

Обоснование потенциальных рисков размещения полигона твёрдых коммунальных отходов

© 2022. В. В. Елсаков¹, к. б. н., в. н. с., Е. М. Лаптева¹, к. б. н., в. н. с.,
М. И. Василевич¹, к. б. н., н. с., Е. В. Габова¹, инженер,
Д. А. Каверин¹, к. г. н., с. н. с., С. К. Кочанов¹, к. б. н., с. н. с.,
Е. В. Панюкова¹, к. б. н., н. с., Т. П. Митюшева², к. г.-м. н., с. н. с.,
Т. Н. Пыстина¹, к. б. н., с. н. с., Н. А. Семёнова¹, м. н. с.,
Т. В. Тихонова³, к. э. н., с. н. с.,

¹Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,

²Институт геологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук имени академика Н. П. Юшкина,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54,

³Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26,
e-mail: elsakov@ib.komisc.ru

Полевые и камеральные исследования сотрудников ФИЦ Коми НЦ УрО РАН на территории планируемого строительства полигона твёрдых коммунальных отходов (экотехнопарк «Шиес», район железнодорожной станции Шиес в Архангельской области) выявили ограничения и возможные потенциальные риски в случае реализации проекта. Дана характеристика почвенного и растительного покровов, установлены особенности химического состава поверхностных вод района (высокое содержание Fe, Mn, Zn, Cu), связанные с особенностями водного питания рек региона. Тематическое картографирование участков работ по материалам современных и архивных спутниковых съёмок демонстрирует соотношение площадей доминирующих ландшафтных комплексов и классов растительного покрова. Для планируемого источника атмосферной эмиссии составлена модель потенциальной атмосферной циркуляции и переноса загрязнений. Выявленные ограничения, прежде всего, связаны с переувлажнением (заболоченностью) территории, доминированием старовозрастных еловых насаждений, присутствием видов-индикаторов малонарушенных лесов, часто включающих редкие виды растений, лишайников и животных. На участке строительства выявлено присутствие четырёх видов лишайников, включённых в Красную книгу Российской Федерации (2008), отмечены представители 15 видов редких и охраняемых животных. Предварительный расчёт ущерба окружающей среде от потери экосистемных услуг показал его существенное превышение относительно предполагаемой экономической выгоды от планируемого строительства полигона твёрдых коммунальных отходов.

Ключевые слова: полигон твёрдых коммунальных отходов, старовозрастные сообщества лесов, краснокнижные виды, заболоченность, дистанционное зондирование.

The assessment of potential risks of solid municipal waste landfill

© 2022. V. V. Elsakov¹ ORCID: 0000-0001-7111-5161, E. M. Lapteva¹ ORCID: 0000-0002-9396-7979,
M. I. Vasilevich¹ ORCID: 0000-0002-9917-6270, E. V. Gabova¹ ORCID: 0000-0002-3779-564X,
D. A. Kaverin¹ ORCID: 0000-0003-2559-2340, S. K. Kochanov¹ ORCID: 0000-0002-5810-6452,
E. V. Panyukova¹ ORCID: 0000-0001-8546-3191, T. P. Mityusheva² ORCID: 0000-0002-2973-4855,
T. N. Pystina¹ ORCID: 0000-0003-2215-4724, N. A. Semenova¹ ORCID: 0000-0002-4356-352X,
T. V. Tikhonova³ ORCID: 0000-0002-2912-1696

¹Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,

²Institute of Geology of the Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,

54, Pervomayskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,

³Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 26, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982, e-mail: elsakov@ib.komisc.ru

