тепловых космических снимков для оценки моделей городского острова тепла / Д. В. Сарычев, И. В. Попова, С. А. Куролап // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы 10-й Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 14-16 ноября 2018 г.). – Воронеж, 2018. – С. 142-150.

9. Lee H. Urban Meteorology meets urban planning: potential of urban green to maintain outdoor thermal comfort at building sites during sever summer heat / H. Lee, R. Kapp, U. Reuter, H. Mayer // 21st International congress of Biometeorology. – Duhram : «Duhram University», 2017. – Pp. 39-44.

10. Oke T. R. Green plot ratio: An ecological measure for architecture and urban planning / T.R. Oke //. Landscape and Urban Planning. – 2003. – Vol. 63. – P. 197-211.

11. Oke, T. R. Urban climates / T.R. Oke, G. Mills, A. Christen [a.o.]. – Cambridge University Press, 2017. – 546 p.

12. Saryschev D V Verification of Urban Heat Island Microclimatic Model by Using Thermal Remote Sensing Data / D.V. Saryschev, S.A. Kurolap, I.V. Popova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (FarEastCon2018). – 2019. – Vol.272.–Pp. 22-85.

13. Sümeghy Z. Classification of the urban heat island patterns / Z. Sümeghy, J. Unger // Acta climatologica et chorologica Universitatis Szegediensis. – 2003. – Tom. 36-37. – Pp. 93-100.

14. Xu Y. Urban morphology detection and computation for urban climate research / Y. Xu, Ch. Ren, P. Ma [and others] // Landscape and Urban Planning. – 2017. – Vol. 167 – Pp. 212-224.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.И. Прожорина, О.А. Гребенникова
coriandre@rambler.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Анализ современной гигиенической обстановки на территории России свидетельствует о серьезных проблемах в области безопасности питьевого водопользования. Это напрямую связано с дефицитом водных ресурсов питьевого качества, возросшим антропогенным загрязнением поверхностных водоемов, низкой эффективностью очистки сточных вод на очистных сооружениях и высокой изношенностью водопроводных сетей. В связи с чем, неотъемлемыми водоохранными мероприятиями являются постоянный мониторинг и жесткий контроль за качеством питьевых вод.

Все вышесказанное подтверждает необходимость проведения региональных гидрохимических исследований по оценке качества питьевой воды в крупных промышленных городах. Эти вопросы особенно актуальны в Воронежской области, где около 30 % источников водоснабжения не соответствуют экологическим требованиям, что вызывает определенный риск для здоровья населения региона [1].

Цель работы заключается в анализе состояния централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения малых городов Воронежской области, а также оценке качества питьевой воды по результатам гидрохимических исследований ее химического состава.

В качестве объектов исследования были выбраны административные центры (п.г.т. Анна, г. Богучар, г. Лиски и г. Россошь) четырех муниципальных районов Воронежской области: Аннинский, Богучарский, Лискинский и Россошанский. По данным территориального органа государственной статистики по Воронежской области в таблице 1 приведена численность населения исследуемых объектов.

Таблица 1. Предварительная оценка численности населения Воронежской области (на 1.01.2017 года)

Муниципальные районы	Численность населения района, человек	Административный центр	Численность населения города, человек
Воронежская область, в т.ч.	**2334980**		
Аннинский	39811	п.г.т. Анна	16438
Богучарский	36854	г. Богучар	11295
Лискинский	100071	г. Лиски	54184
Россошанский	93337	г. Россошь	62884

Чтобы оценить качество питьевой воды и её соответствие санитарно-гигиеническим нормам централизованного водоснабжения, авторами работы, было проанализировано 50 разовых проб водопроводной воды, отобранной в четырех городах Воронежской области: Анна (18 проб из 9 районов), Богучар (12 проб из 4 районов), Лиски

(8 проб из 4 районов), Россошь (12 проб из 6 районов). В связи с доставкой проб в лабораторию, химический анализ воды проводился на следующий день после отбора проб.

Работа проводилась в период с 2016 по 2018 годы. Каждая проба анализировалась в 2-х кратной повторности от 7 до 12 показателей. Итого было выполнено 924 анализа.

Химический анализ водных проб был проведен на базе факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ в аттестованной эколого-аналитической лаборатории с помощью следующих аналитических методов: химического (Cl-, SO42-, HCO3-, общая жесткость, Ca2+) и инструментального (кондуктометрический - общая минерализация; потенциометрический (pH), колориметрический (цветность, Feобщ., NO3-,NO2-, NH4+); вольтамперометрический (Mn+2)) [3].

В системе антропогенного воздействия на гидросистемы Воронежской области значительную роль играют водопотребление и водоотведение. Интенсивное водопотребление и водопользование приводит к изменению гидрохимического режима рек и к резкому снижению качества воды.

Помимо отраслей промышленности на состояние водных ресурсов значительное антропогенное воздействие оказывают практически все очистные сооружения региона. По данным Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области [1] установлено, что все очистные сооружения исследуемых нами городов работают «неэффективно», поэтому они являются источниками загрязнения не только поверхностных вод, но тесно связанных с ними подземных водоносных горизонтов – источников питьевого водоснабжения.

Основными причинами низкого качества питьевой воды на территории городов Анна, Лиски, Богучар и Россошь являются:

- природное загрязнение воды (повышенное содержание в воде водоносных горизонтов соединений железа, марганца, бора, солей жесткости, фтора);
- сброс недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты;
- неудовлетворительная работа очистных сооружений;
- высокая изношенность разводящих сетей и другие.

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения исследуемых районов являются подземные воды. В Богучарском и Россошанском районах подземные воды, приуроченные к турон-коньякскому водоносному комплексу, который имеет повсеместное распространение, приурочены к толще меловых отложений. Этим объясняется повышенная жесткость питьевой воды в этих районах. В Аннинский районе для водоснабжения используется неоген-четвертичный комплекс. В кровле водоносного комплекса залегают пески или невыдержанные по площади суглинки, поэтому он подвергается поверхностному загрязнению. В Лискинском районе основным источником водоснабжения являются подземные водоносные горизонты - верхнечетвертичный и девонский.

Подземные воды эксплуатируются во всех крупных населенных пунктах и на предприятиях артезианскими скважинами (глубина – 60 м), в мелких населенных пунктах, в основном, родниками и колодцами. Многие скважины давно выработали свой ресурс и подлежат ликвидации во избежание загрязнений подземных вод.

Используемые для централизованного водоснабжения подземные воды имеют, как правило, повышенное содержанием хлоридов, минерализации, солей жесткости, общего железа и нитратов, что ухудшает не только органолептические свойства питьевой воды, но и может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения.

В пределах многих сельских населенных пунктов развивается загрязнение грунтовых вод (верховодка) компонентами азотной группы (нитриты, нитраты, аммиак). Установлено, что загрязнение подземных вод в селитебной зоне обусловлено хозяйственно-бытовой деятельностью человека.

Отмечаются случаи вторичного загрязнения питьевых вод из-за ветхости разводящей сети. Основные источники загрязнения поверхностных вод: загрязненные воды поверхностного стока и недостаточно очищенные стоки с очистных сооружений МУП «Богучаркоммунсервис», «Очистные сооружения» г. Россошь, МУП «Водоканал» г. Лиски и Анна.

Потенциальными источниками загрязнения подземных вод являются бесхозные скважины и колодцы, как правило, не контролируемые инспекционными службами.

Анализ водопотребления показал, что в п.г.т. Анна, г. Богучар, г. Лиски и г. Россошь смешанный тип водоснабжения. Централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением охвачено от 40 до 95% населения, а на долю децентрализованного водоснабжения приходится от 5 до 60%, в основном, колодцы. Техническое состояние водопроводных сетей в городах Анна, Богучар, Лиски и Россошь «неудовлетворительное», а степень изношенности водопроводных сетей «высокая» - более 80%.

На качество подаваемой населению питьевой воды оказывает влияние проблема санитарной надежности водоподготовки и транспортировки воды, которая оценивается как «неблагополучная».Обеззараживание питьевой воды на водоподъемных станциях производится хлором и его соединениями, при этом другие методы дезинфекции не применяются, что не оправдано, учитывая токсичное действие хлорорганических соединений.

Анализ водоотведения показал, что централизованная система хозяйственно-бытовой канализации имеется только в административных центрах (водоотведением охвачено от 13 до 75% населения), а в сельских поселениях Аннинского, Богучарского, Лискинского и Россошанского районов в основном выгребы и выносные уборные. Техническое состояние канализационных сетей в городах Анна, Богучар, Лиски и Россошь «удовлетворительное», а степень изношенности составляет от 70 до 80% [1].

Постоянный контроль за санитарно-эпидемиологической безопасностью питьевой воды из источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в районах Воронежской области осуществляет Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области.

Анализ данных качества питьевой воды за многолетний период (2000-2012гг.) свидетельствует, что индекс загрязнения питьевой воды (ИЗВ), рассчитанный по четырем, приоритетным для территории Воронежской области загрязнителям (нитраты, нитриты, железо, марганец) варьирует в интервале от 1,02 до 2,32 единиц. Следует отметить, что Лискинский и Россошанский районы имеют примерно одинаковый индекс загрязнения воды ИЗВ = 1,66 и 1,62 соответственно, что выше среднего показателя по области (ИЗВ= 1,54). В то же время Богучарский и Аннинский районы также имеют примерно одинаковый индекс загрязнения воды ИЗВ = 1,1 и 1,08 соответственно, что ниже среднего показателя по области.

Подводя итог, следует отметить, что приоритетными загрязняющими веществами в питьевой воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Воронежской области являются: общая жесткость, железо, марганец, бор, фториды (природного происхождения) и нитраты (антропогенного загрязнения). В результате статистического анализа данных установлено, что население в целом по Воронежской области употребляет воду, не отвечающую требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [2].

На основании проведенных исследований авторами работы была дана гидрохимическая оценка качества питьевой воды, отобранной из разводящей сети исследуемых городов Воронежской области.

Поселок городского типа. Анна. Результаты анализа показали, что из 18 отобранных проб воды, в 8 пробах обнаружена повышенная жесткость, превышающая норматив до 2 раз (ПДК≤ 7 ммоль/л). Водопроводная вода в районе «Киреевка» (проба № 5 и 6) отличается повышенным содержанием железа, которое превышает норму от 1,3 до 1,7 раза (ПДК≤0,3 мг/л). Кроме того в районе «Спиртзавода» проба воды (№17) характеризуется как «очень жесткая» (14,5 ммоль/л) и ее опасно употреблять в питьевых целях без соответствующей очистки. Во всех районах города водопроводная вода имеет повышенную минерализацию (за исключением района «Киреевка» – проба №5, 6).

Город Богучар. Из 12 отобранных проб воды, 9 проб (№1, 2, 3, 7-12) соответствуют установленным нормам и характеризуются как «умеренно-жесткие». Однако, в 3 пробах обнаружена повышенная жесткость, превышающая норматив от 1,3 до 1,78 раза. Так, например, во всех трех пробах района «Залиман» (пробы №4,5,6), зарегистрированы высо-

кие значения общей жесткости (от 9,36 до 12,4 ммоль/л соответственно), что позволяет отнести данные пробы воды к категории «очень жесткая».

Несмотря на то, что количество катиона кальция во всех исследуемых пробах воды находится в пределах нормы (менее 200 мг/л), следует отметить, что в связи с повышенной жесткостью, пробы воды района «Залиман» отличаются значительным содержанием катиона кальция от 126,3 до 156,1 мг/л соответственно. Этот фактор может привести к зашлаковыванию организма и образованию камней в почках [3].

Установлено, что во всех районах г. Богучар питьевая вода относится к среднеминерализованной, однако пробы воды снова в районе «Залиман» (№ 4, 5, 6), имеют повышенную минерализацию от 580 до 832 мг/л соответственно (при норме ≤ 1000 мг/л).

Этим же фактом объясняется высокая концентрация хлоридов во всех пробах района «Залиман» от 181 до 350 мг/л (при норме ≤ 350 мг/л). Избыток солей перегружает работу сердца и почек, повышает артериальное давление.

Результаты анализа показали, что из 12 отобранных проб водопроводной воды только в пробе №7 района «Песковатка» обнаружено значительное содержание железа, превышающего норму в 2,5 раза (0,75 мг/л). Растворенное в воде железо повышенной концентрации нередко становится причиной развития дерматитов, заболеваний печени и почек.

Несмотря на то, что содержание нитрат-ионов во всех пробах воды соответствует требованиям гигиенических нормативов [2], следует отметить, что в пробе № 9 района «Залиман» нитраты превышают норму в 1,33 раза (ПДК≤ 45 мг/л), что свидетельствует о возможном антропогенном загрязнении водопроводной воды. Наличие соединений азота в воде может стать причиной ухудшения качества воды по микробиологическим показателям.

Город Лиски. Анализ на содержание солей жесткости показал, что из 8 отобранных проб воды, в 6 пробах обнаружена повышенная жесткость, превышающая норматив от 1,1 до 1,43 раза. В «Центральном» районе и районах «Песковатки» и «Сахарного завода» водопроводная вода характеризуется как «очень жесткая».

В пробах № 3,6,7 обнаружено повышенное содержание железа, превышающее норму в 1,1 раза, в остальных пяти пробах фактическая концентрация железа практически достигает ПДК (0,27-0,29 мг/л).

Во всех районах города питьевая вода имеет повышенную минерализацию. Несмотря на то, что содержание нитрат-ионов во всех пробах воды соответствуют требованиям гигиенических нормативов, все же следует отметить, что в пробах № 1,2,3 наблюдается значительное содержание нитратного азота(от 20,5 до 37 мг/л), имеющего, вероятно, антропогенный характер [4].

Город Россошь. Из 12 исследованных проб воды, лишь 4 пробы (№ 4, 10, 11, 12) удовлетворяют установленным нормам и характеризуются как «умеренно-жесткие». В 8 пробах обнаружена повышенная жесткость, превышающая норматив от 1,0 до 1,78 раза. Так, например, в районах «Центр», «Аэродром» и «Старый город» значения общей жесткости воды находятся в пределах от 7,1 до 7,8 ммоль/л (пробы №1, 2, 3, 5, 6), что характеризует водопроводную воду как «жесткая». Кроме того, во всех пробах района «Эсауловка» (№7,8) и в одной пробе (№9) района «Озерки», зарегистрированы еще более высокие значения общей жесткости (от 9,9 до 12,4 ммоль/л соответственно), что позволяет отнести данные пробы воды к категории «очень жесткая». Такая вода приводит к зашлаковыванию организма и мочекаменной болезни. Повышенной жесткостью объясняется превышение катиона кальция в пробе №9 района «Озерки» в 1,1 ПДК (218,4 мг/л).

Установлено, что во всех районах города Россошь питьевая вода относится к среднеминерализованной, однако пробы района «Эсауловка» (№7,8) и «Озерки» (№9), имеют повышенную минерализацию (от 546 до 877 мг/л соответственно).

Несмотря на то, что содержание нитрат-ионов во всех пробах воды соответствует требованиям гигиенических нормативов, все же следует отметить антропогенное присутствие нитратов(до 7,4 мг/л) в городских районах «Озерки» и «Мамон» (проба № 9,11).

Таким образом, по результатам проведенных исследований были получены следующие обобщающие выводы.

1. Установлено, что население Воронежской области (на примере городов Анна, Богучар, Лиски, Россошь) употребляет воду, не отвечающую требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» [2].

2. Приоритетными загрязняющими веществами и показателями качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения исследуемых городов (Анна, Богучар, Лиски и Россошь) Воронежской области являются: общая жесткость и железо (природного происхождения); минерализация и нитраты (антропогенного загрязнения).

3. Из 50 разовых проб водопроводной воды, только 16% (8 проб) отобранных проб имеют качество питьевой воды, удовлетворяющее требованиям гигиенических нормативов:

- 6 проб г. Богучар (районы «Центр» и «Военный городок»);
- 2 пробы г. Россошь (район «Мамон»).

4. Питьевую воду, подаваемую населению, из разводящей сети п.г.т. Анны, г. Богучар, г. Лиски и г. Россоши не рекомендуется употреблять без дополнительной очистки.

Для подачи населению региона качественной питьевой воды необходимо: для обеззараживания воды заменить метод хлорирования на ультрафиолетовое обеззараживание или озонирование; заменить все водопроводные трубы на полимерные; строительство новых очистных сооружений и другие.

Однако, замена городских водоразводящих сетей или модернизация существующих водоочистных станций с применением высоких технологий, требующая нескольких бюджетов города, представляется в настоящее время недостижимой. Поэтому проблема обеспечения населения качественной питьевой водой остается актуальной. На сегодняшний день необходимо усилить мониторинг и контроль за качеством питьевого водоснабжения, а населению города нужно использовать бытовые фильтры доочистки воды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №17-05-00569)

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2016 году. – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2017. – 233 с.

2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды. Контроль качества» СанПиН 2.1.4.1074-01. – Москва, Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

3. Прожорина Т.И., Нагих Т.В. К вопросу о качестве питьевой воды города Богучар Воронежской области / под ред. М.М. Мухлыниной // Глобальная экологическая безопасность: актуальные проблемы права и практики: сб. тр. международ. науч-практ. конф. – Химки, 2018. – Т. 2. – С. 103-110.

4. Прожорина Т.И. Оценка качества питьевой воды из источников централизованного водоснабжения города Лиски Воронежской области / Т.И. Прожорина, Т.В. Нагих // Оценка экологических рисков территорий интенсивного техногенного освоения: сб. науч. статей / под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж, 2017. – С. 92-99.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СНЕГОСВАЛКИ НА ТЕРРИТОРИЮ ЭКОСИСТЕМЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ВГУ

Т.И. Прожорина, Л.А. Лепешкина, О.А. Гребенникова
coriandre@rambler.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

В настоящее время во многих городах процесс уборки и очистки снега недостаточно оптимизирован, зачастую снежные массы сбрасывают в близлежащие водоемы или на прилегающие к городу необорудованные территории без какой бы то ни было очистки. Все это приводит к неблагоприятным экологическим последствиям: увеличению антропогенного воздействия на водоемы, загрязнению водоносных горизонтов, засолению почв, угнетению роста растительности.

Именно поэтому уборка и, главное, очистка снега является актуальной проблемой крупных городов. Данный вопрос является недостаточно разработанным для российских городов, поэтому в работе авторы попытались рассмотреть решение данного вопроса на примере города Воронежа как крупного центра с развитой промышленностью и автотранспортом.

С 2015 г. действует распоряжение администрации г. Воронежа, которым определено, что единственным местом складирования листвы и снега, вывозимого с территории города, является выработанная часть карьера, расположенного в районе пос. Придонской. Однако, в последнее время участились факты несанкционированного складирования снега, загрязнённого песко-соляной смесью.

В качестве объекта исследования была выбрана временная снегосвалка, расположенная непосредственно у северной границы Ботанического сада Воронежского госуниверситета (ВГУ). В зимний период 2018-2019 годов на пустыре в районе ул. Шишкова, 140Б организовано складирование загрязненного снега, вывозимого с улиц Центрального района г. Воронежа. Причем место складирования не было согласовано с Департаментом природных ресурсов и экологии Воронежской области.

Весной тысячи кубометров грязной талой воды текут в заповедную зону Ботанического сада, на территории которого произрастает более 5 тыс. видов растений из разных стран мира, некоторые из них занесены в Красную Книгу. В результате разрушается подъездная дорога, открываются корневые системы деревьев, наблюдается почвенная эрозия и проявляются другие негативные последствия. Помимо засоления почвенного покрова прилегающей к снегосвалке территории и большого материального ущерба природному комплексу, очевидным фактом становится угнетение роста растений. Это связано с тем, что корневая система, в течение всего периода снеготаяния подвергается воздействию солёной воды с примесями тяжёлых металлов, нефтепродуктов и других загрязняющих веществ, присутствующих в загрязненных массах снега вывозимых с улиц города.

Научные сотрудники особо охраняемого природного объекта наблюдают присутствие антропогенного влияния снегосвалки на почвенный покров территории и угнетение роста древесных насаждений. В период активного снеготаяния отмечены эрозионные процессы в прикорневой части древесных и кустарниковых растений, что приводит к снижению их жизненности, наблюдаются процессы усыхания тсуги канадской, отмирание скелетных веток и суховершинность дуба черешчатого. На участках, подвергавшихся затоплению талыми загрязненными водам, отмечена массовая гибель молодых сеянцев ясеня обыкновенного, клена татарского и остролистного и дуба черешчатого.

Цель работы заключалась в исследовании антропогенного воздействия несанкционированной снегосвалки на почвенный покров территории Ботанического сада Воронежского госуниверситета.

Зимой 2019 г. авторами работы были отобраны смешанные пробы снега (из 8 точек) общим объемом 2 л. Снег отбирали лопатой, стараясь брать слои снега с различной глубины снегосвалки. Пробы снега растапливали при комнатной температуре. По осадку, полученному на фильтре, определяли количество взвешенных частиц в снеге, а в фильтрате определяли основные компоненты химического состава. Химический анализ проб снега и почвы со снегосвалки выполняли с применением следующих методов анализа: титриметрический, потенциометрический, весовой и кондуктометрический [1].

Чтобы оценить степень загрязнения вывозимого на снегосвалку снега, провели сравнительный анализ химического состава загрязненного снега с его фоновыми показателями (таблица 1). В качестве фоновой пробы снега была выбрана «условно-чистая» территория санатория им. М. Горького, расположенная в 2 км от снегосвалки.

Таблица 1. Сравнительный анализ химического состава снега со снегосвалки с фоновыми показателями

Показатели	Снегосвалка	Фон (2км от снегосвалки)	Коэффициент концентрации$C_{факт}$/ Фон
pH	7,59	6,8	
взвешенные вещества, мг/л	91345,72	33,0	**2768,1**
Общая жесткость, ммоль/л	3,25 средняя	0,18 очень мягкая	**18,1**
минерализация, мг/л	672,0	79,4	**8,5**
HCO_3^-, мг/л	106,75	16,4	**6,5**
SO_4^{2-} , мг/л	53,0	36,0	**1,5**
Cl^-, мг/л	381,63	1,2	**318,0**

Результаты анализа показали, что все определяемые показатели превышают фоновые значения. Однако, наибольшее превышение отмечается по взвешенным веществам (в 2768,1 раза) и по хлоридам (в 318 раз). Обнаруженное подщелачивание проб снега до 7,59 относительно фона также обусловлено повышенным содержанием в снеге твердых частиц (песка). Это объясняется, тем, что в качестве противогололедных материалов в г. Воронеже используют смесь песка с солью.

Соленые воды пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв. Даже когда соль применялась в течение всего лишь одной зимы, ее остается в почве так много, что и спустя несколько лет может сохраняться опасная ее концентрация. Талый снег частично поступает в поверхностные воды, что ведет к увеличению минерализации речной воды весной, а частично - в почву, что приводит к ее засолению.

К контролируемым показателям состояния почв относятся кислотность и засоленность почв [1].Чтобы установить степень влияния несанкционированной снегосвалки на почвенный покров территории Ботанического сада ВГУ, необходимо было отобрать и проанализировать образцы почвы до размещения снега на снегосвалке и после схода снега, т.е. в летний период того же года, а также сравнить полученные результаты с фоновыми значениями.

Для этих целей авторами работы весной 2019 года были отобраны смешанные почвенные пробы непосредственно на месте бывшей снегосвалки (из 8 точек) общей массой около 1 кг. В лабораторных условиях приготовили водную и солевую почвенные вытяжки. С помощью pH-метра определяли актуальную и потенциальную кислотность. Результаты анализа показали, что по сравнению с фоновым участком, как актуальная, так и потенциальная кислотность повысилась и характеристика почвы изменилась от «нейтральной» до «слабощелочной». Это связано с присутствием большого количества зольных частиц, содержащих соединения гидрокарбонатов калия, кальция, магния, которые повышают pH почвенных вытяжек. А повышенное содержание зольных веществ в снеж-

ной массе объясняется наличием песка, входящего в состав песко-соляной смеси при обработке городских магистралей противогололедными реагентами [2].

Для определения типа и степени засоленности почвенных образцов приготовили водные почвенные вытяжки, в которых определили фактическую концентрацию гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов (в мг/л). Результаты анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ засоленности почвы на территории снегосвалки

Показатели	Фон (сан.им. М. Горького)	Территория снегосвалки до размещения снега (22.01.2019г)	Территория снегосвалки после схода снега (05.04.2019г)	Коэффициент концентрации $С_{факт}$/ Фон (05.04.2019г)
HCO_3^-, мг/л	31,28	53,38	64,05	**2,04**
SO_4^{2-}, мг/л	39,5	87,0	126,0	**3,19**
Cl^-, мг/л	26,2	159,75	178,3	**6,8**
Сухой остаток, мг/л	110	122	1260	**10,33**

Сравнительный анализ показал, что среди анионов солевого состава в почвенном образце, отобранном под снегосвалкой, доминируют хлориды (159,75 мг/л), хотя в фоновом образце они находятся на последнем месте (26,2 мг/л). Кроме того, все главные анионы в пробах почвы под снегосвалкой превышают аналогичные фоновые значения. Однако, наибольшее превышение (в 6,8 раза) снова отмечается по хлоридам. Установлено, что после схода снега такой показатель, как сухой остаток, увеличился более, чем в 10 раз. В зависимости от концентрации солей, определили тип засоления – «смешанный» с преобладанием хлоридов, степень – «среднезасоленная».

Избыток солей в почвенном растворе токсичен для большинства растений. Особенно сильно действует на растения хлоридное засоление. Избыточная концентрация солей оказывает как осмотическое действие, нарушающее нормальное водоснабжение растений, так и токсическое, вызывая отравления. В частности, отравление возникает в результате резкого нарушения азотного обмена и накопления продуктов распада белков. Сильное засоление замедляет синтез белков, подавляет процессы роста. Кроме того, засоление почвы угнетающе действует и на почвенные микроорганизмы, включая тех, жизнедеятельность которых весьма важна для высших растений.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают присутствие повышенной антропогенной нагрузки, которую оказывают талые загрязненные снежные массы несанкционированной снегосвалки, на территории экосистемы ботанического сада ВГУ. Если не предпринять срочные меры по ликвидации незаконной снегосвалки, то в ближайшее время после весеннего снеготаяния засоленные талые воды могут нанести непоправимый вред уникальному природному комплексу, связанный с засолением почвенного покрова и гибелью уникальных растений.

Исследование проведено при финансовой поддержке Русского географического общества (проект РГО-РФФИ № 17-05-41072)

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг загрязнения снежного покрова / Прожорина Т.И., Беспалова Е.В. // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды : Сб. науч. статей / Под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж, 2014. – С.107-117.

2. Прожорина Т.И. Мониторинг техногенного загрязнения снежного покрова г. Воронежа // Е.В. Беспалова, Т.И. Прожорина, В.В. Мокеева, С.А. Куролап // Вестник Воронежского гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. – 2015. - №4. – С. 77-80.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.Е. Рогозина
rrogozina@bk.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

В России статус города имеют 1100 муниципальных образований, из них почти три четверти (778) — это малые города, в которых проживает 17,5% городского населения, то есть почти 12 млн. человек. К этой категории принято относить все населенные пункты со статусом города, в которых проживает менее 50 000 жителей [1]. Но малые города очень разные. Большинство таких поселений с численностью населения 5–10 тысяч человек – центры низовых сельских районов с предприятиями, ориентирующимися на добычу, производство, переработку местного сырья и местное потребление. Города с населением 30–50 тысяч человек – чаще всего промышленно-транспортные центры с несколькими предприятиями различной величины или с главным градообразующим предприятием. С ними, как правило, и связаны основные экологические проблемы. По данным ученых кафедры экономической географии России географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в малых городах образуется четверть всех промышленных выбросов, примерно 19% хозяйственно-бытовых и производственных стоков, то есть их вклад в загрязнение больше, чем в численность населения [2].

В Воронежской области из 15 городов 11 (73,3%) относятся к категории малых. В них сконцентрировано около 20% городского населения области (табл. 1). Три города: Россошь, Лиски и Борисоглебск - считаются средними городами, хотя фактически их население немногим превышает 50 тысяч жителей и качественно их можно отнести к малым городам. Кроме того в области есть двадцать один поселок городского типа, многие из которых по уровню своего развития и количеству жителей близки к малым городам.

Таблица 1. Города Воронежской области, 2018 г. [4]

№	Название города	Численность населения
1	*Воронеж*	*1 054 111*
2	*Борисоглебск*	*60 878*
3	Нововоронеж	31 568
4	Бобров	20 238
5	Бутурлиновка	24 062
6	Богучар	11 192
7	Калач	18 429
8	*Лиски*	*53 634*
9	Новохоперск	6 013
10	Острогожск	32 317
11	Павловск	24 542
12	Поворино	16 781
13	*Россошь*	*62 716*
14	Семилуки	26 805
15	Эртиль	10 207

Пять из 11 малых городов имеют статус «исторических»: Богучар, Бобров, Павловск, Новохоперск, Острогожск.

Если экологии крупных городов посвящено немало работ, то малые города изучают, прежде всего, с точки зрения социально-экономических проблем, им присущих. Они чаще рассматриваются как наиболее уязвимое звено системы расселения и как индикатор социально-экономического «здоровья» территории. Считается, что малые города связаны не столько с экологическими проблемами, сколько, характеризуются хорошим качеством

окружающей среды, их вписанностью в природный ландшафт. Но у малых городов есть свой специфический набор экологических проблем.

Производство в малых городах отличается меньшей экологической эффективностью. В больших городах, как правило, создаются промышленные зоны, когда вокруг одной тепловой электростанции работает несколько предприятий. В малых городах, часто моноструктурных центрах, каждое из предприятий имеет свою котельную, а централизованное теплоснабжение развито плохо или совсем отсутствует. И в этом смысле удельное загрязнение в малых городах в 2-3 раза выше, чем в больших [5].

В настоящее время наиболее востребованной формой модернизации экономики моногородов стало создание индустриальных и технологических парков на высвобождаемых территориях предприятий с устаревшей технологией и на новых землях, часто сельскохозяйственного назначения. В Лискинском индустриальном парке, формирующемся в существующей промышленной зоне, будет создано 7 производств, в Бобровском - планируется создание 20-30 предприятий. Это позволит использовать общую инженерную инфраструктуру и сократить воздействие на окружающую среду.

Малые города часто находятся в пределах городских агломераций или в непосредственной близости к ним. Примерно от трети до половины малых городов в той или иной степени находятся под влиянием более крупных источников воздействия на окружающую среду городских агломераций (Семилуки – Воронеж).

Как ни странно, в малых городах выше транспортное загрязнение. Уровень автомобилизации там ниже, но автомобили относятся к более низкому классу и находятся дольше в эксплуатации, чем в больших городах. Дороги, как правило, не профилированы, а автомобили на спуске и подъеме дают значительно больший выброс. Несмотря на ничтожность объема выбросов от автотранспорта, доля его в структуре загрязнения воздушного бассейна малых городов, как правило, составляет 40-50%. И если в больших городах изучением проблемы загрязнения среды от автотранспорта занимаются серьезно, то в малых городах такая статистика либо отсутствует, либо не ведется должным образом. В Воронежской области в 2017 году приходилось 345,9 легковых автомобилей на 1000 жителей, показатель по малым городам отсутствует, и замеры воздействия транспорта на среду тоже не производятся.

Повышенная доля загрязнения от жилищно-коммунального хозяйства в связи с повсеместной изношенностью объектов и сетей также является одной из проблем. Перевод ЖКХ жилого сектора на газ резко сократил бы такое негативное воздействие, но газификация малых городов, в том числе Воронежской области, до сих пор не завершена. В целом по городским поселениям области она составляет свыше 90%, но в малых городах доля газифицированных объектов ниже (Богучар – 86,5%, Павловск – 89.8%). Это связано с тем, что бюджетные расходы по газификации малых городов, как и сел, касаются только магистральных газопроводов. Финансирование же строительства газораспределительных сетей и непосредственная газификация самих жилых домов производится за счет населения. Высокая цена оснащения газом в 100-200 тыс. руб. для домовладения при современных невысоких зарплатах в малых городах (20-25 тыс. руб. в среднем) делает эту услугу многим жителям недоступной. Владельцы домов, которые не были газифицированы в советское время, когда это осуществлялось за счет государственных средств, теперь испытывают затруднения в этом плане. Недостаточный уровень развития инфраструктуры в жилом секторе приводит к использованию печного топлива. В городах с высокой плотностью населения этот вид загрязнения может производить до 30% общего загрязнения воздуха, главным образом угарным газом и тонкой пылью (пеплом и сажей) из печей [5].

В малых городах практически нет возможности реконструировать котельные, они, как правило, старые и работают на угле (в Богучаре 5 котельных имеют износ оборудования около 100%). В городах Воронежской области социально значимые объекты: школы, больницы, дома культуры, здания администрации - оборудованы индивидуальными отдельно стоящими и встроенными котельными, топливом для которых является как природный газ, так и твердое топливо.

ЖКХ является ключевым фактором загрязнения водоемов в малых городах, причем его роль со временем усиливается. Из-за нехватки средств очистные сооружения не ремонтируются, а степень очистки воды в них традиционно низка. Характерной проблемой малых городов остается отсутствие ливневой канализации и системы вывоза снега с улиц. В результате неочищенные дождевые и талые воды сбрасываются непосредственно в водные источники, нередко в уникальные природные объекты. В городе Боброве система централизованного водоотведения в целом развита слабо и обеспеченность ею составляет 36,5 % от всего населения района. Система централизованного водоотведения города Семилуки охватывает 40% всей территории. Износ городских и поселковых сетей составляет около 70 % (города Богучар, Новохоперск).

Одна из самых главных проблем городов этой категории связана со свалками. В малых городах обычно не существует каких-либо оборудованных полигонов. Свалки нуждаются в гидроизоляции, в том, чтобы они были обвалованы, а это требует дополнительных средств. Муниципалитеты нередко сбрасывают бытовые отходы в ближайший овраг. Если свалка становится слишком большой, ее поджигают. В результате чего в воздух выбрасываются такие высокотоксичные вещества, как диоксины.

Еще одна особенность малых городов заключается в том, что они очень хорошо вписаны в природный ландшафт. С одной стороны, это их плюс — повышается привлекательность для туристов, но, с другой стороны, сохранение рельефа способствует застаиванию загрязнения, затрудняет рассеивание вредных веществ от сохранившихся в городе предприятий.

Специфика малых городов Воронежской области заключается в коренных изменениях градостроительного развития жилой застройки: изначально часть из них формировались как уездные города с поквартальной застройкой, которая в советское время была дополнена микрорайонами секционных зданий средней и повышенной этажности до современных районов малоэтажной, усадебной застройки. Возведение новых жилых районов сопровождается низким уровнем инженерного благоустройства. Как правило, все жилые здания имеют электрическое освещение, водопровод, но канализация, центральное отопление и газ имеются лишь частично. В таких микрорайонах недостает дорог с твердым покрытием, не предусматриваются учреждения повседневного и периодического культурно-бытового обслуживания населения. Особенностью дифференциации жилых территорий малых городов является ориентация состоятельного населения на заселение центра города.

Экологические проблемы малых городов объединяет неспособность городских властей решить проблемы своими силами. Как правило, они имеют дефицитный бюджет и большая часть их расходов — социальные, а на экологические нужды практически никогда не хватает денег [3]. Объединение нескольких малых городов**,** особенно расположенных достаточно близко, могло бы помочь в решении их экологических проблем. Например, постройка общих очистных сооружений, если они замкнуты на один водный бассейн, или создание одного общего полигона ТБО. Для осуществления реформы обращения с коммунальными отходами в Воронежской области создано восемь межмуниципальных кластеров, в которые сгруппированы все районы области: Воронежский, Панинский, Бутурлиновский, Калачеевский, Россошанский, Богучарский, Острогожский, Лискинский, Борисоглебский.

Малые города Воронежской области с их устаревшим жилищно-коммунальным хозяйством, растущим личным автопарком жителей, дорогами плохого качества, незаконченным процессом газификации и трудностями с утилизацией твердых бытовых отходов не отличаются хорошим состоянием городской среды.

Существующая система мониторинга, представленная Воронежским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды**,** располагающим пятью стационарными постами наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», имеющей пять маршрутных постов в городском округе город Воронеж и восемь в муниципальных образованиях, аккредитованными лабораториями некоторых крупных предприятий и управлением Росприроднадзора по Воронежской области, не дает информацию по экологической составляющей малых и средних городов, а представляет её только в разрезе муниципаль-

ных районов, чаще всего возглавляемых этими городами. Кроме того, результаты наблюдений характеризуют отдельные аспекты окружающей среды, а полную картину о состоянии среды отдельных территорий, в частности, малых городов, получить невозможно. Информация, которая представлена в плановых документах: Генеральных планах городов, Схемах территориального планирования, документах «Нормативно-проектного центра» также не отличается полнотой. Необходим комплексный подход к изучению экологии малых городов, чтобы можно было получить полное представление о состоянии окружающей среды отдельных территорий, а не только ее компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Электрон, дан. - 2018. – URL: http://www.gradkod.ru/ (Дата обращения: 28.05.2019).

2. Битюкова В.Р. Экологические проблемы малых городов. 7 фактов о видах и причинах загрязнения городов с численностью менее 50 тысяч человек [Электронный ресурс]. – Электрон, дан. – 2014. - URL: https://postnauka.ru/fag/31212 (Дата обращения: 30.04.2019).

3. Бокарева Е.А. Анализ социально- экономической трансформации малых городов Воронежской области [Текст] / Е.А.Бокарева // Архитектурные исследования. - Воронеж, 2015. - С. 58-64.

4. Оценка численности постоянного населения Воронежской области на 1 января 2019 года [Электронный ресурс]. – Электрон, дан. – 2019. - URL: http://voronezhstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/voronezhstat/resources/4f65ad0049652b078706df3fbd401489 (Дата обращения: 21.05.2019).

5. Экологические проблемы малых городов [Электронный ресурс]. – Электрон, дан. - Сентябрь 2014 – URL: http://ruecology.info/post/103636204030013/ (Дата обращения: 01.06.2019).

РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Н.В. Рыгалова, В.П. Галахов
natalia.ml@mail.ru

Алтайский государственный университет,
Институт водных и экологических проблем, г.Барнаул, Россия

Изменение климата – сложный многокомпонентный процесс, который содержит как природную составляющую, так и антропогенную. Если первая имеет циклический характер, то вторая – скорее, однонаправленный. Проявление антропогенного влияния на климатическую машину проявляется повсеместно, однако наиболее выражено в городах. Изучение формирования городского микроклимата и различия термических показателей в городе и за его пределами представлено в ряде работ [2, 4].

Для изучения изменения климатических условий в городах был выбран Барнаул – административный центр Алтайского края (в настоящее время крупнейший города РФ с численностью населения более 600 тыс. чел.). На его территории находится метеостанция, действующая с 1838 г. (одна из наиболее старейших в Азии). В период с 1838 по 1964 г. ГМС находилась в центре г. Барнаула (ул. Анатолия, 136). 1 июля 1964 г. по причине плотной городской застройки метеорологические наблюдения здесь были прекращены [5]. С начала 40-х гг. была запущена ныне работающая ГМС Барнаул-агро, которая расположена в пригороде: в Научном городке (в 20 км З-С-З прежнего местоположения).

Территория города неоднородна в природно-климатическом отношении. Согласно атласу Барнаула [1] в центре города, где располагалась первая ГМС города, в отличии от пригородной зоны, где сейчас функционирует метеостанция Барнаула, средняя темпера-

тура июля более чем на 1°С выше, средняя температура января – выше на 0,5°С. Осадков в летний и зимний период в центре выпадает больше, примерно, на 30-40 мм.

Одновременная работа обоих станций, имеющих различную (контрастную) локацию в городе,в период с 1950 г. по 1964 г. сделала возможность сравнить их между собой, с другими метеостанциями и природными климаторегистрирующими структурами (годичный прирост деревьев). Из рисунка 1 видно, что количество осадков по ГМС Барнаул (в центре города) выше, чем по Барнаул-агро. Особенно это проявляется в зимние месяцы; в летние, преимущественно, выделяется июль. В среднем за период с 1951[1] г. по 1963 г. разница в количестве осадков составила 70 мм (ГМС Барнаул: 460 мм, ГМС Барнаул-агро: 390 мм). Средний коэффициент корреляции месячных значений осадков двух ГМС за анализируемый период составил 0,95 (при этом наименьшая корреляция характерна для «зимних» месяцев: с декабря по март (от 0,55 до 0,79 соответственно).

По температуре воздуха таких сильных различия не проявляется. Можно отметить только, что в летние месяцы температура воздуха поданным старой метеостанции Барнаул несколько выше. Средняя годовая температура за период с 1950 г. по 1963 г. составила по ГМС Барнаул 1,83°С, а по ГМС Барнаул-агро 1,47°С.Средний коэффициент корреляции по температурным значениям: 0,99.

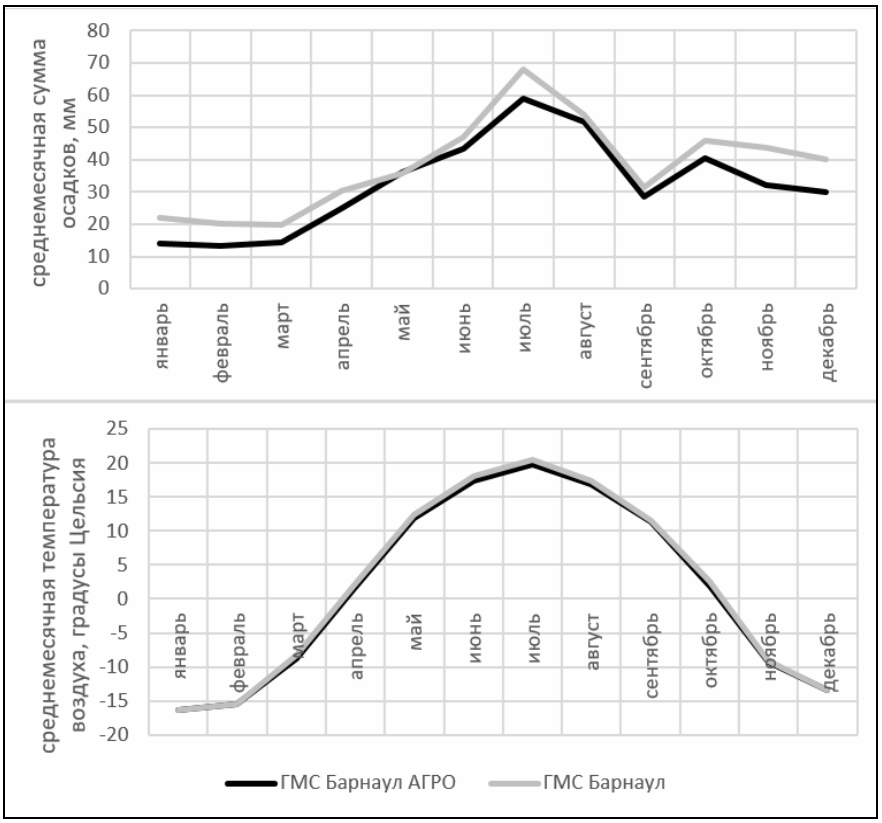


Рис. 1. Осредненная внутригодовая динамика температуры воздуха (1950-1964 гг.) и осадков (1951-1964 гг.) на ГМС Барнаул и Барнаул-агро

Сравнение массивов метеоданных двух ГМС позволило установить различие между ними. При этом возникает следующий вопрос: с какого периода отепляющее влияние Барнаула начало сказываться на температуре воздуха внутригородской метеостании. Для выявления этого была рассчитана корреляция ряда среднегодовой температуры воздуха ГМС Барнаул (до 1964 г. – данные по старой метеостанции, после – по Барнаул-агро) с аналогичными рядами ГМС Баево (лесостепная зона) и Славгород (сухостепная зона). Были рассчитаны скользящие коэффициенты корреляции для периода 10 лет с начала наблюдений: с 1927 г. для ГМС Баево и с 1925 г. для ГМС Славгород.

[1] Осадкомер на метеостанции был установлен только в мае 1951 г.

Полученная динамика изменения коэффициентов корреляции показала два периода ослабления связи в XX в. (рис. 2). Незначительное понижение коэффициентов корреляции стало отмечаться с 30-х – нач. 40-х гг. В начале века промышленность в Барнауле не была развита. Однако с конца XIX в. в городе функционировала электростанция. В 1936 г. вводится в действие первая крупная теплоэлектростанция, которая наращивала свою мощность на протяжении последующего десятилетия [3]. В начале 40-х гг. на территорию Алтайского края (прежде всего, в Барнаул) было эвакуировано значительное количество союзных предприятий, следствием этого стало стремительное развитие промышленного производства и энергетики в городе (особенно в годы ВОВ). Повышение корреляции с периода 1939-1948 гг. возможно можно объяснить снижением объемов производства после окончания военных действий (это отразилось на снижении антропогенной нагрузки на климат города). Следующий период снижения корреляционной связи среднегодовой температурой Барнаула с аналогичными показателями по другими станциями приходится на период 1959-1968 гг. и до 1970-1979 гг. В этот период вводится в действие заводской комплекс, расположенный в районе функционирования ГМС Барнаул-агро (до метеостанции 12-15 км на С-С-З), а также начинает вырабатывать тепло и электроэнергию вторая, более мощная ТЭЦ города. При этом сложно объяснить восстановление связи в 70-80-е гг. XX в. Поэтому выдвинутая гипотеза о механизме ослабления связей по причине нарастающей антропогенной трансформации климата требует тщательной проверки в дальнейшем.

Рис. 2. Корреляция среднегодовой температуры воздуха ГМС Барнаул (после 1964 г. – Барнаул-агро) со среднегодовой температурой воздуха ГМС Баево и Славгород

Для дополнительного исследования трансформации климатических условий города были выбраны природные структуры, которые регистрируют ежегодные климатические флуктуации. Это годичные кольца деревьев. Установлено, что радиальный прирост деревьев, произрастающих вне лесного зонального пояса, является косвенным индикатором динамики климатических условий [6, 7]. В черте города начинается Барнаульский ленточный бор, где были собраны образцы сосны обыкновенной для анализа (в 12 км на ЮЗ от ГМС Барнаул). В ходе дендрохронологических работ получен обобщенный ряд индексов ширины годичных колец. Были рассчитаны коэффициенты корреляции древесно-кольцевой хронологии (ДКХ) Барнаул с месячными значениями температуры и осадков по ГМС Барнаул и Барнаул-агро за период 1950-1964 гг. (для осадков с 1951 г.) (рис. 3).

Прежде всего, стоит рассмотреть связь годичного прироста с весенними и летними метеопараметрами, когда дерево находится в состоянии вегетации. По осадкам не выявлено значительных отличий между данными двух ГМС (отсутствие связи с осадками июля по ГМС Барнаул-агро сложно объяснить, возможно, здесь проявилась ошибка наблюдения или фиксирования данных). В целом, можно отметить, что связь ДКХ с осадками ГМС Барнаул чуть выше. При этом корреляционный анализ ДКХ с температурой показал более тесную связь с ГМС Барнаул-агро в апреле-июле (наибольшие различия – в мае), что в свою очередь, может косвенно указывать на отклонение температурного режима в центре города от фоновых значений.

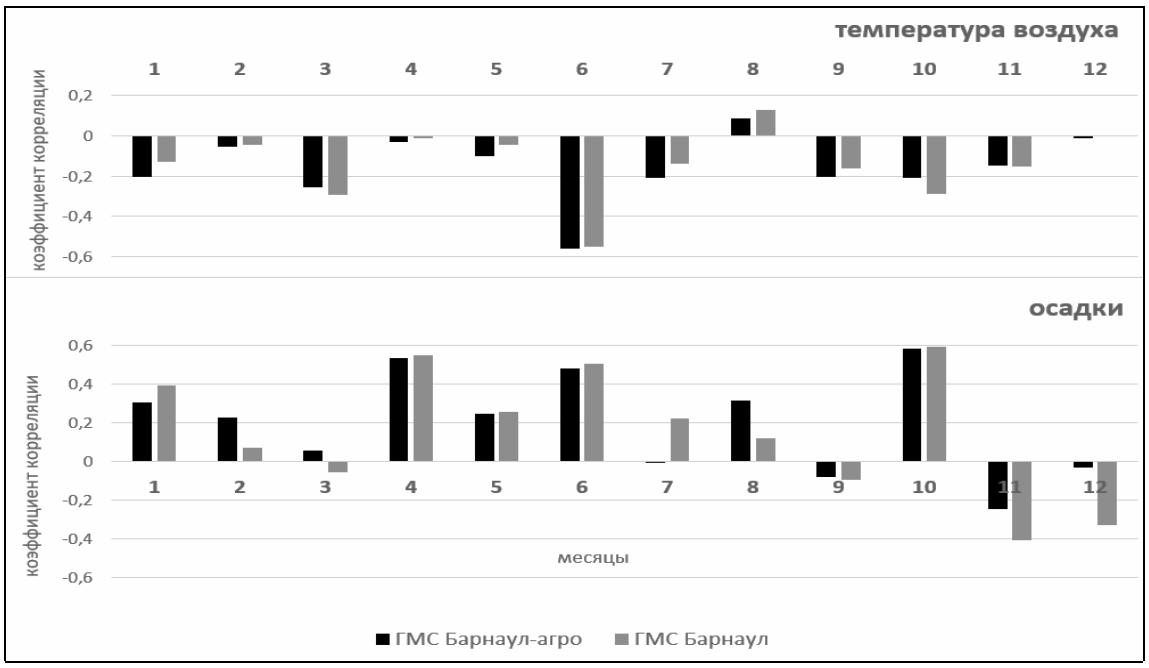


Рис. 3. Корреляция ДКХ Барнаул с месячными значениями температуры и осадков ГМС Барнаул и Барнаул-агро за период с 1950-1964 гг. (для осадков с 1951 г.)

Подводя итог, стоит сказать, что выявление всех особенностей трансформации городского климата – сложная многоступенчатая задача. В данном материале представлены результаты корреляционного анализа метеорологических и биоклиматических данных по Барнаулу. Были зафиксированы отличия между среднегодовой температурой метеостанций Барнаула и других населенных пунктов, которые стали проявляться еще в 30-е гг. прошлого века. Сопряженный корреляционный анализ индексированного ряда годичного прироста сосны в пригороде Барнаула показал более тесную связь с термическим режимом ГМС Барнаул-агро. Это может косвенно свидетельствовать в пользу того, что территория, где располагалась старая метеостанция города, в 50-е гг. испытывала отепляющее влияние растущего промышленного центра.

Материал подготовлен при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-05-00694

ЛИТЕРАТУРА

1. Барнаул: научно-справочный атлас / [В. Б. Бородаев и др.]. – Новосибирск : Инжгеодезия, 2007. – 111 с.

2. Вилесов Е.Н. Характеристики климата города Астана и их изменения за последние 90 лет // Гидрометеорология и экология. – 2017. – №3. – С. 7-16.

3. История энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://barnaul.org/committee_information/komitet-po-energoresursam-i-gazifikatsii-goroda-barnaula/inaya-informatsiya-o-svoey-deyatelnosti-energo/istoriya-energetiki.html. – Загл. с экрана

4. Матвеев Л.Т., Вершель Е.А., Матвеев Ю.Л. Влияние антропогенных факторов на климат городов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2011. №17. С. 41–50.

5. Люцигер А.О. История инструментальных гидрометеорологических наблюдений на Алтае [Электронный ресурс]. Барнаул. 2017 г. – Режим доступа: http://meteo22.ru/upload/iblock/32e/istoriya.pdf. – Загл. с экрана.

6. Рыгалова Н.В. Быков Н.И. Пространственно-временная изменчивость климатического сигнала древесно-кольцевых хронологий ленточных и Приобских боров // Журнал Сибирского федерального университет. Серия «Биология». – 2015. – Том 8, №4. – С. 394-409.

7. Fritts H. Tree ring and climate. − New York. Academic Press, 1976. − 576 p.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ Г. ВОРОНЕЖА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Л.О. Середа
ivlud@yandex.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Почвенный покров современного Воронежа концентрирует в себе опасные химические соединения, которые поступают от транспортных потоков, промышленных предприятий и коммунальных служб. Кроме того, почвенный покров является мощным источником техногенных веществ, которые включаются в региональные миграционные циклы.

Весомый вклад в нарушение целостности почвенного покрова и его структуры вносят площадные и точечные строительные работы, транспортные магистрали, промышленное производство и другие сферы антропогенного влияния. Загрязнению почвенного покрова способствуют повышенные уровни загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города. Кроме того, высокие концентрации поллютантов в снежном покрове усиливают загрязнение почвенного покрова. Большой объем пыли, который поступает с дорожного полотна, также содержит значительное количество токсических элементов, которые возникают в результате воздействия автотранспорта (истирание движущихся частей и механизмов автомобиля, а также выбросов).

Особую опасность представляет тот факт, что опасные химические соединения начинают проникать в более глубокие слои почвенного профиля, что может негативно сказаться и на состоянии других природных сред (растения, грунтовые воды, донные отложения). Исходя из этого, важно определить основные закономерности формирования техногенного загрязнения почвенного покрова с учетом современных климатических изменений в городах.

Для этого нами проведен корреляционный анализ результатов исследований почвенного покрова города Воронежа по 78 показателям.

В приложении выделены те компоненты, корреляции по которым достигают порога средней степени связи ($r \geq |\pm 0{,}30|$) и более. Подробный анализ корреляционных связей в системе «почвенный покров» позволяет проследить некоторые общие черты влияния одних показателей состояния почвенного покрова на другие.

Так, в условиях ожидаемого глобального потепления можно ожидать, что с увеличением показателя pH будут наблюдаться изменения морфологических показателей растений. Например: в более кислых почвах будут произрастать хорошо развитые растения. В щелочных почвах - будут наблюдаться изменения в длине корневой системы и в целом общей биомассы, что подтверждено связями между уровнем pH и морфологическими показателями тест - растений: корреляционные связи между ними были средней степени и были отрицательными.

На изменение морфологических показателей растений влияет и накопление тяжелых металлов в почвенном покрове. Так, при накоплении Ni корневая система растений изменяется, становится более тонкой и слабой. Это подтверждается средней степенью корреляционной связью между длиной корня тест-растения кресс-салат и содержанием Ni в почвенном покрове ($r = -0{,}31$).

На распространение тяжелых металлов в почве может влиять валовой химический состав почвенного покрова. Так, нами отмечена связь при преобладании в почвенном покрове SiO2 происходит минимальное накопление Cu, Zn, Rb, Sr, Zr, Nb, Ba, Pb. Напротив, присутствие в почвенном покрове P_2O_5, K_2O, MgO, Al_2O_3 способствует накоплению этих элементов.

Также выявлены ассоциации токсичных элементов, что подтверждено достаточно сильными связями между Cu и Pb ($r = +0{,}50, +0{,}52$), Cd и V ($r = +0{,}61$), Ni и Mo ($r = +0{,}76$), Ni и Cu ($r = +0{,}52$), Rb и Zr ($r = +0{,}84$).

На накопление нефтепродуктов может влиять нахождение оксида серы в почвенном покрове, что, скорее всего, связано с влиянием выбросов от автотранспорта в почвенный покров города.

Анализируя полученные данные по результатам статистического анализов в 2015-2018 гг., можно сделать вывод о том, что сохранились многие взаимосвязи между показателями почвенного покрова, выявленными по результатам анализа в 2014 году [1,2].

Так, увеличение показателя pH способствует изменению морфологических показателей растений. Мы видим, что длина корневой системы и проростка меняется от значения pH: чем ниже значение, тем более развитые проростки и корни тест-растений. Что подтверждено средним уровнем связи между уровнем pH и морфологическими показателями тест-растений, а также отрицательным значением коэффициента корреляции. Также нами отмечено, что показатель фитотоксического эффекта будет выше в более щелочных почвах, что говорит о более высоком загрязнении именно щелочных почв.

Присутствие гумуса в почве способствует развитию проростков тест-растений, что подтверждается связью средней степени между содержанием гумуса и длиной проростка овса (r = + 0,43). А повышенные концентрации тяжелых металлов в почвенном покрове могут влиять на изменение морфологических показателей.

На уровень токсичности может влиять загрязнение почвенного покрова подвижной формы Cu, т.к. нами отмечена связь между ними (r=+0,41).

Также сохранилась тенденция, что на накопление тяжелых металлов в почве влияет валовой химический состав почвенного покрова. Так, чем больше в почвенном покрове находится SiO_2, тем почвенный покров менее подвержен загрязнению Cr, La, Ni. Также возможное нахождение в повышенном количестве Na_2O способствует снижению накопления Cr, Ni, Zr, но может оказать влияние на распространение V, Ga, Nb, Ba, La. Присутствие в почвенном покрове P_2O_5 в большом количестве способствует накоплению Cr, Ni, Zr, Ba. Высокий уровень TiO_2, MnO, K_2O, Fe_2O_3 может провоцировать высокое содержание V, Cu, Zn, Rb, Sr, Zr, Ba, Pb, Br. На нахождение Cr может оказывать влияние присутствие оксида кальция в почвенном покрове, т.к. нами отмечена сильная связь между показателями +0,74.

Нами отмечен ряд ассоциаций и связей между загрязняющими веществами в почвенном покрове. Это подтверждено достаточно сильными связями между Cr и Ni (r= +0,64), Ni и Cu (r=+0,68), Cu и Sr (r=+0,80), Pb и Cu (r=+0,79), Cu и Zr (r=+0,65), Cu и Rb (r=+0,67), Zn и Pb (r=+0,62), Rb и Sr (r=+0,87), Rb и Zr (r=+0,78).

Ассоциации между поллютантами позволяют отследить возможные источники загрязнения соответствующими металлами. Наиболее сильная ассоциация выявлена между Rb и Sr (r=+0,87). Принимая во внимание те точки, где были обнаружены высокие концентрации этих химических элементов и области их промышленного применения, можно сказать о том, что основными вкладчиками являлись НПО «Энергия» и завод «Электроприбор», которые во второй половине XX века были крупными производителями электроники военного и авиакосмического назначения.

Одновременное высокое содержание Cr и Ni встречается вблизи территории ПАО «Воронежское акционерное самолётостроительное общество», что связано с использованием данных металлов как легирующих компонентов. Тот факт, что Pb и Cu широко применяются в электротехнической промышленности, обусловил их совместную высокую концентрацию в точках отбора вблизи Масловской промзоны.

Ассоциации Ni и Mo обнаружены в точках отбора, расположенных поблизости от завода «ТяжМехПресс» и бывшего экскаваторного завода им. Коминтерна (ул. Машиностроителей, 8). Скорее всего это связано с использованием данных металлов в качестве легирующих добавок к стали. Наиболее заметные ассоциации цинка и свинца характерны для точек вблизи оживленных транспортных магистралей, особенно тех, где ранее были расположены трамвайные пути либо недалеко проходит железнодорожное полотно. Их появление – результат загрязнения, вызванного интенсивным движением автомобильного и рельсового транспорта.

Также важно рассмотреть возможные связи между показателями состояния почвенного покрова в почвенных разрезах. В таблице 1 отмечены корреляционные связи со значением $r \geq |\pm 0{,}30|$.

Так, анализируя полученные данные, можно отметить, что на распространение нефтепродуктов в почвенных разрезах влияет высокие концентрации подвижных форм кадмия, марганца.

Высокий уровень содержания нефтепродуктов способствует высокому уровню токсичности почвенного покрова (r=+0,38). Высокий уровень pH может обеспечивать более высокое содержание Pb (r=+0,39) и препятствует распространению Cd (r=-0,43).

Уровень фитотоксического эффекта будет выше при повышенном содержании в почвенном покрове таких поллютантов, как Cr, Ni, Sr и Br. На развитие и рост тест-растений влияют многие элементы, как показали результаты корреляционного анализа. Так, высокое содержание Cr, Ni, Sr, Br обеспечивает слабое развитие проростков и корневой системы тест-растений, напротив высокое содержание Cu, Zn, As может способствовать росту проростков, но в дальнейшем негативно сказываться на развитии растений.

Таблица 1. Корреляционные связи между показателями в почвенных разрезах (выборочно)

Показатели	***Коэффициенты корреляции ($r \geq |\pm 0{,}30|$)***					
	Нефтепродукты	***Гумус***	***pH***	***Zn (п.ф.)***	***Pb (п.ф.)***	***Cd (п.ф.)***
Cd (п.ф.)	0,50	0,52	-0,43	-	-	-
Mn (п.ф.)	0,78	0,65	-0,19	-	-	-
Pb (п.ф.)	-0,31	-0,35	0,39	-	-	-
pH	-0,60	-0,78	1,0	-	0,39	-0,43
Токсичность	0,38	0,56	-0,68	-0,30	-	-
ФЭ кресс-салат	-0,61	-0,63	0,34	0,55	-	-0,33
ФЭ овес	-0,67	-0,64	0,33	0,54	-	-0,39
Na2O (%)	0,50	0,69	-0,48	-	-	-0,72
MgO (%)	-0,71	-0,77	0,23	0,64	-0,38	0,72
SiO2 (%)	0,59	0,72	-0,80	-0,38	-0,46	-
P2O5 (%)	0,74	0,73	-0,63	-	-	0,45
K2O (%)	0,39	0,57	-0,83	-0,30	-	-
CaO (%)	-0,58	-0,72	0,82	0,42	0,37	-
Cr (%, вал)	-0,59	-0,73	0,84	0,39	0,53	-
Ni (%, вал)	-0,44	-0,52	0,53	-	0,65	-
Cu (%, вал)	0,51	0,42	-0,32	-	0,44	0,37
Zn (%, вал)	0,51	0,62	-0,73	-0,43	-	0,40
Ga (%, вал)	0,38	0,57	-0,83	-0,30	-	-
Rb (%, вал)	0,60	0,80	-0,96	-	-0,34	0,34
Sr (%, вал)	-0,50	-0,64	0,81	-	0,51	-
Zr (%, вал)	0,49	0,68	-0,85	-0,36	-0,30	0,33
Nb (%, вал)	0,56	0,74	-0,87	-0,32	-	0,34
Ba (%, вал)	0,52	0,73	-0,72	-	-	0,36
La (%, вал)	-	-0,34	0,36	-	0,78	-
Pb (%, вал)	-	-	-	-	0,56	0,39
As (%, вал)	0,67	0,80	-0,60	-0,45	-0,41	0,31
Br (%, вал)	-0,40	-0,42	-	0,46	-	-
Na_2O (%)	0,75	-0,63	-0,58	0,53	0,52	0,58
MgO (%)	-	0,57	0,56	-0,60	-0,57	-0,62
Al_2O_3 (%)	0,64	-0,31	-0,34	-	-	0,30
SiO_2 (%)	0,47	-0,65	-0,62	0,60	0,62	0,61
P_2O_5 (%)	-	-	-	0,33	-	0,38
SO_3 (%)	-0,37	-	-	-	-	-
K_2O (%)	0,60	-	-	-	-	-
CaO (%)	-0,55	0,63	0,61	-0,57	-0,58	-0,59

Показатели	*Коэффициенты корреляции (r ≥ |±0,30|)*					
	Нефтепродукты	*Гумус*	*pH*	*Zn (п.ф.)*	*Pb (п.ф.)*	*Cd (п.ф.)*
TiO2 (%)	0,43	-	-	-	-	-
MnO (%)	-	0,35	0,33	-	-0,38	-
Fe_2O_3 (%)	-	-	-	-	-0,35	-
Cr (%, вал)	-0,56	0,57	0,54	-0,51	-0,53	-0,53
Ni (%, вал)	-	0,46	0,43	-0,46	-0,52	-0,42
Cu (%, вал)	0,33	-0,40	-0,47	0,42	0,31	0,44
Zn (%, вал)	0,50	-0,62	-0,62	0,58	0,53	0,57
Ga (%, вал)	0,79	-0,33	-0,32	-	-	-
Rb (%, вал)	0,66	-0,36	-0,35	0,30	-	0,37
Sr (%, вал)	-0,43	0,42	0,40	-0,38	-0,42	-0,37
Zr (%, вал)	0,66	-0,53	-0,52	0,43	0,43	0,49
Nb (%, вал)	0,74	-0,52	-0,50	0,43	0,40	0,49
Ba (%, вал)	0,85	-0,40	-0,36	-	-	0,39
As (%, вал)	0,41	-0,81	-0,80	0,77	0,71	0,82
Br (%, вал)	-0,34	0,63	0,58	-0,57	-0,51	-0,56
V (%, вал)	0,40	-	0,57	-	-	-
Cr (%, вал)	-0,85	0,80	-0,68	-0,98	-0,38	0,61
Ni (%, вал)	-0,48	0,78	-	-0,82	-0,30	0,69
Cu (%, вал)	0,30	-	0,36	-	0,55	-
Zn (%, вал)	0,74	-0,59	0,77	0,74	0,48	-0,37
Ga (%, вал)	0,85	-0,40	0,89	0,69	0,35	-0,40
Rb (%, вал)	0,78	-0,71	0,73	0,81	0,60	-0,44
Sr (%, вал)	-0,74	0,75	-0,56	-0,94	-0,44	0,78
Zr (%, вал)	0,91	-0,62	0,81	0,90	0,32	-0,61
Nb (%, вал)	0,94	-0,61	0,84	0,87	0,41	-0,52
Ba (%, вал)	0,80	-0,36	0,71	0,56	0,36	-
La (%, вал)	-	0,62	-	-0,56	-	0,45
Pb (%, вал)	-	-	-	-	0,36	-
As (%, вал)	0,67	-0,76	0,39	0,71	0,35	-0,30
Br (%, вал)	-	0,30	-	-	-	-0,40
Ni (%, вал)	0,43	0,30	-0,32	-	-0,51	-0,54
Cu (%, вал)	0,61	-	0,46	0,33	-	-
Zn (%, вал)	0,37	0,63	-	0,83	0,80	0,78
Rb (%, вал)	0,30	0,33	0,80	0,87	-	0,86
Sr (%, вал)	-	-	-0,60	-0,63	-0,79	-0,82
Zr (%, вал)	0,42	-	0,78	0,89	0,86	-
Nb (%, вал)	0,44	0,31	0,81	0,93	0,91	0,98
Ba (%, вал)	0,49	0,30	0,59	0,80	0,77	0,76
La (%, вал)	0,59	0,52	-	-	-0,35	-
Pb (%, вал)	0,57	0,85	0,54	0,38	-	-
As (%, вал)	-	-	0,61	0,47	0,64	0,67

Нами подтверждено, что на накопление тяжелых металлов в почве может влиять валовой химический состав почвенного покрова. Так, чем больше в почвенном покрове находится SiO_2, тем почвенный покров менее подвержен загрязнению Zn, Ga, Rb, Zr, Nb, Ba. Также повышенное содержание Na_2O способствует снижению загрязнения от Cr, Ni, Sr, но может оказать влияние на распространение V, Zn, Nb, Rb, Ba, As [1,2].

Присутствие в почвенном покрове P_2O_5 в большом количестве может способствовать накоплению Cu, Zn, Rb, Nb. Высокий уровень MnO может спровоцировать высокое содержание Cr, Ni, Sr, La. На нахождение Cr может оказывать влияние присутствие оксида магния в почвенном покрове, т.к. нами отмечена сильная связь между показателями r=+0,80.

Также нами подтверждены результаты данных корреляционного анализа по поверхностному слою почвенного покрова в разных ФЗ города: отмечаются ассоциации ряда загрязняющих веществ и связи между концентрациями. Что подтверждается сильными

связями между V и Cu (r=+0,61), V и Ga (r=+0,63), Cu и Pb (r=+0,85), Zn и Ga (r=+0,83), Zn и Rb (r=+0,80), Zn и Zr (r=+0,78), Ga и Ba (r=+0,80), Rb и Zr (r=+0,86), Ba и Zr (r=+0,76).

Таким образом, статистический анализ показателей системы «почвенный покров» позволил выявить определенные закономерности по накоплению поллютантов в почвенном покрове:

- выявлены ассоциации между элементами в поверхностном горизонте почв и сильные связи между ними: Cr и Ni (r= +0,64), Ni и Cu (r=+0,52, r= +0,68), Cu и Sr (r=+0,80), Pb и Cu (r=+0,50 - +0,79), Cu и Zr (r=+0,65), Cu и Rb (r=+0,67), Zn и Pb (r=+0,62), Rb и Sr (r=+0,87), Rb и Zr (r=+0,78, r= +0,84), Cd и V (r = +0,61), Ni и Mo (r = +0,76);

- на распределение тяжелых металлов в почвенном покрове влияет валовой химический состав, показатель кислотности и уровень содержания органического углерода. Отмечена связь между повышенным уровнем содержания в почве SiO_2 и пониженной концентрацией Cu, Zn, Rb, Sr, Zr, Nb, Ba, Pb, напротив, при повышенном содержании P_2O_5, K_2O, MgO, Al_2O_3 наблюдается увеличение концентрации этих элементов [3,4].;

- на изменение морфологических показателей растений может влиять нахождение тяжелых металлов, уровень кислотности. Так при накоплении Ni и повышенном уровне кислотности в почвенном покрове происходит изменение корневой системы растений, она становится более тонкой и слабой, общая биомасса снижается.

Исследование проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-05-00569

ЛИТЕРАТУРА

1. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды: монография / под общ. ред. С. А. Куролапа и О. В. Клепикова. – Воронеж: Научная книга, 2015. – 232 с.
2. Середа, Л. О. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж / Л. О. Середа, Л. А. Яблонских, С. А. Куролап // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2015. - № 4. - С. 59-65
3. Экогеохимия и биоиндикация техногенных рисков территорий интенсивного антропогенного освоения Сборник научных статей. Под общей редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. Воронеж, 2018. - С. 134-150.
4. Экологическая ситуация и риски для здоровья населения города Воронежа сборник научных статей. Воронеж, 2018. - С. 128-137.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА, СВЯЗАННЫЕ С АВТОТРАНСПОРТНЫМ ШУМОМ И ТЕРМИЧЕСКИМ КОМФОРТОМ

А.Е. Скосарь, С.А. Куролап, С.Н. Полякова, И.В. Попова
skosar.nastya@yandex.ru

Воронежский государственный университет, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г.Воронеж, Россия

Промышленные города являются центрами острейших экологических проблем. Усиление процессов урбанизации проявляется в городах в росте химического и акустического загрязнения атмосферы, снижении аэрации городских территорий и ухудшении микроклимата, что усугубляется на фоне современных глобальных и региональных климатических изменений, в частности, «потепления» климата и тенденции к росту аномально жарких летних дней на территории Европы и Центральной России [1, 4]. В полной мере эти проблемы справедливы и для города Воронежа - крупнейшего промышленного города Центрального Черноземья. Широко известны опасные последствия аномальной жары лета 2010 г., когда в июле -августе существенно повысилась госпитализация населе-

ния по поводу болезней системы кровообращения на фоне резкого снижения комфортности микроклимата городской среды.

Целью исследования являлась экологическая оценка параметров автотранспортного шума и микроклимата города Воронежа как факторов экологического риска для населения. В целом г.Воронеж отличается достаточной естественной аэрацией. Однако, имеются многочисленные рассредоточенные источники загрязнения атмосферы, что является следствием исторически сложившихся нескольких промышленно-производственных комплексов: левобережного, включающего ТЭЦ, заводы по производству синтетического каучука, шин для автомобилей, авиационной техники; правобережного, где расположены заводы преимущественно машиностроительного, радиотехнического и строительного профилей. Крупные автомагистрали, пролегая через плотнозаселенные микрорайоны, в большинстве случаев не обеспечивают достаточную пропускную способность и надежную защиту населения от выхлопных газов и шума. Причина акустического дискомфорта в ряде микрорайонов помимо загруженности автотранспортом кроется в низком качестве дорожного покрытия, недостаточном озеленении, близости жилой застройки к проезжей части, т.е. в недостаточном учете экологического фактора в целом.

Шум в окружающей среде – нежелательный или вредный наружный шум, создаваемый в результате деятельности человека, в том числе шум, излучаемый подвижными (средства дорожного, рельсового, авиационного транспорта) и стационарными (потоки автодорожного транспорта, промышленные предприятия, энергетические и прочие объекты) источниками шума. Из общего шумового загрязнения крупного мегаполиса на долю транспорта приходится около 80–90 % . Как правило, антропогенный шум имеет раздражающий характер, увеличение уровня шума выше природного отрицательно действует на здоровье человека: повышается утомляемость, снижается умственная активность, возникают неврозы, расстройства сна, ослабление памяти и, как следствие, наблюдается снижение жизненного потенциала в целом [5]. При воздействии шума свыше 50 дБ в течение нескольких минут на 10% падает содержание калия в плазме крови и уменьшается способность глаза определять размеры рельефа, ухудшается восприятие красного цвета. Шум выше 65 дБ нарушает ритм сердца, частота пульса возрастает с 70 до 80 ударов в минуту. При интенсивности 80-90 дБ шум может стать причиной пароксизмальной тахикардии. Шум угнетает естественный иммунитет и повышает уровень заболеваемости, в том числе риск развития ишемической болезни сердца.

