Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» https://resources.today
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2025, Том 12, № 3 / 2025, Vol. 12, Iss. 3 https://resources.today/issue-3-2025.html

URL статьи: https://resources.today/PDF/08NZOR325.pdf

DOI: 10.15862/08NZOR325 (https://doi.org/10.15862/08NZOR325)

1.6.21. Геоэкология (геолого-минералогические, географические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Лебедев, Я. О. Актуализация данных о ботаническом разнообразии и экологическом состоянии территории при проведении стратегической социально-экологической оценки (на примере с.п. Хатанга, Красноярский край) / Я. О. Лебедев, Д. А. Кобец, К. Д. Скобелев, А. А. Самарина // Отходы и ресурсы. — 2025. — Т. 12. — № 3. — URL: https://resources.today/PDF/08NZOR325.pdf. DOI: 10.15862/08NZOR325.

For citation:
Lebedev Ya.O., Kobets D.A., Skobelev K.D., Samarina A.A. Updating data on the botanical diversity and ecological condition of the territory during a strategic socio-ecological assessment (using the example of village Khatanga, Krasnoyarsk region). *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2025;12(3): 08NZOR325. Available at: https://resources.today/PDF/08NZOR325.pdf. DOI: 10.15862/08NZOR325. (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» с использованием вычислительных ресурсов Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг», развиваемого при поддержке Минобрнауки РФ (тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8)

Работа поддержана Программой стратегического академического лидерства РУДН

УДК 574.472

Лебедев Ярослав Олегович
ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», Москва, Россия
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

Скобелев Кирилл Дмитриевич
ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет», Москва, Россия
Институт искусственного интеллекта
Заместитель директора института по проектной работе
E-mail: kirillskobelev@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4007-2414
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1204420

Самарина Анна Анатольевна
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия
E-mail: leppestok@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=54714601

Актуализация данных о ботаническом разнообразии и экологическом состоянии территории при проведении стратегической социально-экологической оценки (на примере с.п. Хатанга, Красноярский край)

Аннотация. Представленные в статье материалы были получены в результате проведения комплексной экспедиции Русского географического общества совместно с Министерством обороны РФ «Арктика. Генеральная уборка» летом 2024 года. В рамках экспедиции осуществлялся сбор техногенного мусора с береговой линии р. Хатанга, была проведена стратегическая социально-экологическая оценка населенного пункта и прилегающей к нему территории.

Авторами представлены сведения, позволяющие актуализировать данные о ботаническом разнообразии типичных экотопов Арктической зоны и оценить их экологическое состояние. В рамках проведенных исследований были проанализированы результаты химических анализов образцов местной флоры (на примере кипрея узколистного), что позволило уточнить токсические элементы, неизбирательно поглощаемые растениями и представляющие в высоких концентрациях опасность для здоровья людей.

Проведенные в рамках стратегической социально-экологической оценки исследования позволят в будущем оценить целесообразность реализации тех или иных проектов пространственного развития территории, учитывая выявленное нами высокое содержание токсических элементов (тяжелых металлов — Cu, Ni, Zn) в вегетативных органах растений и их возможный последующий транслокационный перенос. Для отдельных экотопов были отмечены незначительные скорости восстановления после нарушений, допущенных в результате прошлой хозяйственной деятельности. Полученная информация позволяет сделать вывод о наличии ряда ограничений при реализации проектов пространственного развития территории с.п. Хатанга и прилегающих к ней территорий.

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

Введение

Полуостров Таймыр — самая северная материковая часть Евразии, занимает площадь около 400 000 км^2 и расположен целиком в границах Арктической зоны России. Уникальные физико-географические и экологические особенности делают полуостров Таймыр важным объектом для изучения его биологического разнообразия.

В 2023–2024 гг. в рамках реализации проекта РГО «Арктика. Генеральная уборка» в сельском поселении Хатанга, расположенного на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края, была проведена механическая очистка части территорий, загрязненных отходами отдельных видов и классов, образованных в результате осуществления в прошлом хозяйственной деятельности предприятий, и предварительная

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

оценка степени загрязнения территории, а также накопленного негативного воздействия на окружающую среду.

Основной научной задачей экспедиции было определено проведение стратегической социально-экологической оценки территории (ССЭО) [1]. ССЭО представляет собой методику анализа и прогнозирования социальных и экологических последствий различных решений и проектов — уже существующих или планируемых для реализации, в том числе, с целью развития региона. Исследования, проводимые на пространствах, относящихся к территориям Арктической зоны Российской Федерации, соответствуют государственным интересам в Арктической зоне, изложенных в указах и стратегии научно-технологического развития России.[1] В частности, стратегия относится к документам стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности России и определяет «меры, направленные на выполнение основных задач развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности, а также этапы и ожидаемые результаты реализации этих мер».[2]

В современных эколого-экономических исследованиях Арктической зоны особое значение приобретает сочетание методов анализа и синтеза, что позволяет глубже понять сложные взаимодействия между экологическими и экономическими системами [2]. Проведение ССЭО позволяет выявить потенциальные риски, связанные с реализацией новых проектов, направленных на технологическое и экономическое развитие стратегически важного региона, и предложить альтернативы, способные минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и местное население.

