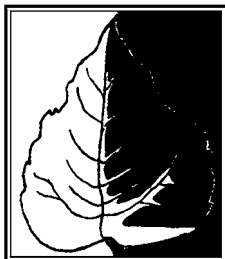


ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



Проблемы Региональной Экологии

**REGIONAL
ENVIRONMENTAL
ISSUES**

Журнал издается при поддержке
Института географии Российской академии наук

**№ 2
2018 г.**

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА
«ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ»**

Главный редактор

Ажигиевич А. И.

Кандидат технических наук, президент Общероссийского отраслевого объединения работодателей
«Союз предприятий и организаций, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов и защиту окружающей среды «Экосфера»

Зам. главного редактора

Гутенев В. В. Доктор технических наук, профессор, Лауреат Государственной и Правительственных премий РФ. Первый вице-президент Союза машиностроителей России

Кочуров Б. И. Доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт географии РАН

Лобковский В. А. Кандидат географических наук, заведующий отделом физической географии и проблем природопользования Института географии РАН

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Абдурахманов Г. М. Доктор биологических наук, профессор. ФГБОУ ВПО Дагестанский государственный университет, декан

Бакланов П. Я. Академик РАН, доктор географических наук, профессор. ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН (ТИГ ДВО РАН), директор

Глазачев С. Н. Доктор географических наук, профессор. Межвузовский центр по разработке технологий эколого-педагогического образования, директор

Ивашкина И. В. Кандидат географических наук. ГУП «НИИПИ Генплана Москвы», зав. сектором

Иманов Н. М. Доктор экономических наук, профессор. Институт экономики Национальной академии наук Азербайджана (НАНА), Азербайджан. Директор

Камнев А. Н. Доктор биологических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник

Касимов Н. С. Академик РАН, доктор географических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, президент географического факультета

Кирюшин В. И. Академик РАН (РАСХН), доктор биологических наук, профессор. ФГБНУ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», главный научный сотрудник

Котляков В. М. Академик РАН, доктор географических наук, профессор. ФГБНУ Институт географии Российской академии наук

Колосов В. А. Доктор географических наук, профессор. ФГБНУ Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН), заведующий лабораторией

Кузнецов О. Л. Доктор технических наук, профессор. Российская академия естественных наук, президент

Лосев К. С. Доктор географических наук, профессор. Всероссийский институт научно-технической информации РАН, заведующий отделом географии и геофизики

Мазиров М. А. Доктор биологических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева», зав. кафедрой

Насименто Юли. Доктор философии (география городов). Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'île-de-France, Франция. Руководитель исследований

Рахманин Ю. А. Академик РАН (РАМН), доктор медицинских наук, профессор НИИ экологии и гигиены окружающей среды им. А. И. Сысина РАМН, директор

Рогожин К. Л. Доктор физико-математических наук, профессор. НОЧУ ВПО «Столичная Академия малого бизнеса (институт)», проректор по научной работе

Столбовой В. С. Доктор географических наук. ФГБНУ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», зав. лабораторией

Тикунов В. С. Доктор географических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, зав. лабораторией

Тишков А. А. Доктор географических наук, профессор. ФГБНУ Институт географии Российской академии наук, зам. директора

Трифонов Т. А. Доктор биологических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник

Фоменко Г. А. Доктор географических наук, профессор. Научно-исследовательский проектный институт «Кадастр», председатель правления

Ответственный редактор

Н. Е. Караваева

Редактор-переводчик

М. Е. Покровская

**EDITORIAL BOARD JOURNAL
“REGIONAL ENVIRONMENTAL ISSUES”**

EDITOR-IN-CHIEF

Azhgirevich Artem I.

Ph.D. (Engineering), Chairman of the All-Russian branch association of employers ECOSFERA, Russia

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF:

Gutenev Vladimir V., Ph.D. (Engineering), Dr. Habil., Professor, Russia

Kochurov Boris I., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Lobkovsky Vasily A., Ph.D. (Geography), Head of Department of physical geography and environmental management problems

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Abdurakhmanov Gairbeg M., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Dagestan State University, Russia

Baklanov Petr Ja., Academician, Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Pacific Institute of Geography, Russia

Glazachev Stanislav N., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Centre for Environmental and Teacher Education, Russia

Ivashkina Irina V., Ph.D. (Geography), Institute of Moscow City Master Plan, Russia

Imanov Nazim M., Ph.D. (Economics), Dr. Habil., Professor, Azerbaijan

Kamnev Alexander N., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, Russia

Kasimov Nikolay S., Academician, Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, President of the Faculty of Geography, Russia

Kiryushin Valery I., Academician, Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Russia

Kotlyakov Vladimir M., Academician, Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Kolosov Vladimir A., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Kuznetsov Oleg L., Ph.D. (Engineering), Dr. Habil., Professor, President of the Russian Academy of Natural Sciences, Russia

Losev Kim S., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, All-Russian Institute for Scientific and Technical Information, Russia

Mazirov Mikhail A., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Russian State Agrarian University — Timiryazev Moscow Agricultural Academy (RSAU — TMAA or RSAU — MAA named after K.A. Timiryazev), Russia

Nascimento Juli, Ph.D. (Urban Geography), Institute for Urban and Regional Planning of Ile-de-France, France

Rakhmanin Jury A., Academician, Ph.D. (Medicine), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Medical Sciences, Institute of Ecology and Environmental Hygiene named after A. I. Sytin, Russia

Rogozhin Konstantin L., Ph.D. (Physics and Mathematics), Dr. Habil., “Metropolitan Small Business Academy (Institute)”, Vice-Rector, Russia

Stolbovoy Vladimir S., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Russian Academy of Agricultural Sciences, V. V. Dokuchayev Soil Institute, Russia

Tikunov Vladimir S., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Russia

Tishkov Arkady A., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Trifonova Tatiyana A., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil, Russia

Fomenko George A., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Scientific Research and Design Institute “Cadastr”, Russia

EXECUTIVE EDITOR

Karavaeva Natalia E.