Воздействие шума на человека определяется уровнем (интенсивностью) и высотой звуков, составляющих шум, а также продолжительностью его воздействия. В соответствии с санитарными нормами уровень шума около зданий в дневное время не должен превышать 55 дБА, а ночью (с 23 до 7 ч утра) — 45 дБА, в квартирах— соответственно 40 и 30 дБА. Если шумовой защитой пренебречь, то уже при 4 часах непрерывного грохота в неделю возможны кратковременные нарушения слуха в области высоких частот, а позднее и звон в ушах.

Для оценки уровня транспортного шума нами использовались ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики», ГОСТ Р 53187-2008 «Шумовой мониторинг городских территорий». Натурные измерения проводились шумомером «Testo 815» в течение 2018 - первой половины 2019 гг.. При проведении измерений учитывались состояние дорог (поверхность проезжей части дороги чистая и сухая) и погодные условия (без выпадения атмосферных осадков и скорости ветра не более 5 м/с). Для контроля уровня шума были взяты 13 мониторинговых точек в разных частях города.

В итоге во втором полугодии 2018 и первом полугодии 2019 года оказалось, что 66,5% результатов измерений превышают норматив для жилой застройки. В основном уровень шума соответствует норме в выходные дни, а в рабочие дни норма почти всегда превышена на ул. Московский проспект, пр-т Революции, ул. Ст. Разина, Ленинский пр-т и некоторых др. Причем, в дневное время уровень шума превышен в среднем на 10-15 дБ (78,8 % результатов), в ночное время на 5-10 дБ (56,3 % результатов). По данным областного информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, за период 2018-2019 годы, рост заболеваемости ишемическими болезнями сердца на 48,6% (в 1,5 раза) превысил показатели 2009-2017 годы. Авторами работы была проведена сравнительная характери-

стика роста транспортного потока, уровня шума на основных магистралях города и роста сердечно-сосудистых, ишемических заболеваний сердца в городе Воронеже. Также была проведена оценка риска для здоровья населения по гигиенической методике [3].

Согласно проведенным расчетам наиболее чувствительной к воздействию шума является сердечно-сосудистая система. Средний уровень приведённого риска сформируется к 10-ти годам жизни, высокий - к 30 годам, экстремальный – к 45 годам. Сопоставив данные областного информационного фонда социально-гигиенического мониторинга и данные мониторинга уровней шума, была выявлена определенная зависимость роста транспортного потока, уровня транспортного шума и болезней сердечно-сосудистой системы. Приведенный риск заболеваний органов слуха под воздействием транспортного шума оценивается как низкий, слабо влияющий на уровень состояния здоровья. Приведённый риск заболеваний нервной системы во всех 13 точек акустического дискомфорта оценивается как низкий.

Дополнительно проведены инструментальные микроклиматические исследования на территории г.Воронежа с помощью метеометра (МЭС-2), апробированные ранее для территории города [2]. Выявлены следующие закономерности формирования микроклимата в условиях комбинированной городской застройки:

- на территории города наблюдается повышение температур воздуха в сравнении с фоновыми характеристиками, особенно в теплый период года, что создает «острова тепла» и способствует росту загрязнения воздуха, снижающего комфорт жизнеобеспечения; так, температура воздуха в условиях городской застройки в летний период отличается от фоновых характеристик на 4,5 - 4,9°С; причем, наименьшие вариации температуры наблюдаются в «частном секторе» и на территории застройки средней плотности (застроенная площадь составляет 15 – 25 % территории) с достаточным озеленением, а наиболее высокие – на открытых и неозелененных пространствах, вблизи проезжей части крупных автомагистралей, либо на участках плотной высокоэтажной застройки (>25 % территории), где минимально внутриквартальное озеленение;

- снижение скоростей ветра (при преобладающих ветрах западных румбов и средней скорости ветра около 3 м/с) прослеживается на подветренной стороне зданий; причем, наименьшие скорости ветра наблюдаются в плотной 5-ти этажной застройке, особенно во дворах, закрытых от господствующих ветров, а наибольшие – в так называемых «аэродинамических коридорах» (например, вдоль ул. Полины Осипенко, ул. Циолковского, ул. Героев Стратосферы), у «домов–свечек» (по Ленинскому пр-ту), вблизи домов широтной ориентации и во дворах, открытых на западную сторону;

- по параметрам биоклиматической комфортности наиболее благоприятными являются внутридворовые участки 5-ти этажной застройки (скорость ветра снижается более чем на 50%, влажность и температура воздуха оптимальны и более стабильны в течение дня), а наименее благоприятными – дворы многоэтажных домов, открытых на западную сторону, причем, во дворах домов широтной ориентации и вблизи «домов-свечек», где наблюдается значительное повышение температуры воздуха, а ветер часто имеет порывистый характер. Внутригородское Воронежское водохранилище оказывает смягчающее действие на микроклимат, играя роль «аэродинамического коридора», снижающего контрасты температур и повышающего относительную влажность воздуха в летний период.

Таким образом, сочетание повышенного автотранспортного шума и ухудшение микроклимата в летний период создает зоны экологического риска в городе, которые приурочены с микрорайонам повышенной этажности центрального правобережного (промышленно-транспортно-селитебного) и юго-восточного левобережного индустриального сектора города, где сочетаются крупные автомагистрали, промышленные предприятия и уплотненная городская застройка, снижающая аэрацию городских территорий, особенно в летний период года.

Исследование проведено при финансовой поддержке Русского географического общества (проект РГО-РФФИ № 17-05-41072)

ЛИТЕРАТУРА

1. Клепиков О.В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка территории промышленного центра / О.В. Клепиков, С.А. Куролап, П.М. Виноградов // Санитарный врач. – 2016. – № 1. – С. 20-26
2. Куролап С.А. Экологическая оценка микроклимата и техногенного загрязнения воздушного бассейна города Воронежа / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, И.В. Добрынина // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 1. – С. 24-29.
3. МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» (утв. главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 23 марта 2011 года). – 40с.
4. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменение климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 208с.
5. Чубирко М.И. Гигиеническая оценка шумового фактора крупного города / М.И. Чубирко, Ю.И. Стёпкин, О.В. Середенко // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94. – № 9. – С. 37-38.

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК МОСКВЫ, ЗАКЛЮЧЕННЫХ В КОЛЛЕКТОРЫ

С.С. Соловьева, Д.В. Магрицкий, Л.Е. Ефимова
ef_river@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Введение. Малые реки - важнейший элемент природно-хозяйственной структуры города. Именно они испытывают наибольший антропогенный пресс. При значительной и продолжительной «нагрузке» сточными водами разного генезиса в них нарушается гидрологоэкологическое равновесие. Качество воды малых рек, впадающих в более крупные водные объекты, во многом определяет общее экологическое состояние всей водной системы.

Значительная часть малых рек г. Москвы заключена в коллекторы. В настоящее время в городе насчитывается около 140 малых рек и ручьев (http://www.mosecom.ru/). Почти 30% из них полностью утеряны (т.е. заключены в коллектор на 90% протяженности), около 40%рек закрыты в коллекторы лишь частично и подвергаются сильному антропогенному воздействию. Именно эти водотоки, утратившие природную самоочищающую способность, находятся в наиболее неблагополучном экологическом состоянии. Информация о них практически отсутствуют. Получение данных о том, к которому эффекту может привести трансформация химического состава водных объектов, особенно важна в связи с быстрым развитием Москвы в последние годы.

Объектами изучения стали малые реки Москвы, заключенные в коллекторы. Для получения информации об их современном гидрологическом состоянии было проведено масштабное историко-картографическое исследование с целью выявления таких объектов. Использованы как современные топографические карты, так и старинные карты на территорию современной Москвы, полученные с сайта Retromap.

Было выбрано 7 объектов с частично или полностью закрытыми руслами: р.р. Лихоборка, Чермянка, Жужа, Очаковка, Битца, Таракановка и Ходынка, расположенные в разных районах Москвы (рис. 1). Наибольшее же количество заключенных в коллекторы рек сосредоточено в Центральном административном округе города.

В 2018 -2019 гг. была выполнена серия гидрографических и гидрохимических работ. Съемки проводились с декабря 2017 г. по апрель 2018 г. и в феврале 2019 г. и охватывали периоды зимней межени и весеннего половодья. Отбор проб производился с учетом степени техногенного преобразования рек, их доступности и размеров; как правило, выше и ниже закрытой части коллектора, иногда внутри него и по всей длине реки. В ходе проведения съемок были измерены температура, pH, электропроводность воды. В ана-

литической лаборатории кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ в отобранных образцах с использованием системы капиллярного электрофореза были определены главные ионы (Комарова, Каменцев, 2006).

Результаты и обсуждение. Исторически существует несколько основных причин полного или частичного закрытия рек в подземные коллекторы. Известно, что открытые малые реки, собирая городские стоки, часто были источником эпидемиологической угрозы. Периодические наводнения, случавшиеся в периоды половодья и паводков, сопровождались затоплением различных объектов, что также ухудшало эпидемиологическую обстановку в городе. Как в прошлом, так и в современный период наличие оврагов и заболоченных местностей на водосборах малых рек значительно затрудняло расширение города, нарушало связность районов и дальнейшую застройку территорий. В настоящее время высокая стоимость земель в центре Москвы, и наличие эффективных и безопасных современных технологий зачастую ускоряют перевод водотока в статус подземного водного объекта.

Рис. 1. Реки, заключенные в коллекторы, обследованные на территории г. Москвы

Водосборные бассейны забранных в коллекторы рек подверглись практически полной трансформации (до 90%), тальвеги водотоков нарушены, долинные комплексы сохранились отдельными фрагментами. На большей части водосборной территории рек велика мощность антропогенного слоя, высока степень «запечатанности почв» обусловленная градостроительным освоением территории (Савин, 2004).

С конца 19 века средняя продолжительность зимы в Московском регионе сократилась почти на месяц. За этот период средняя годовая температура воздуха в городе увеличилась более чем на 4°С, заметно изменилось внутригодовое распределение количества выпадающих осадков, становясь все более неравномерным. Поэтому особенности климата в современный период не могут не оказывать влияния на гидролого-экологический режим городских водотоков (Константинов, 2010).

Химический состав воды рассматриваемых рек весьма нестабилен, он подвержен не только сезонной изменчивости, но и меняется на разных участках водотока, особенно в связи с поступлением антропогенных сбросов. Большая часть «спрятанных» в коллекторы рек проходит часть своего пути в пределах промышленных зон, где они подвергаются несанкционированному сбросу различных неочищенных сточных вод. Даже та часть водотоков, которые протекают в пределах природоохранных территорий, до этого проходит значительное расстояние по территориям промышленных зон. Наиболее ярким примером такого водотока является река Лихоборка, расположенная на севере Москвы. Ее русло, как в открытом, так и в закрытом виде, пересекает несколько крупных промышленных зон, а затем – Главный Ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН и парк Отрада.

Основной проблемой, связанной с коллекторными водотоками Москвы, является практически полное отсутствие гидрологической и гидрохимической информации. Большинство водных объектов, на которых проводятся исследования, расположены в устьях крупных притоков Москвы-реки и сосредоточены в Центральном административном округе. На ма-

лых притоках в пределах столицы расположено всего 2 гидрологических поста, а исследования химического состава воды практически не проводятся. В Северном административном округе на 12 коллекторных участков приходится всего 1 пост наблюдения за химическим составом воды, расположенный вдалеке от основных промышленных зон.

Наименее загрязненными оказалась реки Очаковка, Чермянка и Жужа, относящиеся к менее промышленно освоенным районам города (рис. 1).Одной из рек, на которых были проведены полевые изыскания, стала р. Очаковка, протекающая по территории заказника «Теплый Стан». Именно на этом водотоке наиболее ярко выражено воздействие коллектора (рис. 2). После выхода из него электропроводность воды в зимнюю межень изменялась почти в 3 раза, на спаде половодья – в 10 раз. Также значительные преобразования претерпевал относительный ионный состав воды. До вхождения реки в коллектор, ее минерализация составляла около 450 мг/л, имела гидрокарбонатно-кальциевый состав, который после прохождения коллектора трансформировался в хлоридно-натриевый (рис. 2).

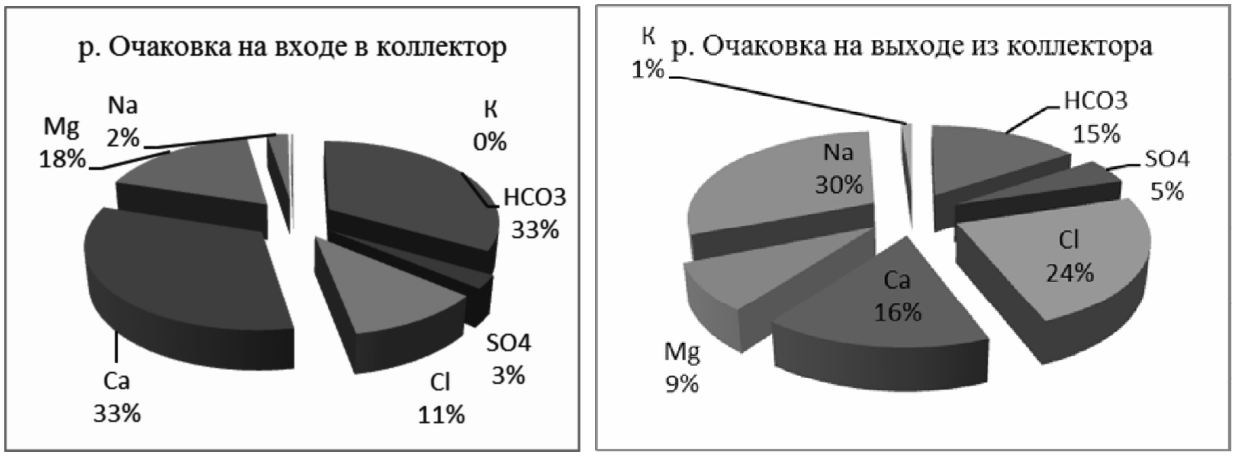


Рис. 2. Относительный ионный состав воды р. Очаковка в период зимней межени

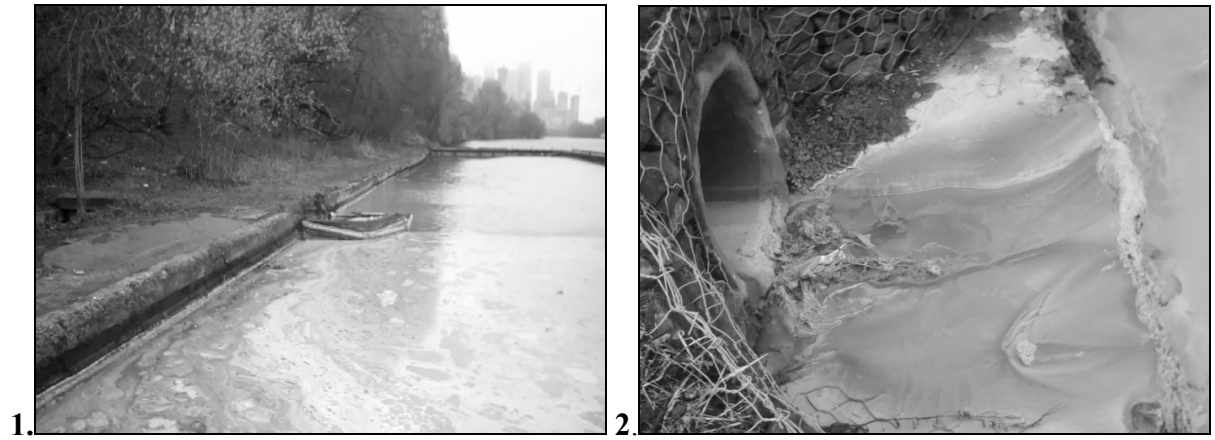


Рис. 3. **1**. *Река Таракановка.* **2.** *Выход в реку из трубы с нерегулярным стоком (фото С.С. Соловьевой)*

Наиболее загрязненные обследованные реки - Лихоборка и Таракановка (рис. 3), протекающие не только в коллекторах, но в пределах промышленных зон. Главным источником их загрязнения служат не только стоки промышленных предприятий, но и повышенная загрязненность склонов долин рек, поверхности их водосборов. В водах р. Таракановки отмечены максимальные значения pH – 9,5-10,5.

В воде р. Лихоборки, проходящей через 6 коллекторов, электропроводность превышала среднюю величину для естественных городских водотоков данной территории более чем в 20 раз. Значения минерализации в период зимней межени достигали более 4 г/л (рис. 4). При этом пик минерализации смещен во времени. На всем своем протяжении река имеет трансформированный (хлоридно-натриевый) ионный состав, как в период половодья,

так и в период зимней межени. Это обусловлено режимом работы снегоплавильного пункта, расположенного на берегу Лихоборки, сбросы которого влияют не только на температуру, электропроводность и минерализацию воды, но и на ее состав, увеличивая долю хлоридов и натрия. Отмеченное увеличение концентрации этих ионов вниз по течению реки более чем в 3 раза, во многом в связи с использованием хлорсодержащих противогололедных реагентов.

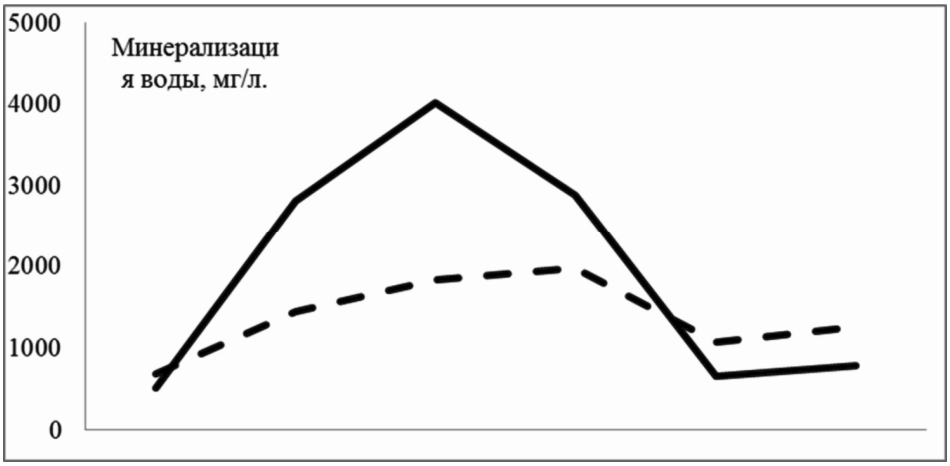


Рис. 4. Изменение минерализации воды р. Лихоборки в период зимней межени (сплошная линия) и на спаде половодья (прерывистая линия) 2018 г.

Река Лихоборка впадет в р. Яузу – приток р. Москвы. Основной проблемой при поступлении загрязняющих веществ в реку Москву является слабая защищенность вод реки от влияния поверхностного и коллекторного стоков во время таяния снежного покрова и ливней, а также довольно беспорядочное распределение водовыпусков.

Кроме того, отмечено и тепловое загрязнение р. Лихоборки. Например, температура ее воды в декабре 2017 г. составила 21,2^{o}C, что привело к образованию новых уникальных экосистем.

Заключение. В результате закрытия рек в коллекторы на территории водосбора нарушаются гидрологический режим, величина стока, структура питания реки и химический состав ее вод. Водотоки могут совсем исчезать из естественного ландшафта. Из положительных эффектов отметим значительное снижение интенсивности и количества наводнений, появление новые уникальных экосистем и организмов.

Наибольший вред коллекторным рекам наносят несанкционированные сбросы загрязненных промышленных и коммунально-бытовых вод.

Выявлена пространственно-временная изменчивость минерализации, pH, температуры и ионного состава воды.

Реки, заключенные в коллекторы, являются частью природной среды водосбора реки Москвы, их гидролого-экологическое состояние будет оказывать значительное влияние на городские экосистемы различного масштаба и экологию Москвы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». – СПб.: Изд. «Веда», 2006. – 212 с.

2. Константинов П.И. Изменение микроклимата Москвы в первой половине XXI века при глобальных изменениях климата и различных сценариях застройки мегополиса // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 2.2010. – С. 111–115.

3. Савин Д.С. Экологическая реабилитация долин малых рек г. Москвы: на примере рек Сетунь и Химки: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Москва, 2004. – 24с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА БОЛЬШИХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)

В.Я. Хрипякова, А.С. Горбунов
gorbunov.ol@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Микроклиматические наблюдения в границах больших городов стали предметом исследования таких крупных в этой области специалистов как М. Е. Берлянд, К.Я. Кондратьев, П.Я. Кратцер, Г.Е. Ландсберг, М.Н. Щербань. Для многих городов (Москва, Санкт-Петербург, Рига, Киев) ими выявлены определённые закономерности в распределении осадков, влажности воздуха, температурного режима, образования островов тепла, скорости и направления ветра и др.

Для определения микроклиматических особенностей города Воронежа в 1994-1996 гг. сотрудниками и студентами географического факультета ВГУ проведены соответствующие наблюдения по определённой программе с соблюдением следующих методологических приёмов.

1. Наблюдения проводились с помощью приборов: срочного и минимального термометров, термометра-праща, анемометра ручного, барометра-анероида, аспирационного термометра, которые дали возможность иметь конкретные данные для каждой точки профиля.

2. Наблюдения проводились в течение светового времени с 10:00 до 18:00. Отсчёты брались 5 раз за это время с интервалом 2 часа: 10, 12, 14, 16, 18 часов по всем приборам одновременно.

3. Выбор точек для наблюдений определялся заранее, для чего через всю застроенную часть города были проложены ландшафтные профили, включающие в себя определенные ландшафтные массивы, функциональные различия которых дали возможность выделить в пределах каждого профиля 4-6 точек. Всего исследовано 92 точки (59 – правобережье, 33 – левобережье) – для определения отклонений наблюдаемых данных на территории города от окрестных значений использовались показатели 4 метеостанций: Воронеж-Агро, военного аэродрома, авиационного завода, аэропорта [4].

Армированное значение температуры воздуха рассчитывалось по известной формуле

$$N = \frac{\Sigma n_i * n_i}{n},$$

где N – нормированные значения, n_i – значения наблюдаемой величины нас стационарной 1 метеостанции, n – число стационарных метеостанций [4]. Наиболее интересна ситуация, связана с термическим режимом. Температурное поле в городе выглядит довольно пёстрым. Это связанно, в первую очередь, с многообразием условий его облучения прямыми солнечными лучами. В результате вертикальной архитектуры городские застройки зданий затеняют улицы и друг друга, или, наоборот, постоянно имеют солярную экспозицию, где увеличивается продолжительность облучения, что создаёт условия перегрева, или теплового стресса [1].

К источникам тепла ещё следует отнести дорожные покрытия и отапливаемые здания в холодный период года, от которых идёт излучение. Выделение тепла связано ещё с работой транспорта, теплотрасс и технологическими процессами предприятий. В совокупности эти факторы способствуют повышению теплового баланса, росту температуры воздуха и появлению «островов тепла». Формирование островов тепла зависит от планировки мегаполиса, что подтверждено исследованиями американских и европейских учёных. Они проанализировали множество космических снимков при помощи классической, статистической физики и получили следующий результат: воздух в городах с излишне

чёткой планировкой прогревается силнее, чем с хаотичной застройкой [1]. По Г.Е. Ландсбергу [3], контрасты температур городов, и по отношению к их окрестностям в том числе, отчётливо проявляются в ясную и спокойную погоду, но исчезают при увеличении облачности и усилении ветра. Следовательно, на температурный режим городских ландшафтов оказывают влияние не только технические причины, но и природные факторы. Смена влияния барических центров действий атмосферы фиксируется при тенденции роста температуры воздуха, связанной с устойчивым антициклональным типом погоды и затушёвывается при прохождении атмосферных фронтов [3].

Техногенные источники тепла в городе размещены неравномерно, поэтому внутри городской среды появляется варьирование температуры воздуха и микроклиматических типов погоды. Для города Москвы указываются (по данным инфракрасного теплового космического снимка американской системы NOAA) локальные тепловые аномалии, связанные с промышленными предприятиями, ТЭЦ и тепловыми сетями.

Разница температуры над предприятиями окружающей их застройкой составляет 10°С, над ТЭЦ – до 5-6°С [1]. На разнородность температурного поля города оказывает влияние тип и плотность застройки, конфигурация зданий в селитебных зонах. Особенно интересно в этом плане плохо проветриваемые полузамкнутые дворы многоэтажных крупных строений. В зимнее время в этих дворах воздух застаивается, и температура может быть ниже, а в летнее время выше прилегающих территорий. Менее контрастной наблюдается обстановка для районов пятиэтажной и малоэтажной застройки [1].

Ещё одним средством против повышения температуры в городах является увеличение альбедо. Это связано с применением окрашивания стен и крыш зданий в светлые тона, что в последнее время особенно характерно для новых районов городов [1, 3].

Разнообразие действующих техногенных и природных факторов при формировании микроклимата города Воронежа даёт возможность на основании полученных при исследовании данных по температурному режиму, проанализировать тепловую ситуацию города и сделать определённые выводы.

Для этого полученные результаты температур были зафиксированы на карте города по соответствующим 92 точкам. По каждому дню наблюдений проводился синтез отклонений температуры для всех пунктов измерений от соответствующих данных стационарных метеостанций. Эти значения тоже отмечены на карте для каждой точки наблюдений. Затем методом интерполяций были проведены линии отклонений с одинаковыми значениями по соответствующим точкам, и в итоге получилась карта с изотермами отклонений от -1,5°С до +4°С. Общий взгляд на территорию города позволяет разделить её на три категории (рис. 1).

1. Территория города с температурным режимом близким к данным стационарных метеостанций (средние значения в пределах -0,2°С<0°С<0,2°С);

2. Территория с температурным режимом ниже средних значений;

3. Территория с температурным режимом выше средних значений.

Зоны с превышающим термическим режимом занимают самый большой процент (%) территории города. Они имеют вид разнонаправленных полос и их правобережные направления значительно отличаются от левобережных. На правобережье более интересной и сильной является центральная ось: *исторический центр – северо-западный сектор Северного микрорайона, с наметившимся продолжением застройки Подгорного*.

Здесь ярко выражены постоянно действующие два «острова тепла», которые покрывают центр с севера на юг от стадиона Динамо до начального звена улицы 9 Января, усиливая своё влияние в южном направлении с максимумом у Каменного моста. Затем от железнодорожного вокзала (Воронеж-1) термик уходит на северо-запад, пересекает Московский проспект, Хользунова, Маршалла Жукова. Средний показатель температуры за весь наблюдаемый период составил 28,7°С, что на 2,4°С выше показателей стационарных данных.

Рис. 1. Карта отклонений температур от данных стационарных метеостанций г. Воронежа (°С). Условные знаки: 1 – застроенные кварталы; 2 – зеленые насаждения; 3 – водные объекты; 4 – точки наблюдений.

Разница наблюдаемой температуры воздуха и её стационарных значений здесь имеет самые высокие величины: от 0,2°С до 5,4°С. Динамика разности температур «остров тепла» (T_1) – стационарная метеостанция (T_2) в течение дня следующая:

Часы	10	12	14	16	18
T_1-T_2	-0,8	2,2	3,8	5,4	4,0

Наибольшие отклонения наблюдаются в вечерние часы, наименьшие – в утреннее, то есть видна ситуация, когда город выходит из ночного термика и когда в него погружается. Температурный максимум достиг 40°С, отмечен 16 июля 1996 г в 16:00 на улице Орджоникидзе, температурный минимум равен 17,2°С, отмечен 16 июля 1996 г. в 20:00 на улице Карла Маркса. Анализ дневного хода температур воздуха показывает её постепенный рост от утреннего времени к вечернему с максимумом в 16 часов. Величина градиента температуры имеет высокие значения с 10:00 до 14:00 и составляет 2,0-7,7°С (Каменный мост). Вечерние температуры выше утренних на 4,2°С [4].

Второе звено с положительными отклонениями температур воздуха покрывает юго-западную окраину города с небольшой тенденцией продвижения на восток (ул. Маршака). Третье – микрорайон Берёзовой рощи с тенденцией продвижения на запад-северо-запад.

Четвёртая полоса изотерм с положительными отклонениями проходит с севера на юг по всему восточному левобережью. Изотермы от водохранилища удалены на различном расстоянии 300-600 м, южнее – они отклоняются к востоку на 600-1000 м и более. Отклонения температур от стационарных значений здесь достигают 0,5-2°С, в районе улицы Просторной эта разница составляет 3°С. Средний показатель температуры для этой точки равен 25,6°С, максимальная температура (32,4°С) отмечена 9 июля 1995 г в 14:00 в микрорайоне Красный Октябрь, минимальная (18,5°С) – 17 июля 1995 г в 10:00 в северной части левобережья в переулке Деповском [4, 5, 6].

Две взаимно перпендикулярные зоны имеют изотермы отклонений ниже данных метеостанций. Особое значение имеет бризовая зона, которая занимает акваторию водохранилища и прилегающее побережье. На правобережье проходит узкой полосой, включая набережную и нижнюю часть коренного склона р. Воронеж. Наиболее выражены отклонения в системе первой надпойменной террасы. Температура по обоим берегам понижена на 0,5-2°С по сравнению со средними значениями метеостанций. Средняя температура побережий за время наблюдений составила 24,1°С, что на 0,5°С ниже данных метеостанций. В правобережном секторе она выше (25°С), чем в левобережном (23,2°С) [2,4]. Анализ дневного хода температуры позволяет определить схему её распределения. В течение дня здесь наблюдается её плавное нарастание. Наибольший градиент изменения температуры приходится на промежуток времени от 10 до 12 часов \. За этот период она повышается на 2-4°С. Максимум наблюдается в 14 часов. Затем идёт плавное понижение с интервалом 0,1-0,8°С. Вечерние температуры выше утренних в среднем на 2-3°С, иногда на 8-9°С. Последняя ситуация отмечена нами 10 июля 1996 г в районе санатория им. Горького, где в 18 часов температура воздуха была на 8,4°С выше утренней.

Термический максимум в этом ареале зарегистрирован 10 июля 1996 г в районе санатория им. Горького в 16-18 часов и составил 34°С. Минимум – на набережной у Чернавского моста в 10-12 часов 16 июля 1995 г был равен 17,5°С.

Наличие в этом секторе крупного водоёма имеет определённые следствия. Как отмечает К.С. Затулей [4], в ранние утренние и вечерние часы температура воздуха вблизи уреза воды выше, чем на удалении от него, что свидетельствует об отепляющем влиянии водохранилища. В качестве примера ею проведен ряд разницы температуры у уреза водоёма (T_1) с 18 по 21 июля 1978 г.

Часы	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T_1-T_2	0,3	0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,8	-0,7	-0,2	0,3	0,5	0,6	0,7

Выявленная ситуация подтверждается нашими наблюдениями с 28 июня по 18 июля 1995 г. Разница температуры у уреза воды (T_1) и в 700 м от него (T_2) в утренние и вечерние часы положительна, в дневные – отрицательна.

Часы	10	12	14	16	18
T_1-T_2	0,2	-1,5	-0,4	-0,5	0,1

Влияние водоёма на прибрежную зону, как видим, имеет устойчивый характер. Ещё одна полоса расположена в юго-западном секторе Коминтерновского района города от пересечения ул. 9 Января с железной дорогой и далее в северо-западном направлении до пересечения окружной дороги с улицами Хользунова и Лизюкова. Разница между наблюдаемыми значениями температур со средними данными метеостанций составляет от -0,5°С до -2°С. Наличие этого явления именно в этой части города связано с её пограничным положением с «островами тепла», где фиксируется проявление узкой полосы бризового эффекта, что подтверждается данными наблюдений на 8 пунктах. Особенностью этой зоны является пониженный в сравнении с «островами тепла» уровень температур, ветра, осадков. Ещё одной причиной пониженных температур служит характер рельефа и

застройки. Здесь находится участок балочного комплекса Песчаный Лог в сочетании с низкоэтажной (частный сектор) и пятиэтажной (со средней плотностью) застройки. Для таких участков специалисты отмечают пониженный ход температур [1, 3].

Территории со средними значениями отклонений находятся между зонами «островов тепла» и «островов холода». На правобережье эти участки отмечены по окраинам городского ядра в северной, западной и южной его частях. На левобережье – в северном, центральном и южном секторах.

Проведённый краткий анализ дневного хода температуры воздуха территории города Воронежа позволил сделать следующие выводы.

1. Сильнее прогревается правобережье города на водоразделах, где отклонение от значений стационарных метеостанций достигает от 3,5 до 7,7°С (от 3,5 до 4°С – юго-западная окраина правобережья; от 4 до 7,7°С – каменный мост, ул. Орджоникидзе).

2. Наиболее высокие температуры характерны для исторического центра города (до 36,8°С), юго-восточной части Северного района ранней застройки (до 33,2°С), для района Берёзовой рощи (до 26,8°С) – это острова тепла правобережья.

3. Общее увеличение температуры воздуха левобережья направлено от водохранилища в сторону террас, и в восточном секторе застройки отклонение температуры воздуха достигает 1,5 - 2°С.

4. Остров тепла левобережья характерен для юга центрального левобережья, где превышение измеренных температур достигают 2,0 – 3,5°С.

5. Наиболее прохладными участками территории города являются парки, пляжи, балки с древесным покрытием, массивы малоэтажной (1-2 этажа) и среднеэтажной (3-5 этажей) среднеплотной застройки с системой индивидуального и внутриквартального озеленения. (Пример: парк им. Дурова – на 2°С ниже стационарной температуры; Кольцовский сквер – на 1,8°С ниже; Центральный парк (Динамо) – на 1,5°С ниже).

6. Самым «прохладным» является водный объект – это водохранилище с прилегающим побережьем. Воздействие бриза на прибрежную зону правобережья несколько снижено (от -0,5 до -1,5°С), усиление влияния этого ветра наблюдается на левобережье (от -0,5 до -2°С) с продвижением вглубь застройки по перпендикулярно расположенным (распахнутым к водоёму), улица до 1200 м. (ул. Остужева).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-45-360005 р_а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломова И.С. Городские ландшафты / И.А. Авессаломова // Природно-антропогенные ландшафты: городские, рекреационные, садово-парковые. – С. 4-50.

2. Затулей К.С. Влияние водохранилища на метеорологические условия побережья / К.С. Затулей // Воронежское водохранилище. – Воронеж, 1986. – С. 139-141.

3. Ландсберг Г.Е. Климат города/ Г.Е Ландсберг. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. – 248 С.

4. Хрипякова В.Я. Микроклимат большого города / В.Я Хрипякова // Экологические проблемы крупного города. – Воронеж, 1999. – вып. 7. – С.81-98.

5. Хрипякова В.Я. Об особенностях дневного хода температуры воздуха в системе ландшафтов левобережья г. Воронежа / В.Я Хрипякова // Территориальная организация общества и управления в регионах. – Воронеж, 1996. – С. 156-158.

6. Хрипякова В.Я. Микроклиматические особенности и их ландшафтно-экологические следствия в пределах левобережья г. Воронежа / В.Я Хрипякова // Вестник Воронежского отделения Русского географического общества. – Воронеж, 2000. – Т.2, вып. 1. – С. 37-39.

РАЗДЕЛ 6. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКИЕ ЭФФЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ КЛИМАТА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ СО ШКОЛЬНИКАМИ

Л.Н. Александрова, М.А. Шацких
rodnik-marina@yandex.ru

Средняя общеобразовательная школа № 102, г.Воронеж, Россия

Окружающая нас природа непрерывно меняется. Изменяется и климат, весь его метеорологический режим, и прежде всего температура, осадки, их внутригодовое распределение, условия увлажнения. Под изменениями климата понимают направленное коренное изменение метеорологического режима в течение геологического времени. Они связаны с существенными изменениями климатообразующих факторов [7].

За изменениями погоды в природе чутко следили наши далёкие предки; полная зависимость от природы заставляла всё живое на Земле тщательным образом изучать окружающий мир, примечать мельчайшие подробности, улавливать закономерности и связи одних явлений с другими.

Без знания особенностей климата своей местности затруднительно проводить строительные и сельскохозяйственные работы, управлять транспортом. Следовательно, каждый человек должен уметь вести простейшие наблюдения за погодой, прогнозировать её на определённый промежуток времени.

В крупных городах формируется свой микроклимат. По мере того как растительность вытесняется мостовыми и зданиями, изменяется перераспределение выпадающей дождевой воды. В естественных условиях часть воды поглощается почвой, растениями. Откуда она постепенно испаряется. Этот процесс повышает содержание водяных паров в воздухе, снижает его дневной нагрев. В условиях города большая часть воды стекает по асфальтовым покрытиям в дождевые коллекторы и меньше испаряется. Когда на испарение идет меньше воды, относительная влажность падает, температура повышается, формируется тепловой купол.

В городах теплее и еще по нескольким причинам: используемые для строительства материалы днем поглощают очень много тепла; раскаляются асфальтированные дороги, стены зданий; высокие сооружения задерживают ветер, препятствуя выносу тепла; нагревание воздуха за счет тепловых выбросов предприятий и теплопотерь при отоплении учреждений и жилых домов [6]/

Всё это может стать интересным объектом изучения в школьных курсах географии, биологии, физики и экологии. Наблюдения за состоянием погоды и климатическими изменениями можно вести как на уроках, так и во внеурочное время. В МБОУ «СОШ № 102» для изучения погоды с обучающимися мы используем цифровые лаборатории «Einstein», Лабдиск.

Результатом информационно-технического прогресса в обществе стало быстрое устаревание знаний и технологий. Поэтому важными навыками в жизни становится самостоятельный исследовательский поиск и творчество, а школьное образование является непрерывным и открытым процессом самообучения человека. Очень важно научить школьников самостоятельно добывать знания, изучать объекты природы, исследовать действительность. Участие школьников в учебно-исследовательской дея-

тельности является эффективным способом перехода от репродуктивного способа обучения к творческому [2].

В преподавании естественных наук основная задача состоит в том, чтобы заинтересовать учащихся процессом познания: научить их ставить вопросы и пытаться самостоятельно найти на них ответы, объяснять результаты, делать выводы. Использование исследовательского подхода в обучении способствует усилению мотивации учебной деятельности.

Исследование - вид познавательной деятельности, который направлен на выработку новых знаний и умений.

Учебно-исследовательская деятельность направлена на поиск доказательств выдвинутых гипотез, объяснения явлений и процессов, происходящих в природе или наблюдаемых в процессе эксперимента, организуется учителем или педагогом дополнительного образования. Все это способствует активному овладению знаний, развивает исследовательские умения и навыки обучающихся [3]/

Для освоения навыков исследовательской работы на уроках предметов естественно-научного цикла основная нагрузка направлена на практические и лабораторные работы, которые являются сочетанием постановки цели, задач, научной гипотезы, теоретической и расчетной частей и выводов, то есть отражает основные этапы научно-исследовательской деятельности. Приобретенные навыки исследовательской деятельности находят свое дальнейшее развитие в разработке проектов и исследований в области естественных наук. Наиболее полной формой реализация творческого потенциала обучающихся является самостоятельная исследовательская работа.

Тема исследования становится актуальной, если созданы индивидуальные условия для нахождения информации обучающимися. Одной из инноваций, составляющей современные образовательные технологии в нашей школе, является использование цифровой лаборатории ЛабДиск.

ЛабДиск – естественнонаучная лаборатория для начальной и средней школы, с помощью которой школьники могут быстро провести эксперимент и получить реальный результат. Беспроводная лаборатория LabDisc умещается на ладони, имеет до полутора десятков встроенных в корпус датчиков и порты для подключения дополнительных внешних датчиков. Регистратор данных LabDisc специально разработан для изучения естественных наук в начальной и средней школе. ЛабДиск-стественно-научная лаборатория с мультисенсорным регистратором данных – это самостоятельный компьютер со своим источником питания, памятью, операционной системой. Предназначена она для автономного сбора данных во время эксперимента и их обработки. Цифровая лаборатория позволяет сделать исследовательскую деятельность учащихся максимально доступной [4, 5].

Беспроводная лаборатория LabDisc используется при выполнении школьного географического, биологического и экологического практикумов. Например, ученический эксперимент может быть в виде практических работ, которые учащиеся проделывают после прохождения тем «Температура воздуха», «Атмосферное давление», «Осадки», Влажность воздуха»в школьном курсе географии 6 класса. Тематика практических работ позволяет включить ребенка в исследовательскую деятельность,

В становлении школьника-исследователя большое значение имеет оборудование, используемое при выполнении исследовательских и проектных работ. Важно, чтобы это оборудование было современным, технологичным, простым и безопасным в использовании.

Для выполнения исследовательских и практических работ также мы используем цифровую лабораторию «Einstein». Такую лабораторию можно применять не только для исследовательских работ по биологии, но и по физике, химии, географии, экологии. Лаборатория «Einstein» позволяет проводить разнообразные лабораторные работы, демонстрации и исследования, а также решать межпредметные задачи – осваивать понятия и методы, относящиеся к статистике, математике и информационным технологиям [1].

Лаборатория обеспечивает автоматизированный сбор и обработку данных, позволяет отражать ход эксперимента в виде графиков, таблиц, показаний приборов.

Цифровая лаборатория представляет возможность:

• уменьшить время, которое мы тратим на организацию и проведение эксперимента, что очень важно в ограниченных рамках урока или занятия;

• повысить степень наглядности эксперимента и визуализацию его результатов;

• разнообразить количество экспериментов;

• использовать вне аудитории, т.е. в полевых условиях;

• осуществить метаморфоз традиционных экспериментов.

Исследования можно проводить во внеурочное время. Предлагаемые практикумы можно взять за основу исследовательской деятельности учащихся на практических курсах внеурочной деятельности, а также в подготовке к научно-практическим конференциям.

В ходе экскурсий, полевых работ дети приобретают визуальное представление о тех вопросах, которые проходили в школе в виде теории, в реальной ситуации видят изучаемые объекты. Дети получают инструкции, соблюдая которые выполняют практические работы на местности.

В рамках работы школьного экологического объединения, мы часто отправляемся с обучающимися на природу. Мы исследуем водные объекты нашего края: озера, пруды, Воронежское водохранилище. Ведем экологический мониторинг пригородных лесов и памятников природы города, т.е. работаем в полевых условиях. Здесь тоже оказывает большую помощь в исследовании цифровая лаборатория, ведь множество встроенных датчиков позволяют проводить измерения точно и быстро. Мы определяем температуру, давление, влажность, количество УФ излучения, шумовое загрязнение, освещенность и другие показатели окружающей среды. Это позволяет делать сравнение данных показателей в разных биоценозах города и в разное время года.

Цифровую лабораторию можно использовать как на уроках, так и во внеурочной деятельности, курсах по выбору. Лаборатория дает возможность развивать у обучающихся такие черты, как коммуникативные и информационные навыки, преобразование результатов исследования, работа с современным оборудованием, самостоятельность, формирует познавательный интерес.

В течение 2018 года мы с детьми вели дневник наблюдений, где отмечали температуру, направление ветра, осадки, облачность. Мы выяснили, что преобладающими в нашем городе являются северные, западные и северо-западные ветра. Полученные нами данные мы сравнили со среднестатистическими. Оказалось, что среднегодовая температура стала выше на 2 градуса.

Мы очень часто слышим о глобальном потеплении климата на планете. Глобальное потепление – процесс постепенного роста средней годовой температуры поверхностного слоя атмосферы Земли и Мирового океана вследствие всевозможных причин.

Проведя анализ литературных источников, наблюдений за погодой с 1961 по 2018 год было установлено, что:

• средняя температура декабря, марта, июня и сентября с каждым 30-летним периодом постепенно повышается.

• среднегодовая температура за это время возросла более, чем на 1 градус С. Осень стала более теплой и менее влажной. Это связано с тем, что изменилась подстилающая поверхность (исчезли леса в результате пожаров и вырубки), воздух стал более загрязнен в результате хозяйственной деятельности человека, а преобладающими стали ветры северо-западного и западного направления.

Выдвинутая нами гипотеза подтвердилась: за последние годы погода в городе Воронеже изменилась.

Глобальное потепление – это не обязательно повышение температуры, это может быть резкие перепады температур. Мы это наблюдаем ежегодно в весенние и летние месяцы. Также усиливаются различные природные катаклизмы, например, увеличилось количество гроз, возникают сильные снегопады, засушливое лето приводит к лесным пожарам и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беренфельд Б.С., Бутягина К.Л. Инновационные учебные продукты нового поколения и использованием средств ИКТ / Б.С. Беренфельд, К.Л. Бутягина // Вопросы образования. – 2005. – № 3.

2. Зорина Л.Я. Дидактические аспекты естественно - научного образования. – М.: РАО, 1993. – 160 с.

3. Лазарев В.С. Рекомендации по развитию исследовательских умений учащихся. – М., 2007. – С. 3-4.

4. Леонтович А.В. Модель научной школы и практика организации исследовательской деятельности учащихся / А.В. Леонтович // Школьные технологии. – 2001.– № 5. – С. 146-149.

5. Мобильная естественно-научная лаборатория с мультисенсорным регистратором данных. Справочное пособие. – М.: ИНТ. – С116.

6. Поляхтов А. В. Применение цифровой лаборатории в исследовательской деятельности школьников // Цифровые образовательные ресурсы в учебном процессе педагогическом вузе и школы: Тезисы докладов //Региональной научно-практической конференции. Воронеж: ВГПУ, 2008. С.

7. Розанов Л.Л. Геоэкология. – М.: Вентана-Граф, 2006. – 320 с.

8. Изучение климата в школьном курсе географии. http://vkr.pspu.ru/uploads/5038/Stamikova_vkr.pdf.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКИЕ ЭФФЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Е. Архипова, Е.А. Черногубова, Т.Т. Тарасова, С.А. Епринцев
arkhipova@ssc-ras.ru

Южный научный центр РАН, г.Ростов-на-Дону, Россия
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Инновационное развитие мира создает новые и дополняет существующие угрозы и вызовы безопасности и устойчивому развитию, трансформирует природу и порождает новые экологические проблемы. Россия, как и большинство других государств, сталкивается с глобальными вызовами, связанными развитием научно-технического прогресса и его последствий. Научно-технологическое развитие Российской Федерации является одним из приоритетов государственной политики и определяется комплексом внешних и внутренних (по отношению к области науки и технологий) факторов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием, ростом рисков для жизни и здоровья граждан [1].

В самые последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации все чаще стали возникать и на территории Воронежской области. Засухи, шквалистые ветры, интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах области.

Изменение климата рассматриваются как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения наряду с такими традиционными факторами риска, как загрязнение атмосферного воздуха, питьевой воды и т.д.. Влияние изменения климата на здоровье человека может быть как прямым, за счет увеличения числа дней с аномально

высокими и/или низкими температурами, числа наводнений, штормов, так и косвенным, опосредованным влиянием экологических или социально-экономических факторов.

Тенденции научных исследований по данной тематике в основном заключаются в поиске наиболее адекватных критериев и параметров, по которым можно оценить экологическое состояние, особенности медико-социальных процессов и экономического развития исследуемой территории. Суммируя вышеизложенное, можно сделать вывод о необходимости системного подхода и разработке методов анализа и интеграции разнородных данных, в том числе результатов многозональных космических съемок с наземными исследованиями, данных демографического и экономического анализа для создания тематических карт, для выявления системы индикаторов, оказывающих наиболее существенное влияние на устойчивое развитие территории.

В основу методологических подходов и прикладных методов оценки и картирования устойчивого развития территории применительно к условиям Воронежской области положены методы системного анализа, математического моделирования, ГИС-технологий. Основными задачами исследования являются - анализ особенностей экологического состояния и экономического развития исследуемой территории, определение ключевых экологических и экономических индикаторов, а также выделение системы медико-социальных индикаторов.

Ключевыми индикаторами экологической составляющей являются: изменение климата, качество окружающей среды, ландшафтное разнообразие, опасность возникновения природных явлений. Основные экономические индикаторы: оптимальное использование ресурсов, структурные изменения хозяйственного использования. К социальным индикаторам относятся - медико-демографические и социально-демографические показатели, в том числе динамика смертности, рождаемости, продолжительности жизни, естественного и миграционного прироста, демографическое благополучие/неблагополучие территории, оценка демографической безопасности, уровни заболеваемости и смертности, обусловленные загрязнением окружающей среды [2].

Опасные природные явления (ОПЯ) представляют собой угрозу для населения, человеческой деятельности и инфраструктуры, особенно в контексте изменения климата и увеличения численности населения. Поэтому важно понять роль различных биологических и геофизических факторов в увеличении или уменьшении угрозы ОПЯ, чтобы лучше планировать будущее развитие.

Для определения ряда экономических показателей необходимо провести анализ социально-экономических процессов, выявить изменения в структуре хозяйственного использования. Материальную базу такого исследования составляют данные дистанционного зондирования Земли. Основой исследования служат данные дистанционного зондирования Земли, полученные со спутников Landsat-7 и Landsat-8, а также официальные статистические данные природоохранных ведомств и органов государственного управления, представленные в виде текстовых описаний, табличных справочных данных и графических иллюстраций (карт, диаграмм, рисунков, фото-слайдов). Для изучения природного (экологического) каркаса и временной динамики урбанизированных территорий Центральной России (на примере городов Воронежской области) создан архив многоканальных космических снимков Landsat-7 и Landsat-8, полученных на портале Геологической службы США (данные с сайта U.S. Geological Survey. https://earthexplorer [3, 4]. Для оценки состояния природного каркаса территории предложен трехэтапный алгоритм, состоящий из определения индекса NDVI, использования на втором этапе методов неконтролируемой классификации для выделения основных зон природного каркаса и расчета их площадей.

На данном этапе исследования проведено формирование базы социально-демографических показателей в целом по исследуемому региону и в разрезе его муниципальных районов и городских округов; проведен анализ динамики демографического развития исследуемых территорий и их современного состояния; а также определение зон демографического неблагополучия и контрольных территорий; проведена оценка демо-

графического состояния и демографической безопасности основе системы социально-демографических показателей.

Согласно классификации экологически значимых заболеваний индикаторная экологическая патология - отражает высокую степень зависимости состояния здоровья от загрязнения окружающей среды [5]. Злокачественные новообразования относят к индикаторным показателям здоровья с высокой степенью зависимости от качества среды обитания, поэтому рост онкологической заболеваемости часто рассматривают как гигиеническую характеристику экологического неблагополучия территории [6].

В основе предлагаемого анализа лежит оценка встречаемости онкологических заболеваний как индикаторов воздействия на население природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды. Злокачественные новообразования являются индикаторной патологией, высокоинформативным и социально значимым показателем состояния здоровья популяции в целом [7]. В качестве источников первичных данных для оценки заболеваемости населения и показателей качества окружающей среды использованы данные официальных источников Федеральной службы государственной статистики и Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также данные собственных исследований. В базу данных внесена первичная информация, разработан и сформирован банк моделей, позволяющих прогнозировать территории потенциального риска.

Для выявления причинно-следственных связей между заболеваемостью населения и экологическими показателями использованы методы математико-статистического моделирования, банки тематических данных. Оценка вклада отдельных экологических факторов в уровень заболеваемости при мультифакторном воздействии окружающей среды проведена на основе методологии системного анализа. Для количественной оценка влияния экологических показателей на здоровье человеческой популяции использованы многомерные методы вариационной статистики, с помощью которых производится оценка экологической ситуации и здоровья населения и оценка их взаимодействия Определение вклада состояния окружающей среды в формирование популяционного здоровья предполагает использование широкого арсенала методов, в состав которых входит использование корреляционного, ковариационного и регрессионного анализа, а так же методы из арсенала Data Mining (добыча данных, интеллектуальный анализ данных, метод оптимальных достоверных разбиений).

Определение вклада каждого показателя определяется путем ранжирования системы индикаторов по уровням приоритетности, которое представляет собой процедуру упорядочения объектов, выполняемую лицом, принимающим решение, или экспертом.

В результате исследований был проведен анализ зависимостей устойчивого развития прибрежной зоны от обуславливающих его факторов, в основу которого положены пространственные модели распределения изучаемых характеристик. Использование ГИС-технологий позволило провести пространственно-временной анализ имеющихся и постоянно обновляющихся данных, напрямую или опосредованно связанных с областью исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642. (Электронный ресурс: Режим доступа: http://www.youngscience.gov.ru/media/files/file/dVwMOeQ2OsjrSsodEazQjnkmICrTHSfh.pdf).

2. Епринцев С.А., Куролап С.А. Исследование социально-демографических показателей Воронежской области как фактора устойчивого развития территории // XXXVIII Международные научные чтения (памяти И.В. Курчатова): сб. статей Межд. науч.-практ. конф. – Москва, 2018. – С.114-116.

3. Архипова О.Е., Епринцев С.А.Оценка динамики природного каркаса урбанизированных территорий Воронежской области по материалам дистанционного зондирования земли // Информация и космос. – 2017. – № 3. – С. 119-125.

4. Епринцев С.А., Архипова О.Е. Анализ экологической комфортности урбанизированных территорий Воронежской области по данным дистанционного зондирования Земли // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2018. – № 4. – С. 85-91.

5. Здоровье населения региона и приоритеты здравоохранения / под ред. акад. РАМН, проф. О.П. Щепина, чл.-корр. РАМН, проф. В.А. Медика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.

6. Зависимость регрессионной модели от факторов окружающей среды и состояния здоровья взрослого контингента урбанизированных территорий РК / А.А.Мусина, Г.К. Алшынбекова, К.С. Тебенова [и др.] // Гигиена, эпидемиология и иммунобиология. / гл. ред. В.И. Покровский – А.: ТОО «ИКС press», 2012. – 4(54). – С. 26-28.

7. Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Куролап С.А., Епринцев С.А. Анализ прогностического потенциала показателя медико-экологической безопасности (HES) на примере Воронежской области / Материалы науч. мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: Межд. науч. форума "Достижения академической науки на Юге России"; Межд. молодежной науч. конференции "Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства" памяти член-корр. РАН Д.Г. Матишова; Всерос. науч. конференции "Аквакультура: мировой опыт и российские разработки". - Ростов-на-Дону, 2017. – С. 146-149.

РОЛЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ИСТОРИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.Д. Бадюков, О.А. Борсук
danilab49@mail.ru, borsuko39@gmail.com

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Природопользование с эпохи неолитической революции, при переходе от присваивающей системы землепользования к производящей, оказывает существенное влияние на региональные изменения климатических характеристик. При этом изменяется альбедо (вырубка лесов и распашка территорий), испарения (каналы, водохранилища) и даже особенности субстрата (смыв почвы на карстующихся породах усиливает карстообразование). Очевидно, что созданные антропогенно-техногенные системы часто приходят к конфликту с законами развития природных систем, что показано в ряде работ по истории природопользования. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Обширность темы, значительное внимание в научной мировой литературе к прогнозу изменений окружающей среды, который невозможен без познания прошлого, т.е. причин изменений природной среды и роли природных и антропогенных факторов в современных трендах, ограничивают авторов в рассмотрении всего многообразия сценариев развития речной системы, сосредоточив внимание на местоположениях бассейново-долинных систем и на их размерах – порядках. Естественно, наше обращение к типам устьевых участков речных систем – базисам эрозии и формам рельефа, привязанным к ним конусам выноса, дельтам, эстуариям. Ссылки на литературу весьма избирательны – рекомендуем обратиться к материалам трудов международных конференций по экологии речных бассейнов (Владимир), к эколого-географическим исследованиям в речных бассейнах (Воронеж) и к трудам издания «Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация» (РГПУ им. А.И. Герцена).

В изучении истории природопользования наметились два направления – социально-естественно-историческое [2, 6] и географическое [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Использование закономерностей строения и эволюции разнопорядковых бассейново-долинных систем, рассматриваемых в ряде работ как геосистемы, в различных природных условиях прослеживается с первых шагов освоения ландшафтов, с неолитической революции. Для полупустынь и сухих степей анализ использования конусов выноса и речных дельт рассмотрены в работе Ю.Е. Березкина [2].

Предгорья и подгорные равнины в разных частях света, прежде всего, в Евразии и Южной Америке, на рубеже IV-III тысячелетий до н.э. оставили зримые следы агродеятельности там, где были центры культурных растений. Очевидно, что климатические характеристики – температуры и осадки во многом определяют эволюцию бассейново-долинных систем, их изменения под влиянием стока – жидкого и твёрдого. Исследователи отмечали особенности эрозионных процессов и георискы на малых и средних реках в гумидных зонах при хозяйственном освоении бассейново-долинных систем от древности до наших дней. [1,2,3,4]

Древние цивилизации возникли на крупных речных системах, зачастую не выходя за пределы речных долин, включая их террасовые комплексы.

Геолого-геоморфологические особенности территории, степень горизонтальной и вертикальной расчленённости, морфология бассейново-долинных систем, сужения и расширения днищ долин и наличие террас, включая структурные, а также антропогенные образования в процессе хозяйственного освоения бассейна могли существенно изменять естественное развитие геосистем. По мере увеличения порядка (размера) реки и ее бассейна, главное интегрирующее звено в гоеосистеме – русло и особенности строения днища долины достаточно быстро реагировали на изменения речного стока, вызванные не только природными, но, в значительной степени, антропогенными воздействиями на речной бассейн. Горизонтальные и вертикальные деформации русел рек достаточно быстро реагировали на вмешательство человека в природную среду [2, 3, 4, 6].

Показательны примеры влияния строения бассейново-долинных систем в аридных районах западного побережья Южной Америки и Передней Азии, а также предгорья на территориях Туркмении и Узбекистана.

Между Андами и Тихим океаном протянулась полоса наклонных, местами всхолмлённых равнин, пересекаемых нижними течениями малых и средних рек, берущих начало в горах. Расселение народов шло по прибрежным оазисам, здесь же находились крупные поселения [2]. В горах располагались крепости, и широко использовались грунтовые воды при террасовом землепользовании. Наиболее приемлемыми для занятия земледелием были прибрежные земли, где располагались крупные поселения-города и монументальные культовые центры. Они возводились на высоких платформах из сырцового кирпича, высотой 11-12 и более метров, площадью от 0,5 до 10 га. Таким образом, выравнивался рельеф для сооружения монументальных центров. Вокруг них системы каналов орошали земли поселения, возникали в устьях рек, где, кроме земледелия, занимались рыболовством, выходя в океан на тростниковых лодках, или же у выхода речек на прибрежную равнину, где располагались головные сооружения оросительных каналов.

Отдельные племена или племенные союзы, осевшие у более крупной бассейново-долинной системы, получали лучшие возможности для развития земледелия. Экономическая «мощь» позволяла захватывать соседние речные бассейны, подчиняя населяющие их народы. Природные катастрофические явления, прежде всего, землетрясения могли разрушать ряд поселений, но миграции вдоль побережья позволяли сохраняться отдельным культурам длительное время. Климатические изменения, аридизация территории в середине первого тысячелетия н.э. привели к развитию эолового рельефа. Из-за движения дюн в низовьях р. Моче оказалась под песками, и была покинута столица древнего государства [2].

В аридных областях Передней Азии на грандиозных конусах выноса рек и речек, малых и средних, возникают поселения и города, питаемые водами из малых и средних по площади водосборов. На «слепых» дельтах рр. Туджен и Мураб возводятся на глинобитных платформах крупные города, соединённые торговыми караванными путями, ведущими в Центральную Азию. Одним из таких путей был Шёлковый. В горах и пред-

горьях, в адырной зоне, были леса – арчи и другие древесные породы покрывали склоны гор, на выходе из гор реки пересекали поднятия, создавая теснины. Здесь также строились системы каналов, а на рукавах дельт возникали цепочки городов. В теснинах долин создавались плотины, возникали небольшие водохранилища. Вырубка лесов и возрастающая аридизация климата вынудили перемещать поселения ближе к горам - древние поселения частично поглотила пустыня (барханы и дюны) [2].

Заметим, что в засушливых районах активно использовались подземные воды. В Центральной Азии системы кяризов – подземных водосборных систем-ходов позволяли питать небольшие селения водой. В Южной Америке подземные воды в горных цепях Анд выводились на поверхность по пробитым каналам в скальных породах и орошали поля на склонах. В гумидных условиях Средиземноморья срабатывал механизм развития эрозии, что отчётливо прослеживается на острове Крит [1, 3, 4].

Рассматривая угасание одной из древнейших цивилизаций – крито-минойскую, которая не смогла пережить природную катастрофу – взрыв вулкана Санторини, землетрясения и цунами – обнаруживаем резкое ухудшение экологической ситуации на острове, некогда залесённом на 80%. Сведение лесов, тотальная эрозия, формирование обширных конусов выноса эрозионных систем и обнажение карбонатных карстующихся пород во многом подготовило цивилизацию к исчезновению. Отметим, что все значительные поселения-города находились «на холмах», практически вне цунамиопасной зоны. Но подрыв экономической базы, превращение сельскохозяйственной житницы острова – бассейна р. Массера – в оголённую, со смытыми почвами, холмистую равнину, не могло не отразиться на поселениях, таких, как Кносс, Фест, Агиа, Триада и многих других, откопанных ныне археологами. Современное сельское хозяйство Крита приспособилось к изменившимся условиям, за последнее тысячелетие сменив агрокультуры и агротехнику.

Древние цивилизации Средиземноморья повторяли стереотипы поведения крито-минойцев в речных бассейнах, с поражающей точностью пошли по пути губительных алгоритмов – вырубка лесов, смыв почв, резкое усиление аккумуляции на днищах речных долин и переходу поверхностного стока в подрусловой и подземный, особенно в карстовых районах.

Вырубка лесов в бассейнах средних и малых рек Средиземноморья, в горах и предгорьях – изменила режим стока как жидкого, так и твёрдого. Сильная расчленённость береговой зоны, многочисленные узкие и глубокие заливы, некогда служившие отличными гаванями, у которых вырастали города в греко-римскую эпоху освоения Средиземноморья, быстро, в течение 500-1000 лет заполнялись наносами, превращались в заболоченные дельты выдвижения, становясь гиблыми местами из-за эпидемий малярии. Города Малой Азии – Фазелис, Демре и другие – потеряли своё значение как порты и были оставлены населением [1, 3].

На реках более крупных порядков, например, Арио, Тибр и другие, процессы заносимости приустьевых участков и принимающих речные наносы заливов шли более быстрыми темпами; такой город как Пиза утратил значение крупного порта всего за несколько сот лет [1].

Особо остановимся на работе Л.И. Мечникова [4]. Бассейно-долинные системы исторических рек реагировали на особенности освоения тех или иных территорий. Крупные реки высоких порядков, такие как Нил, Тибр, Евфрат, Инд, Хуанхэ и Яндзы, отличались не только своим местоположением, но и особенностями гидрологических режимов. Если особенности стока Нила в Древнем Египте могли быть предсказуемыми, а, соответственно, и предсказуемы и георискы (до эпохи появления гигантских оросительных систем [6], то для остальных названных речных бассейнов они оставались слабо прогнозируемыми. Единственно очевидная истина – затопление днищ долин - процесс естественный, поэтому выход был найден ещё в древности – создание искусственных насыпных постаментов для городов, т.е. выведение из зоны риска наводнений и ограждение русел норовистых рек дамбами (китайская цивилизация). Увеличение уровней подъёма воды в соответствии с антропогенной аккумуляцией, приводило к катастрофическим наводнениям, затопле-

нию поселений и формированию так называемых стерильных прослоев в культурном слое, оставленном жителями. Пояса блужданий на равнинах в низовьях рек составляли десятки и даже сотни километров. Маятниковая миграция русел могла в какие-то периоды времени оставить приречные города без воды, а поля – без оросительных систем. [3,4]

Исчезновение городов за счёт катастрофических наводнений было характерным для многих цивилизаций древности, развивающихся в нижнем и среднем течении исторических рек в аридной и семиаридной областях.

Древние цивилизации Средиземноморья повторяли стереотипы поведения критоминойцев в речных бассейнах, с поражающей точностью пошли по пути губительных алгоритмов – вырубка лесов, смыв почв, резкое усиление аккумуляции на днищах речных долин и нарастания геогрисков, приводящих к обезвоживанию территорий, переходу поверхностного стока в подрусловый и подземный, особенно - в карстовых районах.

По данным индийских геологов, знаменитые города Мохенджо-Дара, расположенный на реке Инд в Синде, и Хараппа – на его притоке в Пенджабе, были, вероятно, оставлены в результате капризов изменений русел рек и повторяющихся наводнений. Отложения последних в конечном счете и погребли их. Уход русел рек был гораздо более ощутимым и тяжелым последствием для населения, чем набеги кочевников и даже землетрясения. Период борьбы за выживание и сохранение цивилизации – период застоя и упадка – длился около двухсот лет. В результате ослабленное государство исчезло под ударами природы, а территория позже была занята скотоводами-кочевниками. Об этом процессе очень подробно пишет Л. Г. Бондарев [3].

Особого внимания заслуживают устьевые участки рек. Современный облик речных устьев сложился в результате их длительной эволюции в период регрессивно-трансгрессивного цикла Мирового океана в течение последних 30 тысяч лет, когда уровень моря сначала упал почти на 100 м, а затем поднялся до современных отметок. [10] Следствием трансгрессии за последние 5-7 тысяч лет, т.е. в заключительной фазе послеледниковой трансгрессии на побережьях Мирового океана сформировались обширные низменные аллювиально-дельтовые равнины со сложной сетью проток и рукавов.

Очевидно, что процессы аккумуляции и эрозии в устьях рек изменились в историческое время из-за воздействия человека на речные бассейны: из-за вырубки лесов, распашки земель, активного строительства поселений, дорог, и т.п.

Для Средиземного моря ранее были рассмотрены процессы мощной аккумуляции за счет увеличения твердого стока. [1, 3, 4, 5]

Пожалуй, самым сложным регионом является Балтийский, где в течение позднего плейстоцена-голоцена шло различное формирование пресноводных и солоноватоводных озерных и морских бассейнов. Гляциоизостатические движения, захватившие побережья Балтики, привели к проникновению волн регрессивной эрозии и к формированию лестниц террас, как, например, в долине реки Гауи (Латвия). Они активно застраиваются, нижние террасовые уровни кроме того используются в сельском хозяйстве и рекреации.

На берегах Тихого и Индийского океанов в восточной и юго-восточной частях Евразии шло выдвижение дельт крупнейших рек, прежде всего, Хуанхэ. Дельта Хуанхэ – типичная прибрежная водно-болотная экосистема с множеством озер и прудов, где выращивают креветок. Дельта Янцзы – приливная морская равнина. Из хорошо изученных китайских рек Жемчужная, активно строившая до недавнего времени дельту, ныне, благодаря мелиорациям и значительным объемом дноуглубительных работ в основных руслах дельты, резко уменьшила скорость прироста своей приустьевой части.

Таким образом, различия природных условий и истории развития речных бассейнов позволяют делать количественные прогнозы, опираясь на мониторинг бассейново-долинных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадюков Д.Д., Борсук О.А. Роль бассейново-долинных систем в цивилизациях Средиземноморья / Сб. Экология речных бассейнов. Труды 8-й междун. научно-практ. конференции. Владимир, Аркаим, 2016. – С.15-19.

2. Берёзкин Ю.Е. Между общиной и государством. – СПб.: Наука. – 2013. – 256 с.
3. Бондарев Л.Г. Палеоэкология и историческая экология. – М.; Изд. МГУ, географический ф-т. – 108 с.
4. Бондарев Л.Г. История природопользования. – М.: МГУ. Географ. ф-т. – 1999. – 110 с.
5. Мечников Л.И. Цивилизация и великие исторические реки. – М.: Айрис-пресс. – 2013. – 320 с.
6. Прусаков Д.Г. Природа и человек в древнем Египте. – М.: Московский лицей. – 1999. – 240 с.
7. Чичагов В.П. История эрозионно-засушливых равнин тропиков Юго-Восточной Азии. – М.: Изд. ИГРАН, 2009. – 152 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗА

О.Г. Бериев, Т.М. Тезиев, С.Ч. Савхалова
olegberiev@mail.ru, tteziev@yandex.ru

Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН, Северо-Осетинский реском профсоюза работников образования и науки РФ, г.Владикавказ, Россия

Несмотря на развитие цивилизации, современные научно-технические достижения, здоровье человека в значительной степени зависит от погоды и климата и сейчас. Погодные и климатические факторы оказывают заметное воздействие на психоэмоциональное и физиологическое состояние человека [1]. От них во многом зависит общее состояние здоровья.

Наиболее ощутимо для человека резкая смена погоды или возникновение необычных для данной местности или сезона погодных условий. На резкие изменения погоды реагируют не только больные или ослабленные люди, но и здоровые.

По данным различных авторов, метеочувствительность наблюдается у значительной части населения – от 25 до 70%. Также известно, что среди женщин таких людей в 3 раза больше, чем среди мужчин. Следует отметить, что около 60 лет назад, это явление охватывало лишь 10-20% населения [2].

Нередко люди даже не осознают свою метеозависимость, потому что ухудшению самочувствия иногда предшествуют изменению погоды. К примеру, электромагнитные предвестники прихода погодного фронта, опережая собственно видимые изменение метеорологических элементов, довольно часто сами по себе уже вызывают ухудшения в состоянии человека.

Обследования значительного количества людей показали, что у 64% самочувствие ухудшалось в день выраженного изменения погодных процессов, а у 36% - за 1-2 дня до смены погоды [3, 4].

Метеорологические факторы по-разному воздействуют на организм человека в условиях равнинной и горной территорий.

Крупные города с комплексами промышленных и жилых сооружений изменяют природные условия и активно воздействуют на климат и метеорологические характеристики, что, несомненно, оказывает влияние на состояние здоровья населения. Хорошим индикатором этого процесса может служить частота вызовов населением скорой помощи по различным поводам. Объектом исследования был выбран Владикавказ – один из крупнейших городов Северо-Кавказского Федерального округа. Были изучены каждодневные, подекадные и месячные вызовы станции скорой помощи города за период 2005–2008 годы, а также каждодневные за этот же период показатели температуры воздуха и атмо-

сферного давления. Кроме этого последние два параметра анализировались в подекадных и месячных максимальных, минимальных и средних показателях. Вызова скорой помощи анализировались по следующим поводам: болезни сердечно-сосудистой системы, включая гипертоническую болезнь и гипертонический криз, а также первичный и повторный инфаркты миокарда; болезни нервной системы, в том числе психические расстройства, суициды; болезни органов дыхания, в том числе бронхиальная астма; новообразования; несчастные случаи; аллергические реакции.

Для статистической обработки полученных результатов применялись методы корреляционного и регрессионного анализа, а также анализа временных рядов.

Анализ вызовов скорой помощи по поводу новообразований не выявил зависимости количества обращений от изучаемых метеорологических величин.

Проведенный анализ вызовов скорой помощи по различным психическим расстройствам показал, что наименьшее количество обращений приходится на осень (октябрь). При увеличении средней и минимальной подекадной температуры количество вызовов снижается. Зависимость от максимальной температуры и подекадной зависимости от показателей давления статистически не достоверно.

Анализ обращений по дням недели показал статистически достоверное увеличение числа вызовов по четвергам.

Также выявлена слабая зависимость числа вызовов от величин среднесуточного давления и температуры. При повышении температуры и давления число обращений уменьшается. С увеличением температуры на один градус количество обращений уменьшается на 0,07 случаев, а при увеличении давления на 1гПа количество обращений уменьшается на 0,09 случаев. При скачках температуры (в большую или меньшую сторону) число обращений растет. Скачок в один градус в ту или иную сторону увеличивает число обращений на 0,24 случая. Скачки давления не влияют на число обращений.

Анализ количества вызовов скорой помощи по поводу суицидов показал волнообразный характер с минимумом обращений поздней осенью.

При рассмотрении количества обращений с болезнями нервной системы и органов чувств отмечается их уменьшение в летнее время. При увеличении средней минимальной и максимальной подекадной температуры количество обращений падает. Подекадной зависимости от давления нет. Отмечается статистически достоверное увеличение вызовов в воскресные дни. Имеется слабая зависимость от среднесуточной температуры. С увеличением температуры на один градус количество обращений уменьшается на 0,12 случаев. Зависимости от среднесуточного давления не выявлено. При скачках температуры (в большую или меньшую сторону) число обращений растет. Скачок в один градус в ту или иную сторону, увеличивает число обращений на 0,5 случая. При увеличении суточного скачка давления число обращений растет. При увеличении давления на 1 гПа число обращений растет на 0,2 случая.

