

# ИЗУЧЕНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ

---

## РАЗНООБРАЗИЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Артюхов Е. А., Абакумов Е. В.*

*Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, Санкт-Петербург*

**Аннотация.** В статье представлены результаты комплексного исследования морфологического разнообразия и химического состояния почв севера Западной Сибири – региона с высокой динамикой климатических изменений и возрастающей антропогенной нагрузкой. На основе описания морфологических характеристик 12 почвенных профилей и 2 прикопок, заложенных в различных ландшафтах (равнинные и горные тундры, лесотундры), идентифицировано 9 типов почв, относящихся к 6 отделам: альфегумусовые, криогенные, торфяные, органо-аккумулятивные, слабо развитые и антропогенно-преобразованные почвы. Методом рентгенофлуоресцентного анализа определено содержание тяжелых металлов (Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V, As) и рассчитан индекс суммарного загрязнения почв (Zc). Установлено, что большинство почв характеризуются низким уровнем загрязнения, однако выявлены локальные участки со средним и высоким загрязнением, связанные с транспортной и нефтедобывающей отраслями.

**Ключевые слова:** почвы ЯНАО, разнообразие почв, загрязнение почв, тяжелые металлы.

**Финансирование:** работа выполнена при поддержке РФФ, проект № 24-44-00006.

## DIVERSITY AND CHEMICAL STATUS OF THE SOIL COVER IN NORTHERN WESTERN SIBERIA

*Artyukhov E. A., Abakumov E. V.*

*Saint Petersburg State University, Russia, Saint Petersburg*

**Abstract.** The article presents the results of a comprehensive study of the morphological diversity and chemical status of soils in the north of Western Siberia – a region characterized by high dynamics of climate change and increasing human impact. Based on the description of morphological characteristics of 12 soil profiles and 2 soil pits laid in various landscapes (plain and mountain tundra, forest tundra), 9 soil types belonging to 6 soil orders were identified: alfehumic, cryogenic, peat, organo-accumulative, weakly developed, and anthropogenically transformed soils. The content of heavy metals (Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V, As) was determined by X-ray fluorescence analysis and total soil pollution index (Zc) was calculated. It was found that the majority of soils are characterised by a low level of pollution; however, localized areas with moderate and high pollution associated with transport and oil extraction industries were identified.

**Keywords:** soils of Yamalo-Nenets Autonomous District, soil diversity, soil pollution, heavy metals.

**Funding:** the work was supported by the Russian Science Foundation, project № 24-44-00006.

Изменение климата в Арктике, опережающее общепланетарные темпы, [14] и увеличение антропогенной нагрузки [6, 10] на экосистемы криолитозоны делают актуальной проблему изучения и оценки разнообразия и химического состояния их почвенного покрова с целью предотвращения загрязнения и деграда-

ции почв, а также прогнозирования трансформации экосистем. Разнообразие и химическое состояние почв севера Западной Сибири по сравнению с южными территориями являются недостаточно изученными, что, с учетом площади исследуемой территории делает их исследования особенно актуальными [1]. Данное исследование направлено на получение новых почвенно-таксономических, почвенно-химических и почвенно-экологических данных, которые могут быть использованы для актуализации данных почвенного картирования территории, планирования хозяйственной деятельности и предотвращения загрязнения почв в условиях роста техногенного воздействия на криогенные экосистемы Арктической зоны Российской Федерации.