The field ecosystem studies of researchers by Komi Federal Research Center in the area of the proposed construction of solid industrial and household waste landfill (ecotechnopark “Shies”, near railway station Shies, Arkhangelsk Region) have revealed limitations and possible potential risks in the implementation of the project. The characteristics of soil and vegetation cover, features of the chemical composition of surface waters (high content of Fe, Mn, Zn, Cu related with swamping and peat water saturation) of the area were established on the territory. The peat thickness according to geo-radar sounding at bogs exceeds 1.5–2.0 m. Thematic mapping of the work areas based on the materials of modern and archival satellite images demonstrates the ratio of the areas of the dominant landscape complexes and classes of vegetation cover. A model of potential atmospheric circulation and transfer of pollution was made for the assumed source of atmospheric emission. The identified limitations are mainly associated with a high watering of the territory and the dominance of old-growth spruce stands with the presence of indicator species of intact areas, often including rare species of plants, animals and lichens of different levels of protection. Four species of lichens included in the Red Book of the Russian Federation (2008) are presented at the planning polygon area. There is a probability to meet with representatives of 15 species of rare and protected animals. A preliminary calculation of damage to the environment shows that loss of ecosystem services exceeds the economic benefits.

Keywords: municipal solid waste landfill, old-age forest communities, red book species, swampiness, remote sensing.

Создание полигонов складирования и захоронения твёрдых коммунальных отходов (ТКО) остаётся одним из основных путей решения проблемы утилизации бытового мусора и промышленных отходов III–V классов опасности как в России, так и во многих странах мира. Полигоны ТКО являются источниками экологических рисков для окружающей среды и здоровья населения, оказывая влияние на все компоненты природной среды (загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха). В результате минерализации органических веществ ТКО генерируется свалочный газ, основными компонентами которого являются метан и диоксид углерода. Сопутствующими продуктами разложения являются толуол, аммиак, ксилол, оксид углерода, формальдегид, бензол, этилбензол и др. [1]. Для минимизации ущерба окружающей среде и здоровью населения предусмотрены процедуры получения сведений о территории размещения объекта, мониторинга и оценки последствий запланированной деятельности (Приказ Минприроды РФ № 66 от 04.03.2016).

В 2018 г. ОАО «Российские железные дороги» передало в аренду компании экотехнопарк «Шиес» земельный участок в районе станции Шиес. Смежный с ним участок был передан Министерством природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области в безвозмездное пользование компании ГБУ «Автомобильные дороги». На участках были вырублены древесные насаждения, осуществлён завоз грунта и гравийной отсыпки, начаты работы по строительству полигона ТКО. Отсутствие проектной доку-

ментации, протесты и широкий общественный резонанс [2] явились причиной остановки работ по созданию полигона. Для оценки современного состояния территории и оценки рисков от реализации предполагаемого строительства сотрудники ФИЦ Коми НЦ УрО РАН выполнили исследование территории.

Цель работы включала сбор и анализ актуальной информации о состоянии природной среды в районе планируемого строительства и выявление потенциальных рисков и ограничений для реализации данного проекта.

Объекты и методы исследования

Исследуемый участок расположен в Ленском районе Архангельской области, в 120 км к северо-востоку от г. Коряжмы (Архангельская область), в 95 км к северо-западу от г. Сыктывкара и в 32 км к юго-западу от пгт Жешарт (Республика Коми). Он приурочен к подзоне средней тайги, водоразделу рек Шиес и Камашор – притоков первого порядка р. Вычегда. Рельеф территории равнинный с абсолютными высотами 120–135 м над уровнем моря. На территории зафиксированы проявления сейсмической активности: она отнесена к сейсмогенной зоне категории I–II с возможными землетрясениями магнитудой от 5,0 до 6,0 условных единиц [3]. На плоских водоразделах широко распространены различные лесные сообщества, в понижениях рельефа сформированы крупные болотные массивы.

Для получения полной информации о природной среде территории проведён анализ материалов архивных и современных

спутниковых съёмок: изображений Landsat и Sentinel (источник данных <https://glovis.usgs.gov>). В июне 2019 г. и марте 2020 г. выполнены комплексные полевые исследования участка, включающие геоботанические (флористические) и зоологические наблюдения, проведённые маршрутным методом. Отбор образцов поверхностных вод из основных водотоков выполнен в соответствии с нормативными требованиями (ГОСТ 31861-2012, ГОСТ 17.1.5.05-85).

