

Коркина Е.А., Москвина Н.В., Штогрина А.В., Середовских Б.А.

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СИБИРСКИХ УВАЛОВ**

Е.А. Korkina, N.V. Moskvina, A.V. Shtogrina, B.A. Seredovskikh

**THE REGIONAL FEATURES OF THE GEOECOLOGICAL STATUS OF THE SOIL COVER
IN THE EASTERN PART OF THE SIBERIAN UVALY REGION**

Аннотация. Выявлены региональные геохимические особенности почвенного покрова территории природного парка (ПП) «Сибирские увалы». Проведён сравнительный анализ свойств фоновых почв Сибирских увалов (подзол языковатый криометаморфический, олиготрофная торфяная почва, аллювиальная дерновая почва) и техногенных поверхностных образований (ТПО), сконструированных на месторождениях добычи нефти и газа. Традиционными аналитическими методами экологического мониторинга изучены химические свойства основных типов почв и ТПО: реакция среды, содержание органического вещества, подвижных соединений фосфора, содержание основных засоляющих сульфатов- и ионов-хлоридов в водной вытяжке. Установлены концентрации подвижных форм некоторых тяжёлых металлов (Pb, Ni, Cr, Cu, Mn) и содержание нефтепродуктов в основных типах почв исследуемой территории. Определены региональные особенности геохимического фона природного парка: повышенное содержание нефтепродуктов, подвижных форм марганца и цинка в органогенных горизонтах естественных фоновых почв, находящиеся на территории особо охраняемых природных территорий, которые являются своеобразным резерватом с фоновым состоянием природной среды. Наличие засоляющих веществ, могут быть проявлением переноса морских солей южными ветрами, с осаджением на возвышенности Сибирских увалов, а также могут быть результатом мерзлотных процессов при выпучивании солей из отложений морского генезиса. Результаты исследований могут быть использованы предприятиями нефтегазового комплекса для сравнения исходной загрязнённости лицензионных участков с фоновыми показателями при

Abstract. The regional geochemical characteristics of the soil cover of the “Siberian Uvaly” natural park’s territory have been revealed. The comparative analysis of the background soils properties in Siberian Uvals (Podzol Arenic Turbic, Histosols Gelic and Fluvisols) and technogenic surface formations (TSF) constructed at oil and gas production fields was conducted. The chemical properties of the main types of soils were studied using traditional analytical methods of environmental monitoring: reaction of the medium, content of organic matter, mobile phosphorus compounds, content of the main salinizing sulfates and chloride ions in the water extract. Concentrations of mobile forms of some heavy metals (Pb, Ni, Cr, Cu and Mn) and the content of petroleum products in the main types of soils of the study area were also determined. Regional peculiarities of the geochemical background of the natural park were identified: increased content of oil products, manganese and zinc in organogenic horizons of natural background soils, located within the territory of specially protected natural areas, which act as a kind of reserve for maintaining the natural environment in its natural state. The presence of saline substances in the area may be a consequence of sea salt being transported by southern winds and with deposited on the uplands of the Siberian Uvaly. It could also be due permafrost processes in the process, which release salt from marine sediments. Oil and gas companies can use the research results to compare the initial contamination of licensed areas with background indicators when planning field

проектировании обустройства месторождений. Интенсивное нефтегазовое освоение территорий, сопровождающееся воздействием на геосистемы, требует проведения систематического мониторинга состояния окружающей среды.

Ключевые слова: ХМАО-Югра; возвышенность Сибирские увалы; техногенное загрязнение почв; нефтепродукты; хлориды и сульфаты; подзолы; торфяные олиготрофные почвы.

Сведения об авторах. Коркина Елена Александровна, ORCID: 0000-0001-8578-4112, канд. геогр. наук, доцент, Нижневартровский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия, lenaknv@gmail.com; Москвина Наталья Викторовна, ORCID: 0000-0001-6749-148X, канд. биол. наук, доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, nvmoskvina@mail.ru.; Штогрин Алена Викторовна, ORCID: 0009-0005-5743-9131, Нижневартровский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия, alenashtogrina@bk.ru; Середовских Борис Анатольевич, ORCID: 0000-0003-2715-2146, канд. геогр. наук, доцент кафедры географии, Нижневартровский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия, geoboris@mail.ru.

development. Intensive oil and gas development of territories, accompanied by the impact on geosystems, requires systematic monitoring of the environment.

Keywords: Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra; Siberian Uvaly uplands; anthropogenic soil pollution; petroleum products; chlorides and sulfates; podzols; peat oligotrophic soils.

About the authors: Elena A. Korkina, ORCID: 0000-0001-8578-4112, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, lenaknv@gmail.com; Natalia V. Moskvina, ORCID: 0000-0001-6749-148X, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Perm State National Research University, Perm, Russia, nvmoskvina@mail.ru; Alena V. Shtogrina, ORCID: 0009-0005-5743-9131, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, alenashtogrina@bk.ru; Boris A. Seredovskikh, ORCID: 0000-0003-2715-2146, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, geoboris@mail.ru.

Коркина Е.А., Москвина Н.В., Штогрин А.В., Середовских Б.А. Региональные особенности геоэкологического состояния почвенного покрова восточной части Сибирских увалов // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2025. № 1(69). С. 76-99. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/25-1/07>

Korkina, E.A., Moskvina, N.V., Shtogrina, A.V., & Seredovskikh, B.A. (2025). The Regional Features of the Geoecological Status of the Soil Cover in the Eastern Part of the Siberian Uvaly region. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, 1(69), 76-99. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/25-1/07>

Введение

В условиях увеличения антропогенной нагрузки на северотаёжные экосистемы, определение региональных допустимых уровней загрязнителей для почв является актуальной задачей. Региональные нормативы качества почв должны учитываться исходя из методических рекомендаций, установленных Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, а также исходя из типов и свойств почв, которые могут значительно варьировать в зависимости от географического положения и климатических условий. В этом контексте важным является подход, основанный на комплексной оценке состояния окружающей среды, который позволит учитывать взаимодействие между различными компонентами экосистемы.

Природно-климатические условия северотаёжной зоны и широкий спектр загрязняющих веществ затрудняют проведение геоэкологической оценки почвенного

покрова. В связи с интенсивностью и своеобразием техногенных загрязнений на обширной территории Севера Западной Сибири возникают сложности с выявлением ответной реакции природных комплексов различного ранга на техногенное воздействие. Очевидно, что техногенное воздействие приводит к деградации геосистем, в том числе их почвенной составляющей.

К настоящему времени на региональном уровне достигнут значительный уровень знаний, накопленный при изучении эколого-геохимических параметров природных и техногенно-измененных ландшафтов нефтегазодобывающих районов Западной Сибири. Однако, не все региональные особенности геохимического фона Ханты-Мансийского автономного округа – Югры представлены в работах исследователей; работа в данном направлении продолжается. Известно, что геохимический фон зависит от ландшафтообразующих факторов, и эти особенности необходимо учитывать при региональном мониторинге.

Исследования влияния техногенеза на почвы Западной Сибири, в основном касались воздействия техногенных потоков [23; 31]. Наличие в добываемом сырье, в технологических и сопутствующих выбросах, в отводимых водах, в образующихся твердых отходах широкого круга органических и неорганических поллютантов, коренным образом меняют химический состав почв [24; 34]. Н.П. Солнцева [30] исследовала влияние нефтедобывающей промышленности на почвы Среднеобской низменности. Однако, в её исследованиях не охвачена территория возвышенности Сибирских увалов. Также не охвачена исследуемая территория в работах Л.А. Изерской и Т.Е. Воробьёвой [11], Д.В. Московченко и А.Г. Бабушкина [19]. Изучив содержание подвижных форм Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Fe, авторы выявили, что случаи превышения ПДК таких элементов, как Pb, Zn, Cu, Mn и Ni чаще отмечаются для почв с высоким накоплением органического вещества – аллювиальных и торфяных почв. В своей монографии Д.В. Московченко [18] акцентирует внимание на особенностях радиальной дифференциации микроэлементов Mn, Pb, Zn в почвенном покрове возвышенности Сибирских увалов. Вместе с этими исследованиями недостаточно изучены соотношения нефтепродуктов, как называет А.Н. Геннадиев [4] различных групп углеводов в почвах с фоновыми почвами зонального ряда. В научной литературе очень мало работ, где присутствуют данные об уровнях содержания, составе и генезисе углеводов в почве и нет межзональных сопоставлений и оценки значения зональных условий для формирования состава углеводов в почвах.

