

ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНОВ ОТХОДОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

¹Л.П. Капелькина

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН"

Рассмотрены экологические особенности полигонов твердых коммунальных отходов в северо-западном регионе РФ. Отмечена невозможность целевого использования земель сразу после завершения размещения отходов, предусмотренного нормативными документами. Подчеркнута некорректность действующих нормативных документов применительно к северо-западному региону России. Обоснована целесообразность проведения рекультивации в две стадии: на первой стадии осуществляется санитарно-гигиеническое направление – создание фитоценозов противоэрозионного и эстетического назначения, на второй стадии (спустя 2–3 десятилетия и более) после оценки экологической ситуации в районе полигона выбирается направление рекультивации и устанавливается целевое (хозяйственное) использование земель.

Ключевые слова: полигон, климатические особенности, газообразование, миграция загрязняющих веществ, 2-хстадийная рекультивация

Статья поступила в редакцию 18.03.2024, доработана 24.07.2024, принята к публикации 09.08.2024

Features of Landfill Reclamation in the North-Western Region of Russia

¹L.P. Kapelkina

¹St. Petersburg Research Center for Environmental Safety of the Russian Academy of Sciences — a separate structural unit of the Federal State Budgetary Institution of Science "St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences", 1971 10 St. Petersburg, Russia

Ecological features of solid municipal waste landfills in the north-western region of the Russian Federation are considered. It was noted that it is impossible to use the land for the intended purpose, stipulated by regulatory documents, immediately after completion of waste disposal. The incorrectness of the current regulatory documents in relation to the north-western region of Russia is emphasized. The expediency of reclamation in two stages is substantiated: at the first stage, the sanitary-hygienic direction is carried out – the creation of phytocenoses of anti-erosion and aesthetic purpose, at the second stage (after 2–3 decades and more) after assessment of the ecological situation in the landfill area the direction of reclamation is chosen and the target (economic) land use is established.

Keywords: landfill, climatic features, gas formation, migration of pollutants, 2-stage reclamation

Received 18.03.2024, revised 24.07.2024, accepted for publication 09.08.2024

DOI: 10.18412/1816-0395-2024-11-22-27

Любой полигон твердых коммунальных, промышленных и строительных отходов, независимо от его местонахождения, занимаемой площади, видов и объемов размещаемых отходов, экологических требований, которые были соблюдены при его проектировании и размещении отходов, характеризуется определенным негативным влиянием на окружающую среду. Однако степень отрицательного влияния и ущерб, наносимый окружающей среде, в каждом конкретном случае различны.

Основным нормативным документом, устанавливающим порядок проведения работ по выбору участков для размещения отходов, проектированию, устройству, эксплуатации и рекультивации полигонов в Российской Федерации на протяжении длительного времени является "Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов", разработанная в 1996 г. [1]. К настоящему времени введен в действие Свод правил — СП 320.1325800.2017 "Поли-

гоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация" [2], а также ГОСТ Р 56598-2015 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Общие требования к полигонам для захоронения отходов" [3]. В 2016 г. Федеральным законом от 03.07.2016 № 254 "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" для отходов был введен термин "объекты накопленного вреда окружающей среде" (НВОС) [4]. В настоящее время основными норма-

тивными документами в области рекультивации нарушенных земель является Постановление Правительства № 800 от 10.07.2018 "О рекультивации и консервации земель" и ГОСТ Р 59057-2020, предусматривающие правила и общие требования по рекультивации и ее проведение в различных направлениях [5, 6]. При проектировании и проведении работ по рекультивации земель на объектах захоронения и сопутствующих объектах обращения с отходами производства следует учитывать основные положения, изложенные в недавно вышедшем документе — СП 127.1333.2023 [7]. Различные аспекты рекультивации полигонов, их экологическое состояние рассмотрены в диссертационных работах [8–11].

Сбор и утилизация отходов на протяжении последних лет признаются особо актуальной задачей. Однако нерентабельность переработки большинства видов отходов, неразработанность технологий, а также относительная дешевизна земли для размещения отходов в России по сравнению с высокоразвитыми зарубежными странами (Японией, Германией, Англией, США) обуславливают для российских городов приоритет размещения отходов на полигонах и свалках. Для России размещение отходов на полигонах, по видимому, будет преобладающим направлением еще многие годы. В связи с этим вопрос рационального размещения отходов и рекультивации полигонов с минимизацией ущерба для окружающей среды — необходимая и важная задача.