Характеристика почвенного покрова территории выполнена на основании маршрутного обследования и описания почв на ключевых участках, в болотных массивах мощность торфяной залежи оценивали методом ручного бурения с использованием бура для отбора проб торфа. В марте 2020 г. в пределах природных комплексов территории проведена георадарная съёмка по заложенным профилям протяжённостью 0,5–1,5 км с использованием георадара Zond 12-E с антенной 300 МГц.

Вероятные пути рассеивания поллютантов от потенциального полигона устанавливали с привлечением модели HYSPLIT (<http://www.arl.noss.gov>). Метод статистики траекторий переноса воздушных масс даёт возможность анализировать средние характеристики процессов циркуляции атмосферы [4]. Ежедневные прямые траектории поступления воздушных масс проанализированы для пе-

риода 2014–2018 гг. Для расчёта использовали следующие параметры: время движения воздушных масс – 24 ч; высота воздушных масс над уровнем земли в точке расчёта – 100 м.

Результаты и обсуждение

Растительный покров. Переувлажнённые и заболоченные лесные сообщества территории уцелели от крупного пожара, контур нарушений которого отчётливо читается на спутниковых изображениях Landsat MSS 18.07.1973, но размывается на более поздних снимках. По материалам спутниковой съёмки Sentinel (2019) гидроморфные сообщества занимают 54,8% обследованной территории, из них наибольшие площади занимают хвойные заболоченные леса (37,8%) и участки болот (15,6%), менее распространены осоковые сообщества, приуроченные к территории заброшенного посёлка (1,41%) (табл. 1). Посёлок расположен на заболоченной территории, для его осушения была организована сеть дренажных канав, многие из которых сохранены. Несмотря на сеть дрен, фиксируется процесс вторичного заболачивания. Территория активно зарастает видами местных травянистых растений (преимущественно гигрофитами) и кустарников (*Salix* sp., *Ribes rubrum* L.). В травяном ярусе доминируют *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Carex* sp., *Geum rivale* L.

Таблица 1 / Table 1

Распределение классов земной поверхности и растительного покрова в пределах участка предполагаемого строительства / Distribution of the classes of the Earth's surface and vegetation cover within the area of the proposed construction

Выделенные классы / Classes	Площадь / Area	
	га / ha	%
Водные поверхности / Water surfaces	0,23	0,08
Участки нарушенного почвенно-растительного покрова Areas of disturbed soil and vegetation cover	0,4	0,13
Луга и травяно-осоковые сообщества Meadows and grass-sedge communities	4,3	1,4
Зарастающие рубки / Communities of regenerating sites	6,4	2,1
Лесные сообщества / Forests		
Лиственные леса (березняки) / Leafy forests (birch forests)	69,0	22,7
Смешанные хвойно-лиственные леса Mixed coniferous-leafy forests	61,6	20,2
Заболоченные хвойные леса / Swampy coniferous forests	115,2	37,8
Болотные комплексы / Swamp complexes		
Сосново-кустарничково-пушицево-сфагновое болото Pine-shrub-erriophorum-sphagnum swamp	43,8	14,4
Кустарничково-пушицево-сфагновое болото Shrub-erriophorum-sphagnum swamp	3,5	1,2
Итого / Total	304	100

Сохранённые после пожара островки коренных старовозрастных лесов (возраст до 150–160 лет), не представляющие коммерческой ценности, сформировали рефугиумы с высоким уровнем биологического разнообразия. Среди эталонов ненарушенных хозяйственной деятельностью лесов – редкие и индикаторные лишайники, подчёркивающие особую ценность и уникальность фитоценозов территории.