В то же время, вопросы, связанные с миграцией и концентрацией в почвах нефтепродуктов, микроэлементов, тяжёлых металлов и биогенных элементов изучены слабо, особенно в зонах локального и опосредованного влияния объектов нефтегазодобывающей промышленности [6; 8; 27]. Основное количество нефти сосредотачивается в подстилке и верхнем минеральном горизонте почвы. Загрязнение подстилki вызывает необратимые последствия: уничтожение банка семян и зачатков, практически полную гибель почвенного микробного и животного населения, выпадение

мохово-лишайникового яруса [5; 24; 31]. В условиях северотаёжных районов Западной Сибири техногенное воздействие вызывает резкое изменение таких морфологических признаков почвы, как окраска, структура и сложение. В частности, заметно ухудшаются структура и сложение почв, усиливаются признаки процесса оглеения, проявляющиеся в обильном появлении сизых пятен в верхней зоне профиля, в наибольшей степени подвергнувшейся загрязнению нефтью.

Степень нарушения природных экосистем зависит как от интенсивности техногенных воздействий, так и от устойчивости системы, т. е. её способности сохранять свои свойства и параметры режимов в условиях интенсивных антропогенных воздействий. Все это определяет особую актуальность детального комплексного исследования, нацеленного на получение объективной оценки эколого-геохимических особенностей территории, находящейся под техногенным воздействием нефтедобычи. Сравнительная характеристика идентичных типов почв и почвогрунтов, сформированных в одинаковых геоэкологических условиях, необходима для понимания региональных особенностей физико-химических и химических свойств почв.

Целью исследования является выявление региональных особенностей основных типов почв восточной части природного парка «Сибирские увалы». В качестве информационной базы исследования использованы фондовые материалы по геоэкологическому мониторингу с 2001 по 2023 гг., размещенные в архиве научного отдела природного парка «Сибирские увалы», а также результаты полевых и камеральных исследований почв [9; 13]. Мониторинг почвенного покрова на территории восточной части Сибирских увалов проводился с целью установления основных фоновых свойств почв и оценки степени загрязнения почвенного покрова охраняемой территории.

Объект исследования

Почвенный покров Сибирских увалов сформировался в холодных и сухих континентальных условиях в конце плейстоцена – начале голоцена [1; 24]. Система возвышенностей Сибирские увалы, состоящая из восточной и западной частей, располагается между параллелями 62° и 65° с.ш. и относится к северотаёжной подзоне Западно-Сибирской равнины (рис. 1).

Сибирские увалы сформированы среди чашеобразных заболоченных впадин и простираются от р. Енисей до р. Обь на 1000 км. Абсолютная высота возвышенностей определяется от 90 до 175 м БС. Здесь сформированы уникальные по своей эстетике ландшафты, встречаются виды растений и животных, занесенные в Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Для сохранения уникальности природных объектов в 1998 году была создана особо охраняемая природная территория – природный парк «Сибирские увалы» (далее – ПП).



Рис. 1. Местоположение точек отбора проб на территории восточной части Сибирских увалов

Растительные ассоциации в основном представлены сосновыми бруснично-лишайниковыми и бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолах с признаками криогенеза (рис. 2). Особое значение в природоохранной деятельности отводится мохообразным: антоцеротовидным и листостебельным мхам, распространенным, в том числе на олиготрофных и мезотрофных сфагновых болотах. Часть видов являются редкими на всей территории ХМАО-Югры. Например, такие как: *Bryum cyclophyllum* Schwaegr., *Polytrichum jensenii* Hag., *Sphagnum aongstroemii* Hartm. [17]. В зрелых сообществах среднего уровня пойм рек на аллювиальных слоистых почвах (рис. 2) травостой состоит из *Calamagrostidetum langsдорффи purum* (Link) Tzvelev, *Calamagrostidetum langsдорффи filipendulosum ulmariae*, *Equisetum arvense* L., *Tanacetum bipinnatum* (L.) Sch. Bip., *Artemisia vulgaris*, *Senecio vulgaris* L., *Solidago virgaurea* L., *Galium trifidum* L., *Cerastium jenisejense* Hult., *Hieracium subarcticum* Norrl., *Rumex thyrsiflorus* L. [15]. Недоступность территории определяет сохранность уникальных ландшафтов. Однако интенсивно развивающаяся добыча нефти приближается к границам ПП и располагается в 60 км к западу от естественных границ ПП «Сибирские увалы» (рис. 1).

Автоморфные позиции обладают хорошим дренажом, промывным типом водного режима. Потоки влаги и мигрирующие с ней химические элементы и соединения оказывают влияние на дифференцированность горизонтов почвенного профиля. Под влиянием органических кислот хвойно-лишайникового опада идет образование подзолистого горизонта [28]. Основным элементарным почвообразовательным процессом является альфегумусовый. Региональная особенность отмечена в морфологическом строении подзолов. Подзолы (точка 1-П) формируются под воздействием криогенных процессов, их

минеральный скелет состоит из почвообразующих пород флювиогляциального генезиса, местами с моренным материалом [26]. Бугристо-западинный рельеф, залегающие в нижней части почвенного профиля грунтовые воды и криогенные процессы формируют морфологическое строение данного типа почв (рис. 2). Почвенный профиль подзола языковатого криометаморфического имеет четыре основных горизонта и один переходный горизонт с псевдофибрами от иллювиально-железистого к материнской породе.

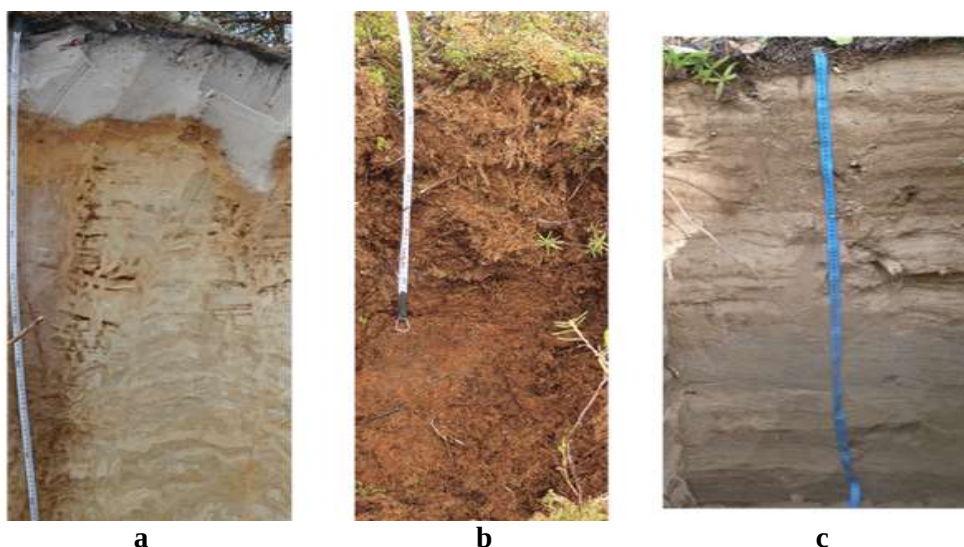


Рис. 2. Основные типы почв Сибирских увалов: а) подзол языковатый криометаморфический (точки 1-П, 44-Ф, 97-Ф); б) олиготрофная торфяная почва (точки 5-П, 57-Ф); с) аллювиальная дерновая почва (точки 3-П, 49-Ф)

Притеррасные повышения слабо приподняты и всхолмлены, заняты сосновыми лесами с примесью кедра и лиственницы. На притеррасных поверхностях процесс подзолообразования выражен слабо, элементарным почвообразовательным процессом является элювиально-глеевый [7]. В центральных частях плоских водоразделов, где сток поверхностных вод ослаблен, появляется переувлажнение, способствующее развитию болотного процесса и формированию почв с оторфованным поверхностным горизонтом. Уменьшение степени расчлененности рельефа, близкое залегание грунтовых вод способствует торфообразовательному почвенному процессу и формированию торфяных олиготрофных почв.

Разрез торфяной олиготрофной почвы (точка 5-П) заложен на гряде олиготрофного болота долины реки Глубокий Сабун (рис. 2). Гряды представляют собой повышения относительно среднего уровня болота, высотой 0,5–1,0 м, которые покрыты сосново-кустарничково-сфагновыми или кустарничково-сфагновыми сообществами. Древесный ярус редкий, образован сосной, высота которой не более 5 м. Возраст сосны не превышает 180 лет, средний возраст порядка 90–100 лет. Кустарничковый ярус представлен в основном *Ledum palustre* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Andromeda polifolia* L. *Vaccinium vitis-idaea* L.. Моховой ярус почти сплошь образован *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr.. В

моховом покрове незначительная примесь *Sphagnum magellanicum* Brid. и *S. balticum*. (Russ.) Russ. ex C.Jens. Мочажины заняты осоково-сфагновыми сообществами. Среди таких осок, как *Carex rostrata* Stokes, *C. lasiocarpa* Ehrh., *C. pauciflora* Lightf., *C. limosa* L., *Eriophorum vaginatum* L., *E. russeolum* Fries, *E. polystachion* L.. В моховом ярусе – сплошной покров образуют *Sphagnum angustifolium* (L.) Holub и *S. riparium* Aongst. [14]. Торфяная олиготрофная почва имеет следующую морфологическую характеристику. Очёс, мощностью 20 см, представлен мокрым сфагнумом светло-коричневого цвета, на глубине 20–80 см верхний торфяной горизонт представлен мокрым, слабо разложенным, светло-коричневым торфом, в горизонте включения корневой системы кустарничковой и травянистой растительности – 60%, на глубине 80–250 см торф сырой, средней степени разложенности, бурый с видимыми остатками стеблей мхов. Торфяная залежь сформирована на сизых песчаных отложениях.