EDITOR-TRANSLATOR

Pokrovskaya Marina E.



Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук

Подписные индексы 84127 и 20490
в каталоге «Роспечать»

**Зарубежная подписка оформляется
через фирмы-партнеры
ЗАО «МК-Периодика»**

по адресу: 129110, г. Москва,
ул. Гиляровского, д. 39,
ЗАО «МК-Периодика»;
Тел.: (495) 281-91-37, 281-97-63;
факс (495) 281-37-98

E-mail: info@periodicals.ru
Internet: http://www.periodicals.ru

To effect subscription it is necessary
to address to one of the partners
of JSC "MK-Periodica" in your country
or to JSC "MK-Periodica" directly.
Address: Russia, 129110, Moscow, 39,
Gilyarovsky St., JSC "MK-Periodica"

Журнал поступает в Государственную
Думу Федерального собрания,
Правительство РФ,
аппарат администраций субъектов
Федерации, ряд управлений
Министерства обороны РФ
и в другие государственные службы,
министерства и ведомства.

Статьи рецензируются.
Перепечатка без разрешения редакции
запрещена, ссылки на журнал
при цитировании обязательны.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации,
содержащейся в рекламных
объявлениях.

Отпечатано
в ООО «Авансд солишнз»
119071, г. Москва,
Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1
Тел./факс: (495) 770-36-59
E-mail: om@aov.ru

Подписано в печать 21.04.2018 г.
Формат 60×84¹/₈.
Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1.
Объем 14,88 п. л. Тираж 1150 экз.
Заказ № RE218

Автор фото на обложке
Лобковская Л. Г.

© ООО Издательский дом «Камертон», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Геоэкология

- Н. Е. Рязанова, К. С. Зайков.* Модель компетентностного подхода для профессионального обучения в рамках международной летней школы в экстремальных условиях Арктики. Часть 2 6
- Е. В. Соболева, М. А. Шишлова.* Экологическое состояние селитебных территорий по степени загрязнения почв тяжелыми металлами 12
- А. В. Лещев.* Влияние судоходного канала порта Архангельск на перенос взвешенных веществ в зоне смешения «река—море» устья реки Северной Двины 17
- П. С. Мамасёв.* Анализ современных тенденций и условий для внедрения механизмов низкоуглеродного развития 22
- Д. К. Чернышук, С. В. Лаврентьева, Л. Е. Иваченко, К. С. Голохваст.* Содержание загрязняющих веществ в почвах Амурской области в местах произрастания культурной и дикорастущей сои 27
- В. П. Петрищев.* Ландшафты соляных куполов США: морфоструктурный анализ и геоэкологическая оценка природопользования 33
- Д. А. Маркелов, Б. И. Кочуров, Д. А. Шаповалов, Н. Я. Минеева, А. П. Акользин, А. О. Хуторова, М. А. Григорьева, Е. А. Чукмасова, Гэндэнжавын Нямдаваа.* Жизненные стратегии популяций как основа обеспечения геоэкологической безопасности: распознавание, модели, проекты 38

Раздел 2. Экология

- М. В. Тютюнькова, С. Д. Малахова, И. Ю. Мурадова, З. С. Федорова.* Ферментативная активность дерново-подзолистой супесчаной почвы в условиях длительного применения осадков сточных вод 49
- О. М. Бедарева, М. А. Моржикова, Е. Г. Кравцов.* Стратегия жизни ценопопуляций сосны обыкновенной виргинильного возрастного периода жизни 52
- А. В. Кордюков, А. К. Ежкин.* Широколиственные рощи бассейна р. Арканзас (о. Сахалин) 56
- С. В. Рогатых.* Системы праймеров, используемых для идентификации представителей сообщества хемолитотрофных микроорганизмов месторождения Шануч (Камчатка) 60

<i>Т. С. Дроганова, Л. В. Поликарпова, А. С. Коничев.</i> Усовершенствованный метод фракционирования белков моллюсков при электрофорезе в денатурирующих условиях	65
<i>Н. М. Махнович.</i> Характеристика популяции <i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771) в устьевой области реки Северная Двина	68
<i>И. В. Кравченко, М. В. Филимонова, Л. Ф. Шепелева, Ю. В. Реутова.</i> Особенности аккумуляции тяжелых металлов листьями <i>Plantago Major</i> L. в условиях техногенной нагрузки	73

Раздел 3. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

<i>Т. М. Кудерина, В. Н. Лунин, С. Б. Суслова.</i> Геохимический состав атмосферных осадков лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции	78
<i>С. В. Долгов, С. И. Шапоренко.</i> О географо-гидрографических предпосылках формирования наводнений и их последствий на Северо-Западном Кавказе	84
<i>В. П. Чижова, Е. В. Бухарова, А. Е. Разуваев, Н. М. Лужкова.</i> Рекреационная устойчивость ландшафтов Фролихинского заказника (ФГБУ «Заповедное Подлеморье»)	91
<i>Г. С. Шилькрот.</i> О пространственной изменчивости химического состава грунтовых (подземных) фоновых ландшафтов Европейской России	96
<i>А. А. Пиотровский, Т. Ю. Зенгина.</i> Изменение водного зеркала акватории Ангарского Сора в связи с природными и антропогенными колебаниями уровня воды в Байкале	102
<i>Е. В. Станис, Е. Н. Латушкина, Н. В. Маршева, Е. А. Парахина.</i> Тяжелые металлы в почвах ландшафтного заказника «Теплый Стан»	109