Охраняемые виды. На территории выявлено пять видов лишайников (лобария лёгочная – *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., бриория Фремонта – *Bryoria fremonti* (Tuck.) Brodoet D. Hawksw., нефромopsis Лаурера – *Nephromopsis laureri* (Kremp.) Kurok., псевдверния зернистая – *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf, рамалина волосовидная – *Ramalina thrausta* (Ach.) Nyl.) и два вида сосудистых растений (пальчатокоренник Траунштейнера – *Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo, пальчатокоренник кровавый – *D. cruenta* (O.F. Muell.) Soo), охраняемых на территории Архангельской области [5]. Из них четыре таксона (*Lobaria pulmonaria*, *Bryoria fremontii*, *Nephromopsis laureri*, *Dactylorhiza traunsteineri*) включены в Красную книгу Российской Федерации (2008) [6]. В перечень объектов растительного мира, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде и рекомендуемых для бионадзора, вошёл лишайник гипогимния ленточная – *Hypogymnia vittata* (Ach.) Parnique [5].

В зоне воздействия проектируемого объекта расположены ареалы 15 видов редких и охраняемых животных, включённых в Красную книгу Российской Федерации (скопа, беркут, орлан-белохвост, сапсан) и в Красную книгу Архангельской области (большая выпь, лебедь-кликун, обыкновенный осоед, чеглок, кобчик, филин, мохноногий сыч, воробьиный сыч, длиннохвостая неясыть, бородатая неясыть, белка-летяга). В притоках Вычегды существуют нерестово-выростные угодья атлантического лосося – сёмги. Реки Ленского района: р. Яренга с притоками, р. Верхняя Лупья, р. Ленка, р. Виледь входят в перечень семужьенерестовых и лососевых рек [7].

Почвенный покров. На территории преобладают почвы полу- и гидроморфного рядов. В заболоченных ельниках распространены болотно-подзолистые почвы – торфянисто-подзолисто-глееватые и торфяно-подзолисто-глеевые. В пределах крупных болотных массивов (часто с редкостойной сосной и единичной берёзой с кустарничково-сфагновым покровом)

развиты болотные верховые торфяно-глеевые и болотные верховые торфяные почвы. Мощность торфа по данным георадарного зондирования превышает 1,5–2,0 м. Почвенный покров участка трансформирован под влиянием антропогенного воздействия. На территории заброшенного посёлка Шиес-Айкинский в настоящее время идёт процесс самовосстановления нарушенных почв.

Поверхностные воды. Строительство насыпей без обустройства должного водоотведения на отдельных участках перекрыло естественные пути миграции поверхностных и почвенно-грунтовых вод. Это привело к подтоплению территории, усыханию древостоя, развитию гигрофильных видов мхов и трав. Отсутствие закрепления склонов насыпных сооружений в районе строительства разгрузочно-погрузочной площадки способствовало активному переносу песчаного материала, его накоплению в русле безымянного ручья и погребению почвенно-растительного покрова прилегающих участков.

Согласно гидрологическому районированию [8], участок исследования локализован на границе Северодвинско-Вычегодского района пойменных рек и Верхнелальского района глубоких речных долин Онего-Вага-Двинского округа, входящих в состав Онего-Двина-Мезенской области. Для территории характерны реки равнинного типа, средняя плотность речной сети составляет 0,37 км/км², коэффициент озёрности – 2,5%. Болота и заболоченные земли многочисленны, занимают до 60% площади (болота до 12%). Поверхностные воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава, в период весеннего половодья минерализация – менее 50 мг/дм³. Химический состав вод формируется за счёт атмосферных осадков и болотных вод. Поверхностные воды на рассматриваемом участке представлены:

- болотными водами верховых и переходных болотных массивов сфагновых, сосново-сфагново-кустарничковых сообществ с отсутствующим или очень незначительным по величине стоком. Данные воды могут быть отнесены к ложногрунтовым водам, как не имеющим над собой постоянной и выдержанной в латеральном плане зоны аэрации [9];
- речными водами лесных речек и ручьёв (правый приток ручья Безымянный);
- дренажно-коллекторными водами (дренажные траншеи зарастающие, старовозрастные и свежие по периметру строительной площадки).