В поймах реки Глубокий Сабун и его притоков развиваются аллювиальные дерново-слоистые почвы (точка 3-П) (рис. 2) под лиственнично-кедровым зеленомошно-мелкотравным лесом [7; 15]. Низкие поймы р. Глубокий Сабун развиты слабо и представляют собой тёмные песчаные пляжи с включением диабаз-базальтового состава, состоящие из основного плагиоклаза, пироксена, магнезиального оливина [13]. Зрелая пойма р. Глубокий Сабун имеет абсолютную высоту 110 м. Поверхность изрезана старичными ложбинами до 1,5 м. Микрорельеф представлен биогенной бугристостью. В подросте: *Pinus sibirica* L., *Abies sibirica* Ledeb. Живой надпочвенный покров представлен: гипновыми мхами, *Linnaea borealis* L., *Equisetum sylvaticum*. Почвенный профиль представлен маломощным серогумусовым горизонтом – АУ, его средняя мощность составляет 5 см. Окраска однородная, цвет буровато-коричнево-серый. Горизонт густо пронизан корнями растений. Серый цвет горизонту придает минеральная основа пойменного аллювия, представленная супесью диабаз-базальтового состава. Сложение рыхлое. Пачка пойменного аллювия (горизонт С⁺) представлена прослойками песка бежевого цвета и серовато-темнобежевого цвета. Полосы располагаются примерно через 10 см. На глубине 66, 78 и 85 см фиксируются слои погребенных гумусовых горизонтов мощностью до 1 см. Корнеобитаемый слой до 60 см. Аллювиальная дерновая почва сформирована в центральной пойме р. Глубокий Сабун.

В зоне техногенеза были обследованы фоновые зональные почвы: подзолы иллювиально-железистые на флювиогляциальных песках – точки 44-Ф и 97-Ф; торфяная олиготрофная почва – точка 57-Ф; аллювиальная оторфованная дерновая – точка 49-Ф. Почвы фона сравнивались с идентичными типами почв на территории ООПТ. Также, естественный геохимический фон исследуемых почв сравнивали с техногенными поверхностными образованиями (ТПО): нефтезагрязненный подзол – точка 96-Т; нефтезагрязненный торф верхового болота – точка 56-Т; рекультивированный участок – точка 98-Т; песчаная отсыпка инженерных конструкций – точки 52-Т, 45-Т.

Материалы и методы исследования

Геоэкологический мониторинг почвенного покрова на территории ПП «Сибирские увалы» проводится регулярно с целью установления фоновых концентраций основных химических веществ на территории, не отягощенной антропогенным и техногенным воздействием. Почва является консервативной, длительно формирующейся средой обитания, поэтому геоэкологический мониторинг на фоновой территории ПП проводится с периодичностью 1 раз в 3 года. Мониторинг почв на территории ПП «Сибирские увалы» для определения геохимического фона ведется по 3 основным типам почв: подзолы иллювиально-железистые, аллювиальные почвы р. Глубокий Сабун, торфяные олиготрофные. В нашем исследовании проанализированы данные мониторинга за 2007, 2011 и 2023 гг.

Почвенные пробы отобраны в соответствии с Программой (проектом) комплексного экологического мониторинга в границе ПП «Сибирские увалы» [21].

В зоне техногенеза были отобраны пробы типичных зональных почв, находящиеся непосредственно на месторождениях, и грунты с нарушенных участков, где осуществляется нефтедобыча. Отбор проб для геоэкологического мониторинга является одним из значимых факторов для сравнения показателей. При сравнении свойств почв необходимо учитывать, что верхние органогенные горизонты будут различны у разных типов почв. У подзолов формируется, как правило, маломощная лесная подстилка (1–5 см), возможно, подстилающая снизу прослойку угля, имеющую пирогенное происхождение. У торфяной олиготрофной почвы органогенный слой – торфяные горизонты, как правило, имеют мощность более 70 см.

С целью выявления региональных особенностей были отобраны образцы почв из всех генетических горизонтов. Так как техногенные грунты представляют собой, как правило, песчаные замазученные насыпи или рекультивированные торфяной крошкой площадки, сравнивать такие объекты с естественными почвами необходимо с пониманием конструкции ТПО. Отбор проб производился послойно. Сложности анализа вещественного состава определяются многими региональными особенностями почв. Например, при отборе торфяной пробы от 0–25 см, в пробу может попасть больше корней, угольки или остаток древесных пород, что в итоге даст в пробе больший процент углерода, чем чисто отобранный моховый очес.

Методы отбора и подготовки проб использовались в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84. Анализ проб почв и ТПО проводился по методикам, аккредитованным в Нижневарттовском отделе филиала Федерального государственного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому Федеральному округу» по Ханты-Мансийскому автономному округу. Определяли рН водной вытяжки, удельную электропроводность, содержание хлоридов и сульфатов в водной вытяжке – ГОСТ 26423-85, обменный аммоний – ГОСТ 26489-85, нитраты – ГОСТ 26488-85, фосфор подвижный в вытяжке по Кирсанову – ГОСТ 26207-91, органическое вещество гравиметрическим

методом – ГОСТ 26213-91, содержание нефтепродуктов – РД 52.18.647-2003, содержание подвижных форм свинца, цинка, меди – МУ 08-47/152, подвижного марганца – ПНД Ф 16.1:2.2.263-09, подвижного никеля – ПНД Ф 16.1:2.2.263-10, хрома – ПНД Ф 16.1:2.2.263-11.

Геохимические показатели почв фоновой территории ПП сравнивали по годам и по типам почв с показателями, полученными в почвогрунтах в зоне техногенеза восточной части Сибирских увалов. Анализ данных позволяет определить направленность почвенных процессов, уровень воздействия техногенеза и оценить экологическое состояние экосистем.

Результаты исследования

Присутствие нефтепродуктов в органогенных (преимущественно торфяных) горизонтах почв ПП Сибирские увалы, по-видимому, является региональной особенностью. Торфяные олиготрофные почвы в ХМАО – Югре являются самыми распространенными типами почв. Это основной тип почв на месторождениях, и он же наиболее часто подвергается рекультивации после техногенных воздействий.

Существует проблема корректного определения нефтепродуктов в торфяных и органогенных пробах. Гетерогенность органического вещества не позволяет определить гравиметрическим методом загрязняющие вещества – ароматические углеводороды в органогенных пробах. Для получения оценок многолетнего тренда изменения Сорг требуются соблюдение условий к отбору проб и методов Сорг определения [37]. В одной пробе возможен сильно разнящийся градиент результата, зависящий от ботанического состава органогенной пробы [25]. Поэтому, одной из региональных проблем является определение реального количества Сорг и нефтепродуктов в почвах с высоким содержанием органического вещества (в-ва), к ним относятся торфяные почвы, включая олиготрофные, эуротрофные подтипы почв.

Необходимо понимать, что фоновые почвы ПП «Сибирские увалы» не имеют источника загрязнения нефтепродуктами. Месторождения находятся ниже по рельефу и по территориям, освоенным гидрографической сетью, поэтому исключается перенос загрязнителя. Однако, в пробах почв ПП фиксируется содержание нефтепродуктов, в незначительном объеме для минеральных почв и значительное – для органогенных горизонтов торфяных почв. Примером может быть точка 5-П – торфяная олиготрофная почва с содержанием нефтепродуктов, варьирующим от 1409 до 3790 мг/кг в разные годы исследования. Результаты определения содержания нефтепродуктов и органического вещества в почвах отражены на графике (рис. 3). Здесь просматривается взаимосвязь содержания органического вещества и нефтепродуктов в фоновых торфяных олиготрофных почвах (57-Ф).