Таким образом, 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 стратегического планирования развития территории, комплиментарные диалогической концепции экологизации подходов при природопользовании, обеспечивающих устойчивое функционирование территории.

Материалы и методы

Целью исследования в рамках проведения полевого этапа ССЭО было определено проведение геоботанических описаний прилегающей территории и оценка её экологического состояния. Сельское поселение Хатанга имеет хорошую транспортную доступность относительно других населенных пунктов Арктической зоны России ввиду наличия круглогодичного аэропорта и сезонного морского порта. Несмотря на это систематического исследования растительного покрова в его окрестностях не проводилось [3; 4].

Нами было отмечено, что значительное влияние на состав и состояние флоры оказывает антропогенный фактор.

[1] Стратегия 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».

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

В рамках проведенного нами исследования были решены следующие задачи:

1. Анализ существующих данных о растительных сообществах исследуемой территории.
2. Систематизация данных полевых геоботанических описаний.
3. Оценка экологического состояния растительных сообществ.
4. Создание ортофотопланов исследуемых площадей для повышения точности карты растительного покрова.
5. Проведение химических исследований образцов кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium*), применяемого в пищевых целях.

Исследования охватывали прилегающие к с.п. Хатанга территории в радиусе до 15 км (рис. 1), представляющие собой ненарушенные (фоновые) или условно-ненарушенные (условно-фоновые) хозяйственной деятельностью ландшафты под различными растительными сообществами, расположение которых соответствует южной границе тундровой области [5] или, по другим данным, к северотаежной подзоне таежной зоны [3; 4].

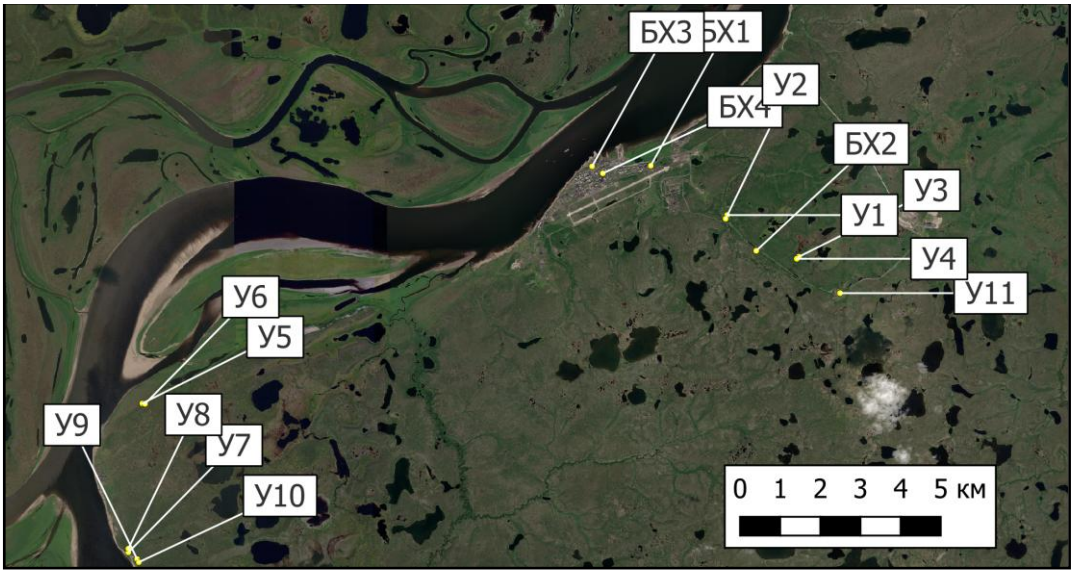

Рисунок 1. *Фрагмент космоснимка территории исследований (составлено автором)*

Пространственное расположение различных растительных сообществ, определялось на основе карты растительного покрова [6], полученной на основе обработки спутниковых данных прибора MODIS в ИКИ РАН (рис. 2), с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» [7]. Каждый пиксель карты растительного покрова соответствует квадрату 230×230 м. На местности мы проверяли точность выделений класса растительности. По пикселям нами были выбраны квадраты исследований с различной растительностью для натурных исследований.

