

с корнями современной растительности, граница с нижним слоем неровная; 20–50 см – светло-бежевые тонкозернистые пески с линзами ожелезнения, корнями современной растительности; 50–80 см – торф черный, сухой, неплотный, с корнями современной растительности; 80–146 см – торф темно-бурый, с включениями древесины; 146–190 – торф плотный, слоистый (с черными глинистыми слоями); 190–195 см – гиттия черная, пластичная, граница с нижним слоем нечеткая; 195–200 см – гиттия слоистая (чередование светло-серых и черных слоев); 200–240 см – суглинки светло-серые плотные. Ниже встречаются валунчики размером 5–10 см. По всей длине вскрытых отложений отобраны пробы на спорово-пыльцевой и палеокарпологический анализы с интервалом 2 см, на $^{230}\text{Th}/\text{U}$ датирование – через 2–4 см. Мощность органогенных отложений, включающие торф и гиттию, составила 150 см. Это значительно меньше, чем в расчистках 1 и 2 [4]. Вероятно, в нашем случае, муравинские (микулинские) межледниковые отложения представлены не в полном объеме. Тем не менее, впервые предполагается совместное геохронологическое и палеоботаническое изучение отложений с интервалом 2–4 см.

Заключение. Предполагается, что на основе детальных комплексных исследований органогенных отложений в разрезе «Черный берег» ($^{230}\text{Th}/\text{U}$ датирование, палеоботаническое изучение несколькими методами) впервые будет дана точная количественная оценка возраста отдельных климатостратиграфических зон муравинского (микулинского) межледниковья. Важно еще раз отметить, что в долине Западной Двины расположен ряд разрезов с погребенными органогенными отложениями. В перспективе их геохронологическое изучение в сочетании с результатами палеоботанических методов позволит надежно обосновать возрастные границы последнего межледниковья.

Литература

1. Литвинюк, Г.И. Новые данные о семенной флоре Черного берега / Г.И. Литвинюк // Материалы геологического изучения земной коры Белоруссии. – Минск, 1978. – С. 107–110.
2. Литвинюк, Г.И. О дриасовой флоре разреза Черный берег (Витебская область) / Г.И. Литвинюк // Актуальные проблемы наук о Земле. Исследования трансграничных регионов. Часть 1. Брест, 2023. – С. 139–143.
3. Максимов, Ф.Е. Хронология и основные этапы развития растительности в центральном регионе Восточно-Европейской равнины в микулинское межледниковье / Ф.Е. Максимов, Л.А. Савельева, А.П. Фоменко, С.С. Попова, И.С. Зюганова, В.А. Григорьев, А.Ю. Петров, С.Ф. Болтрамович, В.Ю. Кузнецов // Геоморфология и палеогеография. – 2024. – Т. 55, № 1. – С. 147–174. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2949178924010098>
4. Санько А.Ф. Неоплейстоцен северо-восточной Белоруссии и смежных районов РСФСР. Минск, 1987. – 177 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД Г. УРГЕНЧ

Н.Р. Таджибаева

**Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
г. Ташкент, Республика Узбекистан, nadira.ruzievna@mail.ru**

Актуальность проблемы эколого-геохимического состояния поверхностных и подземных вод городских территорий обусловлена интенсивной урбанизацией, промышленным развитием и увеличением плотности населения. В городах поверхностные и подземные воды подвергаются значительному антропогенному воздействию: промышленными выбросами, коммунальными сточными водами, утечками химических веществ, а также

выщелачиванием загрязняющих элементов с городской поверхности. Это приводит к изменению химического состава водных ресурсов и формированию техногенных геохимических аномалий, создает дополнительные риски для устойчивого водоснабжения и управления водными ресурсами городов. Поэтому исследование эколого-геохимического состояния поверхностных и подземных вод становятся важнейшими задачами для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития городских территорий.

Материалом исследования служат почвы, грунты, поверхностные и подземные воды с разным химическим составом и минерализацией, опробованные скважинами различного назначения в г. Ургенч и окрестностях Хорезмской области. Для изучения источников были использованы следующие методы: анализ фондовых и литературных источников, выполнены химические анализы проб воды, результаты водных вытяжек из образцов грунта и пород и другие традиционные методы.

Результаты и их обсуждение. Ургенч является административным центром Хорезмской области Республики Узбекистан. Общий характер рельефа обусловлен геологическим строением площади, климатом, процессами эрозии, аккумуляции и дефляции. Ведущая роль принадлежит р. Амударье. Поверхность района, в основном, сложена наносами, принесенными рекой – это песчаные и глинистые отложения мощностью от 15 до 50 м. рельеф представлен низменностью, южная часть которой сложена меловыми и палеогеновыми отложениями, остальная территория образована аллювиальными отложениями антропогена. Поверхность района чуть наклонена с юго-востока на северо-запад. Поверхность выровнена вследствие длительной обработки земли.