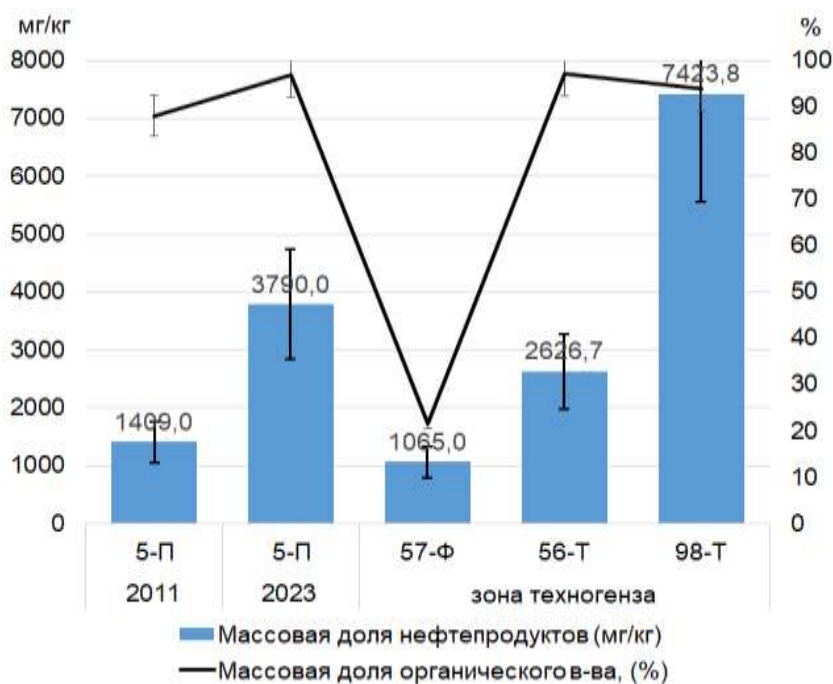


Рис. 3. Среднее содержание органического вещества и нефтепродуктов в пробах фоновых торфяных олиготрофных почв и торфяных нефтезагрязнённых в зоне техногенеза

Результаты исследования почв ПП «Сибирские увалы» показали заметно более низкое содержание нефтепродуктов в минеральных горизонтах по сравнению с органогенными: в аллювиальных почвах (разрез 3-П) оно составляет 56,9–169 мг/кг в разные годы исследований; в минеральных горизонтах подзолов (1-П) – от 14,1 до 168 мг/кг. В зоне техногенеза органогенный горизонт аллювиальной почвы имеет высокое содержание органического вещества – 48,9% и нефтепродуктов – 1922,1 мг/кг. Прослеживается взаимосвязь между содержанием органического вещества и нефтепродуктов в органогенных горизонтах почв (рис. 4); отчасти это может быть связано с особенностями аналитического определения того и другого показателя.

При определении содержания нефтепродуктов в фоновых подзолах и техногенных поверхностных образованиях, сконструированных из литологического материала отложений, слагающих поверхность возвышенности Сибирских увалов и загрязненных в процессе нефтяного хозяйства, обнаружили, что в пробах песчаного состава низкое содержание органического вещества (от 0 до 2%); содержание нефтепродуктов сравнительно невысоко (от 50 до 56 мг/кг). Относительно высокое содержание нефтепродуктов определяется для нефтезагрязнённого подзола (96-Т) – 3069 мг/кг и рекультивированного участка (98-Т) – 7424 мг/кг.

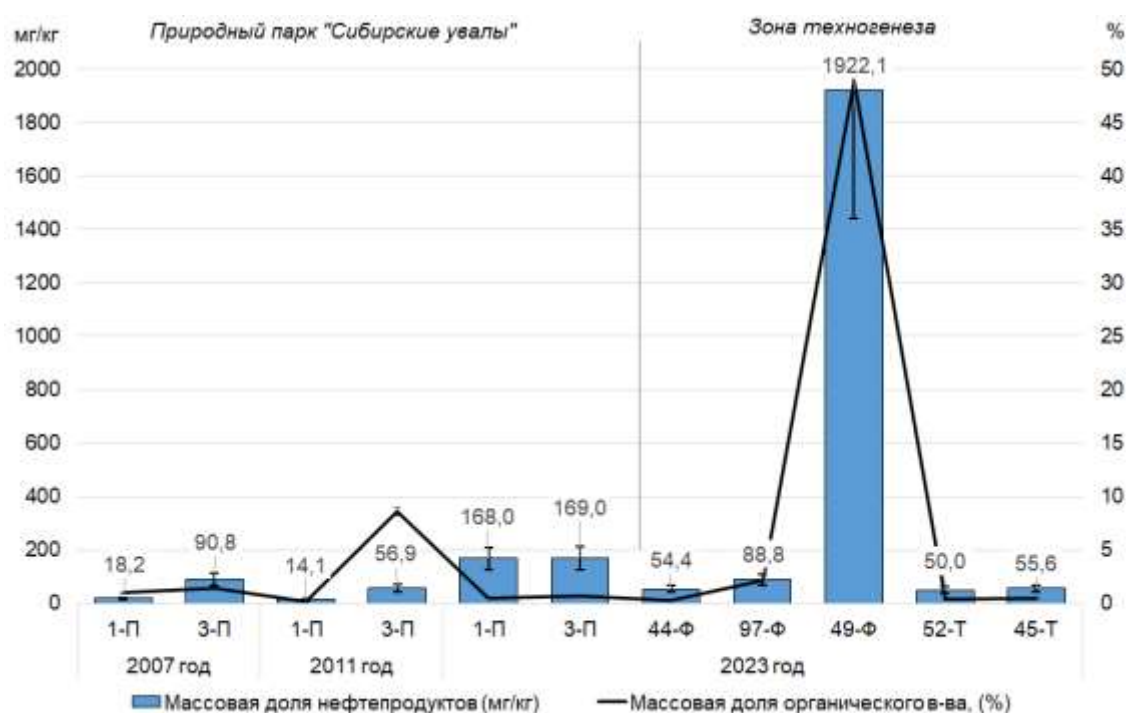


Рис. 4. Содержание органического вещества и нефтепродуктов в пробах подзолов, аллювиальных почв ПП «Сибирские увалы» и техногенных поверхностных образований месторождений нефти и газа

Нефтепродукты являются основным загрязнителем в зоне техногенеза северотаёжной зоны. Попутными загрязнителями, нарушающими биологические процессы в почве, являются сульфаты, хлориды, которые используются в буровых растворах при добыче нефти и капитальном ремонте скважин, а также могут содержаться в минерализованных подземных водах, используемых для поддержания пластового давления в скважинах. В результате проведения рекультивационных работ традиционно добавляются калийно-фосфорно-азотные удобрения. Таким образом, при сочетании техногенных и естественных процессов в почвах изменяется баланс таких элементов и их соединений как калий, азот, фосфор, хлор, сера и пр. Знать фоновую концентрацию этих элементов важно для понимания вклада техногенных процессов. Результаты определения хлоридов и сульфатов в водной вытяжке фоновых почв и ТПО нефтяных месторождений показаны на рисунке 5.

Региональный аспект для территории возвышенности Сибирские увалы – присутствие ионов хлоридов и сульфатов в поверхностных горизонтах почв и ТПО. В почвах с промывным водным режимом легкорастворимые соли, в частности хлориды и сульфаты натрия, калия и магния, выносятся за пределы профиля с током почвенной влаги. В большинстве проб почв с фоновых территорий ПП «Сибирские увалы» отмечено крайне незначительное содержание хлоридов и сульфатов в водной вытяжке. Исключение отмечено в поверхностном торфяном горизонте олиготрофной торфяной почвы разреза 5-П (рис. 5) – суммарное содержание ионов хлоридов и сульфатов в пробе составило более 400 мг/кг, что сравнимо с аналогичными показателями некоторых проб ТПО из зоны техногенеза.

Поскольку на территории ПП «Сибирские увалы» лишь в одной почве, из всех исследованных обнаружено заметное повышение содержания ионов легкорастворимых солей в водной вытяжке, необходимо провести дополнительные исследования, возможно, данный факт связан с гидрогеологическими и криологическими процессами.

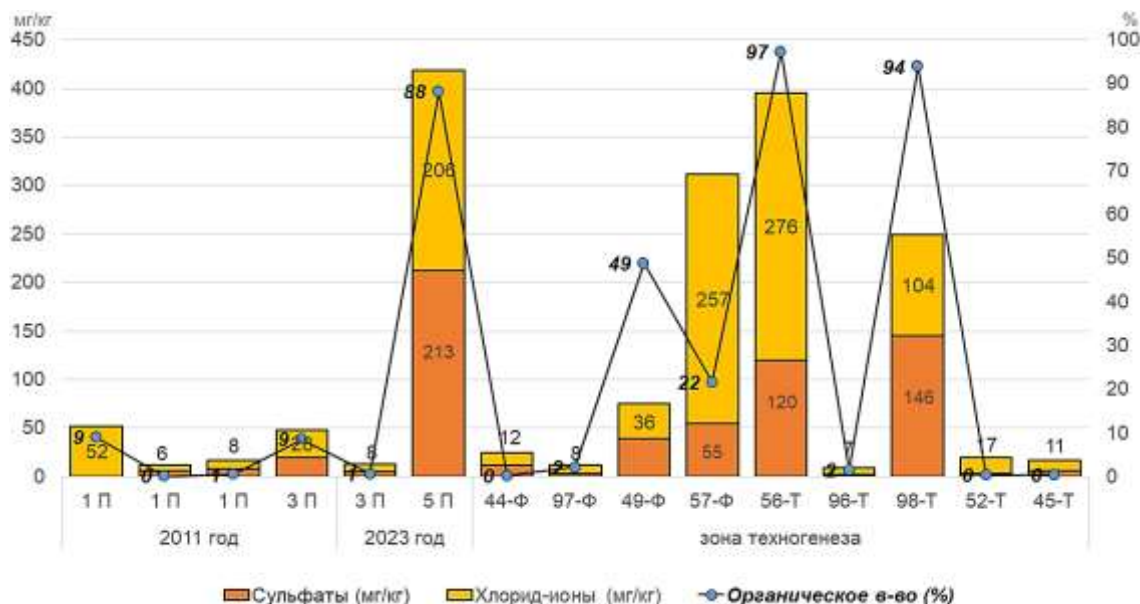


Рис. 5. Содержание ионов сульфатов, хлоридов и органического вещества в пробах почв ПП и техногенной зоны возвышенности Сибирские увалы