Анализ вызовов скорой помощи по поводу болезней системы кровообращения выявил уменьшение количества обращений летом и увеличение зимой. Статистически достоверное увеличение количества обращений по дням недели выявлено в понедельник и воскресенье. При увеличении средней, минимальной и максимальной подекадной температуры количества обращений падает. Подекадная зависимость от давления существует только для максимального давления. С ростом его показателей растет и количество вызовов. С ростом средней температуры количество обращений с болезнями системы кровообращения падает. С увеличением температуры на один градус количество обращений падает на 0,7 случаев. С ростом среднего давления количество обращений незначительно растет – на 0,2 случая при увеличении давления на 1 гПА. Скачки температуры ведут росту числа обращений. Увеличение скачка на один градус (в ту или иную сторону) ведет к увеличению обращений на 0,9 случаев. Скачки давления ведут также к росту числа обращений. Увеличение скачка на 1 гПа (в ту или иную сторону) ведет к увеличению количества обращений на 0,9 случаев.

По поводу гипертонической болезни максимальное количество обращений отмечается зимой и, наоборот, минимальное - летом. При увеличении минимальной, средней и

максимальной подекадной температуры количество обращений падает. Подекадной зависимости от давления не выявлено. Статистически достоверное увеличение обращений по дням недели выпадает на понедельник. Увеличение среднесуточной температуры на один градус ведет к уменьшению количества обращений на 0,22 случая. Зависимость от показателей давления статистически недостоверно. Скачки температуры ведет к росту числа обращений. Увеличение скачка на один градус (в ту или иную сторону) ведет к увеличению количества обращений на 0,4 случаев. Зависимости от скачков давления нет.

Следствием гипертонической болезни является гипертонический криз, поэтому максимальное количество обращений также отмечается зимой и минимальное – летом. При увеличении минимальной, средней и максимальной подекадной температуры количество обращений падает. Подекадная зависимость от давления существует только для максимальных показателей. С ростом максимального давления растет количество обращений, Статистически достоверное увеличение гипертонических кризов отмечается в воскресенье и понедельник. Повышение среднесуточной температуры ведет к снижению количества обращений. При повышении температуры на один градус увеличивается количество обращений на 0,3 случая. Рост среднесуточного давления ведет к незначительному росту количества обращений. При повышении давления на 1гПа количество обращений растет на 0,1 случая. Скачки температуры ведут к росту числа обращений. Температурный скачок на один градус (в ту или иную сторону) ведет к увеличению количества обращений на 0,4 случаев. Скачки давления ведут к росту числа обращений. Скачок на 1гПа (в ту или иную сторону) ведет к увеличению количества обращений на 0,3 случаев.

Количество вызовов по поводу первичного и вторичного инфаркта миокарда носят волнообразный характер с незначительным увеличением осенью.

Вызовы скорой помощи по поводу болезней органов дыхания носят сезонный характер – с максимумом обращений зимой и минимумом – летом. При увеличении минимальной, средней и максимальной подекадной температуры количество обращений падает. Подекадная зависимость от давления существует только для максимальных показателей. С ростом максимального давления растет количество обращений. Статистически достоверное увеличение количества вызовов выпадает на воскресенье. Рост среднесуточной температуры ведет к снижению количества обращений. При увеличении температуры на один градус количество обращений уменьшается на 0,8 случаев. Зависимости от давления не выявлено. Скачки давления ведут к росту числа обращений. Скачок в 1гПа (в ту или иную сторону) ведет к увеличению количества обращений на 0,9 случаев.

Количество обращений по поводу астмы и аллергии носит волнообразный характер, но растет к концу августа, что можно объяснить цветением амброзии.

Анализ вызовов по несчастным случаям выявил их увеличение с августа по октябрь.

Таким образом, оценивая воздействие изучаемых метеорологических величин на вызовы скорой помощи урбанизированной горной территории, следует отметить зависимость ряда заболеваний от их изменений, что, несомненно, требует дальнейшего изучения этой проблемы. Полученные результаты можно использовать при разработке медицинского метеопрогноза и рекомендаций для практического здравоохранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бериев О.Г. Влияние климатических факторов на состояние здоровья человека. Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе / Отв. ред. А.В. Николаев, В.Б. Заалишвили. – Владикавказ: ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2009. – С. 449-453.

2. Franke K. – AuArztczeitschift fur Naturheilverfahren, 1986. – 7, 451.

3. Лапина С.Н. Влияние метеорологических факторов на здоровье человека. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1980. – 16 с.

4. Мандрыкин Ю.В., Замотаев Ю.Н., Уяпаева А.И. Подходы к объективизации метеочувствительности у больных с заболеваниями органов кровообращения // Вопросы курортологи, физиотерапии и лечебной физической культуры. – М: 1999. – №3. – С. 16-19.

КОМФОРТ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Е.А. Григорьева
eagrigor@yandex.ru

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
г.Биробиджан, Россия

Городская среда во многих крупных городах продолжает терять качество, что делает ее дискомфортной и опасной для здоровья населения. Это связано не только с чрезвычайно высоким уровнем физико-химического загрязнения атмосферы, шумовым, вибрационным и другими видами техногенного воздействия, но и с появлением на территории городов климатических аномалий мезо- и микромасштаба. Наиболее ярко влияние урбанизации на климат прослеживается в образовании на территории городов устойчивых положительных аномалий температуры «островов тепла». Их интенсивность зависит от площади и плотности застройки, ее теплосодержания, количества жителей, естественных природно-климатических условий. В общем случае, чем больше город, тем больше положительная аномалия температуры воздуха в нем [6, 7].

Доля населения мира, проживающего в городских районах, увеличилась с 30% в 1950 году до нынешнего уровня 55%, и прогнозируется дальнейшее повышение на 70% к 2050 году. В свете растущей урбанизации следует рассматривать совокупное воздействие не только потепления климата, но и городского острова тепла с высокой вероятностью появления и обострения экстремальных температурных явлений [2].

К основным микроклиматическим параметрам, влияющим на биоклиматические показатели городской среды, относятся интенсивности солнечной радиации и теплового излучения ограждающих конструкций зданий и рельефа (радиационный баланс); температура и влажность воздуха, направление и скорость ветра. Для улучшения микроклиматических характеристик городской застройки необходимо выявить влияние геометрии городской застройки, зеленых насаждений, свойств дорожного покрытия и застройки и др. [7].

Тепловое состояние, при котором наблюдается незначительное напряжение терморегуляции, определяется как состояние теплового комфорта. Термостабильность состояния организма, обеспечиваемая равенством теплопродукции и суммарной теплоотдачи, является единственным условием теплового комфорта человека [1, 4, 6]. К основным показателям, характеризующим тепловой комфорт городских территорий, относятся температура воздуха, средняя радиационная температура, температура поверхности почвы (дороги, тротуара). Для оценки воздействия на теплоощущение человека сочетания климатических параметров предлагается применять универсальные биоклиматические индексы, адаптированные для условий открытых городских пространств; чаще всего используется PET – физиологически эквивалентная температура, а также UTCI – универсальный тепловой климатический индекс [1, 6].

Биоклиматический индекс – показатель, получаемый на основе параллельных метеорологических и физиологических наблюдений и используемый для формализации описания комплекса факторов, определяющих уровень тепловой нагрузки погоды и климата в целом на организм человека или риск для его здоровья [3]. Анализ изменения таких индексов в зависимости от ориентации и ширины улицы, высоты зданий и альбедо поверхностей, параметров озеленения следует заложить в основу планирования селитебных территорий [1, 4-6].

Индекс PET – балансовый биометеорологический индекс, интегрирующий в себе тепловое воздействие метеопараметров – температуры и влажности воздуха и ветра, а также длинноволновой радиации – на открытом воздухе в зависимости от уровня основного обмена и физической активности [1, 3. 6]. Индекс рассчитывается на основе RayMan model на базе Института метеорологии Университета г. Фрайбурга, Германия (http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman); учитывает геометрию зданий и городской растительности. В последнее

время широко применяется её усовершенствованная модель SkyHelios, разработанная специально для анализа пространственного распределения микроклиматических характеристик, где рассматривается не только скорость, но и направления ветра [6].

Тепловые ощущения на территории города при одной и той же температуре воздуха могут существенно различаться в зависимости от температуры окружающих человека поверхностей, различной ориентации и экспозиции по освещенности элементов среды, а также различия их теплофизических свойств, таких как поглощающая и отражающая способность. Для уменьшения эффекта городского острова тепла и оптимизации радиационного баланса предлагается использовать различные стратегии адаптации окружающей среды с применением современных технологий. На сегодня известно пять основных стратегий: на этапе застройки – учет геометрии городских каньонов в городском архитектурном комплексе; размещение растительность, где в первую очередь рассматривается конфигурация деревьев; различные варианты размещения водных объектов; изменение покрытий дорожного полотна и тротуаров – цвет и качество покрывного материала; размещение укрытий для защиты от прямой солнечной радиации [1, 2, 4-6].

Первая стратегия: изменение геометрии городских каньонов, где учитываются две основные характеристики: 1) ориентация городского каньона по сторонам света и розе ветров и 2) отношение высоты зданий к ширине улицы. При различных вариантах варьирования этих двух показателей можно добиться изменения в распределении прямой солнечной радиации, поступающей внутрь уличного каньона, и, как следствие – уменьшения температуры воздуха на величину 2–5°С, а ощущаемой температуры ΔPET – до 20°С [4-6, 8]. В то же время года, надо принимать во внимание и климатические особенности каждой местности.

Вторая стратегия: использование зеленых насаждений, играющих важную архитектурную и композиционную роль в ландшафте современного города, смягчающих суровость архитектуры; снижающих скорость ветра, уровень шума, увлажняя и очищая воздух, регулируя температуру воздуха, стерилизуя воздух фитонцидами [1, 2, 4-7]. Основные биометрические показатели, влияющие на изменение температуры воздуха – вид растения, его высота, ширина, густота кроны, при различном соотношении которых можно добиться уменьшения температуры воздуха на 8–12°С и ощущаемой – на величину до 20°С [6].

Третья стратегия – различные водные объекты и системы увлажнения: при размещении бассейнов, водопадов, фонтанов, вертикальных и верхних распылителей можно добиться уменьшения температуры воздуха на 3°С; ΔPET может достичь 10°С [6].

Четвертая стратегия – применение таких покрытий дорожного полотна и тротуаров, которые увеличивают отражающую способность поверхности (альбедо) (цементное, мраморное покрытие); достигаемое уменьшение температуры поверхности покрытий – 2°С; ΔPET – 20°С [6]. Варьирование с цветовыми решениями (красный – зеленый – голубой – серый – белый) может уменьшить температуру поверхности асфальта на величину до 6–19°С [4].

Пятая стратегия – использование разнообразных укрытий для защиты от прямой солнечной радиации – навесы и укрытия, приводящие к падению температуры воздуха на 2°С и к более значительному уменьшению ощущаемой температуры – на величину до 6–12°С [6].

На примере городской территории на юге Дальнего Востока показано влияние применения различных стратегий на изменение теплового комфорта [1]. Исследование с помощью индекса PET проводилось в трёх районах административного центра Еврейской автономной области – в г. Биробиджане: в жилом массиве, на главной улице и на открытой площади; для сравнения взят район за городом, где расположена метеостанция. Все они отличаются по архитектурно-планировочным и природным характеристикам, оказывающим воздействие на их микроклиматические особенности. Расчёты показали, что летом максимальное количество дней с ощущаемыми температурами в пределах теплового комфорта от 18 до 27 °С отмечается в пределах города в жилом массиве и на открытой местности. В зоне теплового дискомфорта с PET выше +35°С тепловые ощущения лучше в пределах городской застройки – в жилом массиве с максимальным количеством древесной растительности и зданиями, создающими теневую завесу, т.е. там, где небосвод наи-

менее открыт. Больше всего дней с тепловым дискомфортом на территории метеостанции за городом при полном отсутствии зданий и растительности, создающих тень; а в городе – на открытой улице, где городской каньон направлен с запада на восток [1].

Итак, для успешной адаптации человека к микроклиматическим особенностям городской среды необходимо проведение мероприятий по оптимизации пространства с соответствующей планировкой элементов городской застройки и форм озеленения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bauche J.P., Grigorieva E.A., Matzarakis A. Human-Biometeorological Assessment of Urban Structures in Extreme Climate Conditions: The Example of Birobidzhan, Russian Far East // Advances Meteorol. – 2013. – V. 2013. – Article ID 749270. – 10 p. http://dx.doi.org/10.1155/2013/749270.

2. Brown H., Proust K., Newell B., et al. Cool Communities – Urban Density, Trees, and Health // Int J Environ Res Public Health. – 2018. – V. 15(7). – P. 1547. doi:10.3390/ijerph15071547.

3. De Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices // Int J Biometeorol. – 2015. – V. 59, – P 109-120. DOI 10.1007/s00484-014-0819-3.

4. Jamei E., Rajagopalan P., Seyedmahmoudian M., Jamei Y. Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort // Renew Sustain Energy Rev. – 2016. – V. 54, – P. 1002-1017. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104.

5. Morakinyo T.E., Lam Y.F. Simulation study on the impact of tree configuration, planting pattern and wind condition on street-canyon's micro-climate and thermal comfort // Build Environ. – 2016. – V. 103, – P. 262–275. doi:10.1016/j.buildenv.2016.04.025.

6. Santos Nouri A., Costa J.P., Santamouris M., Matzarakis A. Approaches to Outdoor Thermal Comfort Thresholds through Public Space Design: A Review // Atmosphere. – 2018. – V. 9(3). – P. 108. https://doi.org/10.3390/atmos9030108.

7. Soltani A., Sharifi E. Daily variation of urban heat island effect and its correlations to urban greenery: A case study of Adelaide // Front Archit Res. – 2017. – V. 6, – P. 529-538. https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.08.001.

8. Xu D., Zhou D., Wang Y., Xu W., Yang Y. Field measurement study on the impacts of urban spatial indicators on urban climate in a Chinese basin and static-wind city // Build Environ. – 2019. –V. 147. – P. 482–494. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.042.

РОЛЬ ЛОКАЛЬНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ДИНАМИКЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНО-РАВНИННЫХ РАЙОНОВ ЧЕЧНИ

А.Н. Гуня, Х.Б. Эльдарова
eldarova.86@mail.ru

Чеченский государственный университет, г.Грозный, Россия

Сущность, задачи и методы изучения географического распространения болезней неоднократно излагались в литературе, например, в нозогеографии.

Распространение болезней связано с особенностями ареалов и выявлением закономерностей пространственных взаимосвязей и формирования их структуры с географическими характеристиками территории.

Прежде всего, обратим внимание на то, что поставленная перед нозогеографией задача, принципиально не отличается от задач экологического характера, типичных для других отраслей географии, например, физической или экономической. Не развивая указанное

положение, отметим, что благодаря этому обстоятельству открывается возможность обогащать методы нозогеографических исследований методами других географических дисциплин. Процесс обмена взаимный: хорошо известно, что некоторые методики, зародившиеся в нозогеографии, теперь широко используются в экономико- и физико-географических исследованиях (например, метод применения информационно-логического анализа связей между географической средой и медико-биологическими явлениями). [2]

На современном этапе изучение влияния различных факторов окружающей среды на здоровье населения является одним из наиболее активно разрабатываемых направлений медицинской географии.

Особую важность приобретают исследования, в задачу которых входят медико-географический анализ и территориальная дифференциация состояния здоровья населения на региональном уровне [4].

Оценка состояния здоровья населения сама по себе достаточно сложная задача, однако она неизмеримо усложняется из-за многофакторного анализа результатов, из-за неадекватности диагностики отдаленных последствий и многообразия ответных реакций на неблагоприятное воздействие окружающей среды. Трудность интегральной оценки взаимодействия человека с комплексными факторами окружающей среды состоит также в сложности ранжирования и определения вклада в полученные результаты тех или иных факторов. В настоящее время диагностирование уровня здоровья населения основывается на традиционных санитарно-гигиенических и демографических показателях. Сюда входят: общая заболеваемость с градацией по возрастным группам, смертность, продолжительность жизни, заболеваемость по отдельным группам болезней и др. Приведенный перечень может быть дополнен или конкретизирован применительно к специфике исследуемого региона и поставленных задач. [3]

Анализ динамики природных и социально-экономических процессов составляет важную часть многих научных направлений. Решение двух взаимосвязанных задач сопровождает весь этот процесс: с чем, с какими предшествующими данными сравнивать, чтобы выявить динамику, и что, какие показатели сравнивать. Как правило, анализ происходящих изменений начинается со сравнения с имеющимися данными, которые ограничены как во временном промежутке, так и по набору параметров. Большинство работ изучает, по сути, лишь весьма короткие части траекторий, которые являются неполными звеньями циклических, ритмических или трендовых изменений тех или иных процессов. Можно ли по этим «отрывкам» судить о динамике процессов - вопрос весьма спорный. Если удается охватить характерный «шаг» в развитии того или иного процесса, то появляется шанс и в распознании закономерностей его развития. Часто, однако, суть того или иного процесса остается нераспознанной [1].

Основное содержание исследования составляет анализ географических факторов при изучении заболеваемости в Чеченской Республике. И для сравнения локальных географических факторов выделены три района, различающихся по характеру и причинам заболеваемости:

1. Курчалоевский район, наиболее плотно заселенная предгорная территория. Также не совсем хорошее медицинское обслуживание и плохие экологические условия для жизни.

2. Шелковской район, относительно слабозаселенная равнинная территория. Здесь уровень медицинского обслуживания, особенно качество, значительно ниже. Хотя экологические условия не всегда лучше, что связано как с плохим обеспечением качественной водой, так и с загазованностью атмосферы крупных селений, имеющих большое количество автотранспорта на плохих дорогах.

3. Веденский район, горная территория с относительно низким уровнем медицинского обслуживания, но хорошими экологическими условиями для проживания.

Основными данными для написания статьи послужили журналы регистрации больных. С 2006 - 2016гг. где регистрировались основные данные - пол, возраст, место жительство, место работы и первичный диагноз при поступлении.

По данным журналов регистраций больных были выделены нижеперечисленные заболевания:

1 – сердечнососудистые; 2 – заболевание органов дыхания; 3 – инфекционные, вирусные заболевания; 4 – гинекология; 5 – заболевания опорно-двигательного аппарата; 6 – различный травматизм.

Также были сделаны полевые исследования и интервью с местным населением и специалистами (экологами и врачами), которые позволили выделить среди статистических данных наиболее качественные и подходящие для реализации нашей цели.

Распределение заболеваний среди мужчин и женщин с 2006 по 2016 гг. в Веденском районе:

В 2006 году распространение сердечно-сосудистых заболеваний среди мужчин и женщин было почти одинаковое, 11% мужчин и 9% женщин: по заболеваемости органов дыхания мужчины преобладали на 9%; инфекционные и вирусные заболевания тоже преобладали у мужчин на 8% чем у женщин; по заболеваемости опорно-двигательного аппарата преобладают также мужчины на 4%; среди травматизма тоже преобладают мужчины с разницей 29% - это можно обосновать большим количеством аварий, огнестрельных ранений и др.

Уже к 2011 году резко уменьшается травматизм и на первое место выходят сердечнососудистые заболевания. Это связано с окончанием военных действий и пост военным нервным синдромом. Он выразился в повышенном уровне сердечнососудистых заболеваний, которые превышают на 27% больше у мужчин, чем у женщин.

В 2016 году по всем типам заболеваемости преобладают мужчины.

Распределение заболеваний среди мужчин и женщин в Курчалоевском районе:

По сердечно-сосудистым заболеваниям за 2006 год среди мужчин и женщин преобладают женщины на 10%; а мужчины преобладают по травматизму. По остальным заболеваниям нет особой разницы.

В 2011 году также по сердечнососудистым заболеваниям преобладают женщины на 6%, а мужчины преобладают по травматизму тоже на 6%. Остальные заболевания - без особой разницы.

В 2016 году по сердечно-сосудистым заболеваниям на 15% больше преобладают женщины, а по травматизму мужчины на 16%. По заболеваемости органов дыхания и инфекционно-вирусные заболевания почти в равных процентах.

Распределение заболеваний среди мужчин и женщин в Шелковского районе:

В 2006 году Шелковском районе по инфекционным заболеваниям преобладают мужчины. Остальные типы заболеваний почти в равных процентах.

Среди заболеваемости мужчин и женщин за 2011 год данного района нет особо выраженной разницы.

А в 2016 году по заболеваемости органов дыхания и по травматизму преобладают мужчины. Остальные типы заболеваний - почти в равных процентах.

Сравнение по районам

Сравнительный анализ за 2006 год среди мужчин Веденского, Курчалоевского и Шелковского районов показал, что по сердечно-сосудистым заболеваниям преобладают Веденский и Курчалоевский районы. На наш взгляд, это обусловлено тем, что несмотря на то, что военные действия в республике официально были завершенными, предгорные и горные районы еще долго ощущали нас себе их тяготы. Мирная жизнь здесь наступила значительно позже, (это было связано с борьбой вооруженными бандформированиями), долго шел процесс разминирования этих территорий.

По инфекционным заболеваниям преобладает Шелковской район. Так как с его географическим расположением связано и наименьшее военное разрушение территории района, это объясняет миграционные передвижения населения и обусловленность распространения инфекционных заболеваний.

Сравнительный анализ заболеваемости среди мужчин в 2011 году показывает, что по сердечнососудистым заболеваниям с колоссальной разницей 30% на первое место выходит Веденский район, также по заболеваемости болезнями органов дыхания. Причина-

ми таких показателей являются, на наш взгляд, «эхо войны» и географическое положение района. Горные территории имеют более влажный климат, который отражается на заболеваемости органов дыхания, так как горные районы были не газифицированы, соответственно и социальные условия проживания были в процессе восстановления.

В 2016 году по заболеваемости органов дыхания преобладает Шелковской район, здесь можно ссылаться на экологические условия проживания населения, например, большое количества автотранспорта на плохих дорогах, что приводит к загрязнению атмосферного воздуха. Первое место по инфекционным заболеваниям занимает Веденский район, где причиной тому являются социальные условия проживания населения.

За 2006 год сравнительный анализ по заболеваемости среди женщин показывает, что первое место занимает Веденский район по гинекологическим заболеваниям, что обусловлено слабым медицинским обслуживанием и отсутствием газификации и социальных условий жизни. По сердечно-сосудистым заболеваниям первое место занимает Курчалоевский район, где ведущим фактором является стрессовый. Шелковской район занимает первое место по инфекционным заболеваниям; как мы отмечали выше, причинами являются наличие беженцев в этих районах, а также тот факт, что здесь с Европейской части России беспрепятственно проникают холодные арктические воздушные массы.

Сравнительный анализ заболеваемости среди женщин за 2011 год показывает, что по гинекологическим заболеваниям преобладает Веденский район, также как и в 2006 году, там же выше заболеваемость органов дыхания. По инфекционным заболеваниям первое место занимает Шелковской район и ситуация остается такой же, как и в 2006 году.

В 2016 году сравнительный анализ заболеваемости среди женщин показывает, что в структуре заболеваемости ситуация остается неизменной, как и в 2006 и 2011гг.

Проведенный статистический анализ показывает, что на здоровье населения влияют не только эколого-географические факторы, но и социально-экономические. Этому свидетельствует цифры заболеваемости по районам. Например, в горном Веденском районе с хорошими экологическими условиями, более высокий процент заболеваемости, чем в Курчалоевском и Шелковском. Это связано с географическим положением, социальными условиями, удаленностью и худшей обеспеченностью врачами (врачи неохотно едут в горы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуня А.Н., Машкова Р.А., Кучмезов Б.Х., Майборода В.И., Гежаев А.М. Развитие методики анализа динамики природных и социально-экономических процессов на локальном уровне: Baselineproblem. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2011. – №1 (39) – С. 91-94 .

2. Лебедев А.Д., Райх Е.Л. Вопросы теории и методики исследований экологической географии болезней. Проблемы человека в системе географических наук. – Москва, 1977. – С 49-52.

3. Лис Л.С. Комплексные факторы окружающей среды и показатели здоровья населения // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. – 2006. – С. 136-144.

4. Малхазова С.М., Шартова Н.В. Здоровье населения Московского региона в конце XIX начале XXI в. // Известия РАН. Серия географическая. – 2012. – №1. – С. 14-25.

ЗДОРОВЬЕ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА) В КРУПНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ГОРОДЕ

В.М. Евстропов
v.evstr@mail.ru

Донской государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону, Россия

В последние годы изменения климата рассматриваются как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения наряду с загрязнением окружающей среды. По оценкам ВОЗ климатические изменения в настоящее время являются причиной примерно 150 тыс. преждевременных смертей в мире и 5 5000 000 лет нетрудоспособности/год, (0,3%) от общего числа смертей и 0,4% лет нетрудоспособности соответственно) [7].

Влияние изменения климата на здоровье человека может происходить как прямым, так и косвенным путем. Прямое влияние имеет место за счет увеличения числа дней с аномально высокими и/или низкими температурами, числа наводнений, штормов, тайфунов. Косвенное влияние опосредуется действием экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов доброкачественной питьевой воды и др.), а также интенсификацией воздействия поражающих факторов источников природно-техногенных ЧС вследствие учащения возникновения опасных природных явлений [2, 3, 5].

Воздействие изменения климата в городах сочетается с неблагоприятным воздействием на здоровье населения загрязненного атмосферного воздуха (окружающей среды). Состояние окружающей среды, организмов-биоиндикаторов и здоровье человека, оцененные по различным диагностическим параметрам с использованием альтернативных и взаимодополняющих могут служить критериями качества «здоровья среды» при неблагоприятных антропогенных воздействиях. Одним из этапов алгоритма интегрального медико-экологического зонирования является комплексное медико-географическое ранжирование районов и урбанизированных территорий по уровню онкологической заболеваемости как индикатору медико-экологической безопасности. При этом проводят оценку причинно-следственных связей в системе «среда-здоровье».

О.Е. Архипова и др. провели пространственно-временной анализ медико-экологической безопасности (HES) по статистически данным за 2001–2012 гг. Комплексный показатель HES учитывает уровень антропогенной нагрузки, состояние природной среды и онкоэпидемиологическую обстановку (заболеваемость раком легких, молочной железы, ободочной кишки и предстательной железы), что позволило авторам получить объективную оценку уровня медико-экологической безопасности территории. При этом интегральная карта медико-экологической безопасности была классифицирована по следующим градациям: высокая медико-экологическая безопасность, средняя медико-экологическая безопасность, низкая медико-экологическая безопасность. Согласно результатам, полученным этими исследователями, территория г. Ростова-на-Дону в целом характеризуется низкой медико-экологическая безопасностью [1].

Ростов-на-Дону является крупным промышленным городом. Основные отрасли промышленности Ростова-на-Дону – машино- и приборостроение, металлургическое производство, химическое производство, легкая промышленность. В связи с вышеизложенными данными, отражающими неблагоприятную онкоэпидемиологическую обстановку в г. Ростова-на-Дону, возник вопрос о канцерогенном риске у населения, проживающего в данных условиях. Для косвенной характеристики такого риска мы использовали данные о выявляемости лиц с наличием в организме трансформированных клеток в функциональных районах города Ростова на Дону с различной степенью их промышленного загрязнения. Известно, что с помощью оценки интенсивности контактного взаимодействия лимфоцитов с гранулоцитами invitro можно выявлять процессы доклинического канцерогенеза [6].

Исходя из установленных, на основании определении суммарного показателя загрязнения почвы тяжелыми металлами (цинк, мышьяк, медь, свинец и никель), характеристик различных функциональных зон города Ростова-на-Дону, был проведен сопоставительный анализ активности контактного взаимодействия лейкоцитов различных типов (лимфоциты и гранулоциты) у постоянно проживающих жителей двух функциональных зон города, различающихся по степени загрязнения почвы тяжелыми металлами: с умеренно опасным и допустимым уровнем загрязнения [4]. Результаты исследования показали, что у резидентов функциональной зоны города с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми металлами интенсивность взаимодействия исследуемых лейкоцитов была ниже, чем у проживающих на территории с допустимым уровнем загрязнения. Мы предполагаем, что выявленное снижение интенсивности контактного взаимодействия лейкоцитов у людей, длительно проживающих на территориях, почва которых умеренно загрязнена тяжелыми металлами, вызвано хромосомными нарушениями и трансформацией лейкоцитов, в частности, лимфоцитов, в связи с канцерогенными свойствами тяжелых металлов и свидетельствует о наличии в их организме трансформированных клеток.

Таким образом, в условиях глобальных климатических изменений протекающих в последние годы и при неблагоприятных антропогенных и техногенных воздействиях (загрязнение почвы тяжелыми металлами) в крупных промышленных городах (на примере г. Ростова-на-Дону) снижено популяционное здоровье населения в системе «среда-здоровье», а здоровье среды характеризуется низкой медико-экологическая безопасностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова О.Е. Геоинформационное моделирование медико-биологической безопасности южных регионов России / О.Е. Архипова, Е.А. Черногубова, Н.В. Лихтанская. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС». – 2018. – № 24(1). – С. 109-122.

2. Евстропов В.М. Опасные природные и производственные процессы. Медицина катастроф: учебное пособие / В.М. Евстропов. – Ростов-н/Д: Ростовский гос. строит. ун-т, 2005. – 68 с.

3. Евстропов В.М. Предупреждение ЧС: учебное пособие / В.М. Евстропов. – Ростов-н/Д: Ростовский гос. строит. ун-т, 2014. –152 с.

4. Евстропов В. М. Эколого-модифицирующее влияние загрязнения почвы тяжелыми металлами на контактное взаимодействие лейкоцитов человека [Электронный ресурс] / Живые и биокосные системы. – 2019. – № 27; Режим доступа: http://www.jbks.ru/archive/issue-27/article-6. (Дата обращения: 7.05.2019).

5. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата / Б.А. Ревич // Проблемы прогнозирования. – 2008. – №3. – С.140-150.

6. Способ определения трансформированных клеток: патент на изобретение Рос. Федерация №2117946: G01N 33/53/В.М. Евстропов. – № 97107888/14; заявл. 26.05.97; опубл. 20.08.98, Бюл. № 23. – 1998. – 6 с.

7. Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors / ed. M. Ezzati.,Alan D. Lopez, Anthony Rodgers and Christopher J.L. Murray. – 2004. – Vol. 1. – World Health Organization. Geneva. – 2258 p.

ПОКАЗАТЕЛИ МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У СТУДЕНТОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

О.А. Залата, А.М. Богданова, И.А. Евстафьева
olga_zalata@mail.ru

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, Таврическая академия, г.Симферополь, Россия

В настоящее время активно формируются представления о причинах и механизмах метеочувствительности человека, что обусловлено как ее повышением вследствие общего ухудшения экологической ситуации, так и глобальными изменениями климата. По мнению ряда исследователей последствия климатических изменений в скором будущем самым серьезным образом отразятся на способности человеческой популяции адаптироваться в физиологических пределах к резко меняющимся метеоусловиям окружающей среды [5]. Нарушения в механизмах адаптации, в том числе, могут коснуться и психической сферы человека, независимо от возраста и региона проживания, основного рода деятельности, уровня физической активности и образа жизни [1]. В связи с этим изучение метеореактивности соматических и высших психических функций организма практически здоровых молодых взрослых является актуальным направлением медицинской климатологии и психофизиологии. К категории населения, которая может с этой точки зрения представлять особую группу, могут быть отнесены спортсмены, физическая активность которых предъявляет особые требования к адаптационным возможностям организма. Для систем органов обеспечения адекватной физической формы спортсмена характерна интенсификация обменных процессов, которая проистекает на фоне негативного воздействия антропогенных экологических факторов, что может усугублять воздействие комплекса физических метеофакторов, таких как температура окружающего воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, скорость ветра. В Российской Федерации (РФ) ведутся исследования по определению физиологической метеочувствительности молодых людей, ведущих физически активный образ жизни. Так, в работе Ерошенкова А.В. и соавторов (2015) были проанализированы данные анкетных опросов, проведенных у юношей-спортсменов, на предмет выявления метеотропных реакций [2]. Выявленную высокую метеочувствительность авторы расценили как предиктор риска развития перенапряжения основных систем адаптационного обеспечения у спортсменов в процессе тренировок. С учетом задействования в процессе тренировки не только локомоторного аппарата, но и показателей когнитивных функций, представляет интерес поиск маркеров метеочувствительности в сфере высших психических функций у лиц с высоким уровнем двигательной активности. В этом направлении изучалось влияние факторов погоды на психические функции студентов, проживающих в условиях Крайнего Севера [7]. Представляет интерес оценка метеочувствительности у практически здоровых молодых взрослых, проживающих в южных регионах РФ.

На базе лаборатории клинической физиологии и экологических рисков кафедры нормальной физиологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского на протяжении ряда лет проводится мониторинговое наблюдение и исследование влияния метеофакторов на состояние высших психических функций практически здоровых молодых взрослых. В наших предыдущих работах по этой проблеме была выявлена особенность в зависимости характеристик произвольного внимания и психоэмоциональных характеристик личности нетренированных студентов-медиков от метеофакторов в разные сезоны календарного года [3]. Помимо общей реактивности к меняющимся погодным условиям окружающей среды, у таких студентов были установлены гендерные особенности метеочувствительности высших психических функций [4].

В связи с вышесказанным целью настоящей работы явился анализ взаимосвязи показателей произвольного внимания и психоэмоционального состояния с характеристиками метеофакторов в осеннее время у студентов с высоким уровнем физической активности.

В период с 25.08.2018 г. по 13.10.2018 г. на базе лаборатории клинической физиологии и экологических рисков Медицинской академии им. С.И. Георгиевского с помощью тестирования оценивали характеристики произвольного внимания и психоэмоционального состояния у практически здоровых студентов-спортсменов 18–23 лет, обучающихся на факультете физической культуры и спорта Таврической академии КФУ им. В.И. Вернадского (22 юноши и 7 девушек; 19,86±0,18 лет). Объем физической активности тестируемых включал ежедневные многочасовые тренировки по направлению спортивной подготовки на открытом воздухе. Процедуру психологического тестирования проводили индивидуально, в утренние часы до тренировок. Перед началом тестирования все респонденты подписывали лист информированного согласия о возможности обработки и публикации данных. Работа соответствует Федеральному закону РФ от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЭ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Федеральному закону «О персональных данных» от 27 июля 2006 года N 152-ФЗ, включая изменения.

Для определения характеристик произвольного внимания, его объема, устойчивости, психического темпа, работоспособности использовали когнитивный тест «таблицы Шульте». Основными показателями, которые учитывались, были – время в секундах, затраченное на каждую из пяти таблиц, соответственно: Т1, Т2, Т3, Т4, Т5. Дополнительно рассчитывали интегральные показатели, характеризующие внимание и работоспособность: «эффективность работы» (ЭР), «врабатываемость» (ВР), «психическая устойчивость» (ПУ) [6]. «Корректурная проба» Бурдона-Анифимова была использована для выявления устойчивости внимания и способности его концентрации. Кроме этого, данная методика позволяет выявить утомляемость тестируемого. Для корректурной пробы определяли значения продуктивности внимания (ПВ) с учетом абсолютного количества знаков и точность внимания в процентах (ТВ, %).

Для оценки личностной (ЛТ) и ситуационной тревожности (СТ) применили тест-опросник Чарлза Спилбергера в модификации Ю. Ханина (*State-Trait Anxiety Inventory, STAI, 1964*). Для оценки психоэмоционального состояния применили тест-опросник «Самочувствие-Активность-Настроение» (САН), разработанный сотрудниками Московского медицинского института имени И.М. Сеченова В.А. Доскиным и соавторами (1973 г.). При интерпретации: самооценку считали низкой при результате менее 3,0 баллов; от 3,0 до 5,0 баллов – средней; более 5,0 баллов – высокой.

Физические метеопараметры в дни и часы тестирования фиксировались по метеосводкам интернет ресурса (https://rp5.ru). Изучали динамику атмосферного давления на уровне метеостанции (Р), атмосферного давления на уровне моря (Ро), температуру воздуха в течение дня (Т), минимальные и максимальные значения температуры (Tmax, Tmin), влажность воздуха (U), скорость ветра (Ff), облачность (N).

Проверив полученные данные на характер распределения (критерии Колмогорова-Смирнова и Лиллиефорса), для анализа использовали непараметрические методы описательной статистики (медианы (Me), p25/p75). Корреляционный анализ по Спирмену позволил выявить взаимосвязь показателей произвольного внимания и психоэмоционального состояния с погодными метеофакторами, программа Statistica 8,0.

Время мониторингового наблюдения было выбрано в связи с тем, что наиболее существенно на состояние нервной системы, в том числе и на высшую нервную деятельность, действуют периоды смены типов погоды, которые имеют место при переходе одного календарного сезона в другой или во время таких климатических аномалий как «волны жары». Было установлено, что в дни тестирования студентов с конца августа по начало сентября медианы погодных факторов составили: Т=22,00С; Р=756,7 мм.рт.ст.; Ро=752,5 мм.рт.ст.; U=69%; Ff=6,0 м/с; N=70%. В период тестирования студентов в октябре медианы погодных факторов были следующими: Т=12,80С; Р=768,7 мм. рт. ст.; Ро=743,8 мм.рт.ст.; U=65%; Ff=10,0 м/с; N=25%. И те, и другие погодные факторы соответствовало сезонному

оптимуму для метеоусловий Крымского полуострова, «волн жары» в дни тестирования по данным наблюдений основных метеостанций Республики Крым зафиксировано не было.

Оценка данных психофизиологического тестирования группы студентов с высоким уровнем двигательной активности показала, что характеристики произвольного внимания респондентов в целом были удовлетворительными.

Известно, что в норме у лиц молодого возраста 18-25 лет на просмотр чисел в таблицах Шульте уходит примерно одинаковое время. Здоровые испытуемые тратят на таблицу от 30 до 50 секунд, чаще всего 40-42 секунды [6]. По данным, полученным с помощью таблиц, была построена «кривая истощаемости», которая отражает устойчивость внимания и работоспособность в динамике (рис. 1). У студентов с высоким уровнем двигательной активности имела место неравномерность психического темпа поиска чисел с ускорением темпа поиска цифр к последней таблице и небольшом замедлении при прохождении четвертой таблицы. Это может свидетельствовать о хорошей работоспособности и отсутствии утомляемости.

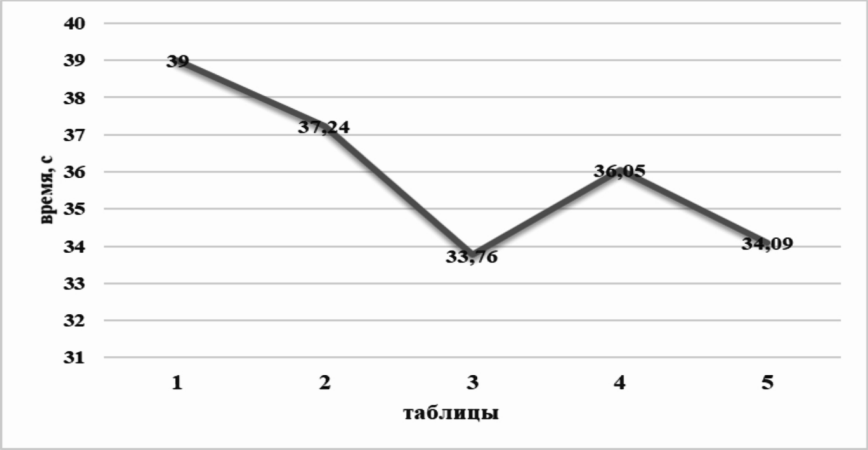


Рис. 1. «Кривая истощаемости» у студентов с высоким уровнем двигательной активности (n=29). Представлены значения медиан времени прохождения таблиц Шульте в секундах

Интегральные показатели произвольного внимания респондентов также соответствовали возрастной норме (табл. 1).

Таблица 1. Показатели произвольного внимания у студентов с высоким уровнем двигательной активности (n=29)

Показатели произвольного внимания	Медиана	p25	p75
	Таблицы Шульте		
Эффективность работы (с)	35,90	24,61	39,34
Врабатываемость	1,08	0,99	1,11
Психическая устойчивость	1,03	0,80	1,07
	Корректурная проба Анифимова-Бурдона		
Продуктивность внимания (кол-во знаков)	902,00	809,00	1022,00
Точность внимания (%)	96%	92%	97%

Данные, полученные с помощью теста САН и шкал Спилбергера-Ханина, свидетельствовали об удовлетворительном психоэмоциональном состоянии студентов в дни тестирования. Показатели самооценки студентами своего «самочувствия», «активности» и «настроения» соответствовали высоким оценкам, ситуационная тревожность была на низком, а личностная – на умеренном уровне (табл. 2).

Таблица 2. Оценка психоэмоционального состояния студентов с высоким уровнем двигательной активности (n=29)

Показатели психоэмоционального состояния (баллы)	Медиана	p25	p75
	Тест САН		
Самочувствие	5,9	5,85	6,45
Активность	5,2	4,85	6,00
Настроение	6,2	5,60	6,60
	Опросник Спилбергера-Ханина		
Ситуационная тревожность	29,0	19,0	30,0
Личностная тревожность	37,0	33,0	41,0

Результаты корреляционного анализа позволили выявить показатели метеочувствительности высших психических функций студентов с высоким уровнем двигательной активности к физическим метеофакторам в осеннем периоде наблюдения (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь метеофакторов с показателями произвольного внимания (коэффициенты корреляции Спирмена) у студентов с высоким уровнем двигательной активности (n=29)

Показатели произвольного внимания	T	Tmin	Tmax	U	P	Po	Ff	N
Т4 (время прохождения таблицы Шульте)			0,654 p=0,01	-0,637 p=0,01			0,637 p=0,01	
ПУ (психическая устойчивость)	0,769 p=0,002		0,639 p=0,01	-0,746 p=0,003			0,746 p=0,003	-0,582 p=0,03
ТВ% (точность внимания)		-0,383 p=0,05	-0,432 p=0,02		-0,482 p=0,01	-0,421 p=0,03		0,454 p=0,01

Примечание: описание обозначений метеофакторов представлены выше, в разделе материалы и методы.

С помощью корреляционного анализа обнаружили, что в условиях климатического оптимума для Крымского полуострова характеристики произвольного внимания у студентов-спортсменов были более реактивными к погодным метеофакторам, чем показатели психоэмоционального состояния. Установили зависимость времени прохождения отдельных таблиц Шульте (Т4) от температуры и влажности воздуха, а также от скорости ветра. Коэффициент психической устойчивости зависел от температуры атмосферного воздуха и его влажности, скорости ветра и облачности, а точность внимания студентов, которую определяли по результатам корректурной пробы обратно зависела от минимальных и максимальных значений температуры воздуха, атмосферного давления (Р, Ро), а также была взаимосвязана с уровнем облачности. По числу установленных связей наибольшее влияние на изучаемые показатели произвольного внимания студентов-спортсменов имела температура атмосферного воздуха (5 корреляций), а из характеристик внимания наиболее реактивными были психическая устойчивость и точность внимания респондентов (по 5 установленных взаимосвязей с метеофакторами).

Интересно отметить, что при мониторинге в тот же календарный период (конец августа – начало сентября), но 2018 года была выявлена иная картина влияния метеофакторов, совпавших с так называемыми «волнами жары» на показатели высших психических функций у студентов-медиков. У них установили бóльшую реактивность показателей психоэмоционального состояния к метеофакторам во время сентябрьских волн жары, а не показателей произвольного внимания [3].

Таким образом, результаты психологического тестирования группы студентов с высоким уровнем физической активности позволили считать характеристики произволь-

ного внимания и психоэмоционального состояния удовлетворительными и соответствующими как возрастной норме, так и уровню физической активности.

Результаты корреляционного анализа позволили считать, что в условиях климатической нормы для Крымского полуострова, начиная с конца августа по начало октября 2018 года, параметрами метеочувствительности высших психических функций у студентов с высоким уровнем физической активности были показатели произвольного внимания, а не психоэмоциональные характеристики личности.

Настоящая работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН в рамках проекта «Разработка рекомендаций по адаптации населения различных возрастных групп к воздействию температурных волн жары», 2018-2020 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев К.И., Поважная Е.Л. Проблема повышенной метеочувствительности у детей и подростков // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – Т. 63. – № 3. – С. 84–90.

2. Ерошенков А.В., Таютина Т.В., Лысенко А.В., Недоруба Е.А., Дарбинян А.А. Повышенная метеочувствительность как фактор риска развития тревожно-депрессивных нарушений у спортсменов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 1. – С. 1399.

3. Залата О.А., Тымченко С.Л., Глушак Д.Н., Кондакова Ю.М. Зависимость характеристик произвольного внимания и психоэмоциональных характеристик личности студентов от метеофакторов в разные сезоны года // Материалы VIII международной конференции по Когнитивной науке 18-21 октября 2018. – Светлогорск, 2018. – С. 395-397.

4. Залата О.А., Щеголева М.Г., Глушак Д.Н., Кондакова Ю.М. Метеочувствительность высших психических функций крымских студентов разного пола // Материалы 13-й Международной научной конференции "Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии" 3-5 июля 2018 г. – Суздаль, 2018. – С. 397-401.

5. Кобышева Н.В., Клюева М.В. Современные проблемы медицинской климатологии // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2016. – №. 581. – С. 103-115.

6. Рубинштейн С.Я. Экспериментальные методики патопсихологии. – М.: ЗАО Изд-во ЭКСМО-Пресс, 1999. – 448 с.

7. Цепко О.А., Иванова Н.Л. Влияние факторов погоды на психические функции студентов в экстремальных условиях // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – №. 4. – С. 103–106.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

А.И. Зарытовская
zairasag@yandex.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Изменение климата на планете Земля, выявленное многими учеными на основе исследований и наблюдений, носит негативный характер. Об этом свидетельствуют статистические показатели роста опасных природных явлений, происходящих в атмосфере, гидросфере и литосфере, таких, как засухи, наводнения, тайфуны, повышение уровня морей и океанов, смещение границ зон растительности в высоких широтах Северного полушария. Устойчивая тенденция повышения приземной температуры воздуха, глобальное потепление вызвали стремительное таяние льда в Арктике. По данным спутникового исследования, про-

веденного учеными НАСА и сотрудниками Университета штата Вашингтон, площадь ледяного покрова Арктики в период с 2003 по 2008 год уменьшилась на 42% [1].

На Международном Арктическом форуме, проходившем в Санкт – Петербурге 9-10 апреля 2019 года Президентом Российской Федерации (РФ) было озвучено четырехкратное превышение потепления климата в Арктике по сравнению со всей остальной поверхностью Земли. Российская часть Арктики занимает окраины материка Евразии, ограниченных с юга Северным полярным кругом (66,33 градуса северной широты) и прилегающую к побережью России акваторию Северного Ледовитого и Тихого океанов со всеми их островами. Здесь происходит и таяние вечной мерзлоты.

Климат всей европейской части страны, где расположен Центрально – Черноземный экономический район (ЦЧЭР), в который входят пять областей – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская, находится под влиянием не только воздушных масс умеренных широт, тропического, но и арктического воздуха. Он проникает сюда чаще всего весной и осенью, что вызывает поздние весенние и ранние осенние похолодания, а летом, прогреваясь, засухи. Особенностью климата ЦЧЭР является неустойчивость увлажнения. Колебания годовой суммы осадков, например, в Воронеже при средней многолетней величине, равной 521 мм, максимум составляет 790 мм, минимум – 260 мм. По степени увлажнения Воронеж словно перемещается то в зону смешанных лесов во влажные годы, то в зону полупустынь в сухие годы. Примерно один год из трех в ЦЧЭР бывает засушливым. Засухи, как правило, сопровождаются суховеями – горячими и сухими, очень сильными ветрами, вызывающими над распаханными полями пыльные бури – одно из самых грозных явлений степной природы (юг ЦЧЭР) и гибель урожая [6].

По оценкам ученых, потепление климата в ближайшие десятилетия в регионах с неустойчивым увлажнением (ЦЧЭР относится к таким регионам) увеличит их сухость, деградацию земель, приведет к снижению их продуктивности, следовательно, окажет наибольшее влияние на такую отрасль экономики, как сельское хозяйство. Последнее является центральным звеном, основой и базой развития агропромышленного комплекса (АПК). Именно через сельское хозяйство сказывается влияние климата на АПК. Все другие его многочисленные отрасли, входящие в состав данного комплекса и связанные с продвижением произведенной в сельском хозяйстве продукции вплоть до потребителя, в значительно меньшей степени подвержены влиянию природного фактора.

В то же время, существует и такой оптимистичный прогноз: повышение средней температуры Северного полушария хотя бы на один градус приведет к увеличению в целом количества осадков; в лесостепных зонах дождей будет больше, ближе к экватору, наоборот, станет суше, усилится опустынивание (в нашей стране это может коснуться низовьев Волги и побережья Каспийского моря). В ЦЧЭР лесостепная зона занимает большую часть территории региона. Она состоит из подзон типичной, северной и южной лесостепи; лишь юг Воронежской области относится к степной зоне Среднерусской провинции – Богучарский правобережный и Южно – Калачский левобережный физико – географический районы [5].

ЦЧЭР является одной из главных продовольственных баз страны. Имеющиеся здесь агроклиматические ресурсы обеспечили получение в 2017 году хозяйствами всех категорий 14,9% продукции сельского хозяйства РФ, в том числе 14,8% продукции растениеводства и 15,1% продукции животноводства. При этом, доля района в численности населения страны составляет 4,8%, а в площади сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения) - 6,0% (здесь и ниже расчетные и абсолютные показатели приводятся по данным Росстата [4]. В 2018 году в ЦЧЭР было произведено 16,0% валовой продукции сельского хозяйства страны и 16,8% валового сбора зерна (в весе после доработки). Зерновые культуры – продовольственные и фуражные влияют на уровень развития всего сельского хозяйства, поскольку обеспечивают население ценнейшими продуктами питания, а животных – кормами. Самым благоприятным годом для зернового хозяйства страны и района оказался 2017, когда был получен рекордный урожай, составивший соответственно 135,5 и 21,6 млн. тонн зерна. Поэтому сопоставим эти показатели с 2010 годом, который был экс-

тремальным по высоким летним температурам, что позволит хотя бы приблизительно оценить влияние потепления климата на главную отрасль сельского хозяйства. Валовой сбор зерна в ЦЧЭР составил в 2010 году 5552,2 тыс. тонн, что в 3,9 раза меньше 2017 года. В РФ он был равен 61,0 млн. тонн, что в 2,2 раза ниже 2017 года. Разница несколько сглажена, чем в районе; это объясняется огромной территорией страны, характеризующейся большим разнообразием климатических ресурсов.

Важнейшими техническими культурами, возделываемыми в ЦЧЭР, являются сахарная свекла и подсолнечник. В 2017 году здесь было произведено 25184,5 тыс. тонн сахарной свеклы или 48,5% от валового сбора страны. По сравнению с 2010 годом отличие составляет 2,8 раза, в РФ – 2,3 раза. Валовой сбор семян подсолнечника достигал в ЦЧЭР в 2017 году 2261,5 тыс. тонн, или 21,6% общероссийского производства. По отношению к 2010 году это в 2,2 раза больше, в РФ – разница равна 2,1 раза. Все это обусловливалось очень низкой урожайностью и других сельскохозяйственных культур в 2010 году, что не могло не отразиться на развитии животноводства, основанном преимущественно на полевом кормопроизводстве, а скотоводства и овцеводства частично на сенокосных и пастбищных угодьях.

Скотоводство (разведение крупного рогатого скота (КРС) относится к числу наиболее трудоемких и капиталоемких отраслей животноводства. Оно начало испытывать кризис в конце 1980 – х годов, но обвальное падение поголовья животных в ЦЧЭР и в стране в целом произошло в 1990 – е годы в результате реорганизации колхозно – совхозной системы хозяйствования и перехода на рыночные отношения. В 1990 году в ЦЧЭР насчитывалось 4827 тыс. голов КРС, в 2017 году – 1063,5 тыс. голов. Тяжелейшим был 2010 год, после которого сокращение поголовья и в районе и в стране продолжилось. Следовательно, это не было напрямую связано с потеплением климата, а обусловливалось экономическими и организационными факторами; то же касается и овцеводства. В 1990 году поголовье овец и коз в ЦЧЭР составляло 3737 тыс., а в 2017 году – 620,6 тыс. голов, но по сравнению с 2010 годом оно существенно увеличилось и продолжает расти. Овцеводство вполне может успешно развиваться в условиях более засушливого и теплого климата.

Наилучшими показателями в своем развитии в ЦЧЭР характеризуются такие скороспелые отрасли животноводства, как птицеводство и свиноводство. Их поголовье, например, свиней начало интенсивно расти после 2005 года. Благодаря этому, район занимает высокие позиции в производстве мяса; в 2017 году здесь было произведено 2651,5 тыс. тонн скота и птицы на убой (в убойном весе) в хозяйствах всех категорий, что составило 25,7% общероссийского производства. Доля района в производстве молока составляет лишь 7,5%, что связано с сокращением поголовья коров с 1751 тыс. голов в 1990 году, до 412,4 тыс. голов в 2017 году. Положительно, что при этом существенно выросла продуктивность животных (надой молока на одну корову), что позволяет производить молока на душу населения в ЦЧЭР существенно больше, чем в среднем по РФ. Эти показатели были равны в 2018 году соответственно 319 кг и 208 кг. Но это ниже рекомендуемых норм потребления молока в год.

Потепление климата требует уже в настоящее время осуществления ряда мероприятий, противостоящих этому. Для смягчения жары и засушливых явлений учеными и практикой накоплен бесценный опыт в области агролесомелиоративной науки и защитного лесоразведения. Началом этому послужили работы «Особой экспедиции Лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России» под руководством В.В. Докучаева (1892-1898 годы). В 1892 году в Каменной степи, ныне это Таловский муниципальный район, Воронежской области, где продолжаются начатые 137 лет назад В.В. Докучаевым работы по формированию агроландшафтов, создается лесной питомник, а с 1893 года начинается закладка первых лесных полос, облесение прудов и ранее обезлесенных балок. Здесь в течение многих десятилетий функционирует Научно – исследовательский институт сельского хозяйства Центрально – Черноземной полосы им. В.В. Докучаева. Лесные полосы, а также искусственные водохранилища, создаваемые в естественных ложбинах и балках путем задержания снеговых и дождевых вод, должны были выполнять противоэрозионные, водоохранные,

климатоулучшающие, природоохранные функции. Их формирование В.В. Докучаев видел «…в улучшении естественных условий земледелия с упорядочением водного хозяйства в степной полосе России посредством разного рода облесительных и обводнительных работ» [2]. Результативность создания лесоаграрных ландшафтов подтверждается многочисленными научными исследованиями. Установлено, что средняя урожайность сельскохозяйственных культур под защитой лесных полос в целом выше, чем на незащищенных полях, для зерновых культур – на 20%, технических – 25% и кормовых – 30 – 40%. Поэтому еще несколько десятилетий назад учеными и специалистами была определена потребность иметь в России 14 млн. га защитных насаждений разного целевого назначения. Из них имеется пока только 1/5 часть – около 3 млн. га [3].

В ЦЧЭР площадь земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса, составляла в 2017 году 1648 тыс. га, из нее покрытая лесом – 1468 тыс. га. Лесистость территории района - 8,7%. Наиболее высокий этот показатель в Тамбовской области (10,5%), ниже среднего уровня он в Воронежской, Курской и Липецкой областях [4]. В 16 веке лесистость в современных границах ЦЧЭР достигала 40 – 50%; лишь на территории Воронежской и Белгородской областей она не превышала 35% [3]. Это положительно влияло на климат, состояние водных ресурсов. Постепенно лесопокрытая площадь в районе увеличивается, но очень медленно, поэтому необходимо ускорить этот процесс.

Неблагоприятные климатические явления в развитии сельского хозяйства можно смягчать путем более широкого использования достижений науки и техники в развитии отрасли, применения новых технологий, в том числе биотехнологий, основанных на выведении высокоурожайных засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, защищенных от вредителей и болезней, выведения высокопродуктивных пород скота и птицы. Важное значение имеет адаптивное размещение посевов сельскохозяйственных культур с учетом требований каждой из них к имеющимся агроклиматическим ресурсам. При потеплении климата в ЦЧЭР предпочтительно было бы увеличить в структуре зерновых культур площадь посевов озимой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы на зерно, проса, сорго (джигара), а среди технических культур таких масличных, как яровой рапс (кольза), соя и горчица. Это позволит снизить чрезмерную концентрацию посевов подсолнечника, особенно на территории Воронежской области, истощающую почвы.

Устойчивость развития сельского хозяйства находится в тесной зависимости от состояния почвенного покрова, степени плодородия сельскохозяйственных угодий. Его сохранение и наращивание обеспечивается внесением такого количества минеральных и органических удобрений, которое восполняет уносимые с урожаем сельскохозяйственных культур – азот, фосфор и калий. В 2017 году на каждый гектар посева сельскохозяйственных культур вносилось от 85,5 кг минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ) в Воронежской области (самый низкий показатель) до 150,9 кг в Курской области (самый высокий показатель). Но и последний намного уступает его величинам в высокоразвитых странах Запада. Количество вносимых на поля ЦЧЭР органических удобрений также много ниже необходимых норм. В 2017 году их вносилось на каждый гектар посева сельскохозяйственных культур 0,2 т в Тамбовской области, 0,2 т в Курской области, 2,2 т в Липецкой области, 3,1 т в Воронежской области. Лишь в Белгородской области его величина составила 8,4 т, что очень важно не только для поддержания плодородия почв, но и его увеличения. В настоящее время, тем более в будущем нельзя заниматься сельским хозяйством без использования научно – обоснованных систем земледелия, со строгим чередованием в севооборотах возделываемых культур, пара, без учета такого их подбора и размещения, которое защищало бы почвы от истощения, от эрозионных процессов, ведущих к потере плодородия.

Конечные результаты работы АПК определяются не только состоянием сельского хозяйства, хотя оно оказывает подавляющее влияние. Однако, как известно, сельское хозяйство находится в большой зависимости от многих других отраслей народного хозяйства, которые обеспечивают его необходимыми средствами производства, способствуют сохра-

нению выращенного урожая и полученной животноводческой продукции путем переработки, применения эффективных способов хранения и реализации готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов К.В. Арктические горизонты стратегии России: современная динамика / К.В. Воронов // Мировая экономика и международные отношения. – 2010. – № 9. – С. 54-65.
2. Каменная степь: лесоаграрные ландшафты / Ф.Н. Мильков, А.И. Нестеров. – Воронеж: Изд- во ВГУ, 1992. – 224 с.
3. Корни и крона Шатиловского эксперимента. Сборник. Материалы научно – практической конференции к 100-летию Шатиловской и 75-летию Новосильской зональных опытных станций. – Орел: Изд-во Орловской государственной телерадиовещательной компании, 1996. – 464 с.
4. Крупко А.Э. Продовольственный комплекс ЦЧР: Динамика, проблемы, перспективы и территориальные аспекты развития: монография / А.Э. Крупко, А.И. Зарытовская. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2014. – 312 с.
5. Регионы России. Социально- экономические показатели. 2018: Стат. Сб. / Росстат. – М., 2018. – 1162 с.
6. Советский Союз. Географическое описание в 22-х томах. Центральная Россия. – М.: «Мысль», 1971. – 907 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОРОДНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ПОЛЕЙ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

А.В. Звягинцева
zvygincevaav@mail.ru

Воронежский государственный технический университет, г.Воронеж, Россия

В континуальном приближении каждому структурному несовершенству можно поставить в соответствие упругую модель [1, 2]. Это позволит использовать хорошо разработанные методы математической физики для решения диффузионных задач с учетом полей внутренних напряжений.

В настоящей работе при описании диффузии водорода в металлах с примесными ловушками (дефектами) используется следующий подход, более подробно в [1, 2]. При описании диффузионных процессов в металлах, полученных электрохимическим способом и образующих, например, такой систему как Ni–B–H, бор представляется, как примесная ловушка малого атомного радиуса [2, 3]. Включение атома бора в никель электрохимическим методом обуславливает структурные изменения в металле и, как следствие, - возникновение структурных ловушек.

Диффузия атомов водорода через цилиндрическую оболочку с примесными ловушками описывается нестационарным уравнением при соответствующих начальном и граничном условиях. Упрощённая математическая модель позволяет получить приемлемые аналитические соотношения при переходе от свободной диффузии атомов водорода к диффузионному процессу с образованием и распадом неподвижных комплексов, например, таких, как никель-бор-водород. Диффузия атомов водорода через цилиндрическую оболочку с примесными ловушками (дефектами) при соответствующих начальном и граничном условиях описывается нестационарным уравнением [2]:

$$\frac{1}{D}\frac{\partial c}{\partial t} = \Delta c - \alpha K_1 (1 - K_2) c_1 c \,,\ r_0 < r < R, \qquad (1)$$

$$c(r, 0) = c_0,\ c(r_0,t) = 0,\ c(R, t) = 0$$

где D – коэффициент диффузии атомов водорода, c_1 – доля примесей замещения малого атомного радиуса (примесных ловушек) по отношению к атомам основного металла, r_0 и R – внутренний и внешний радиусы цилиндрической оболочки, c_0 – исходная концентрация атомов водорода с в момент $t = 0$, α – коэффициент эффективности образования комплексов, K_1 и K_2– коэффициенты для характеристики вероятности образования и распада комплексов, определяемые множителями:

$$exp\left(-\frac{E_d}{kT}\right) \text{ и } exp\left(-\frac{E_t}{kT}\right), \quad (2)$$

где E_d и E_t - энергии активации атома водорода, соответственно, для свободной диффузии и в дефекте.

Решение уравнения для концентрации атомов водорода находим в виде:

$$c(r,t) = \varphi(r,t)exp\left[-K_1\alpha(1-K_2)Dc_1t\right], \quad (3)$$

Решение соответствующей задачи при наличии примесных ловушек сводится к введению экспоненциального множителя:

$$exp\left[-K_1\alpha(1-K_2)Dc_1t\right] \quad (4)$$

В общем случае выражение (3) определяет отношение концентрации атомов водорода в среде с ловушками $c(r, t)$ к подобной величине при свободной диффузии $\varphi(r, t)$:

$$\frac{c(r,t)}{\varphi(r,t)} = exp\left[-K_1\alpha(1-K_2)Dc_1t\right]. \quad (5)$$

Если $K_1 = 0$ (комплексы не образуются), то $\frac{c(r,t)}{\varphi(r,t)} = 1$. Для $K_2 = 1$ (комплексы моментально распадаются) получаем зависимость, показывающую, что атомы водорода не задерживаются в ловушках. При других условиях ($K_1 \neq 0$ и $K_2 \neq 1$) замедление диффузионной кинетики зависит от доли ловушек c_1, коэффициента диффузии атомов водорода и времени (D, c_1, t).

Таким образом, структурные и примесные ловушки уменьшают водородную проницаемость металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Н.М., Звягинцева А.В. Математическое моделирование водородной проницаемости металлов. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2012. – 247 с.

2. Звягинцева А.В. Структурные и примесные ловушки для точечных дефектов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 180 с.

3. Fakioglu E., Yurum Y., Veziroglu T. A review of hydrogen systems based on boron and its compounds. Int. J. Hydrogen Energy, 29. – 2004. – Pp. 1371-1376.

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.В. Звягинцева, Ю.Н. Шалимов
zvygincevaav@mail.ru, shalimov_yn@mail.ru

Воронежский государственный технический университет, г.Воронеж, Россия

Работа связана с возможностью хранения водорода в электролитических металлах и сплавах, полученных из электролитов на основе хрома и никеля. Экспериментальными результатами установлено, что в электролитах хромирования временная релаксация на 1-1,5 порядка превосходит временную релаксацию в электролитах никелирования. В работах Постникова В.С. [1] было установлено, что временная релаксация в электролите

сульфата никеля (0,5 M $NiSO_4$) лежит в диапазоне ~10-4 сек, а в электролите хромирования на основе $Cr_2(SO_4)_3$ ~10-2 сек.

Сложность исследования процесса заключается в том, что на катоде при формировании металлогидридов в качестве элементов накопления водородного топлива, именно эти элементы дают возможность аккумулировать водород в количествах необходимых для практического использования в системах хранения водорода. Основная сложность этих систем состоит в том, что на катоде протекают параллельные реакции, в результате одной из них образуется структура металлической фазы с одновременным протеканием процесса образования атома водорода, именно для электролитических металлов и сплавов. Нами установлено [2], что вероятность образования металлогидридов осуществляется по дефектам структуры, а их формирование в свою очередь является основной задачей определяющей емкость водородного накопителя. Итак, время релаксации фактически будет зависеть от суммарного времени элементарного акта и в общем случае можно сказать, что при преобразовании металлической фазы на катоде длительность процесса будет зависеть от устойчивости комплексного соединения того или иного элемента в электролите. С другой стороны, зависит от вероятности протекания реакции образования гидрида при атомной структуре металла со свободным атомом водорода. Итак, первая задача, которая обуславливает объем емкости по водороду, состоит в формировании дефектов в структуре металлов, в качестве дефектов могут выступать границы зерен, выход дислокаций на поверхность, участки электрода с различной степенью механических напряжений, например за счет воздействия ультразвукового поля большей интенсивности на поверхности электрода. В условиях кавитации высокие давления в системе или разряжения возникают механические напряжения, которые играют роль дефектов структуры. Вторая задача, которая стоит перед исследователями это определение устойчивости дефектов при воздействии определенной температуры во время температурного разложения металлогидрида и хотя температуры разложения гидридов Ni и Cr близки ~150 ^oC (за счет разрыва водородной связи Ni-H и Cr-H). Поэтому вопрос экстракции водорода является важным при изучении возможности использования накопителя в циклическом режиме: заряд – разряд. Режим зарядки осуществляется в водном растворе электролита при разрядке катиона гидроксония H_3O^+ при его предварительной дегидратации в зоне двойного электрического слоя по схеме:

$$H_3O^+ - H_2O = H^+$$

и последующего восстановления до атома водорода:

$$H^+ + \hat{e} = H^o$$

в структуре металлической фазы при присоединении к нему электрона с дальнейшим образованием гидрида:

$$Me^o + H^o = MeH.$$

Определить количество образующегося гидрида металла удается только опытным путем, ибо, кроме реакции образования металлогидрида протекает реакция образования молекулярного водорода:

$$H^o\uparrow + \downarrow H^o = H\uparrow\downarrow H.$$

Количество образующегося молекулярного водорода зависит от целого ряда факторов, одним из которых - это выход по току водорода, который можно определить экспериментально, что касается специфики устойчивости определенных комплексов, то по результатам наших исследований [3] было установлено, что устойчивость комплексов Cr(III) превосходит устойчивость комплексов Ni(II).

Таким образом, временная релаксация в электрохимических системах определяется в основном устойчивостью комплексных соединений металлов, но также необходимо учитывать время релаксации второго компонента водорода. Однако, как правило, в рассматриваемых электролитах время релаксации определяется элементарным актом для катиона металла Me^{n+}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постников В.С. Внутренне трение в металлах. 2-е изд. – М.: Металлургия, 1974. – 352 с.

2. Zvyagintseva, A.V. On the Stability of Defects in the Structure of Electrochemical Coatings / A.V. Zvyagintseva, Yu.N. Shalimov // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2014. – Vol. 50. – No. 6. – PP. 466–477.

3. Фаличева А.И., Бурдыкина Р.И. Электроосаждение хромовых покрытий из электролитов, содержащих соединения трехвалентного хрома // Гальванотехника и обработка поверхности. – 1997. – Т. 5, № 1. – С. 15-16.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ: ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

С.А. Куролап
skurolap@mail.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Современные климатические изменения - важный экологический фактор, влияющий на многие природные и социальные процессы, в том числе и на общественное здоровье [8]. Наиболее вероятный сценарий климатических изменений в Центральном Черноземье (ЦЧР) на ближайшие десятилетия связан с ростом среднегодовой температуры воздуха на фоне возрастания частоты и продолжительности аномально жаркой погоды в летний период. Устойчивый характер этих тенденций допускается многими профессиональными климатологами, что убеждает в достоверности сценариев глобального потепления в планетарном масштабе и регионального потепления на территории ЦЧР.

На фоне роста температурного фона в летний период, вероятно, снизится природно-ресурсный потенциал южного сектора региона (большая часть Белгородской и Воронежской областей). Аномальный рост летней температуры резко повысит пожароопасность и горимость лесов, что станет фактором чрезвычайной опасности не только для региональных систем природопользования, но и для хозяйства, а также всего населения в целом. В уязвимом положении могут оказаться южные урбанизированные зоны, прежде всего, Белгородская, Россошанская, которые и сейчас находятся в ситуации остродефицитного водохозяйственного баланса. Увеличится площадь «рискованного» (неустойчивого) земледелия при недостаточном увлажнении, что может вызвать напряжение в обеспечении продовольственной безопасности региона.

На фоне указанных климатических изменений могут обостриться некоторые эколого-медицинские проблемы и, прежде всего, возрастёт риск дополнительной заболеваемости и преждевременной смертности населения от болезней, имеющих климатическую обусловленность.

Рассмотрим с этой позиции возможные тенденции динамики медико-географической ситуации на примере базовой Воронежской области. Следует отметить, что по данным Б.Б. Прохорова [7] на территории Центрального Черноземья в целом сложился вполне благоприятный рейтинг общественного здоровья в сравнении с другими, более северными и восточными регионами России: общая заболеваемость и смертность населения устойчиво ниже среднероссийских показателей, чему способствует вполне комфортный климат. Ухудшение состояния здоровья населения может быть обусловлено, прежде всего, ростом аномально жарких дней (со среднесуточной температурой воздуха более $+30^0$C), что наглядно подтвердило лето 2010 г. [5]. При сохранении подобной тенденции наиболее реальный неблагоприятный прогноз состояния здоровья населения Центрального Черноземья может проявиться в двух основных аспектах.

1. Увеличение заболеваемости болезнями системы кровообращения и рост преждевременной смертности населения на территории урбанизированных регионов. Известно, что высокая температура окружающей среды является непосредственной причиной гипертермических состояний с последующим нарушением водно-солевого гомеостаза, обезвоживанием организма, сгущением крови, усилением коронарного кровотока и перегрузкой правых отделов сердца, а также расстройством деятельности других основных органов и систем организма. В периоды волн продолжительной жары (как и длительного холода) адаптационный ресурс организма испытывает напряжение, которое проявляется в обострении многих хронических заболеваний и, прежде всего, сосудистой, респираторной, эндокринной патологии. Причем, в дни увеличения температуры ухудшаются условия рассеивания примесей и растет загрязнение атмосферы за счет избытка взвешенных веществ и повышенных концентраций других поллютантов, что служит дополнительным фактором риска для здоровья населения.

Так, ранее проведенные на примере г.Воронежа комплексные эколого-гигиенические исследования показали, что в теплый период в воздушном бассейне города содержание большинства загрязняющих веществ значительно повышается в сравнении с холодным периодом [4]. Это связано как с сезонным ухудшением рассеивающей способности атмосферы, так и с увеличением автотранспортных единиц на улицах города. Средние концентрации азота диоксида, фенола, формальдегида, пыли вблизи крупных автомагистралей и в промышленных микрорайонах повышаются в среднем на 20 – 25%, достигая в отдельные дни 1,5 – 2,5 ПДК.

Широко известно ухудшение санитарно-эпидемиологической ситуации по загрязнению атмосферы в летний сезон летом 2010г. на фоне продолжительной аномально жаркой погоды в июле-августе и чрезвычайной ситуации, связанной с лесными пожарами. Так, по данным Управления Роспотребнадзора по Воронежской области в июле 2010 г. относительно аналогичного месяца 2009 г. произошло увеличение среднемесячных разовых концентраций углерода оксида в 5,2 раза; азота диоксида – в 1,5 раза; формальдегида – в 19,6 раза; взвешенных веществ – в 2,5 раза; сажи – в 3,5 раза; в августе: углерода оксида – в 2,3 раза; азота диоксида – в 1,4 раза; формальдегида – в 1,8 раза; взвешенных веществ – в 1,2 раза. Отмечены достоверные и существенные корреляции между показателями смертности, госпитализации населения по поводу болезней органов дыхания, системы кровообращения и концентрациями этих ингредиентов в атмосфере, а также температурой воздуха в пожароопасный период июля-августа 2010 г. (с лагом 1 – 3 дня), составившие от +0,30 до +0,70 [1].