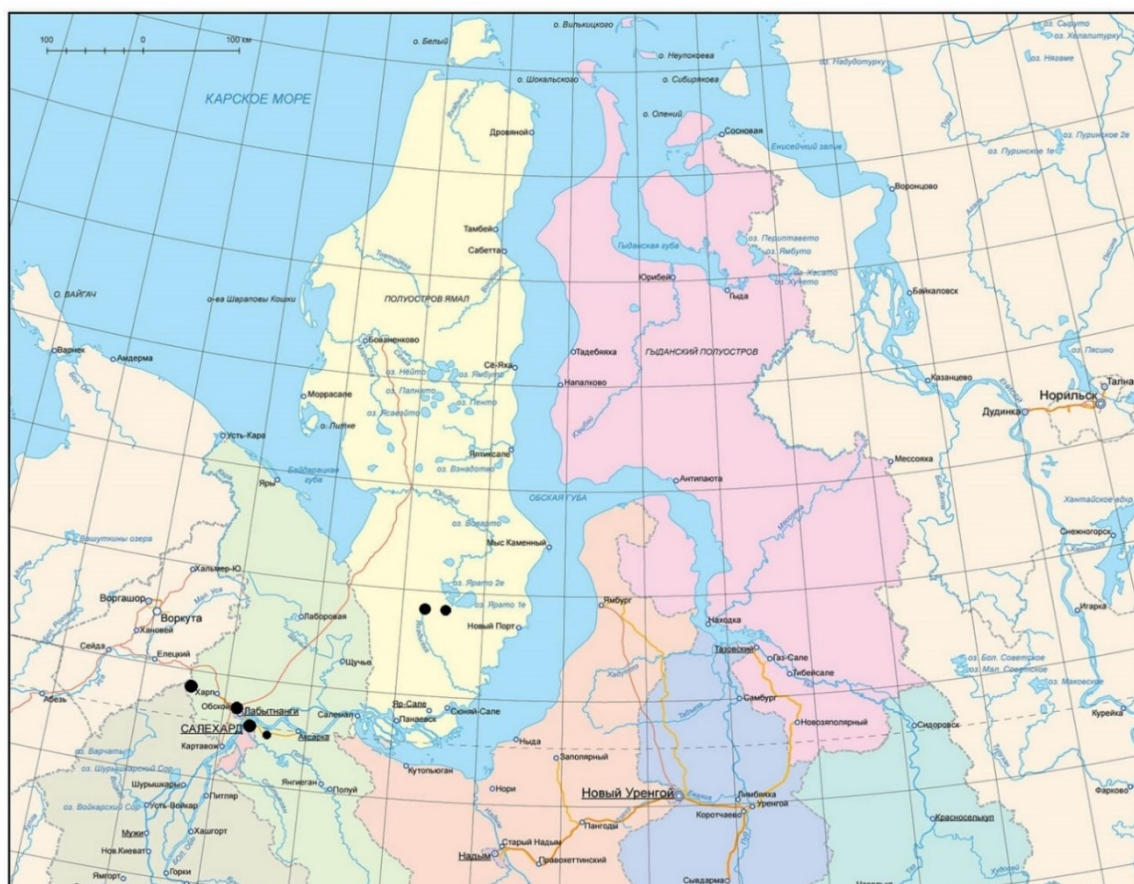


Рисунок – Карта района исследования

Для оценки морфологического разнообразия и химического состояния почв севера Западной Сибири были определены ключевые участки в пределах Приуральского и Ямальского районов Ямало-Ненецкого автономного округа. На пробных участках были заложены и описаны 12 почвенных разрезов и 2 прикопки: 2 почвенных разреза (Я1, Я2) и 2 прикопки (ЯП1, ЯП2) – полуостров Ямал; 5 – горный массив Рай-Из, Полярный Урал (РИ1–РИ5); 1 – карбоновый полигон «Семь Лиственниц» окрестности г. Лабытнанги (Л1); 3 – окрестности г. Салехард (С1–С3); 1 – Приуральский район, окрестности поселка Горноknязевск (Г1). Исследуемая территория включает следующие типы ландшафтов: равнинная полигональная ерничко-кустарничково-лишайниковая тундра; горная кустарничково-травяная тундра; горная лишайниково-кустарничково-травяная тундра; горная ку-

старничково-травяно- лишайниковая тундра; межгорная мохово-травяно-кустарниковая тундра; межгорная заболоченная кустарничково-травяно-моховая тундра; предгорная травяно-кустарничково-лишайниковая лесотундра; равнинная травяно-мохово-кустарниковая лесотундра; равнинная травяно-мохово-кустарниковая лесотундра; равнинная мохово-кустарничково-ерниковая лесотундра. В ходе работы было изучено 71 почвенных проб, отобранных в вышеперечисленных ландшафтах региона. Пробы отбирали в основном с глубин 0–15, 15–30, 30–50, 50–70, 70–100 см. В некоторых случаях пробы отбирались с глубины более 100 см (Я1, Я2, РИ5, С3). Также диапазон глубин мог варьировать в зависимости от дифференциации почвенного профиля (Я1, ЯП1, ЯП2, РИ5). В случае наличия в выделенном диапазоне глубин нескольких почвенных горизонтов отбирались пробы всех диагностированных горизонтов.