Соединения фосфора входят в состав органического вещества почв; часть фосфора в почве входит в кристаллическую решетку минералов (вивианит, апатит) и находится в почве в обменном состоянии. Фосфор органических соединений переходит в доступную форму после минерализации их микрофлорой. В минеральных почвах, в подзолах, его содержание низкое, составляет в среднем 20 мг/кг, в органических горизонтах аллювиальных почв – в среднем 50 мг/кг, в торфяных почвах – 70 мг/кг. Содержание подвижных форм фосфора остается низким для питания растений и показывает низкое плодородие, особенно для подзолов иллювиально-железистых. Отмечается наиболее высокое содержание определяемых элементов в почвах с высоким содержанием органического вещества в почве.

Постоянный контроль над фоновым состоянием естественных почв является важным звеном в общей оценке геохимического фона природной среды. Результаты определения содержания подвижных форм тяжёлых металлов в почвах фоновых территорий и в пробах техногенных поверхностных образований резко отличаются (табл.).

Таблица

Содержание подвижных форм свинца, цинка, никеля, хрома и меди в пробах почв и техногенных поверхностных образований территории «Сибирские увалы»

Наименование показателей	Мониторинговые точки природного парка «Сибирские увалы» по годам							Зона техногенеза точки располагаются на возвышенности Сибирские увалы									
	2007	2007	2011*	2011*	2011*	2023	2023	2023									
	1 П	3 П	1 П	3 П	5 П	1 П	3 П	5 П	44-Ф	97-Ф	49-Ф	57-Ф	56-Г	96-Г	98-Г	52-Г	45-Г
Свинец, мг/кг	4,6	3,9	0,3±0,1	0,8±0,3	1,5±0,5	<2	<2	3,2±1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	13,8±4,1	18,0	1,0
Цинк, мг/кг	0,5	5,1	7,4±3,3	9,7±4,4	48,3±22	<1	<1	13±6	1,0	1,0	1,8±0,5	11,3±3,4	34,7±10,4	1,0	15,5±4,6	1,0	1,0
Марганец, мг/кг	21,1	399,7	6,5±1,6	5,7±1,4	6,5±1,6	<2	6,6±2	92±28	1,0	1,0	1,5±0,4	33,2±10	121,1±36,3	1,0	22,4±6,7	18,0±5,4	12,7±3,8
Никель, мг/кг	2,0	5,3	4,8±1,1	3,0±0,7	1,9±0,5	<2	<2	<2	1,0	1,0	1,3±0,4	5,8±1,8	5,9±1,8	1,1	1,0	1,3±0,4	1,0
Хром, мг/кг	4,7	17,0	1,5±0,4	3,1±0,7	2,0±0,5	<2	<2	<2	1,0	1,0	1,0	1,0	5,9	1,0	1,0	1,0	1,0
Медь, мг/кг	-	-	1,5±0,7	2,3±1,0	3,6±1,6	<2	<2	<2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2±0,4	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание: *Валовое содержание показателей в пробах почв и ТПО.

В зоне техногенеза фиксируется высокое содержание свинца, но не выходящее за пределы ПДК. Для рекультивированного участка 98-Т – 13,8 мг/кг, для отсыпной площадки под инженерные конструкции 52-Т – 18,0 мг/кг. Незначительное содержание меди – от 1,5 до 3,6 мг/кг фиксируется в естественных фоновых почвах, в зоне техногенеза ниже 1,2 мг/кг. Содержание никеля превышает нормы ОДК для почвы на верховом болоте, где торфяная почва подверглась загрязнению нефтью. Среднее валовое содержание цинка в почвах природного парка, зафиксированное в ходе мониторинга в 2011 г. (табл.), составляет 48,3 мг/кг для торфяных почв верховых болот Сибирских увалов, в минеральных почвах его содержание значительно меньше 0,5–9,7 мг/кг. Отмеченная закономерность сохраняется и

для подвижных форм цинка: в торфяной олиготрофной почве его содержание намного выше, чем в минеральных и почвах и составляет в среднем 13 мг/кг (табл.). В зоне техногенеза низкие значения содержания цинка – не более 1,0 мг/кг – имеют отсыпанные инженерные конструкции. Техногенные поверхностные образования с торфом показывают повышенное содержание цинка, практически в два раза.

Региональными особенностями геохимического фона в почвах является высокое содержание железа и марганца [29]. Для подзолов содержание подвижного железа 356,7 мг/кг, для торфяных олиготрофных почв – 11390 мг/кг. В техногенных поверхностных образованиях содержание подвижного железа низкое – 50 мг/кг, в нефтезагрязненном подзоле фиксируется 84 мг/кг. Содержание подвижных форм марганца для подзолов от 1,1 до 5,67 мг/кг, для аллювиальных дерновых почв – 399,7 мг/кг, для торфяных олиготрофных почв 5,49–6,46 мг/кг, повышенное содержание марганца фиксируется для нефтезагрязненных торфяных грунтов 33,1–34,7 мг/кг.

Обсуждение результатов исследования

Почвенные комбинации возвышенности Сибирские увалы зависят от орографических особенностей и подчиняются гидротермическим режимам [28]. Здесь сформированы на флювиогляциальных песчаных отложениях подзолы языковатые криометаморфические. В междуречьях, где изменяется водно-миграционное направление и происходит интенсивное торфообразование, формируются торфяные олиготрофные почвы. В интразональных ландшафтах подчиненных пойм рек формируются аллювиальные дерновые почвы; в зависимости от пойменного режима и других факторов аллювиальные почвы могут быть с более оторфованными органогенными горизонтами и с более оглееными минеральными горизонтами. Данные факторы необходимо понимать в ходе отбора почвенных проб для целей экологического мониторинга. Геохимический фон зональных почв будет отличаться для разных ландшафтных провинций в зависимости от состава и генезиса.

Углеводороды – основной компонент нефти и нефтепродуктов, но необходимо учитывать, что они входят в состав веществ, содержащиеся в почвенном гумусе и растительных остатках [25; 37]. Результаты исследований показали, что на фоновой территории ПП нефтепродукты определяются в почвах с высоким содержанием органического вещества (торфяные олиготрофные почвы), поэтому региональным аспектом являются определяемые нефтепродукты в почвах, незатронутых техногенным воздействием и нефтяным хозяйством. В ХМАО-Югре действует Постановление Правительства округа №446-П от 10 декабря 2004 г, которым установлен региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ». Для верхних торфяных горизонтов максимальные значения допускаются до 10000 мг/кг. При мониторинге почвенного покрова в границах ПП определяются нефтепродукты для торфяных олиготрофных почв в количестве от 1224,7 до 3790,0 мг/кг, что не выходит за допустимые пределы регионального норматива. Также, высокие концентрации нефтепродуктов на территории округа

отмечаются исследователями в торфяных олиготрофных почвах Сургутского Полесья – от 1540 до 12882 мг/кг [27]. Градиент величин органического вещества в торфяных олиготрофных почвах и его влияние на содержание нефтепродуктов еще предстоит определить в дальнейших детальных исследованиях. К сожалению, до сих пор не определены особенности торфообразования и элементный состав торфа. На сегодняшний день методики по определению нефтепродуктов показывают их наличие в торфяных почвах, не затронутых техногенным воздействием [12], также это просматривается на графике (рис. 3). Очевидно существует необходимость корректных оценок и сбора достоверной региональной информации для определения содержания нефтепродуктов в органогенных пробах [22].

В отличие от органогенных проб, в пробах песчаного состава низкое содержание органического вещества (от 0 до 2%) и содержание нефтепродуктов сравнительно невысоко (от 50 до 56 мг/кг). Техногенное загрязнение определяется для нефтезагрязненного подзола (96-Т) – 3069 мг/кг и рекультивированного участка (98-Т) – 7424 мг/кг.

Исследователи показывают, что загрязнение нефтепродуктами почв и ТПО приводит к увеличению содержания тяжёлых металлов [2; 3; 13; 16; 18; 32]. Для торфяных почв Архангельской области наблюдается снижение концентрации для элементов Mn, Tl, Co, Ni, Pb после глубины в 5 см и выравнивание содержания в последующих слоях. На фоне всех элементов сильно выделяется Cd: его концентрация стабильна первые четыре слоя торфа, а затем убывает. Остальные металлы распределены в слоях торфа неравномерно и не имеют выраженной зависимости [32].