Опасность таких тенденций определяется тем, что ведущими причинами смертности населения ЦЧР являются болезни системы кровообращения, удельный вес которых в структуре общей смертности составляет около 60%. По данным информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Воронежской области за последние 20 лет (1998-2017) зарегистрирован рост общей заболеваемости населения по области на 39,6% среди взрослого населения и на 27,2 % среди детского населения. Самые высокие темпы прироста заболеваемости населения отмечаются по болезням системы кровообращения (в 1,6 раз среди взрослого населения и в 2,26 раз - среди детей), нервной системы (примерно в 1,5 раза среди взрослого и детского населения).

Безусловно, нет оснований говорить о прямой зависимости болезней системы кровообращения и других патологий от термических условий (для этого нужны экспериментально подтвержденные данные), однако, статистический анализ показывает достоверную корреляцию между рядом критериев заболеваемости и термическим фоном в течение 20-летнего периода. Для города Воронежа результаты временного корреляционного анализа приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что зимние температуры практически не оказывают влияния на заболеваемость населения, а наиболее значимы температурные условия летнего периода, особенно августа месяца, который служит своеобразным индикатором повышения за-

болеваемости населения по болезням системы кровообращения, нервной системы (которая включает скрытую сосудистую патологию), и как следствие - общей заболеваемости, прежде всего, взрослого населения.

Таблица 1. Статистические связи динамики температуры воздуха и заболеваемости населения города Воронежа в течение 1998-2017 гг. (коэффициенты линейной корреляции)

Средняя температура воздуха	Общая заболеваемость		Болезни системы кровообращения		Болезни нервной системы	
	взрослое население	детское население	взрослое население	детское население	взрослое население	детское население
Зима	0,01	0,05	0,12	0,07	0,12	0,06
Лето	0,19	-0,21	0,32	0,19	-0,15	0,40
Август	**0,56**	0,17	**0,48**	0,15	0,25	0,39
Год в целом	**0,56**	0,15	**0,59**	**0,44**	0,14	**0,48**

**) статистически достоверны коэффициенты корреляции ≥ |±0,44|.*

Регрессионная модель установленного достоверного статистического тренда в системе «температура воздуха - болезни системы кровообращения» показана на рисунке 1. Очевидно, именно летний зной, который часто бывает в конце июля и продолжается в августе может стать причиной повышенной госпитализации населения по поводу обострения хронических сердечно-сосудистых заболеваний. Степень взаимообусловленности составляет 36 %, это значит что примерно каждый 3-й случай патологии со стороны системы кровообращения может усугубляться термическим фактором. Достоверный рост патологии (выше среднемноголетнего) наблюдается, когда температурный фон превышает +7,9°С, видимо, за счет увеличения душных, жарких дней, ухудшающих микроклимат в городских поселениях и самочувствие людей пожилого возраста, так называемых «сердечников».

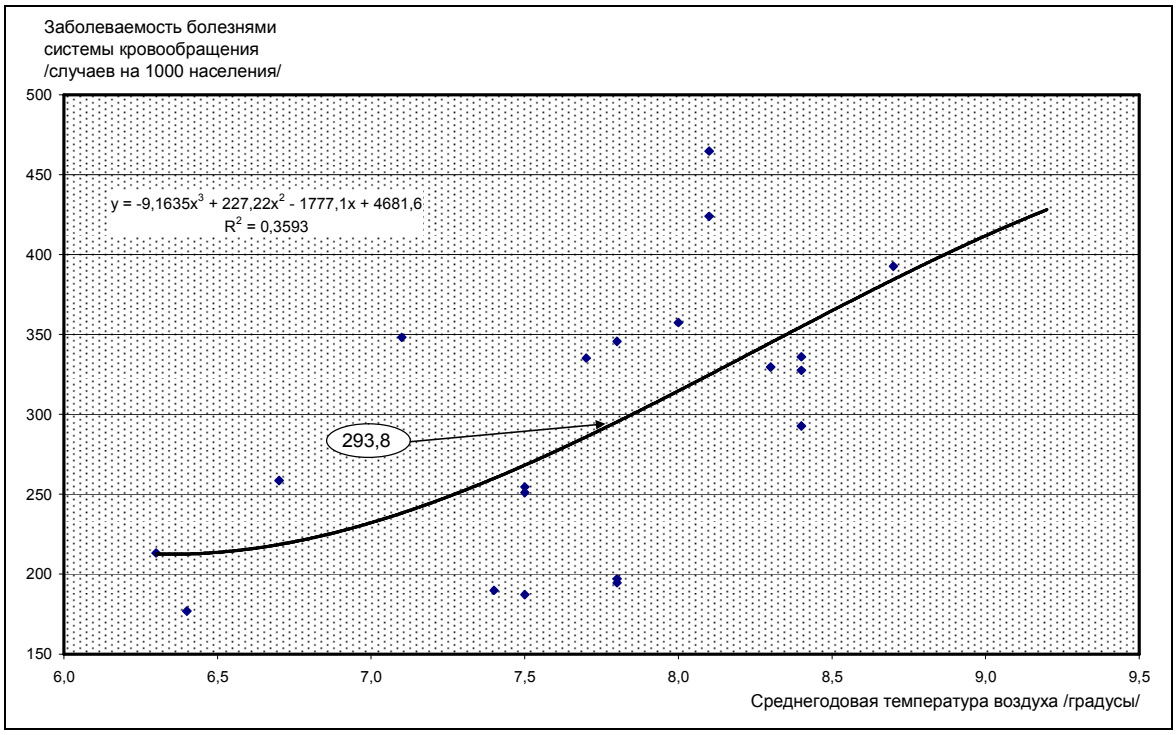


Рис.1. Зависимость динамики болезней системы кровообращения среди взрослого населения от среднегодовой температуры воздуха за 1998-2017 гг. (город Воронеж); 298,3 - средний многолетний уровень заболеваемости (число случаев на 1000 населения)

В случае потепления климата следует ожидать, что воздействие повышенных летних температур в первую очередь неблагоприятно скажется на более чувствительных контингентах – предрасположенных к сердечно-сосудистым заболеваниям и больных болезнями системы кровообращения. Особенно опасна жара в крупных городских поселениях при снижении комфортности микроклимата.

2. Возрастание риска заболеваемости населения инфекционными и паразитарными болезнями, обусловленными водным и трансмиссивным механизмами передачи возбудителя.

Потепление климата вызовет рост инфицированности, микробиологического и паразитологического загрязнения, рек, озер водохранилищ и прудов в условиях населенных мест региона. Это «запустит» механизм активизации очагов туляремии и лептоспироза, а также местных паразитарных инвазий (аскаридоз, токсокароз, описторхоз и др.), связанных с инфицированными продуктами питания и водой, возбудители которых резко увеличили выживаемость в городских водоемах в условиях совместного негативного воздействия потепления климата и урбанизации.

Изменение климата окажет влияние на активность многих природных очагов опасных инфекций через изменение условий существования и циклические колебания численности их носителей и переносчиков [6]. Для Воронежской области эта проблема особенно актуальна в отношении инфекций с трансмиссивным механизмом передачи возбудителя (передача через кровь при укусе человека членистоногими, насекомыми), к каким относится иксодовый клещевой боррелиоз /ИКБ или болезнь Лайма/ и лихорадка Западного Нила, ставшие проблемными в Воронежском регионе в начале XXI века [1, 2, 3].

Так, в последние годы отмечается очевидная нарастающая активность очагов ***клещевого боррелиоза*** на территории Воронежского региона, особенно в 2012-2018гг. Если в 2000-2010 гг. отмечалось ежегодно от от 4 до 37 случаев, то начиная с 2011 г. - от 43 до 109 случаев (за исключением 2014 г., когда отмечено 36 случаев; этот год отличался относительно прохладным месяцем июнем + 17,9^{0}С, что не способствовало высокой активности клещей). Потенциальная опасность связана с наличием различных видов клещей (Dermacentor reticulatus, Dermacentor marginatus, Ixodes ricinus). Известно, что длительный теплый период способствует расширению ареала и периода активности клещей. Увеличение периода высоких температур приводит к активизации клещей и росту заболеваемости ИКБ. Причем, в такие годы повышается и частота контактов населения с клещами в весенне-летний период при выездах в лес, на дачные участки и в сельскую местность. По официальным данным от укусов клещей только в Воронежской области страдают около 1400 – 1600 человек ежегодно. Корреляция заболеваемости ИКБ и среднегодовой температуры за 20-летний период составила +0,47, что подтверждает термически обусловленный характер этой болезни.

На фоне прогрессирующего летнего зноя в ЦЧР уже появились и могут активизировать свое распространение такие опасные болезни с вероятным летальным исходом, как, например, ***лихорадка Западного Нила (ЛЗН)***. В России ЛЗН активно циркулирует на территории Волгоградской, Астраханской областей и в Краснодарском крае, а основная роль в поддержании природных очагов среди позвоночных животных принадлежит птицам. Переносчиками вируса являются комары. В условиях аномально жаркой погоды летом 2010 г. впервые на территории Воронежской области зарегистрировано 27 случаев ЛЗН, а в 2011 г. – уже 50 случаев ЛЗН, в 2012 г. - 38 случаев. В последующие годы эта инфекция регистрируется спорадически (2 - 8 случаев ежегодно), однако, по мнению специалистов, на 1 клинический случай приходится около 100 бессимптомных, «стертых» форм инфекции, т.е. инфицированность может быть гораздо выше, что не исключает наличия заболеваний ЛЗН на территории ЦЧР в гораздо большем количестве случаев.

В условиях устойчивых климатических изменений возможна активизация и других природных очагов инфекций – ***геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС),*** вспышки которой связаны обычно с климатическими факторами, кормовой базой мышевидных грызунов, в основном рыжей полевки - основного носителя возбудителя

инфекции. Это отмечено ещё в 90-е годы прошлого столетия и подтверждается статистикой заболеваемости людей начала XXI века [1, 2, 3]. Так, «вспышечные годы» отмечались в 2002 г. (68 случаев), 2006-2007 гг. (52 и 154 случая соответственно), 2017 г. (31 случай). С температурным фоном прямой корреляции нет, однако, эти годы сближает следующая особенность : относительно теплая и сухая осень, умеренно холодная зима и достаточно теплый март, которые сформировали оптимальные условия для выживания и размножения мышевидных грызунов, создав тем самым предпосылки «взрывного» размножения и резкого повышения активности природных очагов ГЛПС.

Таким образом, в условиях вероятного потепления климата следует ожидать увеличения эпидемиологической опасности по большинству «клещевых», «комариных», водных инфекций и паразитарных инвазий (гельминтозов) на всей территории региона. При сохранении нынешних гидротермических тенденций вероятны как позитивные, так и негативные последствия глобальных и региональных климатических изменений. Безусловно, к положительным аспектам трансформации агроклиматических ресурсов в регионе следует отнести увеличение продолжительности безморозного периода и сокращение отопительного сезона, более комфортные условия для выращивания многих теплолюбивых культур, возрастание рекреационно-туристского потенциала основных туристских зон региона за счет развития водного, экологического и историко-культурного туризма, снижение сезонного увеличения смертности населения и уменьшение частоты ОРВИ в холодный период года, уменьшению частоты обострений бронхиальной астмы, болезней мочеполовой и костно-мышечной системы (артрозов, ревматизма суставов) в холодный период. Эффект негативных последствий ожидается сильнее за счет увеличения болезней системы кровообращения, общей заболеваемости и преждевременной смертности населения урбанизированных регионов, а также вследствие обострения эпидемиологической напряженности по большинству «клещевых», «комариных» и водных инфекций, что обусловливает создание системы специфической профилактики климатообусловленных заболеваний населения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 17-05-00569

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Воронежской области в 2010 году». – Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронеж. обл., 2011. – 183 с.

2. Доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии в Воронежской области в 2017 году. – Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронеж. обл., 2018. – 208 с.

3. Доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии в Воронежской области в 2018 году. – Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронеж. обл., 2019. – 199 с.

4. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.

5. Жара в Центральном Черноземье: последствия, причины, прогнозы / под ред. В.И. Федотова. – Воронеж: Центр.- Чернозем. кн. изд-во, 2012. – 222 с.

6. Малхазова С.М., Миронова В.А., Шартова Н.В. Прогноз влияния потепления XXI века на климатически обусловленные болезни // Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-Европейской равнины в условиях потепления XXI века. – М., 2008. – С. 243-271.

7. Прохоров Б.Б. Здоровье населения России в XX веке. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 276 с.

8. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 208 с.

РАЗВИТИЕ РАССТРОЙСТВ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА У ДЕТЕЙ КАК ОДНО ИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Ю. Латышев, Б.Э. Арно, В.К. Терзиев, Т.Х. Альмалики, А. Хатиб, В.К. Банабакова, Е.Д. Арабска, М.П. Георгиев
papa888@list.ru

Международная Мариинская Академия имени М.Д. Шаповаленко, г.Москва, Россия

Изменение климатических особенностей Воронежской области и Черноземного региона Российской Федерации в целом имеет значительное количество разнообразных проявлений и последствий. В данном случае мы намерены остановить внимание на такой одной из наиболее серьезных проблем современной педагогики, психологии и медицины, как расстройства аутистического спектра у детей. Современный перечень расстройств аутистического спектра включает в себя собственно аутистическое расстройство, синдром Аспергера, детское дезинтегративное расстройство, а также первазивное расстройство развития без дополнительных уточнений (PDD-NOS).

При всем том, что однозначного толкования причин данного расширяющегося общественного явления пока так никто и не предложил, тем не менее, предполагается наличие двух основных групп условий, которые существенно увеличивают предрасположенность детского организма к появлению расстройства аутистического спектра. В их числе наряду с генетическими предпосылками выступает также загрязнение окружающей среды. Мы склонны рассматривать последнее одновременно с двух позиций.

С одной стороны, загрязнение окружающей среды, в частности, избыточное попадание углекислоты и сероводорода в атмосферу Земли, уже само по себе способно создавать агрессивную среду для развития детского организма, и всевозможными путями препятствовать адекватному становлению его функционирования. С другой стороны, загрязнение окружающей среды, что общеизвестно, приводит к быстрому изменению климата за счёт так называемого «парникового эффекта», что, в свою очередь, также препятствует формированию механизмов адаптации хрупкого и чрезвычайно уязвимого организма ребенка к воздействию природных и техногенных факторов.

Применительно конкретно к Воронежской области, следует отметить наиболее вероятностные пагубные последствия изменения климата. Так, например, если Воронежское водохранилище перестанет замерзать, а кривая среднегодовой температуры последовательно будет подниматься вверх, то существенно возрастет процент содержания болезнетворных факторов в атмосфере города и области. Многочисленные испарения над водохранилищем могут включать в себя патогенные бактерии, вирусы, соединения тяжёлых металлов и другие составляющие, способные оказать негативное влияние на состояние детского организма.

В медицинской классификации болезней, 11-й пересмотр которой состоялся в 2018 году, упомянуто 8 подтипов расстройств аутистического спектра, 3 из которых определённо обусловлены нарушениями сферы интеллектуального развития человека. Соответственно, патогенные факторы, способствующие разрушению детского интеллекта или препятствующие своевременному и планомерному становлению интеллектуальных функций ребёнка, должны быть также нами рассмотрены.

Так, в сточных водах предприятий «Воронежсинтезкаучук», «Воронежшина», а также неисправных очистных сооружений, в частности, превышена предельно допустимая концентрация соединений меди. При потеплении климата объем и скорость испарений с водного зеркала Воронежского водохранилища площадью 70 км^2, а также рек Дон, Воронеж и др., также неминуемо возрастет. Это будет усиливать количество функциональных расстройств нервной системы, включая ухудшение памяти вследствие резкого прогрессирования атеросклероза сосудов головного мозга, возникновение депрессии и бессонницы, что создаст неблагоприятную среду для формирования детского интеллекта. Что же касается пагубного воздействия испарений различных соединений меди на физи-

ческое здоровье, включая желудочно-кишечный тракт, дыхательную, опорно-двигательную и иные системы организма, то потребуется констатация того факта, что для детского интеллектуального развития, помимо основных ранее упомянутых причин, также будет сформирован ненадлежащий фон со стороны физической природы.

Помимо медных отходов, в изобилии испаряющихся над акваторией водохранилища, одним из факторов, рекордно отрицательно воздействующих на детский (равно как и взрослый) организм, также следует назвать присутствие во взвеси окислов свинца. Следует помнить, что 204 миллиона кубометров воды в водохранилище создают пропорциональное количество испарений свинца, которое, как уже говорилось выше, существенно возрастет при потеплении климата в Воронежской области. Именно дыхательная система человека первой принимает на себя натиск свинцовых испарений. Наряду с пищеварительной системой органы дыхания являются своеобразными «воротами», откуда свинец попадает в кровь, вызывая угрозу отравления организма в целом. Будучи тяжёлым металлом, свинец методично накапливается в организме, и даже при малых дозах вдыхания представляет собой серьезную угрозу для жизни и здоровья – как ребёнка, так и взрослого человека. Причём, первой из многочисленных систем организма по причине отравления парами свинца страдает именно центральная нервная система. Так же, как и при отравлении соединениями меди, появляется бессонница. И, как следствие, для организма, не имеющего отдыха в достаточном количестве, возникает раздражительность, а также повышенная возбудимость. Ситуация усугубляется нарушениями деятельности головного и спинного мозга. Неврологические патологии сочетаются с психическими расстройствами. Если доза свинца, попавшего в организм, велика, а защитные ресурсы организма ослаблены, возникает высокая вероятность развития энцефалопатии. Уже предыдущая, десятая редакция международной классификации болезней включала в себя детский аутизм, обусловленный органическим заболеванием головного мозга (F84.01). Как известно, одним из них и является энцефалопатия.

Но к развитию энцефалопатии, равно как и иных органических заболеваний нервной системы, приводит вдыхание паров не только свинца, но и марганца. Более того, такое заболевание носит особое название марганцевой энцефалопатии. Учитывая, что в составе воды Воронежского водохранилища присутствуют также и разнообразные кислоты, следует помнить, что марганец активно взаимодействует с ними. То есть, в акватории водохранилища возможно появление вредных для организма человека веществ, которые в него никто не сливал, но возникающих вследствие окислительно-восстановительных реакций, происходящих на водном зеркале.

Безусловно, предпосылки для увеличения вероятности развития расстройств аутистического спектра у детей вследствие вдыхания испарений Воронежского водохранилища, а также дождевой воды и тающего снега на улицах населенных пунктов, это далеко не единственное возможное следствие безответственного отношения руководящих работников к своим обязанностям. Возможно, даже не самое часто встречающееся в продолжительном ряду иных следствий. Однако иные заболевания в данный момент не являются объектом рассмотрения в этой статье.

Также мы не рассмотрели здесь характер воздействия цинка, кадмия, хрома и других опасных для здоровья веществ, тоже представляющих серьезную угрозу для организма ребенка и взрослого, причём их опасность неминуемо возрастёт при потеплении климата.

В виду вышесказанного мы считаем своим долгом сделать ряд следующих выводов.

1. Возникновение расстройств аутистического спектра у детей прямо и косвенно связано с изменением климата на территории Воронежской области и черноземной зоны России. Увеличение объёма и скорости испарений ядовитых веществ с многокилометрового зеркала Воронежского водохранилища и крупных рек региона создает неблагоприятный фон для здоровья, как детей, так и взрослых, и РАС находится в их чрезвычайно продолжительном ряду.

2. Очевидно наличие в испаряющейся с акватории Воронежского водохранилища и иных водоёмов Воронежской области воды соединений меди, свинца, марганца, кадмия,

хрома, цинка и других металлов, а также веществ неметаллической природы. Данное обстоятельство будет одной из наиболее веских причин того, что потепление климата принесёт, прежде всего, вред, а не пользу.

3. Отсутствие или недостаточное наличие природоохранных мероприятий на территории Воронежской области может привести к существенному увеличению числа расстройств аутистического спектра, равно как и иных патологических состояний детей и взрослых в массовом порядке.

Авторы понимают, что приводимые здесь данные нуждаются в подтверждении со стороны многочисленных исследований, сопровождаться упоминанием концентрации веществ в единице массы воды и т.д. Но такие исследования уже имели место быть ранее. И сыграли надлежащую роль в формировании общественного мнения и профильной реакции специалистов по данному вопросу. Поскольку здесь решалась задача привлечь внимание читателя ещё к одному тонкому срезу проблематики, мы надеемся, что нам это удалось. В любом случае, мы выражаем полную готовность к продолжению дискуссии и необходимых исследований по указанному вопросу в компетентном научном сообществе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косова Е.В. Возможности прикладной психолингвистики в области описания расстройств аутистического спектра у детей / Е.В. Косова, М.В. Игнатова, Е.С. Захарова, О.Ю. Латышев // Психолингвистика и лексикография: сб. научных трудов: Науч. ред. А.В. Рудакова. – Воронеж: ООО "Издательство РИТМ", 2017. – Вып. 4. – С. 38-45.

2. Латышев О.Ю., Игнатова М.В, Захарова Е.С., Латышева П.А., Косова Е.В., Русанова В.С., Томляк Н.И., Фролова Л.Л., Черкасова И.В. Социальная и психолого-педагогическая реабилитация детей с расстройствами аутистического спектра / Germany, Saarbrucken, Palmarium Academic Publishing, 2018. – 115с.

3. Русанова В. С. Латышев О. Ю. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С РАС // Материалы II Всероссийской научной междисциплинарной конференции «Эволюционная и сравнительная психология в России: традиции и перспективы». – М.: МГОК, 21-22 декабря 2017 г.

4. Терзиев В.К., Латышев-Майский О.Ю. Гарантиране на социална защита в България // Сборник доклади от научна конференция «Актуални проблеми на сигурността». 26-27 октомври 2017 година. Том 5. Научно направление «Социални и правни аспекти на сигурността и отбраната». Велико Търново, 2017. – Издателски комплекс на НВУ «Васил Левски». ISSN 2367-7465. – С. 135-188.

5. Терзиев В.К., Латышев-Майский О.Ю. Оценка за мерктие на гарантиране на социална защита на уязвимите групи от населението в България // Сборник доклади от научна конференция «Актуални проблеми на сигурността». 26-27 октомври 2017 година. Том 5. Научно направление «Социални и правни аспекти на сигурността и отбраната». Велико Търново, 2017. – Издателски комплекс на НВУ «Васил Левски». ISSN 2367-7465. – С. 189-214.

6. Фролова Л. Л., Косова Е. В., Латышев О. Ю. ФГОС НОО ДЛЯ ДЕТЕЙ С РАС В КОНТЕКСТЕ ЛОГОПЕДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ // КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С ОВЗ В УСЛОВИЯХ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. Материалы III научной (национальной) конференции: Под ред. А.А. Михайлова. – 2017. – Издательство: Издательство Шуйского филиала ИвГУ. – 16-17 октября 2017 г. – С.173-175. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32320704 (Дата обращения 13.05.2019 г.).

7. Черкасова И. В., Томляк Н. И., Латышев О. Ю. Преодоление трудностей в инклюзивном образовании детей // Комплексная безопасность и реабилитация детей с овз в условиях инклюзивного образования: Мат-лы III научной (национальной) конференции. Под ред. А.А. Михайлова. – 2017. – Издательство: Издательство Шуйского филиала ИвГУ. – 16-17 октября 2017 г. – С. 177-180 (URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32320706; Дата обращения :13.05.2019 г.).

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РФ

О.Ю. Латышев, В.Н. Ильин, Л.Н. Макарова, В.А. Подкопаева, В.К. Терзиев, Б.Э. Арно, М. Луизетто, Х. Эдбэй, А. Барман
papa888@list.ru

Международная Мариинская Академия имени М.Д. Шаповаленко, г.Москва, Россия

Мы понимаем, что количество природных изменений в силу потепления климата возрастает с каждым днем, в различных частях света, приобретая и драматический характер. В виду этого преимущественная прерогатива изучения последствий изменения климата российского Черноземья принадлежит умудренным опытом ученым, а не детям и не юношеству, не имеющим для этого подавляющего большинства оснований. К тому же, соображения безопасности жизни и здоровья юных не позволяют нам допускать последних к большинству видов природоохранной и исследовательской деятельности. Страдала бы при этом в ряде аспектов и этическая сторона.

Однако и с учётом данной совокупности обстоятельств мы, тем не менее, сочли уместным обратиться к данной важной теме. Что же побудило наш исследовательский интернациональный коллектив рассмотреть эту проблематику ? С готовностью принимая во внимание данную последовательность разумных ограничений, мы, в то же время, испытываем необходимость в реализации воспитательных воздействий для становления личности учащихся и студентов. В силу данного обстоятельства мы считаем возможным поднимать здесь вопрос организации детско-юношеских экспедиций по изучению последствий изменения регионального климата Черноземной зоны РФ.

Нам представляется, что в условиях надлежащей предварительной подготовки учащиеся школ и воспитанники детских домов под контролем и при содействии ответственных лиц среди персонала учреждений способны совершать однодневные исследовательские экспедиции, материал которых будет помогать учёным в накоплении обширного фактологического материала в отношении положительных, а преимущественно – пагубных последствий изменения климата черноземной зоны России. Мы полагаем, что смогут принять в этом активное участие также и студенты-волонтеры из местных университетов, на что мы уже указывали ранее [2].

Какие же маркеры следует использовать детям и студентам вузов для определения, все ли визуально и аудиально доступные природные объекты находятся в пределах традиционных климатологических нормативов ? В первую очередь, учащиеся, воспитанники и студенты в рамках школьного курса зоологии и краеведения изучают сроки отлета перелётных птиц в более теплые климатические зоны и их возвращения в черноземную зону РФ. Ввиду этого есть возможность совершить однодневный поход в ближайший лес и услышать, увидеть, сфотографировать, а также снять на видео птиц, находящихся в лесу в этот момент. Затем выделить среди них перелетных птиц, и понять, соответствуют ли сроки их пребывания в черноземной зоне традиционным представлениям об этом ? Улетали ли они этой зимой куда-либо вообще ? Для того, чтобы это понять, следует совершить целую серию небольших, но регулярных походов в лес для подобных наблюдений. Кроме этого, можно провести международную проектно-исследовательскую работу с юными орнитологами из тех стран, на территории которых стаи перелётных птиц либо делают остановки в пути, либо остаются на зимовку. Какой информацией располагают сверстники ? Совокупность материала, накопленного в ходе таких экспедиций, следует передать представителем ближайшего вуза или НИИ.

Помимо этого, есть возможность пронаблюдать, когда набухают почки и распускаются цветы на деревьях, узнать из курса ботаники и краеведения, когда это должно быть традиционно, и сопоставить полученные данные, а результатами поделиться с мест-

ными учёными. Далее, тем детям и студентам, которые будут находиться в родной полосе во время летних каникул, следует обратить особое внимание на сроки и объем плодоношения травянистых растений, кустарников и деревьев. При изменении климата данные показатели также могут отличаться от традиционных.

Есть возможность также вступить в переписку с маститыми учёными, которые уважительно относятся к попыткам подрастающего поколения заботиться о происходящем в регионе их проживания и стране в целом. Несмотря на свою постоянную высокую занятость, учёные мужи смогут найти несколько минут для того чтобы продемонстрировать юным исследователем сильные и слабые стороны предпринятой ими деятельности, а также помогут усилить первые и минимизировать вторые.

В ходе воскресных коллективных прогулок в рамках мер надлежащей безопасности можно пронаблюдать с берегов рек, водохранилищ, озёр, прудов и других водоёмов, в какие дни на них начинается ледостав, и присутствует ли он в принципе ? Сопоставив сроки, соответствующие традиционному климату, со вновь полученными результатами наблюдений, необходимо сделать соответствующие выводы. Аналогичную процедуру целесообразно проделать во время ледохода.

Существует и немало других форм и методов наблюдения за природой, которые достаточно убедительно отражены в школьном курсе «Окружающий мир». Не говоря уже о полевой практике студентов. В особенности – биологических факультетов. Все они издавна имеют хорошо разработанную методологию, методику проведения, а также практический инструментарий, и не требуют никаких мимолётных вторжений с нашей стороны. Однако сам факт того, что и дети, и юношество может поучаствовать в проведении краткосрочных экспедиций по изучению последствий изменения климата в родном регионе, способен помочь представителям подрастающего поколения продемонстрировать свою растущую гражданскую зрелость, недвусмысленность позиции по отношению к родной стране, её проблемам. В том числе – и вызванным изменениями климатических особенностей.

Позвольте сформулировать следующие выводы из вышесказанного.

1. Несмотря на достаточно узкий спектр возможностей участия учащихся и студентов в краткосрочных экспедициях по изучению последствий изменения климата на территории Черноземной зоны РФ, тем не менее, мы считаем своим долгом признать, что и у подрастающего поколения есть возможность посильно участвовать в наблюдениях за меняющимся климатом родного региона.

2. Мы принимаем во внимание совокупность соображений безопасности, компетентности, общей целесообразности, и находим возможным точечное включение учащихся и студентов в наиболее безопасные краткосрочные мероприятия по изучению последствий изменения климата. И понимаем, что это способно существенно обогатить знания представителей подрастающего поколения о том, как меняется климат в их регионе, и какие маркеры свидетельствуют об этом наиболее красноречиво.

3. Приоритетным показателем эффективности участия детей и юношества в климатологических экспедициях следует признать не столько объём и качество полученных пригодных для научных целей данных, сколько предоставление возможности представителям подрастающего поколения продемонстрировать свою своевременно развившуюся гражданственность, социальную ответственность, стремление принести пользу своей малой родине.

Данные заметки по вопросу не являются ни первым прикосновением к затрагиваемой здесь злободневной теме, ни, тем более, единственным проявлением нашей заинтересованности в данном вопросе. Мы опираемся на многолетний межрегиональный опыт организации туристско-краеведческой деятельности учащихся школ, школ-интернатов для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, детских домов, вузов и иных образовательных учреждений. Изучению данного вопроса мы посвятили семь лет международной экспериментальной деятельности учреждений указанных типов, в том числе – находящихся на территории Воронежской области Черноземной зоны России. Ввиду это-

го мы готовы к научным и общественным дискуссиям по затрагиваемым здесь вопросам. Мы отдаем себе отчёт в том, что это способно привести к накоплению дополнительного ценного материала, в свою очередь, располагающего к дальнейшим исследованиям. Будем рады ответить на ваши вопросы, пожелания и замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Латышев О.Ю., Макарова Л.Н. взаимодействие воспитанников школы-интерната с учреждениями науки, культуры и образования // URL: Международный школьный научный вестник. – 2017. – № 2 – С. 182-184. URL: https://school-herald.ru/ru/article/view?id=211
https://www.researchgate.net/publication/316580655_VZAIMODEJSTVIE_VOSPITANNIKOV_SKOLY-INTERNATA_S_UCREZDENIAMI_NAUKI_KULTURY_I_OBRAZOVANIA.

2. Латышев О.Ю., Петрова Е.В. волонтёрство в туризме для воспитанников детского дома // Международный школьный научный вестник. – 2017. – № 2 – С. 185-186. URL: https://school-herald.ru/ru/article/view?id=212.
https://www.researchgate.net/publication/316580387_VOLONTERSTVO_V_TURIZME_DLA_VOSPITANNIKOV_DETSKOGO_DOMA.

3. Terziev, V., Latyshev, O., Georgiev, M. Building competencies for social work through continuing vocational training. // IJAEDU- International E-Journal of Advances in Education, International Organization Center of Academic Research, www.ocerint.org. – 2017. – N3-9. – P. 638-659.

4. Латышев О.Ю., Селиванова А.К. формирование партиципативной культуры команды преобразователей городского ландшафта // Открытый город: через вовлеченность - к изменениям Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2017. – С. 111-116. https://elibrary.ru/item.asp?id=29811957 .

5. Байер Е. А., Ильин В. Н., Латышев О. Ю. Партиципативная культура юных горожан как результат их туристско-краеведческой деятельности // Материалы Международного симпозиума «Проект «Уралмаш»: культурное будущее [пост]индустриальных городов», г. Екатеринбург, 1-3 июня 2017 года. – Екатеринбург, 2017.

6. Байер Е. А., Латышев О. Ю., Петрова Е. В. Защита исторических парков и других видов особо охраняемых природных территорий // Современная экология: образование, наука, практика: Материалы Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 4-6 октября 2017 г.) / Под общей редакцией проф. В.И. Федотова и проф. С.А. Куролапа. – Воронеж, 2017. – Т.2. – С. 214-218.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА РОССИИ И БОЛГАРИИ

О.Ю. Латышев, В.К. Терзиев, Э.В. Ковалев, В.К. Банабакова, Е.Д. Арабска, М.П. Георгиев
papa888@list.ru

Международная Мариинская Академия имени М.Д. Шаповаленко, г.Москва, Россия

Последствия изменений климата на территории России и Болгарии, на наш взгляд, необходимо подразделить и классифицировать. Главным образом - на позитивные и негативные последствия, непосредственно и опосредованно воздействующие на характер общественной жизни. Так, например, для социально незащищённых слоев населения данных стран [1] характерно использование относительно недорогой сельскохозяйственной продукции – как самостоятельно выращенной, так и приобретенной в ряду импортных поставок.

С одной стороны, при потеплении климата будет увеличиваться количество дней в году, когда плодово-ягодные и зеленные сельскохозяйственные культуры смогут полноценно развиваться, что следует отнести к числу позитивных факторов. Однако, одновременно с этим не исключено, что поражающие их грибки и насекомые освоят новые ареалы, которые ранее не были благоприятны для их развития. При этом преимущества увеличения продолжительности вегетации будут неизбежно уменьшены за счёт снижения урожайности.

Ранее существовавший на территории России и Болгарии климат не изобиловал такими перепадами погодных условий и их экстремальных проявлений, как это происходит сейчас. Следует предположить, что количество селевых потоков, смерчей, а также продолжительной засухи, неожиданно сменяющейся заморозками, может возрастать пропорционально масштабам нарастания климатических изменений. Проведение дорогостоящих мероприятий по ликвидации последствий неизбежно приведет к подорожанию продукции, что сделает её далеко не столь доступной широким слоям населения. Это же будет касаться и запасов воды – как питьевой, так и пригодной для ирригации. Что может привести к тотальному обнищанию большого количества населения азиатских стран.

Миграционные потоки из стран Юго-Восточной Азии будут направлены на Россию, а число эмигрантов из Китая существенно возрастёт. Но и в самой России их вряд ли будет ожидать благоприятная экологическая обстановка. Так, например, чернозёмная зона РФ, на которую сейчас возлагаются большие надежды в отношении сельского хозяйства, также будет лишена привычного количества воды.

Однако Россия и Болгария могут в известной мере избежать столь драматичных последствий изменения климата на планете – как вышеперечисленных, так и многих других, ничуть не менее опасных для всего живого. Для этого достаточно присоединиться к международному проекту CarbFix, который помогает не просто нейтрализовать углекислоту и сероводородный газ в атмосфере Земли, но и извлечь из этого ощутимую дополнительную пользу. Мы об этом уже неоднократно писали ранее [2, 3, 4]. Тогда проект успешно реализовался в Исландии, теперь же получил распространение в странах Ближнего Востока. Практика показала, что данный проект появился на свет в стране, где растворение углекислого газа и сероводорода в воде и их последующие реакции с кальцием, в изобилии содержащемся в базальтовых породах, может идти с наименьшей эффективностью. Причиной этому является холодный климат Исландии. Но и там, как показали эксперименты, в течение одного года превращению в камень подвергается порядка 85% газа. Соответственно, в России с её преимущественно более южными широтами этот процент может быть увеличен, а в Болгарии, расположенной ещё южнее – тем более.

Способен данный проект принести и косвенную пользу. Так, например, можно в значительной мере избежать проседания и последующего разрушения архитектурных сооружений, находящихся над выработками шахт. Для этого брошенные шахты заполняются водой, куда закачиваются газы, способные вызывать парниковый эффект. Образующийся при этом камень сначала существенно суживает просвет отработанных шахтных стволов, а затем и полностью его перекрывает. В результате чего под зданиями снова появляется приемлемая почва, препятствующая их разрушению. Таким образом, в условиях надлежащего уровня заинтересованности со стороны государств - таких, как, в данном случае, Исландия, Оман, Саудовская Аравия, Россия и Болгария, проблема катастрофического изменения климата может найти подобающее решение. А данный позитивный опыт может своевременно стать достоянием всех государств мира, что и позволит в дальнейшем полностью решить данную нарастающую проблему [5, 6].

Существуют и дополнительные пути предотвращения климатической катастрофы. Так, учитывая, что углекислый газ и сероводород придется сначала извлекать из атмосферы Земли, что далеко не так дешево, следует усилить контроль над их попаданием в атмосферу. Для этого необходимы ассигнования средств на разработку многоступенчатых циклов переработки отходов на промышленных предприятиях, дающих наибольший процент выбросов газа. Содержащиеся в нем вещества могут оказаться при этом бесцен-

ным сырьевым ресурсом, и принести жителям планеты разноплановую, ранее не предполагавшуюся пользу вместо ощутимого ныне вреда.

Сказанное выше побуждает нас сделать следующие выводы.:

1. Неконтролируемые выбросы в атмосферу Земли углекислого газа и сероводорода способны в чрезвычайно короткий период изменить климат планеты, что, в свою очередь, неизбежно дестабилизирует политическую, экономическую и экологическую обстановку в каждой стране мира.

2. Внедрение в практику государственного управления программ многоступенчатой переработки газов – источников формирования парникового эффекта – позволит сначала уменьшить пагубные последствия изменений климата, а затем и исключить их в принципе.

3. Существенное расширение зоны реализации таких проектов, как CarbFix, а также их последующих модификаций, позволит сначала нейтрализовать вред, наносимый выбрасываемыми в атмосферу газами, а затем и получить значительную пользу от правильного их использования.

Авторы данной статьи выказывают готовность к острой научной дискуссии, способной привести в дальнейшем к организации совместных исследований по избранной здесь теме. Поэтому мы будем весьма признательны Вам, наш глубокоуважаемый читатель, за любые замечания, пожелания и предложения по развитию исследований в данной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Latyshev O. Yu., Terziev V. K., Arabska E. D. Economics of knowledge as a factor of socialization of students of the university // Российская экономика знаний: вклад региональных исследователей сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Кемерово, 5-6 октября 2017 года) : в 2 ч. Ч. 2. Под общ. ред. Е.Е. Жернова. – Кемерово, КузГТУ, 2017. – С. 214-218.

2. Латышев О. Ю. Проблемы, перспективы и совершенствование управления персоналом ВУЗа // Современные проблемы, тенденции и перспективы социально-экономического развития / сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. Института экономики и управления СурГУ 10 ноября 2016 г. / отв. за вып. Е. В. Воронина ; Сургут. гос. ун-т. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. – С. 133-139.

3. Латышев О. Ю. Социально-психологическая адаптация студентов - выпускников интернатных учреждений // Социальная психология личности и акмеология: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – М.: Издательство «Перо», 2017. – Мбайт. / под редакцией Р. М. Шамионова (отв. ред.), М.А. Кленовой / [Электронное издание]. – С. 181-184.

4. Латышев О. Ю., Терзиев В. К., Арабска Е. Д. Научный механизм решения проблем инновационного развития университетов посредством экономической социализации студентов // Технологии XXI века: проблемы и перспективы развития / Сборник материалов Международная научно-практической конференции, г. Кемерово, Центр научного развития «Большая книга», 15 августа 2017 г. – С. 139-147.

5. Латышев О. Ю., Терзиев В. К., Арабска Е. Д., Банабакова В. К. Социально-экономическое положение незащищённых слоёв населения // Современные вызовы и реалии экономического развития России: материалы IV Международной научно-практической конференции / под ред. Л. И. Ушвицкого. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2017. – С. 174-176.

6. Латышев О. Ю. Социально-психологическая адаптация студентов - выпускников интернатных учреждений // Социальная психология личности и акмеология: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – М.: Издательство «Перо», 2017. – Мбайт / под редакцией Р. М. Шамионова (отв. ред.), М.А. Кленовой / [Электронное издание]. – С. 181-184.

О РЕЗУЛЬТАТАХ ЗИМНЕЙ СНЕГОМЕРНОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ» ЗИМОЙ 2019 ГОДА

О.П. Лукашова, М.А. Палехина, Д.С. Анисимов, Е.С. Дмитрова, В.А. Клещев, Д.Д. Попков, О.С. Сысоева, И.В. Шатохина
olga_lukashova@mail.ru

Курский государственный университет, Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г.Курск, Россия

Зима в Курской области самый холодный период годичного цикла развития природы. В данном случае мы рассматриваем период от образования устойчивого снежного покрова до прекращения устойчивых морозов и начала снеготаяния. Он в среднем длится с 5 декабря по 9 марта на севере и с 10 декабря по 5 марта на юге области. В этот период преобладает облачная слабо- и умеренно морозная погода, преимущественно с ветром. Условия зимнего сезона во многом определяют характер последующих. Большие морозы при маломощном снежном покрове - причина глубокого промерзания почвы. А это приводит к резкому уменьшению влагозарядки ее в весенний период, отрицательно сказывается на росте и развитии растении [1].

Зимняя снегомерная практика студентов позволяет сформировать основные предметные компетенции, предусмотренные ФГОС. Среди них: ПК-1 (овладение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств) и ПК-4 (готовность осуществлять получение оперативной гидрометеорологической информации и ее первичную обработку, обобщение архивных гидрометеорологических данных с использованием современных методов анализа и вычислительной техники).

Среди основных задач практики стали: 1) выполнение комплексных полевых метеорологических и снегомерных исследований на различных видах подстилающей поверхности (лиственный лес, степь, пашня); 2) определение для данных типов ландшафтных поверхностей следующих показателей средняя толщина снежного покрова с учетом средней толщины ледяной корки(h); средняя толщина ледяной корки (zк); степень покрытия маршрута снегом (Lm); степень покрытия маршрута ледяной коркой (Lk); средняя плотность снега (g);запас воды в снеге (снегозапас) (Qc); 3) на основе ландшафтных полевых исследований составление снежного профиля правобережья реки Тускарь.

Рис. 1. Районы снегомерных исследований на КБС ИГРАН

Рис. 2. Маршрут заложения профиля в правобережной зоне р. Тускарь

Местом выполнения работ стали: Курский биосферный стационар Института географии РАН (Медвенский район, п. Панино), районы наблюдений отмечены на рисунке 1,

и правобережье реки Тускарь в поселке Щетинка (Курский район) – отмечена линия маршрута на рисунке 2.

Результаты измерений получены на основе методик камеральной обработки результатов снегомерных работ и отражены в таблицах 1, 2, 3.

Проанализировав данные снегомерных исследований можно констатировать, что в лесу мощность снежного покрова больше, чем на территории пашни и степи. Вследствие того, что на участке “лес” присутствует высокая древесная растительность, которая перекрывает доступ ветрам.

Таблица 1. Участок «лес»

средняя толщина снежного покрова с учетом средней толщины ледяной корки (h);	44,96
средняя толщина ледяной корки (zк);	9,72
степень покрытия маршрута снегом (Lm);	10
степень покрытия маршрута ледяной коркой (Lk);	5
средняя плотность снега (g);	0.54
запас воды в снеге (снегозапас) (Qc);	242.8

Таблица 2. Участок «пашня»

средняя толщина снежного покрова с учетом средней толщины ледяной корки (h);	39,75
средняя толщина ледяной корки (zк);	6,6
степень покрытия маршрута снегом (Lm);	10
степень покрытия маршрута ледяной коркой (Lk);	5
средняя плотность снега (g);	0.38
запас воды в снеге (снегозапас) (Qc);	151

Таблица 3. Участок «степь»

средняя толщина снежного покрова с учетом средней толщины ледяной корки (h);	37,46667
средняя толщина ледяной корки (zк);	1,02
степень покрытия маршрута снегом (Lm);	10
степень покрытия маршрута ледяной коркой (Lk);	4
средняя плотность снега (g);	0.27
запас воды в снеге (снегозапас) (Qc);	101.2

Сопоставление полученных данных и архивных материалов [2] позволило отметить, что мощность толщи снега, показатели его водности выше, чем в предыдущие годы.

Анализ данных Гидрометеоцентра по 5-ти станциям Курской области (Курск, Поныри, Обоянь, Рыльск, Тим) за зимний период 2019 года [3] показал стабильность существования снежного покрова.

Были проанализированы пять точек наблюдений Курской области за период с 10 декабря 2018 года по 20 февраля 2019 года (декадные снегосъемки). Можно заметить, что наибольшая высота снега и запас воды в снеге наблюдаются за весь период в северном пункте наблюдений (М-2 Поныри). Несколько меньшие значения, но, тем не менее, выше нормативных наблюдаются в западном и восточном пунктах наблюдений (М-2 Рыльск и М-2 Тим). В центральном и южном пунктах наблюдений Курской области (АМП Петринка и М-2 Обоянь) высота снега около нормы, однако, запасы влаги ниже нормы. Особенно резко они снижаются в первой и второй декадах февраля.

Маршрутные наблюдения по составлению снежного профиля проходили на правобережном склоне р. Тускарь, северо-восточной экспозиции. Средний уклон поверхности составил 18º. Склон задернован, растительность представляет собой кустарники и деревья, с высотой 1 – 1,5м и 2,5 – 6м соответственно.

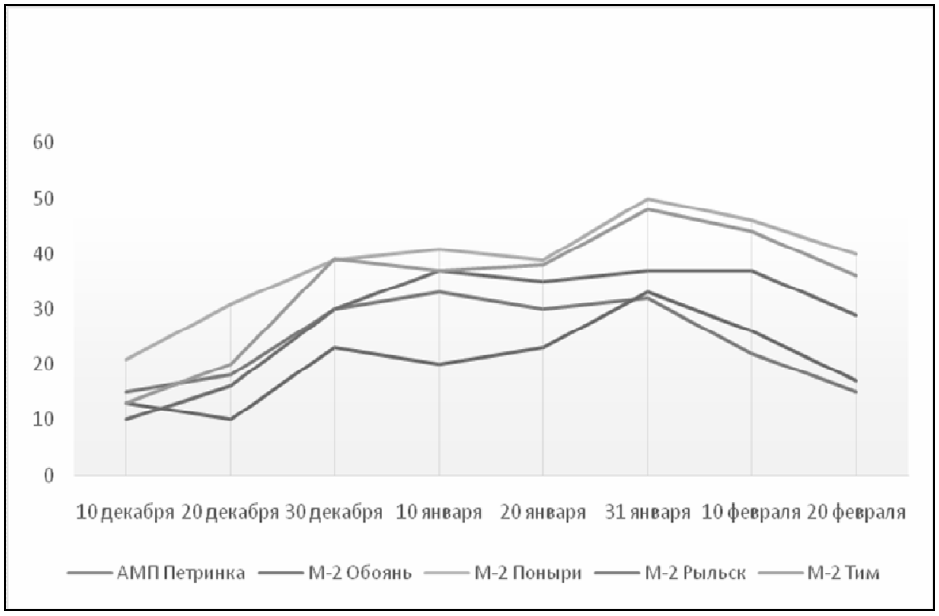


Рис. 3. Высота снежного покрова по декадам, см

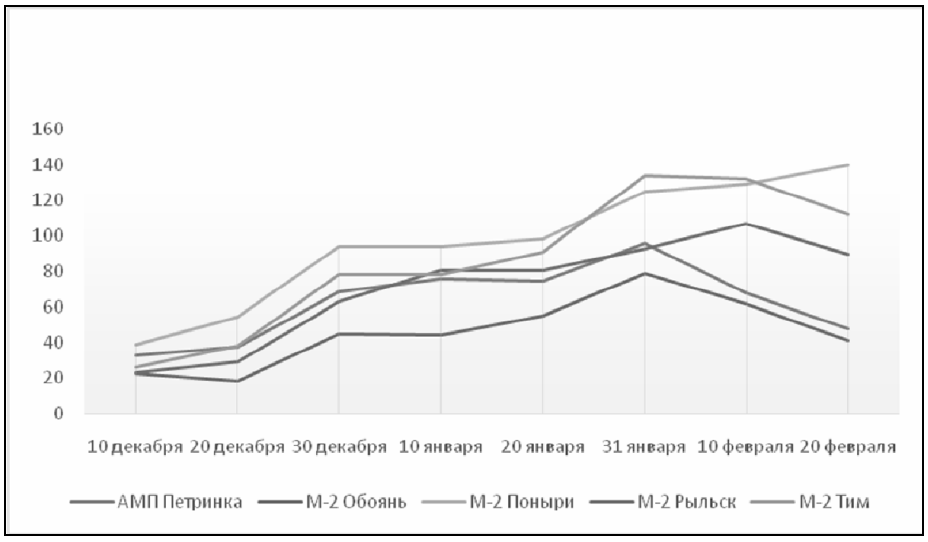


Рис. 4. Запас воды в снеге по декадам 2019 года, мм

Таблица 4. Результаты маршрутных наблюдений

Номер точки	Высота снежного покрова	Уклон	Номер точки	Высота снежного покрова	Уклон
1	32	10	10	51	25
2	43	15	11	43	27
3	46	7	12	60	16
4	38	20	13	42	14
5	28	4	14	59	24
6	38	26	15	46	19
7	53	22	16	37	14
8	31	31	17	39	10
9	36	20		**42,82**	**17,88**

В результате измерения высоты и уклона залегания снежного покрова сделали вывод: снежный покров на всём протяжении склона расположен относительно неравномерно. Его мощность зависит от произрастающей на склоне растительности. В местах, где

находится большее количество кустарников снежный покров заметно слабее, что видно на точках 3, 5, 8. Наибольшая мощность снега была в точках с наименьшим кулоном и редкими высокими деревьями: точки 3, 12 и 17. (таблица 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. География Курской области : Учеб. пособие для учащихся шк. Курской обл. / Р. В. Кабанова, М. Р. Кудинова, Л. Б. Соколовский. – Курск : Изд-во Курского гос. пед. ун-та, 1997. – Ч. 1: Природные условия и ресурсы. – 111 с.

2. Лукашова О.П. Снегомерные наблюдения на Курском биосферном стационаре ИГРАН в феврале 2017 года // География: развитие науки и образования. Часть I. Коллективная монография по материалам ежегодной Межд. науч.-практ. конф. LXX Герценовские чтения, посвященной году экологии в России, 220-летию Герценовского университета, 85-летию факультета географии, 145-летию со дня рождения профессора Владимира Петровича Буданова, Отв. ред. В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. – СПб., 2017. – С. 167 – 170.

3. Данные снегомерных наблюдений на территории Курской области подекадно, 10.12.18 -20.02.19. ФГБУ “Центрально-Черноземное” УГМС, 2019.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОГО ОЧАГА КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ИМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ УДМУРТИИ)

И.Л. Малькова, И.Ю. Рубцова
mi@izhevsk.ru

Удмуртский государственный университет, г.Ижевск, Россия

Таежный клещ (Ixodes persulcatus) широко распространен на территории России (от 42° до 62° с.ш.), обитая преимущественно в среднетаежных, южнотаежных и широколиственных лесах. Потепление климата, прежде всего, повышение зимних температур, увеличение количества осадков, особенно в летнее время, увеличение продолжительности теплого периода года, в большинстве случаев благоприятно отразились на условиях обитания и численности клещей. Как следствие этого в последние десятилетия наметилась выраженная трансформация ареала таежного клеща. О пространственной трансформации природного очага говорят все три группы показателей активности иксодовых клещей: заболеваемость населения клещевыми зооантропонозами, количество зарегистрированных укусов клещей и заклещевленность территории.

На территории Удмуртии выделяется пояс высоких значений уровня заболеваемости населения клещевым энцефалитом (более 40 случаев на 100 000 населения), который тянется с юго-запада республики на северо-восток. Если обратиться к показателям заболеваемости за 1964 год, то здесь можно заметить аналогичный пояс с более высокими значениями в центральных и юго-западных районах (рис. 1). С конца 1990-х годов заболеваемость населения северо-восточных районов республики (с более континентальным климатом) в 2-5 раз превышает показатели юго-западных районов. При этом следует отметить существенное снижение уровня заболеваемости населения республики за последние 15 лет: клещевым энцефалитом – почти в 5 раз, клещевым боррелиозом – почти в 7 раз [5]. Такая ситуация характерна для большинства регионов Российской Федерации, за исключением Карелии [4].

В последние годы существенные изменения претерпевает и клиническая картина клещевых инфекций. Растёт число лихорадочных форм клещевого энцефалита с относительно менее тяжёлым течением болезни и гораздо реже наблюдаются наиболее тяжёлые формы.

Снижение уровня заболеваемости населения Удмуртии с начала 2000-х годов происходит на фоне увеличения показателей заклещевленности территории. По парковым и лесопарковым зонам г.Ижевска средняя численность клещей в период массовой активности увеличилась более чем в 2 раза – с 11,1 клещей на флаго/км в 2001г. до 24,2 – в 2013г. По данным Центра гигиены и эпидемиологии на территории центральной Удмуртии максимальные значения уровня заклещевленности были зафиксированы в 2015 году: в мае – 67,8 клещей на флаго/км, в июне – 54,7 клещей на флаго/км. В 2018г. отмечено снижение в 1,5 раза количества отловленных на флаг клещей в мае-июне, но существенно выросла заклещевленность в июле-сентябре.

Зараженность клещей вирусом клещевого энцефалита снизилась с 21% (2012г.) до 3,2% (2018г.). Количество клещей с положительным результатом на клещевой боррелиоз в 2010-2013 годах составляло 55-67%, с 2014г. этот показатель стабилизировался на уровне 30-40%.

Для северо-восточных ландшафтов Удмуртии, при более высоком уровне заболеваемости населения, характерен существенно более низкий уровень заклещевленности - в 4,5 раза ниже, чем в подтаежной зоне. При исследовании клещей, отловленных на территории данных ландшафтов, возбудители боррелиоза были выявлены в 56% случаев, а вирус клещевого энцефалита – только в 1% [3].

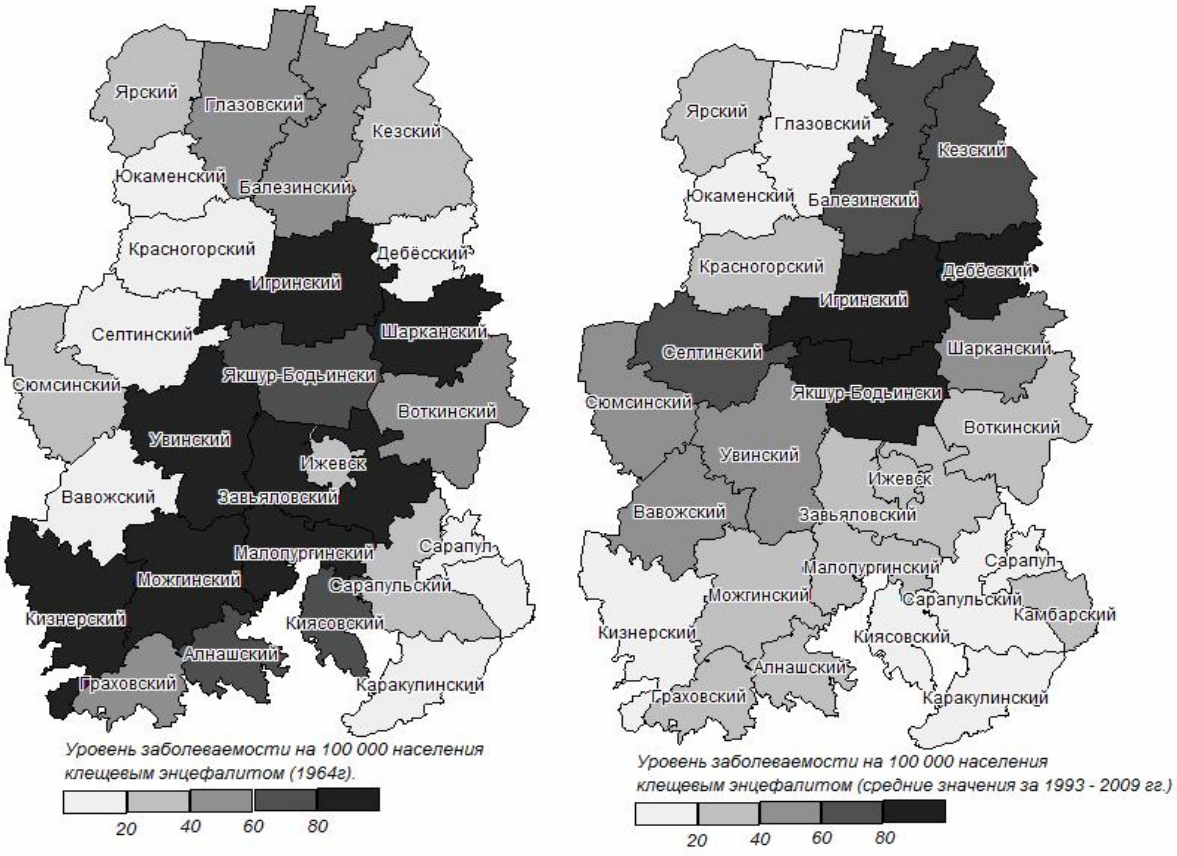


Рис. 1. Заболеваемость населения Удмуртии клещевым энцефалитом в разрезе административных районов [3]

Таким образом, подтверждаются сведения, полученные в других регионах, о том, что вирулентность вирусов клещевого энцефалита возрастает с юго-запада на северо-восток, по мере увеличения суровости зимних условий. Чем холоднее зимы, тем опаснее штамм возбудителя и тяжелее заболевание. Тяжесть течения клещевого энцефалита возрастает по мере увеличения «суровости» климатических условий. То есть летнее потепление приводит к активизации клещей, расширению их ареала и увеличению количества их укусов. Однако зимнее потепление обеспечивает снижение степени тяжести течения

заболеваний, поскольку повышается доля клещей, содержащих низковирулентные вирусы энцефалита, что, в свою очередь, снижает уровень заболеваемости населения за счет легких, часто не фиксируемых форм, либо заболевание совсем не развивается.

Кроме того, отмечается существенное удлинение периода активности клещей за счет ранней активности и позднего ухода в диапаузу. По мере смягчения климатических условий возрастает доля личинок и нимф (соответственно 92% и 80 %), развивающихся без диапаузы [2].

Таким образом, изменения климата отражаются на динамике всех компонентов паразитарной системы клещевых зооантропонозов. У иксодовых клещей большая часть их жизненного цикла протекает вне связи с организмом хозяина-прокормителя. Время паразитического существования таежного клеща при многолетних циклах составляет всего 1,5-3% от общей продолжительности жизни одного поколения [1]. Соответственно клещи должны адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды, прежде всего, гидротермическим. При этом как недостаток тепла и влаги, так и их избыток могут выступать в роли лимитирующих факторов для функционирования природных очагов клещевых инфекций.

Изменения гидротермических условий оказывают как прямое, так и опосредованное влияние на уровень эпидемиологической напряженности в природных очагах клещевых инфекций.

Одним из основных условий высокой заклещевленности территории является наличие густого подлеска и травяного яруса, что, в свою очередь, определяется породным составом лесов. Породный состав лесов Удмуртии в последние десятилетия претерпел существенные изменения. Динамика состава лесообразующих пород характеризуется уменьшением более чем в два раза доли ели в структуре леса и увеличением мелколиственных пород (площади, покрытые березой, возросли почти в 3 раза). Причем в последние годы появилась тенденция к возрастанию площадей, занятых подростом липы. Увеличение доли лиственных пород благоприятно сказалось на распространении иксодовых клещей. Этот тип леса, по сравнению с хвойным, характеризуются более густым подлеском и травяным ярусом, что не только обеспечивает убежище для иксодовых клещей и их естественных прокормителей, но и способствуют формированию благоприятного микроклимата прежде всего, высокой влажности. При низкой влажности происходит более быстрое истощение и гибель иксодовых клещей. Хвойно-широколиственные леса отличаются высокой численностью мелких млекопитающих. Их численность в Удмуртии увеличилась за 20 лет почти в 2 раза.

Таким образом, с начала 2000-х годов наметилась тенденция роста таких показателей как заклещевленность и количество зарегистрированных укусов клещей. С другой стороны, на этом фоне продолжается снижение уровня заболеваемости населения клещевым энцефалитом. Вполне вероятно, что в качестве причины обеих тенденций выступает повышение среднегодовых температур и количества осадков. В Удмуртии за последние 30 лет среднегодовая температура поднялась на 0,6° С, среднегодовое количество осадков увеличилось с 501 до 650 мм, толщина снежного покрова в феврале-марте возросла с 33 до 48 см, а глубина промерзания почвы уменьшилась почти в два раза. Это приводит к увеличению количества благополучно перезимовавших клещей (имаго, нимф и личинок). В то же время, потепление климата способствует выживанию низковирулентных штаммов вирусов, вследствие чего снижается уровень заболеваемости населения клещевым энцефалитом. Именно эта тенденция и характерна в настоящее время для юго-западных районов Удмуртии. Отмечается увеличение количества иксодовых клещей в биотопах при одновременном снижении вирулентности вируса клещевого энцефалита. Климатические условия северо-восточных районов, напротив, способствуют выживанию, преимущественно, высокопатогенных штаммов вируса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балашов Ю. С. Экология непаразитических стадий жизненного цикла иксодовых клещей // Паразитол. сб. ЗИН. – 1989. – Т. 36. – С. 56-82.

2. Коротков Ю. С. Экология таёжного клеща (Ixodes persulcatus Schultze, 1930) в условиях изменения климата Евразии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2009. – 46 с.

3. Малькова И.Л., Рубцова И.Ю. Медико-географическая оценка природных условий Удмуртии. – Ижевск. Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 212 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Удмуртской Республике в 2017 году: Государственный доклад – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Удмуртской Республике. – 2018. – 209 с.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

К.Л. Матевосова
kmatevosova@yandex.ru

Московский государственный институт международных отношений, г.Москва, Россия

Сложившаяся в последние годы ситуация в ряде регионов страны, характеризующаяся значительным ростом числа и масштабов промышленных аварий и природных катастроф, неблагополучной экологической обстановкой, вызвала переворот в сознании людей, привела к серьезному нарастанию социально-психологической напряженности и требует срочных практических действий по обеспечению комплексной безопасности населения и реабилитации территорий.

Среди глобальных экологических проблем, влияющих на безопасность планеты в целом, каждого государства и отдельного человека, следует особо отметить глобальное изменение климата. Прежде всего, оно выражается таянием ледников и повышением уровня Мирового океана в силу увеличения среднегодовых значений температуры воздуха. Научное сообщество склонно называть причиной этого деятельность человека - сжигание нефти, газа и угля, что приводит к парниковому эффекту. Прогнозируется, что повышение уровня Мирового океана приведет к затоплению больших площадей на прибрежных территориях и островных государствах, возрастут риски затопления многих городов, таких, как, например, Венеция. В свою очередь, ряд стран может испытывать серьезные трудности из-за угрозы повышения влажности и средней температуры воздуха, например, страны Ближнего Востока, такие, как ОАЭ, Саудовская Аравия и др.

Проблема изменения климата может иметь не только экологические, но и глубокие экономические, социальные и общественно-политические последствия. Так, затопление территорий приведет к снижению доли сельскохозяйственных угодий, пастбищ, дефициту продовольствия и борьбе за ресурсы. Голод, нехватка питьевой воды, зараженность территорий возбудителями инфекционных болезней являются серьезными социальными проблемами. В условиях возрастания рисков для жизни и здоровья людей могут встать и вопросы вымирания диких животных, лишенных пищи и воды для своего существования, снижения биоразнообразия из-за неспособности адаптации животных к быстрому изменению окружающей среды.

В современных условиях обостряется проблема поиска и добычи энергоносителей, увеличения потребления энергии для производственных мощностей и бытовых нужд. Все это также может привести к конфликтам и разногласиям на международной арене[1].

[1] https://tass.ru/spec/climate

Поскольку предотвратить глобальные климатические изменения человечество не в силах, нужно постараться их минимизировать и избежать необратимых последствий. Прежде всего, следует ограничить выбросы парниковых газов. По оценкам климатологов, чтобы удержать рост температуры в пределах до 2 °С, странам необходимо к 2050 году наполовину снизить выбросы по отношению к уровню 1990 года, а к концу XXI века - сократить до нуля. Для того чтобы предотвратить необратимые изменения климата, ежегодное снижение выбросов углекислого газа вплоть до 2100 года должно составлять не менее 6,3%.Дальнейшее решение проблем должно находиться в плоскости использования альтернативной энергетики и применения ресурсосберегающих технологий.

К настоящему времени принят ряд международных документов по предотвращению вредного воздействия на биосферу и снижению выбросов в атмосферу: Венская конвенция об охране озонового слоя и Монреальский протокол, Рамочная конвенция об изменении климата (РКИК), Киотский протокол по охране окружающей среды, Парижское соглашение, Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, Роттердамская конвенция, Орхусская конвенция о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды, Конвенция Эспоо об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте, конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий и другие. В основе этих документов лежит понимание человечеством необходимости защиты окружающей среды от антропогенного воздействия. Таким образом, проблема глобального изменения климата является составной частью проблемы обеспечения безопасности человека и окружающей среды.

Глобальные экологические проблемы, характеризующиеся в большинстве территорий необратимыми изменениями окружающей среды, связаны, прежде всего, с концепцией «антропоцентризма» как совокупности взглядов, согласно которым человек не обязан согласовывать свои цели и действия с состоянием окружающей природной среды. В результате возникли острые противоречия во взаимоотношениях человека с природой. Путь к гармонизации такого рода взаимоотношений лежит в глубокой нравственной перестройке всего человеческого образа жизни и поведения, его экологизации, переориентации человеческого мышления на развитие диалоговых форм общения с природой. Другими словами − в формировании экологического сознания, эколого-ориентированных, в т. ч. общечеловеческих ценностей необходимых для устойчивого развития природы и человеческой цивилизации [2].

Целью образования в области окружающей среды является формирование эколого-ориентированного мышления молодых людей, которые смогут критически оценить процессы, протекающие в окружающем мире и связанные с ними проблемы, обладать знаниями, умениями, навыками для управления охраной окружающей среды и рациональным природопользованием, чувством социальной ответственности, пониманием ценности жизни и необходимости решения как уже имеющихся, так и возможных экологических проблем, в том числе проблем, связанным с глобальным изменением климата и воздействием современного производства на биосферу.

Потребность инновационного развития страны диктует необходимость разработки новой концепции подготовки кадров на основе:

- раскрытия и использования творческого потенциала личности;
- инновационности процессов и достижений;
- формирования эколого-ориентированных ценностей, сознания и культуры личности;
- формирования гражданской позиции личности;
- толерантности в социальных и психологических отношениях;
- использования передового российского и зарубежного опыта;
- осознания исторических связей событий прошлого и настоящего, оценки накопленного опыта;
- претворения в жизнь принципов устойчивого развития;
- непрерывного интегрированного обучения и повышения квалификации кадров;

- тесного сотрудничества с передовыми предприятиями и организациями;
- международного сотрудничества и т.д.

Непрерывное экологическое образование в образовательном учреждении происходит через комплекс: начальное звено — среднее звено — старшее звено — родители — общество. Благополучное экологическое воспитание учащихся вероятно гарантировано лишь при условии, что оно совершается целенаправленно и постепенно и в этом процессе совместно участвует семья и школа [3].

Перед руководителями высших учебных заведений сегодня стоит непростая задача подготовки квалифицированных специалистов, способных удовлетворять требованиям современного высокотехнологичного производства и управления на основе международных стандартов качества и безопасности, относящихся не только к продукции, но и к технологиям, использующимся при производстве продукции. Важнейшую роль здесь играет знание и четкое выполнение требований законодательства по применению наилучших доступных технологий, оказывающих минимальное воздействие на окружающую среду, проведение конференций и семинаров с участием ведущих отечественных и зарубежных специалистов, получение образования в ведущих университетах мира и применение полученных знаний на современном производстве с учетом российских реалий.

Государственная политика в области экологического развития Российской Федерации предусматривает необходимость обеспечения экологической безопасности при модернизации экономики в процессе инновационного развития, а именно: совершенствование нормативно-правового обеспечения и формирование эффективной системы управления охраной окружающей среды и экологической безопасностью; обеспечение экологически ориентированного роста экономики и внедрения экологически эффективных инновационных технологий; предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду; совершенствование системы государственного экологического мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания [1].

Образовательные учреждения должны формировать у молодёжи экологически ответственное мировоззрение и экологически ответственное поведение, в том числе посредством включения в федеральные государственные образовательные стандарты соответствующих требований к формированию основ экологической грамотности у обучающихся и включения вопросов формирования экологической культуры, экологического образования и воспитания в государственные, федеральные и региональные программы. И в этом случае вопросы анализа рисков во всех областях должны быть первостепенными – от изменений климата до применения техники безопасности на производстве и в быту.

Подготовка специалистов в сфере экологии и природопользования должна проводиться с опорой на лучшие достижения отечественной и зарубежной науки и практики, с использованием современных интерактивных информационных технологий, позволяющих раскрыть интеллектуальный потенциал будущих специалистов.

В МГИМО МИД России на кафедре Международных комплексных проблем природопользования и экологии для подготовки экологов-международников был разработан и утвержден собственный образовательный стандарт по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», в котором базовые компетенции усилены аспектами международной деятельности в сфере научной, технологической и экологической политики. Большое внимание уделяется подготовке специалистов в области оценки техногенных и экологических рисков, обеспечения экологической безопасности на основе международного сотрудничества в целях устойчивого развития. Студенты изучают международные документы и базы данных различных стран мира, используя эти уникальные знания при разработке программ снижения рисков и организации международного сотрудничества, например, в сфере моделирования тенденций климатических изменений в регионах и городах России и мира, управления трансграничными особо охраняемыми природными территориями или организации экологического туризма в странах мира.

Большой популярностью среди студентов-экологов МГИМО пользуется возможность прохождения практики как в России, так и за рубежом в организациях, осуществляющих эколого-ориентированную деятельность, а также последующие дискуссии в аудиториях о приобретенном опыте.

К настоящему моменту благодаря бурному росту информационных и коммуникационных технологий сложилась тенденция перехода к инновационному типу развития. В глобальном мире инновационные процессы не знают границ, и связи с зарубежными партнерами в будущем, несмотря на разногласия политиков, будут развиваться и укрепляться. Именно поэтому современному специалисту необходимо ориентироваться в коллизиях международного права, формах деятельности международных организаций и фондов, национальных и региональных проблемах внедрения и развития принципов устойчивого развития. В сфере природопользования, как и в другой области, интеллектуальные ресурсы играют ключевую роль, поэтому необходимо в систему подготовки будущих экологов вводить дисциплины, связанные с изучением имеющихся интеллектуальных ресурсов и формированием новых результатов интеллектуальной деятельности, например, интеллектуальных систем мониторинга и прогнозирования климатических изменений и закономерностей, природоохранных проектов, реализующих ресурсосберегающие, безотходные и малоотходные технологии.

В этой связи приобретает большую популярность как среди педагогов, так и в студенческой среде возможность проведения различных практических семинаров, круглых столов, кейсов, позволяющих сформировать у обучающихся навыки сбора и анализа информации об актуальных проблемах, поиска путей их решения с применением интеллектуальных ресурсов, содержащихся в российских и международных информационных базах. Среди прикладных научно-исследовательских работ студентов следует отметить проекты в области моделирования климатических изменений в регионах и городах, изучения адаптации животного мира к глобальным изменениям климата, экологизации производства, строительства энергоэффективных зданий, умных городов и многие другие. Приобретенный в процессе обучения опыт может быть эффективно использован выпускниками в их трудовой деятельности по окончании вуза.

Одним из следствий научно-технического прогресса в современном обществе является обострение проблемы обеспечения безопасности. К настоящему времени стало очевидно, что проблема безопасности имеет не только технические, но и социально-экономические и экологические аспекты. Поэтому поддержание стабильности не только в отдельно взятой точке пространства, регионе или государстве, но и в целом на планете становится все более насущной задачей. Решение ее требует не только высокого уровня знаний и умений специалистов, но и понимания ими огромной ответственности за будущее мироустройство [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (Утверждены Президентом РФ 30.04.2012) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://base.garant.ru.

2. Гагарин А.В. Природоориентированная деятельность учащихся как ведущее условие формирования экологического сознания. Издание второе, доработанное и дополненное / А.В. Гагарин. – М.: Изд-во РУДН, 2005.