Раздел 4. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география

<i>Е. Ю. Дорохина.</i> Индустриальные и эко-индустриальные парки как средства преодоления региональных конфликтов при использовании природных ресурсов	113
<i>И. В. Абдуллаева, А. В. Бредихин.</i> Рекреационно-геоморфологическое районирование юго-восточной Балтики	119
<i>И. Ю. Новоселова.</i> Моделирование разрешения конфликтов при прокладке нефтепроводов	124
<i>Т. Ш. Мурзагалин, О. А. Никитина, М. В. Ларина.</i> Социальные проблемы региональной экологии и здоровья населения Г. Стерлитамак Республика Башкортостан	130

Раздел 5. Картография

<i>В. Т. Старожилов.</i> Метод векторно-слоевого ландшафтного картографирования и районирования	134
---	-----

CONTENTS

Section 1. Geoecology

<i>N. E. Ryazanova, K. S. Zaykov.</i> The model of competency-based approach of professional education in the frames of international summer school under extreme conditions of the arctic region. Part 2	6
<i>E. V. Soboleva, M. A. Shishlova.</i> The ecological state of residential areas due to the degree of soil contamination with heavy metals	12
<i>A. V. Leshchev.</i> The impact of the ship canal of the port of Arkhangelsk on the suspended matter transfer in the mixing zone “river—sea” of the estuary of the Northern Dvina River	17
<i>P. S. Mamashev.</i> The analysis of current trends and conditions for the implementation of low-carbon development mechanisms	22

<i>D. K. Chernyshuk, S. I. Lavrentieva, L. E. Ivachenko, K. S. Golokhvast.</i> The content of the pollutants in the soils of the Amur Region in the places of cultural and wild-growing soybeans growth	27
<i>V. P. Petrishchev.</i> Landscapes of salt domes in the USA: morphostructural analysis and geoecological assessment of nature management	33
<i>D. A. Markelov, B. I. Kochurov, D. A. Shapovalov, N. Ya. Mineeva, A. P. Akolzin, A. O. Khutorova, M. A. Grigorieva, E. A. Chukmasova, Gendenhavyn Nyamdavaa.</i> Populations' life strategies as a basis for ensuring geoecological safety: recognition, models, projects	38

Section 2. Ecology

<i>M. V. Tyutyunkova, S. D. Malakhova, I. Yu. Muradova, Z. S. Fedorova.</i> Enzymatic activity of the sod-podzolic sandy loam soils in conditions of the long-term application of sewage sludge	49
<i>O. M. Bedareva, M. A. Morzikova, E. G. Kravcov.</i> The life strategy of the caenopopulations of the scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) in the virginile period	52
<i>A. V. Kordyukov, A. K. Ezhkin.</i> The broadleaf forests of the Arkansas River basin (Sakhalin)	56
<i>S. V. Rogatykh.</i> Primer systems used to identify representatives of the community of chemolithotrophic microorganisms in the Shanuch deposit (Kamchatka)	60
<i>T. S. Droganova, A. S. Konichev, L. V. Polikarpova.</i> The improved method of fractionating fresh-water mollusks based on the electrophoretic separation under denaturing conditions	65
<i>N. M. Makhnovich.</i> The characteristics of the population of <i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771) in the mouth of the Northern Dvina River	68
<i>I. V. Kravchenko, M. V. Filimonova, L. V. Shepeleva, Yu. V. Reutova.</i> Features of heavy metals accumulation in plantago major L. leaves in conditions of man-caused impact	73

Section 3. Physical geography and biogeography, soil geography and landscape geochemistry

<i>T. M. Kuderina, V. N. Lunin, S. B. Suslova.</i> Geochemical content of precipitation in forest-steppe landscapes of Kursk biosphere station	78
<i>S. V. Dolgov, S. I. Shaporenko.</i> Geograph-Hydrography prerequisites for the formation of inundations and its consequences in the Northwest Caucasus	84
<i>V. P. Chizhova, E. V. Bukharova, A. E. Razuvaev, N. M. Luzhkova.</i> Recreational sustainability of the landscapes in the Folikhinsky wildlife sanctuary (FSE "Zapovednoe Podlemorye")	91
<i>G. S. Shilkrot.</i> On spatial variability of the chemical composition of the ground (underground) waters of the intact landscape of European Russia	96
<i>A. A. Piotrovskiy, T. Yu. Zengina.</i> The change in the water surface area of the Angarsky Sor due to natural and anthropogenic fluctuations of the water level in Lake Baikal	102
<i>E. V. Stanis, E. N. Latushkina, N. V. Marsheva, E. A. Parakhina.</i> Heavy metals in soils of the landscape reserve "Teply Stan"	109

Section 4. Economic, social, political and recreational geography

<i>E. Yu. Dorokhina.</i> Industrial and eco-industrial parks as a means for the resolution of regional conflicts in the use of natural resources	113
<i>I. V. Abdullaeva, A. V. Bredikhin.</i> Recreational-geomorphological zoning of the South-Eastern Baltic coast	119
<i>I. Yu. Novoselova.</i> Conflict-solving modeling at oil pipeline laying	124
<i>T. Sh. Murzagali, O. A. Nikitina, M. V. Larina.</i> Social problems of regional ecology and public health sterlitamak republic of Bashkortostan	130