Результаты нашего исследования не позволяют сделать однозначных выводов о распределении элементов по почвенному профилю. Геохимический анализ поверхностных горизонтов восточной части Сибирских увалов показывает региональные особенности почвенного покрова. Нормативное содержание подвижных форм никеля, цинка, марганца и железа может меняться в зависимости от минералогического состава почвы, pH и климатических особенностей периода отбора проб. Так, содержание подвижных форм никеля во всех трех типах почв за период наблюдений уменьшалось, а в 2023 году вообще не зафиксировано, что требует проведения более глубокого анализа причин. В зоне техногенеза содержание никеля напротив относительно высоко, в особенности для нефтезагрязненных участков.

Цинк является одним из восьми микроэлементов, необходимых для нормального здорового роста и размножения растений. Основным источником цинка в почве являются материнские породы, включающие в свой минералогический состав акцессорные минералы – ильменит, магнетит (особо характерен для поймы р. Глубокий Сабун. Наиболее активным накоплением большинства элементов отличается *Betula nana* L., в которой отмечено максимальное содержание Ca, K, P, Mg, Zn, Ni. Интенсивное накопление элементов кустарниками (карликовой берёзкой и ивой) было ранее отмечено для тундр Ямала [19; 20]. Сфагновые мхи отличаются слабым накоплением катионогенных щелочных и

щелочноземельных элементов, мигрирующих в основном в виде простых катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}). Кроме того, отмечено биогенное накопление микроэлементов (в т.ч. цинка) растениями болот. Цинк является важнейшим элементом, участвующим в активации ферментов фотосинтеза и регуляции транспирации у растений.

Высокое содержание подвижных форм цинка показывают пробы ключевой точки 3-П (поймы р. Глубокий Сабун). В процессе выветривания магнетитов в кислых окислительных средах при растворении минералов образуется подвижный ион Zn^{2+} . В осадочных отложениях Сибирских увалов изученные элементы закреплены в разных формах химических соединений (оксиды, гидроксиды, и др.). В форме оксидов и гидроксидов в породах присутствует Fe (гематит, гетит, магнетит) [33].

Также нами выявлено присутствие хлорида-иона и нитрат-ионов ионов Cl^- и NO_3^- в количестве 28 мг/кг и 118 мг/кг соответственно в поверхностном органогенном горизонте аллювиальной дерновой почве р. Глубокий Сабун и соответственно высокие уровни удельной электропроводности почвенного раствора в изучаемом разрезе. Содержание нитратов в таких количествах может быть связано с процессами преобразования органического вещества в органогенных горизонтах аллювиальных почв. Присутствие хлорид-ионов в поверхностных горизонтах почв в целом не характерно для почв таежной зоны с промывным водным режимом.

В особенности выделяются по наличию хлорид-иона и сульфат-иона фоновые торфяные олиготрофные почвы на территории ПП и в зоне техногенеза возвышенности Сибирские увалы. Как известно, нефтяное хозяйство сопровождается применением легкорастворимых солей в качестве компонентов буровых растворов [12]. Однако, природный парк «Сибирские увалы» является уникальным местом для сохранения эталонных геохимических свойств природных объектов. Миграция хлоридов и сульфатов в торфяные олиготрофные почвы маловозможна. Солевое загрязнение в ХМАО-Югре в чистом виде встречается в среднем в 7–10 раз реже по сравнению с нефтесолевым и нефтяным [5]. Общая минерализация подтоварных вод в среднем составляет от 9 до 15 г/л, основные агенты – хлориды натрия и калия, значительно меньше доля кальция и магния, отмечаются весьма малое содержание карбонатов и полное отсутствие сульфатов. Для таких вод характерна высокая жесткость, обусловленная содержанием ионов кальция и магния, превышающим 8 ммоль/л [34]. Поэтому, здесь необходимо рассматривать наличие солей в естественном геохимическом фоне осадочных пород. Одновременное наличие сульфат-иона и хлорид-иона являются индикаторами участия морской воды в формировании осадочных пород четвертичного периода [35]. Ранее, в наших исследованиях для территории Сибирских увалов описывались торфяные палеопочвы, в составе которых определялось большое количество органического вещества, с преобладанием гуминовых кислот, а также гипс, образованный в анаэробных условиях и сульфиды [1]. Так как территория Сибирских увалов относится к зоне перелетков и участков с распространением многолетнемерзлых пород, с участием бугров пучения, особенно в торфяных олиготрофных болотных системах

(рис. 1), необходимо понимать, что на формирование химизма почв могут оказывать влияние мерзлотные процессы и выдавливание растворов мерзлотой, а также стягивание сезонной мерзлоты и многолетнемерзлых пород в зимний период. Дальнейший мониторинг на территории позволит проверить данную гипотезу.

Повышенные концентрации цинка, сульфат-ионов и хлорид-ионов можно объяснить еще одной гипотезой, связанной с поступлением этих элементов на территорию Сибирских увалов с севера. На это указывают результаты изучения химического состава аэрозолей на севере Западно-Сибирской равнины. Выявлено увеличение содержания цинка в атмосферных аэрозолях от северной тайги к Пурской низменности. Повышенное содержание исследуемых элементов может быть следствием поступления их в атмосферу с морских и континентальных поверхностей. Д.В. Московченко установил, что почвы тундры на полуострове Ямал, формирующиеся на морских отложениях, богаты многими химическими элементами, в том числе такими как бор, фосфор, цинк и даже легкорастворимыми солями [20]. Таким образом, возможен аэральный перенос некоторых веществ на территории наших исследований. Возможно, северо-западные ветры, преобладающие на севере Западной Сибири в теплое время года, переносят морские соли и экзогенные почвенные частицы и соли на юг, обогащая почвы Сибирских увалов макро- и микроэлементами. Результаты исследования позволяют сделать вывод о необходимости изучения данного вопроса, для доказательства гипотезы.

Лидером по содержанию органического вещества является торфяная олиготрофная почва, по наличию гумуса – аллювиальная дерновая почва. Содержание аммонийного азота в почвах ПП «Сибирские увалы» колеблется от 114,1 мг/кг в торфяной олиготрофной почве до 412,3 мг/кг в подзоле; в пробах ТПО из зоны техногенеза оно составляет от 5 до 88 мг/кг. Содержание нитратов варьирует от 2,4 мг/кг в аллювиальных почвах до 5,3 мг/кг в подзоле мг/кг в почвах ПП и от 1 до 146 мг/кг в ТПО соответственно. Естественные фоновые почвы с мощными органогенными горизонтами на территории ПП имеют очень высокую степень обеспеченности минеральным азотом.

Марганец связан с избирательным поглощением древесными растениями и концентрацией в органическом веществе. Проведенные на территории ХМАО-Югры исследования показали, что в хвое ели и сосны среднее содержание марганца составляет 244 мг/кг [10]. Высокое содержание кислоторастворимого марганца также в подзолах иллювиально-железистых диагностирует окислительно-восстановительные условия, где в условиях кислой реакции среды ионная форма марганца переходит в оксид MnO_2 . В нефтезагрязнённых техногенных грунтах содержание марганца может быть высоко и может достигать до естественных пределов 1200 мг/кг, поэтому при мониторинге почвенного покрова необходимо четкое понимание типовой принадлежности к почвам, их фоновому содержанию марганца и возможному техногенному загрязнению [30]. Марганец связан с избирательным поглощением древесными растениями и концентрацией в органическом веществе.

Заключение

Естественный геохимический фон почв особо охраняемых природных территорий является эталоном при изучении почвенного покрова, подвергающегося разного рода техногенным воздействиям, в том числе возникшим вследствие ведения нефтяного хозяйства. Изучение фоновых почв лежит в основе экологического нормирования и позволяет объяснить некоторые региональные особенности превышения допустимых концентраций и веществ в почвах и техногенных поверхностных образованиях месторождений добычи нефти и газа.

До сих пор сложными при мониторинге почв и геохимическом анализе, в методическом плане, остаются торфяные почвы, содержащие значительные количества органического вещества в органогенных горизонтах. Биогеохимические процессы, протекающие в болотных системах, постоянное накопление органического вещества и слабая гумификация и др. процессы являются основанием для накопления биофильных элементов – марганца, фосфора, цинка, хрома. В почвах северотаёжной зоны прослеживается связь высокого содержания органического вещества в торфяных почвах и повышенного содержания биофильных элементов. Содержание P, Zn, Cr в подзолах значительно меньше, чем в других типах исследуемых почв.

Повышенное содержание хлоридов и сульфатов в торфяных почвах на территории возвышенности Сибирские увалы могут быть связаны с особенностью формирования осадочных пород в эпоху плейстоцена и мерзлотными процессами, а также влиянием аэрации и переносом морских солей на юг с севера.