Названия почвенных горизонтов давались согласно Классификации и диагностике почв России [12].

В ходе лабораторных исследований определяли содержание тяжелых металлов (Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V), мышьяка (As) и оксида марганца (MnO) в отобранных пробах.

Отобранные пробы почв анализировали на содержание валовых форм Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V, As, MnO. Определение валового содержания тяжелых металлов в отобранных пробах проводили рентгенофлюоресцентным методом на спектрометре Спектроскан-МАКС-G согласно методике [13].

Индекс суммарного загрязнения почв ( $Z_c$ ) рассчитывали для поверхностного и надмерзлотного горизонтов. В случаях отсутствия надмерзлотного горизонта индекс рассчитывался для наиболее глубокого горизонта, а для прикопок только для поверхностного. При расчете индекса  $Z_c$  учитывали только накапливающиеся элементы и использовали граничный критерий  $K_k(\text{крит}) > 2$  [3, 5]. Для расчета индекса  $Z_c$  почв в точках Я1, Я2, ЯП1, ЯП2 в качестве фоновых концентраций тяжелых металлов в почвах были взяты данные, полученные для природных почв острова Белый. Для точки Л1 взяты данные, полученные для природных почв в окрестностях поселка Усть-Юрибей [11]. Для расчета значений индекса  $Z_c$  для точек С1, Г1, С2, С3 использовали фоновые концентрации элементов для минеральных, органогенных поверхностных и торфяных горизонтов почв севера Западной Сибири [8, 9].

Для почвенных образцов отобранных на территории горного массива Рай-Из (РИ1-РИ5) индекс  $Z_c$  не определяли в связи с аномально высокими фоновыми концентрациями Cr, Ni, Co, V, Zn, которые связаны с минералогическим составом (хромовая шпинель, пирротин, пентландит, миллерит и др.) ультраосновных горных пород, коллювиальные отложения которых выступают в качестве почвообразующих пород на данном участке [2, 4].

На основе описания морфологических характеристик почвенных профилей было идентифицировано 11 типов почв, относящихся к 7 различным отделам. Наиболее распространенным отделом оказались альфегумусовые почвы: на 2 участках были выявлены различные подтипы подзолов (Я2, С1), а на 3 участках – сухоторфяно-подзолы (С2) сухоторфяно-подбуры (С3) и подзол глеевый (Я1). Криогенные почвы были обнаружены в четырех точках: 2 подтипа криоземов

(РИЗ, Л1), 1 подтип грубогумусовых криоземов (РИ4), 1 подтип торфяно-криоземов (РИ5). Торфяные, органо-аккумулятивные и слаборазвитые почвы были представлены следующими типами: торфяные эутрофные (Г1), серогумусовые (РИ1) и петроземы (РИ2), соответственно. Помимо отделов почв, которые относятся к природным, в 2 точках были диагностированы антропогенно-преобразованные почвы – хемозем, загрязненный углеводородами по подзолу иллювиально-гумусовому и хемозем, загрязненный буровым шламом по подзолу иллювиально-гумусовому (ЯП1, ЯП2).

Установлено, что большинство почвенных образцов относится к категории низкого уровня загрязнения ( $0 < Z_c < 16$ ). В свою очередь, 3 пробы характеризовались средним уровнем загрязнения ( $16 < Z_c < 32$ ). Пробы отобраны вблизи автомобильных дорог. Лишь для 2 проб идентифицирован высокий уровень загрязнения ( $32 < Z_c < 128$ ). Одна отобрана в непосредственной близости с автомобильной дорогой из наиболее глубокого горизонта криозема типичного, а другая из химически-загрязненного горизонта хемозема загрязненного углеводородами.