Section 5. Cartography

<i>V. T. Starozhilov.</i> The method of the vector layers of landscape mapping and zoning	134
---	-----



ГЕОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ

Внутригодовая геохимическая изменчивость атмосферных осадков была прослежена на модельной территории Курской биосферной станции Института географии РАН (КБС). Основными объектами опробования были снежный покров в конце снегонакопления и дождевые осадки за теплый период года 2017 г. Установлено, что зимние атмосферные осадки отличаются очень малой минерализацией, слабокислой реакцией, минимальными концентрациями химических элементов. Подщелачивание дождевой влаги происходит в весенне-летний период во время распашки агроландшафтов. Для дней с дождями были рассчитаны обратные траектории движения воздушных масс (NOAA HYSPLIT MODEL). Выявлено, что основной вклад в геохимию атмосферных осадков вносят воздушные массы западного сектора. Преобладающий западный перенос воздушных масс приносит в ландшафты тяжелые металлы: никель, железо, кобальт, медь, цинк. Атмосферные осадки являются значимым источником поступления в лесостепные ландшафты селена и бериллия. Внутригодовая изменчивость химического состава атмосферных осадков может являться индикатором атмосферного загрязнения и оказывать заметное антропогенное влияние на фоновые лесостепные ландшафты модельной территории Курской биосферной станции ИГ РАН.

Geochemical variability of precipitation during the year was observed on the model territory of Kursk Biosphere station of the Institute of Geography of RAS (KBS). Snow at the end of accumulation and rainfall during the warm period of the year 2017 were sampled. Results showed that winter precipitation has very low mineralization, slightly acidic pH, and minimal concentrations of chemical elements. Alkalization of rainwater occurs in the spring-summer period during the plowing of agricultural landscapes. Backward trajectories of air masses (NOAA HYSPLIT MODEL) for days with rain showed potential pollution sources. Air masses of the western sector make the main contribution to the geochemistry of atmospheric precipitation. Predominant western transfer of air mass carries heavy metals in the landscapes: nickel, iron, cobalt, copper, zinc. Precipitation is an important income source of selenium and beryllium in forest-steppe landscapes. Variability of the chemical content of precipitation during the year can be an indicator of air pollution and provide significant anthropogenic influence on natural forest-steppe landscapes of the Kursk Biosphere Station.

Ключевые слова: лесостепные ландшафты, атмосферные осадки, снежный покров, минерализация, геохимический состав, тяжелые металлы.

Keywords: forest-steppe landscapes, precipitation, snow cover, mineralization, geochemical content, heavy metals.

Т. М. Кудерина, к. г. н., науч. сотр.,
kuderina@igras.ru,
В. Н. Лунин, к. г. н., начальник КБС ИГ РАН,
kursk@igras.ru,
С. Б. Суслова, мл. науч. сотр.,
suslova@igras.ru,
ФГБУН Институт географии РАН, Москва,
Россия

Введение. Лесостепные ландшафты ЕТР являются открытой геосистемой. Основная часть влаги в условиях отсутствия речного стока и глубокого залегания грунтовых вод поступает в них преимущественно с атмосферными осадками. От запасов снега и интенсивности дождей зависит устойчивое функционирование этих семиаридных ландшафтов. Современные изменения климата, региональный и дальний перенос загрязняющих веществ, осуществляемый за счет циркуляционных атмосферных процессов, а также значительная антропогенная трансформация природных ландшафтов в лесостепной зоне оказывают существенное влияние на геохимический состав атмосферной влаги в приземном слое [1, 2]. Качество и количество атмосферных осадков определяют экологическое состояние лесостепных экосистем.

Цель нашей работы — экспериментальное изучение внутригодовой геохимической изменчивости атмосферных осадков, выпадающих на модельной территории Курской биосферной станции ИГ РАН (КБС).

Объекты и методы. Атмогеохимические исследования на КБС проводились в зимний и летний сезоны 2017 г. на основе использования ландшафтно-геохимических методов, включающих полевое опробование и лабораторные работы для эколого-геохимической оценки территории [3, 4].

Основными объектами опробования были снег, отобранный на всю глубину снежного покрова в конце снегонакопления, и дождевые осадки за теплый период года. Геохимическую снего-съемку территории проводили в лесных и степных ландшафтах. Пробоотбор дождевых осадков

осуществляли на открытой площадке территории КБС в осадкосборник. Отбор и подготовку проб для анализа выполняли в соответствии с нормативными документами [5]. Всего было проанализировано 15 проб снеговых вод и 22 пробы дождевой воды.

В лаборатории Института географии РАН было проведено определение pH и минерализации (мг/л) жидких осадков и снеговых вод методом экспресс-анализа с помощью портативных pH-метра и кондуктометра фирмы Hanna Combo HI 98129. Определение содержания в пробах химических элементов выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на приборе Elan-6100 в аналитическом центре ЦНИГРИ.

При анализе химического состава осадков проводился расчет обратных траекторий переноса воздушных масс (ВМ) для конкретных событий (NOAA HYSPLIT MODEL) с целью выявления вероятных областей эмиссии химических элементов.

Атмогеохимическая дифференциация химического состава атмосферных осадков определялась на основе расчета и анализа коэффициентов концентрации $K_k = C/C_v$, где C — содержание элемента в атмосферных осадках, C_v — содержание элемента в речных водах. Проведено сравнение концентраций химических элементов атмосферных осадков с показателями ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения [6].