В ходе полевых наблюдений зимнего периода 2020 г. на территории отмечены участки разгрузки подземных вод на поверхность в виде родников. Заболоченность водосбора обуславливает специфичность гидрологического режима и химического состава поверхностных вод. Исследованные образцы поверхностных вод отражают общую картину их трансформации под влиянием изменения условий анаэробно-аэробных условий и могут быть выстроены в ряд: болотные воды (преимущественно анаэробные условия) → дренажные воды осушительной сети (нарастание аэробных условий) → воды ручьёв и естественных водотоков (аэробные условия).

В пробах воды показатель минерализации соответствует ультрапресным (93–300 мг/дм³) (болотные воды) и пресным (речные и дренажные воды). Воды дренажного канала на территории строительной площадки характеризовались наибольшими величинами содержания минеральных компонентов (сухой остаток – 300 мг/дм³, удельная электропроводность – 275 мкСм/см). Для данного образца отмечено более высокое содержание всех катионов (K⁺, Na⁺, Mg²⁺ и особенно Ca²⁺), а также Cl⁻ и SO₄²⁻ по сравнению с остальными пробами. Болотные, речные, а также дренажные воды, опробованные за пределами территории проведения строительных работ, характеризуются кислой реакцией среды (рН 4,1–4,9), обусловленной присутствием в болотных и поверхностных водах, в первую очередь, угольной кислоты, фульвокислот и низкомолекулярных органических кислот природного происхождения. Кислая реакция среды агрессивна по отношению к строительным конструкциям и может быть причиной разрушения материалов. Отличительными чертами поверхностных вод участка являются кислая среда, высокое содержание Fe, Mn, Zn, Cu. Для Fe и Mn превышение ПДК_{р.х.} составило 10,7–29,0 и 8–12,3 раз. В таёжной зоне Fe и Mn являются типоморфными элементами [10]. Для большинства образцов воды отмечено также превышение ПДК_{р.х.} по содержанию Zn (1,1–1,4 раза) и Cu (в 1,5–1,8 раз).

Установлено высокое содержание нефтепродуктов (1,4 ПДК_{р.х.}), фенола (1 ПДК_{р.х.}), ионов аммония (1,3 ПДК_{р.х.}) для образца воды дренажной канавы, расположенной по периметру строительной площадки. Поверхностная вода данной станции отбора по показателю БПК₅ (3,7 мг/дм³) относится, в соответствии с классификацией степени загрязнённости водных объектов [11], к катего-

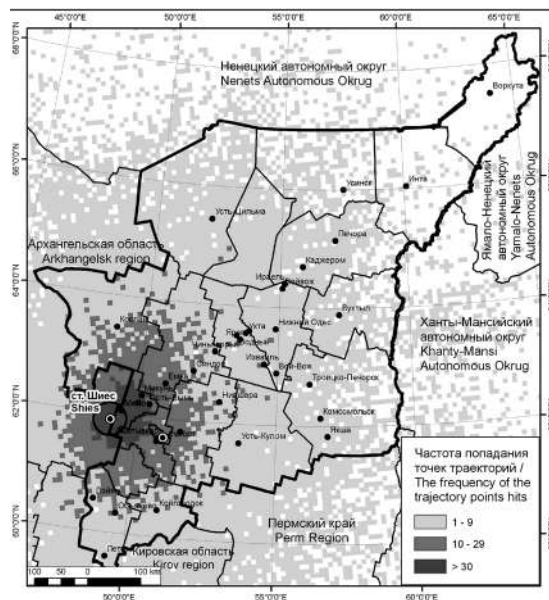
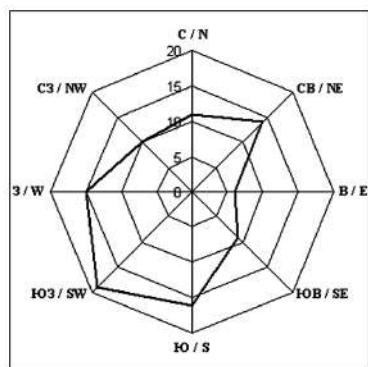
рии умеренно загрязнённых. Пробы воды всех остальных исследованных объектов по этому показателю соответствуют категории чистых вод (0,96–1,76 мг/дм³).