Исследованные площадки отличаются высоким разнообразием и мозаичностью почвенного покрова, при этом уровень загрязнения исследуемых почвенных горизонтов тяжелыми металлами остается низким. Уровень загрязнения почв тяжелыми металлами зависит как от функциональной нагрузки на территорию, так и от физико-химических характеристик почв. Почвенное разнообразие предопределяет биотопическое разнообразие территории, которое особенно важно для сохранения биологического разнообразия уязвимых экосистем Крайнего Севера [7]. Разнообразие почв обусловлено такими базовыми факторами почвообразования, как рельеф, состав почвообразующих пород, глубина залегания многолетней мерзлоты и особенности водного режима [1]. Однако именно их неоднородность и взаимосвязь создают уникальные условия для формирования почвенных типов, что делает этот вопрос важным объектом изучения. Таким образом, многие аспекты почвенного покрова севера Западной Сибири все еще недостаточно изучены, и его дальнейшее исследование представляет собой стратегически важную задачу для обеспечения экологической безопасности этого обширного региона Российской Федерации.

### Литература

1. Rantanen M., Karpechko A.Y., Lipponen A. et al. The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979 // *Commun Earth Environ.* 2022. Т. 3, № 168 (2022). Doi: 10.1038/s43247-022-00498-3.
2. Абакумов Е.В. Состояние почвенного покрова ЯНАО: разнообразие, морфология, химизм и антропогенная трансформация / Е.В. Абакумов, И.И. Алексеев, Г.А. Шамилишвили // *Научный вестник ЯНАО. Экология и природопользование в Ямало-Ненецком автономном округе.* Салехард – Тюмень. 2016. № 4 (93). С. 4–7.
3. Алексеев И.И. Оценка экотоксикологического состояния почв Полярного Урала и Южного Ямала / И.И. Алексеев, Н.В. Динкелакер, А.А. Орипова, Г.А. Семьина, А.А. Морозов, Е.В. Абакумов // *Гигиена и санитария.* 2017. № 96 (10). С. 941–945. Doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-10-941-945.
4. Большаков В.А. Методические рекомендации по оценке загрязненности городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами / В.А. Большаков, Ю.Н. Водяницкий, Т.И. Борисочкина, З.Н. Кахнович, В.В. Мясников. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1999. 31 с.

5. Вахрушева Н.В. Петрология и хромитовосность ультраосновного массива Рай-Из (Полярный Урал) / Н.В. Вахрушева, П.Б. Ширяев, А.Е. Степанов, А.Р. Богданова. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2017. 265 с.
6. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008.
7. Горбунова А.М. Изменение кормовых запасов оленьих пастбищ в южных субарктических тундрах Ямала // Аграрный вестник Урала. 2021. № 2 (205). С. 26–32. Doi: 10.32417/1997-4868-2021-205-02-26-32.
8. Добровольский Г.В. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов, А.А. Бобров, Т.Г. Добровольская, Л.В. Лысак и др.; отв. ред. Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 273 с.
9. Низамутдинов Т.И. Почвы залежного поля Ямальской опытной станции: эколого-аналитическая оценка / Т.И. Низамутдинов, А.Р. Сулейманов, Е.М. Моргун, Н.В. Динкелакер, Е.В. Абакумов // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52, № 2. С. 350–360. (На англ.). Doi: 10.21603/2074-9414-2022-2-2369.
10. Опекунова М.Г. Фоновое содержание химических элементов в почвах и донных осадках севера Западной Сибири / М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, С.Ю. Кукушкин, А.Г. Ганул // Почвоведение. 2019. № 4. С. 422–439. Doi: 10.1134/S0032180X19020114.
11. Соромотин А.В. Активизация эоловых процессов на севере Западной Сибири в связи с возросшим антропогенным воздействием / А.В. Соромотин, О.С. Сизов // Проблемы региональной экологии. 2007. № 4. С. 10–13.
12. Томашунас В.М. Содержание тяжелых металлов в почвах полуострова Ямал и острова Белый / В.М. Томашунас, Е.В. Абакумов // Гигиена и санитария. 2014. № 93 (6). С. 5–26.
13. ФР.1.31.2018.32143. Определение элементов и оксидов элементов в пробах почв и донных отложений.
14. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004.