Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2025, Том 17, № 4 / 2025, Vol. 17, Iss. 4 https://esj.today/issue-4-2025.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/28NZVN425.pdf

1.6.21. Геоэкология (геолого-минералогические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Лебедев, Я. О. Оценка геохимического состояния почв Арктической зоны (с.п. Хатанга, Красноярский край) / Я. О. Лебедев, Д. А. Кобец, Т. Н. Мельниченко // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 4. — URL: https://esj.today/PDF/28NZVN425.pdf.

For citation:
Lebedev Ya.O., Kobets D.A., Melnichenko T.N. Assessment of the geochemical state of soils in the Arctic zone (Khatanga village, Krasnoyarsk Territory). *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(4): 28NZVN425. Available at: https://esj.today/PDF/28NZVN425.pdf. (In Russ., abstract in Eng.).

Работа выполнена в рамках Государственного задания № FSFZ-2024-0040 (Разработка научно-обоснованных предложений по восстановлению потенциала и созданию инфраструктуры для обеспечения устойчивого социально-экономического развития отдаленных территорий (на примере с.п. Хатанга))

Работа с картой растительного покрова, осуществлялась через информационную систему «ВЕГА-Science» (http://sci-vega.ru/) с использованием вычислительных ресурсов Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» [1], развиваемого при поддержке Минобрнауки РФ (тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8)

Работа поддержана Программой стратегического академического лидерства РУДН

УДК 502.33

Лебедев Ярослав Олегович
ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»
Научный сотрудник
E-mail: ya.o.lebedev@ya.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5792-1466
ИСТИНА: https://istina.msu.ru/workers/10632621
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=779421
WoS: https://www.webofscience.com/wos/author/rid/A-6159-2019
SCOPUS: https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57218527599

Кобец Дмитрий Александрович
ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук», Москва, Россия
Научный сотрудник
Кандидат технических наук
E-mail: kobets@d902.iki.rssi.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3039-2071
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=746802

Мельниченко Татьяна Николаевна
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева», Красноярск, Россия
Доцент кафедры «Географии и методики обучения географии»
Кандидат географических наук
E-mail: metanic@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=775167

Оценка геохимического состояния почв Арктической зоны (с.п. Хатанга, Красноярский край)

Аннотация. В статье актуализируется геохимическое состояние почв Арктической зоны России в окрестностях сельского поселения Хатанга Красноярского края. Проведены почвенные описания наиболее распространенных типов почв и характерных для них растительных сообществ. Оценено содержание ряда биофильных микроэлементов, токсических элементов (тяжелых металлов), а также содержание некоторых рассеянных и редкоземельных элементов, превышающих кларк концентрации в почвах. Отдельно рассмотрен вопрос относительного содержания в почвах Si/Ca как одного из маркеров, которых ряд исследователей связывают с эмиссией CO_2 в результате оттаивания многолетней мерзлоты.

В работе нами отмечено, что, несмотря на превышение содержания отдельных токсических элементов в почвах (Cr, Ni), такое превышение не связано с хозяйственной деятельностью человека, а является нативной геохимической особенностью исследованной арктической территории. Содержание Si > Ca отмечено для всех исследованных образцов органо-минеральных горизонтов почв сезонно-талого слоя, что соответствует кларку концентрации в почвах и земной коре Si и Ca, но позволяет при необходимости оценить потенциальные объемы кремниевых кислот, образующиеся в почвах арктической зоны.

Проведенные исследования позволяют оценить целесообразность реализации в будущем тех или иных проектов пространственного развития территории в рамках проведения стратегической социально-экологической оценки, учитывая высокое содержание отдельных тяжелых металлов и их медленную латеральную миграцию, а также их способность к накоплению в органо-минеральных горизонтах.

Ключевые слова: Арктическая зона России; Хатанга; Генеральная уборка; геохимическое состояние почвенного покрова; биофильные макроэлементы; тяжелые металлы; растительные сообщества

Введение

Исследования, проводимые на пространствах, относящихся к территориям Арктической зоны Российской Федерации связаны со значительными транспортными и климатическими сложностями, вместе с тем, их реализация актуальна и соответствует государственным интересам в Арктической зоне.[1]

В 2023–2024 гг. в рамках реализации проекта РГО «Арктика. Генеральная уборка» в сельском поселении Хатанга была проведена механическая очистка части территорий, загрязненных отходами отдельных видов, образованных в результате осуществления предыдущей хозяйственной деятельности предприятий, проведена предварительная оценка степени загрязнения территории и негативных воздействий на окружающую среду.

Основной научной задачей экспедиции определено проведение стратегической социально-экологической оценки территории [1]. Методические подходы стратегической социально-экологической оценки позволяют выявлять объективные закономерности эволюции экосистем и природных комплексов, а также их устойчивость, оценить адаптивность системы продовольственной безопасности, системы обращения с ТКО, определить приоритеты сохранения и развития культурного наследия и направления формирования инфраструктуры экологического туризма и другие. Комплексный подход позволяет заложить основы

[1] Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утв. Указом Президента Российской Федерации 28 февраля 2024 года № 145.

Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

стратегического планирования развития территории, комплиментарные диалогической концепции экологизации подходов при природопользовании, обеспечивающих устойчивое функционирование территории и достижения целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций.

Материалы и методы

Цель исследования заключалась в актуализации информации об эколого-геохимическом состоянии почвенного покрова прилегающих к сельскому поселению Хатанга территорий на предмет соответствия гигиеническим нормативам для последующей оценки современного геоэкологического состояния почвенного покрова.