Полевые исследования проводились с использованием GPS-навигатора по заранее определенным квадратам пикселей карты растительного покрова. Для каждого квадрата выполнялась съёмка ортофотоплана посредством БПЛА (модель DJI Mini 2), выбирались 2 наиболее типичные площадки. Далее на местности выполнялись комплексные исследования: квадрат геоботанического описания 25×25 м, внутри которого была расположена площадка экологического описания 10×10 м, внутри которой закладывали почвенный разрез. Выполнялись описания, составлялся гербарий (рис. 3).

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

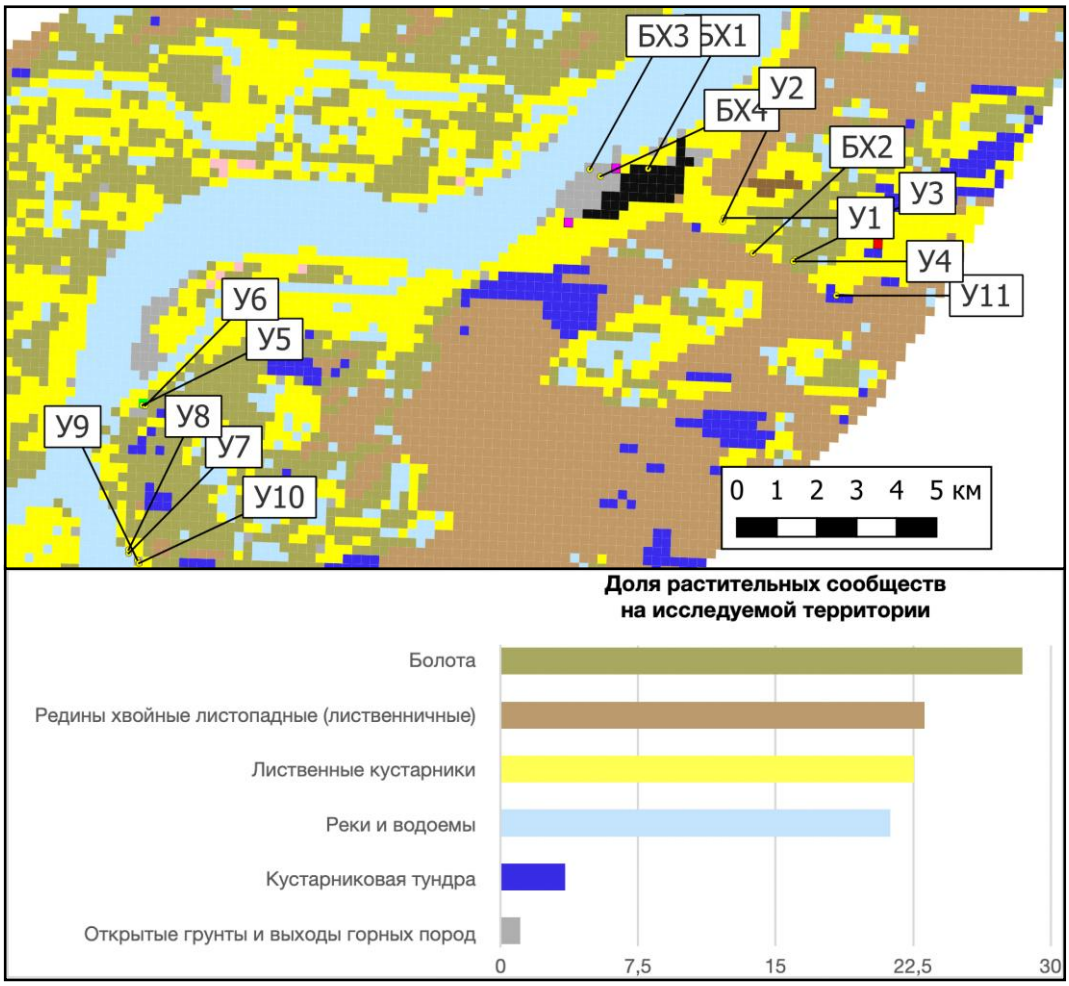

Рисунок 2. *Фрагмент карты растительного покрова (вверху) в окрестностях с.п. Хатанга (красным выделены границы обследованных территорий), легенда и процент площади наиболее характерных типов территорий (внизу) для окрестностей с.п. Хатанга (доля остальных классов пренебрежимо мала) (составлено автором)*

Рисунок 3. *Пример образцов гербария (слева-направо): берёза карликовая (Betula nana L.), лук скорода (Allium schoenoprasum L.), белозор болотный новосветский (Parnassia palustris L. subsp. neogaea (Fern.) Hult.) (фото автора)*

Экологическая оценка предполагала выявление признаков антропогенно-нарушенной территории, отдельных загрязнений.