Цель работы — оценить экологическое состояние полигонов отходов в северо-западном регионе России, обобщать и разработать предложения по совершенствованию работ по их рекультивации.

Рекультивация земель на территории полигонов, как и земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью, обычно осуществляется в два этапа. Технический этап ре-

культивации включает подготовку земель для осуществления последующего биологического этапа. К техническому этапу относят доставку инертных и/или плодородных пород, планировку, формирование откосов и т.п. Биологический этап рекультивации, осуществляемый вслед за техническим этапом, включает мероприятия по восстановлению растительного покрова: посеву и посадке растений. Завершение работ по приему отходов на полигон осуществляется при доведении его высоты до проектных отметок.

Природно-климатические условия оказывают значительное влияние на условия эксплуатации, выбор направления и последующую рекультивацию земель. В условиях северо-западного региона России количество выпадающих осадков в 1,4–1,5 раз превышает испарение. Избыточная влажность обуславливает определенные экологические сложности. Вследствие превышения количества выпадающих осадков в зоне аэрации разложение отходов на полигонах происходит по аэробному механизму, преобладают окислительные процессы, а в глубоких слоях происходит метановое брожение. Растворимые формы органических и минеральных веществ вследствие недостаточно защищенного основания проникают на значительную глубину, вызывая загрязнение не только поверхностных, но и подземных вод. Поэтому для названной климатической зоны подготовка основания полигона, непроницаемого для жидких выделений, является

необходимым условием, которое определяет защиту как подземных, так и поверхностных вод от загрязнения.

Длительность протекания процессов газообразования и миграции загрязняющих веществ из тела полигона на окружающие земли обуславливают невозможность целевого хозяйственного использования территории полигонов в северо-западном регионе России сразу после окончания складирования отходов в заданном желаемом направлении, как это предусмотрено нормативными документами [1–3]. Негативные процессы в полигонах наблюдаются многие годы, и повлиять на снижение этих процессов весьма сложно. Они протекают независимо от человека.

В ближайшие 20–30 лет, пока существует опасность эмиссии газов, использование территории полигонов в хозяйственных целях нереально. Для сравнения приводится скорость эмиссии газов на территории бывшего полигона Яблоневка спустя 30 лет после его закрытия и действующих полигонов. Скорости выхода метана, представленные в нижеследующей таблице, на Яблоневом полигоне на порядок меньше, чем на действующих полигонах (фоновые значения 0,9 г/м³ против 8,0 г/м³; аномальные — 92 г/м³ против 300–1900 г/м³) (см. таблицу).

Необходимость учета факторов и условий, влияющих на процессы, протекающие в теле полигона в разных природно-климатических условиях, как при размещении от-

Скорость эмиссии газов на территории полигонов
Gas emission rate on the territory of landfills

Объект исследований	Газ	Скорость эмиссии, г/м ³	
		фоновое значение	аномальное значение
Полигон ТКО "Яблоневка"	CH ₄	0,9	92
	CO ₂	29	1700
Действующие полигоны ТКО	CH ₄	8	300–1900
	CO ₂	180	2200 и более
Природное болото средней части России	CH ₄	0,1	1,2
Подзолистая почва	CH ₄	0,025	–



Гибнущие посадки тополя на рекультивированном отвале (фото А.Н. Масюка)

Decaying poplar plantings on the reclaimed landfill (photo by A.N. Masyuk)

ходов, так и при рекультивации земель на полигоне, является важным условием, обеспечивающим экологическую безопасность. Если для условий северо-запада России превышение осадков над испарением диктует необходимость учета особенностей влажного климата и выделения большого количества загрязненных фильтратных вод, что предъявляет особые требования к выбору площадки с нефилтующим основанием, то в южных регионах страны превышение испаряемости над количеством выпадающих осадков и непромывной тип водного режима не требуют таких работ. Устройство нефилтующего основания здесь не является определяющим. Для полигонов, расположенных в южных районах, не характерна миграция загрязняющих веществ по профилю полигона на значительную глубину, а сами отходы подвержены быстрому высыханию. Негативное воздействие полигонов и свалок на северо-западе может продолжаться на протяжении многих лет даже после окончания складирования отходов и ес-

тественного и/или искусственного восстановления растительности.