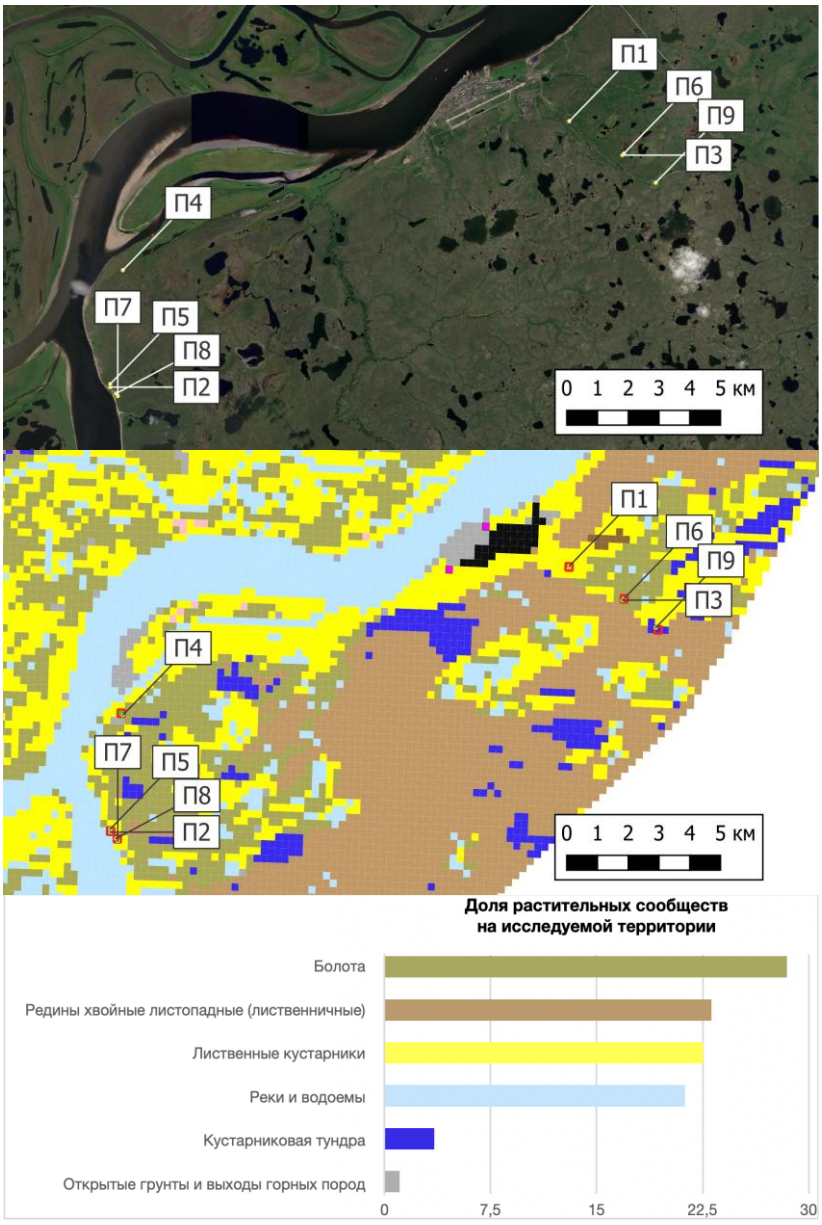


Рисунок 1. *Космоснимок территории исследований (вверху), фрагмент карты растительного покрова (в центре) в окрестностях с.п. Хатанга (красным выделены границы обследованных территорий), легенда и процент площади наиболее характерных типов территорий (внизу) для окрестностей с.п. Хатанга (доля остальных классов пренебрежимо мала) (составлено автором)*

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

В рамках исследования были реализованы следующие задачи:

- уточнение растительных сообществ предполагаемых к исследованию участков методами дистанционного зондирования;
- выбор участков под различными растительными сообществами и построение ортофотопланов;
- полевые почвенные исследования — заложение и описание почвенных разрезов;
- фиксация физических свойств почвы (температура почвенных горизонтов, нативная влажность, сложение и т. д.);
- отбор почвенных проб и последующая пробоподготовка;
- исследование физико-химических параметров почв: актуальная кислотность, химический состав по 12 элементам, уточнение гранулометрического (механического) состава.

Исследования охватывали прилегающие к с.п. Хатанга территории в радиусе до 15 км, представляющие собой ненарушенные (фоновые) или условно-ненарушенные (условно-фоновые) хозяйственной деятельностью ландшафты под различными растительными сообществами, расположение которых соответствует южной границе тундровой области [2]. Пространственное расположение различных растительных сообществ, определялось на основе карты растительного покрова [3], полученной на основе обработки спутниковых данных прибора MODIS специалистами ИКИ РАН (рис. 1), с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» [4].

После построения ортофотопланов выбранных участков были выполнены почвенные обследования и уточняющие геоботанические описания.

На ненарушенных (фоновых) или условно-ненарушенных (условно-фоновых) территориях под различными растительными сообществами было заложено 24 почвенных разреза. В данной работе мы представляем результаты описаний и химических исследований по 9 наиболее репрезентативным из них.

Отбор и подготовка проб почв велись в соответствии с ГОСТ.[2] Точки отбора проб почв были заложены с учётом розы ветров и особенностей микрорельефа, опробованию подвергался органо-минеральный почвенный горизонт до глубины 15 см, где обычно накапливается основная масса загрязнителей, выпадающих из атмосферы. Полученные образцы почв и растений высушивали до воздушно-сухого состояния. Навески образцов почв получали посредством гранулометрического анализа в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 12536-2014.[3]

Химический анализ (содержание тяжёлых металлов в валовой форме, актуальная кислотность) проводился в аккредитованном исследовательском центре ИЦ «МГУЛАБ».[4] Анализ образцов на тяжёлые металлы проводился на приборе АЭС-ИСП в соответствии с методикой.[5] В образцах почв было определено содержание в валовой форме 27 химических элементов (Al, Ba, Be, B, V, Fe, Cd, K, Ca, Co, Si, Li, Mg, Mn, Cu, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Ag, S, Sr,

[2] ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: межгосударственные стандарты. Москва, 2008: 8.

[3] ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.

[4] Аттестат аккредитации RA.RU.21OM11 от 25.11.2021.

[5] ГОСТ Р 57165-2016 (ИСО 11885:2007) «Вода. Определение содержания элементов методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой».

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Sb, Ti, P, Cr, Zn и Si) с последующим анализом содержания макроэлементов — сильных оснований: Ca, K, Mg, Na; и токсических элементов (тяжёлых металлов), а также Si — как элемент, инициирующий выработку CO_2 при оттаивании сезонно-талого слоя в отличие от Ca [5]. В первую очередь нас интересовали геоэкологические показатели, связанные с содержанием в почвах химических элементов, относимых к 1, 2 и 3 группам токсикологической опасности (Zn, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Co, Mn, As), характерных, в том числе, для почв арктических территорий [6; 7], согласно гигиеническим нормативам.[6]

Результаты

В районе исследований преобладают мерзлотно-таежные, торфяно-болотные, болотно-луговые оглеенные мерзлотные, торфяно-глеевые почвы и антропогенно-нарушенные (абрадированные) почвы, приуроченные к различным ландшафтно-геохимическим обстановкам. Нами были исследованы почвы фоновых территорий, развивающиеся в автоморфных и полугидроморфно-аккумулятивных условиях, а также антропогенно-нарушенные почвы (условно-фоновых территорий). Характеристики и описания исследованных почвенных разрезов представлены ниже.

Почвы автоморфных ландшафтных условий

В период проведения исследований нами были описаны некоторые подтипы мерзлотно-таёжных почв — оторфованные и с признаками оглеения.