Геоботанические описания включали в себя заложение площадки описания 25×25 м, описание географических условий, а также растительных ярусов (древостой, травяно-кустарничковый покров, мохово-лишайниковый покров).

Для составления описаний применялась методика геоботанического описания по Мирину и Ипатову[3] [8] с использованием шкалы обилия растений по Друде с дополнениями А.А. Уранова и П. Д. Ярошенко[4] [9].

Всего в рамках исследования нами было выбрано 6 квадратов пикселей с различными типами растительности: лиственный кустарник (У1-2), болота (У3-4), лиственные леса (У5-6), реки и водоемы (читаемые по космоснимку как территория суши) (У7-8), открытые грунты (У9-10), лиственный кустарник (У11). В каждом квадрате пикселя площадки геоботанического и экологического описания закладывались в двойной повторности (рис. 4). Одна площадка соответствовала антропогенно-нарушенной территории, находящейся в стадии сукцессии (У11).

Рисунок 4. *Исследования на геоботанической площадке У6 (фото автора)*

Химический анализ (содержание тяжёлых металлов в валовой форме) проводился в аккредитованном исследовательском центре ИЦ «МГУЛАБ».[5] Анализ вытяжек из золы растений на тяжёлые металлы проводился на приборе АЭС-ИСП в соответствии с методикой.[6] В первую очередь нас интересовали экологические показатели, связанные с возможным неизбирательным поглощением растениями из почв химических элементов, относимых к 1, 2 и 3 группам токсикологической опасности (Zn, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Co, Mn, As), и характерных для почв арктических территорий [8; 9], согласно гигиеническим нормативам.[7]

---

[3] Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза: методические рекомендации: учебно-методическое пособие для студентов, специализирующихся в области ботаники и экологии. Санкт-Петербургский гос. ун-т. Санкт-Петербург. 2008. — 70 с.

[4] Уфимцева М.Г. Дендрология. Учебная практика: учебное пособие / М.Г. Уфимцева, А.В. Букин. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. — 88 с.

[5] Аттестат аккредитации RA.RU.21ОМ11 от 25.11.2021.

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

[7] 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».

Результаты

Согласно литературным данным [3; 4], на растительность в окрестностях с.п. Хатанга большое воздействие оказывает ее географическое положение на высоком правом берегу реки, с встречающимися обнажениями песков. Отмечено, что берег сельского поселения сложен редколесьями с редкими фрагментами лесов из лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii)*. На противоположном от с.п. Хатанга берегу растительность резко сменяется на тундровую. Большая часть растительных сообществ представлена кустарниково-кустарничко-моховыми с подлеском из ерника, ив и ольховника. С удалением от берега растет заболоченность, растительность меняется на кислолюбивую багульниково-голубичную. Обширны бугристые болота с осокой и пушицей. Террасы заселены травяной растительностью. Нами было отмечено аналогичное распределение растительных сообществ на правом и левом берегу р. Хатанга.

Проводимые нами исследования затрагивали территорию правобережья р. Хатанга. Ниже мы приводим результаты геоботанических описаний и экологической оценки состояния исследованных участков.

Участок 1 (У1)

В соответствии с картой растительности [6] диагностируется как «Лиственный кустарник» (сообщество с преобладанием листопадных растений).

При обследовании на местности участок был представлен лиственничным лесом с подростом из ивы и карликовой березы, развивающийся на мерзлотно-таежной почве (рис. 5). Преобладающий вид — хвощ болотный (*Equisetum palustre*) с проективным покрытием 78 %.

Рисунок 5. *Общий вид Участка 1 (фото автора)*

Ботанический состав экотопа включает в себя: лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовую березу (*Betula nana*), голубику обыкновенную (*Vaccínium uliginosum*), иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), иву шерстистопобеговую (*Salix gmelinii*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), мох кукушкин лён обыкновенный, политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune*), водянику (вороника, шикша) (*Empetrum*), багульник болотный (*Ledum palustre*), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small) и некоторые другие виды.

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Экологическое состояние участка было оценено нами как равновесное [10]: отсутствие техногенного мусора и бытового загрязнения, следы старой рубки (немногочисленные пни), по всему участку отмечено восстановление древесной растительности.

Участок 2 (У2)

Повторное обследование для квадрата «Лиственный кустарник» (сообщество с преобладанием листопадных растений) карты растительности.

При обследовании на местности участок был представлен разреженным лиственничным лесом с березовым подростом, развивающийся на таежной грубо-гумусной антропогенно-нарушенной почве. Преобладающий вид — водяника арктическая (*Empetrum subholarcticum* V. Vassil) с проективным покрытием 40 %.

Ботанический состав экотопа включает в себя: лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовую березу (*Betula nana*), голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), водянику (вороника, шикша) (*Empetrum*), кладонию оленью (ягель) (*Cladonia rangiferina*), багульник болотный (*Ledum palustre*), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small) и некоторые другие виды.

