

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-190-193

**ЗАПАДНОСИБИРСКИЙ БОЛОТНО-ТАЕЖНЫЙ ЦЕНТР МУХРИНО:
ОТ УЧЕБНО - ПОЛЕВОГО СТАЦИОНАРА ДО CARBONОВОГО ПОЛИГОНА**
THE WEST SIBERIAN BOG TAIGA CENTER OF MUKHRINO: FROM THE FIELD STATION
TO THE CARBON POLYGON

Булатов В.И., Игенбаева Н.О., Куприянова Ю.В.

Bulatov V.I., Igenbaeva N.O., Kupriyanova I.V.

e-mail: vibul@rambler.ru

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. В 2003 году на базе недавно созданного Югорского государственного университета был открыт Международный центр изучения болот Западной Сибири, ныне международная полевая станция (стационар) «Мухрино» и по совместительству карбоновый полигон, а также полигон интенсивного уровня типа 1, включенный в Единую национальную систему мониторинга климатических веществ. Благодаря современному оснащению и удобной логистике на стационаре велись и продолжают экспериментальные исследования потоков парниковых газов, геохимии и физико-химических и биохимических свойств торфа, гидрологии малых водотоков, гидрометеорологии и палеоэкологии болот, микробиологии, инвентаризации флоры грибов, лишайников, мхов и сосудистых растений, орнитофауны, почв. Ежегодно на базе стационара проходит ряд учебных и научных мероприятий: международные полевые научные симпозиумы, конференции, летние школы для молодых исследователей, курсы повышения квалификации и т.д. Функционирование «Мухрино» в роли тестовых полигонов является достойным примером реализации «карбоновой тематики», дает возможность отработать комплекс научных и технических решений для создания системы достоверного учета поглощения и выброса парниковых газов в лесоболотной зоне страны, собрать массив экспериментальных данных для разработки, расчета и уточнения углеродного баланса природных экосистем и «углеродного следа» региона.

Abstract. In 2003, on the basis of the recently created classical Yugra State University, the International Center for the Study of Western Siberian Bogs was opened, now the international "Mukhrino" field station (permanent study area) and part-time carbon polygon, as well as a type 1 intensive level polygon included in the Unified National Monitoring System climatic substances. Thanks to modern equipment and convenient logistics, experimental studies of greenhouse gas fluxes, geochemistry and physicochemical and biochemical properties of peat, hydrology of small watercourses, hydrometeorology and paleoecology of bogs, microbiology, inventory of the flora of fungi, lichens, mosses and vascular plants, avifauna, soil. Every year, a number of educational and scientific events are held on the basis of the station: international field scientific symposiums, conferences, summer schools for young researchers, advanced training courses, etc. The functioning of "Mukhrino" as a test polygon is a worthy example of the implementation of the "carbon theme", it makes it possible to work out a set of scientific and technical solutions to create a system for reliably accounting for the absorption and emission of greenhouse gases in the forest-bog zone of the country, to collect an array of experimental data for the development, calculation and refinement of carbon balance of natural ecosystems and the "carbon footprint" of the region.

Ключевые слова: болотные экосистемы, запасы торфа, полевой симпозиум, комплексные экспериментальные исследования, оснащение станции, карбоновые полигоны, единая национальная система мониторинга климатических веществ.

Keywords: bog ecosystems, peat reserves, field symposium, complex experimental studies, station equipment, carbon polygons, unified national system for monitoring climatic substances.

В 2023 году исполняется 20 лет с момента начала организации первого в Югре научно-учебного центра изучения болотных экосистем с базой в п. Шапша Ханты-Мансийского района, и будущего полевого научного стационара в урочище Мухрино. Начало процесса документально фиксируется в 2003 году, когда на разных уровнях решался вопрос о формировании Международного центра изучения болот Западной Сибири на базе научно-образовательного комплекса недавно созданного Югорского университета, лабораторий Югорского НИИ информационных технологий, с привлечением ученых НИИ Сибирского отделения РАН, Института лесоведения РАН, Томского, Московского, Сургутского и других университетов, при поддержке администрации ХМАО, ее Экологического комитета и Экофонда. Важно, что заинтересованность и готовность организационной и финансовой поддержки к проекту была выражена со стороны Германии и Нидерландов. В обосновывающих материалах указывалось, что площадь торфяных месторождений России более 80 млн га, разведанные запасы свыше 186 млрд тонн. На Западную Сибирь приходится более 10 млн га, это 20% торфяников мира, запас торфа 108 млрд тонн – 39% мировых запасов. Подчеркивалось, что в Югре сосредоточено около 40% западносибирских запасов торфа.