Подзолы обладают слабой гумусированностью и высокой ненасыщенностью основаниями. Относительно высокое содержание обменного аммония и нитратов в органогенных горизонтах олиготрофных торфяных почв, может быть связано с высоким содержанием органического вещества. Региональной особенностью фоновых почв является присутствие нефтепродуктов в поверхностных горизонтах с высоким содержанием органического вещества, определяемое аналитически. Необходимо усовершенствование методик пробоотбора для торфяных почв и органогенных горизонтов и определения Сорг и нефтепродуктов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках проекта
№ 22-17-20011 «Оценка трансформации ландшафтов в условиях изменения климата
на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры».*

Литературы

1. Sheinkman V., Sedov S., Shumilovskikh L, Korkina E, Korkin S, Zinovyev E., Golyeva A. First results from the Late Pleistocene paleosols in northern Western Siberia: Implications for pedogenesis and landscape evolution at the end of MIS3 // Quaternary International. 2016. Vol. 418. P. 132-146.

2. Бурнашова Е.Н., Харанжевская Ю.А. Эколого-геохимические исследования заболоченной территории Западной Сибири // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3-3. С. 900-905.
3. Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т. Загрязнение почв тяжёлыми металлами. – М., 2012.
4. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А. Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209.
5. Гертер О.В., Соромотин А.В. Каркас экологической устойчивости территорий нефтегазовых месторождений таежной зоны Западной Сибири как основа системы экологического мониторинга (на примере Еты-Пуровского месторождения) // Проблемы региональной экологии. 2010. № 1. С. 201-207.
6. Гусейнов А.Н., Слащёва А.В. Почвенно-геохимические условия миграции и накопления нефтепродуктов и тяжёлых металлов на нефтяных месторождениях Среднего Приобья // Инженерные изыскания. 2011. №6. С. 31-38.
7. Дитц Л.Ю., Смоленцев Б.А. Аллювиальное почвообразование таежных экосистем южного мезосклона Сибирских увалов // Экологические исследования восточной части Сибирских увалов: Сборник научных трудов ЗПП «Сибирские увалы» /Отв. ред. Е.Л. Шор. Нижневартовск: Изд-во «Приобье», Вып. 2. 2003. 144 с.
8. Журавлева А.С., Лабутова Н.М., Андронов Е.Е. Влияние нефтезагрязнения на микробоценоз почв, прилегающих к нефтехранилищу // Экологическая генетика. 2017. Т. 15. № 4. С. 60-68.
9. Зятева И.Г., Кузьмина Т.А. Результаты количественного химического анализа и биотестирования проб почвогрунтов на территории ЗПП «Сибирские увалы» / Отчет по результатам химических анализов проб воды, почвы, донных отложений на территории Заповедно-природного парка «Сибирские увалы» // Фонды БУ ХМАО – Югры «Природный парк «Сибирские увалы». Нижневартовск, 2001. 76 с.
10. Иванова Н.А., Юмагулова Э.Р. Эколого-физиологические механизмы адаптации и типы стратегии сосудистых растений верховых болот: монография. Ханты-Мансийск: Печатное дело, 2010. 165 с.
11. Изерская Л.А., Воробьева Т.Е. Формы соединений тяжёлых металлов в аллювиальных почвах Средней Оби Почвоведение, 2000, № 1. С. 56-62.
12. Ковалева Е.И., Яковлев А.С., Розанова М.С., Яковлев С.А. Экологические аспекты антропогенного воздействия на земли водного фонда в районе нефтедобычи // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. №3-3. С. 981-984.
13. Коркин С.Е., Коркина Е.А., Сторчак Т.В., Ходжаева Г.К. Геоэкологический мониторинг на территории природного парка «Сибирские увалы»: Коллективная монография. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. 175 с. (Региональная география. Серия научных трудов и монографий. Вып. 6).
14. Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П. Среднемасштабное ландшафтное картографирование территории природного парка «Сибирские увалы» // Гео-Сибирь. 2008. Т. 3, № 2. С. 50-54.

15. Кукуричкин Г.М. Ландшафтно-геоботаническая характеристика поймы реки Сабун: специальность 03.02.01 «Ботаника»: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Сургут, 2004. 231 с.
16. Куршева А.В., Моргунова И.П., Петрова В.И., Литвиненко И.В. Углеводы в литоральных осадках и маршевых почвах юго-западного побережья Баренцева моря // Геохимия. 2023. Т. 68, № 9. С. 964-981.
17. Лапшина Е.Д., Коротких Н.Н., Беспалова Т.Л. Редкие виды мхов природного парка «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича // Вестник Нижневартского государственного университета. 2020. №1. С. 74-80.
18. Московченко Д.В. Экогеохимия нефтегазодобывающих районов Западной Сибири. Рос.акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т проблем освоения Севера. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. 259 с.
19. Московченко Д.В., Бабушкин А.Г. Фоновое содержание подвижных форм металлов в почвах Севера Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2015. Т. 1, № 3. С. 163-174.
20. Московченко Д.В., Романенко Е.А. Биогеохимические особенности ландшафтов Надымского района ЯНАО // Вестник Нижневартского государственного университета. 2022. № 4(60). С. 122-136.
21. Овечкин Ф.Ю. Проект комплексного экологического мониторинга в границах ПП «Сибирские увалы». Нижневартск: ООО «СибНИПИРП» // Фонды БУ ХМАО-Югры «Природный парк «Сибирские увалы». Нижневартск, 2007. 128 с.
22. Околелова А.А. Принципы нормирования нефтепродуктов в почве // Естественно-гуманитарные исследования. 2017. 3 (17). С. 6-16.
23. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. Москва: Изд-во МГУ, 1993. 206 с.
24. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Краснопеева А.А., Пузанова Т.А. Углеводородные геохимические поля в почвах района нефтяного промысла // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2009. №5. С. 28-34.
25. Попов А.И., Цивка К.И., Сазанова Е.В. Холостов Г.Д., Жилкибаев О.Т., Шалунова Е.П., Леонтьев А.А., Борисова В.П., Симонова Ю.В., Романов О.В., Ошмарина А.К., Кызин А.А. К вопросу о качественном составе органического вещества природных объектов // Грунтоведение. 2023. № 2(21). С. 44-51.
26. Сизов О.С. Дистанционное картографирование ледниковых и водно-ледниковых форм рельефа бассейна реки Надым (север Западной Сибири) // Географический вестник. 2020. № 2 (53). С. 6-23.
27. Слащева А.В. Эколого-геохимическая оценка территории Сургутской низменности // Проблемы региональной экологии. 2011. № 3. С. 35-44.
28. Смоленцев Б.А. Структура почвенного покрова Сибирских увалов (северотаёжная подзона Западной Сибири). Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2002. 118 с.
29. Смоленцев Б.А., Сысо А.И., Шор Е.Л. Территория ПП «Сибирские увалы» как фоновая при мониторинге природных ресурсов в регионе интенсивной нефтедобычи // Экологические

исследования восточной части Сибирских увалов. Нижневартовск: Изд-во «Приобье», 2004. Вып. 3. С. 69–97.

30. Солдатова А.В., Коркина Е.А. Сравнительная характеристика марганца в лесных и нарушенных почвах таёжной зоны Западно-Сибирской равнины // Информационные технологии в экологии. 2018. С. 67-70.

31. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 376 с.

32. Сыпалов С.А., Кожевников А.Ю., Иванченко Н.Л., Попова Ю.А. Соболев Н.А. Оценка загрязнения торфа некоторыми тяжёлыми металлами в зависимости от глубины залегания // Химия твердого топлива, 2020. № 1. С. 38-42.

33. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 274 с.

34. Терехова В.А., Шоба С.А. Функционирование почв в меняющихся условиях окружающей среды. ГЕОС М., 2015. 164 с.

35. Тимофеев П.Л., Боголюбова Л.И., Кизилытейн Л.Я. Сульфидообразование в области современного торфонакопления Рионского межгорного прогиба // Литология и полезные ископаемые. 1994. Вып.2. С. 3-16.

36. Трофимов С.Я., Ковалева Е.И., Аветов Н.А., Толпешта И.И. Исследования нефтезагрязненных почв и перспективные подходы к их ремедиации // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2023. № 4. С. 83-93.

37. Хитров Н.Б., Никитин Д.А., Иванова Е.А., Семенов М.В. Пространственно-временная изменчивость содержания и запасов органического вещества почвы: аналитический обзор // Почвоведение. 2023. №12. С. 1493-1521.

References

1. Sheinkman, V., Sedov, S., Shumilovskikh, L, Korkina, E, Korkin, S, Zinovyev, E., & Golyeva, A. (2016). First results from the Late Pleistocene paleosols in northern Western Siberia: Implications for pedogenesis and landscape evolution at the end of MIS3. *Quaternary International*, (418), 132-146.

2. Burnashova, E.N., & Harangevskaya, Yu.A. (2013). Ecological and geochemical studies of the wetland area of Western Siberia. *Izvestia Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 900-905. (in Russ.).