Экологическое состояние участка было оценено нами как равновесное: единичное загрязнение бытовым мусором, отсутствие современного техногенного загрязнения, следы старой рубки (единичные пни), заросшая грунтовая дорога, по всему участку отмечено восстановление древесной растительности.

Участок 3 (У3)

В соответствии с картой растительности [6] диагностируется как «Болото» — разреженная или редкая растительность.

При обследовании на местности участок был представлен лиственничным лесом с плотным подростом из березы, развивающийся на таежно-мерзлотной оторфованной почве (рис. 6). Преобладающий вид — багульник болотный (*Ledum palustre*), проективное покрытие 90 %.

Рисунок 6. *Общий вид Участка 3 (фото автора)*

Ботанический состав экотопа включает в себя: лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовую березу (*Betula nana*), голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), ягель кладония оленья (*Cladonia rangiferina*), багульник болотный (*Ledum palustre*), мох сфагнум (*Sphagnum*), иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), иву шерстистопобеговую (*Salix gmelinii)*, иву сизую (*Salix glauca* L.).

Экологическое состояние участка было оценено нами как естественное [10]: отсутствие техногенного мусора и бытового загрязнения, отсутствие следов рубки и иного антропогенного воздействия.

Участок 4 (У4)

Повторное обследование для квадрата «Болото» (разреженная или редкая растительность) карты растительности.

При обследовании на местности участок был представлен верховым кочкарным болотом с растительным сообществом из лиственницы Гмелина и редким подростом ивы и березы, развивающихся на болотно-мерзлотной оглеенной почве. Преобладающий вид — хвощ болотный (*Equisetum palustre*), проективное покрытие 40 %.

Ботанический состав экотопа включает в себя: лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовую березу (*Betula nana*), осоку, голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), ольху кустарниковую (*Alnus fruticosa*), багульник болотный (*Ledum palustre*), мох сфагнум (*Sphagnum*), иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), бруснику (*Vaccinium vítis-idaea*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*) и некоторые другие виды.

Экологическое состояние участка имело схожие черты с Участком 3 и оценено нами как естественное: отсутствие техногенного мусора и бытового загрязнения, отсутствие следов рубки и иного антропогенного воздействия.

Участок 5 (У5)

В соответствии с картой растительности [6] диагностируется как «Лиственный лес» — сообщество листопадных растений.

При обследовании на местности участок был представлен лиственнично-голубичным лесом с березово-ольховым подростом, развивающихся на мерзлотно-таежной оторфованной почве (рис. 7). Преобладающий вид — голубика (*Vaccinium uliginosum*), проективное покрытие 30 %.

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

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Рисунок 7. *Общий вид Участка 5 (фото автора)*

Экологическое состояние участка было оценено нами как естественное: отсутствие техногенного мусора и бытового загрязнения, отсутствие следов рубки и иного антропогенного воздействия, естественная сукцессия лесной растительности.

Участок 6 (У6)

Повторное обследование для квадрата «Лиственный лес» (сообщество листопадных растений) карты растительности.

При обследовании на местности участок был представлен верховым болотом с куртинами лиственницы на торфяно-болотной почве (рис. 8). Преобладающее растение — осока (вид не определен), проективное покрытие 95 %.

Рисунок 8. *Общий вид Участка 6 (фото автора)*

Ботанический состав экотопа включает в себя: осоку, карликовую березу (*Betula nana*), голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), ольху кустарниковую (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*), иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small), морошку приземистую (*Rubus chamaemorus*), дриаду восьмилепестную (куропаточью траву) (*Dryas octopetala*) и некоторые другие виды.

Экологическое состояние участка было оценено нами как естественное: отсутствие техногенного мусора и бытового загрязнения, отсутствие следов рубки и иного антропогенного воздействия.

Участок 7 (У7)

В соответствии с картой растительности [6] диагностируется как «Вода» (открытое водное пространство), имеет смежное положение с р. Котуй.

При обследовании на местности участок был представлен кустарниковыми зарослями с преобладанием ивняка на мерзлотно-таежной гумусированной почве (рис. 9). Преобладающий вид — арктоус альпийский (*Arctous alpina*), проективное покрытие 50 %.

Рисунок 9. *Общий вид Участка 7 (фото автора)*

Ботанический состав экотопа включает в себя: карликовую березу (*Betula nana*), ольху кустарниковую (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*), иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), иву шерстистопобеговую (*Salix gmelinii)*, иву сизую (*Salix glauca* L.), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small), злаки и некоторые другие виды. Растительность образует очень густые, трудно проходимые заросли.