В течение последующих лет осуществлялись разработка и уточнение концепции и научной программы болотных исследований, важнейшим этапом которых стало создание в ЮГУ кафедры ЮНЕСКО «Динамика окружающей среды и глобальное изменение климата» (2008 год) и ее учебно-экспериментального полевого стационара (полигона). Имеющий в настоящее время статус международной полевой станции стационар «Мухрино» расположен в среднетаежной биогеографической зоне в Ханты-Мансийском административном районе Югры в 30 км к юго-западу от Ханты-Мансийска. Официальное открытие его состоялось в 2009 г., во время проведения Международного полевого симпозиума «Scientific Field Excursion - 2009», в котором участвовали 27 ученых и специалистов из Нидерландов.

Одним из условий успешной деятельности сложившегося научно-образовательного центра

(НОЦ) ЮГУ и его структур является выгодное географическое положение, транспортные условия и относительная доступность во все времена года при сохранении достаточного уровня заповедности. Место размещения главного стационара, Мухрино, совпадающее с одноименным озером, болотом и речкой (координаты 60°53'20" с.ш., 68°42'10" в.д.), по ландшафтно-экологическому районированию территории ХМАО-Югры входит в подзону средней тайги. Территориально его природное окружение – это Обь-Иртышская интразональная пойменно-террасовая область, место сопряжения Среднеобской субширотной, Нижнеобской субмеридиональной пойменной и Нижне-Иртышской пойменно-террасовой провинций, включающей пойму (высота 2-10 м, первую надпойменную террасу (высота 10-15 м), вторую надпойменную террасу (высота 15-30 м) [2]. В 35 км к северо-востоку от стационара находится место слияния Оби и Иртыша, а в 30 км г. Ханты-Мансийск, частично занимающий, кроме фрагментов поймы и надпойменных террас Иртыша, уникальный природный массив сложного геологического происхождения – Ханты-Мансийские холмы с высотами до 120 м. Эта территория, ныне природный парк «Самаровский чугас», на востоке сливается с Салымской лесоболотной с озерно-болотными междуречьями ландшафтной провинцией. К северу от стационара за Обской поймой находится Белогорская возвышенная залесенная увалисто-долинная провинция (высоты 60-100 м), к югу – Кондинская низменная лесоболотно-соровая провинция, выделяющаяся своей заболоченностью и отражаемая на всех географических картах Западной Сибири как одноименная низменность (высоты 30-45 м). На имеющихся компонентных схемах районирования мы видим эту территорию в рамках определенных природно-структурных подразделений: по схеме районирования болотных систем Западной Сибири она в Кондинском болотном округе среднетаежных олиготрофных озерково-грядово-мочажинных и осоково-сфагновых болот в сочетании с эвтрофными и мезотрофными березово-осоково-сфагновыми (или гипновыми) [7]. По структурно-тектоническим особенностям и специфике русловых переформирований, развитию береговых склонов описываемая территория входит в Самаровский участок пойменно-террасового комплекса Нижнего Иртыша [8]. Упомянем труд по новейшей тектонике и экологии региона геолога-геохимика И.Л. Кузина [6], интересный еще и потому, что до начала стационарных исследований газовой составляющей функционирования гидроморфных ландшафтов им сделаны расчеты эмиссии поверхностных газов по региону Югра в целом: с площадей акваторий рек (2800 км², 0,53% территории), озер и соров (11 тыс. км², 2,1% территории), болот низинных с низкой затопляемой поймой (26200 км², 5,01% площади), болот верховых (182 тыс. км², 34,7%). И.Л. Кузиным подсчитана эмиссия поверхностных газов за год, в т.ч. метана 23,4 млн тонн, углекислого газа 7,4 млн. тонн. Такие данные необходимы сейчас для сравнительного анализа региональной динамики компонентов углеродного баланса геосистем, оценок запасов и эмиссии углерода природного и техногенного.

Компонентно-географические и ландшафтные особенности территории, для которой репрезентативны проводимые стационарные исследования, описаны в немалом количестве научных монографий и статей. Здесь работала в 70-80-е годы прошлого века Обь-Иртышская комплексная экспедиция иркутского Института географии СО РАН, итогом деятельности которой стали фундаментальные исследования природных режимов лесов, болот, пойм, агроклимата, подготовка серии ландшафтных карт. Большой вклад в изучение природы Югры внесли ученые Москвы, Тюмени, Новосибирска и др. городов. Открытие нефтегазовых месторождений стало импульсом к созданию местных научных организаций ведомств и вузов, их сотрудники принимают участие в работе единого исследовательского центра по изучению болот.