Загрязнение атмосферы. Полигоны захоронения ТКО являются серьёзным источником загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу [1]. Анализ распространения траекторий переноса воздушных масс от станции Шиес показал, что в случае нахождения в этом месте предполагаемого источника эмиссии поллютантов, их перенос преимущественно будет направлен в сторону территории Республики Коми (55,7%) (рис.). Под потенциальным аэрогенным загрязнением могли оказаться территории Архангельской области (23,3%), в меньшей степени – Кировской области (6,5%) и Пермского края (4,8%), что связано с преобладанием западных направлений ветров.

В зоне наибольшего потенциального воздействия могли быть такие населённые пункты Усть-Вымского района Республики Коми, как Казлук, Нефтебаза, Донаель, Межег, Мадмас, Римья, Жешарт. Меньшему, но также ощутимому воздействию возможной эмиссии могли быть подвержены Сыктывдинский район и юго-западная часть Княжпогостского района, в том числе столица Республики Коми – г. Сыктывкар.

Оценка ущерба от утраты экосистемных услуг. Оценка экономического ущерба рассматривает природные ресурсы в качестве функций природного капитала – экосистемных услуг. Эта категория характеризуется через способность поставлять общественные блага. Например, лесная экосистема поглощает загрязнения вредных веществ из атмосферы, углекислый газ; аккумулирует в подземных горизонтах объём воды; защищает от эрозии близлежащие территории; формирует устойчивый гидрологический режим. Болотные экосистемы способны очищать сточные воды. Лесные экосистемы, объединяя в себе леса, болота и реки, являются местом обитания животных, птиц, микроорганизмов, а также местом традиционного природопользования. Поэтому при нарушении целостности этой экосистемы территория теряет блага, ей наносится экологический ущерб.

В результате анализа выявлены наиболее важные для экосистем объекта средообразующие услуги – регулирование климата; водорегулирование и водоохрана; водоочистка почв; предотвращение эрозии почвы благодаря лесным экосистемам; поглощение загрязняю-



a

b

Рис. Роза ветров (a) и плотность поступления потоков воздушных масс от ст. Шиес по данным HYSPLIT (суммарно за год) (b)
Fig. The wind rose (a) and the density of the flow of air masses from railway station Shies according to HYSPLIT data (total for the year) (b)

щих веществ воздуха и пыли; поддержка биоразнообразия. Функции оценены с помощью методов косвенной рыночной оценки, компенсационных затрат и метода предотвращённых затрат.

Согласно расчётным данным только от потери средообразующих экосистемных функций территории объекта будет ежегодно наноситься ущерб в размере 8,1 млн руб. для площади отчуждения в 300 га (участок предполагаемого строительства объекта) (табл. 2).

Для оценки ущерба за длительный период используется ставка дисконтирования. Наиболее распространённой нормой дисконтирования считается 10%. Однако, исходя из международного опыта и возможного использования экономических оценок лесных экосистем, предлагается вариант нормы дисконта в размере 3%. Эту норму можно назвать экологической, соответствующей концепции устойчивого развития, долгосрочным интересам будущих поколений. При ней будущие ценности, выгоды и ущербы уменьшаются при расчётах в меньшей степени по сравнению с более высокими нормами дисконта. Расчётные значения ущерба при условии ставки дисконтирования 10% возрастают до значений 81,5 млн руб., при ставке дисконтирования 3% – до 244,4 млн руб.