Экологическое состояние участка было оценено нами как равновесное: отсутствие современного техногенного мусора и бытового загрязнения, следы старой рубки (немногочисленные пни), встречались обломки бревен в почвенных горизонтах, по всему участку отмечено восстановление древесной растительности.

Участок 8 (У8)

Повторное обследование для квадрата «Вода» (открытое водное пространство) карты растительности.

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

При обследовании на местности участок был представлен лиственничным лесом с подростом карликовой березы, ольхи и ивы на мерзлотно-таежной почве с признаками оглеения (рис. 9). Преобладающий вид — хвощ болотный (*Equisetum palustre*) с проективным покрытием до 80 %. Был также обнаружен единичный экземпляр голубики обыкновенной (*Vaccinium uliginosum*) с насыщенно-черными плодами.

Рисунок 10. *Общий вид Участка 8 (фото автора)*

Ботанический состав экотопа включает в себя: лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), карликовую березу (*Betula nana*), ольху кустарниковую (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*), иву боганидскую (*Salix boganidensis Trautv*), иву шерстистопобеговую (*Salix gmelinii)*, иву сизую (*Salix glauca* L.), осоку, единичную голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), багульник болотный (*Ledum palustre*), бруснику (*Vaccinium vítis-idaea*) и некоторые другие виды.

Экологическое состояние участка было оценено нами как равновесное: отсутствие современного техногенного мусора и бытового загрязнения, следы старой рубки (немногочисленные пни), по всему участку отмечено восстановление древесной растительности.

Участок 9 (У9)

В соответствии с картой растительности [6] диагностируется как «Грунт» (открытые пески или иные грунты).

Рисунок 11. *Общий вид Участка 9 (фото автора)*

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

При обследовании на местности участок был представлен редкими порослями кустарников на открытых песках высокой надпойменной террасы правого берега р. Котуй на аллювиальной тонкослоистой слабо-дерновой антропогенно-нарушенной почве (рис. 11). Преобладающий вид — подмаренник Виртгена (*Galium verum* L. subsp. Wirtgenii), проективное покрытие до 5 %.

Ботанический состав экотопа включает в себя: лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), дриаду восьмилепестную (куропаточью траву) (*Dryas octopetala*), арктоус красноплодный (*Arctous erythrocarpa* Small), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), кастиллею красную (лапчатка, курильский чай) (*Castilleja rubra* (Drobow) Rebrist), подморенник северный (*Galium boreale*), пушицу многоколосковую (*Eryophorum angustifolium*) и некоторые другие виды.

Экологическое состояние участка было оценено нами как кризисное [10]: отсутствие современного техногенного мусора и бытового загрязнения при крайне медленном восстановлении естественной растительности после нарушения почвенно-растительного покрова при ведении хозяйственной деятельности в прошлом.

Участок 10 (У10)

Повторное обследование для квадрата «Грунт» (открытые пески или иные грунты) карты растительности.

При обследовании на местности участок был представлен границей леса с переходом к пескам с разреженной кустарниковой растительностью на торфяно-глеевой мерзлотной почве. Преобладающий вид — ива мохнатая (*Salix lanata*) с проективным покрытием до 80 %.

Ботанический состав экотопа включает в себя: хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*), хвощ болотный (*Equisetum palustre*), иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), иву шерстистопобеговую (*Salix gmelinii)*, иву сизую (*Salix glauca* L.), осоку, тамнолию червеобразную (*Thamnolia vermicularis* (Sw.) Schaer).

Экологическое состояние участка было оценено нами также как кризисное: отсутствие современного техногенного мусора и бытового загрязнения при крайне медленном восстановлении естественной растительности после нарушения почвенно-растительного покрова при ведении хозяйственной деятельности в прошлом.

Участок 11 (У11)

В соответствии с картой растительности [6] диагностируется как «Лиственный кустарник» (сообщество с преобладанием листопадных растений).

Рисунок 12. *Общий вид Участка 11 (фото автора)*

08NZOR325
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

При обследовании на местности участок был представлен кустарниково-травяной тундрой (скорее даже влажным лугом) со вторично-замещенной растительностью на абрадированной торфяно-глеевой мерзлотной почве (рис. 12). Преобладающие растения — осоки и злаки (виды не определялись) с общим проективным покрытием до 40 %.

Ботанический состав экотопа включает в себя: осоку, иву боганидскую (*Salix boganidensis* Trautv), иву шерстистопобеговую (*Salix gmelinii)*, иву сизую (*Salix glauca* L.), пушицу многоколосковую (*Eryophorum angustifolium*), лиственницу Гмелина (*Larix gmelinii*), голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), ольху кустарниковую (*Alnus fruticosa*), мох сфагнум (*Sphagnum*) и некоторые другие виды.