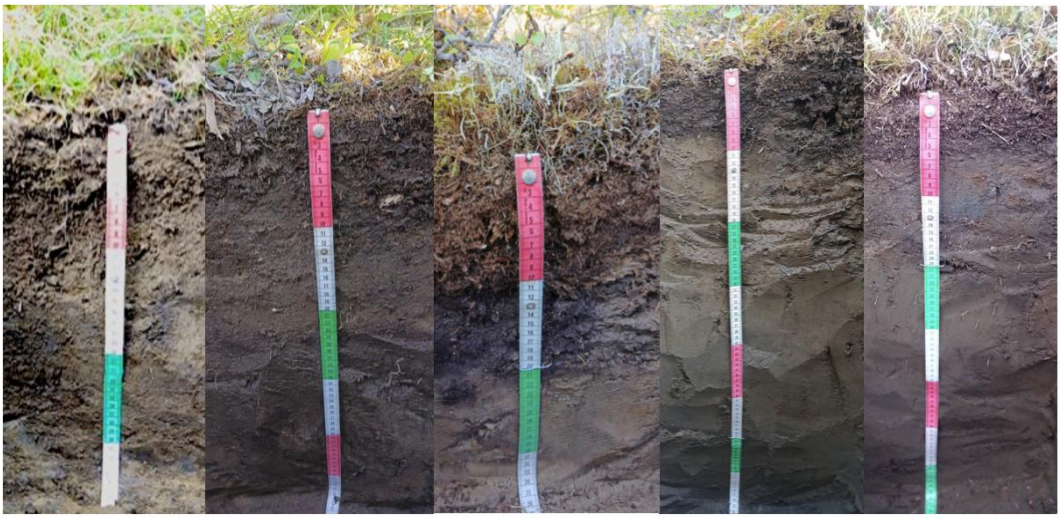


Рисунок 2. *Общий вид почв, развивающихся в автоморфных условиях: А, Б — мерзлотно-таежная почва; В, Г — мерзлотно-таежная оторфованная почва; Д — мерзлотно-таежная почва с признаками оглеения (фотографии автора)*

В данном разделе мы рассмотрим 5 разрезов мерзлотно-таёжных почв, внешний вид которых представлен на рисунке (рис. 2).

[6] ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» (для песчаных и супесчаных почв).

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23.01.2006 № 1 «О введении в действие гигиенических нормативов ГН 2.1.7.2041-06».

Письмо Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678 «О Порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами».

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

П1. Мерзлотно-таежная почва (71.97309° с.ш., 102.57170° в.д.) развивается в автоморфных условиях, на правом берегу ручья (приток р. Нижнего Чиереса) к востоку от с.п. Хатанга.

Таблица 1

Результаты исследования почвенного разреза П1. Мерзлотно-таежная почва

Вид	Горизонт	Описание горизонта
	O2O3 Мощность: 2 см t°C: 17,5°C t°C воздуха: 22,7°C	Цвет (по примазке): бежевый Влажность: сухой Механический состав: нет, опад хвои лиственницы, сухие злаки 2 и 3 степени разложения Плотность: рыхлый Структура: бесструктурный
	At MOOR Глубина: 0–7/8 см Мощность: 7–8 см t°C: 14,1°C	Цвет (по примазке): буро-серый pH: 7.0 Влажность: влажный Окраска: однородная Механический состав: легкий суглинок слаботорфованный Плотность: рыхлый Сложение: липкий, пластичный Структура: зернистая Включения: отсутствуют Живая фаза: редкие корни деревьев D = 0,5 см Новообразования: Fe корочки Переход: чёткий по цвету Граница: волнистая
	Bm Глубина: 7/8–25 см Мощность: 17–18 см t°C: 8,8°C	Цвет (по примазке): коричневый pH: 7,0 Влажность: влажный Окраска: однородная Механический состав: легкий суглинок Плотность: слабо-уплотненный Сложение: липкий, пластичный Структура: мелкоореховатая Живая фаза: редкие корни деревьев D = 0,2–0,4 см Включения: отсутствуют Переход: заметный по цвету Граница: волнистая
	B Глубина: 25–26/30 см Мощность: 1–5 см t°C: 3,3°C	Цвет (по примазке): ржаво-коричневый pH: 6,8 Влажность: мокрый Окраска: однородная Механический состав: легкий суглинок Плотность: уплотненный Сложение: сильно липкий, пластичный Структура: мелкоореховатая Живая фаза: редкие корни деревьев D = 0,3–0,6 см Включения: отсутствуют Переход: заметный по цвету Граница: сильно волнистая
	C$^{\perp}$ Глубина: 26/30–35 см Видимая мощность: 5–9 см t°C: -0,1°C	Цвет (по примазке): тёмно-сизый pH: 4,5 Влажность: мокрый Окраска: неоднородная Механический состав: тяжелый суглинок, мерзлая порода Плотность: плотный Сложение: сильно липкий, пластичный Структура: пластинчатая Включения: отсутствуют Живая фаза: отсутствует Новообразования: отсутствуют Многолетняя мерзлота: с 30–35 см

Составлено автором

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Растительность участка представлена: лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовая береза (*Betula nana*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), ива боганидская (*Salix boganidensis Trautv*), ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), мох кукушкин лён обыкновенный политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune*), водяника черная (*Empetrum nigrum*), багульник болотный (*Ledum palustre*), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa Small*).

Почвенный разрез заложен в лиственничном лесу с подлеском из кустарников багульника и карликовой березки, представлен горизонтами O2O3 — At — Bm-B — C⊥ (табл. 1). Общая мощность 35 см. Температура меняется от +17,5°С на поверхности до -0,1°С по поверхности мерзлоты, pH меняется вниз по профилю от 7,0 до 4,5. Корневая система деревьев (лиственницы Гмелина) располагается в горизонтах At и Bm. Механический состав меняется от липкого пластичного легкого суглинка в органогенном горизонте к сильно липкому пластичному тяжелому суглинку в горизонте C⊥.

П2. Мерзлотно-таежная почва (71.89816° с.ш., 102.14183° в.д.) развивается в автоморфных условиях на высокой галечниковой надпойменной террасе ручья — правого притока р. Котуй к югу от п. Кресты.

Растительность участка представлена: карликовая береза (*Betula nana*), ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*), ива боганидская (*Salix boganidensis* Trautv*)*, ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), ива сизая (*Salix glauca* L.), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small), злаки. Растительность образует очень густые, труднопроходимые заросли.