3. Vodyanitsky, Y.N., Ladonin, D.V., & Savichev, A.T. (2012). Soil pollution by heavy metals. (in Russ.).

4. Gennadiev, A.N., Pikovsky, Yu.I., Tsibart, A.S., & Smirnova, M.A. (2015). Hydrocarbons in soils: origin, composition, behavior (review). *Soil Science*, 1195-1209. (in Russ.).

5. Herter, O.V., & Soromotin, A.V. (2010). Environmental sustainability framework of the territories of oil and gas fields in the taiga zone of Western Siberia as the basis of the environmental monitoring system (by the example of the Ety-Purovskoye field). *Problems of regional ecology*, 201-207. (in Russ.).

6. Guseinov, A.N., & Slascheva, A.V. (2011). Soil-geochemical conditions of migration and accumulation of oil products and heavy metals at oil fields of Middle Priobie. *Engineering surveys*, 31-38. (in Russ.).

7. Dietz, L.Yu., & Smolentsev, B.A. (2003). Alluvial soil formation of taiga ecosystems of the southern mesoslope of the Siberian Uvals. *Ecological studies of the eastern part of the Siberian Uvals*. Collection of scientific papers of the ZPP "Siberian Uvals". Nizhnevartovsk. Priobie, (2), 144. (in Russ.).
8. Zhuravleva, A.S., Labutova, N.M., & Andronov, E.E. (2017). Influence of oil pollution on the microbiocenosis of soils adjacent to oil storage. *Ecological Genetics*, 15(4), 60-68. (in Russ.).
9. Zyateva, I.G., & Kuzmina, T.A. (2001). Results of quantitative chemical analysis and biotesting of soil samples on the territory of the ZPP "Siberian Uvals". Report on the results of chemical analyses of water, soil, bottom sediments samples on the territory of the Nature Reserve Park "Siberian Uvals". *Fonds of BU Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra "Nature Park 'Siberian Uvals'".* Nizhnevartovsk, 76. (in Russ.).
10. Ivanova, N.A., & Yumagulova, E.R. (2010). Ecological and physiological mechanisms of adaptation and types of strategy of vascular plants of upland bogs: monograph. Khanty-Mansiysk. Pechatnoe Delo. 65. (in Russ.).
11. Izerskaya, L.A., & Vorobyeva, T.E. (2000). Forms of heavy metal compounds in alluvial soils of the Middle Ob Soil Science, (1), 56-62. (in Russ.).
12. Kovaleva, E.I., Yakovlev, A.S., Rozanova, M.S., & Yakovlev, S.A. (2013). Ecological aspects of anthropogenic impact on the water fund lands in the area of oil production. *Izvestia Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 3(3), 981-984. (in Russ.).
13. Korkin, S.E., Korkina, E.A., Storchak, T.V., & Hodjaeva, G.K. (2014). Geoecological monitoring on the territory of the natural park "Siberian Uvaly". Collective monograph. Nizhnevartovsk. Izd-vo Nizhnevart, 175. (in Russ.).
14. Kosykh, N.P., & Mironicheva-Tokareva, N.P. (2008). Medium-scale landscape mapping of the territory of the natural park "Siberian Uvals". *Geo-Sibir*. (2), 50-54. (in Russian)
15. Kukurichkin, G.M. (2005). Landscape-geobotanical characteristics of the Sabun River floodplain: specialty 03.02.01 "Botany". Dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences. Surgut, 231. (in Russ.).
16. Kursheva, A.V., Morgunova, I.P., Petrova, V.I., & Litvinenko, I.V. (2023). Hydrocarbons in littoral sediments and marsh soils of the southwestern coast of the Barents Sea. *Geochemistry*, 68(9), 964-981. (in Russ.).
17. Lapshina, Y.D., Korotkikh, N.N., & Beshpalova, T.L. (2020). Rare mosses of the Kondinskies lakes natural park named after L. F. Stashkevich. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (1), 74-80. (in Russ.).
18. Moskovchenko, D.V. (2013). Ecogeochemistry of oil and gas producing areas of Western Siberia. Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Institute of Problems of the North Development. Novosibirsk. Academic Publishing House "Geo", 259. (in Russ.).
19. Moskovchenko, D.V., & Babushkin, A.G. (2015). Background content of mobile forms of metals in the soils of the North of Western Siberia. *Bulletin of Tyumen State University. Ecology and Nature Management*, 1(3), 163-174. (in Russ.).
20. Moskovchenko, D.V., & Romanenko, E.A. (2022). Biogeochemical features of landscapes of the Nadym district of YNAO. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, 4(60), 122-136. (in Russ.).
21. Ovechkin, F.Yu. (2007). Project of complex ecological monitoring within the boundaries of PP "Sibirskie uvali". Nizhnevartovsk. LLC "SibNIPRP", 128. (in Russ.).

22. Okolelova, A.A. (2017). Principles of oil products normalization in soil. *Naturally-humanitarian researches*, 3 (17), 6-16. (in Russ.).
23. Pikovsky, Y.I. (1993). Natural and technogenic flows of hydrocarbons in the environment. Moscow. Izd-vo MSU, 206. (in Russ.).
24. Pikovsky, Yu.I., Gennadiev, A.N., Krasnopeeveva, A.A., & Puzanova, T.A. (2009). Hydrocarbon geochemical fields in the soils of the oil field area. *Bulletin of Moscow University. Geography*, (5), 28-34. (in Russ.).
25. Popov, A.I., Tsivka, K.I., Sazanova, E.V. Holostov, G.D., Zhilkibaev, O.T., Shalunova, E.P., Leontiev, A.A., Borisova, V.P., Simonova, Y.V., Romanov, O.V., Oshmarina, A.K., & Kyzin, A.A. (2023). To the question of the qualitative composition of organic matter of natural objects. *Soil Science*, 2(21), 44-51. (in Russ.).
26. Sizov, O.S. (2020). Remote mapping of glacial and water-glacial landforms in the Nadym River basin (north of Western Siberia). *Geographical Bulletin*, 2 (53), 6-23. (in Russ.).
27. Slascheva, A.V. (2011). Ecological and geochemical assessment of the territory of Surgut lowland. *Problems of regional ecology*, (3), 35-44. (in Russ.).
28. Smolentsev, B.A. (2002). Structure of soil cover of Siberian Uvals (North taiga subzone of Western Siberia). Novosibirsk. Publishing house of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 118. (in Russ.).
29. Smolentsev, B.A., Syso, A.I., & Shor, E.L. (2004). The territory of the PP "Siberian Uvals" as a background for monitoring of natural resources in the region of intensive oil production. *Ecological studies of the eastern part of the Siberian Uvals*. Collection of scientific papers of the PP "Siberian Uvals". Nizhnevartovsk. Priobie Publishing House, (3), 69-97. (in Russ.).
30. Soldatova, A.V., & Korkina, E.A. (2017). Comparative characteristics of manganese in forest and disturbed soils of the taiga zone of the West Siberian Plain. Nizhnevartovsk. *Information Technology in Ecology: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference on the Year of Ecology in Russia*, Nizhnevartovsk State University, 67-70. (in Russ.).
31. Solntseva, N.P. (1998). Oil production and geochemistry of natural landscapes. Moscow. Izd-vo MSU, 376. (in Russ.).
32. Sypalov, S.A., Kozhevnikov, A.Y., Ivanchenko, N.L., Popova, Y.A., & Sobolev, N.A. (2020). Assessment of peat contamination by some heavy metals depending on the depth of occurrence. *Solid Fuel Chemistry*, 38-42. (in Russ.).
33. Syso, A.I. (2007). Regularities of chemical elements distribution in soil-forming rocks and soils of Western Siberia. Novosibirsk. Izd-vo SO RAS, 274. (in Russ.).
34. Terekhova, V.A., Shoba, S.A. (2015). Functioning of soils in changing environmental conditions. *GEOS M.*, 164. (in Russ.).
35. Timofeev, P.L., Bogolyubova, L I., & Kizilyitein, L.Я. (1994). Sulfide formation in the area of modern peat accumulation of the Rion intermountain trough. *Lithology and Mineral Resources*, (2), 3-16. (in Russ.).
36. Trofimov, S.Ya., Kovaleva E.I., Avetov N.A., & Tolpeshta I.I. (2023). Studies of oil-contaminated soils and promising approaches to their remediation. *Bulletin of Moscow University. Soil Science*, 17 (4), 83-93. (in Russ.).

37. Khitrov, N.B., Nikitin, D.A., Ivanova, E.A., & Semenov, M.V. (2023). Spatial and temporal variability of the content and reserves of soil organic matter: an analytical review. *Soil Science*, (12), 1493-1521. (in Russ.).

дата поступления: 21.12.2024

дата принятия: 06.02.2025

© Коркина Е.А., Москвина Н.В., Штогрин А.В., Середовских Б.А. 2025