Природные условия территории курской биосферной станции ИГ РАН. Курская биосферная станция Института географии РАН расположена в лесостепной зоне в Медвенском районе Курской области и является фоновой ландшафтно-геохимической системой, не затронутой непосредственным антропогенным влиянием [7]. Стоит отметить, что в настоящее время в Курской области распаханно более 80 % территории, а природные фоновые ландшафты занимают всего 0,2 % [8]. Действующие в регионе предприятия горнодобывающего комплекса, черной металлургии, электротехнической и химической промышленности, а также широко развитый аграрный сектор оказывают серьезное воздействие на эколого-геохимическое состояние его лесостепных ландшафтов [9–12].

На территории КБС распространены луговые и ковыльные степи в некосимом режиме, окруженные с запада, севера и востока агроландшафтами, а с юга широколиственными лесами урочища «Сборная дача». Полого-наклонная равнина, сложенная лессовидными и покровными суглинками, расчленена овражно-балочной сетью. На

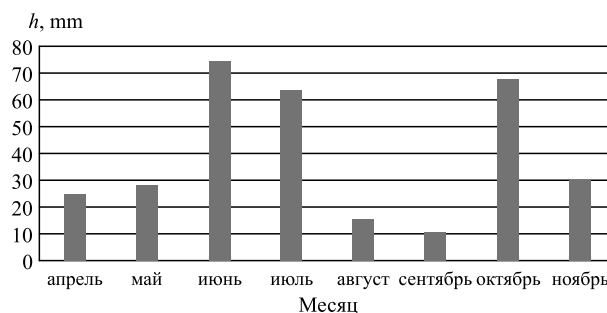


Рис. Месячные суммы атмосферных осадков по данным метеостанции КБС

исследуемой территории формируются средне- и тяжелосуглинистые черноземные почвы. Речной сток отсутствует: ближайший крупный водоток — река Сейм — находится в 15 км. Грунтовые воды залегают на глубине 70 м.

Климат умеренный континентальный с мягкой снежной зимой и жарким летом. Среднегодовое количество осадков (по данным метеостанции Курск) составляет около 650 мм, среднегодовая температура воздуха — +5,6 °С. Летом часты ливни. Увлажнение достаточное, но неустойчивое: влажные годы чередуются с сухими, бывают засухи и суховеи. За последние десятилетия на ЕТР вследствие потепления климата наблюдается устойчивый рост увлажнения в зимний и весенний периоды, при этом увеличивается количество экстремальных явлений [13]. На теплый период (апрель–октябрь) приходится 65–70 % годовой суммы осадков.

По данным метеостанции КБС сумма осадков в теплый период 2017 г. составила 315 мм (рисунок). В июне и июле наблюдались обильные ливневые дожди преимущественно при северо-западных и юго-западных вторжениях ВМ. Второй пик осадков пришелся на октябрь 2017 г. и характеризовался затяжными дождями южного сектора ВМ.

Результаты исследований. В ходе проведения полевых стационарных исследований на КБС в 2017 г. был опробован снежный покров и дождевые осадки за теплый период. Для дней с дождями были рассчитаны обратные траектории движения воздушных масс. Результаты полевых измерений величины pH и минерализации, с учетом движения летних ВМ, представлены в табл. 1, 2. Для сравнения компонентов ландшафта приведены показатели pH и минерализации речных вод Сейма.

Результаты полевых измерений снеговых вод лесостепных ландшафтов КБС показывают, что в фоновых условиях зимние атмосферные осадки

Таблица 1
Показатели кислотности pH
и минерализации талых снеговых вод
ландшафтно-геохимической системы КБС,
отобранных в зимний период 2016–2017 гг.

Место отбора проб	pH	С, мг/л
Широколиственный лес	5,9–6,7	6,0–6,5
Ковыльная степь	5,6–6,1	4,7–5,0

Таблица 2
Показатели кислотности pH и минерализации
атмосферных осадков, выпавших
на территории КБС (2017 г.), и воды в р. Сейм

Время отбора проб	pH	С, мг/л	Направление ВМ
17.05.2017	8,1	60	С
23.07.2017	7,56	40	С-З
23.08.2017	7,35	10	ЮВ-З
28.08.2017	5,7	16,2	З
05.09.2017	5,3	11	СВ-В
06.10.2017	4,7	6	З
09.10.2017	5,1	10,3	ЮВ-З
12.10.2017	4,7	5,7	З
13–15.10.2017	4,7	5,2	З-СЗ
26.10.2017	5,6	15	В
28.10.2017	5,25	8,3	З
14.11.2017	5,1	4,6	ЮЗ-СЗ
р. Сейм*	7,4–7,9	248–480	

* — по данным [14].

Таблица 3
Коэффициенты концентрации химических
элементов глобального распространения
в жидких атмосферных осадках,
выпавших на территории КБС (2017 г.)

Направление ВМ	Дата	Be	K	Rb	Ba
ЮЗ	06.06.2017	28			
ЮВ	09.06.2017		4	2	
СЗ	23.06.2017		3	3	
ЮЗ	27.06.2017		3	2	
ЮЗ	13.07.2017		2		
ЮЗ	14.07.2017		2	1	
З	22.07.2017			1	
Ю	28.07.2017	10			
ЮВ	29.07.2017		2	2	
ЮВ	23.08.2017				1
З	28.08.2017	29	2	1	2
СВ-В	05.09.2017	10	2		3
З	06.10.2017	39			
ЮВ-З	09.10.2017	29	1		
З	12.10.2017		1		
З-СЗ	15.10.2017	29			
В	26.10.2017	19	5		
З	28.10.2017	48			

отличаются очень малой минерализацией и слабодисперсной реакцией [7].

