

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-279-281

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ**ENVIRONMENTAL RISKS ASSOCIATED WITH ATMOSPHERIC POLLUTION OF FOREST-STEPPE LANDSCAPES ON THE KURSK BIOSPHERE STATION****Кудерина Т.М., Лунин В.Н., Кудиков А.В., Суслова С.Б., Кайданова О.В.**

Kuderina T.M., Lunin V.N., Kudikov A.V., Suslova S.B., Kaydanova O.V.

e-mail: tmkud@yandex.ru

Институт географии РАН, Москва, Россия

Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

Аннотация. В настоящее время в условиях современного изменения климата и повышенного антропогенного влияния особый интерес вызывает атмосферная составляющая геосистем как наиболее динамичный компонент ландшафтно-геохимических систем. В работе приведены данные геохимического мониторинга, проводимого на территории Курской биосферной станции Института географии РАН, одна из целей которого – выявление атмосферного загрязнения фоновых лесостепных ландшафтов. Объектами изучения являются дождевые воды и снежный покров. Методика исследований основывается на ландшафтно-геохимическом подходе. Выявлено, что снеговые и дождевые воды природных ландшафтов, как правило, кислые и слабоминерализованные, антропогенное влияние (подщелачивание) наблюдается вдоль автодорог и техногенных объектов. Результаты расчетов показывают, что в дождевых осадках концентрации практически всех исследованных элементов превышают их значения в снежном покрове. Повышенные концентрации тяжелых металлов, таких как Ni, Cu, Zn, Mo, вероятно, связаны с техногенным воздействием. Из этого ряда выбивается Pb, который в 19 раз больше накапливается в зимний период. Полученные ранее фоновые показатели атмогеохимических компонентов в пределах региона исследования помогают определять повышенные концентрации химических элементов и проводить оценку экологических рисков при атмосферном загрязнении лесостепных ландшафтов Курской области.

Abstract. Currently, in the conditions of modern climate change and increased anthropogenic influence, the atmospheric component of geosystems is of particular interest as the most dynamic component of landscape-geochemical systems. The paper presents the data of geochemical monitoring conducted on the territory of the Kursk Biosphere Station of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, one of the goals of which is to identify atmospheric pollution of background forest-steppe landscapes. The objects of study are rainwater and snow cover. The research methodology is based on a landscape-geochemical approach. It was revealed that snow and rain waters of natural landscapes, as a rule, are acidic and slightly mineralized, anthropogenic influence (alkalinization) is observed along highways and technogenic objects. Calculation results It is shown that in rainfall the concentrations of almost all the studied elements exceed their values in the snow cover. Increased concentrations of heavy metals, such as Ni, Cu, Zn, Mo, are probably associated with technogenic effects. Pb is knocked out of this row, which accumulates 19 times more in winter. The previously obtained background indicators of atmospheric and chemical components within the study region help to determine increased concentrations of chemical elements and assess environmental risks in atmospheric pollution of forest-steppe landscapes of the Kursk region.

Ключевые слова: геохимический мониторинг, ландшафтно-геохимическая система, снежный покров, атмосферные осадки, концентрации химических элементов

Keywords: geochemical monitoring, landscape-geochemical system, snow cover, precipitation, concentrations of chemical elements

На ландшафтно-геохимические системы (ЛГС) европейской территории России (ЕТР) в настоящее время активно влияют современные изменения климата и антропогенная деятельность. Особый интерес вызывает атмосферная составляющая геосистем как наиболее динамичный компонент ЛГС. Основное место на ЕТР занимают лесостепные ландшафты с длительным периодом антропогенного освоения. Для оценки экологических рисков при загрязнении окружающей среды используется методика нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) Конвенции по борьбе с опустыниванием [1]. В ее основе заложен сравнительный анализ геохимических показателей компонентов фоновых и антропогенно нарушенных ландшафтов за определенный период времени.

Цель наших исследований – выявление атмосферного загрязнения фоновых лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции (КБС) ИГ РАН, расположенной в Медвенском районе Курской области. Обоснованием выбора района исследований явилось наличие природных зональных ландшафтов на этой территории, так как основная территория лесостепной зоны ЕТР на 85–90% находится под сельскохозяйственным и техногенным использованием.

Европейские лесостепи характеризуются степной растительностью с фрагментами широколиственных лесов на черноземах, подстилаемых покровными суглинками. Теплый климат и слабая расчлененность с редкой речной сетью способствуют активному землепользованию. При этом атмосферные осадки являются лимитирующим фактором функционирования ЛГС. Мониторинг атмогеохимического состояния лесостепных геохимических ландшафтов на КБС проводится на регулярной основе [2, 3]. Объектами исследований являются дождевые воды, снежный покров и приземные аэрозоли. В ходе геохимического изучения атмосферных осадков и снежного покрова были определены фоновые концентрации элементов при разных климатических ситуациях [4, 5].

Методика исследований основывается на ландшафтно-геохимическом подходе [6]. Отбор проб снежного покрова проводится при максимальном снегонакоплении на всю глубину. По нашим дан-

ным высота снежного покрова в лесных и степных ландшафтах, как правило, на 10-20 см выше, чем в агроландшафтах. В пробах снега и дождевой воды определялись pH, минерализация методом экспресс-анализа с помощью портативных pH-метра и кондуктометра фирмы Hanna Combo HI 98129, химический состав методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS).

Гидрохимические показатели снежного покрова в природных и антропогенных геохимических ландшафтах и жидких атмосферных осадков на КБС отражены в таблице 1.

Таблица 1. Минерализации и pH растворенной части снежного покрова и дождевых осадков при ландшафтно-геохимическом мониторинге на Курской биосферной станции, (2013-2020 гг.)