Почвенный профиль представлен горизонтами O2O3 — At — Bh — B2 — B⊥. Общая мощность профиля до границы многолетней мерзлоты 55 см. Границы между горизонтами волнистые, четкие. Основная часть корней растений располагается на глубине 14-18 см, максимальная до 32 см. Температура по профилю меняется от +12,8°С на поверхности до 0°С на границе с мерзлотой, pH по всему профилю — 4,5. Механический состав меняется от оторфанного липкого пластичного легкого суглинка органогенного горизонта до слаболипкого опластичного легкого суглинка в минеральных горизонтах.

П3. Мерзлотно-таёжная оторфованная почва (71.96352° с.ш., 102.62136° в.д.) развивается в автоморфных условиях на границе крупного болота в зоне леса к востоку от с.п. Хатанга (в сторону угольного разреза).

Растительность участка представлена: лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовая береза (*Betula nana*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), ягель кладония оленья (*Cladonia rangiferina*), багульник болотный (*Ledum palustre*), мох сфагнум (*Sphagnum*), ива боганидская (*Salix boganidensis* Trautv), ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), ива сизая (*Salix glauca* L.).

Почвенный профиль представлен горизонтами O2O3 — T — At — B — C⊥. Основная масса корней встречается на глубине от 9 до 17 см. Общая мощность 35 см. Температура по профилю меняется от 14,4°С на поверхности до -0,1°С на границе с многолетней мерзлотой, pH меняется вниз по профилю от 7,0 до 4,7. Механический состав меняется от торфяного органогенного горизонта к нелипкому пластичному среднему суглинку в минеральных горизонтах.

П4. Мерзлотно-таежная оторфованная почва (71.93116° с.ш., 102.15378° в.д.) развивается в автоморфных условиях на возвышенной выровненной террасе р. Котуя к югу от п. Кресты.

Растительность участка представлена: карликовая береза (*Betula nana*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*), ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*).

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Почвенный профиль представлен горизонтами АО — At — B1 — B⊥. Общая мощность профиля до границы многолетней мерзлоты 79 см. Новообразований не обнаружено. Корни растений до 45 см. Температура по профилю меняется от +15,1°C на поверхности до 0,1°C на границе с мерзлотой, pH по всему профилю — 4,5. Механический состав меняется от липкого пластичного легко-суглинистого — легко-супесчаного в органогенном горизонте к слаболипкой высокопластичной тяжелой и средней супеси в минеральных горизонтах.

П5. Мерзлотно-таежная почва с признаками оглеения (71.89903° с.ш., 102.14191° в.д.) развивается в автоморфных условиях на надпойменной террасе правого берега р. Котуй к югу от п. Кресты.

Растительность участка представлена: лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовая береза (*Betula nana*), ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*), ива боганидская (*Salix boganidensis* Trautv), ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), ива сизая (*Salix glauca* L.), осока (*Cárex*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), багульник болотный (*Ledum palustre*), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitisidaea*).

Почвенный профиль представлен горизонтами O2O3 — At — Bg — C⊥. Общая мощность профиля до границы многолетней мерзлоты 65 см. Границы между горизонтами At и Bg ровные, четкие. Горизонт Bg плавно переходит в многолетнюю мерзлоту. Основная часть корней растений располагается на глубине 15–30 см, максимальная до 53 см. Температура по профилю меняется от 13,0°C на поверхности до 0,8°C на границе с многолетней мерзлотой, pH меняется вниз по профилю от 6,7 до 4,5. Механический состав меняется от оторфанного легкого суглинка органогенного горизонта к липкому пластичному легкому суглинку в минеральных горизонтах.

Ниже представлена таблица с данными по количественному содержанию сильных оснований и Si в образцах исследованных мерзлотно-таежных почв (табл. 2).

Таблица 2

Содержание макробиогенных элементов и Si в мерзлотно-таежной почве

Горизонт м/pH	Na, мг/кг	K, мг/кг	Mg, мг/кг	Ca, мг/кг	Si, мг/кг
П1. At-B 0–10/6,1	8 200 ±3 300	11 200 ±4 500	6 600 ±2 000	20 200 ±6 100	185 000 ±55 000
П2. B1 0–10/7,4	6 100 ±2 500	11 400 ±4 600	8 500 ±2 600	24 400 ±7 300	204 000 ±61 000
П3. B 0–10/6,4	7 300 ±2 900	11 000 ±4 400	6 200 ±1 900	23 400 ±7 000	204 000 ±61 000
П4. B1 0–10/7,4	6 500 ±2 600	8 900 ±3 600	9 700 ±2 900	30 600 ±9 200	205 000 ±61 000
П5. Bg 0–10/7,0	6 900 ±2 800	9 600 ±3 900	7 000 ±2 100	27 700 ±8 300	220 000 ±66 000

Составлено автором

Наблюдаемый ряд распределения элементов Ca > K > Na > Mg (для П1, П3) соответствует геохимизму почв арктической зоны и отличается от рядов распределения, характерных для почв таежной зоны [8]. Ряд распределения Ca > K > Mg > Na (для П2, П4, П5) можно отнести к переходному типу, вероятно, характерному для лесотундровой зоны [9]. Соотношение Si >> Ca во всех образцах указывает на существенный риск усиления процессов высвобождения CO_2 в результате таяния многолетней мерзлоты и образования высоких концентраций кремниевых кислот [5].

Содержание токсических элементов в исследованных мерзлотно-таежных почвах рассмотрено нами отдельно, данные приведены в таблице (табл. 3).

В исследованных органо-минеральных горизонтах выявлены токсические элементы, превышающие ПДК (для образцов с pH = 6,1–7,4): Cr (> 90 мг/кг) — для всех образцов; возможно для Ni (40,0 мг/кг при pH < 5,5) — при увеличении кислотности почв с глубиной. Были отмечены случаи высокого содержания As (6,5–8,2 мг/кг), что, вероятнее всего, связано с

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

его поступлением с речными водами в период мощных разливов реки (р. Котуй) во время весенних ледоходов, однако это утверждение требует дополнительных исследований.