Заключение

Исследования, выполненные на территории потенциального строительства полигона ТКО «Шиес», показали, что выделенный под строительство участок расположен на плоском заболоченном водоразделе. Он характеризуется избыточным переувлажнением – доля гидроморфных растительных сообществ составляет почти 55%, среди них преобладают заболоченные хвойные леса и болота. На участке наиболее представлены болотно-подзолистые и болотные почвы. Природные комплексы территории планируемого строительства имеют значительную ценность, прежде всего, с точки зрения сохранения биологического разнообразия. Сохранившиеся участки малонарушенных старовозрастных еловых лесов, большие площади, занятые болотами, плотной гидрографической сетью, наличие лесных озёр и ручьёв, мозаичность почвенно-растительного покрова дают основания считать данную территорию потенциальным местом концентрации значительного числа редких представителей растений, лишайников и животных. Установлены места произрастания шести видов сосудистых растений и лишайников, внесённых в Красные книги Архангельской области и Российской Федерации. Крупномасштабная рубка лесов

Таблица 2 / Table 2

Расчёт экосистемных услуг для территории полигона
Calculation of ecosystem services for the landfill area

Экосистемная услуга Ecosystem services	Методы оценки Methodology	Результаты, тыс. руб. Results, th. rubles
Поглощение загрязнений из атмосферы Absorption of pollutants from the atmosphere	Метод ущерба – платежи за негативное воздействие на окружающую среду (нормативы платы за выбросы взвешенных веществ и пыли)	2509,17
Защита почв от эрозии Erosion soil protection	Метод замещающих товаров – потеря урожая зерновых от вымывания азота из почвы [12]	125,61
Сохранение биоразнообразия Biodiversity conservation	Затратный метод – предполагаемые затраты на восстановление [13]	3990,0
Депонирование CO ₂ CO ₂ deposition	Метод косвенной рыночной оценки с учётом гипотетических мировых цен на поглощение CO ₂ хвойными породами лесной экосистемы (т/га) [12]	396,5
Водорегулирование Water regulation	Метод замещающих затрат по оценке среднегодового прироста подземного стока лесопокрытых водосборов и тарифов за использование воды из подземных водных объектов для промышленных предприятий, регламентированных по бассейнам рек [14]	104,4
Водоохрана Water conservation	Затратный метод – увеличение речного стока в меженный период за счёт влияния лесных экосистем с учётом налоговой ставки за 1 тыс. м ³ воды, забранной в пределах установленных лимитов водопользования из поверхностных водных объектов, регламентированных по бассейнам рек [15]	885,6
Водоочистка Water treatment	Метод замещающих затрат по фильтрационной способности болотных экосистем, аналогичных очистным установкам [16]	136,53
Итого / Total		8147,81

на площадях, выделенных под обустройство полигона, приведёт к нарушению сложившихся коридоров между последними сохранившимися участками малонарушенных лесов на региональном уровне, будет способствовать деградации ценных природных экосистем Ленского района Архангельской области.

Реализация проекта в пределах территории приведёт к необратимым потерям экосистемных функций, которые могут быть выражены в виде реального рассчитанного экономического ущерба. В перспективе будет затронута буферная зона объекта. Учитывая известные параметры, ущерб может достигать от 80 до 250 млн руб., что демонстрирует экономическую нецелесообразность проекта строительства и эксплуатации проектируемого объекта.

Важным аргументом против строительства полигона ТКО на исследованной территории служат очевидные нарушения норм

действующего законодательства Российской Федерации. Это вытекает из-за выявленного присутствия редких и охраняемых видов (статья 60 ФЗ № 7), что запрещает проводить рубку и сведение лесов. Складирование и захоронение отходов запрещено на территории водных объектов и в границах их защитных зон, к которым относятся болотные комплексы (статья 56 Водного кодекса). Обнаруженные на территории планируемого полигона места разгрузки подземных вод определяют нарушение в части защиты грунтовых и подземных вод от загрязнения и засорения (СП 2.1.7.1038-01).