Появление Международной полевой станции (стационара) «Мухрино» на базе кафедры ЮНЕСКО «Динамика окружающей среды и глобальное изменение климата» ЮГУ с целью изучения биоразнообразия, теплового и водного режима, углеродного баланса естественных лесоболотных и пойменных ландшафтов Западной Сибири ознаменовало новый этап научных исследований. На стационаре велись и продолжают экспериментальные исследования потоков парниковых газов, геохимии и физико-химических и биохимических свойств торфа, гидрологии малых водотоков, гидрометеорологии и палеоэкологии болот, микробиологии, инвентаризации флоры грибов, лишайников, мхов и сосудистых растений, орнитофауны, почв. Гео- и экосистемы станции и ее окружения зачастую рассматриваются как эталонные участки из-за их удаленности от любого техногенного источника загрязнения. Они являются чувствительным реципиентом глобальных изменений, выступают местом оценки антропогенного воздействия и степени миграции переносимых по воздуху частиц пыли различного происхождения, реального и потенциального определения границы антропоцена [9]. На станции установлено современное оборудование для исследований. Это автоматические метеостанции, приборы для гидрологического мониторинга, аппаратура для микрометеорологических наблюдений методом Эдди Ковариации и др. Ветрогенератор и солнечные батареи обеспечивают полевую технику энергией. Установлена система спутникового доступа в Интернет, позволяющая иметь удаленный доступ к оборудованию. Станция также используется для пространственного сравнения ключевых областей на разрезах SN в качестве аналога изменения климата во времени. На станции работают специалисты в области науки о растительности, дистанционного зондирования, микологии, гидрологии и измерения выбросов парниковых газов.

Проведение международных полевых научных симпозиумов в Ханты-Мансийске благодаря функционированию стационара стало важной научной традицией. Всего проведено 6 Международных

полевых симпозиумов с публикациями под общим названием «Западносибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее» [5]. С 2008 г. Югорским университетом издается журнал «Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата». Он выходит дважды в год по мере поступления авторских материалов. Целью журнала является информирование специалистов и читателей о научной и педагогической работе, проводимой в рамках тематик «Динамика окружающей среды» и «Глобальные изменения климата», отражение экспериментальных работ, ведущихся как по региональным, федеральным и международным проектам (грантам), так и выполняемым в инициативном порядке. Общий массив научных публикаций, связанных только с полевыми исследованиями на стационаре, в разных изданиях и журналах насчитывает более 200 наименований: это гео- и биохимические, гидрологические и метеорологические характеристики торфяных толщ, изучение потоков парниковых газов, палеоэкология болот, микробиология, включая микологию, проведена инвентаризация флоры лишайников, мхов и сосудистых растений, а также орнитофауны.

С недавнего времени международная полевая станция Мухрино была выбрана одной из площадок для реализации двух федеральных проектов Минобрнауки России: пилотного проекта по созданию на территории регионов России карбоновых полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса (Приказ Минобрнауки России от 5 февраля 2021 г. № 74 «О полигонах для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса» (с изменениями от 21.01.2022) и важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатических веществ» (Распоряжение правительства Российской Федерации №3240-р от 29 октября 2022 г.). Оба проекта направлены на интеграцию наземной и дистанционной информации о пулах углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России. Такая интеграция обеспечивает наполнение необходимыми данными Национального бюджета запасов углерода и потоков парниковых газов, отчетности о выполнении обязательств, согласованных Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН), и условий Парижского соглашения по климату (2015, ратифицировано Российской Федерацией в 2019 году) [9].

В материалах по программе открытия карбоновых полигонов в России их насчитывается от 15 (2021 год) до 22 (на год 2023). Это репрезентативные площадки для почти четверти территории страны, где проводится мониторинг парниковых газов, особенно диоксида углерода и метана в различных по типу природных экосистемах, в том числе морских. Главная задача - изучение механизма выделения климатически активных газов, поиск эффективных технологий и способов их контроля и сокращения, подготовка будущих специалистов секвестрационной и низкоуглеродной индустрии. При этом предполагается решение не только научных, но и актуальных прикладных задач: профилактика лесных и торфяных пожаров через восстановление водного баланса земель или изменение состава древесных пород, снижение эмиссии метана от животноводческих хозяйств, определение газовых выбросов на свалках твердых бытовых отходов, развитие аквакультуры, создание карбоновых ферм и плантаций и т.д. Делается акцент на дистанционные методы исследования, весьма актуальной становится разработка собственного научного оборудования взамен импортируемого, поставки которого резко усложнились в 2022 г. Возможна смена европейских партнеров на азиатско-ближневосточных.