Таблица 3

Содержание токсических элементов в мерзлотно-таежной почве

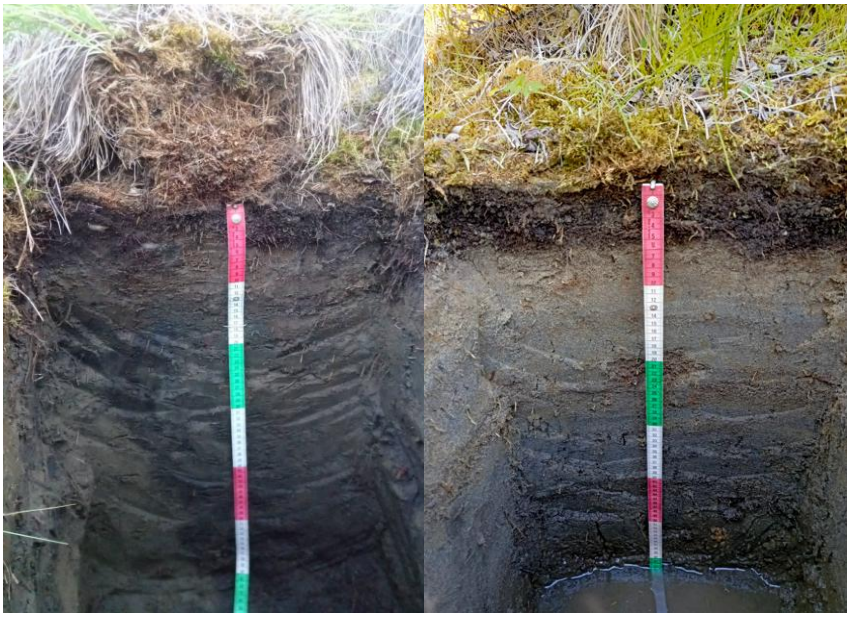
Горизонт, см, pH	Содержание элементов, мг/кг								
	Cd	Co	Mn	Cu	As	Ni	Pb	Cr	Zn
П1. At-B 0–10/6,1	0,30 ±0,15	30 ±12	830 ±250	22,7 ±4,5	< 0,1	44 ±15	13 ±3,3	91 ±18	90 ±18
П2. B1 0–10/7,4	0,31 ±0,16	26 ±10	800 ±240	32,3 ±6,5	8,2	54 ±19	12,8 ±3,2	114 ±23	61 ±12
П3. B 0–10/6,4	0,28 ±0,14	24,3 ±9,7	550 ±170	29,8 ±6,0	< 0,1	46 ±16	13,4 ±3,3	108 ±22	54 ±11
П4. B1 0–10/7,4	0,31 ±0,15	30 ±12	1 000 ±300	32,8 ±6,6	6,5	56 ±20	9,7 ±2,4	128 ±26	56 ±11
П5. Bg 0–10/7,0	0,34 ±0,17	30 ±12	900 ±270	41,7 ±8,3	< 0,1	57 ±20	12,9 ±3,2	117 ±23	61 ±12

Составлено автором

Нами было отмечено высокое по отношению к кларку [10] содержание в мерзлотно-таежных почвах: ванадия (124–175 мг/кг), кобальта (24,3–30 мг/кг), лития (11,9–19,7 мг/кг), меди (до 41,7 мг/кг, никеля (44–57 мг/кг), свинца (9,7–13,4 мг/кг), а также титана (в промышленных концентрациях — 4 400–5 700 мг/кг).

Почвы полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтных условий

К данным почвам нами были отнесены болото-мерзлотные и торфяно-глеевые мерзлотные почвы (рис. 3). Характеристики и описания исследованных почвенных разрезов представлены ниже.



А (разрез П6) Б (разрез П7)

Рисунок 3. *Общий вид почв, развивающихся в полугидроморфно-аккумулятивных условиях: А — болотно-мерзлотная оглеенная почва; Б — торфяно-глеевая мерзлотная почва (фотографии автора)*

П6. Болотно-мерзлотная оглеенная почва (71.96396° с.ш., 102.62284° в.д.) развивается в полугидроморфно-аккумулятивных условиях на границе крупного кочкарного болота в зоне леса к востоку от с.п. Хатанга.

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Таблица 4

Результаты исследования почвенного разреза П6. Болотно-мерзлотная оглеенная почва

Вид	Горизонт	Описание горизонта
	O2O3 Мощность: 4 см t°C: 6,4°C t°C воздуха: 10,6°C	Цвет (по примазке): бежевый Влажность: сухой Механический состав: нет, осока, моховой очес 2 и 3 степени разложения Плотность: рыхлый, под кочкой — очень плотное Структура: бесструктурный
	At MOOR-MODER Глубина: 0–7 см Мощность: 7 см t°C: 3,1°C	Цвет (по примазке): буро-черный pH: 4,5 Влажность: мокрый Окраска: однородная Механический состав: средняя супесь слаботорфованный Плотность: рыхлый Сложение: нелипкий, непластичный Структура: пылевато-зернистая Включения: отсутствуют Живая фаза: редкие корни осоки D = 0,1 см Новообразования: отсутствуют Переход: чёткий по цвету Граница: волнистая
	BGh Глубина: 7–63 см Мощность: 56 см t°C: 1,2°C	Цвет (по примазке): коричневый pH: 4,5 — 7,0 — 4,5 Влажность: мокрый Окраска: неоднородная по оглеению Механический состав: средний суглинок Плотность: от уплотненного до плотного Сложение: слаболипкий, высокопластичный Структура: плитчатая Живая фаза: единичные корни деревьев D = 0,2–0,3 см Включения: затеки гумуса до водупора (мерзлота) по обеим сторонам от кочки Переход: заметный по плотности и цвету Граница: слабоволнистая
	BG⊥ Глубина: 63–66 см Видимая мощность: 3 см t°C: -0,2°C	Цвет (по примазке): светло-коричневый pH: 4,5 Влажность: мокрый Окраска: неоднородная Механический состав: средний суглинок, мерзлая порода Плотность: плотный Сложение: липкий, слабопластичный Структура: плитчатая Включения: затеки гумуса Живая фаза: отсутствует Новообразования: отсутствуют Многолетняя мерзлота: с 63 см

Составлено автором

Растительность участка представлена: лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовая береза (*Betula nana*), осока (*Cárex*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa*), багульник болотный (*Ledum palustre*), мох сфагнум (*Sphagnum*), ива боганидская (*Salix boganidensis* Trautv), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitisidaea*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*).

Почвенный профиль представлен горизонтами O2O3 — At — BGh — BG⊥ (табл. 4). Общая мощность профиля до границы многолетней мерзлоты 63 см. Диапазон температур от 10,6°C на поверхности до -0,2°C на границе с мерзлотой, pH по всему профилю равен 4,5. Механический состав меняется от средней супеси в органогенном горизонте к слаболипкому высокопластичному среднему суглинку в минеральных горизонтах.

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

П7. Торфяно-глеевая мерзлотная почва (71.89564° с.ш., 102.14901° в.д.) развивается в полугидроморфно-аккумулятивных условиях на границе заболоченной низины надпойменной террасы правого берега р. Котуй. Вокруг произрастает кустарниковая тундра с единичными лиственницами (1–2 м высоты) на мшистых кочкарниках верхового болота.