Место отбора проб	pH	г/л
<i>Снежный покров</i>		
Степь	5-5,9	0,01
Лес широколиственный	3,9-4,7	0,01
Агроландшафты	4,0-4,8	0,01
Автотрасса, перекресток	4,7	0,02
Завод «Аккумулятор», Курск	5,8-6,4	0,03
Р. Сейм	7,4-7,9	0,38
<i>Дождевые осадки</i>		
весна	5-6,1	0-0,01
лето	5,4-5,7	0,01-0,03
осень	4,7-6,0	0,01-0,06

Результаты измерений показывают, что снеговые воды природных лесостепных ландшафтов слабо минерализованы, в основном кислые. Антропогенное влияние (подщелачивание) наблюдается вдоль автодорог и техногенных объектов, что подтверждается данными многолетних исследований [3, 4, 5]. Жидкие атмосферные осадки слабокислые, но минерализация их выше, чем в снежном покрове и зависит от приходящей воздушной массы, особенно в летний и осенний периоды. В весенний период были зафиксированы отдельные вторжения воздушных масс с осадками с юго-востока (pH = 8,1; 0,06 г/л) и севера (pH = 4,9; 0,04 г/л).

В зимний период при минимальном влиянии подстилающей поверхности атмосферные осадки должны быть чище, поэтому оценку экологического состояния атмосферных осадков мы рассматриваем по концентрации элементов в снежном покрове. Коэффициенты дифференциации химических элементов основаны на расчете превышения концентраций элементов глобального, регионального и локального распространения [7] в летний период по сравнению с зимними выпадениями (концентрация элемента в дожде/концентрация элемента в снежном покрове) приведен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Коэффициенты дифференциации химических элементов глобального распространения в атмогеохимических компонентах ЛГС КБС

Компоненты ЛГС	B	Al	Si	P	S	Li	Na	Mg	K	Ca	Rb	Sr	Ba
дождь/ снег	12	1	6	8	6	58	14	9	23	12	13	15	4

Таблица 3. Коэффициенты дифференциации химических элементов регионального и локального распространения в атмогеохимических компонентах ЛГС КБС

Компонент ЛГС	As	Br	Sn	Sb	Bi	Mo	Ag	Cd	W	
дождь/ снег	3	1,3	6	0,25	0,6	23	18	1	1	
Компонент ЛГС	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	La	U
дождь/ снег	1,7	3	7,4	1,3	5,8	333	41	39	1,2	10

Результаты расчетов показывают, что дождевые осадки содержат относительно высокие концентрации практически всех исследованных элементов, превышающие значения в снежном покрове. В теплый период года воздушные массы получают значительное количество вещества с подстилающей поверхности [8], когда в миграции активно участвуют литогенные элементы. Повышенные концентрации тяжелых металлов, таких как никель, медь, цинк, молибден, вероятно, связаны с техногенным воздействием. Из этого ряда выбивается свинец, который в 19 раз больше накапливается в зимний период. Вероятно, это связано с промышленными предприятиями региона.

В период атмогеохимического мониторинга в марте 2021 г. наблюдалось событие, при котором

произошло визуально фиксируемое площадное выпадение твердых частиц на чистую поверхность. Осадки, отобранные в это время, показали значительное превышение элементов как глобального (Al, Ti), так и регионального, и локального значения (Cu, Ba, Cd, Sb, W). В этот период преобладал западный перенос с интенсивным движением воздушных масс. Следовательно, было зафиксировано трансграничное загрязнение территории Курской биосферной станции.

Таким образом мониторинг геохимического состава снежного покрова и дождевых осадков, проводимый на территории Курской биосферной станции, позволяет выявлять особенности экологического состояния атмогеохимических компонентов лесостепных ландшафтов. Полученные их фоновые показатели в пределах региона исследования помогают определять повышенные концентрации химических элементов и проводить оценку экологических рисков при атмосферном загрязнении лесостепных ландшафтов Курской области.

Исследование выполнено в рамках Государственного задания № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования».

Литература

1. Orr B.J., Cowie V.M., Castillio Sanchez V.M. et al. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). 2017. Bonn, Germany. –136 p.
2. Борисочкина Т.И., Кайданова О.В. Сопряжённый мониторинг ландшафтов в зоне аэротехногенного загрязнения тяжёлыми металлами // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2009. Т.64. С 57–66.
3. Кудерина Т.М., Сулова С.Б., Кудиков А.В., Лунин В.Н. Атмогеохимические показатели – как индикаторы современных изменений лесостепных ландшафтов // Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации: Материалы Междунар. научно-практ. конф., Москва, ноябрь 2020 – март 2021 гг. – Москва: МАКС Пресс, 2020. – С. 116–120.
4. Кудерина Т.М., Сулова С.Б., Замотаев И.В. и др. Атмогеохимическое состояние лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: Материалы XII Междунар. ландшафтной конф., Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г. / Под ред. К. Н. Дьяконова, К. А. Мерекалова, Т. И. Харитоновой. 2017. – Т. 1. –Изд-во ТГУ, Тюмень. – С. 295–297.
5. Кудерина Т. М., Лунин В. Н., Сулова С. Б. Геохимический состав атмосферных осадков лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции // Проблемы региональной экологии. – 2018. – № 2. – С. 78–8.
6. Глазовская М.А. Геохимические особенности типологии и методики исследования природных ландшафтов. – Смоленск: Ойкумена, 2002. –288 с.
7. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: в 6 кн. –М.: Недра, 1994. –Кн. 2: Главные р-элементы. –303 с.
8. Кудерина Т.М. Атмосферный аэрозоль как индикатор опустынивания в аридных и субаридных ландшафтах ЕТР / В сб. Степи Северной Евразии: Материалы VII международного симпозиума. Под науч. редакцией А.А. Чибилева. – Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015. -996 с. (С.442-443).