Климат района резко континентальный аридный. Годовая величина атмосферных осадков составляет 80–100 мм, годовая испаряемость с водной поверхности по многолетним данным колеблется от 1700 до 2137 мм, что превосходит годовое количество осадков в 15-20 раз. Гидрографическая сеть района связана с Амударьей и её староречьями, пересекающими район в широтном направлении и утратившими постоянную связь с рекой. Каждое из них имеет целую систему притоков. Вся ирригационная система района питается из Амударьи и полностью зависит от её водообильности и режима.

Почвы образовались, главным образом, из аллювиальных отложений, принесенных рекой. Почвы и грунты характеризуются процессами деградации, засоления, снижением плодородия земель, повышенным содержанием тяжелых металлов и сульфатов. Количество гексахлорциклогексана (ГХЦГ) по данным Гаевой Т.Я. и Писарева В.Н. в почвах достигает 3–5 ПДК. Повышенное содержание сульфатов отмечено в почвах, отобранных близ Ургенча, что подтверждает засоленность почв. Загрязнение почв происходит как за счет внесения в почву удобрений и других химических средств защиты растений, так и попадания в почву выбросов промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также вследствие глобальных выпадений. Результаты водных вытяжек из образцов грунта и пород показали, что загрязнение водорастворимыми формами токсикантов имеет локальный характер, валовыми-площадной. Установлено локальное загрязнение грунтов тяжелыми металлами в результате деятельности человека и накопления металлов, в основном, на глинистом сорбционном барьере в зоне аэрации [1].

В зависимости от химических свойств элемента, формы его нахождения и геохимических особенностей почвенных горизонтов, часть из них (Zn, Be, Cr, Mn) осаждается в почве. Элементы с переменной валентностью (Cr, Mn) в результате физико-химических реакций переходят в новые формы и продвигаются вниз по разрезу с инфильтрационными водами. Достигая грунтовых вод и взаимодействуя с ними, элементы образуют новые соединения вследствие замены одних ионов на другие (в зависимости от минерализации и химического состава вод). Труднорастворимые и нерастворимые соединения металлов, неспособные перемещаться с вертикальным водным потоком и хорошо сорбируемые грунтами, осаждаются в верхних горизонтах. Высокие валовые содержания металлов в зоне аэрации свидетельствуют об образовании здесь геохимических барьеров.

Зона аэрации, в основном, сложена суглинками и супесями, что обеспечивает наличие отрицательного заряда на поверхности глинистых минералов. В результате химических реакций катионного обмена здесь осаждаются Li, Be, Zn, Cu, Cd, Pb, Hg, Co, Ni. На участках отсутствия супесчанно-суглинистых прослоек, обнаруживается, так называемый «геохимический коридор», где не наблюдается осаднения. В этом случае, проскочившие «коридор» элементы, попадают в подземный поток грунтовых вод, где и обнаруживаются химическими анализами.

Являясь трансграничными, реки региона подвержены загрязняющему влиянию поступающих сточных вод. Большинство водотоков являются умеренно-загрязненными или загрязненными. Загрязнены так же коллекторно-дренажные воды. Главный источник загрязнения вод – орошаемое земледелие, от которого поступает более 78% общего количества загрязненных вод. Результаты анализов проб воды из поверхностных водотоков показывают, что минерализация колеблется в пределах от 1,07 до 2,54 мг/л., жесткость от 9,00 до 21,4 мг-экв/л., фенолов не превышает ПДК. Обнаружено содержание Zn, Cu, Cd, Pb в поверхностных водотоках [2]. Подземные воды г. Ургенча характеризуются относительно повышенной минерализацией и солоноватые. Содержание сульфатов, превышающих ПДК (500 мг/л) в подземных водах отмечено повсеместно. Содержание хлоридов близко или превышает значение ПДК (350 мг/л). На территории города формируются гидрогеохимические провинции сульфатных и хлоридных типов вод, которые названы так на основе данных химических анализов и превышения в них концентраций SO_4^{2-} и Cl^- над ПДК в 2–3 раза. Минерализация этих вод 0,9–4,0 г/л, что превышает ПДК до 4 раз., значение жесткости 2,5–91,6 мг-экв/л.

Из элементов I класса опасности в подземных водах обнаружены ртуть, бериллий, мышьяк, селен и цинк в концентрациях, не превышающих ПДК. Ртуть встречается редко и в малых концентрациях. Максимальное содержание – 0,00003 мг/л, что составляет 0,06 ПДК. Мышьяк встречается повсеместно, его встречаемость до 50%, в содержаниях, превышающих ПДК не обнаружен. Максимальное содержание 0,0036 мг/л. Цинк встречается часто (76–88%), ПДК (3,0 мг/л) для питьевых вод не достигает. В большинстве проб содержание цинка составляет 2,1 мг/л (0,7 ПДК).