Жидкие атмосферные осадки в целом кислые. Подщелачивание дождевой влаги происходит в весенне-летний период в период распахки агроландшафтов, при этом заметно повышается ее минерализация. Так, дождь 17.05.2017, по данным NOAA HYSPLIT MODEL, сопровождался северным-северо-западным вторжением ВМ с понижением температуры воздуха до 5–6 °С, и за полдня выпало 6,5 мм осадков. Визуально проба дождевых вод была мутная, ее минерализация достигала 60 мг/л, а показатель pH = 8,1. Такие показатели связаны, вероятно, с прохождением ВМ через центральные части ЕТР в период массовой распахки земель, что обусловило поступление в приземную атмосферу большое количество мелкодисперсных частиц.

Воздушные массы, проходя через районы с деградированными землями, обогащаются химическими элементами в большей степени, чем при движении над территориями с устойчивым растительным покровом. При этом концентрации химических элементов в ВМ западного сектора повышаются в зимне-весенний период, а восточного — в осенний.

Анализ содержания химических элементов в атмосферных осадках свидетельствует об их весьма значительной геохимической изменчивости, как по сезонам, так и в зависимости от направления и условий перемещения ВМ.

Геохимические исследования снежного покрова лесостепных ландшафтов КБС показали, что концентрации химических элементов в нем ниже ПДК для речных и питьевых вод. При этом содержание элементов в снеге лесных ландшафтов было заметно выше, чем в степных [7].

Расчет коэффициентов концентрации для элементов глобального, регионального и локального распространения [15] в дождевых осадках проводился в сравнении с кларковым содержанием этих элементов в речных водах и представлен в таблицах 3, 4.

Повышенные концентрации бериллия наблюдаются при прохождении западных ВМ. Аридные ландшафты с востока от ЕТР обогащают осадки барием.

Результаты анализа обратных траекторий показывают, что воздушные массы западного сектора вносят основной геохимический вклад в весенне-летний период. Атмосферные осадки, приносимые ими, как правило, характеризуются повышенными концентрациями тяжелых металлов (Ni, Zn, Cu, Co и др.). Менее частые восточные вторжения приносят химические элементы

Таблица 4

Коэффициенты концентрации химических элементов регионального и локального распространения в жидких атмосферных осадках, выпавших на территории КБС (2017 г.)

Направление ВМ	Дата	Ga	Ge	Se	Br	Sn	Sb	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	W
3	01.06.17	10	1,5	47	6	9	3	2	6		20	2	383	1	4		
ЮЗ	06.06.17	8	4	213	5		4	2	6	2	9	2	483	3	10		
ЮВ	09.06.17	5	2,6	24	5		5	2	8	2	6	14	3712	25	12		
СЗ	23.06.17	6	5	194	6	15	1	2	11	4	10	17	4155	11	11		
ЮЗ	27.06.17	8	4	213	6		1	2	9	3	7	26	5950	10	4		
ЮЗ	13.07.17	8	7	149	6			2	7	1	5	7	1602	7	16		136
ЮЗ	14.07.17	3	2	70	7	2		2	7	1	4	4	1226	7	9		
3	22.07.17	7	5	210	6		4	2	6		12	2	23				
Ю	28.07.17	13	1,5	206	6		5	2	6	2	7	1	4		10		
ЮВ	29.07.17	11	4	188	8		3	3	6		11		13				
ЮВ	23.08.17	7		171	6			2	16	1	5		4				
3	28.08.17	3		43	5	2,5	2	2	26	1	2		23				6
СВ-В	05.09.17	3		30	4	4	3	1	15		2		8			1	2
3	06.10.17	3		23	3	2	1	1	7		2		6				2
ЮВ-З	09.10.17	2		40	4	2,5	2	1	5		2		5			1	1
3	12.10.17	3		43	3				4		2		3				
3-СЗ	15.10.17	2		35	3	1	1		5		2		3				
3	26.10.17	6	1	625	3	2	2		4		2		6			2	
3	28.10.17	5		43	3	3	1	1	4		2		6				1

аридной зоны Прикаспия и запада Центральной Азии (Cr, Ga).

Атмосферная влага осенних дождей содержит значительно меньшие концентрации химических элементов. Одной из причин малых концентраций может быть частота дождей: чем чаще выпадают осадки, тем они чище и кислее.

Превышение содержания предельно допустимых концентраций (ПДК) в атмосферных осадках, выпавших на КБС, выявлено для четырех химических элементов (таблица 5).

Железо относится к типоморфным элементам изучаемой геохимической провинции. Площадная распашка агроландшафтов и крупные ГОКи, расположенные в Курской области, также являются источниками его эмиссии в приземную атмосферу.

Повышенные концентрации бериллия в осадках наблюдаются при вторжении западных ВМ. Очевидно, этот техногенный элемент, широко используемый в электротехнике и в производстве ракетного топлива, поступает к нам в ландшафты из промышленных районов Западной Европы.

Селен — техногенный элемент, применяется в электротехнической промышленности, также он часто является продуктом сжигания углей. Уве-

личение концентраций Se в осадках наблюдается преимущественно при западном переносе.