Растительность участка представлена: хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), ива боганидская (*Salix boganidensis* Trautv), ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), ива сизая (*Salix glauca* L.), осока (*Cárex*), тамнолия червеобразная (*Thamnolia vermicularis (Sw.)* Schaer).

Почвенный профиль представлен горизонтами О1О2 — At — Bg — Cg⊥. Общая мощность профиля 67 см. Границы между горизонтами неровные, выделяются по цвету. Уровень грунтовых вод начинается с 48 см. Максимальное проникновение корней до 43 см, общая масса корней сосредоточена до 18 см. Диапазон температур от 14,0°С на поверхности до -0,1°С на границе с мерзлотой, pH по всему профилю равен 4,6–4,5. Механический состав меняется от средней супеси в органогенном горизонте к слаболипкой непластичной тяжелой супеси в минеральном горизонте Cg⊥.

Ниже представлена таблица с данными по количественному содержанию сильных оснований и Si в образцах исследованных почв полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов (табл. 5).

Таблица 5

Содержание макробиогенных элементов и Si в почвах полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов

Горизонт см/pH	Na, мг/кг	K, мг/кг	Mg, мг/кг	Ca, мг/кг	Si, мг/кг
П6. BGh 0–10/7,7	7 800 ±3 100	11 700 ±4 700	7 500 ±2 300	23 600 ±7 100	228 000 ±68 000
П7. Bg 10–20/6,8	6 600 ±2 600	12 900 ±5 200	7 400 ±2 200	18 200 ±5 500	237 000 ±71 000

Составлено автором

Наблюдаемый ряд распределения элементов Ca > K > Na > Mg (П6) болотно-мерзлотной оглеенной почвы тяготеет к мерзлотно-таежным почвам (в т. ч. с признаками оглеения) и соответствует геохимизму почв арктической зоны, в то время, как ряд распределения Ca > K > Mg > Na (П7) торфяно-глеевой мерзлотной почвы тяготеет к мерзлотно-таежным оторфованным почвам относится к лесотундровой зоне. Соотношение Si >> Ca во всех образцах указывает на существенный риск усиления процессов высвобождения CO_2 в результате таяния многолетней мерзлоты и образования высоких концентраций кремниевых кислот, что отмечалось ранее. Следует отметить, что содержание Si в исследованных почвах полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов превышает его содержание в почвах, формирующихся в автоморфных условиях (профили П1-П5).

Содержание токсических элементов в образцах исследованных почв полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов рассмотрено нами отдельно, данные приведены в таблице (табл. 6).

В исследованных органо-минеральных горизонтах выявлены токсические элементы, превышающие ПДК (для образцов с pH < 5,5): Cr (> 90 мг/кг) и Ni (> 40,0 мг/кг) — для всех образцов.

Нами было отмечено высокое содержание (по отношению к кларку) в почвах полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов: ванадия (87–158 мг/кг), кобальта (17,9–26 мг/кг), лития (10,1–19,6 мг/кг), меди (до 31,3 мг/кг), никеля (39–50 мг/кг), свинца (до 9,1 мг/кг), а также титана (в промышленных концентрациях — 4 300–5 600 мг/кг), — наибольшие значения отмечены в мерзлотной оглеенной почве.

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Таблица 6

Содержание токсических элементов в почвах полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов

Горизонт, см, pH	Содержание элементов, мг/кг								
	Cd	Co	Mn	Cu	As	Ni	Pb	Cr	Zn
П6. BGh 0–10/7,7	0,34 ±0,17	26 ±11	560 ±170	31,3 ±6,3	< 0,1	50 ±17	9,1 ±2,3	117 ±23	60 ±12
П7. Bg 10–20/6,8	0,33 ±0,16	17,9 ±7,2	430 ±130	11,8 ±2,4	< 0,1	39 ±14	7,9 ±2,0	111 ±22	48,5 ±9,7

Составлено автором

Антропогенно-нарушенные почвы

В данном разделе мы рассматриваем почвы, на формирование и современное состояние которых антропогенная деятельность оказала существенное влияние. В рамках исследования нами были описаны аллювиальная тонкослоистая слабо-дерновая (антропогенно-нарушенная) и маломощная (абрадированная) торфяно-глеевая мерзлотная почва под вторично замещенной растительностью (рис. 4). Характеристики и описания исследованных почвенных разрезов представлены ниже.

А (разрез П8) Б (разрез П9)

Рисунок 4. *Общий вид антропогенно-нарушенных почв: А — аллювиальная тонкослоистая слабо-дерновая (антропогенно-нарушенная); Б — маломощная (абрадированная) торфяно-глеевая мерзлотная почва под вторично замещенной растительностью (фотографии автора)*

П8. Аллювиальная тонкослоистая слабо-дерновая антропогенно-нарушенная почва (71.89635° с.ш., 102.14735° в.д.) развивается на границе заболоченной низины надпойменной террасы правого берега р. Котуй к югу от п. Кресты в транс-эллювиальных условиях. Вокруг располагаются небольшие песчаные дюны, закрепленные невысокими лиственницами и разреженной дриадово-арктоусовой растительностью.

Растительность участка представлена: лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), дриада восьмилепестная или куропаточья трава (*Dryas octopetala*), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), лапчатка кустарниковая (*Dasiphora*

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

fruticosa), кастиллея красная (*Castilleja rubra (Drobow)* Rebrist), подморенник северный (*Galium boreale*), пушица многоколосковая (*Eryophorum angustifolium*). Почвенный профиль представлен горизонтами О2 — АО — С1 — С2. Общая мощность профиля 75 см. Границы между горизонтами неровные, выделяются по цвету. Грунтовые воды не вскрываются. Многолетняя мерзлота не обнаружена, и, по-видимому, залегает намного глубже. Это может быть связано с отсутствием почвенно-растительного покрова на перевеваемых дюнах, с разреженной древесной растительностью и хорошим прогревом участка, а также с антропогенной нарушенностью в прошлом (о чём свидетельствуют остатки зверофермы поблизости). В горизонтах С1 и С2 отчетливо выделяются многочисленные, но маломощные тонкослоистые горизонты мощностью от 0,5 см до 4 см. Границы между горизонтами ровные, выделяются по цвету. Диапазон температур от 13,1°С в верхней части профиля до 5,9°С в горизонте С2, pH меняется по профилю от 7,0 до 4,5. Механический состав по всему профилю представлен легкой супесью.

П9. Абрадированная маломощная торфяно-глеевая мерзлотная почва под вторично замещенной растительностью (71.95578° с.ш., 102.65262° в.д.) развивается в полугидроморфно-аккумулятивных условиях на низине с признаками заболачивания и единичными осоковыми кочками. Почвенный профиль выполнен в непосредственной близости от заброшенного локатора («Лопухи») к востоку от с.п. Хатанга.