Предполагаемое строительство и эксплуатация полигона ТКО вблизи станции Шиес Архангельской области могли повлечь за собой огромные необратимые риски и ущерб всем компонентам окружающей среды данной местности, а также стать новой «горячей точкой» Баренц-региона.

Глубокий комплексный подход в оценке всех составляющих компонентов природной среды позволяет сделать обоснованный научный вывод о потенциальных рисках и ущербе, которые могут быть оказаны на природный комплекс при создании подобных объектов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН № 0414-2018-0003.

References

1. Dzhamalova G.A. Emission of toxic and explosive biogas by municipal solid waste landfills // *Izvestiya SPbGTI (TU)*. 2013. No. 22 (48). P. 92–95 (in Russian).
2. Beshkareva N.A., Shulyateva A.V. *Shies: combat and routine. Chronicles*. Syktyvkar: Komi respublikanskaya tipografiya, 2022. 120 p. (in Russian).
3. Lyutoev V.A., Lyutoeva N.V. Features of seismic zoning of platform areas (on the example of the Komi Republic) // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2017. No. 3. P. 102–111 (in Russian).
4. Vinogradova A.A., Ivanova Yu.A. Air pollution in central Karelia during long-distance transport of anthropogenic impurities in the atmosphere // *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2013. No. 5. P. 98–108 (in Russian).
5. The Red Book of the Arkhangelsk Region. Arkhangelsk: Severnyy arkticheskiy federalnyy universitet, 2020. 490 p. (in Russian).
6. Red Book of the Russian Federation (plants and fungi). Moskva: *Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK*, 2008. 855 p. (in Russian).
7. Red Book of the Russian Federation. V. “Animals”. Moskva: FGBU “VNIIEkologiya”, 2021. 1128 p. (in Russian).
8. Dobrovolskiy G.V., Urusevskaya I.S. Soil geography. Moskva: *Izd-vo MGU, Izd-vo “KolosS”*, 2004. 460 p. (in Russian).
9. Atlas of the Arkhangelsk region. Moskva: *Glavnoe upravlenie po geodezii i kartografii*, 1976. 72 p. (in Russian).
10. Shaposhnikov M.A. Problems of environmental protection in connection with construction in swamps // *Genesis and dynamics of swamps*. Moskva: *Izd-vo MGU*, 1978. V. 2. P. 34–39 (in Russian).
11. Perelman A.I., Kasimov N.S. Geochemistry of landscape: a textbook. Moskva: *Astreya-2000*, 1999. 768 p. (in Russian).
12. Yurak V.V. Methodological recommendations on the economic assessment of regulatory and social ecosystem services. Preprint. Ekaterinburg: *Institut ekonomiki UrO RAN*, 2018. 55 p. (in Russian).
13. Kasimov D.V., Pinaev V.E. Theory and practice of calculating and minimizing damage to forest resources: rare plant species, wood and food resources, medicinal raw materials. Moskva: *Mir nauki*, 2015. 95 p. (in Russian).
14. Neklyudov I.A. Ecological and economic assessment of the water-regulating role of forest-covered catchments of the Middle Urals // *Problems of ensuring the development of modern society: sbornik trudov mezhd. nauch.-prakt. konf. UFU im. B. Eltsina. IE UrO RAN*, 2014. P. 199–208 (in Russian).
15. Kasimov D.V., Kasimov V.D. Some approaches to the assessment of ecosystem functions (services) of forest plantations in the practice of nature management. Moskva: *Mir nauki*, 2015. 91 p. (in Russian).
16. Bobylev S.N., Sidorenko V.N., Luzhetskaya N.V. Economic foundations of wetlands conservation. Moskva: *Wetlands International*, 2001. 56 p. (in Russian).