3. Матевосова К.Л. Формирование интеллектуальных ресурсов с опорой на эколого-ориентированное образование и культуру современной молодежи. / К.Л. Матевосова // Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2017. – С. 116-119.

4. Моисеев Н. Н. Экология и образование / Н.Н. Моисеев. – М.: Устойчивый мир, 2001.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Е.В. Мишон
evm@yandex.ru

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Продолжительное исследование автором влияния экологических изменений на такую качественную характеристику человеческого капитала, как здоровье, позволяет утверждать следующее.

Во-первых, доказана устойчивая взаимосвязь между ростом объемов загрязнения и увеличением общей заболеваемости с временным лагом один год за период с 1980 по 1993 гг. и менее устойчивая с 1996 по 2010 гг. [5, 2,].

Во-вторых, увеличивается количество больных за период с 1980 по н.в. с экологически обусловленными заболеваниями, которые сложно диагностировать как таковые. Это приводит, с одной стороны, к некоторому «размыванию» внешних проявлений взаимосвязи между загрязнением и заболеваемостью, с другой – по факту значительно увеличивает расходы на лечение, поскольку, как доказано автором, под влиянием экологического фактора изменяются экономические характеристики восстановления здоровья.

Лечение экологически обусловленных заболеваний характеризуется тремя параметрами:

- длительностью лечения;
- возрастающей стоимостью по мере отдаления от начала заболевания;
- низкой результативностью лечебных мероприятий [4].

С экономических позиций это приводит к ускоренному росту расходов на здравоохранение при параллельном снижении эффективности лечения, что, к сожалению, объективно обусловлено спецификой экологически обусловленных заболеваний [3]. Очевидно, что даже без учета кризисных явлений в национальной экономике государство не может допустить подобного сценария формирования человеческого капитала. Необходимы действия по сокращению выявленной негативной тенденции – падение качества человеческого капитала по показателю «здоровье» в связи с негативным влиянием экологического фактора.

Известно, что система здравоохранения оказывает влияние на качество общественного здоровья. В настоящее время ученые сходятся во мнении, что вклад здравоохранения составляет около 12%. Кроме того, 18% отводится генетическому фактору, который косвенно связан с состоянием и эффективностью системы здравоохранения. Исходя из этого, можно утверждать, что совершенствование системы регионального здравоохранения с учетом действия экологического фактора – задача государственного управления, требующая быстрого и эффективного решения.

Решением проблемы роста количества экологически обусловленных заболеваний и повышения качества их лечения нам представляется цифровизация системы здравоохранения региона в силу того, что она направлена прежде всего на ускорение доступа пациента к получению медицинских услуг.

Следует отметить, что в целом по стране цифровизация здравоохранения внедряется достаточно активно. Проведенный нами анализ процессов цифровизации здравоохранения в Архангельской, Астраханской, Липецкой, Воронежской, Тульской, Ярославской областях, в Бурятии (г. Улан-Уде), Осетии (г. Владикавказ), Красноярском крае (г. Железногорск), Ханты-Мансийском автономном округе (г. Югра) и ряде городов РФ (г. Москва, г. Анджеро-Судженск, г. Асбест, г. Ессентуки, г. Саранск, г. Севастополь, г. Омск) отразил позитивные сдвиги в работе медицинских учреждений, прежде всего государственных [7]. Достижениями следует считать сокращение времени ожидания пациен-

тами медицинских услуг, сокращение времени медицинского персонала на предоставление услуги, расширение доступности медицинских услуг.[2]

Перечисленные достоинства являются следствием применения IT-технологий - электронных медицинских карт (ЭМК) / персональная электронная медицинская карта (ПЭМК) и информационных медицинских технологий (ИМТ).

ЭМК содержит основные сведения о пациенте (результаты осмотра, диагноз, назначения, перечень выписанных рецептов, направления на обследования, справки, листы нетрудоспособности и т.д.) В текущем году планируется расширение перечня сведений за счет включения результатов лабораторных исследований, протоколов учета вакцинопрофилактики и диспансеризации

В настоящее время ЭМК/ПЭМК – это наиболее востребованный и распространенный инструмент цифровизации здравоохранения. Он используется в 32 субъектах РФ. Лидером по использованию ЭМК является г. Москва. ЭМК заполняется по шаблону, что упрощает работу врача и стандартизирует поиск вариантов лечения.

Использование ЭМК/ПЭМК, по нашему мнению, имеет ряд организационно-управленческих и экономических преимуществ.

Организационно-управленческие достоинства:

– максимально подробная клиническая картина состояния здоровья пациента, что позволяет повысить качество лечения за счет обоснованного решения о проведении лечебных мероприятий, сокращения времени на работу с информацией. По расчетам специалистов время на работу с информацией по ряду нозологий превышает время на лечение;

- преемственность информации в различных медицинских учреждениях;

- оперативность предоставления медицинской помощи пациентам в отдаленных районах и населенных пунктах[3];

- безопасность персональных данных за счет разграничения права доступа к информации о пациенте;

- упрощенное формирование административных документов.

Достоинством ЭМК с экономических позиций является рост продуктивного взаимодействия, выражающийся в снижении затрат на лечение за счет повышения его оперативности.

Перечисленные преимущества позволяют предположить, что использование ЭМК положительно отразится на всех участниках (пациент, медицинское учреждение, государство) формирования такого общественного блага, как «здоровье». Для пациентов – это сокращение времени ожидания медицинского обслуживания и рост качества лечения, для медицинского учреждения – увеличение прибыли и расширение сферы деятельности, для государства – сокращение расходов на оплату временной нетрудоспособности и увеличение фонда годового рабочего времени в связи с сокращением сроков заболеваемости.

Несмотря на перечисленные выше достоинства, использование такого инструмента, как ЭМК может повлечь ряд сложностей.

Сложности внедрения ЭМК заключаются в следующем.

1. Дополнительные (не предусмотренные и не планируемые) расходы на:

- создание дубликата (вероятность утраты карты в случае сбоя системы высокая);

- оборудование рабочего места врача;

- обучение или переобучение медицинского персонала компьютерной грамотности.

2. Недостаточное владение IT-технологиями (особенно врачами среднего и предпенсионного возраста) и пациентами пожилого и старшего возрастов. Это увеличивает

[2]Ряд исследователей к числу достижений цифровизации безоговорочно относят рост объемов платных услуг. Этот пункт представляется нам спорным, хотя и не лишенным достоинств. Автор придерживается мнения, что применительно к экологически обусловленным заболеваниям это условное достижение по ряду социально-экономических причин.

[3]В некоторых источниках отмечается возможность консультирования по электронной почте, однако на данный момент подобное консультирование не имеет законодательного подкрепления и, следовательно, не может использоваться до принятия регламентирующих документов.

время на предоставление медицинской услуги (вместо ожидаемого ускорения заполнения документов увеличивается объем технической работы) и сокращает доступность медицинских услуг для указанных возрастных категорий. Перечисленное снижает эффект от цифровизации здравоохранения.

Перечисленные моменты целесообразно учитывать при внедрении цифровизации в региональное здравоохранение и заранее в рамках организационного управления планировать мероприятия, например, по обучению старших возрастных групп основам компьютерной грамотности.

Доступность медицинской помощи по срокам, стоимости, комфортности (в т.ч. по месту оказания медицинских услуг) предполагает оптимизацию деятельности медицинских учреждений.

В настоящее время в качестве инструментов оптимизации рекомендованы и используются на практике информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) и механизм обеспечения бережливого производства, положенный в основу федерального проекта «Бережливая поликлиника» [1].

К числу наиболее часто применяемых на практике ИМТ в результате анализа мы отнесли следующие: БИТ. Медицинский центр, Мед-Ангел, Medesk (с модулем CRM), Medmis, DMT LAB, МИС и ЛИС Ариадна DMT LAB (DMT starts). Перечисленные ИМТ наиболее распространены в частных медицинских учреждениях (поликлиники, стоматологические клиники, медицинские центры, кол-центры).

У частных медицинских учреждений наибольшим спросом пользуется ИМТ Medesk (с модулем CRM), которая предполагает автоматизацию регистратуры и рабочего места врача, дает детальную информацию по оказанным медуслугам, стимулирует персонал к повышению личной эффективности.

Технология DMT LAB позволяет получить практически полную информацию о клиентах. Система DMT starts представляет сведения о количестве клиентов, обратившихся в медучреждение в определенный период, и их потребностях. В результате медучреждение не нуждается в специализированном отделе маркетинга и экономит средства, необходимые для формирования клиентской базы и удержания клиентов.

Система Medmis включает три варианта расписания регистратуры и предназначена для клиник с большим выбором специалистов, для кол-центров (с целью быстрого поиска и записи на прием в определенный срок), для поликлиник.

Перечисленные ИМТ имеют общие черты. Общим является оптимизация работы регистратуры и загрузки врачей, сбор подробной информации, необходимой для разработки обоснованной стратегии развития медучреждения и, главное, все ИМТ ориентированы на увеличение среднего чека на оказание медицинской услуги.

Однако есть и значимые различия. Так, ИМТ Medesk предоставляет сведения об эффективности сотрудников (ежедневные отчеты о лидерах, приносящих учреждению максимальную прибыль, и аутсайдерах, вклад которых минимален). ИМТ Medmis позволяет осуществлять ускоренный поиск медуслуги и записи на прием, пункт «управление репутацией» и т.п.

На наш взгляд, определенную проблему может представлять такое общее положение (свойство) ИМТ, как обеспечение стабильного роста среднего кассового чека.

С позиции медицинского учреждения - это неоспоримое достоинство выбранной ИМТ.

С позиции потенциального (или реального) пациента – это экономическая проблема, достаточно сложная в разрешении, поскольку, в подавляющем большинстве случаев, действует существовавший длительное время менталитет, когда здоровье считалось бесплатным даром природы, а его поддержание обеспечивало государство. В результате выбор между вложением в здоровье или в иные социально-экономические действия, как правило, делается в пользу последних.

Рост кассовых чеков не остается незамеченным общественностью и в случаях нестабильной экономической или политической ситуации способен стать катализатором нежелательных социальных процессов.

Потенциальная проблема цифровизации здравоохранения, по нашему мнению, кроется в явном и мало обоснованном приоритете IT-технологий над коммуникационными технологиями.

На наш взгляд, коммуникационные технологии вообще, а в здравоохранении особенно, играют не менее важную роль, чем ИМТ. В процессе цифровизации регионального здравоохранения следует учитывать тот факт, что доход медицинского учреждения во многом зависит от субъективного фактора – общественного мнения по поводу работы данного субъекта.

Общественное мнение, во-первых, зависит от мнения пациентов о качестве лечения и целесообразности получения медуслуги в конкретном медучреждении, во-вторых, в случае стихийного формирования значительно осложняет социально-экономические процессы в обществе. Кроме того, общественный капитал медицинского учреждения (общественное мнение о его деятельности и состоятельности) имеет реальное экономическое содержание. Ряд авторов оценивают его вклад в общую стоимость субъекта от 1 до 3%.

Таким образом, в процессе цифровизации регионального здравоохранения параллельно с внедрением IT-технологий целесообразно разрабатывать и внедрять эффективные коммуникационные технологии общественного взаимодействия медицинских учреждений и населения территории.

Полагаем, что основную организационную и методическую работу, а также ответственность за распространение коммуникационных технологий должна осуществлять территориальная администрация.

Подводя итог отметим, что организационно-управленческая деятельность территориальной администрации по устранению реальных или потенциальных проблем цифровизации регионального здравоохранения должна учитывать ряд важных моментов:

- недопустимо абстрагироваться от специфики системы здравоохранения, заключающейся в тесной корреляцией между эффективностью функционирования и направленностью общественного мнения. Объем услуг медицинского учреждения зависит как от объективного фактора (количества больных, нуждающихся в медицинских услугах, и их платежеспособности), так и от субъективного;

- в условиях финансового дефицита частично компенсировать недостаток денежных средств можно посредством укрепления продуктивного взаимодействия между медицинскими учреждениями и населением на основе коммуникационных технологий. В частности, более полно использовать возможности современных технологий управления общественными отношениями, которые вопреки видимой эффективности остаются мало востребованными в т.ч. и по организационным причинам. В то же время в силах территориальных органов власти ускорить процесс внедрения и использования коммуникационных технологий в целях цифровизации системы регионального здравоохранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вумек Джеймс. Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства https://econ.wikireading.ru/5486.

2. Мишон Е.В Проблемы учета экологического фактора в социально-экономическом развитии региона // Актуальные проблемы региональной экономики и территориального управления. Сб. науч. тр. – Воронеж, 2004. – Выпуск 2. – С.24-31 .

3. Мишон Е.В Управление внешними эффектами промышленных производств. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2001. – 98 с.

4. Мишон Е.В., Селютин И.В. Стратегические векторы развития здравоохранения Воронежской области // Современная экономика: проблемы и решения. – 2018. – №3(99). – С. 101-112.

5. Мишон Е.В. Менеджмент окружающей среды. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1999. – 216 с.

6. Сухова В. А. Цифровая экономика: возможности для стран и способы ее регулирования // Молодой ученый. – 2018. – №21. – С. 303-306. URL https://moluch.ru/archive/207/50579/ .

7. Цифровая Россия: новая реальность. Июль 2017. – ООО «Мак-Кинзи и Компания СиАйЭс», 2017. – С. 7.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ОСОБЕННОСТИ ЖИЛИЩ НАРОДОВ МИРА

Л.М. Осадчая
osadchaya_liliya@mail.ru

Воронежский государственный педагогический университет, г.Воронеж, Россия

Термин «ландшафт» принадлежит к группе германских языков. В XVI веке в Дании слово «ландшафт» обозначало группу ферм или огороженные участки местности. В XVII веке оно вызывало ассоциацию с красивым пейзажем, а позже обозначало сельскохозяйственную местность. До сих пор ученые не могут достигнуть единого мнения, в формировании понятие «ландшафт». Существует около 50 определений данного термина, сформулированных отечественными и зарубежными учеными.

Безусловно, природный ландшафт служит пространственным базисом для формирования людей. Все компоненты входящие в него, а это: рельеф, климатические условия, почва, подземные и поверхностные воды, растительность и животный мир, важные компоненты социальной жизни человека. Ландшафт окружает человека с его рождения и влияет на его восприятие окружающего мира. В народных обычаях, традициях, песнях, танцах, литературных и художественных произведениях из поколения в поколение передается мотив окружающей природы. Он отражается во всех компонентах культуры.

Новые этносы возникают не в монотонных ландшафтах, а на границах ландшафтных регионов и в зонах этнических контактов. Подлинным месторазвитием являются территории сочетания двух и более ландшафтов [5].

Природные условия местности и природные материалы оказывают влияние на систему жизнеобеспечения в целом, градостроительные и архитектурные особенности, орудия труда и быта, пищу, характер землепользования. Данное влияние - устойчиво. Переезжая в другую местность (ландшафтные условия) человек сохраняет в себе уклад прежнего места обитания. Н.А. Бердяев говорил о том, что немец всюду ставит границы, а русская душа требует свободы [3].

Важно не забывать, что не только ландшафт влияет на человека, но и человек на ландшафт. Формируя тем самым культурные ландшафты.

Особенности ландшафта оказывают влияние на все объекты материальной культуры. В качестве примера разберем влияние ландшафта на типы жилищ народов мира. Особым фактором, влияющим на стиль жилища, являются климатические условия окружающей среды, возможность оседло жить на данной территории или необходимость вести кочевой образ жизни.

Важным являются и материалы для строительства, которые народ может найти в пределах местности проживания. Материалами для строительства могут служить: кора, стволы деревьев, земля, крупные кости животных и рыб и т.д.

В лесотундре и тундре проживают ненцы, эвенки, чукчи и другие. В месте проживания данных народов из-за климатических и природных условий отсутствует строительный материал, народам приходится использовать для строительства шкуры оленей, кости крупных животных и рыб, либо ждать, что вместе со штормом на берег из океана будут выброшены коряги и деревья, либо использовать нетрадиционный материал - снег. При-

мером данных жилищ могут служить валкаран («дом из челюстей кита» по-чукотски) - жилище у народов побережья Берингова моря (эскимосов, алеутов и чукчей) [1].

В тайге - самой большой природной зоне мира произрастает около 27% всех деревьев планеты. В данной местности древесина - основной строительный материал. Вежа - старинное зимнее жилище саамов, коренного финно-угорского народа Северной Европы. Вежа делалась из брёвен в форме пирамиды с дымовым отверстием вверху. Остов вежи покрывали оленьими шкурами, а сверху укладывали кору, хворост и дёрн и придавливали берёзовыми жердями для прочности.

В зонах смешанных и широколиственных лесов полностью находятся Эстония, Латвия, Литва, Белоруссия. Традиционными видами жилищ данных стран являются дома из бревен - сруб с покатой крышей. В основу строительства брали бревна из сосны, реже дуба [2].

Постоянные ветры, пыльные бури, положительные температуры, доходящие иногда до шестидесяти градусов, а также отсутствие растительности для корма животных служат обстоятельствами вынуждающими народы, проживающие в степи вести кочевой образ жизни. Следовательно, жилища данных народов должны быть одновременно прочными и удобными для транспортировки к месту использования.

К данным типам жилищ можно отнести абылайшу - походную юрту казахов, каркас которой состоит из жердей, которые крепятся к деревянному кольцу. Данная конструкция обворачивается войлоком, чтобы защитить людей от ветров. В давние времена такие типы жилищ использовались при военных походах казахского хана Абылая от этого, и произошло название.

В условиях пустынь, где разница между дневными и ночными температурами может составлять более пятидесяти градусов, жилища строят не только защищающие от изнурительной жары, но и укрывающие от пыльных бурь, а так же ночного холода. Примером данных жилищ является фелидж - традиционное жилище туарегов, населяющих пустыню Ахаггар.

Если жителям степей и пустынь приходится бороться с пыльными бурями и жарой, то жителям муссонных и тропических лесов с переизбытком влаги. Жилища должны быть устойчивы к циклонам и ураганам, находиться вдали от лощин, в которых могут происходить сели, а так же от оползней. В западной, северо-западной части Амазонки проживает множество племен. Отличительной особенностью их жилищ является общее жилище, вмещающее в себя в среднем от 20 до 70 человек [4].

Проживание в горной местности, нередко являющейся сейсмически опасной, весьма затруднено. Жилища должны быть приспособлены к землетрясениям, селям, камнепадам. Примером горных жилищ служит сакля - традиционное жилище народов Кавказа. Оно представляет собой одноэтажную каменную постройку, иногда без окон и дверей. Современные сакли оборудованы и окнами и дверьми. Их строят близко друг к другу, что позволяет укрепить дома. Крыша нижестоящего дома становится постепенно полом вышестоящего.

Рассмотрим еще один удивительный тип жилищ - на воде. Данные жилища называют «лепа-лепа-лодка-дом». Данное жилище распространено у народа баджао, он обитает на Юго-Востоке Азии. Народ баджао называют «морские цыгане», так как они ведут кочевой образ жизни на воде. Всю жизнь они проводят в лодках. В одной части они готовят пищу, хранят снасти, а другой расположена часть для отдыха. Причаливает к берегу данный народ только для того чтобы продать улов, приобрести необходимые товары [6].

Открытия в области этнологии позволяют сделать вывод, о неразрывности отношений этноса и ландшафта. Утратив черты родного ландшафта, его обитатели потеряют и некоторые важные черты народного характера, народного мироощущения. Таким образом, можно сделать вывод, что утрата народного мироощущения разрушает адаптационный потенциал, что ставит под угрозу само существования народа на определенной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арктический портал (Режим доступа: http://arctic-megapedia.ru).

2. Баранов Д.А. Русская изба: внутреннее пространство избы, мебель и убранство избы, домашняя хозяйственная утварь. Иллюстрированная энциклопедия. – Санкт-Петербург: Искусство-СПБ, 2004. – 376 с.

3. Бердяев Н.А. Душа России. Централизм и народная жизнь / Н.А. Бердяев. – Москва: Судьба человека, 1990. – 315 с.

4. Большая российская энциклопедия / под редакцией Ю.С. Осипова. – Москва: Большая российская энциклопедия, 2017. – 768 с.

5. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли / Л.Н. Гумилев. – Ленинград: ЛГУ, 1989. – 495 с.

6. Море фактов https://morefactov.ru/fact/samye-neobychnye-i-ekzoticheskie-blyuda-mira.

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В РАЗВИТИИ ПРИРОДНООБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: НА ПРИМЕРЕ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА НА ЮГЕ РОССИИ

П.В. Пестина, Н.В. Шартова, М.Ю. Грищенко, М.И. Варенцов, В.Н. Крайнов, С.М. Малхазова
polina.pst@yandex.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Лихорадка Западного Нила (ЛЗН) – тяжелое вирусное заболевание, передающееся комарами, преимущественно рода *Culex*. Источником инфекции и главным резервуаром вируса в природе являются птицы. К настоящему времени известно о выделении вируса из 326 видов птиц, экологически вирус наиболее тесно связан с птицами водного и околоводного комплексов (чомги, бакланы, лысухи, цапли, кулики, чайки и крачки) [1, 2]. В последние десятилетия в мире, в том числе и в России, происходят крупные вспышки ЛЗН. Помимо этого, в связи с происходящими климатическими изменениями увеличивается территория, где регистрируется инфекция. В связи с этим, целью настоящего исследования стала оценка изменений степени благоприятности температурных условий для развития возбудителя заболевания в южной части Европейской территории России (ЕТР).

В настоящее время значительное количество исследований посвящено моделированию ареала ЛЗН и прогнозу изменений эпидемиологической ситуации. Для создания качественных моделей необходим учет множества факторов, как лимитирующих – наличие переносчика и суммы необходимых для развития возбудителя эффективных температур, так и дополнительных – климатических (осадки, влажность, температура и влажность почвы и др.), экологических (тип ландшафта, тип землепользования, тип растительности) и социально-экономических (уровень доходов, типы домов, плотность застройки), оказывающих влияние интенсивность передачи вируса [4; 5]. Однако создание подобных моделей зачастую осложняется отсутствием необходимой информации на локальном или региональном уровнях. Тем не менее, провести анализ потенциальных изменений в распространении инфекции можно на основе детальной оценки степени благоприятности термических условий для развития возбудителя.

В связи с этим, нами был разработан алгоритм автоматизированного расчета эпидемиологических параметров, связанных с температурными условиями развития возбудителя. В основе алгоритма лежит представление о сумме эффективных температур, необходимых для развития возбудителя: 109 градусо-дней при превышении пороговой температуры $14{,}3^0$C [6] и методах ее расчета. Расчет градусо-дней проведен на основе модифицированного синусоидального метода [3]. На первом этапе определяются набираемые

суммы эффективных температур, даты начала и конца эпидемиологических сезонов (сезона эффективных температур, сезона эффективной заражаемости комаров и сезона передачи инфекции). На втором этапе определяются продолжительность сезонов в днях, а также скорость накопления 109 градусо-дней, свидетельствующая об интенсивности проявления эпидемиологического процесса.

Для оценки степени благоприятности термических условий для развития возбудителя ЛЗН в целом, разработан обобщающий показатель – индекс K_{term}. В его основу положено представление о минимальной сумме эффективных температур в 109°С (S_{min}), необходимой для завершения одного оборота инфекции. Для продолжения цепочки заражений необходимо, чтобы на инфицированном человеке заразился новый комар и возбудитель в нем созрел, т.е. набралось еще 109°С, после чего комар может заразить еще одного человека. В зависимости от значения показателя (в безразмерных единицах) выделены 4 градации степени благоприятности термических условий (от неблагоприятных до крайне благоприятных условий).

В качестве модельной территории была выбрана южная часть ЕТР (33 - 60 в.д., 45 - 56 с.ш.) как регион, где вероятность распространения ЛЗН наиболее высока. Расчет всех показателей проведен по данным реанализа для каждого года и в среднем за период 1981-2018 гг. Для анализа распространения инфекции использованы данные по заболеваемости с момента ее официальной регистрации в РФ (1997 г.) по настоящее время (2018 г.). Проанализирована корреляция средних многолетних значений индекса благоприятности термических условий K_{term} с заболеваемостью ЛЗН (среднемноголетнее значение на 100 000 населения) и частотой регистрации случаев за этот же период, рассчитанными по субъектам РФ.

По результатам исследований были получены серии карт, анализ которых позволил сделать вывод, что вся изучаемая территория расположена в благоприятных и крайне благоприятных термических условиях для развития возбудителя ЛЗН. Значения суммы эффективных температур за период с 1981 по 2018 гг. превышают 500 градусов. При анализе отдельных лет заметно, что несмотря на некоторые межгодовые колебания, в целом существует тенденция к увеличению сумм эффективных температур на изучаемой территории.

За 37 лет увеличилась продолжительность сезона передачи температуры: если в 1981 г. участок с продолжительность сезона передачи инфекции более 150 дней занимал ограниченную территории возле Каспийского моря, то к 2018 г. он занимает большую часть анализируемой территории. Подобная ситуация наблюдается и для такого параметра, как скорость наступления сезона передачи инфекции – в 2018 г. практически на всей территории этот показатель составлял менее 60 дней, однако тут наблюдается большая межгодовая вариабельность.

Если взглянуть на изменение степени благоприятности термических условий на основе индекса K_{term} (рис. 1), то, можно видеть положительный тренд, который свидетельствует о расширении территории, потенциально опасной для заражения ЛЗН. При этом, наиболее благоприятная для ЛЗН территория расположена на территории Астраханской области и Республики Калмыкии, а также юге Волгоградской области. Следует отметить, что почти вся территория Южного федерального округа (ФО) находится в зоне благоприятных термических условий.

Благоприятность этой территории подтверждается анализом заболеваемости. В РФ первоначально, вплоть до 2009 г., это заболевание регистрировалось в пяти-шести субъектах, относящихся к Южному ФО, где достаточно давно сформированы очаги этой болезни. Затем нозоареал заболевания начал расширяться: если в 1999 г. случаи были отмечены только в Волгоградской области, то к 2018 г. - уже в 8-ми, а во время крупной вспышки в 2012 г. – в 14-ти субъектах РФ (рис. 2). Максимальное число случаев на юге ЕТР отмечаются на территории Астраханской и Волгоградской областей: среднемноголетняя заболеваемость здесь составляет более 2,5 случаев на 100 000 населения, а среднемноголетнее число случаев – более 25. Более низкий уровень заболеваемости регистрируется в Воронежской, Ростовской областях, Саратовской, Самарской, Ульяновской областях, а также в республиках Адыгея, Калмыкия, Крым, в Краснодарском и Ставрополь-

ском краях. Единичные случаи отмечались и в более северных регионах – Белгородской, Калужской, Липецкой, Тамбовской областях.

Рис. 1. Изменение степени благоприятности термических условий для развития возбудителя ЛЗН на юге ЕТР (среднее значение индекса K_{term} и линейный тренд)

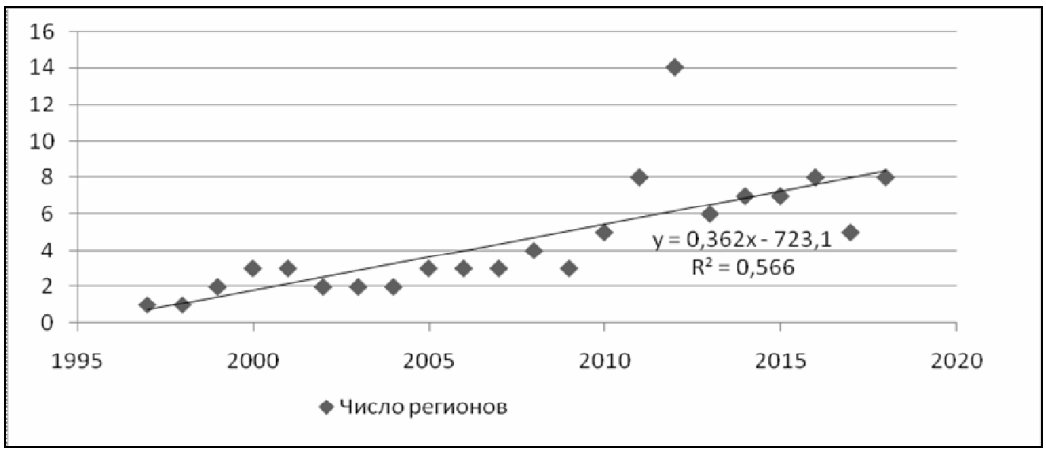


Рис. 2. Изменения в регистрации случаев ЛЗН по регионам за анализируемый период

Таким образом, несмотря на то, что в настоящее время заболеваемость ЛЗН ограничена относительно небольшой территорией, можно предположить, что идёт активное расширение нозоареала инфекции из «старых очагов» (Астраханская и Волгоградская области) на другие территории. В связи с этим, проблема прогноза изменений нозоареала инфекции и выделение территорий, на которых увеличивается риск заболевания ЛЗН является одной из наиболее актуальных. Использование алгоритма расчета эпидемиологических параметров, связанных с температурными условиями развития возбудителя и расчет индекса K_{term} является одним из эффективных инструментов анализа текущей ситуации и создания прогнозов распространения инфекции.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-77-20070 «Оценка и прогноз биоклиматической комфортности городов России в условиях изменения климата в XXI веке»)

ЛИТЕРАТУРА

1. Львов Д.К. Лихорадка Западного Нила: по материалам вспышек в Волгоградской области в 1999-2002 гг. / Д.К. Львов, В.Б. Писарев, В.А. Петров, Н.В. Григорьева. – Волгоград: Издатель, 2004. – 72 с.

2. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни». 2-е издание / под ред. С.М. Малхазовой. – М.: Географический факультет МГУ, 2017. – 216 с.

3. Allen J.C. A modified sine wave method for calculating degree days / J.C. Allen // Environmental Entomology. – 1976. – Т. 5. – №. 3. – P. 388-396.

4. Lockaby G.Climatic, ecological, and socioeconomic factors associated with West Nile virus incidence in Atlanta, Georgia, USA / G. Lockaby, N. Noori, W. Morse, W. Zipperer, L Kalin, R. Governo, R. Sawant, M. Ricker // Journal of Vector Ecology. – 2016. – Т. 41. – №. 2. – P. 232-243.

5. Platonov A.E. The incidence of West Nile disease in Russia in relation to climatic and environmental factors / A.E. Platonov, V.A. Tolpin, K.A. Gridneva, A.V. Titkov, O.V. Platonova, N.M. Kolyasnikova, L. Busani, G. Rezza // International journal of environmental research and public health. – 2014. – Т. 11. – №. 2. – P. 1211-1232.

6. Reisen W. K. Effects of temperature on the transmission of West Nile virus by Culex tarsalis (Diptera: Culicidae) / W. K. Reisen, Y. Fang, V.M. Martinez // Journal of medical entomology. – 2006. – Т. 43. – №. 2. – P. 309-317.

7. Tran A. Environmental predictors of West Nile fever risk in Europe / A. Tran, B. Sudre, S. Paz, M. Rossi, A. Desbrosse, V. Chevalier, J.C. Semenza // International journal of health geographics. – 2014. – Т. 13. – №. 1. – P. 1-26.

ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЖИТЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКИХ ГОСУДАРСТВ

В.А. Прохода
prochoda@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Финансовый университет при Правительстве РФ, г.Москва, Россия

Актуальной задачей в рамках выработки и реализации политики в области климата является создание *«… механизмов, обеспечивающих постоянный конструктивный диалог между научным сообществом, органами государственной власти, ответственными за принятие решений, населением и деловыми кругами»* [2]. Одной из форм обратной связи в таком диалоге выступают социологические опросы населения. В связи с этим представляется интересным обратиться к результатам масштабного сравнительного социологического исследования.

Публикация базируется на вторичном анализе данных восьмой волны межстранового трендового социологического исследования «Европейское Социальное Исследование» (European Social Survey, ESS)», проведенного в 2016 г. «ESS» - проект, в рамках которого с 2002 г. проводится многолетнее сравнительное изучение установок, взглядов, ценностей и поведения населения европейских стран. Россия участвует в «ESS» с 2006 г. Метод сбора первичной социологической информации – личное интервью (face-to-face) на дому у респондентов. Для анализа использовались данные по 22 странам. Опрос проводился среди населения в возрасте 15 лет и старше. В каждой стране было опрошено от 880 (Исландия) до 2852 (Германия) респондентов по национальной репрезентативной случайной выборке. В России опрос проведен ЦЕССИ (Институт сравнительных социальных исследований) в октябре 2016 г. - январе 2017 г., размер выборки - 2430 респондентов. На международном уровне проект координируют сотрудники City University London и еще шести европейских научных организаций - NSD (Норвегия), GESIS (Германия), The Netherlands Institute for Social Research/SCP (Нидерланды), Universitat Pompeu Fabra (Испания), University of Leuven (Бельгия), University of Ljubljana (Словения). При анализе применялись весовые коэффициенты, позволяющие сравнивать страны между собой.

Установки населения европейских стран по отношению к изменениям климата выявлялись в исследовании с помощью серии вопросов, касающихся степени информированности, личных норм респондентов, их убежденности в эффективности борьбы с изменениями климата. В частности, респондентам задавался вопрос, о том изменился ли кли-

мат на Земле в течение последних ста лет. Полученные результаты позволяют констатировать, что европейцы в целом информированы о глобальном изменении. Максимума показатель осведомленности достигает в Португалии, где 97% респондентов в той или иной степени уверены, что климат меняется (76,5% - определенно меняется + 19,5% - вероятно меняется). Минимальный уровень осведомленности фиксируется в России – 78,6% респондентов (36,6% - определенно меняется + 42% - вероятно меняется). Такие результаты отчасти подтверждаются данными других социологических исследований [1]. Ближе других стран к России по уровню осведомленности населения оказались Чехия – 84,6% (соответственно 38,2% + 46,6%), Литва – 86,7% (43,9% + 42,8%), Венгрия – 88,1% (46,9% + 41,2%) и Польша – 89,2% (47,2% + 42%). Отметим, что среди россиян больше чем где-либо в Европе доля респондентов уверенных, что климат определенно не меняется – 9,1%. Для сравнения, например, в Ирландии, Финляндии, Швеции – только 0,5%. Такие результаты свидетельствуют о низком уровне информированности населения России, что не лучшим образом характеризуют деятельность российских органов власти и негосударственных организаций в области экологического просвещения.

Об оценке последствий климатических изменений позволяют судить ответы на вопрос о том, насколько положительным или отрицательным будет влияние изменения климата на человечество. Респондентам предлагалось сделать выбор по шкале от 0 баллов – «крайне отрицательным» до 10 баллов – «очень положительным». В целом жители европейских государств отрицательно оценивают последствия глобального изменения климата – средний балл во всех странах-участницах проекта существенно ниже середины шкалы (5 баллов) от 2,1 балла (SD= 2,02) в Испании до 3,9 балла в Нидерландах (SD= 2,05). Россия относится к числу государств, где отрицательная оценка последствий климатических изменений выражена сравнительно слабо – 3,65 балла (SD= 2,11). Похожие показатели фиксируются в Эстонии – 3,61 балла (SD= 2,07), Великобритании – 3,59 (SD= 2,23), Ирландии – 3,55 балла (SD= 2,36).

Отношение к глобальному изменению климата является одной из форм проявления экологической культуры населения европейских стран. С целью эмпирической интерпретации экологической культуры сквозь призму рассмотрения заявленной проблемы был проведен факторный анализ (Extraction Method - Principal Component Analysis; полная объясненная дисперсия – 51,4%; Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0,802; Bartlett's Test of Sphericity – p=0,000). Анализ проводился по переменным, из тематического блока анкеты, касающегося изменения климата (d21-d32). По результатам анализа выделено три фактора, в настоящей публикации описывается два фактора с условными названиями - «экологическая культура» и «поддержка экологической политики». «Экологическая культура» включает в себя следующие переменные:

1. «*Задумывались ли Вы о проблеме изменения климата до сегодняшнего дня?*». От «1» – «совсем нет» до «5» - «очень много» (факторная нагрузка = 0,721);

2. «*По Вашему мнению, изменение климата вызвано природными процессами, или человеческой деятельностью, или и тем, и другим?*». От «1» – «исключительно природными процессами» до «5» - «исключительно человеческой деятельностью» (0,559);

3. «*В какой мере Вы лично чувствуете ответственность за то, чтобы помочь борьбе с изменением климата?*». От «0» – «совсем нет» до «10» - «в очень большой мере» (0,566);

4. «*Насколько Вы обеспокоены изменением климата?*». От «1» – «совсем не обеспокоены» до «5» - «чрезвычайно обеспокоены» (0,772);

5. «*Насколько положительным или отрицательным, на Ваш взгляд, будет влияние изменения климата на человечество?*». От «1» – «крайне отрицательным» до «10» - «очень положительным» (-0,592).

Фактор «поддержка экологической политики» включает с высокими нагрузками три переменные:

Насколько Вы «за» или «против» принятия в России следующих мер для борьбы с изменением климата? От «1» – «решительно за» до «5» - «решительно против».

1. «*Увеличение налогов на ископаемые источники энергии - нефть, газ и уголь*» (факторная нагрузка = 0,648);

2. «*Использование бюджетных средств для развития энергетики на основе возобновляемых источников, таких как ветряная и солнечная энергия*» (0,732);

3. « *Законодательный запрет на продажу бытовой техники с наименее эффективным энергопотреблением*» (0,677).

Рассчитанные показатели отражают ценностные и поведенческие установки респондентов, связанные с проблемой глобального изменения климата. Позиционирование стран в зависимости от выраженности выявленных факторов (среднее значение факторных баллов) представлено на рисунке 1.

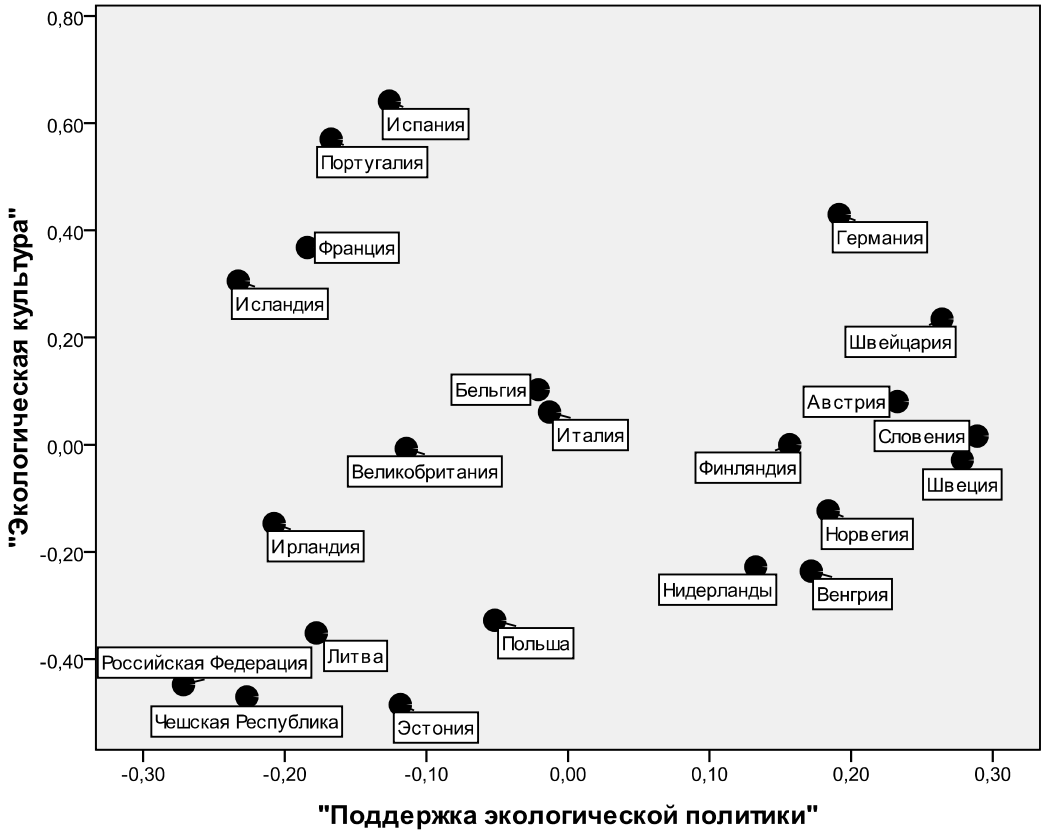


Рис. 1. Позиционирование европейских стран в соответствии со средними значениями по характеристикам: «экологическая культура», «поддержка экологической политики»

Для удобства визуального восприятия шкала характеристики «поддержка экологической политики» была зеркально изменена. Иными словами, отрицательные значения означают минимальный уровень выраженности факторов, а положительные – максимальный. Чем выше уровень «экологической культуры», тем чаще респонденты задумываются об изменениях климата, испытывают обеспокоенность по этому вопросу и чувствуют персональную ответственность за помощь в борьбе с изменением климата. Для высокого уровня «экологической культуры» характерна убежденность в детерминированности климатических изменений антропогенными факторами и отрицательная оценка их последствий.

Проведенный иерархический кластерный анализ позволил разделить европейские страны в зависимости от установок населения на четыре группы. В первую оказались включены Исландия, Испания, Португалия, Франция с высоким уровнем экологической культуры населения и низкой поддержкой мер, направленных на борьбу с изменениями климата. Второй самый многочисленный кластер включает в себя Австрию, Венгрию, Германию, Нидерланды, Норвегию, Словению, Финляндию, Швецию. Для этого кластера характерна высокая степень готовности населения к поддержке экологической политики и

средние по европейским меркам показатели «экологической культуры». Третий кластер составили Бельгия, Великобритания и Италия со средними показателями по обоим измерениям. Наконец, в четвертый кластер попали Ирландия, Литва, Польша, Чехия, Эстония и Россия. К сожалению, ситуацию в странах этого кластера нельзя назвать благополучной. Население перечисленных стран характеризуется одновременно сравнительно низким уровнем «экологической культуры» и слабой поддержкой мер по борьбе с изменением климата.

Таким образом, можно констатировать, что население европейских государств весьма дифференцировано в зависимости от установок по отношению к глобальному изменению климата. Россия находится в группе стран-аутсайдеров. Для россиян характерны: относительно невысокий уровень осведомленности о проблеме, низкий уровень экологической культуры и самая слабая в Европе готовность к поддержке мер, направленных на борьбу с изменением климата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климатические колебания: тепло ли, холодно ли…? [Электронный ресурс] // ВЦИОМ. Пресс выпуск №3425. 24 Июля 2017. Режим доступа: https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116325 (дата обращения: 22.04.2019).

2. Распоряжение Президента РФ от 17 декабря 2009 г. № 861-рп «О Климатической доктрине Российской Федерации» // Официальный сетевой ресурс Президента Российской Федерации. 2009. Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/30311/page/1 (дата обращения: 22.04.2019).

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПОЛЛИНОЗАМИ НАСЕЛЕНИЯ Г. ВОРОНЕЖА

А.А. Пчелинцева, Н.Ю. Самодурова
a_mivi@mail.ru

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г.Воронеж, Россия

Потепление климата в мире давно отнесено к глобальным экологическим проблемам. Согласно данным Росгидромета, средняя скорость потепления за период 100 лет (1909–2008 годы) на территории России составила 0,14°С за 10 лет, что почти в 1,8 раза выше, чем по всему миру (0,08°С за 10 лет). Стратегический прогноз учёных Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, на период 2008–2037 годы предусматривает возрастание средней температуры для Российской Федерации, по сравнению с периодом 1978–2007 годов, примерно на 1,4 ± 0,3°С [3].

По данным онлайн-источников и литературы, на территории Воронежской области также имеется тенденция к увеличению значений температуры. За почти 150 лет средняя годовая температура, которая составляла в70-х годах 19 века около 5,7°С, повысилась в последние 10 лет, примерно, до 8,4°С[4].

Воронежская область располагается в умеренном климатическом поясе. На ее территории различают две климатические зоны — лесостепная и степная. Среднегодовая температура колеблется от +4,6 до +5,6°С на севере области и от +6,5 до +7,0°С на юге. Умеренно-континентальный климат располагает к произрастанию около 1932 видов растений. Леса занимают 8,4% территории области, среди преобладающих деревьев – дуб, сосна, береза, осина, черная ольха [1].

За период с 2012 по 2017 годы средняя многолетняя температура в г. Воронеж увеличилась с 7,7 до 8,1°С. Максимальная температура наблюдалась в 2015 году и составила

8,7°С. На территории Воронежской области растения, способные вызывать проявления респираторной аллергии (поллинозы) выделяют пыльцу с середины марта до середины сентября. Среди таких растений в г. Воронеж распространены следующие: липа – 20%, клен – 20%, тополь – 12%, береза – 10%, сосна – 3%, и другие – 10% [1]. Для различных растений характерно разное время распространения пыльцы и количество ее в воздухе. Основными месяцами распространения пыльцевых зерен являются апрель, май, июнь. Средняя многолетняя температура для данных месяцев составила 9,55°С, 16,98°С и 19,45°С соответственно. По количеству зерен пыльцы в метре кубическом воздуха различают низкую (>11 шт.), среднюю (>31->101 шт.) и высокую (>101->1001шт.) концентрацию. Тяжесть проявлений аллергической реакции при одних и тех же значениях концентрации пыльцы в воздухе варьирует [2]. За анализируемый период в г. Воронеж, согласно статистическим данным, средний многолетний показатель заболеваемости поллинозами в 1,1-1,5 раза превышает данные по Воронежской области во всех возрастных группах.

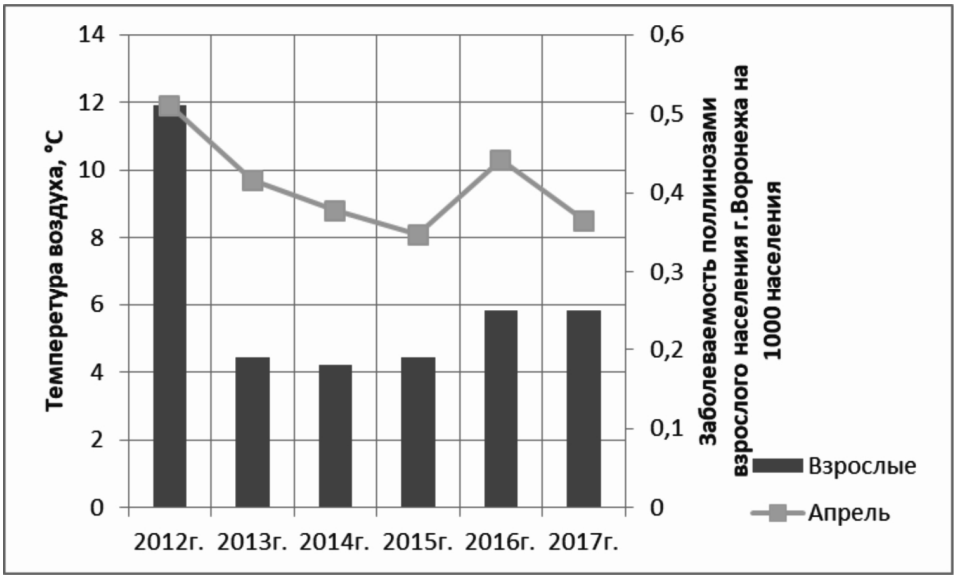


Рис. 1. Соотношение температуры воздуха и впервые выявленной заболеваемости поллинозами взрослого населения г. Воронежа за период с 2012 по 2017 годы

При анализе имеющихся данных о температуре воздуха и впервые выявленной заболеваемости поллинозами за период с 2012 по 2017 годы было выяснено следующее. В месяцы наиболее активного образования и распространения пыльцы (апрель, май, июнь, июль) в 2012-2014 годах, наблюдалась более высокая температура воздуха, чем в остальные годы анализируемого периода. Показатели впервые выявленной заболеваемости в группах взрослых, детей и подростков за период с 2012 по 2014 годы также выше, чем в последующие годы. Коэффициент корреляции между температурой воздуха в месяце апреле и впервые выявленной заболеваемостью поллинозами взрослого населения за анализируемый период составил 0,84 (рис. 1).

Между заболеваемостью подросткового населения и температурой воздуха в мае периода 2012-2017 годов корреляционная связь составила 0,89 (рис. 2).

Впервые выявленная заболеваемость детей также коррелирует с температурой воздуха в мае. Коэффициент корреляции составил 0,95 (рис. 3).

Данное наблюдение позволяет предположить, что при повышении температуры воздуха, созревание пыльцы идет более активно, а это, в свою очередь, способствует повышению уровня заболеваемости поллинозами. Имеющиеся данные о концентрациях выделяемой пыльцы взяты из литературных источников и не отражают действительного количества пыльцевых зерен в воздухе. По информации, полученной в Центре гигиены и эпидемиологии г. Воронежа, устройств по улавливанию пыльцы в распоряжении организации нет, следовательно, исследования реальной концентрации пыльцы в воздухе не

проводятся. Данная проблема требует дальнейшего изучения, поскольку, сведения о фактическом содержании пыльцы в воздухе позволят разработать комплекс предупредительных мероприятий, способствующих снижению уровня данной аллергической патологии.

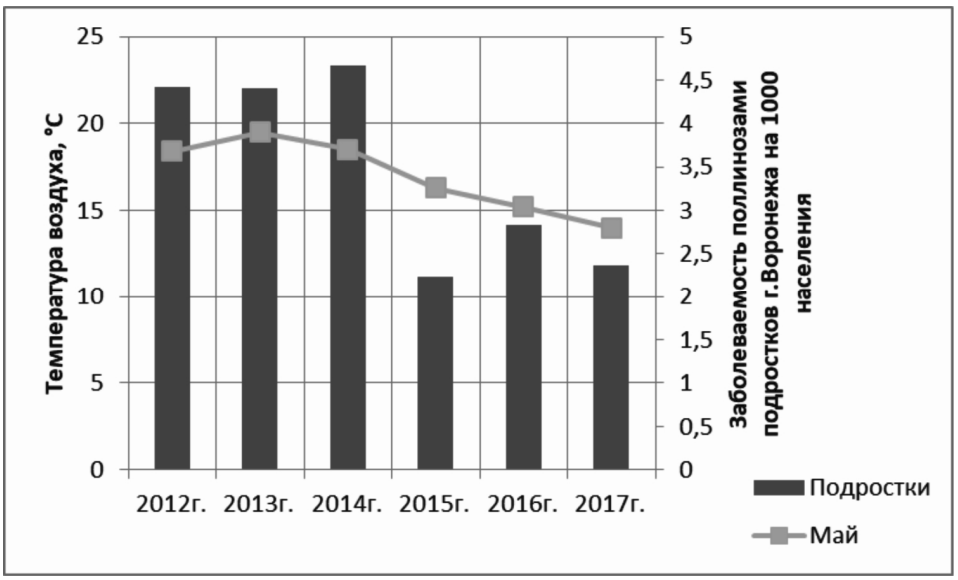


Рис. 2. Соотношение температуры воздуха и впервые выявленной заболеваемости поллинозами подросткового населения г. Воронежа за период с 2012 по 2017 годы

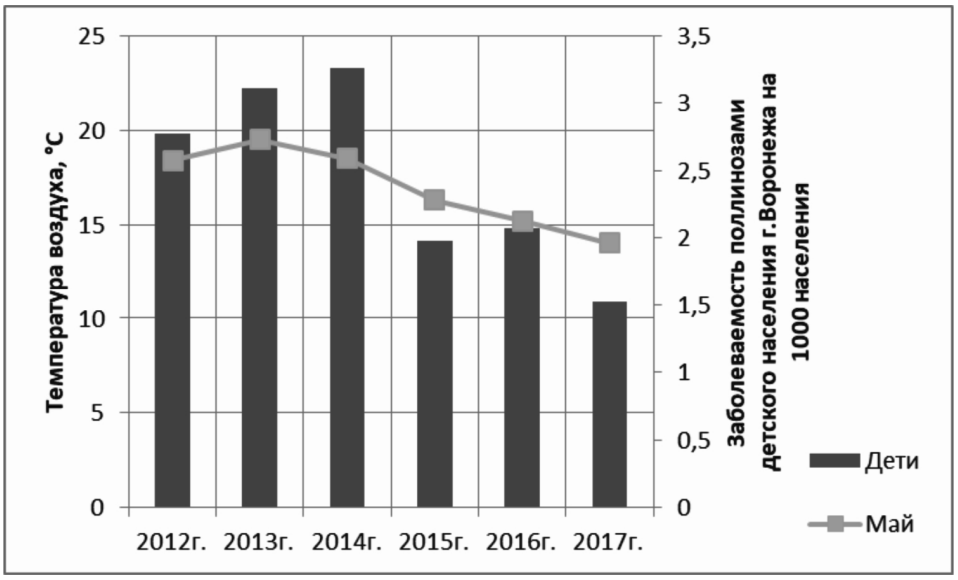


Рис. 3. Соотношение температуры воздуха и впервые выявленной заболеваемости поллинозами детского населения г. Воронежа за период с 2012 по 2017 годы

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанова С.В., Агаджанов-Гонсалес К.Х., Богданова О.Ю., Богославцева Л.В. [и др.] Научное окружение современного человека: экономика, менеджмент, медицина и фармация, химия, биология, сельское хозяйство, география и геология / С.В. Агаджанова, К.Х. Агаджанов-Гонсалес, О.Ю. Богданова, Л.В. Богославцева. – Одесса, 2018. – С. 105-125.

2. Ибрагимова К.К. Пыльцевой мониторинг в определении антропогенной нагрузки / К.К. Ибрагимова // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. – Казань,2016. – С. 145-147.

3. Порфирьев Б.Н. Изменения климата и экономика / Порфирьев Б.Н. – Вестник Российской академии наук. – 2011. – Т. 81. – № 3. – С. 222-236.

4. http://www.pogodaiklimat.ru/history/34123.htm.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

Б.А. Ревич
brevich@yandex.ru

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г.Москва, Россия

Постановлением Правительства России предусмотрена разработка Национального плана адаптации (НАП), в котором планируется отдельный раздел по здоровью населения. Результаты исследований по оценке влияния климатических изменений на здоровье населения в различных климатических зонах России и опыт зарубежных коллег позволили разработать комплекс предложений к этому плану [4]. В наших предложениях учтен опыт зарубежных стран и в первую очередь Франции, население которой значительно пострадало от аномальной жары 2003 г. Кроме того, ВОЗ и его Европейское Бюро на протяжении последних 10 лет постоянно публикуют аналитические материалы по оценке влияния изменения климата на здоровье, и рабочая группа по этим вопросам подготавливает соответствующие рекомендации. По мнению экспертов Европейского Бюро ВОЗ, планы действий (адаптации) должны быть направлены на решение следующих задач [4]:

• Развитие мер по использованию существующих систем и мер реагирования на ЧС;

• Создание долгосрочной основы для предотвращения негативных последствий климатических рисков;

• Комплексное решение проблемы, включающее участие в действиях не только органов здравоохранения, но и других управленческих структур;

• Эффективная связь между организациями, своевременное и целенаправленное информирование населения;

• Минимальное использование мер, усугубляющих проблему глобального изменения климата. Применение кондиционеров, конечно, необходимо для уязвимых групп населения, но по мере возможности должны применяться менее энергоемкие методы;

• Оценка результатов, без которой невозможно ни добиться улучшения планов, ни извлечь уроки из опыта прошлых лет.

Считается, что эти планы будут успешно реализованы при условии:

• наличия головного учреждения, которое осуществляет многоцелевую координацию и руководит принятием мер при ЧС;

• наличия систем четкого и своевременного оповещения, включая план информирования населения (какая информация распространяется, кем, для кого и когда);

• действий по уменьшению воздействия жары в закрытых помещениях;

• оказания специальной помощи уязвимым группам населения;

• обеспечения готовности системы здравоохранения и органов социальной защиты (планирование и обучение кадров, надлежащее медицинское обслуживание и инфраструктура);

• долгосрочного городского планирования (проектирование зданий и сооружений, энергетическая и транспортная стратегия);

• мониторинга и оценки результатов в режиме реального времени.

Таким образом, реализацию плана и его элементов можно рассматривать в виде следующего цикла: 1) разработка долгосрочного плана, 2) подготовительные мероприятия (до лета), 3) профилактические мероприятия (летом), 4) специальные меры (в период аномальной жары), 5) мониторинг и оценка.

Чрезвычайно важное место в этих планах занимают вопросы информирования населения. Высокую смертность в Москве летом 2010 г. в определенной степени удалось бы сократить с помощью мощной информационной кампании о правилах поведения людей и о профилактических мерах городских властей. ВОЗ выделяет следующие информационные действия:

• распространение общих медико-санитарных рекомендаций во время летнего сезона: листовок, информации в Интернете и в СМИ (радио и телевидение). Учитывая, что в России телевидение является основным источником массовой информации, необходимо заранее разработать блок материалов для федеральных каналов (как вида социальной рекламы). Для региональных каналов необходимы типовые рекомендации по структуре и содержанию материалов с учетом климатических особенностей территории. Было бы целесообразно создание рабочей группы Минздрава, Роспотребнадзора и представителей СМИ для их подготовки;

• участковые врачи и сотрудники аптек также могут заниматься распространением рекомендаций и информации для населения;

• социальные сети нужно использовать для информирования врачей и социальных работников, но люди, подвергающиеся наиболее высокому риску (пониженного социально-экономического статуса), могут оказаться не самыми активными пользователями Интернета;

• использование СМС-сообщений. МЧЭС уже сейчас использует их для информирования населения о неблагоприятных погодных условиях, они же могут быть эффективным средством информирования работников здравоохранения и/или лиц из групп риска;

• специальные материалы для пожилых людей. В подготовленных для них листовках и телевизионных материалах должны содержаться простые практические советы (например, по питьевому режиму) и важная контактная информация о службах социальной и экстренной помощи.

В целом, чтобы население было подготовлено к волнам жары, необходимо соответствующее отражение проблемы в стратегиях образования и просвещения. Должны разрабатываться и распространяться рекомендации для школ, пансионатов и лечебниц, курортов и мест отдыха туристов, клиник и больниц и т. п.

Обобщение опыта российских исследований по оценке влияния климатических рисков на здоровье позволило сформулировать предложения по защите здоровья населения по следующим основным четырем направлениям:

1) защита здоровья городского населения от воздействия температурных волн жары и холода;

2) меры по защите здоровья населения групп повышенного риска (дети, беременные женщины, лица с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, почек, других органов и систем);

3) меры по предупреждению возникновения и распространению климатозависимых инфекционных заболеваний;

4) меры по защите здоровья населения в Арктическом макрорегионе, в т.ч. коренных малочисленных народов Севера.

Разумное городское планирование имеет важное значение для успешной адаптации к глобальным изменениям климата, так как значительная часть климатических рисков приходится на городские районы. Урбанизация и продолжающийся рост крупных городов в странах с низким и средним уровнями доходов сопровождались ускоренным ростом уязвимых городских общин. Именно в мегаполисах с их относительно широкими (по сравнению с сельскими районами) финансовыми возможностями наиболее реально осуществление мер адаптации к изменениям климата всего городского хозяйства, в том числе его социального блока посредством эффективных действий городских властей, поддерживаемых грамотным управлением на разных уровнях.

Меры по защите здоровья городского населения от температурных волн жары весьма разнообразны, они направлены на снижение температуры, особенно в центре городов, на улучшение проветривания городских пространств, снижение числа городских «каньонов», увеличение открытых озелененных площадей и снижение «запечатанных» территорий, озеленение зданий и другие градостроительные и планировочные приемы. К сожалению, в действующем основном законодательном документе - Градостроительном кодексе - отсутствуют требования по созданию открытых озелененных пространств, о необходимости вертикального озеленения зданий, о снижении площадей «запечатанных»

территорий и другие меры, направленные на оптимизацию городского микроклимата. Важное значение имеет также увеличение числа зданий и отдельных помещений, в том числе в больницах, оборудованных кондиционерами, создание прохладных комнат в помещениях учреждений социальной защиты, домах для пожилых людей, реабилитационных центрах и других местах постоянного или временного пребывания лиц пожилого возраста, инвалидов с ограниченной подвижностью, беременных женщин, детей до 5 лет.

Общепринятого понятия «аномальная жара» нет. Росгидромет считает аномальной жарой среднесуточную температуру, отклоняющуюся от климатической нормы на 7^0С в течение 5 дней. Однако климатическая норма не отражает опасность волны жары именно для здоровья населения, и для ее обоснования не применялись эколого-эпидемиологические методы. Применение таких методов с использованием процентилей многолетнего распределения среднесуточных температур позволяет определить количественные пороги температур воздуха, при превышении которых необходимо использовать комплекс профилактических мероприятий. Как показывают результаты наших исследований, для практических целей защиты населения оправдан выбор порога на уровне 97-98-го процентиля. За последние 25 лет по сравнению с предыдущим периодом значительно возросли как средние летние температуры, так и значения 98-го процентиля.

Своевременное оповещение населения, медицинских организаций, администрации городов о наступлении аномальной жары позволит ускорить принятие необходимых управленческих решений, например организацию «горячей линии» в поликлиниках, числа машин скорой помощи в местах наиболее высоких температур, информирование врачей о диагностике тепловых ударов, правилах самосохранительного поведения граждан. В настоящее время у Росгидромета есть возможность выдавать прогноз погоды на 5 суток, и в городах появится возможность определять ожидаемую температуру в разных районах с шагом сетки 2 км [2].

Потепление климата способствует повышению числа климато-зависимых инфекционных заболеваний. Это природно-очаговые заболевания, в том числе геморрагические лихорадки. Жаркое лето 2018 г. привело к значительному увеличению заболеваемости лихорадкой Западного Нила [1]. Также растет распространенность и Конго-Крымской геморрагической лихорадки [3]. На севере Европейской части России в Архангельской области и Республике Коми происходит постепенно распространение в северном направлении заболеваемости населения клещевым вирусным энцефалитом. Деградация вечной мерзлоты приводит к подтаиванию сибиреязвенных скотомогильников и вымыванию спор сибирской язвы на поверхность, повышая риск инфицирования животных и людей. Именно эти обстоятельства привели к крупной эпизоотии сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) в 2016 году среди северных оленей, в ходе которой заболело 2 650 животных. В результате контакта с больными и павшими животными зарегистрировано 36 случаев заболевания людей, в том числе 1 летальный исход у ребенка 12 лет [5].

При построении моделей изменения климата в отдельных регионах необходимо принимать во внимание постоянно меняющуюся глобальную ситуацию в области политики, социально-экономической перспективы. Активная хозяйственная деятельность, особенно на вновь осваиваемых территориях, в зонах крайнего Севера, пустынных районах часто осуществляется без учёта влияния на природные факторы, экологическую и эпидемиологическую составляющие, в частности, на инфекционную заболеваемость.

В целях повышения готовности органов здравоохранения к возможным эпидемиям, возникших из-за климатических изменений, целесообразна апробация системы географически ориентированной вакцинации в зонах климатических аномалий и повторяющихся природных катастроф. Опыт профилактической вакцинации населения на таких территориях одобрен ВОЗ, ЮНИСЕФ. При разработке стратегии повышения готовности необходимо включение чувствительных к климату инфекционных заболеваний в список болезней, подлежащих обязательной регистрации, разработка системы адаптации и уменьшения последствий чрезвычайных ситуаций, оценка методов управления на муниципальном и федеральном уровнях.

Результаты исследований по оценке воздействия климатических изменений на здоровье населения стали основой для разработки двух планов по защите здоровья населения на региональном уровне – в Архангельской области и НАО в рамках программы европейского Бюро ВОЗ по 7 странам Восточной Европы и на городском уровне – Москве, разработанный после аномальной жары 2010 г. и утвержденный мэром Москвы. Особенность плана в Архангельской области – ориентация на профилактику клещевого энцефалита и других климато-зависимых заболеваний. С этой целью была усилена необходимая лабораторная база, расширена акарицидная обработка лесов, подготовлены соответствующие информационные материалы для населения в НАО.

Единственный город в стране, где разработан и утвержден мэром города План действий во время аномальной жары – это Москва. Основные действия органов исполнительной власти Москвы во время аномальной жары базируются на четырех уровнях опасности здоровью населения - низком (допустимом) уровне, настораживающем, среднем и высоком. Эти уровни основаны на статистическом анализе ежесуточных показателей смертности, метеорологических показателях, концентрациях мелкодисперсных частиц PM_{10} и тропосферного озона. При этом использовалось определение волн жары как три (или более) последовательных дня со среднесуточными температурами выше «порога жары», установленного на уровне 98-го процентиля многолетнего распределения среднесуточных температур. Достоинством предлагаемого нами подхода является возможность соотнести градации опасности с вполне определенными величинами экспозиции и соответствующими им процентилями многолетних распределений среднесуточных значений каждого фактора. Превышение температурой порога в 23ºС в отдельный день в условиях Москвы уже соответствует «высокому» уровню опасности. Во время волн жары дополнительная смертность будет несколько выше, чем во время единичных дней с такой же высокой температурой. Для города был разработан проект системы оповещения. Метеорологический прогноз должен ежедневно поступать до 8 утра, а при «высоком уровне опасности» – уточняться до 4 раз в сутки. Информирование населения планируется за 36-60, 12-36 и 0-12 часов для шести секторов города.

Аномальная жара 2010 г. послужила причиной организации нового проекта по оценке воздействия высоких температур на состояние здоровья больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Результаты этого проекта позволили впервые разработать рекомендации по мерам профилактики осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы. Были уточнены предикторы наиболее частых осложнений ССЗ, развивающихся в период жары: гипертонических кризов и аритмий сердца. К ним относятся диабет, гипертиреоз, хронические заболевания органов дыхания, неврологические и психические заболевания, язвенная болезнь, заболевания почек. Важен и результат о негативном влиянии приема нитратов и ацетилсалициловой кислоты (аспирина). Для профилактики осложнений сердечно-сосудистых заболеваний целесообразно использование солей калия и магния (препараты панангин и мельдоний). Панангин также может быть использован для улучшения качества жизни больных артериальной гипертонией в период летней жары [7].

Изменение климата не только увеличивает «климато-зависимую» смертность, но также создает системные риски для всего сектора здравоохранения, снижает возможности для оказания всех видов медицинской помощи, что уже проявилось во время волн жары.

Статья подготовлена в рамках научных исследований, выполняемых по теме 168.5 государственного задания ИНП РАН «Составление и уточнение кратко-, средне и долгосрочных прогнозов по развитию социального сектора экономики»

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексейчик И.О., Путинцева Е.В., Смелянский В.П. и соавт. Особенности эпидемической ситуации по лихорадке Западного Нила на территории Российской Федерации в 2018 г. и прогноз ее развития на 2019 г. // Проблемы особо опасных инфекций. – М., 2019. – №1. – С. 17–25.

2. Вильфанд Р.М., Киктев Д.Б., Ривин Г.С. На пути к прогнозу погоды для мегаполисов. // Сборник тезисов докладов международной конференции, посвященной столетию со дня рождения академика А. М. Обухова. «Турбулентность, динамика атмосферы и климата». – Долгопрудный: «Физматкнига»; 2018. – №7.

3. Волынкина А.С., Котенев Е.С., Лисицкая Я. В. и др. Анализ заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой в Российской Федерации в 2017 г. и прогноз на 2018 г. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – №1.– С.12-15.

4. Планы действий Планы действий по защите здоровья населения от воздействия аномальной жары. Руководство. Европейское Бюро ВОЗ. – 2011.

5. Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д. Изменение климата и здоровье: оценки, индикаторы, прогнозы. – Москва: Издательство ПК ИРО, 2019. – 290 с.

6. Симонова Е.Г., Картавая С.А., Титков А.В., Локтионова М.Н., Раичич С.Р., Толпин В.А. и др. Сибирская язва на Ямале: оценка эпизоотологических и эпидемиологических рисков // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – №1 – С. 89-93.

7. Смирнова М.Д., Фофанова Т.В., Яровая Е.Б., Агеев Ф.Т. Прогностические факторы развития сердечнососудистых осложнений во время аномальной жары 2010 г. (когортное наблюдательное исследование) // Кардиологический вестник. – 2016. – №1(9). – С. 43-51. https://readera.ru/14334763 (дата доступа 29.04.2019).

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Г.А. Сигора, О.В. Самсонова
ksushakisya@mail.ru

Севастопольский государственный университет, г.Севастополь, Россия

Погода – это физическое состояние атмосферы в данном месте в определенный период времени. Многолетний режим погоды, обусловленный солнечной радиацией, характером местности (рельеф, почва, растительность и т. д.), и связанная с ним циркуляция атмосферы создают климат. Хотя на человека влияет климат в целом, в определенных условиях ведущую роль могут играть отдельные метеорологические элементы. Следует отметить, что влияние климата на состояние организма определяется не столько абсолютными величинами метеорологических элементов, свойственных тому или другому типу погоды, сколько не периодичностью колебаний климатических воздействий, являющихся в связи с этим неожиданными для организма [1].

Для экологии и современной медицины чрезвычайно важны оценка и прогнозирование степени влияния факторов окружающей среды на здоровье человека. Заболеваемость населения является важнейшим критерием, характеризующим качество окружающей среды. В частности, состояние окружающей среды значительно влияет на заболеваемость болезнями органов дыхания населения. Судя по официальной статистике заболеваемость болезнями органов дыхания населения с течением времени уменьшается [2]. Наиболее резкое снижение заболеваемости, например, в Украине наметилось с 1996 года, а в России с 2002 года. Главный пульмонолог Департамента здравоохранения Москвы, профессор, доктор медицинских наук А.С. Белевский считает [3], что в целом заболеваемость болезнями легких колеблется. Он же объясняет, что по официальной статистике в графу «Заболевания органов дыхания» входят такие болезни как тонзиллит, ГРИПП, ОРВИ, насморки и еще много того, что к болезням органов дыхания никакого отношения не имеет. Также, то, что попадает в официальную статистику, как правило, не отражает истинного положения дел. Просто не все больные приходят в поликлинику.

Постановка данного исследования вызвана заметной разницей между уровнями заболеваемости болезнями органов дыхания населения, например приморских городов Крыма и континентальных городов Донбасса.

Очевидно, что воздух, питьевая вода и почвы в промышленных городах и районах Донбасса, Центральной и Восточной части Украины несоизмеримо больше загрязнены по сравнению с приморскими городами и регионами Причерноморья. Неоспоримо и то, что загрязнение отрицательно влияет на состояние здоровья людей в целом и, в первую очередь, на органы дыхания, а, следовательно, и повышенную их заболеваемость. С другой стороны, неоспорим тот факт, что метеорологические факторы существенно влияют на состояние здоровья людей, и при отклонении их от комфортных и нормальных значений возникает повышенная заболеваемость болезнями органов дыхания. Метеоусловия приморских и континентальных городов существенно разнятся и, вероятно, они оказывают различное влияние на состояние здоровья людей и заболеваемость болезнями органов дыхания.

Основными метеорологическими факторами являются: температура воздуха t в ºС; относительная влажность воздуха φ в %; барометрическое давление воздуха Р в мм. рт. ст. Для примера сопоставим приморский город Севастополь и континентальный город Донбасса Луганск. Среднегодовые метеорологические характеристики сравниваемых городов показаны в таблице 1.

Таблица 1. Среднегодовые метеорологические характеристики городов Севастополя и Луганска

Города	t, ºС	φ, %	Р, мм. рт. ст.	Норма осадков, мм
Севастополь	+12,1	78	750	379
Луганск	+8,8	69	756	503

Для Севастополя характерен климат сухой, умерено теплый, близкий к средиземноморскому. В переходный осенне-зимний и зимне-весенний периоды нередки сильные холодные ветры и штормы. Для Луганска характерен степной климат, с малоснежной зимой, нередко сочетающейся с сильными метелями и частой сменой погоды, ранней весной, продолжительным жарким летом и поздней, но относительно короткой осенью. При существенном отличии метеорологических условий сравниваемых городов более значимое влияние на заболеваемость болезнями органов дыхания оказывает разница динамики изменения метеофакторов. В Севастополе температура воздуха может разниться в 1,5–2 раза в течение дня и ночи. Период стабильности температуры с разницей ±3ºС составляет 7–10 часов, а иногда 5–7 часов, в то время как период адаптации организма человека к изменению внешней среды – примерно 14 часов. Также и другие метеохарактеристики не стабильны и изменяются в короткие промежутки времени.

Метеорологические характеристики Луганска более стабильные во времени по сравнению с Севастополем и, более того, периоды их стабильности чаще совпадают с периодом адаптации организма человека к внешним условиям. Следует полагать, что негативное влияние метеорологических факторов в Севастополе, как и в других приморских городах, при их динамической нестабильности и комплексном (синергетическом) воздействии на население, большее, чем техногенная нагрузка на окружающую среду, что и определяет повышенный уровень заболеваемости болезнями органов дыхания населения приморских зон.