Из элементов II класса опасности, в концентрациях, превышающих ПДК, в подземных водах обнаружены: кадмий, литий, хром и никель. Содержания меди, молибдена и кобальта не превышают ПДК. Кадмий встречается довольно часто. Содержание его достигает 2 ПДК. Литий выявлен в 74% пробах воды. В максимальных количествах он содержится в хлоридных натриевых водах, в концентрациях, достигающих до 3,3 ПДК (0,099 мг/л). Хром не более 1 ПДК. Никель по данным химических анализов встречается в 7–20% проб воды, максимальное содержание – 0,382 мг/л (3,82 ПДК). Медь встречается в 2–16% пробах с содержанием 0,008–0,086 мг/л, что значительно ниже ПДК для вод хозяйственно-питьевого назначения. Молибден и кобальт встречаются редко и обнаружены в концентрациях не более 0,4 ПДК.

Из элементов III класса опасности, в содержаниях, превышающих ПДК, выявлены марганец и стронций. Марганец встречается часто (21–48%), его содержание достигает 0,66 мг/л (6,6 ПДК). Стронций встречается редко, максимальное содержание 11 мг/л (1,57 ПДК) [3].

Закключение. Грунты загрязнены тяжелыми металлами из-за деятельности человека и наличия геохимических барьеров в зоне аэрации. Подземные воды, содержащие тяжелые металлы, не имеют площадного распространения. Они локализованы отдельными участками и приурочены к территориям промышленных зон и отдельных промышленных предприятий. Распределение элементов сонахождения, отражает площади распространения источников загрязнения (промышленных зон) и направление движения грунтового потока, сменяясь за их пределами малокомпонентным составом и более

низкими содержаниями. Выявлено, что сеть эксплуатационных скважин увеличивает потенциальную возможность распространения загрязненных подземных вод в нижние слои водоносного горизонта.

Литература

1. Семенова С.В. Атлас эколого-геологических карт городов Узбекистана в масштабе 1:25000 / С.В. Семенова [и др.] // Фонды ГГП «Узбекгидрогеология». – Ташкент, 2006.
2. Усманов, И.А. К вопросу охраны водоемов бассейна Амударьи / И.А. Усманов // Инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации: сб. науч. докл. 7-й междунар. конф. – Коломна, 2015. – С. 99–103.
3. Худайбергенов, А.М. Геоэкология и сейсмоэкология городов Узбекистана / А.М. Худайбергенов [и др.]. – Т.: Иқтисодиёт, 2014. – 310 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКОГО БАЗИСА – ОСНОВНОЕ НАУЧНОЕ ДОСТИЖЕНИЕ РАЗРАБОТКИ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ» В МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

В.Т. Трофимов, М.А. Харьковина, С.К. Николаева
МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация,
trofimov@rector.msu.ru, kharkina@mail.ru, nikolaeva.sk@gmail.com

1. Идея о взаимодействии литосферы и других абиотических сфер Земли, с одной стороны, и живого с другой возникли достаточно давно. В.И. Вернадский в 1928–1931 гг. сформулировал понятие о биогеохимических функциях живого вещества в земной коре. Понадобилось около 80 лет, чтобы эта идея была реализована на геологическом факультете в виде научного направления и образовательной программы «Экологическая геология». Важнейшее научное достижение заключается в формировании **теоретико-методического базиса экологической геологии**, в основу которого положено учение об экологических функциях литосферы [3]. В учебниках по этой дисциплине, изданных в 2002 и 2024 гг., дается следующее определение: «*Экологическая геология – направление геологических наук, изучающее экологические функции литосферы, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты и прежде всего человека*» [2]. Основные достижения в области экологической геологии заключаются в следующем: выявлены объект и предмет экологической геологии, разработана ее логическая структура, предложена своя терминология. **Объектом** эколого-геологических исследований является эколого-геологическая система, представляющая собой определенный объем литосферы с функционирующей непосредственно в нем или на его поверхности биотой, включая человека и социум. Эколого-геологическая система является только частью экосистемы, в которой в качестве абиотической среды обитания живого рассматривается не только литосфера и ее верхние горизонты – почвы, но и другие неживые оболочки Земли (атмосфера и поверхностная гидросфера).

Предмет экологической геологии – знания (система данных) об экологических функциях литосферы, формирующих эколого-геологические условия [2]. Разработана **методология эколого-геологических исследований**, описаны специальные методы получения и обработки эколого-геологических исследований, включая эколого-геологическое картирование, функциональный анализ эколого-геологических систем, эколого-геологическое прогнозирование и эколого-геологический мониторинг.

2. На геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова все студенты-геологи изучают дисциплину «Экологическая геология» как общепрофессиональную