Экологическое состояние участка было оценено нами как кризисное: наличие в большом объёме техногенного мусора и современного бытового загрязнения при медленном восстановлении естественной растительности после нарушения почвенно-растительного покрова при ведении хозяйственной деятельности в прошлом.

Химические исследования образцов кипрея узколистного (Epilobium angustifolium)

Данные химических анализов состава золы растений (в пересчёте на сухое вещество) (табл. 1) на предмет валового содержания токсических элементов (Zn, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Co, Mn, As) были сопоставлены с их предельно-допустимым содержанием в почвах[8], так как растительный опад является одним из источников поступления этих элементов в почву, а почвы — источником для неизбирательного поглощения токсических элементов самими растениями.

Образцы были отобраны на селитебных (БХ1, БХ4) и условно-фоновых территориях (БХ2, БХ3). Точка БХ1 расположена на въезде на территорию заброшенного завода ЖБИ; точка БХ2 соответствует обочине дороги, ведущей к карьеру; точка БХ3 расположена на склоне правого берега р. Хатанга вблизи территории порта; точка БХ4 расположена на въезде на территорию действующего предприятия ЖКХ (гараж техники).

Таблица 1

Содержание токсических элементов (мг/кг) в кипрее узколистном (Epilobium angustifolium)

№ / Элемент	**Точка БХ1**	**Точка БХ2**	**Точка БХ3**	**Точка БХ4**
Co	8,0 ±3,2	5,3 ±2,1	6,2 ±2,5	7,0 ±2,8
Cu	**83,0 ±17,0**	**52,0 ±10,0**	**86,0 ±17,0**	**76,0 ±15,0**
Ni	**26,9 ±9,4**	**6,9 ±2,4**	**18,0 ±6,3**	**14,2 ±5,0**
Zn	**306,0 ±61,0**	**379,0 ±76,0**	**339,0 ±68,0**	**249,0 ±50,0**
Pb	< 0,1	7,6 ±1,9	6,5 ±1,6	< 0,1
Cr	8,7 ±1,7	5,5 ±1,1	5,2 ±1,0	6,3 ±1,3
Mn	420 ±120	920 ±280	550 ±160	930 ±280
Cd	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
As	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Полужирным шрифтом выделены значения, превышающие ОДК и ПДК. Составлено автором

[8] 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».

Из таблицы видно, что для всех образцов кипрея узколистного характерно превышение содержания ряда элементов: Cu (с максимальными значениями 83,0–86,0 ±17,0 мг/кг), Ni (с максимальными значениями 26,9 ±9,4 мг/кг) и Zn (с максимальными значениями до 379,0 ±76,0 мг/кг). Остальные исследованные элементы не имеют значений, превышающих ОДК и ПДК, что может указывать на незначительное их содержание в почвах или избирательность их поглощения растениями.

Закономерностей в концентрации этих элементов в вегетативных органах кипрея узколистного в зависимости от территории его прорастания не выявлено. Отсутствие явных закономерностей также справедливо для данных по Mn, Cd и As.

Для значений содержания Cr, Co и, особенно, Pb следует отметить возможную зависимость от кислотности почв, влияющую на их подвижность и доступность растениям. Для Pb свойственно повышение лабильности (подвижности) вслед за повышением кислотности почвы, что может иметь выражение в накоплении в вегетативных органах кипрея узколистного, произрастающего на условно-фоновых территориях. При использовании противогололедных реагентов и соли в пределах селитебной территории, кислотность почв снижается, вследствие чего подвижность и биологическая доступность элемента также снижается.

Можно сделать вывод, что отдельные растения (в частности, кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium*)) в Арктической зоне в окрестностях с.п. Хатанга могут содержать значительные концентрации токсических веществ (Cu, Ni, Zn) вне зависимости от наличия источника антропогенного загрязнения, что следует рассматривать как ограничение для их применения в быту или при производстве продуктов питания.

Выводы

В ходе работы были составлены и проанализированы 11 геоботанических описаний пробных площадей, параллельно собран гербарий объемом в 150 видов растений, локально уточнено видовое разнообразие территорий вблизи с.п. Хатанга и п. Кресты, проведены биохимические исследования образцов кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium*).

По итогам геоботанических обследований установлено, что 5 из 11 площадок не соответствуют классу пикселя на верифицируемой карте растительности [6], для повышения точности дистанционных методов в Арктической зоне требуются дополнительные натурные исследования.

Существующее распространение растительности в соответствии с локальными географическими условиями соответствует литературным данным [3; 4] и не отражает возможных изменений, связанных с климатической трансформацией региона. Виды, определяемые как редкие для Красноярского края, нами встречены не были. Отмечено большое морфологическое разнообразие ив (*Salix*). Видовой состав растительного сообщества в значительной степени зависит от локальных географических условий места произрастания: положения в ландшафте, типа почвы и мощности сезонно-талого слоя, уровня освещенности, микрорельефа, особенностей микроклимата и т. д.