Целью данного исследования является выявление зависимостей заболеваемости болезнями органов дыхания от метеорологических и экологических факторов населения приморских районов Черного моря на примере г. Севастополь и континентальных регионов на примере Луганской области.

Известно, что метеорологические характеристики воздушной среды влияют на состояние здоровья и заболеваемость населения. Значения метеорологических характеристик в различные периоды года, месяца и суток для различных географических зон, в том

числе, сравниваемых регионов Севастополя и Луганска неодинаковы. Разница значений указанных характеристик определяет продолжительность временных периодов. И чем не стабильнее (короче) временные периоды, тем их число больше, чем стабильных даже в течение одних суток. А это означает, что адаптация организма человека к изменчивости метеорологических характеристик более затруднительна, чем при стабильных (более продолжительных) временных периодах. Можно предположить, что в этой ситуации человек более склонен к заболеваниям органов дыхания. Примером такой ситуации могут служить сравниваемые приморский г. Севастополь и континентальный г. Луганск. В Севастополе температура, влажность, давление существенно изменяются в течение одних суток и даже в одно и то же время в различных местах города. В г. Луганске большая стабильность метеорологических характеристик, а значит, можно предполагать, что и более благоприятные условия к снижению заболеваемости болезнями органов дыхания.

На рисунке 1 представлены графики в виде ломаных кривых динамики изменчивости заболеваемости населения Украины, Луганской области, и г. Севастополя болезнями органов дыхания и ее линейных трендов, аппроксимированных уравнением прямой. Здесь же на поле рисунка приведены уравнения регрессии и значения коэффициента корреляции в пределах R=0,6387...0,9038, которые свидетельствуют о приемлемой достоверности аппроксимации. Нисходящие тренды характеризуют постоянное снижение во времени заболеваемости болезнями органов дыхания населения, как в целом Украины, так и приморского Севастопольского региона и континентальной Луганской области.

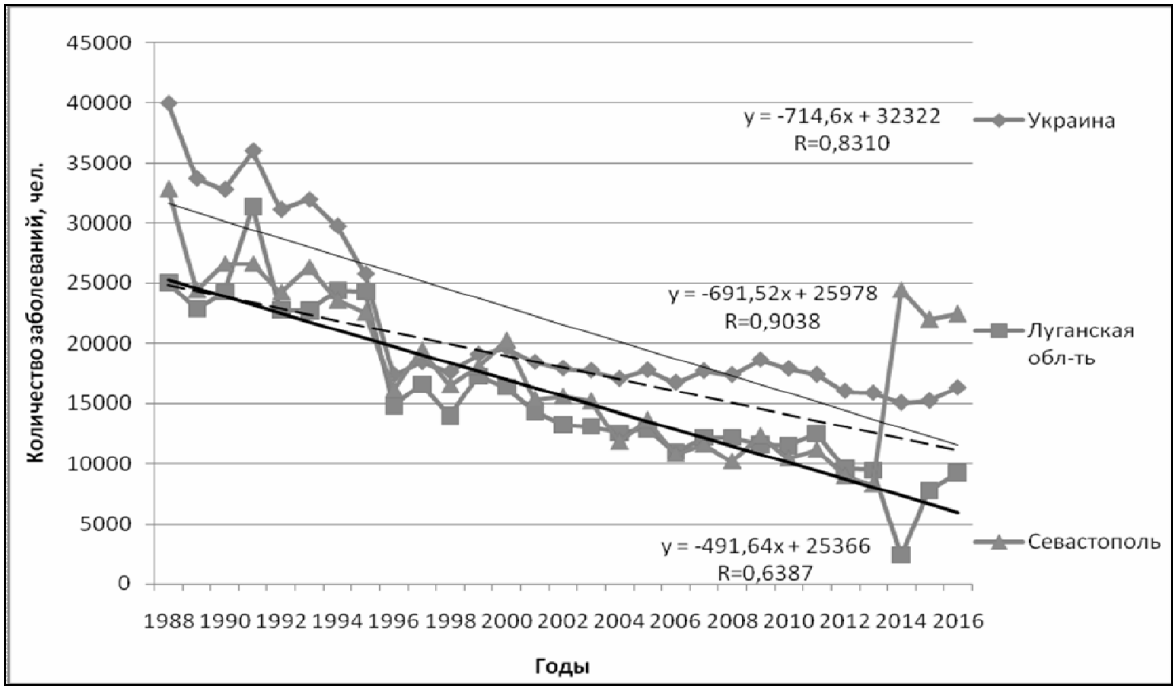


Рис. 1. Графики изменения заболеваемости болезнями органов дыхания населения Украины, Луганской области и г. Севастополь

Не исключаем возможную необъективность статистических данных, особенно с 2014 года, в связи с событиями на Украине, в частности в Луганской области и на территории Севастополя. Но в любом случае, сохраняется наибольшая заболеваемость в целом по Украине, принятая за 100%, несколько ниже по годовому среднеарифметическому тренду за весь рассматриваемый период $\left(\overline{N}_{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{n=29} N_i}{n} \right)$, заболеваемость по Севастопольскому региону, составляющая 83%, еще ниже по Луганской области - 72%. Разница забо-

леваемости населения между Севастопольским регионом и Луганской областью составляет 11%.

Из приведенных данных следует, что уровень заболеваемости болезнями органов дыхания населения техногенно нагруженной Луганской области ниже не нагруженного техногенно приморского Севастопольского региона. Полагаем, что применительно к Севастопольскому региону превалирующее негативное влияние имеют метеорологические нестабильные факторы, по сравнению с экологическими.

Подтверждением того, что уровень заболеваемости болезнями органов дыхания населения в приморских зонах выше, чем в континентальных зонах, являются построенные диаграмма (рис. 2) и графики (рис. 3) по официальным отчетным данным [4], приведенным в таблице 2.

Таблица 2. Данные заболеваемости болезнями органов дыхания на 10 тыс. населения по Республике Крым и Луганской области, в зависимости от расстояния до береговой линии

№ точки	Регион, город	Расстояние от береговой линии, км*	Показатель заболеваемости на 10 тыс. населения	Примечание
1	Армянск	0	3400	
2	Ялта	0	2925	
3	Севастополь	0	2259	
4	Евпатория	0	2207	
5	Феодосия	0	1887	
6	Керчь	0	1555	Недостаточно достоверное
7	Среднее по приморским городам	0	2372/ 2536*	
8	Сакский район	10	1417	
9	Бахчисарайский район	25	1774	
10	Симферополь	35	2018	
11	Джанкойский район	45	1308	
12	Красногвардейский район	55	1206	
13	Луганская область	Континент-я	1862	

Примечание: 2536 без учета г. Керчь*

Расстояние от береговой линии (табл. 2) определялось по географической карте от обозначения города или центра региона по вектору до ближайшей точки береговой (водной) линии. В случае многостороннего водного влияния расстояние принималось как среднее арифметическое сторонних векторов.

Из диаграммы (рис. 2) и таблицы 2 следует, что заболеваемость населения приморских городов Крыма в большинстве своем, за исключением г. Керчь, превышает заболеваемость населения г. Луганска и его районов, которые являются континентальными, а также г. Симферополя, больше тяготеющего к континентальному. При этом не исключается, что окружающая среда последнего перенагружена выбросами средств транспорта, особенно в летний период, что вызывает превалирование вредного воздействия экологических факторов над метеорологическими.

Подтверждением превалирующего негативного влияния метеорологических факторов над экологическими на заболеваемость болезнями органов дыхания населения приморских зон по сравнению с континентальными зонами, может служить и выявленная авторами экспоненциальная зависимость числа случаев заболевания от удаления береговой линии.

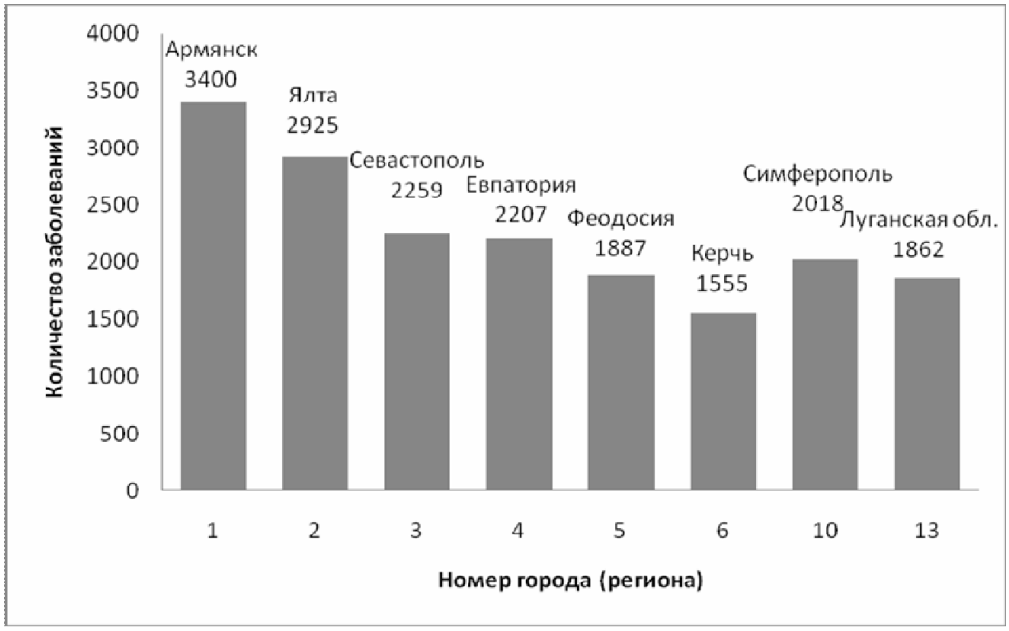


Рис. 2. Диаграмма заболевания органов дыхания населения приморских и континентальных зон

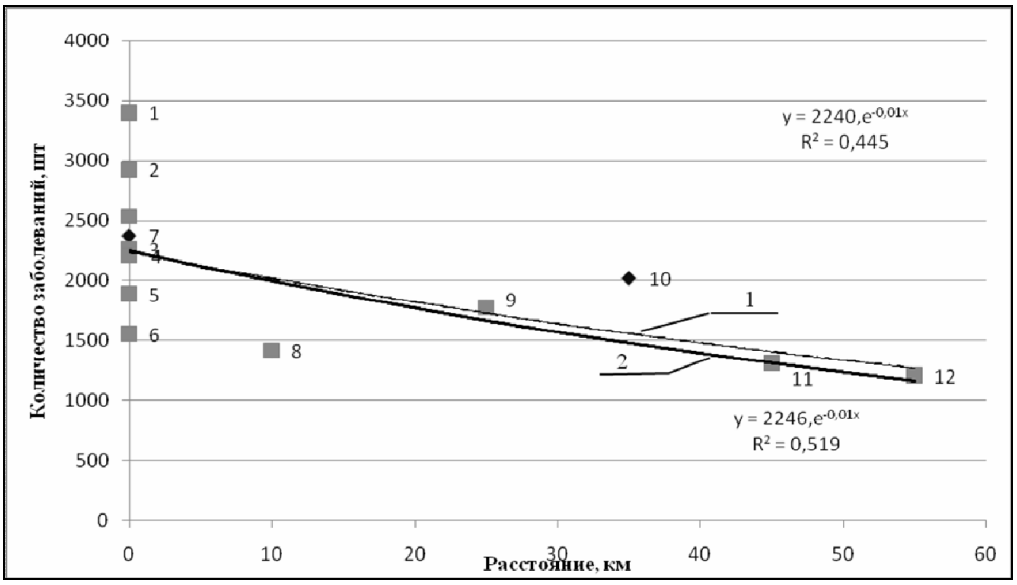


Рис. 4. Графики и уравнения регрессии изменения заболеваемости болезнями органов дыхания населения в зависимости от удаления береговой линии

Заключение. Результаты выполненного исследования подтверждают превалирующее негативное влияние метеорологических факторов над экологическими на заболеваемость болезнями органов дыхания населения приморских зон, а также по отношению к континентальным зонам. Эти результаты имеют большое практическое, социальное и медико-профилактическое значение и свидетельствуют об актуальности данной проблемы, заслуживающей дальнейшего углубленного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гора Е.П. Экология человека: Учебное пособие для вузов / Е.П. Гора. – М.: Дрофа, 2007. – 540 с.

2. Центр медичної статистики МОЗ України. – [Электронный ресурс]. URL: http://medstat.gov.ua/ukr/statdan.html.

3. Андрей Белевский: «Здоровье легких – в наших руках». – [Электронный ресурс]. URL: https://health.mail.ru/news/andrey_belevskiy_zdorove_legkih_v_nashih_rukah/.

4. Республиканский доклад о состоянии окружающей природной среды в Крыму. – Симферополь: Госкомохраны АРК, 1996. – 100 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ АРЕАЛОВ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ, ПЕРЕНОСЧИКОВ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕВЫХ БОРРЕЛИОЗОВ И ВИРУСА КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА

М.Б. Сироткин
m.sirotkin87@gmail.com

Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академ. Н.Ф. Гамалеи Минздрава России, г.Москва, Россия

Иксодовые клещи группы *ricinus / persulcatus* – основные переносчики возбудителей наиболее распространенных трансмиссивных болезней человека во внетропической части северного полушария: иксодовых клещевых боррелиозов, клещевого энцефалита и др. В Евразии наибольшую эпизоотическую и эпидемическую значимость имеют таежный *(I. persulcatus)* и европейский лесной (*I. ricinus*) клещи – важнейшие компоненты сложных трехчленных паразитарных систем образуемых этими возбудителями [1, 2, 5].

Это треххозяинные виды с пастбищным типом подстерегания. Цикл развития включает 4 фазы (яйцо, личинка, нимфа, имаго). В свою очередь все фазы (кроме яйца) состоят из стадий голодных питающихся и напитавшихся особей. Длительность питания каждой из трех кровососущих стадий невелика: около 3–6 суток у личинок и нимф и 6–10 дней у взрослых особей. Таким образом, суммарно их паразитическое существование ограничивается 15–20 днями. Большую часть времени (около 98%) особи определенной генерации ведут непаразитический образ жизни. Принципиальные отличия голодных и напитавшихся особей состоит в том, что первые в поисках прокормителя определенное время проводят на растительности, а отпавшие от хозяев после насыщения, постоянно обитают в почвенной подстилке. Общая продолжительность развития генерации в различных климатических условиях их обширных ареалов варьирует от 3 до 6 лет [1, 2, 5].

Таежный и европейский лесной клещи успешно приспособились к существованию в различных типах лесов умеренной зоны Евразии. Эти виды обладают высокой экологической пластичностью, благодаря чему существуют в разнообразных растительных формациях. Ареал таежного клеща огромной полосой протянулся от Прибалтики до Тихого океана. На всем широтном протяжении зональной тайги *I. persulcatus* приурочен к лесам южнотаежного, в меньшей степени среднетаежного типов, к зональным формациям растительности, расположенным между тайгой и лесостепью, включая хвойно-широколиственные и горнотаежные леса. Более теплолюбивый и менее эвритопный европейский лесной клещ обитает почти во всей западной, центральной и южной Европе, заходит изолированной полосой на северную часть Африканского континента и Ближний Восток. *I. ricinus* широко распространен в умеренно гигрофильных и мезофильных равнинных и горных широколиственных, реже ксерофильных, лесах. По осветленным и более прогреваемым древостоям лесной клещ проникает и в лесостепную зону. В условиях влажного климата он встречается и в более открытых биотопах типа пастбищ, зарослей кустарника и других ландшафтах [1, 2, 4, 5].

Значение экологических (особенно климатических) факторов для существования биологических видов, включая иксодовых клещей, общеизвестно. В первую очередь обсуждают тепло- и влагообеспеченность и их соотношение. Особенно важны показатели континентальности климата, отражающие специфику конкретного региона. Считается, что эти абиотические параметры, определяют границы ареала и численность конкретных популяций таежного и лесного клещей. В связи с районированием ареала клещевого эн-

цефалита по климатическим показателям в Евразии выделяют 8 крупных групп очаговых регионов, наиболее крупных частей ареала этих видов: Центральноевропейско–Средиземноморскую, Крымско–Кавказскую, Восточно–Европейскую, Западно–Сибирскую, Казахстанско–Среднеазиатскую, Среднесибирско–Забалькальскую, Хинганско–Приамурскую, Притихоокеанскую. С приближением к границам ареала общая площадь, непригодная для существования переносчиков увеличивается [2].

В обобщенной форме известны климатические условия, характеризующие область распространения таежного клеща. Выявлены наиболее и наименее благоприятные для существования этого вида части его ареала: хорошую теплообеспеченность представляют территории с суммой эффективных температур за период с температурой выше +5°С более 2300°С, при этом максимальные показатели численности клещей свойственны регионам с коэффициентом увлажнения 0.45–0.60; умеренную - 2000–2300°С при коэффициенте увлажнения 0.34–0.45; слабую 1600–1900°С 2, 5]. Максимальная сумма эффективных температур за период со среднесуточным температурным режимом выше +10°С составляет до 3630°С, умеренная – около 1738°С, минимальная - 410°С. Годовая сумма осадков в пределах ареала колеблется от 117 до 1245 мм [3].

Наиболее полные данные о требованиях лесного клеща к условиям окружающей среды представлены сравнительно недавно: оптимальная теплообеспеченность за период со среднесуточным температурным режимом выше +10°С составляет около 3910°С, умеренная – примерно 2305°С, а минимальная для существования этого вида - 1460–1550°С. Годовая сумма осадков должна достигать 587 (311–1534) мм [3]. Особенности распространения лесного клеща, вероятно, определяются и условиями холодного периода года. *I. ricinus,* наиболее благополучно перезимовывает в лесах, где температура верхнего слоя почв достигает значений около 0°С [1, 2, 4]. Таким образом, толщина снежного покрова в определенной степени лимитирует продвижение европейского лесного клеща на север. Таежный клещ более устойчив к промерзанию, но малоснежные морозные зимы могут неблагоприятно влиять на этого переносчика.

Основными предпосылками расширения ареалов таежного и лесного клеща многие исследователи считают глобальное потепление климата. По мнению ряда авторов увеличение теплообеспеченности территорий должно привести к появлению на них новых популяций клещей. Причем, как правило, под понятием изменение теплообеспеченности понимают увеличение среднегодовой глобальной температуры на один или несколько градусов. Исходя из таких представлений, созданы специальные компьютерные модели, предсказывающие изменение распространения этих переносчиков [3]. Некоторые такие модели предсказывают изменение ареала переносчиков на несколько последующих десятилетий. Реальные эколого–паразитологические доказательства достоверности этих моделей обычно не приводят. Как правило, отсутствуют результаты многолетних репрезентативных учетов численности разных фаз развития переносчиков, свидетельствующих о предшествовавшем отсутствии и появлении автономных популяций клещей на конкретной территории. Находки единичных клещей далеко за пределами границ их постоянного обитания, многократно описанные, начиная со второй половины прошлого века и связанные с заносом единичных особей членистоногих мигрирующими хозяевами, само по себе не свидетельствуют о возникновении популяций на новом месте [2, 6]. В основу суждений о возможности расширения ареалов иксодовых клещей, как нам представляется, должен быть положен анализ вероятного влияния экологических, в частности абиотических факторов на разные этапы сложного и многолетнего цикла их развития, а также на биологические особенности последовательных гемипопуляций активировавшихся особей переносчиков.

Активировавшиеся голодные клещи не требуют определенной суммы тепла для подъема на растительность. Общий период сезонной активности голодных личинок таежного и, видимо, лесного клещей в некоторых частях ареала доходит до 90 дней, но продолжительность жизни отдельных особей очень мала и не превышает 3–5 дней. Активность личинок обоих видов протекает в широком температурном диапазоне приземного слоя воздуха от +1–2°С до +25–30°С [1, 2, 4, 5]. Таким образом, изменения температуры

воздуха, обычно укладывающиеся в эти рамки (особенно, в наиболее комфортных для личинок +10–20°С), почти не оказывают воздействия на активацию и огромную смертность личиночной гемипопуляции. Неблагоприятное действие кратковременного снижения относительной влажности воздуха в значительной степени нивелируется растянутым на 35–40 дней периодом активации потомства каждой конкретной самки. Видимо, биологические особенности этой стадии не могут существенно препятствовать существованию всей популяции в пределах ареала и при его возможном расширении.

Продолжительность периода активности нимф таежного и лесного клещей сопоставима с таковой у предшествующей фазы. Нимфы подстерегают прокормителей при прогреве воздуха от +2–5°С до +22°С и относительной влажности 62–100% [1, 2, 4, 5]. Таким образом, лишь длительные очень жаркие отрезки теплого периода года могут оказать неблагоприятное влияние на их численность. По сути дела, только чрезвычайно неблагоприятная погода при продвижении популяции в наиболее континентальных восточно–европейские территории, может препятствовать активации нимф лесного клеща во время осеннего пика активности. Существование этой активной фазы таежного клеща даже за пределами северной границы его ареала, видимо, не возникнет климатических противопоказаний. Еще более показательна относительная независимость от градиента абиотических факторов, голодных имаго. Этому способствует, длительный период сезонной активности (65–120 и более дней) у *I. persulcats* при +3–25°С, до 250–280 дней у *I. ricinus,* при прогреве воздуха от +2°С до +25–30°С и относительной влажности не ниже 50% [1, 2, 4, 5]. Причем, продолжительность жизни отдельной взрослой особи может доходить до полутора–двух месяцев [1, 2, 4, 5]. В целом приспособленность активировавшихся голодных клещей рассматриваемых видов к широкому диапазону гигротермических показателей делает мало значимыми для них сдвиги среднесуточных температур в пределах ареалов и территорий, прилежащих к их границам.

В отличие от голодных активных клещей, их яйцекладки, напитавшиеся особи (личинки, нимфы и самки) для успешного развития и перехода в следующую фазу весьма требовательны не только к определенному градиенту температурно-влажностного режима, но и к сумме эффективных температур (температурная константа развития), которую они должны получить на протяжении определенного светового периода. Эта константа и температурный порог развития клещей, а так же сумма эффективных температур в какомлибо географическом пункте (особенно это важно для территорий расположенных близь северных границ ареала) позволяют объективно судить о способности напитавшихся клещей развиваться в данных условиях и формировать независимую (по терминологии В.Н. Беклемишева) популяцию. В настоящее время по результатам лабораторных экспериментов температурная константа развития рассчитана для яиц, напитавшихся личинок и нимф таежного клеща [4].

Напитавшиеся самки иксодовых клещей, отпавшие от прокормителей, через некоторое время приступают к яйцекладке в почвенной подстилке, которая у *I. persulcatus* повсеместно происходит с середины июня по первую-вторую декаду июля. В этот период температура воздуха может быть от +5° до +30°С. Самки *I. ricinus* начинают яйцекладку в июне – августе при температуре воздуха от +15°С до +30°С. Среднесуточный прогрев почвенной подстилки даже в суровых условиях (например, на Западном Саяне) в летние месяцы доходит до +5.5–12.9°С, что не препятствует исходной сохранности яиц в почве. Это означает, что сам по себе процесс яйцекладки независимо от глобального потепления сейчас, как и ранее при становлении пределов распространения таежного клеща, возможен во многих территориях с суровыми климатическими условиями, которые прилежат к границам его ареала. Даже у северных границ ареала гибель напитавшихся самок не превышает 10 % [1, 2, 4, 5]. У самок лесного клеща, при смещении границ ареала к северу, видимо наблюдается примерно такая же картина.

Развитие яиц протекает у таежного клеща при температуре воздуха в интервале от +5°С до +33°С. Наиболее успешно этот процесс идет при +20–25°С. Однако, для успешного завершения этого процесса необходима сумма эффективных температур, которая

должна составлять не менее 431°С. Яйца *I. ricinus* развиваются при температуре воздуха +5–32°С с оптимумом +25–30°С [1, 2, 4, 5]. Среднесуточная температура подстилки в летний период внутри ареалов этих клещей обеспечивает развитие яиц с той или иной скоростью. В оптимальной для существования таежного клеща части ареала (Приморье) сумма эффективных температур в теплый период года существенно перекрывает потребности яиц, что способствует их быстрому развитию [7]. Регуляция этапов цикла развития клещей осуществляется фотопериодическими сигналами, неизменные сроки которых определяются ее географическими координатами. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы в конкретной местности потребность в теплообеспеченности напитавшихся клещей каждой фазы для перехода в следующую удовлетворялась в строго определенный период.

Личинки таежного и лесного клещей, напитавшиеся весной или ранним летом, проходят метаморфоз в теплый период года в широком температурном диапазоне +6–10–23°С и относительной влажности воздуха 70–98%. Сумма эффективных температур, необходимая, для развития напитавшихся личинок таежного клеща, достигает величины 264°С [1, 4 ,5]. Сходные условия видимо требуются и для *I. ricinus.* Лишь в особо жаркие года при снижении относительной влажности воздуха до 65–70%, наблюдается подавление процессов линьки. Невозможность развития личинок, в некоторых случаях, может лимитировать расширение в северном направлении ареалов клещей рассматриваемых видов.

Условия метаморфоза их напитавшихся нимф, видимо, сходны с предыдущей фазой. Он проходит в широком интервале температур воздуха от +10°С до +24°С. Сумма эффективных температур для развития напитавшихся нимф таежного клеща составляет около 229°С [1, 4, 5]. Заключение о возможности появления независимых популяций таежного и лесного клеща там, где их ранее не было, следует делать с учетом термальной константы развития не только личинок, но и нимф.

Сравнение суммы эффективных температур, свойственных отдельным территориям в период развития напитавшихся фаз таежного и лесного клещей с их термальной константой развития – это, по нашему мнению, основной экологический показатель для выявления регионов, в которых потенциально может произойти расширение ареалов этих членистоногих. Глобальные климатические изменения могут, по всей видимости, оказывать влияние на этот процесс, только в том случае, если они приводят к дополнительному теплообеспечению (становлению термальной константы развития) почвенной подстилки, в которой происходит метаморфоз клещей, именно в те сроки временные рамки, когда осуществляются эти процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балашов Ю.С. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекций. – СПБ.: Наука, 1998. – 287 с.

2. Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природноочаговые инфекции передающиеся иксодовыми клещами. – М.: Комментарий, 2013. – 463 с.

3. Попов И. О. Климатически обусловленные изменения ауэтологических ареалов иксодовых клещей *Ixodes persulcatus* и *Ixodes. ricinus* на территории России и странах ближнего зарубежья. Автореф. дис. …канд. биол. наук. – М.: РГАЗУ-МСХА, 2016. – 24 с.

4. Сироткин М.Б., Коренберг Э.И. Влияние абиотических факторов на разные этапы развития таежного (*Ixodes persulcatus*) и лесного (*Ixodes. ricinus*) клещей // Зоологический журнал. – 2018. – Т. 97. – № 4. – С. 379–396.

5. Филиппова Н.А. (ред). Таежный клещ *Ixodes persulcatus Schulze* (Acarina, *Ixodidae*) морфология, систематика, экология, медицинское значение. – Л.: Наука, 1985. – 416 с.

6. Ямборко А.В., Третьяков К.А., Муравьев В.П. Первые находки *Ixodes persulcatus* (*Acarina*, *Ixodidae*) в Магаданской области // Зоологический журнал. – 2015. – Т. 94. – № 5. – С. 499–504.

7. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного Фонда СССР. – М.: Колос, 1975. – 256 с.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ХМАО – ЮГРЫ ПО БИОКЛИМАТИЧЕСКИМ ИНДЕКСАМ

С.Н. Соколов, Э.А. Кузнецова
snsokolov1@yandex.ru

Нижневартовский государственный университет, г.Нижневартовск, Россия

Климат является не только важным условием жизни и деятельности человека, но также служит одним из важнейших природных ресурсов. Ресурсы климата используются в различных отраслях производственной и непроизводственной сфер, таких как промышленное и гражданское строительство, энергетика, сельское хозяйство и транспорт, здравоохранение и туризм. В последние десятилетия интерес к климату и его изменениям чрезвычайно возрос. Это обусловлено прежде всего тем, что изменения климата, темпы которых в последние десятилетия существенно возросли, в той или иной степени оказывают влияние на все сферы человеческой деятельности, представляя собой новые условия, в которых это деятельность должна осуществляться. Эти изменения происходят на глазах человеческого поколения, и к таким быстрым изменениям естественные экосистемы и их компоненты не успевают адаптироваться. Поэтому оценка таких изменений на региональном уровне является актуальной задачей.

В последние десятилетия интерес к климату и его изменениям чрезвычайно возрос. Это обусловлено прежде всего тем, что изменения климата, темпы которых в последние десятилетия существенно возросли, в той или иной степени оказывают влияние на все сферы человеческой деятельности, представляя собой новые условия, в которых это деятельность должна осуществляться. Эти изменения происходят на глазах человеческого поколения, и к таким быстрым изменениям естественные экосистемы и их компоненты не успевают адаптироваться. Поэтому оценка таких изменений на региональном уровне является актуальной задачей.

Изменение климата является одной из важнейших международных проблем XXI века, которая выходит за рамки научной дискуссии и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития как Российской Федерации, так и всего мирового сообщества. Проблемы современного изменения климата в наши дни являются общепризнанными [4]. Наблюдаемые в настоящее время изменчивость и изменение климата и адаптация к ним стали повседневной реальностью. Изменения климата являются частью планетарных изменений природной среды и проявляются на различных уровнях – от глобального до регионального. Основная идея заключается в том, что изменение климата на региональном уровне (например, ландшафтные зоны, бассейны рек, страны и их регионы) имеет индивидуальный характер.

Климат Ханты-Мансийского автономного округа - Югры (ХМАО – Югры) формируется под воздействием широтных факторов (расположен между 64° и 58°с.ш.) и обуславливается поступлением воздушных масс с Атлантики и Арктики. Большая часть территории округа расположена в холодной зоне и лишь к югу от 59 параллели – в умеренно-холодной (или прохладной). Всюду наблюдается избыточное увлажнение. Количество выпадающих осадков за безморозный период почти вдвое превышает их испарение за это время. Годовое количество осадков составляет от 425 до 650 мм за год.

Температура воздуха является основным лимитирующим фактором для биохимических и большинства геофизических процессов, проходящих в географической оболочке. Температурные характеристики определяются, главным образом, географической широтой, циркуляцией атмосферы, особенностями подстилающей поверхности и орографии, удаленностью от побережий. Распределение температуры воздуха по сезонам оказывает большое влияние на многие стороны повседневной бытовой и хозяйственной деятельно-

сти человеческого общества, определяет комфортность климатических ресурсов, возможности их рекреационного и бальнеологического использования.

Средняя многолетняя годовая температура воздуха на всей территории округа отрицательная (за исключением юга Кондинского района) и при этом сильно различается в северных и южных пунктах (Нумто –5,3°С; Леуши +0,5°С). Самый холодный месяц года – январь со средней температурой от –24,2°С (Нумто) до –18,1°С (Леуши). Наиболее сильные морозы наблюдаются на севере-востоке – в Нижневартовском районе, там практически ежегодно случаются пятидесятиградусные холода. На метеостанции Варьёган зафиксирована минимальная температура –60°С, в селе Корлики –59°С [4].

Самый теплый месяц года – июль со средней температурой воздуха от +15,5°С (Берёзово) до +17,8°С (Леуши). Абсолютная максимальная температура достигает +37°С как на севере, так и на юге округа. Наиболее короткий безморозный период (60 дней) регистрируется в горах Полярного Урала. В полосе подуральских наклонных равнин он сокращен (до 75 дней) по сравнению с Северо-Сосьвинской возвышенностью и Сибирскими Увалами (80-90 дней). Продолжительность безморозного периода в Советском и Ханты-Мансийском районах и в Среднем Приобье увеличивается до 100 дней. Максимальная для округа продолжительность безморозного периода отмечается в Кондинском районе (105-110 дней), такая же, как в Тюмени и Ишиме. В отдельные годы безморозный период в некоторых пунктах округа может увеличиваться до 133 и сокращаться до 53 дней.

Во все сезоны года на рассматриваемой территории нередко отмечается погода, неблагоприятная для жизни и деятельности человека. Наиболее существенными из ресурсов атмосферного увлажнения, оказывающими влияние на производственную и бытовую деятельность социума, являются годовая сумма поступающих осадков и влажность воздуха. Влажность воздуха, определяя многие физико-химические свойства воздуха, оказывает непосредственное влияние на динамику природных систем и взаимодействие их с социумом. Годовое количество осадков следующее: Ханты-Мансийск – 546 мм, Октябрьское – 592 мм, Березово – 529 мм, Сосьва – 505 мм, Игрим – 532 мм. Минимальное количество зафиксировано в Леушах (483 мм), максимальное в Приполярном (612 мм).

Чем севернее, тем теплых ветров наблюдается все меньше и меньше: в Леушах их удельный вес составляет 68%, в Березове – 56%. Средняя скорость ветра в округе 3-4 м/сек. На всей территории округа наиболее сильные ветры приходятся на май месяц (от 3,5 до 4,5 м/сек), а слабые, в Леушах, на ноябрь месяц (2,1 м/сек), в Березове на февраль и январь (2,9-3,0 м/сек). Удельные вес сильных ветров (от 11 и более м/сек) повышается к северу. наибольшей силой отличаются северные и западные ветры, достигающие степени шторма и приостанавливающие передвижение по р. Оби на лодках и лов рыбы.

Оценка и характеристика климатических условий Югры приводится на основе материалов наблюдений метеорологических станций ХМАО – Югры. Оценка – это субъективный образ объективной реальности. Любая оценка отражает взаимодействие субъекта и объекта. В научной и практической деятельности, связанной с решением социально-экономических проблем, важную роль играет понятие выбора, которое возникает на основе оценок.

В структуре природного экологического потенциала ландшафта одно из главных мест принадлежит климату (прежде всего, теплообеспеченности и термической комфортности). При экологической оценке ландшафта приходится учитывать такие показатели, как общие запасы тепла, продолжительность наиболее комфортного летнего и дискомфортного зимнего периодов, экстремальные температуры, влажность воздуха, скорость ветра и т.д.

Климат и его изменения играют важную роль в экономике, особенно в сельском хозяйстве. При оценке биоклиматического потенциала различных регионов России используются не только средние значения тепло- и влагообеспеченности, но и факторы, оказывающие вредное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Таблица 1. Биоклиматические индексы сухого и влажного ветрового охлаждения, теплосодержания воздуха для ХМАО – Югры

Метеостанция	Температура, °С	V, м/с	e, гПа	H_d, мкал/см•с	H_w, мкал/см^2•с	I, ккал/кг
Алтай	-20,0	3,4	1,4	97,805	102,793	-4,293
Берёзово	-21,9	3,1	1,3	92,840	97,747	-4,786
Варъёган	-22,9	3,6	1,2	108,409	113,464	-5,062
Горшково	-21,4	2,5	1,2	75,69	80,411	-4,702
Ермаково	-22,5	2,3	1,2	71,570	76,220	-4,966
Игрим	-21,2	3,2	1,3	94,445	99,382	-4,617
Казым	-22,0	2,3	1,3	70,965	75,609	-4,810
Кондинское	-19,1	3,5	1,4	98,8675	103,883	-4,076
Ларьяк	-22,2	3,4	1,2	101,606	106,607	-4,894
Леуши	-17,9	4,2	1,5	114,668	119,856	-3,751
Лобчинские	-22,4	3,1	1,2	93,633	98,547	-4,942
Октябрьское	-20,9	3,3	1,3	96,658	101,624	-5,182
Нумто	-23,4	4,1	1,2	123,42	128,604	-4,413
Няксимволь	-20,5	2	1,4	61,097	65,620	-4,545
Саранпауль	-20,7	1,9	1,2	58,618	63,111	-4,533
Сосновый Мыс	-21,0	3,0	1,4	88,704	93,575	-4,533
Сосьва	-21,0	2,1	1,2	64,3392	68,913	-4,605
Сургут	-21,5	4,9	1,2	141,357	146,725	-4,726
Сытомино	-21,3	3,5	1,2	102,773	107,801	-4,678
Угут	-21,1	3	1,3	88,858	93,736	-4,593
Ханты-Мансийск	-20,5	5,2	1,4	146,975	152,393	-4,413
Хонгокурт	-21,2	2	1,3	61,846	66,374	-4,617
Шаим	-19,4	3,5	1,4	99,4	104,416	-4,148

Биоклиматические показатели очень широко применяются в исследованиях для решения многих прикладных задач. Так, разработаны индексы и показатели, учитывающие воздействие климатических условий на сферы человеческой деятельности. Они применяются для целей районирования территории по критерию благоприятности для жизни населения, районирование для целей градостроительства. На качество среды обитания влияет множество климатических факторов, для учета которых разработан широкий набор различных показателей, из которых обычно на практике выбирается несколько ведущих, используемых в качестве критериев для климатической оценки.

Индекс влажного ветрового охлаждения по Хиллу H_w показывает потери тепла материальным телом или человеческим организмом в воздушном потоке с определённой температурой и влажностью. При невысоких положительных или отрицательных температурах воздуха влажный ветровой поток усиливает дискомфортное состояние организма, а при высоких положительных температурах – уменьшает [6]. Этот индекс вычисляется по формуле [7]:

$$H_w = H_d + (0{,}085 + 0{,}102V^{0{,}3})\,(61{,}1 - e)^{0{,}75}, \quad (1)$$

где V – скорость ветра (м/с); e – упругость водяного пара за зимний период (в январе), (гПа); H_d – индекс сухого ветрового охлаждения, мкал / (см^2 с).

В свою очередь, последний индекс рассчитывается по формуле [7]:

$$H_d = (0{,}13 + 0{,}47V)\,(36{,}6 - T_w), \quad (2)$$

где T_w – среднемноголетняя температура воздуха января (°С); V – скорость ветра (м/с).

Кроме того, одним из известных биоклиматических показателей является биоклиматический индекс теплосодержания воздуха по Хиллу (I). Он характеризует суммарное количество тепла единицы массы воздуха, обусловленного внутренней энергией воздуха и содержанием водяного пара в воздухе [1]. Индекс имеет высокую корреляцию с индек-

сом «эффективная температура», однако в отличие от второго показателя имеет чёткий физический смысл. Данный индекс рассчитывается по формуле [3]:

$$I = 0{,}24T_w + 0{,}622\frac{e}{1006{,}6 - e}\left(595 + 0{,}46T_w\right). \quad (3)$$

Таблица 1 отражает распределение влажного ветрового охлаждения в округе, вычисленного по среднемноголетним значения январской температуры воздуха, абсолютной упругости водяного пара и скорости ветра. Показатель биоклиматического индекса теплосодержания воздуха вычислялся по средним многолетним значениям температуры и упругости водяного пара за зимний (январь) период

Градации уровня дискомфорта по индексу влажного ветрового охлаждения и по индексу теплосодержания приведены в таблице 2.

Если проанализировать таблицу 1 по январскому значению индекса Hw, то исследуемый район относится к абсолютно дискомфортному. Его значения изменяются в диапазоне от 63,111 мкал/см^2•с (в Саранпауле) до 152,393 мкал/см^2•с (в Ханты-Мансийске).

Таблица 2. Градации уровня дискомфорта по биоклиматическим индексам [3]

Уровень дискомфортности	H_w, мкал / (см^2·с)	I , ккал / кг
Абсолютный дискомфорт	Более 70	Менее 59
Экстремальный дискомфорт	51 – 70	59 – 61
Дискомфорт	41 – 50	61 – 62
Относительный дискомфорт	31 – 40	62 – 63
Комфорт	Менее 30	Более 63

Проанализировав таблицы 1 и 2, учитывая составленную нами карту (рис. 1), можно утверждать, что индекс теплосодержания воздуха на территории ХМАО – Югры превышает значение –2 ккал/кг и колеблется в пределах от –3,175 ккал/кг (в Леушах) до –5,182 ккал/кг (в Нумто). Следовательно, вся территория ХМАО – Югры считается абсолютно дискомфортной в холодный период года.

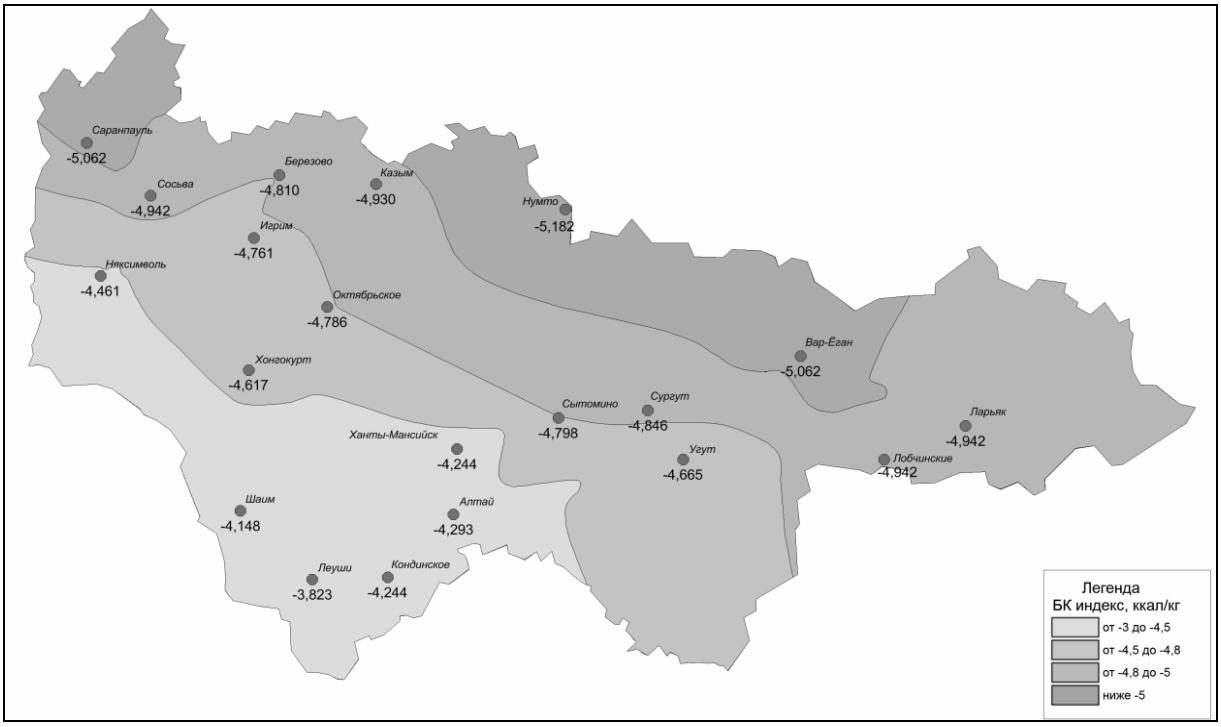


Рис 1. Распределение показателя биоклиматического индекса теплосодержания воздуха

Степень комфортности условий погоды в обычно оценивается с помощью биометеорологических индексов. Они характеризуют в физическом отношении особенности тепловой структуры окружающей человека среды и поэтому являются индикаторами оценки его состояния [2]. Теплообмен человека с окружающей средой зависит главным образом от температуры, относительной влажности наружного воздуха, скорости ветра, а также от температуры окружающих человека поверхностей.

Климатические условия имеют особую значимость в Сибири и, в частности, в ХМАО – Югре, тем более что рассматриваемая проблема мало изучена, существуют лишь обобщённые данные, характеризующие территорию в целом, без детального рассмотрения отдельных регионов. Особую значимость климатические условия имеют в ХМАО, на территории которого идёт интенсивная добыча нефти и газа, имеющих мировое значение. По нашему мнению, для полной оценки географического положения региона следует учитывать «отрицательный потенциал» освоения его ресурсов, оценка которого должна начинаться с климата [5].

Ориентация государственной стратегии на наращивание ресурсной базы промышленности и возрастание экспорта сырьевых ресурсов стимулирует продвижение населения и промышленности в северные и восточные районы страны с экстремальными природными условиями. Такое продвижение сопряжено с огромными дополнительными издержками, вызываемыми необходимостью относительной компенсации экстремальных условий труда и жизни человека. В этой ситуации географическая оценка климатических условий жизни людей и хозяйственного освоения приобретает особую актуальность. Злободневность проблемы заключается в том, что в последние годы всё чаще поднимается вопрос об отмене северного коэффициента для жителей ХМАО – Югры, об уравнении заработной платы с югом Тюменской области, так как условия жизни вроде бы относительны одинаковы. Следовательно, тема важна, актуальна, интересна как для экономики, так и проживающего здесь населения, а также имеет научно-практическую значимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова В.В. Биоклиматические индексы в оценке воздействия современного потепления климата на условия жизни населения России // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 2009. – №3. – С. 82-89.

2. Емелина С.В., Константинов П.Н., Малинина Е.П., Рубинштейн К.Г. Оценка информативности некоторых биометеорологических индексов для разных районов России // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 7. – С. 25-37.

3. Золотокрылин А.Н., Канцебовская И.В., Кренке А.Н. Районирование территории России по степени экстремальности природных условий для жизни // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 1992. – № 6. – С. 16-30.

4. Кузнецова Э.А., Соколов С.Н. Гидрология, метеорология и климатология: климатические расчеты: учебное пособие. – Нижневартовск: НВГУ, 2019. – 86с.

5. Соколов С.Н. Теоретико-методологические и методические основы диагностики проблем социально-экономического развития регионов Азиатской России. – Новосибирск: ООО агентство «Сибпринт», 2013. – 205 с.

6. Gregorczuk M. Analiza warunkow bioklimatycznych w latach 1958–1963 w swetle wazniesczych wskaznikow komplesowych. – Praga WTN, ser. B, Wroclaw, 1970. – 189 p.

7. Hill L.E., Angus T.C., Newbold E.M. Further experimental observations to determine the relations between kata cooling powers and atmospheric conditions // J. Ind. Hyg. – 1958. – Vol. 10. – P. 391-407.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Е.М. Студеникина, Ю.И. Стёпкин, О.В. Клепиков, С.А. Куролап, И.В. Колнет, Н.Ю. Самодурова
kafgigienic@rambler.ru

Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Воронежский государственный университет, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронежский государственный университет инженерных технологий, г.Воронеж, Россия

Социально-гигиенический мониторинг представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека. Организация и ведение социально-гигиенического мониторинга (СГМ) является одной из значимых задач Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Еще на заре становления СГМ более 25 лет назад говорилось о перспективах применения такого инструмента как географические информационные системы (ГИС), обеспечивающего сбор, хранение, анализ и графическую визуализацию пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах на электронных картах.

За последние 5 лет опыт применения ГИС в СГМ представлен на примерах городов Федерального значения [7], Воронежской области [4], Южных регионов России [1], Северо-Западном регионе [3], Республики Бурятия [6], Удмурдской Республики [5], Арктической зоны России [2].

В настоящее время в СГМ применяются программные продукты ArcGis, MapInfo зарубежных разработчиков, а также отечественные ГИС - ГеоГраф-GeoDraw, «Панорама», «Парк» и другие, при наибольшем распространении ArcGis, что связано с рекомендацией Роспотребнадзора по использованию данной платформы ГИС для СГМ (2008 г.).

Вместе с тем, ни в одной из публикаций, посвященных СГМ, нам не встречался опыт учета климатических факторов. Однако, изменения природно-климатических факторов могут существенно отражаться на региональной санитарно-эпидемиологической ситуации.

В ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» учет климатических факторов при использовании ГИС-технологий реализован на примере решения двух задач: 1) оценки влияния ежегодно меняющихся погодных условий на число случаев геморрагической лихорадки с почечным синдромом; 2) оценки влияния сезонных факторов на уровень загрязнения атмосферного воздуха города Воронежа.

Рассматривая решение первой задачи, следует отметить, что её актуальность связана с тем, что геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС) - это природно-очаговое заболевание вирусного происхождения широко распространено в умеренном климатическом поясе, в частности, в России, которая занимает 2 место по уровню заболеваемости в мире. Возбудители ГЛПС — хантавирусы, эволюционно связанные с мышевидными грызунами, которые переносят болезнь как бессимптомное вирусоносительство. Особенности ландшафта Воронежской области с преобладанием степных и лесостепных зон в сочетании с климатическими факторами обеспечивают широкое распространение и циркуляцию возбудителей природно-очаговых заболеваний, что поддерживает непрерывный эпизоотический процесс.

Анализ показателей заболеваемости населения ГЛПС с электронным картографированием по муниципальным районам области за 2004-2018 годы с дальнейшим совмещением данных о среднесуточной температуре и количестве атмосферных осадков (использованы открытые данные Воронежского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды») позволил выявить ряд взаимосвязей, которые сочетаются с результатами полевых исследований видового состава грызунов и их инфицированности.

Так, например, лето 2006 года отличалось высокой среднесуточной температурой и большим количеством осадков. Из-за затопления полей уборочная кампания началась позже, чем обычно. Данные обстоятельства, а также потери сельскохозяйственных культур обеспечили мышевидных грызунов достаточной кормовой базой для массового выплода, что могло послужить причиной роста их численности. В зимний период 2006–2007 года сложилась чрезвычайная эпидемиологическая ситуация по ГЛПС на территории Воронежской области. Уровень заболеваемости превышал заболеваемость по РФ почти в 2 раза, и только с середины января 2007 года наблюдалось снижение темпов прироста числа случаев заболеваний. Установлено, что этиологическая роль в возникновении вспышки ГЛПС в 2006–2007 годах принадлежит хантавирусу Добрава в 87% и только в 13 % случаев хантавирусу Пуумала. В отношении видового состава грызунов в луго-полевых стациях преобладала серая полевка (открытые — 48% , закрытые — 41%), в лесокустарниковых — рыжая полевка (65,3%), а в населенных пунктах — домовая мышь (53,7%). Исследования показали, что инфицированность полевой мыши и рыжей полевки хантавирусами составила около 78%, что превышало аналогичный показатель в областях, граничащих с Воронежской областью на северо-западе: Липецкой (около 57%) и Курской (около 30%).

Повышению уровня заболеваемости в зимний период 2016–2017 гг. способствовала умеренно теплая, снежная зима без температурных скачков. Уровень снежного покрова, который является главной защитой для полевых мышей от сильных морозов, в конце декабря приблизился к 30 см (для сравнения: средняя высота самого заснеженного месяца — февраля —22 см). Средняя температура этой зимой превысила средний многолетний показатель на 1,5°С (–7,3°С). Март стал самым теплым за последние 5 лет (средняя месячная температура составила +3,45°С, что значительно превышает средние многолетние значения). Такие погодные условия также можно назвать благоприятными для активизации мышевидных грызунов. Исследуя половозрастной состав и показатели размножения мышевидных грызунов, было выявлено, что начало размножения приходится на апрель. Наиболее высокий процент беременных особей наблюдался среди лесной мыши (апрель — 25%, май — 100%, июнь — 125%). Важным показателем воспроизводительной способности считается индекс размножения, наибольшие показатели которого также приходятся на лесную мышь, особенно в летний период. В период с ноября 2016 года по май 2017 года был зарегистрирован 21 случай заболевания ГЛПС, максимум заболеваемости пришелся на февраль 2017 года.

В целом можно сделать заключение, что подъем заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом неразрывно связан с предшествующими климатическими условиями. Теплая и сухая погода в летне-осенний период и снежная зима формируют оптимальные условия для выживания и размножения мышевидных грызунов.

Рассматривая решение второй задачи, следует отметить, что её актуальность обусловлена влиянием погодных сезонных факторов на уровень загрязнения атмосферного воздуха города Воронежа. Учитывая, что систематический мониторинг уровня загрязнения атмосферного воздуха ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» ведется только в 5 контрольных точках (маршрутных постах, определяемых в рамках выполнения госзадания по СГМ Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области) и число исследований крайне ограничено (20 анализов по определению среднесуточных концентраций приоритетных загрязняющих веществ в год по сезонам), нами, по данным за 2013-2018 гг., рассчитаны средние по сезонам года (зима, весна, лето, осень)

концентрации и определены сезонные комплексные показатели уровня загрязнения атмосферного воздуха ($К_{атм.}$) по формуле К.А. Буштуевой, которые были представлены как картодиаграммы (диаграммы уровня загрязнения в контрольных точках) на рисунке 1.

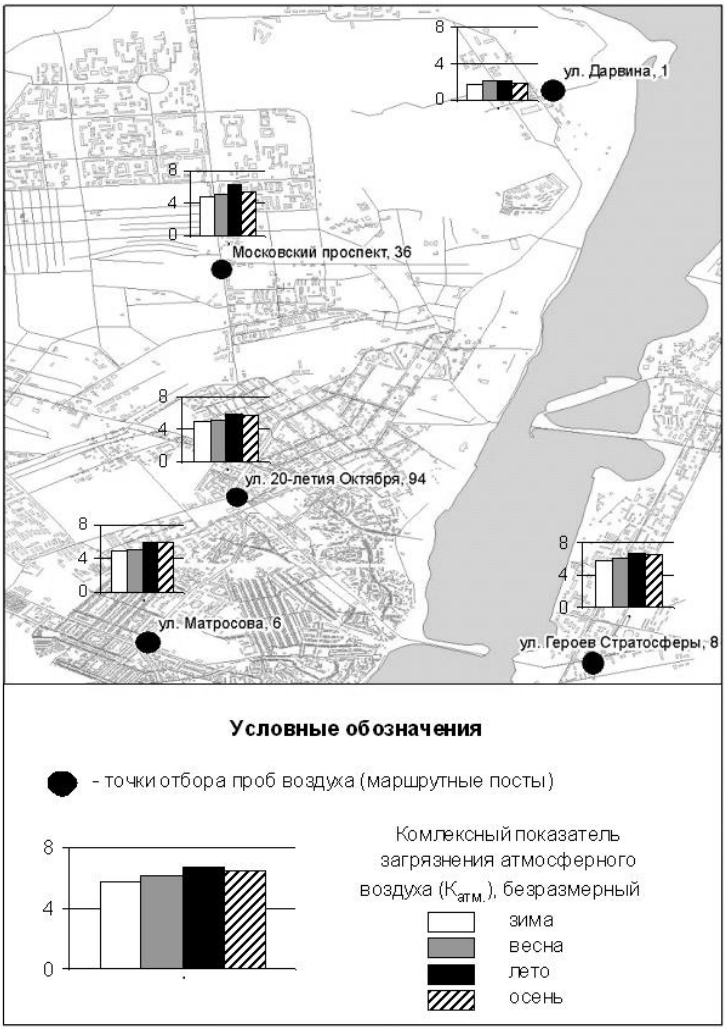


Рис. 1. Картодиаграмма уровня загрязнения атмосферного воздуха города Воронежа в мониторинговых точках по сезонам года

С целью возможности сравнения ситуации в мониторинговых точках, перечень и число контролируемых загрязнителей в которых различны, $К_{атм.}$ рассчитан по среднегодовым концентрациям приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха (оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества, фенол).

Установлено, что по практически всем мониторинговым точкам прослеживается сезонность уровня загрязнения атмосферного воздуха: максимальный уровень загрязнения отмечается в летний и осенний периоды года.

Максимальные значения комплексного показателя уровня загрязнения атмосферного воздуха в городе зарегистрированы в летний период в мониторинговых точках ул. Героев стратосферы, 8 ($К_{атм.}$= 6,7 ед.) и Московский проспект, 38 ($К_{атм.}$= 6,3 ед.), в то время как в относительно благополучной контрольной точке (ул. Дарвина, 1) показатель $К_{атм.}$= 2,2 ед.

Несомненно, что при таком ограниченном числе исследований, присутствует значительная неопределенность и возникает дискуссионный вопрос: «Достаточно ли 5 маршрутных контрольных точек отбора проб воздуха на город с миллионным населением?». Бесспорно, что репрезентативность результатов лабораторного контроля в этих условиях весьма относительна.

В заключение также хотелось бы обратить внимание на то, что в целом, несмотря на наличие возможности учета климатических факторов в геоинформационной системе регионального социально-гигиенического мониторинга, ряд причин сдерживает более активное применение ГИС в СГМ: 1) с одной стороны, мониторинг проводится в соответствии с нормативными правовыми актами и методическими документами Роспотребнадзора, с другой стороны, в данной системе используется информация более десятка других ведомств, т.е. СГМ носит межведомственный характер, что затрудняет внедрение единых автоматизированных инструментов сбора и анализа информации; 2) в учреждениях и организациях Роспотребнадзора не решены кадровые вопросы для обеспечения настройки и последующей эксплуатации ГИС, поскольку настройка ГИС, обеспечение защиты информации – это задачи технических специалистов (их практически нет в штате), а эксплуатация ГИС может быть осуществлена специалистами медико-профилактического профиля, работающих в подразделениях СГМ.

В этой связи мы видим возможность решения части вопросов организационно-методического характера внедрения ГИС в СГМ в рамках научно-практического сотрудничества организаций и учреждений, подведомственных Роспотребнадзору, с образовательными учреждениями высшего образования в рамках выполнения исследований по тематическим российским грантам.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование проведено при финансовой поддержке Русского географического общества, (проект РГО-РФФИ №17-05-41072 «Геоинформационное обеспечение региональных систем медико-экологического мониторинга крупных промышленных центров»)

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Лихтанская Н.В. Геоинформационное моделирование медико-экологической безопасности Южных регионов России // ИнтерКарто / ИнтерГИС. – 2018. – Т. 24. – № 1. – С. 109-122.

2. Горбанев С.А., Куличенко А.Н., Фёдоров В.Н., Дубянский В.М., Новикова Ю.А., Ковшов А.А., Тихонова Н.А., Шаяхметов О.Х. Организация межрегиональной системы мониторинга с использованием технологий геоинформационной системы на примере Арктической зоны Российской Федерации // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 12. – С. 1133-1140.

3. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Горбанёв С.А., Еремин Г.Б., Новикова Ю.А. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – № 7. – С. 620-622.

4. Клепиков О.В., Мамчик Н.П., Колнет И.В., Куролап С.А., Хорпякова Т.В. Применение геоинформационных технологий в региональных системах мониторинга окружающей среды и здоровья населения // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2018. – Т. 28. – № 3. – С. 249-256.

5. Малькова И.Л., Мальков П.С. Возможности применения ГИС-технологий в рамках социально-гигиенического мониторинга // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности. – 2017. – С. 204-208.

6. Мадеева Е.В., Ханхареев С.С., Багаева Е.Е., Болошинова А.А. Применение геоинформационных систем при ведении социально-гигиенического мониторинга и обосновании управленческих решений // Санитарный врач. – 2014. – № 5. – С. 16-19.

7. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В., Андреева Е.Е. Кластерная систематизация параметров санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов Российской Федерации и городов Федерального значения // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 4-14.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

С.Н. Тростянский, С.А. Куролап, О.В. Клепиков, И.О. Кучеренко
skurolap@mail.ru

Военно-учебный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А Гагарина», Воронежский государственный университет, Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, г.Воронеж, Россия

Общественное здоровье формируется при многокритериальном воздействии на население факторов различного характера, среди которых важное место занимает комплекс экологических и природно-климатических условий. Для статистического анализа зависимости уровня различных классов заболеваемости населения от концентрации химических веществ, загрязняющих атмосферу и почву, использовались панельные данные по 32 районам Воронежской области (исключен город Воронеж как не типичный объект для рассматриваемого набора территориально-экономических единиц) за период с 2004 г. по 2011 г. Панельные данные по заболеваемости населения составлены на основе официальной статистики Департамента здравоохранения Воронежской области, отдельно для взрослого населения (от 18 лет и старше), подростков (15-17 лет), а также детей (0-14 лет). Панельные данные по концентрациям атмосферных примесей составлены на основе обработки статистики мониторингового контроля за уровнями техногенного загрязнения атмосферного воздуха и почвы, который охватывал все районы Воронежской области по результатам лабораторно-инструментальных исследований, предоставленных Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области.

Для определения зависимости заболеваемости населения в районах Воронежской области от концентрации загрязняющих веществ в атмосфере и почве использован метод многофакторного статистического моделирования. Применена модель авторегрессии с панельными данными (динамическая модель) [5]. Состоятельные оценки параметров в динамических моделях можно построить с помощью обобщенного метода моментов в рамках подхода Ареллано-Бонда [5, 6]. При этом использовалась программа DPD 98, написанная Ареллано и Бондом [6].

Рассмотрим сначала модели, связывающие заболеваемость населения с концентрациями атмосферных примесей. Полагая, что уровни заболеваемости в районах Воронежской области являются линейными функциями от детерминирующих факторов, и агрегируя по населению районов, построим линейные динамические модели для описания уровня регистрируемых классов заболеваний за год, в зависимости от взятого с лагом в 1 год уровня соответствующих видов заболеваний и в зависимости от взятого без временного лага набора регистрируемых концентраций атмосферных примесей. Линейные динамические модели были построены для заболеваний семи различных классов. Уравнения вида (1) для различных классов заболеваний отличались индексами "*j*" у переменных и коэффициентов, где соответственно: *j*=1 – общая заболеваемость; *j*=2 - болезни крови; *j*=3 – эндокринные заболевания; *j*=4 - болезни органов дыхания; *j*=5 - новообразования; *j*=6 - костно-мышечные заболевания; *j*=7 - заболевания системы кровообращения.

$$Y^k_{jit} = a_{1j}Y^k_{ji(t-1)} + a_{2j}X1_{it} + a_{3j}X2_{it} + a_{4j}X3_{it} + a_{5j}X4_{it} + a_{6j}X5_{it} + a_{7j}X6_{it} + a_{8j}X7_{it} + C1_j, \quad (1)$$

В этих уравнениях нижние индексы *i* и *t* обозначают район и год соответственно. Верхний индекс *k* соответствует трем возрастным группам населения: *k* = 1 - дети (до 14 лет), *k* = 2 - подростки (15 - 17 лет), *k* = 3 взрослое население (от 18 лет). Зависимые переменные в уравнениях (1): Y^k_{jit} – количество заболеваний населения заболеваниями из *j* – го класса за 1 год на 1000 человек. Независимые переменные в уравнениях (1) соответствуют концентрациям следующих атмосферных примесей в [мг/м^3]: $X1_{it}$ - диоксида серы;

$X2_{it}$ - взвешенных веществ (пыли); $X3_{it}$ - диоксида азота; $X4_{it}$ - оксида углерода; $X5_{it}$ - фенола; $X6_{it}$ - формальдегида; $X7_{it}$ - свинца. Константы $C1_j$ в уравнениях (1) соответствуют неучтенным факторам в соответствующих уравнениях. На основе результатов регрессионного анализа уравнений (1) было получено, что статистически значимая зависимость уровня заболеваемости населения от концентрации атмосферных примесей, со значимостью $p < 5\%$ уровня ошибки, проявляется только для уровней общей заболеваемости и болезней крови детского населения (табл. 1).

Из результатов таблицы 1 следует, что на увеличение общей заболеваемости детей значимо влияет рост концентрации диоксида серы в воздухе. Учитывая, что среднее значение концентрации диоксида серы (SO_2) в воздухе по рассматриваемым 32 районам с 2004 по 2011 год составляло $X1_{cp}$ = 0,1282 [мг/м^3], (что составляет 25,6% от предельно допустимой максимальной разовой концентрации (ПДК), но 256% от среднесуточной величины ПДК [3]), средний прирост общей заболеваемости за год на 1000 детей, связанный с такой концентрацией SO_2, составляет:

$$\Delta Y_1^1 = a_{21} \cdot X1_{cp} = 1687{,}01 \cdot 0{,}1282 = 216{,}27 \text{ [больных/}10^3\text{человек·год]}. \quad (2)$$

Таблица 1. Результаты регрессионного анализа панельных данных по зависимости заболеваемости детей от концентрации атмосферных примесей в Воронежской области

Факторы	Модель 1: общая заболеваемость	Модель 2: болезни крови
	уравнение (3) для Y_{jit}^1 при j=1 [больных/10^3 человек·год]	уравнение (3) для Y_{jit}^1 при j=2 [больных/10^3 человек·год]
$Y_{ji(t-1)}^1$ - количество [больных/10^3 человек·год]	0,6777 *** (p=0,000)	0,484 *** (p=0,000)
$X1_{it}$ - диоксид серы [мг/м^3]	1687,01 *** (p=0,008)	2,422 (p=0,912)
$X2_{it}$ - пыль [мг/м^3]	- 414,76 (*p*=0,188)	- 47,860 *** (p=0,000)
$X3_{it}$ - диоксид азота [мг/м^3]	- 203,95 (p=0,464)	3,004 (p=0,757)
$X4_{it}$ - оксид углерода [мг/м^3]	- 50,024 (p=0,401)	- 2,925 (p=0,173)
$X5_{it}$ - фенол [мг/м^3]	- 102330,9 * (p=0,065)	- 476,40 (p=0,809)
$X6_{it}$ - формальдегид [мг/м^3]	-15672,27 (p=0,226)	- 532,66 (p=0,249)
$X7_{it}$ - свинец [мг/м^3]	- 311374,2 (p=0,266)	- 17243,8 * (p=0,076)
$C1_j$ - постоянная [мг/м^3]	1196,83 *** (p=0,001)	42,191 *** (p=0,00)
Тест Ваальда, χ_j	59,83	67,80

*В таблице 1 звездочками обозначена статистическая значимость коэффициентов регрессии: *- значимость p на 10% уровне ошибки, **- значимость p на 5% уровне ошибки, ***- значимость p на 1% уровне ошибки. Допустимое качество моделей отражают значения теста Ваальда: χ_1 = 59,8 3 для модели 1, χ_2 = 67,80 для модели 2.*

Так как среднее значение по рассматриваемым 32 районам с 2004 по 2011 год для общей заболеваемости за год на 1000 детей составляет Y_{1cp}^1=1605,7 [больных/10^3 чело-

век·год], то средний вклад в общую заболеваемость детей, связанный с присутствием диоксида серы в воздухе, составляет 13,46%. Такой эффект влияния диоксида серы на общую заболеваемость у детей можно обусловить резорбтивным [3] действием этой атмосферной примеси. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК [3]. При этом согласно данным мониторингового контроля в районах Воронежской области, средние значения концентрации в воздухе диоксида серы превышают среднесуточную ПДК в 2,5 раза, что и может обусловливать определенный по формуле (3) вклад в общую заболеваемость детей, составляющий 13,46%.

Из результатов таблицы 1 также следует, что существует статистически значимая связь между уменьшением заболеваний крови у детей и увеличением концентрации в воздухе взвешенных частиц (пыли) (по крайней мере, при концентрациях пыли меньших или примерно равных среднесуточной ПДК). Такой эффект от содержания пыли в воздухе может быть обусловлен адсорбционными свойствами пыли по отношению к вредным примесям в воздухе [2, 4]. Кроме того пылевые частицы могут выступать ядрами конденсации для паров воды и образования взвешенных в воздухе водяных капель, обладающих абсорбционными свойствами по отношению к вредным атмосферным примесям [2]. Однако, при концентрациях выше среднесуточной ПДК, пыль может оказывать на организм фиброгенное, токсическое, раздражающее действия [4].

Рассмотрим теперь модели, связывающие заболеваемость населения с концентрациями тяжелых металлов в почве. Полагая, что уровни заболеваемости в районах Воронежской области являются линейными функциями от детерминирующих факторов, и агрегируя по населению районов, построим линейные динамические модели для описания уровня регистрируемых классов заболеваний за год в зависимости от взятого с лагом в 1 год уровня соответствующих видов заболеваний и в зависимости от взятого без временного лага набора регистрируемых концентраций тяжелых металлов в почве. Линейные динамические модели были построены для заболеваний семи различных классов. Уравнения вида (3) для различных классов заболеваний отличались индексами "j" у переменных и коэффициентов, где соответственно: j=1 – общая заболеваемость; j=2 – болезни крови; j=3 – эндокринные заболевания; j=4 – болезни органов дыхания; j=5 – новообразования; j=6 - костно-мышечные заболевания; j=7 - заболевания системы кровообращения.

$$Y^k_{jit} = c_{1j}Y^k_{ji(t-1)} + c_{2j}Z1_{it} + c_{3j}Z2_{it} + c_{4j}Z3_{it} + c_{5j}Z4_{it} + c_{6j}Z5_{it} + c_{7j}Z6_{it} + C2_j . \quad (3)$$

В этих уравнениях нижние индексы i и t обозначают район и год соответственно. Верхний индекс k соответствует трем возрастным группам населения: k = 1 - дети (до 14 лет), k = 2 - подростки (15 - 17 лет), k = 3 взрослое население (от 18 лет). Зависимые переменные в уравнениях (3): Y^k_{jit} – количество заболеваний населения заболеваниями из j – го класса за 1 год на 1000 человек. Независимые переменные в уравнениях (5) соответствуют концентрациям следующих тяжелых металлов в почве в [мг/кг]: $Z1_{it}$ - кадмий; $Z2_{it}$ - марганец; $Z3_{it}$ - медь; $Z4_{it}$ - никель; $Z5_{it}$ - свинец; $Z6_{it}$ - цинк. Константы $C2_j$ в уравнениях (3) соответствуют неучтенным факторам в соответствующих уравнениях. На основе результатов регрессионного анализа уравнений (3) было получено, что статистически значимое влияние содержания тяжелых металлов в почве, со значимостью $p < 5\%$ уровня ошибки, проявляется только на уровни заболеваемости детей в следующих классах: заболевания эндокринной системы, болезни крови и общая заболеваемость (табл. 2).

Из результатов таблицы 2 для модели 3 следует, что существует статистически значимая связь между увеличением эндокринных заболеваний у детей и увеличением в почве концентрации свинца, значимая связь между уменьшением заболеваний крови у детей и увеличением концентрации в почве марганца, никеля и свинца (по крайней мере, при концентрациях меньше или примерно равных ПДК), а также значимая связь между уменьшением общей заболеваемости у детей и увеличением концентрации в почве свинца. Учитывая, что среднее значение концентрации свинца в почве по области, например в 2011 году, составляло $Z5_{ср}$ = 1,12 [мг/кг], (что составляет 18% от предельно допустимой

максимальной концентрации подвижной формы свинца в 6 [мг/кг]), из модели (3) следует, что среднее увеличение эндокринных заболеваний за год на 1000 детей, связанное с такой концентрацией свинца в почве составит:

$$\Delta Y_3^1 = d_{63} \cdot Z5_{cp} = 2{,}1247 \cdot 1{,}12 = 2{,}40 \ \text{[больных/}10^3\text{ человек·год]}. \quad (4)$$

Таблица 2. Результаты регрессионного анализа панельных данных по зависимости заболеваемости детей в районах Воронежской области от концентрации тяжелых металлов в почве

Факторы	Модель 3: общая заболеваемость	Модель 4: болезни крови	Модель 5: эндокринные заболевания
	уравнение (6) для Y_{jit}^1 при j=1 [больных/10^3 человек·год]	уравнение (6) для Y_{jit}^1 при j=2 [больных/10^3 человек·год]	уравнение (6) для Y_{jit}^1 при j=3 [больных/10^3 человек·год]
$Y_{ji(t-1)}^1$ - количество [больных/10^3 человек·год]	0,3884 *** (p=*0,003)*	0,2128 ** (p=0,028)	0,2333 ** (p=0,016)
$Z1_{it}$ - кадмий [мг/кг]	-1008,57 (p=*0,162*)	9,6736 (p=0,711)	-39,7838 (p=0,514)
$Z2_{it}$ - марганец [мг/кг]	-2,5343 (p=0,207)	- 0,1432 ** (p=0,046)	- 0,3166* (p=0,054)
$Z3_{it}$ - медь [мг/кг]	8,2244 (*p*=0,891)	- 2,2617 (p=0,301)	- 0,1219 (p=0,980)
$Z4_{it}$ - никель [мг/кг]	-94,8571 (p=*-0,584*)	- 13,0316** (p=0,033)	- 14,0435 (p=0,309)
$Z5_{it}$ - свинец [мг/кг]	-13,2624** (p=0,035)	- 0,9445*** (p=0,000)	2,1247*** (p=0,000)
$Z6_{it}$ - цинк [мг/кг]	-7,7889 (p=0,359)	0,0634 (p=0,840)	- 0,8845 (p=0,207)
$C2_j$	1417,124*** (p=0,000)	43,0702*** (p=0,000))	65,3335 (p=0,000)
Тест Вааль-да, χ_j	77,82	87,37	35,31

*В таблице 2 звездочками обозначена статистическая значимость коэффициентов регрессии: *- значимость p на 10% уровне ошибки, **- значимость p на 5% уровне ошибки, ***- значимость p на 1% уровне ошибки. Булем считать статистически значимыми данные с p < 5% (p< 0,05). Допустимое качество моделей отражают значения теста Вааальда: χ_1 =77,82 для модели 1, χ_2 = 87,37 для модели 2, χ_3 =35,31 для модели 3.*

Так как среднее значение по рассматриваемым 32 районам за 2011 год для эндокринных заболеваний за год на 1000 детей при $Z5_{cp}$ = 1,12 [мг/кг] составляет Y_{3cp}^1 =45,50 [больных/10^3 человек·год], а при $Z5$ = 0, согласно модели (3) составляло бы 43,1 [больных/10^3 человек·год], то среднее увеличение эндокринных заболеваний, связанное с присутствием свинца в почве, составляет 4,9%.