Растительность участка представлена: осока (*Cárex*), ива боганидская *Salix boganidensis* Trautv), ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii*), ива сизая (*Salix glauca* L.), пушица многоколосковая (*Eryophorum angustifolium*), лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*). Первичная растительность на участке была замещена вторичной осоково-пушициевой.

Почвенный профиль представлен горизонтами О2 — At — Bg — G — $C^{\perp}$ (табл. 8). Почвенный разрез по всем горизонтам влажный, просачивание грунтовых вод наблюдалось в горизонте G по правому борту почвенного разреза. Вторичная растительность образовала плотный слой дернины, скрепившей 2 горизонта. Общая мощность профиля 62 см.

Диапазон температур от 10,9°С в органогенном горизонте до 1,1°С в горизонте $C^{\perp}$, pH меняется по профилю от 4,9 до 6,1 в оглеенных горизонтах. Механический состав меняется вниз по профилю от легкого суглинка до тяжелого суглинка — глины.

Ниже представлена таблица с данными по количественному содержанию сильных оснований и Si в образцах исследованных антропогенно-нарушенных почв (табл. 7).

Таблица 7

Содержание макробиогенных элементов и Si в антропогенно-нарушенных почвах

Горизонт см/pH	Na, мг/кг	K, мг/кг	Mg, мг/кг	Ca, мг/кг	Si, мг/кг
П8. АО-С1 0 — 10/6,7	7 900 ±3 200	18 400 ±7 400	9 400 ±2 800	20 000 ±6 000	302 000 ±90 000
П9. At-Bg 0 — 10/7,5	7 700 ±3 100	13 800 ±5 500	5 100 ±1 500	15 900 ±4 800	231 000 ±69 000

Составлено автором

Наблюдаемый ряд распределения элементов Ca > K > Mg > Na (П8) аллювиальной тонкослоистой слабо-дерновой антропогенно-нарушенной почвы сложно проанализировать и сравнить, так как аллювиальные почвы встречаются на данной территории редко. Содержание Si самое высокое среди описанных почв, что соответствует аллювиальному типу почвы. Ряд распределения Ca > K > Na > Mg (П9) абрадированной маломощной торфяно-глеевой мерзлотной почвы под вторично замещенной растительностью указывает на её трансформацию из мерзлотно-таежной почвы, что подтверждается другими описанными в том районе почвенными профилями. Высокое содержание Si схоже со значениями в почвах

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

полугидроморфно-аккумулятивных ландшафтов, и, в целом, соответствует условиям, в которых развивается данная почва.

Таблица 8

**Результаты исследования почвенного разреза П9.
Абрадированная маломощная торфяно-глеевая мерзлотная почва**

Вид	Горизонт	Описание горизонта
	O2 Мощность: 0,2 см t°C: 10,9°C t°C воздуха: 18,8°C	Цвет (по примазке): бежевый Влажность: мокрый Механический состав: нет, опад лиственницы, сухие части растений 2 степени разложения Плотность: рыхлый Структура: бесструктурный
	At Глубина: 0–10/13 см Мощность: 10–13 см t°C: 5,7°C	Цвет (по примазке): буро-черный pH: 4,9 Влажность: мокрый Окраска: неоднородная Механический состав: легкий суглинок Плотность: уплотненный Сложение: нелипкий, непластичный Структура: пылевато-зернистая с волокнами растений Включения: отсутствуют Живая фаза: частые корни осоки Новообразования: отсутствуют Переход: чёткий по цвету Граница: волнистая
	Bg Глубина: 10/13–27/29 см Мощность: 14–19 см t°C: 4,3°C	Цвет (по примазке): коричневый pH: 6,1 Влажность: мокрый Окраска: неоднородная по оглеению Механический состав: тяжелый суглинок/глина Плотность: уплотненный Сложение: липкий, высокопластичный Структура: пластинчатая Живая фаза: корни осоки D = 0,05 см Включения: отсутствуют Переход: заметный по цвету Граница: волнистая
	G Глубина: 27/29–51/54 см Мощность: 22–27 см t°C: 3,0°C	Цвет (по примазке): черный /с серо-голубым отливом/ pH: 5,1 Влажность: мокрый Окраска: неоднородная по оглеению Механический состав: тяжелый суглинок / глина Плотность: очень плотный Сложение: сильнолипкий, пластичный Структура: пластинчатая Живая фаза: отсутствует Включения: единичная дресва D = 3–5 см Переход: заметный по плотности Граница: слабоволнистая
	C$^{\perp}$ Глубина: 51/54–62 см Видимая мощность: 8–11 см t°C: 1,1°C	Цвет (по примазке): черный / с сизым отливом / pH: 6,1 Влажность: мокрый, мерзлота Окраска: неоднородная Механический состав: тяжелый суглинок, мерзлая порода Плотность: плотный, мерзлый Сложение: сильнолипкий, высокопластичный Структура: пластинчатая Включения: отсутствуют Живая фаза: отсутствует Новообразования: отсутствуют Многолетняя мерзлота: с 62 см

Составлено автором

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Содержание токсических элементов в образцах исследованных антропогенно-нарушенных почв рассмотрено нами отдельно, данные приведены в таблице (табл. 9).

Таблица 9

Содержание токсических элементов в антропогенно-нарушенных почвах

Горизонт, см, pH	Содержание элементов, мг/кг								
	Cd	Co	Mn	Cu	As	Ni	Pb	Cr	Zn
П8. АО-С1 0–10/6,7	0,39 ±0,20	22,6 ±9,0	640 ±190	12,8 ±2,6	< 0,1	51 ±18	17,7 ±4,4	116 ±23	36,1 ±7,2
П9. At-Bg 0–10/7,5	0,32 ±0,16	20,3 ±8,1	760 ±230	22,0 ±4,0	—	37 ±13	12,7 ±3,2	75 ±15	53 ±11

Составлено автором

Аналогично исследованным фоновым почвам, в антропогенно-нарушенных — аллювиальной тонкослоистой слабо-дерновой почве, — выявлено превышение ПДК (для образцов с pH > 5,5) для Cr (> 90 мг/кг), что характерно для некоторых типов фоновых почв. Содержание остальных токсических элементов не превышает фоновые значения.

В аллювиальной тонкослоистой слабо-дерновой почве было отмечено самое высокое содержание Sr (175 мг/кг), однако пути поступления (источник) этого талассофильного элемента в почвы не кажутся очевидными и требуют дополнительных исследований.