Известно, что 80% выбросов парниковых газов страны обеспечивает топливно-энергетический комплекс, куда входит нефтегазовая промышленность. Осуществляются эти выбросы в 30-ти регионах, которые ранжированы на основе разработанного нами углеводородного индикатора: в первой пятерке ЯНАО (330,8 балла), Югра (263,9), Башкортостан (87,4), Татарстан (70,4), Самарская область (66,3), замыкают список Кузбасс (6,3 балла), Новосибирская область (2,2), Чечня (1,8 балла) [3]. Этот индикатор можно использовать для предварительной оценки объема выбросов парниковых газов по регионам. Естественно, что карбоновые полигоны создаются прежде всего в нефтегазовых регионах, часто с использованием научно-инструментальной базы заповедников и других охраняемых территорий.

Возьмем для примера вышеупомянутую Самарскую область, в которой создание карбонового полигона намечено на 2023 год. В специальной публикации приведены основные источники выбросов парникового газа в атмосферу, объем которых по Самарской области превышает сто миллионов тонн/год, проанализированы результаты исследований и опытно-промышленных испытаний инновационных технологий с использованием диоксида углерода на ряде месторождений. Показаны большие перспективы газоциклической закачки сжиженного газа для выполнения решений Парижского соглашения по климату и интенсификации нефтедобычи высоковязких нефтей и залежей западносибирской баженовской свиты [1].

В Западной Сибири карбоновые полигоны создаются, кроме Югры, в Тюменской, Новосибирской, Томской, Кемеровской областях. Югра, как лидер нефтедобычи и добычи попутного газа в стране, декларирует создание 5 карбоновых полигонов: представленный выше Мухрино, второй полигон в западной части Кондинской ландшафтной провинции, вблизи природного парка «Кондинские озера», третий полигон на стыке с ЯНАО, территориально близкий к природному парку «Нумто». Четвертый полигон будет размещен в районе Салымской группы месторождений, где реализуется пилотный проект улавливания и подземного хранения 1,5 млн тонн CO₂/год [4]. Пятый полигон, на наш взгляд, необходим на территории крупнейшего в России Самотлорского месторождения, давшего с начала эксплуатации (1969 г.) около 3-х млрд тонн нефти (для сравнения: – объем добычи нефти в

России в 2023 г. 535 млн т, в Югре – 222,5 млн.т.). АО «Самотлорнефтегаз» реализует масштабную программу по сокращению выбросов парниковых газов с использованием комплекса устройств мониторинга – ИК-камер, лазерных сканеров, ультразвуковых детекторов и лазерных газоанализаторов, установленных на БПЛА. Уже функционирующий полигон Мухрино является достойным примером реализации «углеродной тематики», дает возможность отработать комплекс научных и технических решений для создания системы достоверного учета поглощения и выброса парниковых газов в лесной зоне страны, собрать массив экспериментальных данных для разработки, расчета и уточнения углеродного баланса природных экосистем и «углеродного следа» региона.

Литература

1. Афанасьев С.В., Волков В.А. Диоксид углерода как реагент интенсификации нефтедобычи // *Neftegaz.ru*. Деловой журнал. 2020. № 8. С. 30–35.
2. Булатов В.И., Игенбаева Н.О., Мордкович В.Г. Исследование структурно-функциональной организации геосистем нефтегазовых районов Западной Сибири. Научно-аналитическое издание. – Ханты-Мансийск: Изд-во ОАО Информационно-издательский центр, 2008. – 77 с.
3. Булатов В.И., Игенбаева Н.О., Нанишвили О.А. Отходы нефтегазового комплекса как технологический индикатор геоэкологического состояния регионов России. / *Бюллетень науки и практики / Bulletin of Science and Practice*. Т.7. №8. 2021. – С.46-55.
4. Жигулина Д.И., Прудский М.Ю., Малышев Б.В. и др. Дизайн пилотного проекта улавливания и хранения углерода на примере Салымской группы месторождений – от геологии до обустройства // *Нефтяное хозяйство*, № 12, 2022. – С. 64-69.
5. Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее / *Материалы Шестого Международного полевого симпозиума (Ханты-Мансийск, 28 июня – 08 июля 2021)*. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2021. – 221 с.
6. Кузин И.Л. Новейшая тектоника территории Ханты-Мансийского автономного округа. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2002. – 87 с.
7. Лисс О. Л., Абрамова Л. И., Аветов Н. А. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / Под ред. проф. В. Б. Куваева. — Тула: Гриф и К, 2001. – 584 с.
8. Петров И.Б. Русловые переформирования и развитие береговых склонов нижнего Иртыша // *Сибирский географический сборник*. Вып. 9. Новосибирск: Изд-во «Наука», Сиб. отделение. 1974. – С. 35-89.
9. Kupriyanova I.V., Kaverin A.A., Filippov I.V. et al. The main physical and geographical characteristics of the Mukhrino field station area and its surroundings // *Environmental dynamics and global climate change*. 2022. V. 13. N. 4. P.215-252.