Следующее из результатов таблицы 2 для модели (4) уменьшение количества заболеваний крови (главным образом анемий) у детей с увеличением концентрации в почве марганца, никеля и свинца, а также уменьшение общей заболеваемости у детей с увеличением концентрации свинца в почве для модели (3) возможно связано с тем, что концен-

трация этих элементов в почве имеет положительную корреляцию с концентрацией железа, т.к. эти вещества имеют сходные источники загрязнения почвы. Так, например, исследователи из США в работе [7] установили высокую положительную связь между содержанием свинца и железа в почвах. Железо способно через растения по пищевой цепочке проникать в организм людей и уменьшать заболеваемость детей анемиями, способствуя росту концентрации гемоглобина в крови. Уменьшение общей заболеваемости у детей может быть связано с повышением иммунитета при росте гемоглобина, связанного с увеличением концентрации железа в почве.

На концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере над данной территорией существенную роль оказывает движение воздушных потоков, связанное с климатическими условиями. При оценке факторов, влияющих на концентрацию атмосферных примесей, согласно выводам работы [1], наиболее информативными оказались температурно-ветровые характеристики атмосферы: загрязнение атмосферы обычно возрастало с ростом температуры воздуха и снижалось в периоды усиления скорости ветра, что статистически подтверждено достоверной корреляцией, более устойчивой для скорости ветра [1].

При прогрессировании условий глобального и регионального климатического потепления, о чем утверждают многие метеорологи, наиболее вероятный сценарий - увеличение загрязнения воздушного бассейна в урбанизированных регионах, а также, соответственно, и почвы, и, как следствие, - возрастание среди населения болезней крови, эндокринной патологии и общей заболеваемости. Выявленные статистические закономерности нуждаются в экспериментальном подтверждении, однако, могут быть использованы в системе профилактики климатозависимых заболеваний населения.

Исследование проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №17-05-00569

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Л.М. Геоэкологическая оценка загрязнения воздушного бассейна города Воронежа автотранспортом в зависимости от состояния атмосферы / Л.М. Акимов, А.Б. Якушев, С.А. Куролап // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология. – 2011. – № 2. – С. 158-165.

2. Бочкарев В.В. Теоретические основы технологических процессов охраны окружающей среды // В.В. Бочкарев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 320 с.

3. Федеральный закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52 – ФЗ от 30 марта 1999 г. (Электронный ресурс, режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481).

4. Шакиров Ф. М. Оценка запыленности воздушной среды и воздействия пыли на организм человека: метод. указания / Ф.М. Шакиров, С.С. Козий, Т.Б. Козий. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. – 36 с.

5. Arellano M. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations / M. Arellano, S. Bond // Review of Economic Studies 58. – 1991. – P. 277–297.

6. Arellano M. Dynamic Panel Data Estimation Using DPD98 for Gauss: a Guide for Users, mimeo / M. Arellano, S. Bond – Institute for Fiscal Studies, London, Dec. – 1998. – 46 p.

7. Myers, J. Identifying metals contamination in soil: A geochemical approach / J. Myers, K. Thorbjornson // Soil Sediment Contam. – 2004. – Vol.13. – P. 11-16.

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

И.И. Шанин
kingoao@mail.ru

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г.Воронеж, Россия

Исследовав лесопромышленный комплекс (ЛПК), можно отметить тот факт, что наблюдается катастрофическое сокращение лесных массивов, под постоянным возрастающим спросом на древесину, изменениями климата, приводящими к засушливой и высокотемпературной погоде, способствующих лесным пожарам, уничтожающим тысячи гектаров леса ежегодно. На фоне климатических изменений можно отметить и экологические проблемы, возникающие в процессе функционирования ЛПК.

Лесная промышленность не могла бы существовать без вырубки леса, так как в ней используется первичное сырье. Это и является главной экологической проблемой данной сферы производства. Лесная промышленность занимается вырубкой леса, обработкой заготовок и производством деревянных или бумажных изделий. При вторичной переработке древесины, такой как целлюлоза и опилки, возникают те же трудности сосуществования лесной промышленности с экосистемами.

Бережное использование природных ресурсов необходимо для сохранения благоприятной экологической ситуации. Для этого следует рационально использовать древесное сырье, чтобы уменьшить количество отходов. Правильное хранение древесины и перевозка ее к месту обработки будут способствовать сохранению леса и заготовок. Первичные леса более продуктивны, чем вторично возведенные. Лес принадлежит к возобновляемым ресурсам, однако, для его естественного восстановления необходимо около сотни лет, а при сильном повреждении почвы сроки возобновления лесов значительно увеличиваются.

Влияние отраслей промышленности ЛПК на окружающую среду показано на рисунке 1.

Рис. 1. Влияние отраслей промышленности ЛПК на окружающую среду

Вырубка лесов носит глобальный характер, она не выборочна, так как это не выгодно. Бесконтрольная вырубка приводит к исчезновению насаждений на значительных

территориях. Ежегодно вырубается до тринадцати миллионов гектаров земли. В основном вырубка производится в местах, которые еще не освоены человеком для жилья.

Если после лесозаготовительных и деревообрабатывающих работ остается вторичное сырье, не следует его выбрасывать или оставлять на месте работ в лесу, нужно правильно использовать. Это принесет дополнительную прибыль и убережет лес от захламления вторсырьем и сохранит экологический баланс. Захламление можно отнести к природным источникам загрязнения атмосферы. Неубранные послерубочные остатки нарушают естественный экологический баланс. На рисунке 2 показан послерубочный участок.

Рис. 2. Захламленный послерубочный участок

Серьезнейшим направлением ЛПК, оказывающим значительное влияние на экологическую ситацию, климат и окружающую среду, выступает целлюлозно-бумажная промышленность. Существует экологическая проблема, которая относится к производствам, которые перерабатывают целлюлозу, производят бумажную продукцию. Эта отрасль является одной из наиболее затратных в применении воды. Для производства 1 белого листа бумаги привычного для нас формата А4 необходимо 10 литров воды.

Использованная вода поступает в сточные каналы, которые возвращают ее в природу, но качественный состав не естественен. Примеси неполезны для экосистемы, они ее загрязняют, тем самым нарушая экологический и климатический баланс. Продукты хлора преобладают, а они негативно влияют на почву, как и железосодержащие продуты (рис. 3).

Рис. 3. Сточные воды от предприятий ЛПК

Но загрязнением природы и пагубным влиянием на экологию отличается не только целлюлозно-бумажная промышленность, деревообрабатывающая промышленность характеризуется также загрязнением природы посредством слива сточных вод. Производство лесопромышленной продукции, такой как мебель, ДВП, ДСТп отравляет почвенный покров и водоемы вредными примесями.

Суспензии и эмульсии мутят воду, растворы коллоидов меняют цвет, молекулы в растворах повинны в странном вкусе и неприятном запахе. Растворы ионов наделяют воду несвойственными ей минералами.

При попадании хотя бы одного из элементов загрязнения в сточные воды, это приводит незамедлительно к загрязнению. Изменятся физические свойства воды, ее химический состав. Это приведет к биологической катастрофе экосистемы.

Промышленные отходы от производства древесно-волоконных и древесно-стружечных плит характеризуются значительным теплом, которые в качестве сточных вод нагревают озера и реки. Биологические виды, обитающие в водоемах, могут погибнуть или исчезнуть вследствие теплового удара.

Лесопромышленные предприятия в процессе своей деятельности можно рассматривать в качестве значительного источника загрязнения атмосферы. При исчислении объема загрязнения атмосферы экологами установлено, что средний выброс в атмосферу по отрасли загрязняющих веществ составляет тысячи тонн по каждой отрасли. В качестве наиболее характерных загрязняющих веществ для ЛПК являются твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, толуол, сероводород, ацетон, ксилол, бутил.

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности потребляют значительное количество водных ресурсов, следовательно, одним из наиболее сильных воздействий предприятиями деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности выступает влияние на состояние поверхностных вод. По данным различных министерств и ведомств доля лесопромышленного комплекса по сбросам загрязненных сточных вод составляет более 20% сброса, в разрезе всех промышленных предприятий Российской Федерации. Основным источником образования загрязненных сточных вод в лесопромышленном комплексе является производство целлюлозно-бумажной продукции, включающее сульфатный и сульфитный способы варки древесного сырья и отбеливания полуфабрикатов с применением хлорных составов.

Еще одна группа факторов, загрязняющих атмосферу, - это значительное количество пылевых выбросов, оседающих на земельный покров, увеличивающих кислотность почв и обедняющих микрофлору в округе. В результате выделения пылевых выбросов происходит снижение биохимической активности почвы. Загрязнение почвенного покрова приводит, в дальнейшем, к загрязнению природных водных источников и грунтовых вод.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00318

ЛИТЕРАТУРА

1. Kharchenko N.N., Moiseeva E.V., Prochorova N.L. Ecosystem functions of forest park green belts of urban agglomerations as a factor improving the quality of living standards in conditions of sparsely wooded regions // В сборнике: Advances in Engineering Research International Symposium on Engineering and Earth Sciences. – 2018. – С. 20-25.

2. Shanin I.I., Shtondin A.A., Bezrukov B.A., Kirillova S.S. Approach to assessment of innovative development of enterprises timber processing complex // В сборнике: Advances in economics, business and management research (AEBMR) Proceedings of the International conference "Economy in the modern world" (ICEMW 2018). Editors: L.N. Safiullin, Dr. Prof., Deputy Director for Science of the Institute of Management, Economics and Finance Kazan Federal University, Kazan, Russia; N.K. Gabdrakhmanov, PhD, Ass. Prof., Head of the Scientific Activities Department, Kazan Federal University, Kazan, Russia. – 2018. – С. 183-187.

3. Царалунга В.В., Царалунга А.В. Особенности экологии Tortrix Viridana L. в условии центральной лесостепи // Лесотехнический журнал. – 2018. – Т. 8. – № 1 (29). – С. 87-99.

4. Шанин И.И. Мониторинг состояния и развития лесопромышленного комплекса // В сборнике: Развитие идей Г.Ф. Морозова при переходе к устойчивому лесоуправлению. Материалы международной научно-технической юбилейной конференции. Редакционная коллегия: М.В. Драпалюк (председатель), С.М. Матвеев (отв. редактор), М.В. Анисимов (отв. секретарь), С.Ю. Крохотина. – 2017. – С. 364-366.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА НА СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Н.В. Шартова, Д.А. Шапошников, П.И. Константинов, Б.А. Ревич
shartova@yandex.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г.Москва, Россия

Несмотря на то, что в настоящее время накоплено достаточно сведений об увеличении смертности при наступлении жаркой погоды, вопросы влияния климатической обстановки на показатели здоровья населения остаются актуальными. Доказано, что экстремальная жара является факторами риска для возникновения дополнительных случаев смерти, в первую очередь, от болезней системы кровообращения и органов дыхания [3]. Для разработки своевременных и территориально дифференцированных профилактических мероприятий необходимо более точное понимание всех особенностей связи смертности с температурой воздуха в зависимости от различного географического положения региона.

В связи с этим, целью исследования стало изучение влияния высоких температур воздуха на смертность населения на примере двух городов: севера – Архангельска и юга – Ростова-на-Дону. В качестве исходных данных использованы данные о суточной смертности населения за каждый день (абсолютное количество случаев) в Архангельске с 1999 по 2016 гг. и Ростове-на-Дону за 1999-2011 гг. отдельно по полу и возрасту с выделение возрастных групп 30-64 года и старше 65 лет. Для анализа был выбран показатель смертности от всех естественных причин, т.е. учитывались все причины смерти за исключением внешних воздействий, а также были включены показатели смертности от болезней системы кровообращения (БСК), в том числе ишемической (ИБС) и цереброваскулярных болезней сердца (ЦВБ), и болезней органов дыхания (БОД).

В качестве первичных метеоданных использованы срочные метеорологические наблюдения (8 раз в сутки, стандартные метеорологические наблюдения на сети Росгидромета). Данные восьмисрочных наблюдений были использованы для расчета средних и максимальных за сутки значений температуры воздуха и физиологически эквивалентной температуры (на основе биоклиматических индексов физиологически эквивалентной температуры Physiologically Equivalent Temperature (PET) и универсального термического индекса Universal Thermal Climate Index (UTCI)).

Методика исследования основана на принципах и подходах экологической эпидемиологии. Были решены две независимые задачи: 1) определение наилучшего предиктора из рассматриваемых (температуры воздуха и биоклиматических индексов) – т.е. тех показателей, которые могут быть использованы для предсказания возникновения дополнительных случаев смертности во время жаркой погоды; 2) определение пороговых значений температур, при достижении которых наблюдается статистически достоверный прирост смертности, в зависимости от пола, возраста и причины смерти.

Базовым понятием исследования является нелинейная зависимость смертности от температуры, описываемая U-образной кривой и имеющая четко выраженный минимум –

ММТ (от англ. minimum mortality temperature) [4]. Данную зависимость можно описать с помощью пуассоновской регрессией. Отклик популяции на экстремально высокие температуры главным образом наблюдается в течение нескольких дней после воздействия, а примерно через две-три недели происходит насыщение кумулятивного отклика и дальнейшие изменения не наблюдаются. Для количественной оценки воздействия температуры с использованием нелинейной модели смертности с распределенным лагом [2] произведен расчет относительного риска смертности, т.е. определена дополнительная смертность, вызванная высокими температурами. Для определения температурных порогов и относительного прироста смертности на один градус прироста значения предиктора проведена линеаризация полученных зависимостей кумулятивного относительного риска на интервале от ММТ до 97.5-го процентиля исторического многолетнего распределения данного предиктора.

Результаты исследования показали, что для жаркой летней погоды в Ростове-на-Дону в качестве наилучшего предиктора для большинства показателей смертности может рассматриваться среднесуточная температура. Индекс PET проявил себя как наиболее слабый предиктор смертности. Для Архангельска, города с практически полным отсутствием температурного стресса в летний период, но, тем не менее, существующей возможностью проявления жары, наиболее чувствительным показателем оказался ночной максимум универсального индекса термического комфорта UTCI.

Сравнивая пороговые значения температуры по отдельным причинам смерти между мужчинами и женщинами в возрасте старше 65 лет, для Ростова-на-Дону было установлено, что значимой разницы между ними нет, однако в среднем для мужчин они на 1°C выше. Наиболее чувствительным к воздействию высоких летних температур является показатель смертности от ЦВБ среди женщин старше 65 лет. При увеличении среднесуточной температуры на каждый градус выше ММТ смертность возрастает на 17.3%. Среди мужчин показатель прироста смертности значительно варьирует: от 6% для болезней системы кровообращения, в том числе ИБС, всех естественных причин, до 15% для ЦВБ среди мужчин 30-64 лет. Согласно выявленному приросту смертности, ЦВБ как среди мужчин, так и среди женщин можно отнести к наиболее остро реагирующему на повышение температуры воздуха показателю смертности [1].

Для Архангельска статистически достоверные пороговые значения для жары были определены лишь для четырех показателей смертности (это БСК и все естественные причины у женщин старше 65 лет, а также ИБС и БСК у мужчин старше 65 лет), которые варьировали для показателя UTCI от 23.0°C до 30.6°C. Ни одного достоверного порога жары не было установлено в средней возрастной группе 30-64 лет. Вычисления относительного прироста смертности в % на один градус Цельсия показали, что для жарких дней они варьируют от 0,8 до 10,2% в зависимости от конкретной патологии и половозрастной группы, при этом практически все результаты не являются значимыми, кроме смертности от ИБС среди мужчин старше 65 лет (4,7% на 1°C).

Таким образом, рассчитанный относительный риск показал значительную неоднородность в отклике смертности населения на температурный фактор в зависимости от пола, возраста и причины смерти и вне зависимости от местоположения города. Наиболее достоверный риск смертности наблюдается для возрастной категории старше 65 лет. При этом мужчины скорее будут чувствительны к температурному фактору в средней и старшей возрастных группах, в то время как женщины – только в старшей.

Интересным результатом работы стало сравнение предсказательной способности различных метеорологических показателей. Для южного города, где температурный стресс хорошо выражен, наиболее тесно со смертностью связана среднесуточная температура. Для северного Архангельска, где жители довольно редко испытывают тепловой стресс в летний период, наиболее чувствительным показателем стал биоклиматический индекс UTCI.

В целом, для разработки профилактических рекомендаций по снижению негативного воздействия жары на состояние здоровья населения необходимо учитывать как раз-

личный отклик населения в зависимости от пола и возраста, так и конкретный метеорологический показатель, который может наиболее адекватно отражать реакцию населения в том или ином регионе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00600 (18-00-00596)

ЛИТЕРАТУРА

1. Шартова Н.В. Температура воздуха и смертность: исследование пороговых значений жары и чувствительности населения на примере г. Ростов-на-Дону / Н.В. Шартова, Д.А. Шапошников, П.И. Константинов, Б.А. Ревич // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2019. – №2. – С.70-98.

2. Gasparrini A. Distributed lag non-linear models / A.Gasparrini, B.G. Armstrong, M.G. Kenward // Statistics in Medicine. – 2010. – Vol. 29. – P. 2224-2234. doi: 10.1002/sim.3940.

3. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: A systematic evaluation / Y. Guo, A. Gasparrini, B.G. Armstrong [et al.] // Epidemiology. – 2014. – Vol. 25(6). – P.781-789. doi: 10.1097/EDE.0000000000000165.

4. Tobías A. Investigating Uncertainty in the Minimum Mortality Temperature: Methods and Application to 52 Spanish Cities / A.Tobías, B.G.Armstrong, A. Gasparrini// Epidemiology. –2017. – Vol. 28. – P. 72-76.

ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКИЕ ЭФФЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ГОРОДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН (НА ПРИМЕРЕ Г. ЧИТА)

А.П. Щербатюк
andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

Забайкальский государственный университет, г.Чита, Россия

Введение. Проблема загрязнения атмосферного воздуха крупных городов, большая часть которых расположена в понижениях рельефа (на побережьях морей и океанов, в речных долинах и межгорных котловинах), становится актуальной с середины прошлого века. В это время отмечается ряд событий, поставивших данную проблему в ряд наиболее острых экологических проблем. Среди них так называемый «великий смог» – загрязнение воздуха, имевшее место в Лондоне в декабре 1952 г., в результате которого погибло несколько тысяч человек [1], масштабное загрязнение в Лос-Анджелесе [2].

К настоящему времени признается глобальность проблематики техногенного загрязнения атмосферного воздуха городов в целом и особенно городов, расположенных внутри горных стран и регионов [3]. Так, в Латинской Америке, где около двух третей населения проживает в Андах в условиях горных долин, на снижение качества воздуха влияют выбросы загрязняющих веществ (ЗВ), отходящих как от стационарных источников, так и от автотранспорта. Например, в Колумбии, где 70% населения живет на высоте более 1 км над уровнем моря в условиях сложного рельефа третьей Андской горной цепи к таковым относятся транспорт, крупные объекты тяжелой промышленности и около 600 низкотехнологичных производств кирпича и негашеной извести в печах. Данные наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, сопоставляемые с моделями циркуляции воздушных масс, показывают зависимость изменения концентрации загрязняющих атмосферу веществ от характера атмосферной циркуляции – низкий потенциал самоочищения атмосферы [4]. Присутствие значительного количества техногенных загрязнителей фиксируется в городах Альп [5], Кавказа [6], Малоазиатского нагорья [7], на Межгорных плато

на западе США [8]. В пределах Внутренней Азии воздействие загрязнителей на атмосферный воздух уже стало серьезной проблемой для крупных городов Китая [9] и значительно менее населенного [10].

Так, именно горно-котловинное расположение провинции Сычуань предопределяет то, что она является четвертым в ряду загрязненных регионов Китая. Однако закономерности пространственно-временного распределения загрязнения воздуха внутри котловины все еще остаются не до конца понятыми. Отмечается лишь определенная зависимость между концентрациями тонкодисперсных взвешенных частиц и высотой над уровнем моря [11]. В другом китайском регионе – Гуаньчжун, окруженном горами, – выявлено воздействие местных циркуляций на загрязнение воздуха в зимнее время. Нисходящие горно-долинные ветры способствуют возврату загрязняющих веществ из горных районов в пределы котловины и повышению их концентрации в вечернее время [12].

Постоянные температурные инверсии в зимний сезон на североамериканских Межгорных плато, расположенных между Тихоокеанскими Береговыми хребтами и Скалистыми горами, которые могут продолжаться до десяти дней и более и сопровождаются штилевой погодой, ограничивают атмосферное рассеивание и приводят к значительному загрязнению воздуха [13]. Похожая ситуация складывается зимой в горной части бассейна р. Молдова на севере Румынии [14]. Сильное загрязнение атмосферного воздуха в период с декабря по март, а также снежного покрова фиксируется на территории г. Улан-Батор в Монголии, расположенного в котловине Урга, которая характеризуется резкоконтинентальным климатом с большими суточными и годовыми колебаниями температуры и устойчивыми зимними инверсиями [15].

Характеристики атмосферной циркуляции, являющиеся функцией многочисленных параметров географического положения, рельефа и времени года, служат основой моделей, разрабатываемых для прогноза распределения загрязнений в котловинах, адаптации к такой ситуации населения и рационального размещения крупных промышленных объектов [16, 17, 18].

Предпринимаются попытки использовать возможности дистанционного мониторинга [19], а также геоинформационные системы и электронное картографирование для оценки экологической обстановки в городах с котловинным фактором территориальной организации [20], контроля и регулирования динамики котловинных геосистем [21, 22, 23].

Одним из основных направлений исследований в рамках рассматриваемой тематики является анализ заболеваемости и смертности населения городов в природно-технических системах горно-котловинного типа.

Можно отметить повышенный уровень сердечно-сосудистых патологий, связанных с коротким по времени загрязнением атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами. Длительное загрязнение воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами способствует легочным заболеваниям, прогрессированию атеросклероза и риску возникновения острых коронарных заболеваний, особенно инфаркта миокарда. Однако реальные риски этих заболеваний остаются не до конца изученными [24]. Исследования показывают, что высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в Афинах значительно снижает среднюю продолжительность жизни населения [25].

Исходя из этого, возникает необходимость разработки варианта обеспечения экологической безопасности воздушной среды городов в природно-технических системах горно-котловинного типа.

Объект и методы исследования. *Объект исследования* – воздушная среда внутриконтинентальных природно-технических систем горно-котловинного типа (на примере Читинско-Ингодинской впадины).

Задача исследования – изучение геоэкологических аспектов функционирования природно-технических систем на основе изучения природных и антропогенных факторов с целью разработки варианта обеспечения экологической безопасности воздушной среды городов в природно-технических системах горно-котловинного типа.

Методологический аппарат проведённых научных изысканий, предлагается на основе известных, классических и новых, современных, разработанных автором [26-28].

Геоэкологические факторы были проанализированы с использованием как классических методов исследований, так и методов дистанционных наблюдений при помощи Internet – ресурсов. Для проведения экспертной оценки среднемноголетнего режима особенностей климата межгорных котловин использовались данные из "Справочников по климату СССР".

Результаты научных исследований и их обсуждение. Природно-климатические условия внутриконтинентальных межгорных котловин обуславливают скопление чрезвычайно опасных концентраций загрязняющих веществ и высокий индекс загрязнения атмосферы, которые могут быть спрогнозированы по предложенной автором методике.

В зимние месяцы повторяемость приземных инверсий в межгорных котловинах достигает 90% [29]. Годовой ход повторяемости приземных инверсий в г. Чита показан на рис. 1.

Мощные орографические инверсии препятствуют выносу воздуха с территории, где расположены источники загрязнения, чем объясняется особенно низкий метеорологический потенциал самоочищения атмосферы от вредных примесей.

Согласно данным Росстата за 2015 г. по загрязнению атмосферного воздуха в разных городах России, самым загрязнённым по ряду показателей, в том числе бенз(а)пирену, стал город Чита. Количество жителей в г. Чита в 2015 г., по данным Росстата, составило 343511 чел., что соответствует 56 месту крупнейших городов России по численности населения.

Читинское УГМС осуществляет контроль уровня загрязнения атмосферы на шести пунктах наблюдений (три – в Центральном районе: ул. Шилова, 1; ул. Чкалова, 120; ул. Новобульварная, 185; один – в Ингодинском районе: ул. Лазо, 30; один – в Железнодорожном районе: ул. Набережная; 66; один – в Черновском районе: ул. Октябрьская, 9).

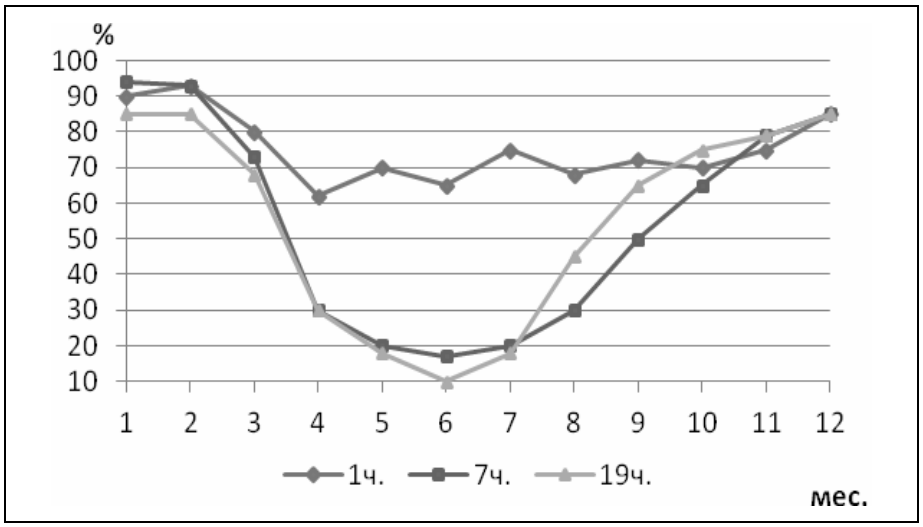


Рис. 1. Годовой ход повторяемости приземных инверсий в г. Чита

В связи с частичными изменениями планировки города и строительством новых микрорайонов, вводом в эксплуатацию новых многоэтажных жилых домов и ключевых транспортных развязок, повышением плотности населения по административным районам, для проведения исследований загрязнения атмосферного воздуха г. Чита выбраны, в отличие, от стационарных пунктов УГМС, перемещающиеся по определённому маршруту посты натурных наблюдений (ПНН), расположенные на различных высотных отметках заселённых территорий (рис. 2). Исследования проводились на двенадцати ПНН в течение 2005-2015 гг. В процессе натурных наблюдений осуществлялся отбор проб воздуха и их анализ на определение среднесуточных и максимальных разовых концентраций.

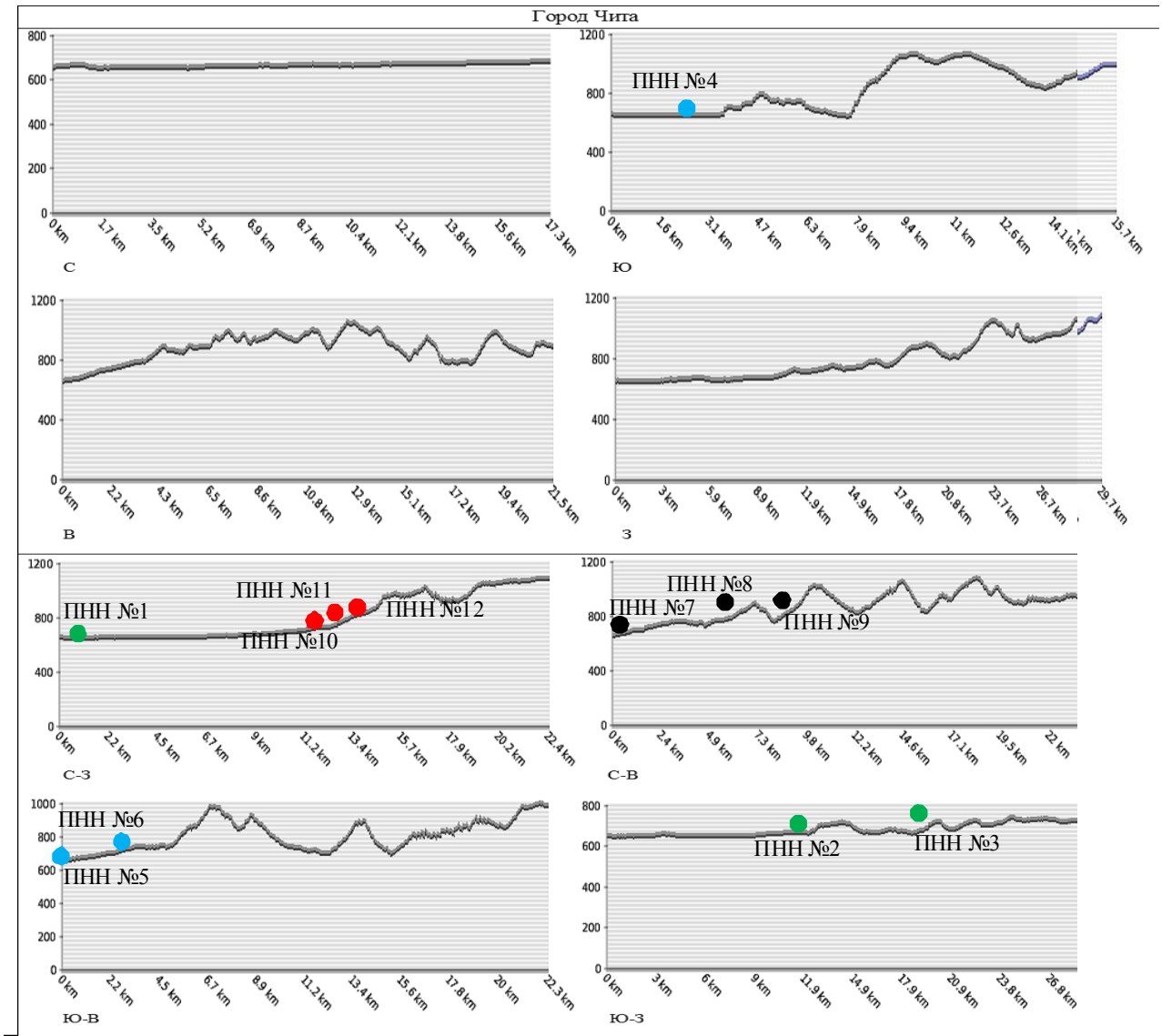


Рис. 2. Определения высоты местности и профиля высот г. Чита посредством использования интерактивной карты России по постам натурных наблюдений:
ПНН №1 – ул. Набережная 28
ПНН №2 – ул. Онискевича 21
ПНН №3 – ул. Баранского 90
ПНН №4 – ул. Ярославского 22
ПНН №5 – ул. Амурская 2
ПНН №6 – ул. Гагарина 15
ПНН №7 – ул. Чкалова 122
ПНН №8 – ул. Шилова 1
ПНН № 9– ул. Бутина 115
ПНН №10 – ул. Аэродромная 44
ПНН №11 – ул. Рахова 80
ПНН №12 – ул. Энтузиастов 16

Динамика изменения содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в воздухе г. Чита за период 2005-2015 гг. показана на рис. 3. На основании результатов исследований установлено, что только в 2015 г. кратность превышения ПДК по макс. концентрации ЗВ была

установлена: по бенз(а)пирену – в 64,155 раза; по формальдегиду – в 2,924; по оксиду углерода – в 5,29; по диоксиду азота – в 2,455; по сероводороду – в 4,888; по фенолу – в 9,775; по взвешенным веществам – в 24,15 раза; по саже – в 6,593.

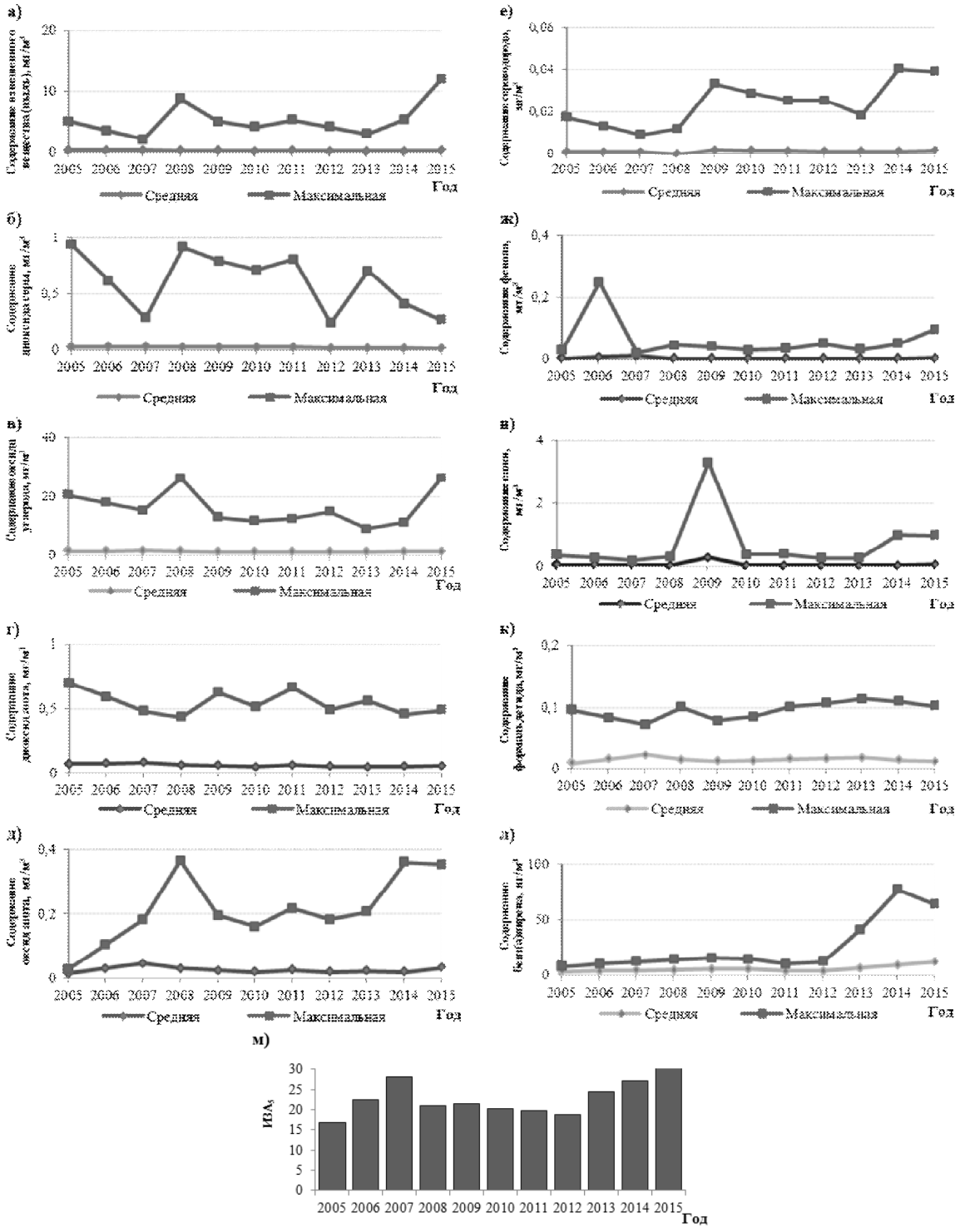


Рис. 3. Динамика изменения содержания ЗВ в воздухе г. Чита за период 2005-2015 гг. (по постам наблюдений)

ИЗА5 атмосферного воздуха пятью приоритетными веществами за период исследований увеличился в 1,86 раза (с 16,7- в 2005 г. до 31,1- в 2015 г.). За весь период проведения исследований – отмечено, что качество атмосферного воздуха в Центральном рай-

оне (ПНН № 7-9) значительно лучше, чем в Железнодорожном (ПНН № 1-3) и Ингодинском (ПНН № 4-6), что объясняется различным рельефом местности и годовым ходом повторяемости приземных инверсий.

На основе анализа результатов исследований качества атмосферного воздуха г. Чита по показателям средних значений содержания бенз(а)пирена за каждый месяц в течение года за период 2005-2015 гг. на двенадцати постах и годового хода повторяемости приземных инверсий определено, что непосредственно во время продолжительного холодного периода (ноябрь-март) проходят процессы максимального накопления ЗВ внутри Читино-Ингодинской котловины (см. рис. 2, 3). Наблюдается резкое увеличение ИЗА5 в период 2005-2007 гг. (с 16,7 до 28,1) и с 2013-2015 гг. (с 24,4 до 30), что в свою очередь объясняется увеличением количества автомобилей в г. Чита на 45,9% и на 10,93%, соответственно.

Количество автотранспорта в г. Чита интенсивно увеличивается и к 2030 г. может вырасти еще на 20-35% по сравнению с настоящим временем и пройдет 140-тысячный рубеж. Данные статистики показывают - на десять жителей приходится четыре автомобиля. Автотранспорт в 2015 г. распределялся по административным районам города, следующим образом: Центральный – 36,92; Ингодинский – 24,95; Железнодорожный – 20,77; Черновский – 17,36%.

Наибольшая повторяемость превышения ПДК максимальной разовой концентрации бенз(а)пирена, по данным исследований, на всех двенадцати ПНН города по средним значениям за месяц и за год в течение 2005-2015 гг. составила 20-50% и более. Результаты исследований показывают, что среднемесячное содержание бенз(а)пирена в воздухе г. Чита по постам наблюдений за период с 2005-2015 гг. имеет тенденцию к неуклонному повышению и колеблется в широком диапазоне: от минимального (1,5 нг/м^3 – июль, ПНН №12, Н12 = 810 м) до максимального (17,0 нг/м^3 – декабрь, Н4 = 650 м).

Высокое содержание бенз(а)пирена характерно за последние годы 2013-2015гг. соответственно, нг/м3: 24,373; 35,8961; 39,7925 (декабрь, ПНН № 4, Н4 = 650 м) при предельно допустимой среднесуточной концентрации 1 нг/м^3 (рис. 4). Индекс загрязнения атмосферы пятью приоритетными веществами в 2005, 2006, 2008-2012 гг. соответствует сильно загрязнённой атмосфере (12,5-22,5), а ИЗА5 в 2007, 2013-2015 гг. – высоко загрязнённой атмосфере (22,5-52,5). Уровень загрязнения атмосферы в целом по г. Чита, согласно данным исследований, на протяжении всего периода с 2005 по 2015 г, оценивается как «очень высокий» (ИЗА больше 14, СИ больше 10, НП больше 50%). Комплексный индекс загрязнения атмосферы за период 2005-2015 гг. увеличился в 1,78 раза (табл. 1).

Таблица 1. Показатели оценки качества атмосферного воздуха по постам натурных наблюдений г. Чита за период с 2005 по 2015 гг.

Показатели /Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
СИ	8,0	10,4	12,8	14,2	15,5	14,9	10,5	12,6	41,4	77,5	64,2
$\sum_{k=1}^{n}$ИЗА$_i$ - комплексный индекс	18,7	24,7	30,7	22,4	28,3	22,2	21,8	20,2	26,1	29,0	33,3
ИЗА$_5$	16,7	22,4	28,1	20,9	21,5	20,4	19,8	18,7	24,4	27,2	30

Бенз(а)пирен является одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха г. Чита. Годовой ход концентраций бенз(а)пирена, выявленный на двенадцати постах контроля, говорит о том, что концентрации его остаются очень чрезвычайно высокими, в зимнее время особенно и это зависят от высоты местности над уровнем моря и профиля высот. Например, в 2014 г. (декабрь, январь, февраль) превышение ПДК составило 37,5; 26,9 и 23, 9 раза, а в 2015 г. – 37,5; 27,9 и 25,2 соответственно по месяцам.

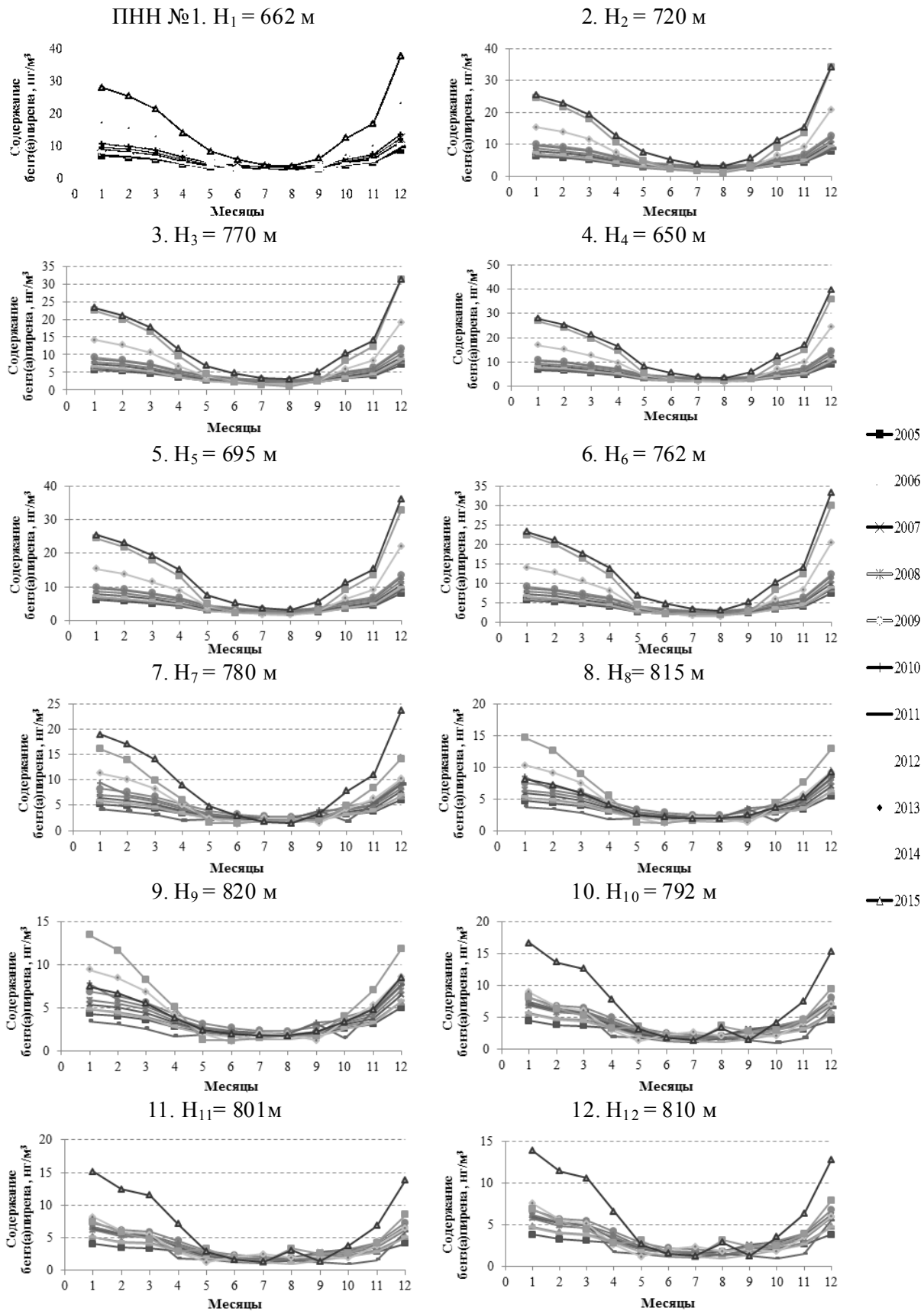


Рис. 4. Показатели среднемесячного содержания бенз(а)пирена в воздухе г. Чита по постам натурных наблюдений: ПНН № 1,2,3 –Железнодорожный район; ПНН № 4,5,6 – Ингодинский район; ПНН №7,8,9 – Центральный район; ПНН № 10,11,12 – Черновский район

Приоритетными веществами, ежегодно загрязняющими воздушную среду г. Чита, содержащимися в основном в выбросах автотранспорта, являлись ЗВ, которые не соответствовали санитарно-гигиеническим нормативам, в течение всего периода исследований: бенз(а)пирен (100%, ПДКср. =1 нг/м^3); формальдегид (100%, ПДКср. =0,003 мг/м^3); взвешенные вещества (100%, ПДКср. = 0,15 мг/м^3); диоксид азота (100 %, ПДКср. = 0,04 мг/м^3); фенол (100 %, ПДКср. = 0,003 мг/м^3) – см. рисунок 3, таблица 1, рисунок 4, таблица 2.

Минимальный уровень увеличения среднегодового значения содержания бенз(а)пирена (нг/м^3) составил 2,52 раза (с 2,4409 до 6,1640; ПНН №12, H_{12}= 850 м), максимальное – 3,41 раза (с 4,5902 до 15,6408; ПНН №4, H_4 = 650 м) – таблица 2.

Кратность превышения максимальной концентрации бенз(а)пирена увеличилась в 7,94 раза в 2015 г (64,1550 нг/м^3) по сравнению с 2005 г. (8,085 нг/м^3).

Необходимо отметить увеличение как среднегодовых, так и максимальных концентраций всех ЗВ.

Таблица 2. Среднегодовое содержание бенз(а)пирена (нг/м^3) по постам натурных наблюдений

Год	***ПНН №1***	***ПНН №2***	***ПНН №3***	***ПНН №4***	***ПНН №5***	***ПНН №6***
2005	4,5180	4,1073	3,7650	4,5902	4,1729	3,8252
2006	5,0107	4,5552	4,1756	5,0972	4,6338	4,2476
2007	5,5494	5,0449	4,6245	5,6503	5,1366	4,7086
2008	6,0530	5,5027	5,0441	6,1643	5,6039	5,1369
2009	7,0840	6,4400	5,9033	7,2097	6,5543	6,0081
2010	6,7242	6,1129	5,6035	6,8445	6,2222	5,7037
2011	4,7823	4,3475	3,9853	4,8738	4,4307	4,0615
2012	4,8668	4,4244	4,0557	4,9614	4,5104	4,1345
2013	8,9801	8,1637	7,4834	9,2314	8,3922	7,6928
2014	13,1972	11,9975	10,9977	13,4693	12,2448	11,2244
2015	15,2399	13,8544	12,6999	15,6408	14,2189	13,0340
Год	***ПНН №7***	***ПНН №8***	***ПНН №9***	***ПНН №10***	***ПНН №11***	***ПНН №12***
2005	3,5034	3,1849	2,9195	2,9290	2,6628	2,4409
2006	3,7944	3,4495	3,1620	3,3187	3,0170	2,7656
2007	4,1282	3,7529	3,4401	4,1282	3,7529	3,4402
2008	4,4872	4,0793	3,7394	3,8748	3,5226	3,2290
2009	5,3160	4,8327	4,4300	4,6244	4,2040	3,8537
2010	5,0334	4,5758	4,1945	4,1479	3,7708	3,4566
2011	3,5926	3,2660	2,9938	3,1248	2,8407	2,6040
2012	3,5363	3,2148	2,9469	3,0158	2,7417	2,5132
2013	5,4455	4,9504	4,5379	4,0629	3,6935	3,3858
2014	6,8617	6,2379	5,7181	4,4489	4,0445	3,7074
2015	9,6020	4,5703	4,1894	7,3968	6,7244	6,1640

Проведённые натурные исследования говорят о том, что можно называть территорию города как неблагополучную с экологической точки зрения, а именно, по загрязнению атмосферного воздуха в тёплый и в большей степени - холодный периоды года.

Нормированием качества атмосферного воздуха является зависимость воздействия ЗВ, находящихся в атмосферном воздухе, на здоровье населения (канцерогенного, раздражающего, токсичного, фиброгенного и мутагенного действия). Оценка влияния рельефа местности на индекс загрязнения атмосферы и заболеваемость населения проводилась на основе анализа результатов натурных наблюдений автора и официальных данных госу-

дарственной статистики (ГУЗ «Краевая клиническая больница», ГУЗ «Забайкальский краевой онкологический диспансер»).

Показатели демографических потерь, обусловленные высокой степенью дискомфортности условий жизнедеятельности населения, в городах Забайкальского края с котловинным фактором территориальной организации проанализированы за период 2005-2015 гг.

На рис. 4 показана оценка влияния рельефа местности на индекс загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном (канцерогенного действия) и приведены показатели демографических потерь по причине болезней органов дыхания в Забайкальском крае за период 2013 - 2015 гг.

Следует отметить, что смертность населения Забайкальского края по причине болезней органов дыхания за исследуемый период (2005-2015) увеличивается и выше средних значений по РФ в 1,76 раза.

ЗВ от автомобильного транспорта ежегодно составляют в среднем 80-85% от общего количества. Различные техногенные источники г. Читы в течение года поставляют в атмосферу города до 65,4 тыс. т загрязняющих веществ.

Качество атмосферного воздуха в г. Чита наиболее проблематично в Железнодорожном и Ингодинском районах, расположенных непосредственно в пределах днища Читино- Ингодинской котловины – месте чрезвычайно опасного скопления ЗВ, в особенности – бенз(а)пирена..

После проведения натурных наблюдений и обработки экспериментальных данных по средним годовым показателям выполнен расчет концентраций ЗВ при различных вариантах прогноза по четырём административным районам города по предложенной автором Методике. Используя Методику и аппроксимирующую функцию отображения средних значений анализируемого показателя ИЗА по бенз(а)пирену (рис. 5), можно осуществлять прогнозирование состояния качества атмосферного воздуха города (идентификацию моментов замедления, изменения направления и разворота текущего тренда).

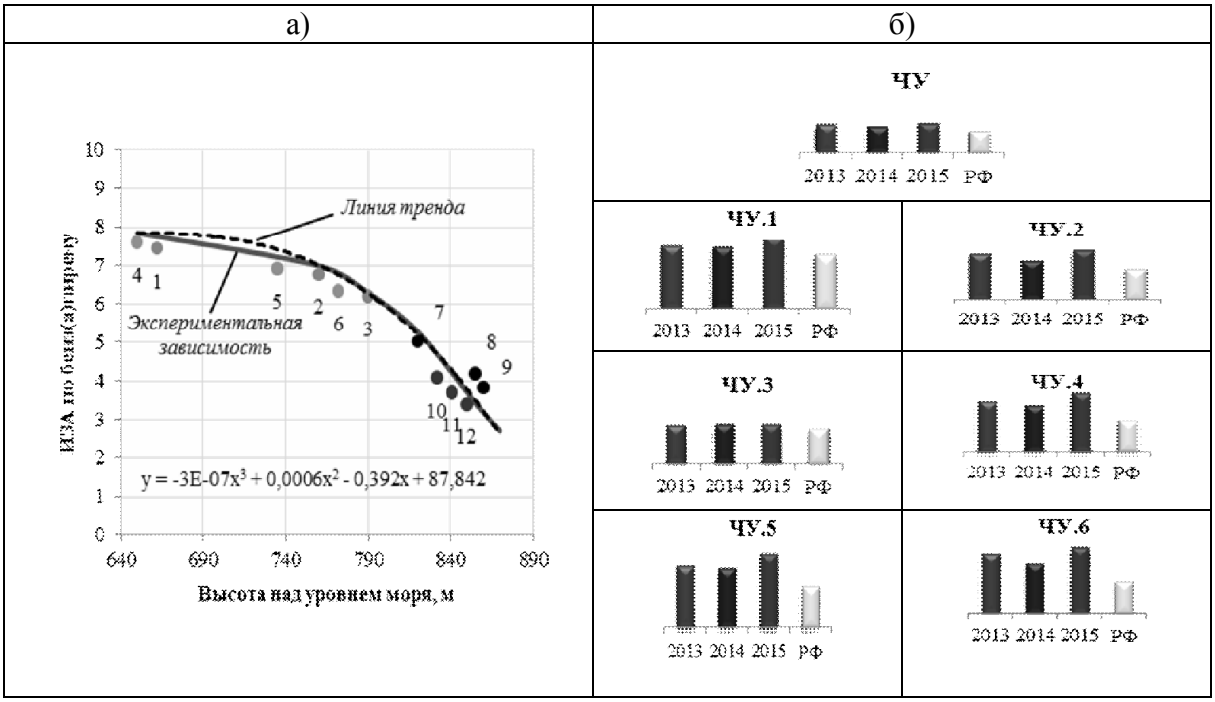


Рис. 5. Оценка влияния рельефа местности на индекс загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном. Показатели демографических потерь по Забайкальскому краю (2013-2015): а) усреднённые значенияе ИЗА бенз(а)пиреном за период 2005-2015 гг. по ПНН (1-12); б) показатели демографических потерь, обусловленные высокой степенью дискомфортности условий жизнедеятельности населения (составлено автором)

Условные обозначения: 2013 □, 2014 □, 2015 ■ гг. соответственно и среднее □ значение по РФ : ЧУ – число умерших жителей по причине болезни органов дыхания: 71,2; 66,2; 75,9; 54,5,чел., в том числе: ЧУ.1 – число умерших мужчин на 100000 населе-

ния по причине болезни органов дыхания: 93,9; 91,6; 105,8; 79,2; ЧУ.2 – число умерших женщин на 100000 населения по причине болезни органов дыхания: 50,4; 42,9; 55,1; 33,1; ЧУ.3 – злокачественные новообразования органов дыхания: 42,6; 44,5; 43,4; 38,6; ЧУ.4 – число умерших старше трудоспособного возраста на 100000 населения по причине болезни органов дыхания: 258,7; 235,9; 302,5; 159,6; ЧУ.5 – число умерших мужчин на 100000 населения старше трудоспособного возраста по причине болезни органов дыхания: 509,4; 490,3; 607,7; 340,6; ЧУ.6 – число умерших женщин на 100000 населения старше трудоспособного возраста по причине болезни органов дыхания: 159,4; 134,1; 177,6; 86,3.

Проведено сопоставление результатов расчётов показателей концентраций ЗВ (рис. 6).

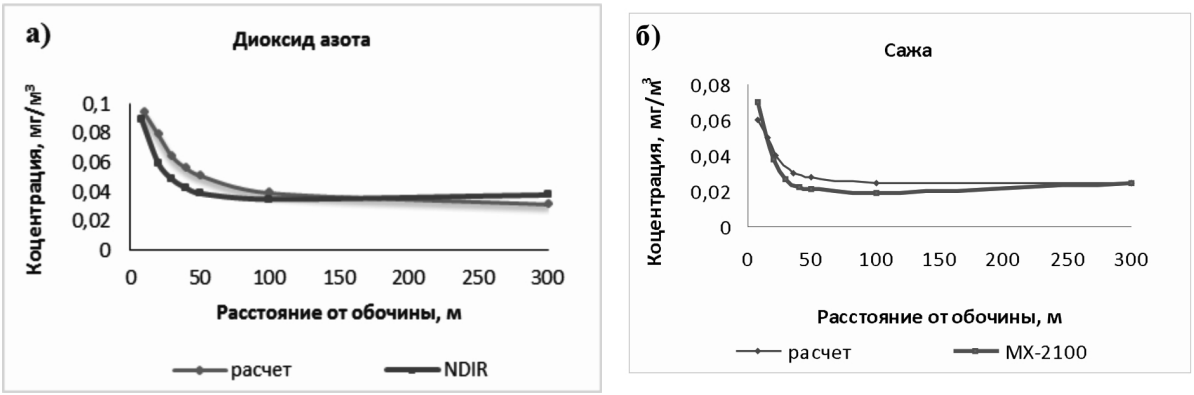


Рис. 6. Сравнение показателей расчета концентраций ЗВ с данными натурных измерений

Можно сделать вывод, что отклонение природно-климатических условий внутриконтинентальных межгорных котловин от комфортных - термический суточный градиент, температурная инверсия, продолжительный период отрицательных температур, горизонтальная неоднородность атмосферы, высотная и приземная атмосферная циркуляция воздуха, резкая выраженность времени года - формируют климат и обуславливают скопление чрезвычайно опасных концентраций вредных веществ и высокий индекс загрязнения атмосферы, которые могут быть спрогнозированы по предложенной автором Методике расчёта качества воздушной среды города.

Заключение. Предложенный автором вариант обеспечения экологической безопасности воздушной среды городов в природно-технических системах горно-котловинного типа учитывает природные и антропогенные факторы, влияющие на формирование загрязнений воздушной среды города.

Результаты географического и геоэкологического подхода к поиску причин, влияющих на качество воздушной среды исследуемых территорий, показали, что города постоянно подвержены антропогенному воздействию, особенно те, которые расположены в природно-технических системах горно-котловинного типа.

Определено, что основными причинами эколого-медицинских эффектов связанны с изменением климата в связи с загрязнением воздушной среды городов в природно-технических системах горно-котловинного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jacob and Laurence, «The Great Smog of 1952», 2004. The habitable Planet: A system approach to Enviromental Science [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.learner.org/courses/envsci/index.html.

2. Haagen-Smit A.J. The control of air pollution in Los Angeles. – 1954. – P. 11-16.

3. Molina M.J. and Molina L.T. et al. "Megapolices and air pollution, air log and waste management of the Association", 2004. – 54 (10). – P 1226-1235.

4. Jimenez, Rodrigo; Arango, Cristian ; Peña, Alejandro. (2011). Meteorological control of air pollution in a complex topography, high-altitude valley in the Tropical Andes. Eos Transactions American Geophysical Union.

5. Schröder, Peter; Belis, Claudio; Schnelle-Kreis, J; Herzig, Rolf; Prevot, Andre. Scott A. Fruina, Arthur M. Winera, Charles E. Rodes Black carbon concentrations in California vehicles and estimation of in-vehicle diesel exhaust particulate matter exposures // Atmospheric Environment. – 2004. – P. 619-627.

6. Mammadova sh. I. study of the role of vehicles in air pollution in Azerbaijan // "EARTH: LIFE in BIODIVERSITY": Proceedings of the XLIV international scientific and practical conference and the I stage of the Championship in biology, veterinary and agricultural Sciences. – London, February 28-March 05, 2013. – P. 38-42.

7. Incecik C., «Air Quality Status and Air Quality Management Efforts in Turkey: An Overview» The 14 th Pasific Regional Science Conference, 27-29 June 2016 Thailand.

8. B. Zhang et. al., «A semi-Lagrangian view of ozone production tendency in North Ameri can.. outflow in the summers of 2009 and 2010». 2014. Atmos. Chem. Phys., 14. – P. 2267–2287.

9. X Hu, Z Wang, L Liao "Multipurpose optimization of HEV fuel economy and emissions using evolutionary computations", 2004.

10. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской республики за 2011-2014 годы.

11. Ning, Wang, Mengersen, Kerry, Kimlin, Michael, Zhou, Maigeng, Tong, shilu, Fang, Lieven, et al. (2018) «lung Cancer and polluting: critical analysis of spatial and temporal analysis of evidence. Environmental research», 164. – P. 585-596.

12. Bei, N., L., G., Juan, R.-J., CAO, J., Meng, N. A., Feng, Liu, S., Zhang T., Zhang T. and Molina, l. t .: typical synoptic situations and their effects on winter time air pollution in the Guanchzhun Basin, China, Atmos. Chem. Phys., 16. – P. 7373-7387, https://doi.org/10.5194/acp-16-7373-2016.

13. B. Zhang et. al., «A semi-Lagrangian view of ozone production tendency in North Ameri can.. outflow in the summers of 2009 and 2010». 2014. Atmos. Chem. Phys., 14. – P. 2267–2287.

14. Apostol, Liviu; Ilie, Nicolae. (2015). Thermal Hazards in Cold Semester of the Year in the Mountain Area of Moldova River (Sector Between Vama and the Springs of Moldova River). Present Environment and Sustainable Development. 9. . 10.1515/pesd-2015-0019.

15. Sorokina O.I., Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Golovanov D.L., Bazha S.N., Dorjgotov D., Enkh-Amgalan S., «Heavy metals in the air and in the snow cover of Ulaanbaatar city, Journal of Geography and Natural Resources, Elsevier BV (Netherlands), 2013. – Volume 34. – No. 3. – P. 291-301.

16. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А.Л. Рагозина. – М.: Изд-во «КРУК», 2003. – 320 с.

17. Molina M.J. and Molina L.T. et al. "Megapolices and air pollution, air log and waste management of the Association". – 2004. – 54 (10). – P. 1226-1235.

18. Petkovsek S., Kraigher H., al-Sayegh, Grebenc T., Simoncic P. "types of ectomycorrhiza as stress, pollution indicators: case studies in Slovenia", Environmental monitoring and assessment. – 2007; 128 (1-3) dpi:10.1007 / s10661-006-9413-4.

19.Лаврова, О. Ю., Митягина, М. И., Костяной, А. Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. – М.: ИКИ РАН, 2016. – 334 с.

20. Томских А.А. Межгорные котловины Забайкалья: географические аспекты освоения и охраны окружающей среды./ А.А. Томских. Отв. Ред. А.Т. Напрасников; Рос.академ.наук, Сиб. Отд-ние ИПРЭК. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2006 – 54 с.

21. Материалы XXXIV Пленума Геоморфологической Комиссии РАН: Экзогенные процессы: результаты исследований в России и странах СНГ / Институт Географии РАН, 7-9 октября 2014 г. – Москва: Изд-во ПЛАНЕТА.

22.Абалаков, А.Д., Лопаткин, Д.А. Устойчивость ландшафтов и ее картографирование // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле»,

2014); Батуев А.Р., Корытный Л.М. Новый этап Сибирской картографии // Наука Приангарья – 2014. – № 2.

23. Абалаков А.Д., Лопаткин Д.А., Батуев А.Р., Л.М. Корытный Л.М. «Геоинформационные системы и электронное картографирование для оценки экологической обстановки на урбанизированных территориях в межгорных котловинах, контроля и регулирования динамики котловинных геосистем» материалы XXXIV Пленума Геоморфологической комиссии РАН: посвящается 80-летию волгоградской географии, Волгоград, 7-10 октября 2014 г / М-во образования и науки РФ, Российский фонд фундаментальных исслед. [и др.]; [редкол.: В. А. Брылев и др.]. – Волгоград : Волгоградское науч. изд-во. – 2014. – 255 с.

24. Arden Pope et al., 2006. Air Quality in Major European Cities, ed. R.J. Sluyter, part 1. National Institute of Public Health and Environment. RIVM Report No: 722401004. Belthoven, Netherlands. – 1995. – P 455-464.

25. Economopoulou. A. and Economopoulos A.P. «Air Pollution in Athens Basin and Health Risk Assessment», 1998 Environmental Monitoring and Assessment. December 2002. – Volume 80. Issue. 3. – P. 277-299.

26. Щербатюк А.П. Защита атмосферного воздуха городов от загрязнения отработавшими газами автомобилей в регионах с резкоконтинентальным климатом / А.П. Щербатюк // Монография. – Чита: ЗабГУ, 2011г.

27. Щербатюк А.П. Природные и антропогенные факторы геосистем России с котловинной территориальной организацией / А.П. Щербатюк // Успехи современной науки – Белгород, 2017. – № 3 – С. 165-170.

28. Щербатюк А.П. Методика расчета снижения загрязнения атмосферного воздуха городов с неблагоприятными географическими условиями / А.П. Щербатюк // Вестник ЗабГУ. – Чита: ЗабГУ, 2016. – № 10 – С. 41-54.

29. Гениатулин Р.Ф. Энциклопедия Забайкалья: Читинская область / Р.Ф. Гениатулин. – Новосибирск: Наука, 2000. – 302 с.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПОЛИТИКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Н.В. Яковенко, А.С. Азиз Али
n.v.yakovenko71@gmail.com

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Повышение устойчивости развития за счет изменения путей развития может внести существенный вклад в смягчение последствий изменения климата, однако для его осуществления могут потребоваться ресурсы для преодоления многочисленных барьеров. Расширяется понимание возможностей выбора и осуществления политики смягчения последствий в нескольких секторах для достижения синергизма и избежания конфликтов с другими аспектами устойчивого развития.

Решение проблемы изменения климата можно считать неотъемлемым элементом политики устойчивого развития. Изменение климата и другие стратегии устойчивого развития часто, но не всегда являются синергетическими. Растет число свидетельств того, что решения, касающиеся макроэкономической политики, сельскохозяйственной политики, многостороннего кредитования банков развития, практики страхования, реформы рынка электроэнергии, энергетической безопасности и сохранения лесов, других аспектов часто связывают с изменением климата. Рассматривая наименее развитые страны и малые и уязвимые страны, включая малые островные развивающиеся государства, можно указать на наличие прямой зависимости между сложными проблемами изменения климата и торговли. Их экономика зачастую недостаточно развита и зависит от нескольких ключе-

вых секторов и сырьевых товаров, что повышает их уязвимость к последствиям изменения климата.

Для того, чтобы эти страны успешно адаптировались и развивались в условиях изменения климата, их торговая и другая экономическая политика должна быть скорректирована для поддержки эффективной адаптации и развития посредством таких мер, как диверсификация экономики. Торговые партнеры развитых стран, со своей стороны, должны поддерживать адаптацию путем финансирования и передачи технологии, а также путем устранения таких искажающих мер, как экспортные барьеры и несправедливые субсидии.

По сравнению с развитыми странами население развивающихся стран более уязвимо к изменению климата и будет в большей степени подвержено ему. Условия их развития и ограниченность экономических ресурсов часто усугубляют их экономическую уязвимость и уязвимость к изменению климата и препятствуют их способности адаптироваться к изменению климата в социальном, технологическом и финансовом плане. Последствия изменения климата окажут далеко идущее воздействие на устойчивое развитие развивающихся стран, включая достижение ими к 2025 году Целей в области развития, сформулированных в «Декларации тысячелетия», и других согласованных на международном уровне целей в области развития, а также сокращение постоянно расширяющегося разрыва в области развития.

Глобальные прогнозируемые последствия изменения климата являются серьезными и варьируют в зависимости от региона. По прогнозам Африка, в которой находится большинство наименее развитых стран, сильно пострадает от увеличения последствий, связанных с засухой на большей части континента, что повлияет на производство продовольствия и безопасность. Прогнозируемое повышение уровня моря, вероятно, затронет низменные прибрежные районы с большим количеством населением. Многие районы развивающейся Азии, вероятно, столкнутся с сокращением запасов пресной воды, и многие низменные прибрежные районы с большим количеством населением, вероятно, столкнутся с увеличением наводнений от морских волн или затопления рек.

В Латинской Америке прогнозируется, что бассейн Амазонки начнет высыхать к середине века, превращаясь из тропического леса в саванну. По прогнозам, производительность сельского хозяйства будет снижаться, а наличие запасов воды также может существенно пострадать. Ожидается, что малые островные развивающиеся государства будут в наибольшей степени затронуты повышением уровня моря, усугубляющимися наводнениями, эрозиями и другими прибрежными опасностями, угрожающие жизненно важной инфраструктуре и средствам к существованию островных общин. Предполагается, что наличие прибрежных ресурсов (таких, как рыболовство) негативно скажется, в частности, на эрозии пляжей и обесцвечивании кораллов. Ожидается также, что водообеспеченность на многих малых островах Карибского бассейна и Тихого океана станет недостаточной для удовлетворения спроса в периоды низких осадков к середине века.

Многие наименее развитие страны (НРС) отстают от других стран в плане роста торговли и конкурентоспособности, а качество роста торговли не является ни устойчивым, ни справедливым. Экспортные характеристики НРС, как правило, характеризуются высокой степенью концентрации экспорта, причем экспортируется лишь несколько товарных тарифных позиций, таких как минеральное топливо, нефть и одежда. Этот профиль делает их весьма уязвимыми для волатильности рыночного спроса и других потрясений, таких как климатические потрясения, в отношении их основных экспортных продуктов.

Воздействие изменения климата на торговый потенциал и конкурентоспособность НРС, вероятно, будет варьировать в зависимости от продукта и соответствующей страны. В то время как экспортеры нефти НРС могут извлечь выгоду из нынешних высоких цен на топливо, возможные корректировки цен на нефть странами-импортерами нефти в результате политики, связанной с изменением климата, могут снизить спрос на ископаемое топливо и тем самым снизить будущие экспортные доходы этих экспортеров нефти НРС.

На экспорт других сырьевых товаров НРС, сильно зависящих от климатических условий, таких, как рыболовство и сельскохозяйственная продукция (например, хлопок, кофе, чай, мате и специи, табак, овощи, растительные масла, фрукты, шкуры животных), также могут оказывать негативное влияние, например, сокращение вегетационного периода, засуха и потери экосистем.

Кроме того, развитие и поддержание связанной с торговлей инфраструктуры, такой, как автомобильные дороги, железные дороги и порты, также может стать более трудным, поскольку страны будут бороться за сохранение все более дефицитных ресурсов с растущими потребностями в адаптации к изменению климата.

Ограниченный размер и обеспеченность природными ресурсами и рабочей силой малых островных государств приводит к тому, что их внутренние рынки не могут поддерживать размещение крупномасштабных отраслей промышленности или производство товаров с учетом эффекта масштаба по конкурентоспособным ценам. Это означает, что ассортимент продукции, производимой в этих странах, часто ограничен или продукция не является конкурентоспособной. Поэтому эти страны демонстрируют очень высокую зависимость от импорта и экспорта и, следовательно, от конъюнктуры внешнего рынка" при соотношении торговли к ВВП", как правило, гораздо большем, чем в среднем" для других развивающихся стран, и при экспорте, как правило, полагающемся "на очень узкий спектр товаров и услуг ... сосредоточенных на рынках нескольких стран." Эти факторы создают во многих островных государствах высокую степень торговой зависимости и экономической нестабильности, которая влияет и зависит от их уязвимости к изменению климата.

Сектор услуг, особенно туризм, стал основным источником экономической активности во многих островных государствах. Некоторые страны стремятся преодолеть экономическую нестабильность и связанные с ней проблемы в области торговли путем осуществления стратегий диверсификации экономики, с тем чтобы она стала экономикой, основанной на знаниях и услугах. Однако для других государств сельское хозяйство остается доминирующим видом экономической деятельностью, обеспечивающей как внутренние, так и экспортные рынки.

Адаптация к изменению климата предполагает принятие надлежащих мер для уменьшения негативных последствий изменения климата (или использования позитивных последствий) путем внесения соответствующих корректировок и изменений. Существует множество вариантов и возможностей для адаптации, начиная от технологических вариантов и заканчивая поведенческими изменениями на индивидуальном уровне, и все они будут зависеть от политических решений, принимаемых отдельными странами в одностороннем порядке или в контексте их международных обязательств и обязательств.

Концепция адаптации к изменению климата тесно связана с развитием адаптационного потенциала, под которым понимаются изменения в процессах, практике или структурах с целью смягчения или компенсации потенциального ущерба или использования возможностей, связанных с изменением климата. Адаптация развивающихся стран на национальном уровне потребует международного сотрудничества со стороны развитых стран для оказания поддержки в покрытии расходов на адаптацию. В конце концов, эффективная адаптация развивающихся стран к климату не может быть осуществлена, если не будут осуществлены другие изменения, адаптирующие климат, в других областях международной политики, таких, как торговля и интеллектуальная собственность, с тем чтобы они в полной мере поддерживали усилия развивающихся стран по обеспечению устойчивого развития. Одним словом, эффективная адаптация к климатическим условиям основывается на достижении развивающимися странами своих первых и важнейших приоритетов в области социально-экономического развития и искоренения нищеты.

Что касается обеспечения надлежащей адаптации торговой политики к последствиям изменения климата и ограничениям, которые могут возникнуть в контексте развивающихся стран, особенно для наименее развитых стран и островных государств, то директивным органам необходимо будет пересмотреть свою нынешнюю макроэкономическую политику в области развития и торговли. Торговые проблемы, с которыми сталки-

ваются эти уязвимые страны, во многом обусловлены слиянием реформ экономической политики и политики либерализации торговли, осуществленных в последние три десятилетия, что в значительной степени усугубило уязвимость этих стран как к экономической нестабильности, так и к изменению климата.

В свете проблем, связанных с торговлей и их последствиями, на которые оказывает влияние изменение климата, очевидно, что мерой к эффективной адаптации этих стран к изменению климата является создание устойчивых, диверсифицированных и более производительных национальных экономик, особенно в секторах, которые не столь уязвимы к воздействию изменения климата.