Нами было отмечено, что отдельные экотопы (особенно береговые, развивающиеся на аллювиальных почвах) имеют низкую скорость естественного восстановления и требуют особого внимания при реализации проектов пространственного развития территорий Арктической зоны.

Для всех исследованных образцов кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium*) характерно превышение допустимых концентраций Cu (до 86,0 ±17,0 мг/кг), Ni (до 26,9 ±9,4 мг/кг) и Zn (до 379,0 ±76,0 мг/кг) в валовой форме.

Такие исследованные элементы, как Co Pb Cr, Mn, Cd и As не имеют значений, превышающих ОДК и ПДК (для почв), что может указывать на незначительное их содержание в почвах или избирательность их поглощения растениями.

Кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium*) в Арктической зоне в окрестностях с.п. Хатанга может содержать значительные концентрации токсических веществ (Cu, Ni, Zn) вне зависимости от наличия источника антропогенного загрязнения, что следует рассматривать как ограничение для их применения в быту или при производстве продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скобелев Д.О., Бутовский Р.О., Тихонова И.О., Доброхотова М.В., Лебедев Я.О. Введение в стратегическую социально-экологическую оценку // Центр экологического аудита и менеджмента. М.: 2025. — 100 С.
2. Скобелев Д.О., Гусева Т.В., Тихонова И.О., Доброхотова М.В. О развитии стратегической социально-экологической оценки в Российской Федерации // Естественно-гуманитарные исследования. — 2024. — 4(54). — С. 463–471.
3. Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Часть 1. Аннотативный список флоры и ее общий анализ. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007. 457 с.
4. Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. Изменения во флоре окрестностей с. Хатанга, Таймырский заповедник, за длительный период. // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2016. Т. 1. № 2. с. 59–78.
5. Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики / АН СССР. Ботан. ин-т имени В.Л. Комарова. — Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1977. — 187 с.
6. Барталев С.А., Егоров В.А., Ершов Д.В., Исаев А., Лупян Е.А., Плотников Д., Уваров И.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011, Т. 8, N 4, — С. 285–302.
7. Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А. и др. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг»). // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151–170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.
8. Попова Л.Ф., Никитина М.В., Андреева Ю.И., Трофимова А.Н., Попов С.С. Тяжелые металлы в почвах Евро-Арктических территорий // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2019. № 3. — С. 102–107. DOI: 10.6060/ivkkt201962fp.5854.
9. Лаптева Е.М., Каверин Д.А., Пастухов А.В., Шамрикова Е.В., Холопов Ю.В. Ландшафтно-биогеографические аспекты аккумуляции и миграции тяжелых металлов в почвах Арктики и Субарктики европейского Северо-Востока // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2015. № 3(23). — С. 47–60.
10. Чупина И.П., Зарубина Е.В., Симачкова Н.Н. Механизмы и этапы обеспечения экологической безопасности // АОН. 2020. № 2. 5 с.

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

Skobelev Kirill Dmitrievich
MIREA Russian Technological University, Moscow, Russia
Institute of Artificial Intelligence
E-mail: kirillskobelev@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4007-2414
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1204420

Samarina Anna Anatolevna
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia
E-mail: leppestok@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=54714601

Updating data on the botanical diversity and ecological condition of the territory during a strategic socio-ecological assessment (using the example of village Khatanga, Krasnoyarsk region)

Abstract. The materials presented in the article were obtained as a result of a comprehensive expedition of the Russian Geographical Society jointly with the Ministry of Defense of the Russian Federation «Arctic. General cleaning» in the summer of 2024. As part of the expedition, man-made debris was collected from the coastline of the Khatanga River, and a strategic socio-ecological assessment of the settlement and the surrounding area was carried out.

The authors present information that allows updating data on the botanical diversity of typical ecotopes of the Arctic zone and assessing their ecological status. As part of the research, the results of chemical analyses of samples of local flora (using the example of narrow-leaved cypress) were analyzed, which made it possible to clarify the toxic elements that are indiscriminately absorbed by plants and pose a danger to human health in high concentrations.

The studies carried out as part of the strategic socio-ecological assessment will make it possible in the future to assess the feasibility of implementing certain spatial development projects, taking into account the high content of toxic elements (heavy metals — Cu, Ni, Zn) in the vegetative organs of plants and their possible subsequent translocation transfer. For individual ecotopes, insignificant recovery rates were noted after violations committed as a result of past economic activity. The information obtained allows us to conclude that there are a number of limitations in the implementation of spatial development projects in the village of Khatanga and adjacent territories.

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