Согласно Своду правил [2] (п. 4.4) на полигоны ТКО должны приниматься для захоронения отходы производства III–V классов опасности в ограниченном количестве (не более 30 % массы ТКО). На полигонах ТКО "запрещается захоронение отходов I–II классов опасности", но реально выполнить это положение практически невозможно. Фактически на полигоне можно встретить ртутные лампы (отход 1-го класса опасности), автомобильные аккумуляторы (отход 2-го класса) и другие опасные отходы. Факты наличия на полигонах более опасных отходов, чем предусмотрено нормативными документами, необходимо иметь в виду при выборе направлений хозяйственного использования земель полигонов.

Нормативными документами [1] (п. 3.10.4) и ГОСТ Р 56598-2015 [3] (п. 7.6) "признается наиболее приемлемым направлением дальнейшего использования территорий полигонов сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рекреационное и строительное применение". Эти направления, на наш взгляд, нуждаются в дополнительном обосновании. Создание сельскохозяйственных угодий ограничивается крутизной откосов (для пахотных угодий предусматривается 2–3 градуса), необходимостью получения качественной сельскохозяйственной продукции, неблагоприятным рельефом, образующимся вследствие неравномерного оседания поверхности полигона над участками биоразлагаемых отходов. Строительное направление небезопасно при продолжающемся газообразовании.

До настоящего времени наиболее распространенным приемом при окончании работ по размещению отходов на полигонах является выполнение технического этапа, заключающегося в нанесении рыхлых

пород незначительной мощности на поверхность отходов и последующее проведение планировочных работ. Так, согласно документу [1], при проведении рекультивации предусматривается нанесение подстилающего слоя толщиной 15–20 см и сверху его 15 см насыпного плодородного слоя под многолетние травы. При посадке деревьев предлагаемая толщина насыпного слоя должна быть 20 см и 20–25 см над ним насыпного плодородного слоя. При использовании такой технологии на полигонах создание рекультивационного слоя толщиной 40–45 см под посадки деревьев является недостаточным, хотя и рекомендуемым документом [1]. Незначительный слой рыхлых моренных отложений или инертных пород может обеспечить удовлетворительный или хороший рост лесных (древесных) насаждений лишь в первые годы. Со временем создается несоответствие между разросшейся кроной подросших древесных растений и маломощной корневой системой, рост которой ограничивается незначительной толщиной корнеобитаемого слоя. Наблюдается изреживание насаждений, постепенное ухудшение роста и развития посадок, их гибель. На рисунке показаны гибнущие деревья на рекультивированном 35 лет назад отвале вследствие недостаточной толщины рекультивационного слоя (65 см) и неблагоприятных физических свойств субстрата.

Нормативным документом [2] (п. 9.3) предусмотрено нанесение плодородного слоя почвы до глубины проникновения (размещения) корневых систем взрослых деревьев. Корни деревьев во взрослом состоянии в зависимости от вида проникают на глубину 2 м и более, поэтому толщина насыпного слоя грунта должна быть не меньше для обеспечения хорошего роста взрослых деревьев. Такой объем (толщина) насыпного слоя потребует

дополнительного земельного отвода под карьер для заготовки грунтов (например, супесей) для создания рекультивационного слоя на полигоне, а также последующего проведения рекультивации самого карьера. При использовании для улучшения роста деревьев плодородных пород, например торфа, потребуется его заготовка и последующее решение проблемы рекультивации самого выработанного торфяника, т.е. создание качественного рекультивационного слоя на полигоне при лесохозяйственном направлении рекультивации обуславливает необходимость проведения рекультивации дополнительных площадей, нарушенных при заготовке растительных грунтов.

Следует подчеркнуть, что разные виды деревьев имеют различное строение корневых систем. Их корневые системы проникают на разную глубину в зависимости от вида (породы), рыхлости или плотности сложения грунтов или отходов, возраста и других факторов. На значительную глубину в природных условиях проникают корни сосны, тополя, дуба, в то время как ель имеет поверхностную корневую систему. Неплохие результаты наблюдаются на некоторых полигонах северо-запада при естественном поселении березы при условии нанесения на поверхность отходов инертных грунтов и близости нахождения полигонов к естественным лесным массивам, что создает возможность заноса семян. Целесообразным направлением может быть использование при рекультивационных работах кустарников, имеющих, как правило, корневые системы, проникающие на глубину до метра. Слабо изученным вопросом является влияние газообразования на корневые системы древесных пород на полигонах.