Горнодобывающая промышленность Курской области и примыкающих регионов обогащает атмосферные осадки тяжелыми металлами. Самым ярким показателем антропогенного влияния на химический состав атмосферных осадков являются повышенные концентрации в них никеля. По данным опробования атмосферные осадки 9.06.17 были обогащены региональными источниками эмиссии. Два последующих дождя 23 и 27 июня 2017 г. принесли тяжелые металлы из промышленных центров Центральной и Восточной Европы. Геохимическое исследование состава аэро-

Таблица 5

Содержание химических элементов в жидких атмосферных осадках, превышающее предельно допустимые концентрации (ПДК), в мкг/л

Концентрация элемента	Be	Se	Fe	Ni
С средняя	0,13	8,10	237,23	278,14
С min—max	0,00—0,48	1,35—37,47	72,41—780,69	1,03—1785,14
ПДК	0,2	10	300	100

золей на КБС, проводимое в 2013, 2017 гг., также выявило превышение концентраций в них Ni в 4–5 раз [16].

Выводы. Внутригодовая изменчивость химического состава атмосферных осадков может являться индикатором атмосферного загрязнения и оказывать заметное антропогенное влияние на фоновые лесостепные ландшафты модельной территории Курской биосферной станции ИГ РАН. Геохимические методы, используемые для изучения химического состава атмосферных осадков, позволяют оценить экологическое состояние атмосферных осадков на исследуемой территории и определить возможные источники эмиссии загрязнителей на нее.

Зимние атмосферные осадки отличаются очень малой минерализацией, слабокислой реакцией, концентрации химических элементов в них не превышают ПДК для речных вод. Жидкие атмосферные осадки в целом тоже кислые. Подщелачивание дождевой влаги происходит в весенне-летний период во время распахки агроландшафтов.

Результаты анализа обратных траекторий показывают, что основной вклад в геохимию ат-

мосферных осадков вносят воздушные массы западного сектора в весенне-летний период. На геохимический состав приземной атмосферы лесостепных экосистем этого региона существенное влияние оказывают местная промышленность и трансграничный перенос из промышленных центров Западной Европы. Преобладающий западный перенос воздушных масс приносит такие тяжелые металлы, как никель, железо, кобальт, медь, цинк. Атмосферные осадки являются значимым источником поступления в ландшафты селена и бериллия.

При современных быстрых изменениях климата и развитии промышленности в лесостепной зоне для оценки экологического состояния необходим постоянный геохимический мониторинг приземной атмосферы как фоновых ландшафтов, так и антропогенных.

Работа выполнена в рамках ГЗ «Выявление закономерностей формирования пространственной структуры и развития ландшафтов под влиянием природных и антропогенных факторов как основы рационализации природопользования». Рег. № 01201352471 (0148-2018-0015).

Библиографический список

1. Опустынивание засушливых земель России: новые аспекты анализа, результаты, проблемы / под ред. В. М. Котлякова. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. — 298 с.
2. Seinfeld J. H. and Pandis S. N. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. 2nd Edition. — New York: Wiley, 2006. — 1232 p.
3. Глазовская М. А. Геохимические особенности типологии и методики исследования природных ландшафтов. — Смоленск: Ойкумена, 2002. — 288 с.
4. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. — М.: Астрель-2000, 1999. — 610 с.
5. РД 52.04.186—89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. — М.: Гидрометеоздат, 1991.
6. ОСТ 15.372—87. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. — М., 1988. — 9 с.
7. Кудерина Т. М., Суслова С. Б., Замотаев И. В., Кайданова О. В., Шилькрот Г. С., Лунин В. Н. Атмогеохимическое состояние лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции ИГ РАН // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития / Материалы XII Междунар. ландшафтной конф., Тюмень—Тобольск, 22—25 августа 2017 г., — Изд-во ТГУ, 2017. — Т. 1. — С. 295—297.
8. Доклад о состоянии и использовании земель в Курской области за 2015 год. — Курск, 2016. — 96 с.
9. Борисочкина Т. И., Кайданова О. В. Сопряженный мониторинг ландшафтов в зоне аэротехногенного загрязнения тяжелыми металлами // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2009. — Т. 64. — С. 57—66.
10. Геоэкологические исследования Курской области: Сборник научных статей / Отв. ред. М. В. Кумани. — Курск: Курск. гос. ун-т, 2005. — 165 с.
11. Замотаев И. В., Кайданова О. В., Кудерина Т. М., Суслова С. Б., Шилькрот Г. С. Геохимия ландшафтов в зонах воздействия промышленных ареалов Курской области // Геохимия ландшафтов. К 100-летию со дня рождения Александра Ильича Перельмана / Под ред. Н. С. Касимова, А. Н. Геннадиева. — АПР Москва, 2017. — С. 329—361.
12. Замотаев И. В., Курбатова А. Н., Кудерина Т. М., Шилькрот Г. С. Тяжелые металлы в почвах и водах лесостепных ландшафтов в зоне влияния Курчатовского промышленного ареала // Проблемы региональной экологии, 2013. — № 4. — С. 76—82.
13. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. — Москва, 2016. 67 стр.
14. Замотаев И. В., Кайданова О. В., Кудерина Т. М., Курбатова А. Н., Суслова С. Б., Шилькрот Г. С. Динамика загрязнения тяжелыми металлами городских ландшафтов Курской области // Геополитика и экогеодинамика регионов, 2014. — Т. 10. — № 2 (13). — С. 322—327.
15. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: в 6 кн. / Под ред. Э. К. Буренкова. — М.: Недра, 1995. — Кн. 2: Главные р-элементы. — 303 с.
16. Кудерина Т. М. Атмосферный аэрозоль как индикатор опустынивания в аридных и субаридных ландшафтах ЕТР // Степи Северной Евразии: Материалы VII международного симпозиума / Под науч. редакцией А. А. Чибилева. — Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015. — С. 442—443.