По отношению к описанным нами выше почвам фоновых территорий, антропогенно-нарушенные почвы не выделяются существенными изменениями в химическом составе. Также было отмечено повышенное содержание (по отношению к кларку) в антропогенно-нарушенных: ванадия (87–94 мг/кг), кобальта (20,3–22,6 мг/кг), лития (13,9–18,3 мг/кг), меди (до 22,0 мг/кг, никеля (37–51 мг/кг), свинца (12,7–17,7 мг/кг), титана (3 900–4 100 мг/кг).

Выводы

Нами были проведены почвенные описания наиболее распространенных типов почв (мерзлотно-таёжные различных подтипов, болотно-мерзлотные и торфяно-глеевые мерзлотные, а также некоторые антропогенно-нарушенные типы почв) и характерных для них растительных сообществ.

Ряды содержания биофильных микроэлементов (K, Ca, Mg, Na) указывают на соответствие почв таёжным и тундрово-арктическим геохимическим условиям, что, судя по всему, свойственно для почв лесотундры как переходной зоны. Содержание K, близкое к значениям фоновых почв, указывает на процессы восстановления в антропогенно-нарушенных почвах. Для всех исследованных образцов характерно высокое содержание Si в органогенных горизонтах, что некоторые исследователи связывают с риском эмиссии значительных объёмов CO_2 при оттаивании многолетней мерзлоты вследствие глобальной трансформации климата, но вполне объяснимо кларком концентрации Si в почвах. Исследования позволяют оценить актуальную мощность сезонно-талого слоя, а также реализовать мониторинг сезонно-талого слоя как маркера процесса заболачивания территорий.

Несмотря на превышение содержания отдельных токсических элементов в почвах (Cr, Ni), такое превышение не связано с хозяйственной деятельностью человека, а является нативной геохимической особенностью территории. Проведенные исследования позволяют оценить целесообразность реализации в будущем проектов пространственного развития территории в рамках проведения стратегической социально-экологической оценки и оценить нецелесообразность или экологическую безопасность проектов, которые, в последствии, могут усилить токсикологическое воздействие на окружающую среду (например, развитие цветной металлургии).

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

К геохимической особенности территории нами было отнесено высокое содержание ванадия, кобальта, лития, меди, никеля, свинца, хрома, а также титана (в промышленных концентрациях).

ЛИТЕРАТУРА

1. Скобелев, Д.О. Введение в стратегическую социально-экологическую оценку / Д.О. Скобелев, Р.О. Бутовский, И.О. Тихонова [и др.]. — М.: Центр экологического аудита и менеджмента, 2025. — 100 с.
2. Александрова, В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики / В.Д. Александрова; АН СССР, Ботан. ин-т имени В.Л. Комарова. — Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1977. — 187 с.
3. Барталев, С.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS / С.А. Барталев, В.А. Егоров [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2011. — Т. 8, № 4. — С. 285–302.
4. Лупян, Е.А. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») / Е.А. Лупян, А.А. Прошин, М.А. Бурцев [и др.] — DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2019. — Т. 16, № 3. — С. 151–170.
5. Stimmler, P. The importance of calcium and amorphous silica for arctic soil CO_2 production / P. Stimmler, M. Göckede [et al.] — DOI: 10.3389/fenvs.2022.1019610 // Frontiers in Environmental Science. — 2022. — Т. 10. — С. 1019610.
6. Попова, Л.Ф. Тяжелые металлы в почвах Евро-Арктических территорий / Л.Ф. Попова, М.В. Никитина [и др.] — DOI: 10.6060/ivkkt201962fp.5854 // Известия вузов. Химия и химическая технология. — 2019. — № 3. — С. 102–107.
7. Лаптева, Е.М. Ландшафтно-биогеографические аспекты аккумуляции и миграции тяжелых металлов в почвах Арктики и Субарктики европейского Северо-Востока / Е.М. Лаптева, Д.А. Каверин [и др.] // Известия Коми научного центра УрО РАН. — 2015. — № 3(23). — С. 47–60.
8. Головлева, Ю.А. Генезис таёжных слабодифференцированных почв Западной Сибири / Ю.А. Головлева, Н.А. Аветова [и др.] // Лесоведение. — 2017. — № 2. — С. 83–93.
9. Русанова, Г.В. Почвы лесных и тундровых ландшафтов северной лесотундры (бассейны рек Сейда и Хоседа-ю) / Г.В. Русанова, О.В. Шахтарова, А.В. Пастухов // Biological Communications. — 2014. — № 3. — С. 60.
10. Виноградов, А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А.П. Виноградов // Геохимия. — 1962. — № 7. — С. 555–571.

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Lebedev Yaroslav Olegovich
Scientific Research Institute «Center for Environmental Industrial Policy», Moscow, Russia
E-mail: ya.o.lebedev@ya.ru
IRID: https://istina.msu.ru/workers/10632621
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5792-1466
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=779421
WoS: https://www.webofscience.com/wos/author/rid/A-6159-2019
SCOPUS: https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57218527599

Kobets Dmitry Alexandrovich
Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
E-mail: kobets@d902.iki.rssi.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3039-2071
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=746802

Melnichenko Tatiana Nikolaevna
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: metanic@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=775167

Assessment of the geochemical state of soils in the Arctic zone (Khatanga village, Krasnoyarsk Territory)

Abstract. The article updates the geochemical state of the soils of the Arctic zone of Russia in the vicinity of the rural settlement of Khatanga in the Krasnoyarsk Territory. Soil descriptions of the most common types of soils and their characteristic plant communities have been carried out. The content of a number of biophilic trace elements, toxic elements (heavy metals), as well as the content of some scattered and rare earth elements exceeding Clark concentrations in soils is estimated. The issue of the relative content of Si/Ca in soils is considered separately as one of the markers that a number of researchers associate with CO_2 emissions as a result of permafrost thawing.

In our work, we noted that, despite the excess content of certain toxic elements in soils (Cr, Ni), such an excess is not related to human economic activity, but is a native geochemical feature of the studied Arctic territory. The Si > Ca content was noted for all the studied samples of organo-mineral horizons of soils of the seasonally thawed layer, which corresponds to Clark concentrations of Si and Ca in soils and the earth's crust, but allows, if necessary, to estimate the potential volumes of silicic acids formed in the soils of the Arctic zone.

The conducted studies make it possible to assess the feasibility of implementing certain spatial development projects in the future as part of a strategic socio-environmental assessment, taking into account the high content of certain heavy metals and their slow lateral migration, as well as their ability to accumulate in organo-mineral horizons.

Keywords: Arctic zone of Russia; Khatanga; General cleaning; geochemical state of soil cover; biophilic macroelements; heavy metals; plant communities

28NZVN425
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com