Вопрос применения рекреационного направления рекультивации полигона и организации на нем объектов отдыха

сразу после его закрытия также неоднозначен. Насколько целесообразно использовать территорию только что заполненного полигона для рекреации при наличии более ценных и благоприятных объектов для отдыха?

При отводе земель под организацию полигонов необходим тщательный и продуманный подход к выбору участков. При промывном типе водного режима, характерном для северо-западного региона, избежать загрязнения подземных вод на суглинистых грунтах практически не удастся. Опыт эксплуатации самого крупного на северо-западе полигона ПТО-3 "Новоселки", как показали ранее проведенные исследования, свидетельствует о наличии загрязнения поверхностных и подземных вод и миграции загрязняющих веществ. Правильно и тщательно, с учетом требований по охране окружающей среды, подготовленное основание под размещаемые отходы является залогом сохранения качества среды. Устройство односкатного, двухскатного или четырехскатного основания с приподнятой центральной частью и с нулевой фильтрацией является важным направлением, обеспечивающим сохранность подземных вод. К нефiltrующему основанию вплотную должны примыкать фильтратные каналы по сбору вод, которые, по возможности, должны "замыкаться" на ближайшие очистные сооружения, или необходимо устраивать рядом с полигоном локальные очистные сооружения.

Несомненно, наиболее важным направлением для северо-западного региона, как и для всей России, является раздельный сбор отходов, поиск направлений и технологий по их утилизации. Это позволит сократить площади земель, отводимых под складирование отходов, а проведение рекультивации земель на отвалах — вернуть в производственный процесс утраченные земли.

На основе исследований, проведенных на полигонах в северо-западном регионе, с учетом длительного негативного их влияния на окружающую среду, различий в составе, свойствах и объемах размещенных отходов, местах их нахождения, площадей, занятых отходами, и других факторов, для снижения отрицательного влияния полигонов наиболее целесообразным и экологически приемлемым направлением является проведение рекультивационных работ в два этапа.

На первом этапе осуществляется санитарно-гигиеническое направление рекультивации — создание устойчивого растительного покрова, способного снизить отрицательное влияние размещенных отходов на окружающую среду и улучшить эстетический вид местности. Благодаря созданию травянистых фитоценозов противозерозионного и озеленительного назначения полигон на протяжении нескольких лет будет зрительно восприниматься как озелененный холм. Лишь спустя 2–3 и более десятилетия, когда будет завершены и значительно снижены на полигоне процессы газообразования и закончатся процессы миграции загрязняющих веществ из тела полигона, можно ставить вопрос о выполнении 2-го этапа рекультивации — целевом (хозяйственном) использовании территории полигона. Выбор целевого использования территории проводится после предварительного установления его экологической безопасности и технико-экономического обоснования выбранного направления. В течение 20–30 лет, пока существует опасность эмиссии газов, использование территории полигонов в хозяйственных целях нецелесообразно.

Выбор направления рекультивации конкретного полигона должен устанавливаться с учетом природно-климатических, хозяйственных, технологических, технико-экономических

и иных условий. Например, наличие избыточного количества грунта, образующегося при строительных и иных работах, может обусловить целесообразность перекрытия отходов на полигоне более мощным слоем инертных грунтов. Важно учитывать потребность региона в земельных площадях того или иного назначения. К каждому полигону должен быть дифференцированный подход.

После доведения высотных отметок полигона до проектных отметок должен осуществляться технический этап рекультивации, засыпка участка инертными грунтами и потенциально плодородными породами (при их наличии). Проведение планировочных работ, выравнивание должны быть обязательными операциями, поскольку непосредственное создание растительного покрова на отходах практически невозможно. Перекрытие размещенных отходов инертными минеральными грунтами придает более однородный гранулометрический и химический состав поверхностного слоя, а нанесение потенциально плодородных или плодородных пород (при их наличии) обусловит возможность как самозарастания участка при небольшой площади полигона и близости его к естественным ненарушенным участкам — источникам заноса семян растений, так и последующего биологического этапа рекультивации — посева многолетних трав. На этом этапе рекультивации стабилизируются процессы. Наряду с газообразованием и миграцией загрязняющих веществ на поверхности полигона появляются участки локального

понижения поверхности вследствие минерализации биоразлагаемых органических веществ в местах их наибольшего отложения при размещении отходов, изменяется рельеф поверхности.