GEOCHEMICAL CONTENT OF PRECIPITATION IN FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF KURSK BIOSPHERE STATION

T. M. Kuderina, Ph. D. (Geography), research scientist, kuderina@igras.ru;

V. N. Lunin, Ph. D. (Geography), head of KBS IG, RAS, kursk@igras.ru;

S. B. Suslova, researcher, s.b.suslova@igras.ru, Institute of geography RAS, Moscow

References

1. Opystynivaniye Zasushlivykh Zemel Rossii: Novye Aspekty Analiza, Rezultaty, Problemy [Desertification of Arid Lands in Russia: New Aspects of Analysis, Results, and Problems]. Ed. by V. M. Kotlyakov. M.: KMK, 2009. 298 s. (in Russian)
2. Seinfeld J. H. and Pandis S. N. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. 2nd Edition. — New York: Wiley, 2006. — 1232 s. (in English)
3. Glazovskaya M. A. Geokhimiya prirodnikh i tekhnogennykh landshaftov [Geochemistry of natural and technogenic landscapes], Smolensk: Oikumena, 2002, 288 p. (in Russian)
4. Perelman A. I., Kasimov N. S. Geokhimiya landshafta [Landscape Geochemistry], M.: Astreya-2000, 1999. 610 s. (in Russian).
5. RD 52.04.186—89. Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery [Guidance on air pollution control]. — M.: Gidrometeoizdat, 1991. (in Russian).
6. OCT 15.372—87. Ohrana prirody. Gidrosfera. Voda dlya rybovodnykh hozyajstv. Obshchie trebovaniya i normy. [Nature protection. Hydrosphere. Water for fish farms. General requirements and standards]. M., 1988. 9 s. (in Russian).
7. Kuderina T. M., Suslova S. B., Zamotaev I. V., Kaidanova O. V., Shilkrot G. S., Lunin V. N. Atmogeohimicheskoe sostoyanie lesostepnykh landshaftov Kurskoj biosfernoj stancii IG RAN [Atmogeohimicheskoe sostoyanie lesostepnykh landshaftov Kurskoj biosfernoj stancii IG RAN]. Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustojchivogo razvitiya / Materialy XII Mezhdunar. landshaftnoj konf., Tyumen'—Tobol'sk, 22—25 avgusta 2017 g., Izd-vo TGU. 2017. T. 1, S. 295—297 (in Russian).
8. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Kurskoj oblasti za 2015 god [Report on the state and use of land in the Kursk region for 2015]. — Kursk, 2016. — 96 s. (in Russian).
9. Borisochkina T. I., Kaidanova O. V., Sopryazhennyj monitoring landshaftov v zone aehrotekhnogennogo zagryazneniya tyazhyolymi metallami // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva. [Coupled monitoring of landscapes in the area of aerial technogenic pollution by heavy metals] // Bulletin of Soil Institute. V. V. Dokuchaev. 2009. Vol. 64. S. 57—66 (in Russian).
10. Geoekologicheskiye issledovaniya Kurskoj oblasti [Geoeological studies of the Kursk Region] / Ed. by M. V. Kumani. Kursk: KSU, 2005. 165 s. (in Russian).
11. Zamotaev I. V., Kaidanova O. V., Kuderina T. M., Suslova S. B., Shilkrot G. S. Geokhimiya landshaftov v zonah vozdeystviya promyshlennykh arealov Kurskoj oblasti // Geokhimiya landshaftov. K 100-letiyu so dnya rozhdeniya Aleksandra Il'icha Perel'mana [Geochemistry of landscapes in zones of influence of industrial areas of Kursk region] / Ed. by N. S. Kasimov, A. N. Gennadiyev. APR Moskva, 2017. S. 329—361 (in Russian).
12. Zamotaev I. V., Kurbatova A. N., Kuderina T. M., Shilkrot G. S. Tyazhelye metally v pochvah i vodah lesostepnykh landshaftov v zone vliyaniya Kurchatovskogo promyshlennogo areala // Problemy regional'noj ehkologii [Heavy metals in soils and waters of forest-steppe landscapes in the area of Kurchatov industrial area] // Regional Environmental Issues, 2013. № 4. S. 76—82 (in Russian).
13. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2015 god [The report on the peculiarities of climate on the territory of the Russian Federation in 2015]. Moskva, 2016. 67 s. (in Russian).
14. Zamotaev I. V., Kaidanova O. V., Kuderina T. M., Kurbatova A. N., Suslova S. B., Shilkrot G. S. Dinamika zagryazneniya tyazhelymi metallami gorodskikh landshaftov Kurskoj oblasti // Geopolitika i ekogeodinamika regionov [Dynamics of heavy metal contamination of urban landscapes in Kursk Region] // Geopolitics and ecogeodynamics regions. Simferopol. 2014. Vol. 10, № 2 (13). S. 322—327 (in Russian).
15. Ivanov V. V. Ekologicheskaya geokhimiya elementov: Spravochnik: v 6 kn. [Ecological Geochemistry of elements: Reference book: 6 books] / Ed. by E. K. Burenkov. M.: Nedra, 1995. Kn. 2: Glavnye r-ehlementy. 303 s. (in Russian).
16. Kuderina T. M. Atmosfernyj aerol' kak indikator opustynivaniya v aridnykh i subaridnykh landshaftah ETR // Stepi Severnoj Evrazii: Materialy VII mezhdunarodnogo simpoziuma [Atmospheric aerosol as an indicator of desertification in arid and sub-arid landscapes of European Russia] / Ed. by A. A. Chibilev. Orenburg: IS UrO RAN, Pechatnyj dom "Dimur", 2015. S.442—443 (in Russian).