Дальнейшая либерализация торговли этих стран в смысле дальнейшего повышения уровня тарифной открытости для импорта не всегда может быть адекватной "адаптированной к климату" торговой политикой в ответ на изменение климата. Скорее, необходимо внести коррективы в торговую политику и меры их торговых партнеров, с тем чтобы адекватно отражать и реагировать на проблемы торговли, развития и изменения климата, с которыми сталкиваются все страны, включая островные.

Таким образом, необходимо принятие следующих мер: 1) внутренняя политика в области устойчивого развития, включающая торговые и другие экономические меры, направленные на наращивание внутреннего производственного потенциала и содействие диверсификации экономики для секторов и видов деятельности, которые менее уязвимы к изменению климата, чем нынешние; 2) благоприятная и согласованная международная политическая среда (как в торговом, так и в климатическом режимах), которая включает в себя пространство и гибкость экономической и климатической политики, новые и дополнительные финансовые потоки для поддержки адаптации и развития климата, исследований и передачи благоприятных для климата технологий, а также внешнюю поддержку, направленную на повышение конкурентоспособности торговли этих стран и долгосрочное устойчивое развитие, адаптированное к климату.

Что касается торговли товарами, то политика и программы в области торговли, ориентированные на устойчивое развитие, с учетом климата могут предполагать переосмысление политики и программ развития сельского хозяйства наименее развитых стран и островных государств в целях учета последствий изменения климата. Это может включать сдвиги как в выращиваемых культурах, так и в производственных процессах, используемых для учета факторов стресса, связанных с изменением климата. Возможно, потребуется осуществить изменения внутренней политики – например, приоритет сельскохозяйственного производства для обеспечения продовольственной безопасности и промышленного производства промышленных товаров для внутреннего потребления над экспорто-ориентированным производством и как средство уменьшения уязвимости к внешним торговым, экономическим и экологическим потрясениям.

Следует обратить внимание на дополнительные изменения в сельскохозяйственной и промышленной политике и инфраструктуре, которые могут потребоваться для поддержки диверсификации, а не на текущие сельскохозяйственные товары, экспортируемые главным образом этими странами. Адаптация к последствиям изменения климата для инфраструктуры и населенных пунктов может включать научные услуги по оценке уязвимости, модернизации зданий, повышению осведомленности и разработке программ переселения.

Для адаптации к изменению климата также потребуется инфраструктура, связанная с торговлей (например, порты, дороги и т.д.), которая должна строиться или укрепляться в рамках подготовки к климатическим воздействиям. Адаптация должна включать, где это уместно, развитие альтернативной инфраструктуры, если существующие инфраструктуры не могут быть адаптированы к климату.

Как и в случае тех стран, которые в первую очередь зависящих от сектора экспорта сельскохозяйственных товаров, менее развитые страны и островные государства, которые зависят от экспорта нефти и других минеральных товаров, должны будут обеспечить, чтобы доходы, получаемые от нынешних высоких цен на нефтяные товары, инвестирова-

лись в повышение уровня диверсификации их экономики. Это может быть достигнуто за счет их инвестиций в другие производственные сектора экономики и предоставления достаточных ресурсов для осуществления стратегической политики в области промышленного развития.

Для многих стран торговля продукцией из их прибрежных зон и рыболовство являются основными компонентами их экономических и торговых профилей. Воздействие изменения климата на эти хрупкие экосистемы, с которым трудно бороться, можно было бы лучше устранить с помощью более надежных внутренних режимов доступа к ресурсам, контроля и управления ими. Диверсификация сельского хозяйства и промышленности, адаптированная к климату, также потребует обеспечения достаточных источников энергии для подпитки существующего производства и расширения масштабов новой экономической деятельности, не внося при этом большего вклада, чем это необходимо, в глобальные выбросы парниковых газов. Поэтому развитие внутренних, чистых, возобновляемых, устойчивых источников энергии и инфраструктуры является важным компонентом адаптированной к климату диверсификации сельского хозяйства и промышленности.

Диверсификация экономики в секторах услуг этих стран, может принести многочисленные выгоды с точки зрения адаптации к изменению климата и развития. Однако расширение и диверсификация сектора услуг с учетом климатических условий потребуют не только увеличения внутренних инвестиций государственного и частного секторов в модернизацию людских ресурсов страны, но и инвестиций в улучшение и обеспечение устойчивости к изменению климата соответствующей инфраструктуры для конкретных подсекторов услуг и различных способов их предоставления.

Таким образом, изменение климата – это смертельная угроза для развивающихся стран и главное: на национальном уровне изменение климата снизит доходы и увеличит вынужденные расходы, ухудшая государственные финансовые показатели. Многие развивающиеся страны уже испытывают трудности, пытаясь совладать с текущими климатическими условиями.

Многие государства и компании уже начали действовать. Однако, доля выбросов большинства отдельных стран относительно незначительна в структуре общих выбросов, а для стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере необходимы значительные сокращения. Борьба с изменением климата поднимает классическую проблему создания всемирного общественного блага. Она имеет схожие черты с другими вызовами окружающей среды, которые требуют международного управления общими ресурсами для того, чтобы избежать катастрофы. Рамочная Конвенция ООН по Изменению Климата (UNFCCC), Киотский Протокол и ряд других неформальных партнерств и диалогов предоставляют рамки для выработки мер по сотрудничеству и основание для осуществления дальнейших совместных действий. Глобальное понимание необходимости срочного разрешения проблемы, общее видение долгосрочных целей для разработки политических мер по борьбе с изменением климата и международный подход, основанный на многосторонних соглашениях и принятии согласованных мер необходимы для решения столь масштабной проблемы. Международные рамочные соглашения по противодействию изменению климата должны стимулировать и вдохновлять на лидерство, показанное разными странами в борьбе с изменением климата, а также мотивировать вовлечение в этот процесс остальных стран. Сотрудничество должно развивать принципы эффективности и справедливости, которые уже создали основу для существующих международных рамочных соглашений. Необходимость принятия мер является безотлагательной. Спрос на энергоресурсы и их транспортировку стремительно растет во многих развивающихся странах, а многие развитые страны должны в ближайшее время обновить значительную долю капитального фонда. Инвестиции, сделанные в ближайшие 10-20 лет, могут сделать нас заложниками значительных выбросов парниковых газов в следующие 50 лет, или предоставить возможность миру перейти на более устойчивый путь развития.

Международное сотрудничество должно охватывать все аспекты политических мер по сокращению выбросов – ценовое регулирование, технологии и устранение пове-

денческих барьеров, а также меры по сокращению выбросов от землепользования. Оно также должно содействовать и поддерживать разработку мер по адаптации. В настоящее время существуют значительные возможности по разработке таких мер, в том числе в областях, в которых возможно немедленные экономические выгоды (таких как энергоэффективность и использование попутного газа), а также в областях, в которых осуществление широкомасштабных пилотных программ позволит создать ценный опыт для содействия будущим переговорам. Договоренности по широкому кругу взаимных обязательств по реализации соответствующих мер внесет свой вклад в достижение общих целей по уменьшению рисков последствий изменения климата. Эти обязательства должны учитывать затраты и возможность их выполнения, а также отправные точки, возможности для роста и прошлый опыт.

Обеспечение всестороннего и долгосрочного сотрудничества требует справедливого распределения усилий между развитыми и развивающимися странами. Не существует единой формулы для определения всех параметров справедливого распределения, но расчеты, основанные на доходе, исторической ответственности и выбросам на душу населения, указывают на то, что богатые страны должны взять на себя обязательства по сокращению выбросов к 2050 году на 60-80% от уровней 1990 года. Можно укрепить сотрудничество и содействовать дальнейшему его развитию посредством повышения прозрачности и сравнения национальных мер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Policies to Enhance Sustainable Development. Organisation for economic co-operation and development, 2001.– 32 p.

2. The United Nations Millennium Declaration – www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/summitdecl.shtml.

КЛИМАТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Н.В. Яковенко, И.В. Комов
n.v.yakovenko71@gmail.com

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Сельское хозяйство имеет важное значение для человечества – оно обеспечивает продовольствием, которое мы едим, служит источником средств к существованию миллионов людей во всем мире и управляет большой долей ландшафта. Однако при этом происходит выброс парниковых газов (ПГ), что делает сельское хозяйство также источником выбросов, способствующих изменению климата. Поскольку сельское хозяйство зависит от природных ресурсов и климата, чтобы обеспечить подходящие условия для выращивания сельскохозяйственных культур, изменение климата угрожает вызвать серьезные сбои в сельском хозяйстве в будущем. Поэтому адаптация или повышение устойчивости в сельском хозяйстве должны быть приоритетными наряду с усилиями по сокращению выбросов из сектора и поддержанию производства продовольствия. Сбалансирование этих конкурирующих интересов представляет собой серьезную политическую проблему.

В ходе сельскохозяйственного производства выпускаются различные виды ПГ. Из шести официальных ПГ, которые учитываются в соответствии с международным договором об изменении климата, Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН), только метан (CH_4) и закись азота (N_2O) учитываются в качестве сельскохозяйственных выбросов. Эти газы выделяются в ходе таких видов деятельности, как животноводство (в результате которого выделяется большое количество

CH_4 из хранилищ навоза) и распространение навоза или химических удобрений на полях для питания сельскохозяйственных культур (что приводит к выбросам N_2O_6.

Кроме того, выбросы от управления сельскохозяйственными почвами, изменения в землепользовании и лесохозяйственная деятельность учитываются отдельно в рамках сектора землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства. Сельское хозяйство является источником двуокиси углерода (CO_2), H_2O, CH_4 выбросов, полученных от ведения деятельности, таких, как вспашка почвы (которая меняет углерод, хранящийся там и выбросы CO_2) и осушение водно-болотных угодий для использования в сельском хозяйстве (поскольку органические почвы быстро разлагаются с низких грунтовых вод). Лесное хозяйство также приводит к выбросам при заготовке древесных продуктов (выбросы CO_2).

Однако сельское и лесное хозяйство являются уникальными секторами, поскольку они действуют не только как источники выбросов, но и как поглотители, способные удалять атмосферный углерод путем его впитывания и хранения над или под землей в растениях и почвах. Этот естественный процесс позволяет этим наземным секторам в определенной степени смягчать глобальные выбросы, хотя такие процессы, как обезлесение тропических лесов и крупномасштабная конверсия пастбищ, снижают их потенциал. Растения удаляют атмосферный углерод и хранят его над и под землей, в то время как сельскохозяйственная практика и обезлесение способствуют различным уровням выбросов ПГ. Сельское и лесное хозяйство выступает в качестве источника ПГ, а поглотители - растения удаляют атмосферный углерод и хранят его над и под землей, в то время как сельскохозяйственная практика и обезлесение способствуют различным уровням выбросов ПГ.

На сельское хозяйство приходится примерно 10% от общего объема выбросов ПГ в ЕС. По сравнению с другими секторами, транспорт составляет почти 20%, а производство электроэнергии и тепла в ЕС составляет более 25% от общего объема выбросов ПГ. Однако, сельское хозяйство также содержит "скрытые выбросы", которые относятся к другим секторам, например, выбросы CO2 от ископаемого топлива и электроэнергии, используемой для машин, сушки сельскохозяйственных культур и производства удобрений / пестицидов, учитываются энергетическим сектором.

Кроме того, вид выбросов от сельского хозяйства и число субъектов/сфера деятельности делают его сложным сектором для сокращения выбросов. Выбросы метана и закиси азота являются особенно мощными ПГ - CH_4 имеет в 20 раз больше потенциала улавливания тепла, чем CO_2 и N_2O имеет в 300 раз больше. Деятельность, которая создает эти выбросы, также распространяется на весь ЕС-28 и осуществляется различными субъектами различных размеров. Таким образом, в отличие от электростанции, которая может установить часть оборудования, чтобы помочь уменьшить выбросы на определенную величину, каждая ферма выращивает разную продукцию, и одно и то же изменение стиля управления может не привести к одинаковому сокращению выбросов при применении в разных местах разными лицами.

Сельское хозяйство является природным, зависящим от климата сектором, который будет испытывать многочисленные последствия изменения климата. Некоторые из основных ожидаемых последствий изменения климата для сельского хозяйства будут включать сокращение ежегодных осадков, увеличение частоты засух и наводнений и повышение риска вредителей и болезней.

Таким образом, важно, чтобы сельское хозяйство создавало потенциал для адаптации к изменению климата в целях уменьшения негативных последствий. Существуют различные возможности для смягчения последствий и адаптации в сельском хозяйстве. Многие виды сельскохозяйственной практики, способствующие смягчению последствий, также вносят позитивный вклад в защиту водных ресурсов, почвы и биоразнообразия, а также в адаптацию. Существуют различные синергические связи между деятельностью по адаптации и смягчению последствий в сельском хозяйстве. Например, включение трав в севообороты уменьшает выбросы при обеспечении круглогодичного покрытия почвы, тем самым уменьшая эрозию почвы и увеличивая удержание воды в почвах. Существует

много мер, которые могут уменьшить воздействие сектора на изменение климата при сохранении уровня производительности для удовлетворения спроса на продовольствие. Поскольку природные условия и системы земледелия отличаются большим разнообразием, выбор наиболее подходящих методов будет варьироваться в зависимости от контекста и зависеть от конкретных агрономических, экологических и климатических условий.

Варианты управления можно разделить на несколько ключевых категорий: управление пастбищами, управление пахотными землями, изменение землепользования, управление животноводством, эффективное использование энергии и эффективное водопользование. В целом, наиболее значимые меры включают улучшение управления навозом, повышение эффективности поступления азота и улучшение управления почвой, включая защиту почв, богатых органическими веществами.

Общая сельскохозяйственная политика обеспечивает рамочное законодательство для сельского хозяйства ЕС. Компонент 1 этой политики предусматривает прямые платежи фермерам, которые не связаны с продукцией фермеров, а также меры по озеленению (диверсификация сельскохозяйственных культур, постоянная защита пастбищ и экологические зоны). Фермеры должны соблюдать минимальные требования к экологическим и сельскохозяйственным условиям для получения прямых платежей, в том числе уставные требования к управлению в соответствии с различными правилами ЕС. Компонент 2 этой политики предусматривает добровольные стимулы в рамках программ развития сельских районов. Эти программы могут финансировать множество практических действий по снижению выбросов и адаптации к изменяющемуся климату: устойчивое управление почвами, органическое сельское хозяйство, покровное земледелие, минимальная обработка почвы или ее полное отсутствие, сохранение растительных остатков, интеграция бобовых в севообороты, восстановление водно-болотных угодий и т.д. Эта сельскохозяйственная практика может привести к снижению выбросов парниковых газов и / или обеспечить большую устойчивость к последствиям изменения климата, например, увеличение инфильтрации и удержания воды за счет выращивания покровных культур для лучшего управления наводнениями.

Директива по нитратам (91/676 / EEC) направлена на снижение избыточных уровней нитратов в водных объектах по всему ЕС путем ограничения применения азотных удобрений на фермах и требует определенных методов управления. Меньшие потери азота в виде выбросов закиси азота (мощного парникового газа) снижают воздействие сельского хозяйства на климат. Кроме того, Рамочная Директива по водным ресурсам (2000/60/EC) также требует принятия мер по сокращению загрязнения воды в сельском хозяйстве с помощью планов управления речными бассейнами, что приведет к практике управления, которая может снизить воздействие сельского хозяйства на изменение климата. Например, восстановление водно-болотных угодий приводит к значительному сокращению выбросов парниковых газов и улучшению качества воды и биоразнообразия. Почвенная стратегия (COM (2006) 231) также способствует защите почв, включая методы управления сельским хозяйством, которые снижают давление почвы и поддерживают или улучшают качество почвы, путем выявления зон риска для ключевых почвенных угроз и разработки программ с мерами по устранению таких угроз. Эти программы могут основываться на мероприятиях, уже включенных в ранее описанную политику, а также на "планах управления рисками наводнений, национальных лесных программах и устойчивых методах ведения лесного хозяйства и мерах по предотвращению лесных пожаров".

Сельское хозяйство-это сектор с далеко идущими последствиями и влиянием с точки зрения продовольственной безопасности, торговли, природных ресурсов, химических веществ, отходов, транспорта и окружающей среды. Продукция может экспортироваться или импортироваться в ЕС по различным каналам под влиянием международной торговой политики или соглашений между ЕС и другими странами или региональными торговыми блоками. Например, Соглашение об экономическом партнерстве, заключенные с африканскими, Карибскими и тихоокеанскими поставщиками бананов (акт), обеспечивают беспошлинный и не квотируемый доступ к рынку ЕС. Длинные цепочки поста-

вок и выбросы, которые в них встроены, могут повлиять на изменение климата. Директива по возобновляемым источникам энергии (2009/28/EC) также предусматривает увеличение использования возобновляемых источников энергии в транспортном секторе, тем самым стимулируя производство биотопливных культур в целях сокращения использования ископаемого топлива и выбросов. Однако биотопливо является спорным из-за энергии и воды, необходимых не только для выращивания урожая, но и для его обработки, что не может привести к значительному общему сокращению выбросов и потенциально повлиять на запасы продовольствия, тем самым также, возможно, вызывая увеличение импорта продовольствия. Производство химических удобрений для использования в сельскохозяйственном производстве также вызывает выбросы и приводит к определенному количеству отходов, которые должны быть утилизированы в соответствии с Рамочной директивой по отходам.

Поскольку в связи с увеличением спроса на продовольствие сельскохозяйственное производство растет, то расти будет и объем связанных с ним выбросов. Для снижения интенсивности выбросов (или объема выбросов на единицу сельскохозяйственной продукции) необходимо существенно улучшить управление углеродным и азотным циклами в сельском хозяйстве, устранив связь роста сельскохозяйственного производства с ростом выбросов. Таким образом, достижение потенциала смягчения последствий в секторах сельского хозяйства будет нелегкой задачей – и не только в связи с крупными преобразованиями в сельском хозяйстве, необходимыми для более широкого внедрения более эффективных методов хозяйствования, но и из-за прогнозируемого роста спроса на сельскохозяйственную продукцию.

В отличие от других секторов экономики, где меры по адаптации и смягчению последствий, как правило, не зависят друг от друга, в секторах сельского хозяйства задачи по обеспечению продовольственной безопасности, адаптации к изменению климата и смягчению его последствий взаимосвязаны. Даже повсеместное внедрение методов климатически оптимизированного и устойчивого сельского хозяйства может оказаться недостаточным для достижения глобальных целей по стабилизации климата на планете. Необходимы крупные преобразования продовольственных систем в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Enete A.A., Amusa A.T. (2010) Challenges of Agricultural Adaptation to Climate Change in Nigeria: a Synthesis from the Literature. Field Actions Science Reports.

2. IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change). (2007a) Climate Change 2007: The Fourth Assessment Report. Impacts, Adaptation and Vulnerability. [https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg2_report_impacts_adaptation_and_vulnerability.htm]

3. Gornall J., Betts R., Burke E. (2010) Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 365:2973-2989.

4. Keane J., Page S., Kergna A., Kennan J. (2009) Climate Change and Developing Country Agriculture: An Overview of Expected Impacts, Adaptation and Mitigation Challenges, and Funding Requirements.

5. Parvatha P.R. Climate Resilient Agriculture for Ensuring Food Security. Springer. – 2014. – Pp. 1-15.

6. IMF (International Monetary Fund) Ethiopian Economic Outlook'Ethiopian Economy. EFD research brief series. – 2012. – Pp. 12-03.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И СОЦИАЛЬНОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Н.В. Яковенко, И.В. Сафонова
n.v.yakovenko71@gmail.com

Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Влияние погоды и климата на человека известно давно, но интерес к этой проблеме возрос лишь в последние десятилетия XX века. Существует целая наука, изучающая влияние на организм человека климатических и погодных факторов, методы их использования в лечебно-профилактических целях – медицинская климатология.

Изменение климата является одной из крупнейших глобальных проблем здравоохранения 21-го века и растущей угрозой здоровью населения. Люди подвергаются воздействию изменения климата непосредственно через изменение погодных условий (более интенсивные и частые экстремальные явления) и косвенно через изменения качества воды, воздуха, качества и количества продовольствия, экосистем , сельского хозяйства, средств к существованию и инфраструктуры. Однако последствия изменения климата различаются в зависимости от уязвимости здоровья оценки, которые сосредоточены на понимании чувствительности населения к воздействию конкретных воздействий, измерении способности реагировать на эти воздействия климата и восстанавливаться после них.

Научные данные об изменении климата сложны и трудны для понимания неспециалистами, но существует твердое согласие с тем, что климат Земли меняется более быстрыми темпами, чего можно было бы ожидать, и такие изменения, вероятно, будут результатом деятельности человека. Число сопутствующих эффектов уже наблюдалось, включая увеличение глобальной средней температуры поверхности за прошлые 100 лет 0.74°C-0.18°C и прогнозируется, что глобальная температура, вероятно, повысится на 1,1-6,4°C между 1990 и 2100 годами. Это увеличение температуры, вероятно, приведет к: повышению уровня моря, изменению количества осадков, таянию полярных ледниковых шапок и ледников, штормам и ураганам, уменьшению средней протяженности горных ледников и снежного покрова в обоих полушариях, ускорению годовой скорости повышения уровня моря со средней скоростью 3,7-9,7 мм в год, более интенсивные и длительные засухи (66%) на более широких площадях.

Изменение климата получает всемирное внимание из-за его ожидаемого воздействия на физическую и биологическую систему Земли. Все регионы мира страдают от изменения климата, угрожающего здоровью человека; в результате риски для здоровья населения сильно различаются в зависимости от того, где и как люди живут. Изменения климата произошли, как показали эпидемиологические исследования, в результате урбанизации, высоких уровней выбросов транспортных средств и вестернизированного образа жизни, которые коррелируют с проблемами здоровья человека, такими как повышенная частота респираторной аллергии, главным образом у людей, которые живут в городских районах по сравнению с людьми, живущими в сельских районах. Люди, живущие в трущобах, прибрежных районах, мегаполисах и горно-полярном регионе, более уязвимы. Около 5,5 млн. лет жизни с поправкой на инвалидность (DALYs) были потеряны в 2000 и подсчитано, что к 2020 г. антропогенное изменение климата может убить 300 000 человек во всем мире ежегодно. Миграция людей в ответ на изменение климата может сделать людей более уязвимыми к некоторым переносчикам зоонозных заболеваний. Развивающиеся страны, такие как Бангладеш, Индия, Мадагаскар, Непал, Мозамбик, Вьетнам, Филиппины, Судан, Малави, Зимбабве, Турция и Таиланд, более уязвимы для изменения климата из-за бедности, меньшего потенциала адаптации и отсутствия решительных превентивных мер, ресурсов и стратегий.

Изменение климата может привести к тому, что к 2030 г. более 100 млн. человек вернутся к крайней нищете, если не будут приняты согласованные меры. Негативные последствия изменения климата для здоровья людей могут сыграть важную роль в этом

процессе. Не все эти последствия будут сказываться на будущем населении: изменение климата уже оказывает ощутимое воздействие на здоровье человека.

Изменение климата влияет на здоровье, изменяя распространение и возникновение трансмиссивных заболеваний.

По оценкам, потепление на 2-3°C приведет к увеличению числа людей, подверженных риску заболевания малярией, на 5% во всем мире, или более чем на 150 млн.человек. Изменение климата также тесно связано с ростом заболеваемости Денге – комариным заболеванием, распространенность которого с 1990 г. возросла на 3-6% в результате изменения климата.

Изменение климата может увеличить бремя диареи до 10% к 2030 г. в таких чувствительных регионах, как Юго-Восточная Азия.

Комбинированное воздействие более высоких температур, повышенная волатильность осадков и экстремальные погодные условия оказывают пагубное воздействие на сельскохозяйственные культуры. В крайнем случае, изменение климата может привести к полному неурожаю.

По этим причинам недоедание было определено в качестве крупнейшего воздействия изменения климата на здоровье человека в XXI веке.

Снижение урожайности пшеницы в мире на 6% и урожайности риса на 10% ожидается при каждом дополнительном повышении глобальной температуры на 1°C, что существенно скажется на недостаточном питании и задержке роста в продовольственно-незащищенных или бедных регионах. Ожидается, что к 2030 г. еще 7,5 млн. детей будут отставать в росте, причем 4 млн. из них, как ожидается, будут страдать от серьезного отставания в росте, увеличившись к 2050 г. до 10 млн. детей.

Последствия стихийных бедствий, связанных с погодой, для здоровья людей выходят за рамки смертности и включают травмы, проблемы психического здоровья, распространение болезней, отсутствие продовольственной и водной безопасности и ограниченный доступ к здравоохранению и другим основным услугам.

Количество стихийных бедствий, обусловленных явлениями погоды, выросла на 46% в 2007-2016 годах (по сравнению с 1990-ми г.) из-за изменения климата.

В результате этих бедствий ежегодно погибает более 60 000 человек, главным образом в развивающихся странах .

В научной литературе о связях между изменением климата и психическим здоровьем начали изучать прямые и косвенные причинные пути, которые влияют на психическое здоровье, включая психологические последствия бедствий и экономических потерь для психического здоровья, засухи и самоубийства фермеров, миграции и вынужденного перемещения, физических заболеваний .

Загрязнение воздуха является четвертым по значимости фактором риска смерти во всем мире. Многие из тех же загрязняющих веществ, ответственных за изменение климата, также влияют на здоровье человека в результате воздействия на качество воздуха, которое связано с респираторными и сердечными угрозами, а также некоторыми видами рака.

Климатические факторы, влияющие на здоровье, включают мелкие частицы (включая черный углерод, который является сильным согревающим агентом) и метан, который способствует образованию приземного озона или смога.

В 2013 г. 87% населения мира проживало в районах, которые превышают руководящие принципы Всемирной организации здравоохранения по качеству воздуха.

Загрязнение воздуха уже является причиной более 7 млн. преждевременных смертей в год; 1 из 10 смертей объясняется воздействием загрязнения воздуха.

В то время как связанные с загрязнением смертельные случаи поражают главным образом детей и пожилых людей, загрязнение также приводит к потере трудовых доходов мужчин и женщин трудоспособного возраста.

В странах с низким и средним уровнем дохода наблюдаются наихудшие последствия изменения климата для здоровья, поскольку они, как правило, более уязвимы к кли-

матическим сдвигам и наименее способны адаптироваться, учитывая слабость систем здравоохранения и низкий доступ к базовым услугам.

Изменение климата усугубляет социальное, экономическое и демографическое неравенство, напрягая социальные и экологические системы, поддерживающие хорошее здоровье.

В период с 2000 по 2016 год число уязвимых лиц, подвергшихся воздействию аномальной жары, увеличилось на 125 млн. человек.

Экономическое воздействие изменения климата на здоровье человека поразительно. Экономические издержки, связанные с изменением климата на здоровье, трудно рассчитать из-за многих связанных с этим экологических и социальных детерминант здоровья. Тем не менее, существуют некоторые достоверные экономические количественные оценки взаимосвязи между здоровьем и климатом: К 2030 г. прямые расходы на ущерб здоровью (за исключением расходов в секторах, определяющих состояние здоровья, таких как сельское хозяйство, водоснабжение и санитария) могут составить от $2 млрд. до $4 млрд. в год к 2030 г. Экономические издержки, связанные с бременем болезней, связанных с загрязнением воздуха, составляют 1,7 трил. $ США ежегодно в странах ОЭСР, 1,4 трил. $ США в Китае и 500 млрд. $ США в Индии.

К 2080 г. потери производительности труда из-за избытка тепла могут составить 11-20% в таких подверженных нагреванию регионах, как Азия и Карибский бассейн.

Без адекватных инвестиций в устойчивость сектора здравоохранения недавние достижения в области развития находятся под угрозой.

Пути к устойчивым секторам здравоохранения возможны, основываясь на растущей фактической базе понимания угроз, которые изменение климата налагает на здоровье.

Многие страны и учреждения, занимающиеся вопросами развития, признали важность повышения устойчивости к изменению климата в секторе здравоохранения. 121 из 184 (66%) определяемых на национальном уровне взносов (НДЦ) включают ссылки на воздействие изменения климата на здоровье, обусловленное решительной поддержкой действий во многих развивающихся странах (90% африканских государств, 69% азиатских государств, 82% латиноамериканских государств).

И наоборот, только 15% стран, которые разработали национальные планы действий по изменению климата, относятся к здравоохранению.

На долю финансирования в области здравоохранения и адаптации, связанной со здоровьем, приходится лишь 13,3% (47,3 млрд. $).

Таким образом, можно определить несколько положений, отражающих ситуацию в сфере благополучия населения и изменения климата.

1. Борьба с изменением климата открывает возможности для улучшения здоровья и благополучия как благодаря сопутствующим преимуществам низкоуглеродных решений, так и потому, что смягчение последствий и адаптация могут позволить принять меры по всем социальным детерминантам здоровья. Переход на возобновляемые источники энергии, использование активного транспорта и изменение рациона питания, включая сокращение потребления говядины и других продуктов животного происхождения, могут способствовать улучшению здоровья и благополучия.

2. Социальные детерминанты здоровья - это те факторы, которые коррелируют со здоровьем через воздействие до и после рождения людей, и по мере их роста живут и работают. Они варьируются между странами и внутри стран. Те, у кого, как правило, самое слабое здоровье и самая низкая продолжительность жизни и здоровья, будут в наименьшей степени способны адаптироваться к неблагоприятным последствиям изменения климата, тем самым усугубляя неблагоприятные социальные детерминанты здоровья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Amato G., Cecchi L., Amato M., etct. Climate change and respiratory diseases. European Respiratory Review. – 2014. 23(132):161-69.

2. Environmental Protection Agency. Climate Change. Url.: http://www.epa.gov/climatechange/basics/.
3. PCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B., Kriemann JS, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx editors. Climate Change, 2014.
4. World Health Organization. Climate change and health. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/.
5. Здоровье и климат. URL – https://www.worldbank.org/ en/topic/ climatechangeand-health.

ИНФРАСТРУКТУРА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИКИ КЛИМАТА НА ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА

А.А. Ямашкин, С.А. Ямашкин
yamashkin56@mail.ru, yamashkinsa@mail.ru

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, г.Саранск, Россия

Введение. Процесс формирования условий для устойчивого развития и эффективного решения глобальных и региональных эколого-социально-экономических проблем сопряжен с необходимостью анализа больших информационных массивов, содержащих данные о пространственно-временной структуре природного потенциала, населения и экономики [13]. Особое место в данном вопросе занимает вопрос моделирования влияния динамики климата на эколого-социально-экономическое развитие регионов. Ключевой проблемой современной теории климата является проблема предсказания изменения влияния климата на системы природопользования посредством моделирования на основе больших данных. Создаваемое в инфраструктурах пространственной информации (инфраструктурах пространственных данных, ИПД) информационное пространство оптимизирует процесс анализа климатических систем, которые характеризуются множеством пространственно-временных параметров, значения которых в определенный момент времени определяют ее состояние.

Начиная с 1995 года государственные и коммерческие организации во всем мире инвестировали сотни миллионов долларов в реализацию инфраструктур пространственных данных [8]. При разной степени зрелости проработки вопроса создания эффективных ИПД в разных странах, сегодня сохраняется значительный уровень усилий, направленных на разработку программно-аппаратных каркасов ИПД и расширение сферы их приложения, в том числе в направлении анализа динамики климата [14]. Большое внимание уделяется повышению качества услуг ИПД за счет улучшения технических аспектов функционирования процессов управления и анализа больших пространственно-временных данных [12]. В течение первого десятилетия XXI века концептуализация инфраструктур пространственной информации начала смещаться в сторону проектно-ориентированного подхода, где акцент поставлен на целевое управление данными, в том числе климатическими.

Ключевые компоненты инфраструктур пространственной информации для моделирования влияния динамики климата. Анализ истории и современного состояния вопроса построения эффективных ИПД позволяет выделить следующие системные компоненты диагностики влияния глобальных изменений климата на эколого-социально-экономическое развитие регионов.

1) *Пользователи и специалисты.* Компонент отражает потенциал и возможности содействия разработке, реализации и устойчивости ИПД в рамках государства, организации или рынка [15]. В современной облачной вычислительной среде эффективные и простые в

использовании онлайн-сервисы функционируют на базе сложных систем и процессов. В результате организации и сообщества, разрабатывающие, управляющие и поддерживающие инфраструктуры пространственной информации разделяют общее требование к высококвалифицированному персоналу, работающему в области информационных технологий, способному проектировать и поддерживать функционирование графических и программных интерфейсов, пространственных баз данных, программных каркасов для создания эффективной платформы моделирования динамики климата и структуры климатических систем. Неотъемлемой частью компонента являются конечные пользователи, заинтересованные в эффективном взаимодействии с инфраструктурой пространственной информации, в том числе посредством геопорталов, для получения информации о влиянии глобальных изменений климата на эколого-социально-экономическое состояние регионов.

2) *Данные.* Ключевые наборы пространственных данных в инфраструктуре пространственной информации представляют собой базовые непосредственно наблюдаемые или записываемые данные о климате, к которым другие данные пространственно привязаны и из которых другие цифровые пространственные данные могут быть получены [1]. Наборы базовых данных могут включать в себя системы пространственной привязки, исторические климатические сведения и данные о погоде, а также соответствующие метаданные, описывающие наборы данных. Геопространственные климатические данные представляют собой актив и тактический ресурс для принятия решений во многих областях, таких как управление социальными процессами, повышение эффективности сельского хозяйства, борьба со стихийными бедствиями, общественная безопасность, координация поиска полезных ископаемых, охрана окружающей среды. Количество геопространственных данных о климате существенно растет день ото дня с момента появления технологий наблюдения Земли [6], поэтому массивы геопространственных данных часто являются большими (Big Data).

3) *Технологии.* Ранние описания данного компонента инфраструктуры пространственной информации касаются главным образом обеспечения возможности получения пространственных данных о климате посредством программно-аппаратных систем, стандартов и протоколов, необходимых для обеспечения эффективного доступа к большим объемам пространственных данных. Расширение возможностей веб-технологий в 90-х годах прошлого века сформировало тенденцию к созданию ведомственных и государственных геопорталов [5]. В настоящее время в рамках ИПД применяются гибридные технологии работы с пространственными данными, которые объединяют возможности обработки, хранения, поиска и визуализации данных с использованием облачных технологий для повышения масштабируемости инфраструктуры и услуг, предоставляемых конечным пользователям [4]. В контексте решения задач в области анализа влияния климатических систем на эколого-социально-экономическое развитие регионов особую актуальность имеет направление создания и повышения эффективности методов и алгоритмов анализа данных наборов пространственно-временных данных средствами машинного, в том числе глубокого, обучения [7].

4) *Стандарты, нормативные базы и институциональные механизмы.* Государственная и частная поддержка международных геопространственных стандартов является важным компонентом национальных инициатив в области инфраструктур пространственной информации. К авторитетным организациям, формирующим стандарты в обозначенной проблемной области следует отнести Открытый геопространственный консорциум, Международную организацию по стандартизации, а так же структуры, вырабатывающие стандарты, имеющие значение в рамках конкретных стран и организаций. Стандарты задают язык и правила скоординированного взаимодействия пользователей с программно-аппаратными системами и содержат в себе многолетний экспертный опыт, который можно эффективно использовать при решении задач при анализе динамики климата. Нормативная база и институциональные механизмы формируют среду, стимулирующую спрос на доступ, обмен и использование пространственных данных для повышения эффективности ин-

фраструктур пространственной информации; они определяют нетехнические аспекты обеспечения права пользователей на доступ к пространственной информации.

Формирование архитектуры инфраструктур пространственной информации для моделирования влияния динамики климата на эколого-социально-экономическое развитие регионов. Анализ истории развития и современного состояния вопроса проектирования платформенных решений в обозначенной области позволил определить базовые архитектурные компоненты инфраструктур пространственной информации, обозначенные на структурно-компонентной схеме (рис. 1). Структура платформенного решения определена гипотезой о том, что для оптимизации процессов хранения и практического использования больших пространственных данных о климате, инфраструктура должна содержать связанные за счет интерфейсов системные компоненты: подсистемы хранения пространственных данных о климате (облачные или локальные хранилища), модули анализа и синтеза, а так же визуализации и распространения пространственных климатических данных (в виде геопортальных систем); внешними объектами по отношению к ИПД должны являться ключевые акторы (пользователи геопортальных систем, ученые и специалисты), а так же внешние потребители и сторонние провайдеры пространственных данных и информации.

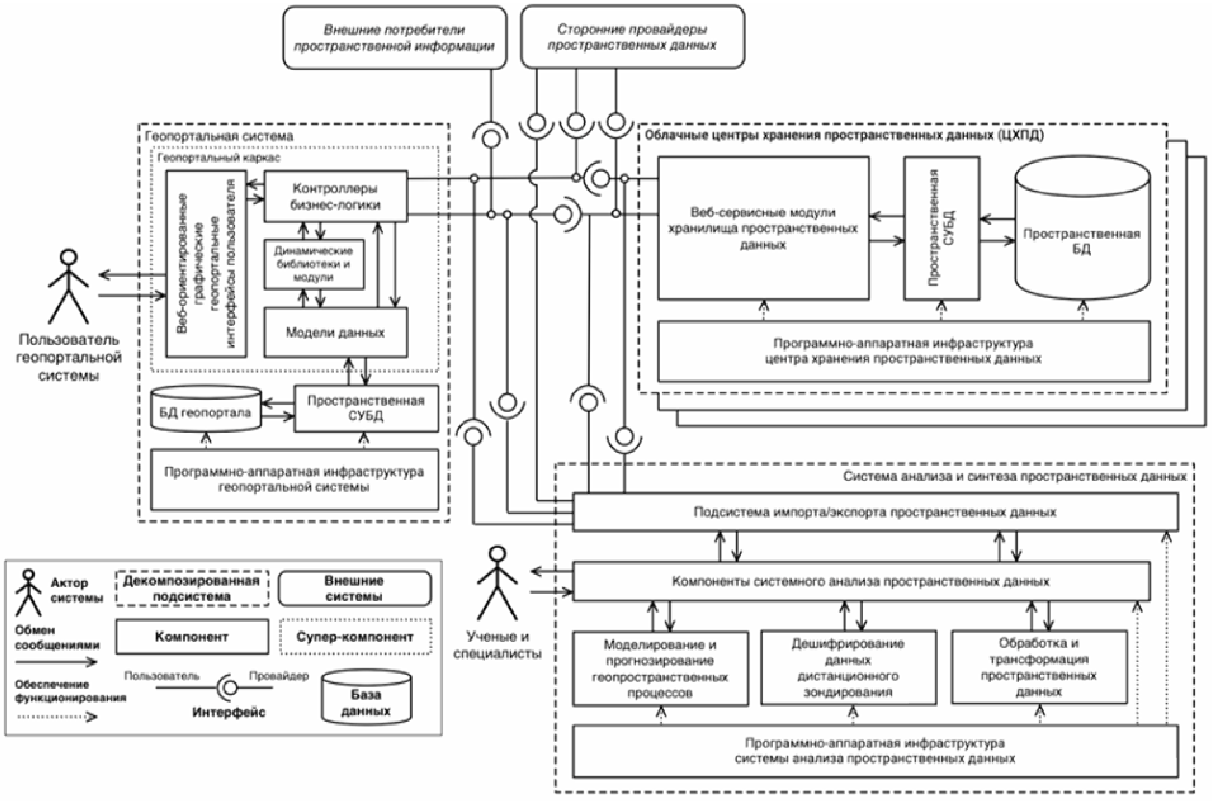


Рис. 1. Структурно-компонентная схема инфраструктур пространственной информации для моделирования влияния динамики климата

A. Облачные центры хранения пространственных данных (ЦХПД) должны играть роль системного компонента, используемого для обеспечения доступа к актуальным пространственно-временным данным при анализе глобальных изменений климатических условий. Целесообразно выделить следующие компоненты ЦХПД: 1) *Программно-аппаратная инфраструктура центра хранения пространственных данных* – это платформа, состоящая из физических и виртуальных ресурсов, которая поддерживает функционирование систем передачи, хранения, обработки и анализа пространственных данных о климате; 2) *Пространственная СУБД и базы пространственных данных.* Базы пространственных данных должны обеспечивать хранение данных с пространственно-временной привязкой. Архитектура пространственной базы данных должна выстраивать-

ся исходя из поставленных проектных задач [16], решаемых посредством инфраструктуры при анализе динамики климата. В данном контексте важную роль играют такие вызовы как обеспечение целостного и неизбыточного хранения необходимой информации, возможности выборки данных по необходимым запросам, документирование структуры данных с использованием концептуальных и логических схем [11]; 3) *Веб-ориентированные модули хранилища пространственных данных* необходимы для обеспечения связи облачных ЦХПД, геопортальной системы и системы анализа и синтеза пространственных данных. В данном контексте актуально использование сервисно-ориентированной стратегии инкапсуляции моделей для совместного использования и интеграции гетерогенных геопространственных моделей в открытой интернет-среде[9]. Организация взаимодействия хранилища данных с другими системными модулями в интернет-среде целесообразна с использованием архитектурного паттерна REST, определяющего набор правил и ограничений, которые будут использоваться для создания веб-служб ЦХПД. Архитектура веб-ориентированных модулей должна проектироваться в соответствии с проектными задачами, решаемыми в рамках ИПД и международными геопространственными стандартами.

Б. Система анализа и синтеза пространственных данных вводится для выполнения функции исследования и актуализации накопленной информации о климате с целью принятия обоснованных управленческих решений в рамках проектных задач. Данный компонент ИПД функционирует на базе программно-аппаратной инфраструктуры, позволяющей выполнять программные комплексы системного анализа пространственных климатических данных и обмениваться информацией с другими подсистемами ИПД. *Программно-аппаратная инфраструктура системы анализа пространственных данных* должна обеспечивать функционирование систем моделирования, машинного обучения и численных алгоритмов [7]. На практике для эффективной работы инструментов анализа больших объемов данных необходимы высокопроизводительное оборудование и соответствующее методическое, алгоритмическое и программное обеспечение. *Компоненты системного анализа пространственных данных* призваны обеспечить возможность эффективного анализа накопленных пространственных данных о климате и синтеза новых информационных массивов (в том числе прогнозируемых данных). В области анализа больших пространственно-временных данных о влиянии глобальных изменений климата на процессы хозяйственного освоения регионов в настоящее время стремительное вовлекается глубокое обучение (DeepLearning), которое находит применение в решении проектных задач, требующих обработки и трансформации больших многомерных массивов пространственных данных. *Подсистема импорта/экспорта пространственных данных* необходима для решения двух задач: передачи полученных в ходе исследования массивов информации о климате в ЦХПД и базы данных геопортальных систем, и получения исходных для анализа материалов. Важным моментом в эксплуатации данного компонента является следование стандартам представления геопространственных данных, описанным ранее.

В. Геопортальные системы (геопорталы) представляют собой внешнюю часть инфраструктуры пространственной информации, выполняющую роль точки доступа к актуальным пространственным данным о климате и реализуются как веб-порталы, ядром которых выступают инструменты поиска и визуализации геопространственной информации и предоставления связанных услуг через Интернет [2]. Поставщики геопространственных данных используют геопорталы для публикации и распространения геопространственного контента, потребители – для получения доступа к информации, востребованной в хозяйстве и социальной сфере [3]. *Программно-аппаратная инфраструктура геопортальной системы* – представляет собой основу, включающую физические и виртуальные ресурсы и поддерживающую функционирование геопортальной системы как веб-приложения, доступного через Интернет (или сеть другого масштаба). *Пространственная СУБД и база данных геопортала* должны обеспечивать хранение данных, определяющих состояние системы и пользовательские настройки. Как и при организации хра-

нилища ЦХПД, база пространственных данных геопортала обеспечивает реляционное и NoSQL хранение данных с пространственно-временной привязкой [10]. *Геопортальный каркас* как шаблон проектирования и реализации системы, определяющий ее архитектуру и структуру целесообразно разбить на слабо-зацепленные модули для управления данными, логикой работы и внешним видом: веб-ориентированные графические геопортальные интерфейсы пользователя, контроллеры бизнес-логики, модели данных, и сторонние библиотеки.

Г. Внешние компоненты ИПД формируются из сторонних потребителей пространственной информации, провайдеров пространственных данных, а так же акторов, непосредственно взаимодействующих с инфраструктурой при выполнении логически связанных ролей (пользователей, ученых и специалистов) с прецедентами системы.

Заключение. Решения задачи повышения эффективности системного анализа и моделирования закономерностей пространственно-временной организации эколого-социально-экономических систем в контексте глобального изменения климатических систем посредством внедрения проектно-ориентированных инфраструктур пространственной информации, требует комплексного решения взаимосвязанных задач, направленных на оптимизацию подсистем анализа, хранения и распространения пространственно-временных данных:

1) создание и экспериментальное обоснование новых методов и алгоритмов комплексной интерпретации больших пространственно-временных данных о климате, окружающей среде, техногенных системах и иной вспомогательной пространственно-временной информации с использованием глубокого машинного обучения, позволяющего проводить высокоточный автоматизированный мониторинг систем землепользования, природных ресурсов и последствий стихийных бедствий в рамках цифровой ИПД;

2) экспериментальное исследование системных связей и закономерностей функционирования и развития эколого-социально-экономических систем региона под влиянием климата с последующей разработкой новых высокоточных алгоритмов прогнозирования развития пространственно-временных процессов на основе анализа больших массивов ретроспективных, текущих и экспертных данных цифровой ИПД с комплексным применением сверточных и рекуррентных нейронных сетей;

3) разработка системы методов хранения и обработки больших массивов пространственно-временных данных о климате и состоянии эколого-социально-экономических систем в цифровой инфраструктуре пространственной информации с использованием облачных технологий, раскрывающей аспекты эффективной интеграции, оперативной обработки и синтеза актуальных данных с целью их дальнейшего использования при принятии управленческих решений;

4) создание новой эффективной архитектуры геопортальной системы визуализации и распространения пространственно-временных данных об изменении эколого-социально-экономических систем под влиянием глобальных изменений климата с целью организации фундаментальной основы для получения и системного анализа экспертной информации при принятии управленческих решений в области землепользования, прогнозирования развития природных и техногенных процессов, в том числе чрезвычайных природно-техногенных ситуаций.

Комплексное решение всех поставленных задач позволит сформировать систему эффективных методов, алгоритмов и архитектурных паттернов хранения, оперативного анализа и распространения больших пространственно-временных данных о климате в системе цифровых проектно-ориентированных инфраструктур пространственной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вдовин С.М., Федосин С.А., Ямашкин А.А., Ямашкин С.А.Получение, хранение и распространение геоданных как единый информационный процесс // Природные опас-

ности: связь науки и практики Материалы II Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: С.М. Вдовин. – 2015. – С. 82-90.

2. Вдовин С.М., Ямашкин А.А., Ямашкин С.А.Университетские геопорталы как инструмент решения экологических проблем // Экологические проблемы. Евразийское пространство Серия "Евразийские университеты XXI века" – Москва, 2014. – С. 552-567.

3. Вдовин С.М., Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Зарубин О.А. Географический портал как модель национального ландшафта / Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. – 2016. – № 3 (52). – С. 146-154.

4. Занозин В.В. Картография и геоинформатика как основа геоэкологических исследований // Экология России: на пути к инновациям. – 2014. – № 9. – С. 108-110.

5. Кошкарев А. В., Ротанова И. Н. Российские научно-образовательные и отраслевые геопорталы как элементы инфраструктуры пространственных данных // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2014. – Т. 12. – № 4. – С. 38-52.

6. Федосин С.А., Ямашкин С. А. Технологический процесс решения задачи моделирования структуры землепользования на базе данных ДЗЗ // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 6. – С. 356-359.

7. Ямашкин С.А. Гибридная система анализа данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 4. – С. 173-175.

8. Dahiya D., Mathew S. K. IT assets, IT iInfrastructure Performance and IT Capability: a Framework for e-government. Transforming Government: People, Process and Policy. – 2016. – 10(3). – P. 411-433.

9. Dai W., Qiu L., Wu A. Qiu, M. Cloud Infrastructure Resource Allocation for Big Data Applications. IEEE Transactions on Big Data. – 2018. – 4(3). – P. 313-324.

10. Eldawy A., Mokbel M. F., Alharthi S., Alzaidy A., Tarek K., Ghani S. Shahed. A mapreduce-based system for querying and visualizing spatio-temporal satellite data. In 2015 IEEE 31st International Conference on Data Engineering (ICDE), 2015. – P. 1585-1596.

11. Lee J., Kang M. Geospatial Big Data: Challenges and Opportunities. Big Data Research. – 2017. – 2 (2). – P. 74–81.

12. Li M., Guo W., Duan L. Zhu X. A case-based reasoning approach for task-driven spatial–temporally aware geospatial data discovery through geoportals. International Journal of Digital Earth. – 2017. – 10 (11). – P. 1146-1165, DOI: 10.1080/17538947.2017.1285968

13. Rajabifard A., Coleman D. J. Towards Spatial Enablement and Beyond. In Spatially Enabling Government, Industry and Citizens: Research and Development Perspectives, Needham, MA: GSDI Press., 2012. – P. 9–22.

14. Trapp N., Schneider U. A., McCallum I., Fritz S., Schill C., Borzacchiello M. T., Heumesser C., Craglia M. A Meta-analysis on the Return on Investment of Geospatial Data and Systems: A Multi-country Perspective. Transactions in GIS. – 2014. – 9 (2). – P. 169–187.

15. Yue S., Chen M., Wen Y., Lu G. Service-oriented model-encapsulation strategy for sharing and integrating heterogeneous geo-analysis models in an open web environment. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2016 – 114. – P. 258-273.

16. Zhao J., Ishikawa Y., Xiao C., Sugiura, K. Histogram Construction for Difference Analysis of Spatio-Temporal Data on Array DBMS. In Australasian Database Conference. – 2018. – P. 41-52.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ АЭРОДРОМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

К.Ю. Янкина
YankinaKU@mail.ru

Воронежский государственный университет, Военно-учебный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г.Воронеж, Россия

Работы двигателей воздушных судов (ВС) и средств наземного обеспечения полетов (СНО), а также результаты испарения авиатоплива из основных и расходных резервуаров складов горюче-смазочных материалов (ГСМ) оказывают отрицательное воздействие на загрязнение атмосферного воздуха, в том числе – верхних слоев атмосферы. Наибольшее загрязнение окружающей среды происходит в зоне аэродромных и приаэродромных территорий на стартовом участке взлетно-посадочной полосы, а также во время прогрева двигателей. Основными факторами загрязнения (около 90% [1]) являются продукты сгорания авиационного керосина, обладающего высокой реакционной способностью и особым набором компонентов загрязняющих веществ (монооксид углерода CO, оксиды азота NO_x и серы SO_x, несгоревшие и образовавшиеся вновь (видоизмененные) многочисленные углеводороды C_nH_m). Кроме того, на атмосферно-экологическую ситуацию влияет применение в основном, газотурбинных двигателей в ВС, что способствует иному характеру протекающих в них процессов сгорания топлива. При этом полеты на больших высотах и скоростях (вплоть до сверхзвуковых) приводят к равномерному рассеиванию продуктов сгорания топлива на огромных территориях в верхних слоях атмосферы. Все это приводит к глобальному характеру загрязнения почв и подземных вод продуктами сгорания ГСМ.

На сегодняшний день можно выделить пять видов стоков, связанных с вредными выбросами в ВС [2]:

а) ливневые сточные воды, которые содержат токсичные вещества, используемые для мойки воздушных судов, удаления снега и льда, остатки авиационного топлива, смазочных материалов, а также противопожарной пены, используемой при авариях;

б) сточные воды, загрязненные нефтепродуктами;

в) стоки, образующиеся при обслуживании авиационной техники;

д) стоки, содержащие продукты осадков, загрязненных пыле-газовыми выбросами и отходами от объектов авиационной части;

е) бытовые стоки от жилых городков.

Одним из наиболее эффективных методов защиты подземных вод от загрязнения нефтепродуктами является проведение предупредительных мер, в том числе бурение скважин для контроля за качеством вод. Таким образом, важным является разработать и внедрить экспрессные, безреагентные способы, позволяющие осуществлять точный автоматизированный insitu анализ стоков.

Использование современных универсальных систем измерения, таких как хроматография, масс-спектрометрия не всегда удовлетворяют специфическим требованиям внелабораторного анализа по простоте, экспрессности и экологичности анализа, доступности приборной базы и удобству её использования. Поэтому на сегодняшний день наиболее востребованы сенсорные технологии, где наиболее распространены электрохимические сенсоры, в частности потенциометрические, на основе которых создаются автоматизированные измерительные устройства, а именно системы по типу «электронный язык» [3, 4].

В качестве решения данной проблемы мы предлагаем потенциометрические мультисенсорные системы для определения органических серосодержащих и неорганических ионов при их совместном присутствии. Массив мультисенсорной системы включает набор ион-селективных электродов (ИСЭ), неселективных сенсоров, математические алго-

ритмы обработки сигналов отдельных сенсоров, а также алгоритмы формирования и анализа суммарного отклика массивов сенсоров.

В качестве объектов исследования выбраны водные растворы, содержащие одновременно неорганические (K^+, OH^-), органические (CH_3COCOO^-, NH_4^+) и серосодержащие (HS^-) ионы, получаемые при использовании аминокислоты цистеин (*α*-амино-*β*-тиопропионовая кислота; 2-амино-3-сульфанилпропановая кислота) и гидроксида калия. Концентрацию исходных реагентов варьировали от 1,0·10-4 до 1,0·10-2 М. Значения pH исследуемых растворов составляли от 8,22±0,05 до 10,50±0,05.

Для градуировки выбрали уравнение:

$$\Delta\varphi_{I,II-сенсор} = b_0 + b_1 \cdot pC_{(+)} + b_2 \cdot pH + b_3 \cdot pC_{(-)},$$

где $\Delta\varphi_{I,II-сенсор}$ – отклик датчиков, мВ; $pC_{(+)}$, $pC_{(-)}$, pH – отрицательный логарифм концентрации ионов в растворе и pH растворов.

Выбор такого уравнения основывался на результатах ионно-молекулярного состава рассматриваемых растворов, типах корреляции откликов чувствительных сенсоров и концентрации нужных компонентов [5].

Для обработки полученных экспериментальных данных использовали статистику малых выборок Стьюдента (P=0,95). Среднее значение x, доверительный интервал (Δx), относительное стандартное отклонение (sr) определения среднего значения концентрации, а также дисперсии воспроизводимости $S^2_{восп}$ и адекватности $S^2_{ад}$ рассчитывали по известным формулам [5]. Относительную погрешность определения концентрации ионов ($\Delta C/C$), рассчитанную как отношение разности ($\Delta C=C_{эксп}-C_{вв}$) определенной и введенной концентраций к введенной концентрации ($C_{вв}$), оценивали с помощью метода «введено-найдено» и использовали для оценки правильности определения.

На основании экспериментальных данных были определены значимые коэффициенты уравнений градуировки, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Введенные данные отклика сенсоров (n=8) и рассчитанные коэффициенты уравнений градуировки

n	$pC_{(+)}$	$pC_{(-)}$	Средние значения откликов сенсоров	
			Сенсор (I), ($-\Delta\varphi_D$, мВ)	Сенсор (II), ($-\Delta\varphi_D$, мВ)
1	3,3	4	170	173
2	3	4	157	161
3	3	3,3	155	157
4	3	3	159	154
5	2,3	3	123	124
6	2,3	2,3	119	114
7	2	2	103	102
Коэффициенты уравнений градуировки				
$b_0 \pm \Delta b_{0(p=0,95;f=58)}$, мВ			63,1±0,9	25,2±1,2
$b_1 \pm \Delta b_{1(p=0,95;f=58)}$, мВ/ $pC_{(+)}$			66,9±0,9	55,4±0,7
$b_2 \pm \Delta b_{2(p=0,95;f=58)}$, мВ/pH			0,91±0,10	0,13±0,06
$b_3 \pm \Delta b_{3(p=0,95;f=58)}$, мВ/ $pC_{(-)}$			18,7±0,6	8,1±0,6

Таблица 2. Метрологические характеристики сенсоров (n=8, p=0,95)

Сенсор	$s^2_{ад}$, мВ^2	$s^2_{восп}$, мВ^2	$F_{эксп}=s^2_{ад}/s^2_{восп}(p=0,95; f_1=8; f_2=56)=2,18$	$\frac{\overline{C}_{эксп}-C_{вв}}{C_{вв}}$, %	s_r, %
(I)	12,4	18,2	0,7	0,3-7	1,7-4
(II)	7,0	13,2	0,5	4-12	7-11

Все уравнения оказались адекватными согласно критериям Фишера (значимость 0,05), как показано в таблице 2.

Кроме того, в таблице 2 представлены рассчитанные систематические и случайные погрешности при определении ионов с применением предложенной системы. Ошибки определения не превышали 12%. Выборка составила 8 определений.

Таким образом, результаты предложенной мультисенсорной системы могут быть использованы для устранения проблемы по мониторингу окружающей среды в районе дислокации авиационных частей и подразделений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков И.Б., Афанасьев Р.В., Березин Г.И. Обеспечение химической безопасности в авиации. Аварийно химически опасные и ядовитые вещества / И.Б. Ушаков, Р.В. Афанасьев, Г.И. Березин [и др.]; под общ. ред. И.Б. Ушакова. – М.: ВВА, 2010. – 238 с.

2. Отмахова Т.В. Анализ состояния окружающей среды в районе расположения типового авиагородка / Т.В. Отмахова, А.В. Хабаров // Рациональное природопользование в условиях техногенеза. – 1998. – № 2. – 12 с.

3. Бобрешова О.В. Определение аминокислот, витаминов и лекарственных веществ в водных растворах с использованием новых потенциометрических сенсоров, аналитическим сигналом которых является потенциал Доннана / О.В. Бобрешова, М.В. Агупова, А.В. Паршина, К.А. Полуместная // Электрохимия. – 2010. – Т. 46. – № 11. – С. 1338-1349.

4. Власов Ю.Г. Мультисенсорные системы типа электронный язык − новые возможности создания и применения химических сенсоров / Ю.Г. Власов, А.В. Легин, А.М. Рудницкая // Успехи химии. – 2006. – Т. 75. – № 2. – С. 141-150.

5. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: учебное пособие для хим.- технол. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / С.Л. Ахназарова. – Москва: Высшая школа. – 1985. – 327 с.

КЛИМАТООБУСЛОВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ *IXODES PERSULCATUS* И *IXODES RICINUS* НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОСЕДНИХ СТРАН: МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА

В.В. Ясюкевич

v1959@yandex.ru

Институт глобального климата и экологии имени академ. Ю.А. Израэля, г.Москва, Россия

Клещи *Ixodes persulcatus* Shulze, 1930 и *Ixodes ricinus* L., 1758 являются важнейшими переносчиками опасных заболеваний − клещевого энцефалита и иксодового клещевого боррелиоза (болезнь Лайма) на территории России. Жизненный цикл этих переносчиков, их устойчивое существование на определенной территории существенно зависят от климата. Их климатический ареал – та область географического пространства, где по условиям климата эти организмы могут устойчиво существовать – будет неизбежно меняться с изменением климата. Потенциально это может приводить появлению очагов клещевого энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов там, где эти заболевания в настоящее время не отмечаются.

В последнее время накапливается все больше сведений о расширении ареалов клещей в северном направлении. Так, *I. persulcatus* на территории Республики Коми в 1960-х гг. встречался только в южных районах, теперь же он обнаружен и в центральных. За последние 40 лет северная граница ареала переместилась в Коми к северу на 150-200 км. Регистрируется постоянный рост числа людей, укушенных иксодовыми клещами, значительная доля которых инфицирована вирусом клещевого энцефалита [1, 2, 3, 7]. Сходные тенденции характерны и для некоторых северных стран Западной Европы, например, Швеции [6].

В связи с этим задачей данной работы является оценка возможных изменений климатических ареалов *I. persulcatus* и *I. ricinus* при наблюдаемом и ожидаемом в течении XXI века изменении климата.

Анализ ряда научных литературных источников позволил выделить несколько ключевых климатических факторов, обуславливающих формирование климатических ареалов *I. persulcatus* и *I. ricinus* [4] и др. источники. Распространение этих видов на территории России и соседних стран описывается параметрами температурного режима – специальными прикладными климатическими индексами. Один из них – сумма активных температур, т.е. сумма среднесуточных значений температуры приземного воздуха, превышающих 10°С. Эта сумма на климатическом ареале не должны быть ниже 1400°С, что ограничивает климатический ареал на севере. Второй параметр – средняя температура приземного воздуха в январе. Она должна быть для *I. persulcatus* не выше –4°С. Это ограничивает его климатический ареал на западе. Препятствием для распространения *I. ricinus* на восток является среднемесячная температура января ниже –14°С. При –15°С *I. ricinus* практически не встречается. Существенно для этого вида также наличие среднегодовой суммы осадков не менее 400 мм. За южную границу распространения принята граница лесостепи.

Модельные оценки изменения ареалов *I. persulcatus* и *I. ricinus* в соответствии с наблюдаемым изменением климата за период 1981-2010 гг. по сравнению с 1951-1980 гг. представлены на рисунках 1 и 2.

Сокращение ареала *I. persulcatus* возможно на территории стран Балтии и части горной системы Алтая, расположенной на территории Республики Казахстан. Расширение ареала происходит в ограниченных масштабах на Европейской территории России в северном направлении на территории Республики Карелия, Архангельской области и Республики Коми и весьма существенно на территории Сибири и Дальнего Востока в северном и северо-восточном направлении (рис. 1).

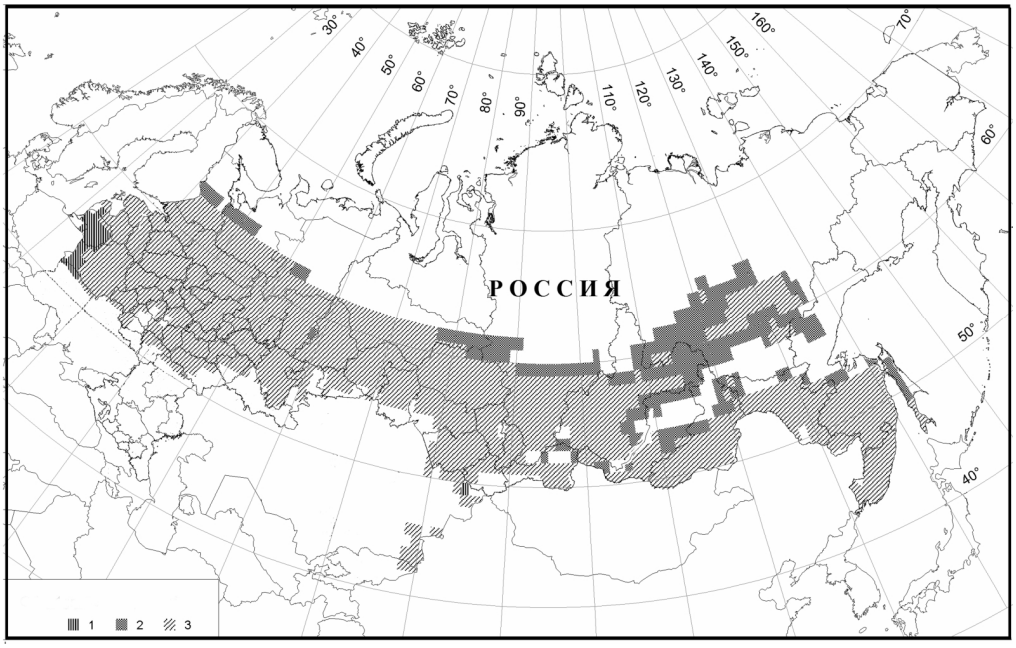


Рис. 1. Изменение климатического ареала I. persulcatus на территории России и соседних стран в 1981-2010 гг. по сравнению с 1951-1980 гг. Обозначения: 1 − территория, где отмечено сокращение ареала; 2 − территория, где отмечено расширение ареала; 3 − территория, где в сравниваемые периоды изменения ареала не произошло

Сокращение ареала *I. ricinus* не происходит. Отмечено его существенное расширение в средних широтах Европейской территории России на восток и в северном направлении на территории Республики Карелия, а также в северном и восточном направлении в Архангельской области (рис. 2). Создались климатические предпосылки заселения и вы-

сокогорных районов Кавказа. на восток климатическая граница ареала продвинулась примерно на 22° по долготе.

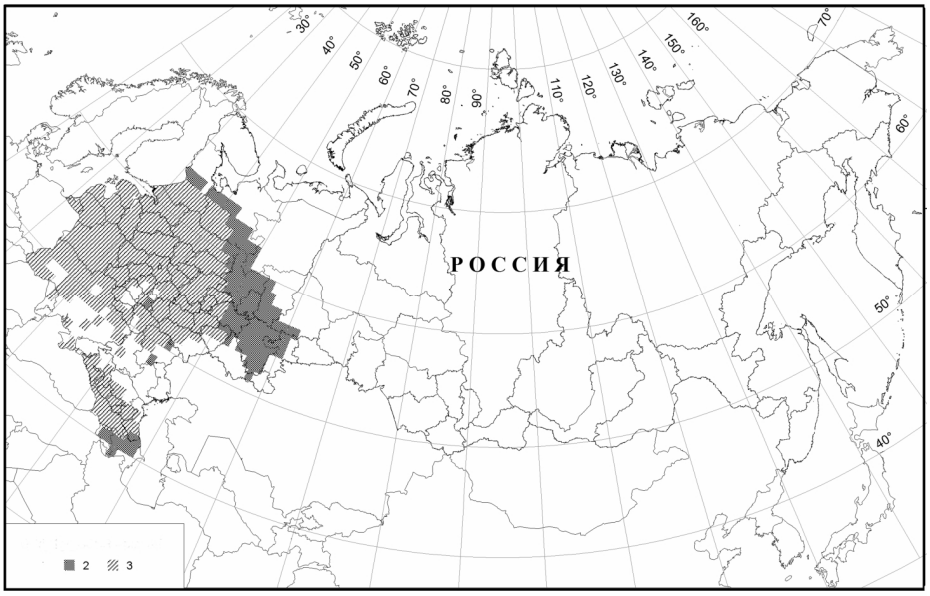


Рис. 2. Изменение климатического ареала I. ricinus на территории России и соседних стран в 1981-2010 гг. по сравнению с 1951-1980 гг. Обозначения как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не отмечено

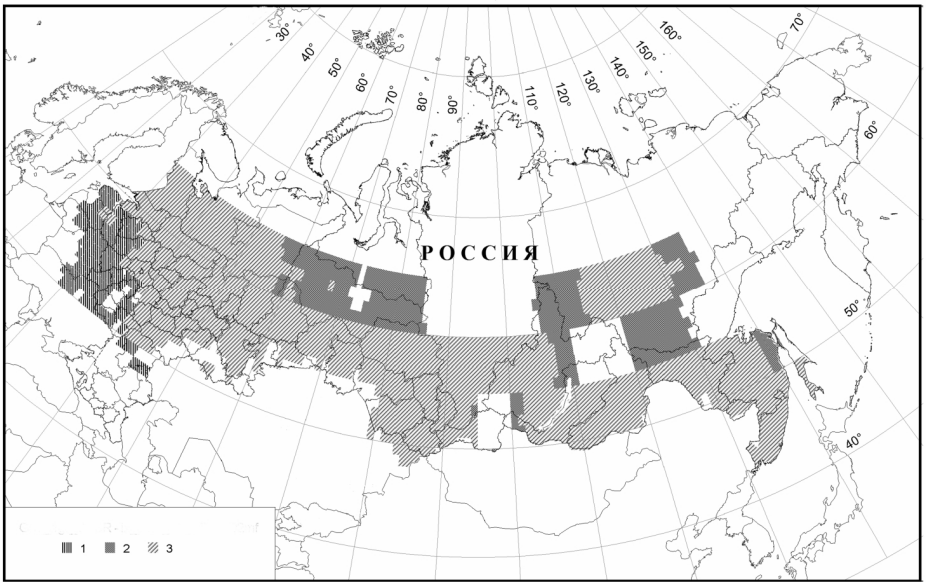


Рис. 3. Климатический ареал I. persulcatus: изменение при глобальном потеплении на 1,5°С по отношению к уровню 1981-2000 гг. Обозначения: 1 − территория, где предполагается сокращение ареала; 2 − территория, где предполагается расширение ареала; 3 − территория, где изменения ареала не произошло

На рис. 3 и 4 представлены перспективные оценки распространения клещей *I. persulcatus* и *I. ricinus*, полученные на основе модели ИГКЭ [5]. Как видно на рис. 3, сокращение ареала *I. persulcatus* будет наблюдаться в западной его части, а существенное расширение − на территории Уральского Федерального Округа и в Восточной Сибири (как и на рис. 1). при глобальном потеплении на 1,5°С по отношению к уровню 981−2000 гг. расширение ареала *I. ricinus* (рис. 4) будет происходить в северном и восточном направлении на ЕЧР (как и на рис. 2), но при этом создадутся климатические предпосылки для его укоренения на Алтае и Дальнем Востоке. При этом возможность укоренения, согласно этой оценке, существовала уже и в последнем 20-летии XX века.

Рис. 4. Климатический ареал I. ricinus: изменение при глобальном потеплении на 1,5°С по отношению к уровню 1981-2000 гг. Обозначения как на рис. 3, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не отмечено

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушкова Л. И., Корабельников И. В., Егорова Ю. И. Распространение *Ixodes persulcatus* Schulze в южных и центральных районах Республики Коми / Л. И. Глушкова, И. В. Корабельников, Ю. И. Егорова. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. − 2011. − №3. − С. 48-50.

2. Гнатив Б. Р. Эпидемиологические особенности проявления активности природного очага клещевого энцефалита на территории Республики Коми / Б. Р. Гнатив // Развитие научных исследований и надзор за инфекционными заболеваниями. – СПб.: НИИЭМ им. Пастера. − 2010. − с. 26.

3. Корабельников И. В., Егорова Ю. И. Влияние антропогенной деятельности на распространение природно-очаговых заболеваний в республике Коми / И. В. Корабельников, Ю. И. Егорова // Дезинфекционное дело. − 2009. − №4. − с. 36-38.

4. Коротков Ю. С. Постепенная изменчивость паразитарной системы клещевого энцефалита / Ю. С. Коротков // Вопросы вирусологии. − 2005. − т. 50. − №3. − с. 52-56.

5. Семенов С. М., Груза Г. В., Ранькова Э. Я., Попов И. О., Титкина С. Н. Распределение приповерхностной температуры на территории России и соседних стран при заданном уровне глобального потепления / С. М. Семенов, Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова, И. О. Попов, С. Н. Титкина // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. − М.: ИГКЭ, 2013. − т. 25. − с. 29-41.

6. Lindgren E., Tälleklint L., Polfeldt T. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus* / E. Lindgren, L. Tälleklint, T. Polfeldt // Environmental Health Perspectives. − 2000. − V. 108. − No 2. − P. 119–123.

7. Tokarevich N. K., Tronin A. A., Blinova O. V., Buzinov R V., Boltenkov V P., Yurasova E. D., Nurse J. The impact of climate change on the expansion of Ixodes persulcatus habitat and the incidence of tickborne encephalitis in the north of European Russia / N.K. Tokarevich, A.A. Tronin, O.V. Blinova, R V. Buzinov, V.P. Boltenkov, E.D. Yurasova, J. Nurse // Global Health Action. − 2011. − V. 4.: 8448. − P. 1-11. DOI: 10.3402/gha.v4i0.8448.

Научное издание

ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ, МОДЕЛИ, ПРОНОЗЫ

Материалы международной научно-практической конференции (г.Воронеж, 3 – 5 октября 2019 г.)

Том 2

Под общей редакцией
Куролапа Семена Александровича
Акимова Леонида Мусамудиновича
Дмитриевой Веры Александровны

Компьютерная верстка (подготовка оригинал-макета) осуществлена в научно-исследовательской лаборатории по проблемам устойчивого развития и региональным основам рационального природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета
Ломовой Тамарой Васильевной и Смирновой Анной Аркадьевной

Подписано в печать 05.09.2019г.
Формат 60х84/8. Объем 55,5 п. л.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 300 экз. Заказ № 1280.

Издательство ООО «Цифровая полиграфия»
394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, д. 52.
Тел.: (473) 261-03-61, e-mail: zakaz@print36.ru
http://www.print36.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Цифровая полиграфия»
394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, д. 52.