Таким образом, ставится вопрос о санитарно-гигиеническом направлении рекультивации и снижении (но не ликвидации) отрицательного влияния полигона на окружающую среду, а затем решается вопрос о целевом (хозяйственном) использовании земель.

Проведение работ по рекультивации или консервации отвалов, сложенных отходами, на первых этапах лишь частично решает проблему снижения их отрицательного влияния. Но в результате проведения восстановительных работ (посев трав) на отвалах запускаются природные процессы почвообразования, начинается формироваться гумусовый (плодородный) горизонт почв, толщина которого увеличивается со временем. На отвале в результате проведенных мероприятий усложняется видовой состав растительного покрова, повышается его устойчивость, увеличивается биоразнообразие и общая продуктивность.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Изучение вопросов рационального использования земель и обеспечение экологической безопасности является важнейшей задачей инженерной экологии в северо-западном регионе.

Климатические особенности северо-западного региона России (превышение выпадающих осадков над испарением)

обуславливают длительное негативное воздействие полигонов на окружающую среду: газообразование в теле полигона и миграцию загрязняющих веществ, что обуславливает невозможность целевого (хозяйственного) использования земель сразу после завершения работ по захоронению отходов.

Существующая нормативная база в области проектирования, эксплуатации и рекультивации полигонов отходов слабо адаптирована к условиям северо-западного региона и нуждается в совершенствовании.

Предлагается осуществлять рекультивацию полигонов в два этапа. После доведения поверхности полигонов до проектных отметок следует проводить санитарно-гигиеническое направление рекультивации — посев многолетних трав противоэрозионного, санитарно-гигиенического, эстетического назначения.

Через энное количество лет проводятся дополнительные исследования по оценке состояния полигона и осуществляется целевое использование земель с учетом потребности региона в площадях того или иного назначения.

Признавая важность соблюдения положений и правил, изложенных в нормативных документах, хотелось бы подчеркнуть необходимость более полного учёта региональных факторов и условий при проведении работ по рекультивации нарушенных земель на полигонах, так как нормативные документы отражают общие подходы и положения в целом и не могут учесть всех особенностей конкретного объекта в конкретных условиях.

Литература

1. **Инструкция** по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов" (утв. Министерством строительства РФ 02.11.1996). 1996. 51 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://belfes.ru/Library/TKO/Instruction.pdf> (дата обращения 20.02.2024).

References

1. **Instruktsiya** po proektirovaniyu, ekspluatatsii i rekul'tivatsii poligonov dlya tverdykh bytovykh otkhodov" (utv. Ministerstvom stroitel'stva RF 02.11.1996). 1996. 51 s. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://belfes.ru/Library/TKO/Instruction.pdf> (data obrashcheniya 20.02.2024).

2. **Свод правил СП 320.1325800.2017.** "Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация" (утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 ноября 2017 г. № 1555/пр и введен в действие с 18 мая 2018 г.). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/16294/> (дата обращения 20.02.2024).
3. **ГОСТ Р 56598-2015 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Общие требования к полигонам для захоронения отходов"** (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.09 2015г. № 1419-ст. Переиздание – август, 2019 г). М., Стандартинформ, 2019. 18 с.
4. **Федеральный закон № 254 от 03.07.2016.** "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". (вступил в силу с 04.07. 2016г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40983> (дата обращения 20.02.2024).
5. **Постановление Правительства РФ № 800 от 10.07.2018 г.** "О проведении рекультивации и консервации земель" (вместе с "Правилами проведения рекультивации и консервации земель"). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71985800/?ysclid=m25yqi8kiv176040498> (дата обращения 20.02.2024).
6. **ГОСТ Р 59057-2020 "Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель".** М., Стандартинформ. 2020. 19 с.
7. **СП 127.13330.2023.** "Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию" (СНиП 2.01.28-85. "Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию"). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/320873/> (дата обращения 20.02.2024).
8. **Подлипский И.И.** Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию. Автореф. дис. ... канд. геолого-минер. наук. СПб., 2010. 24 с.
9. **Яковлева Ю.О.** Агроэкологическое состояние почвенно-растительного покрова и фильтрационных вод полигонов твердых коммунальных отходов Ленинградской области. Автореферат дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2024. 23 с.
10. **Мочалова Т.Н.** Оптимизация территориальной схемы размещения и накопления твердых коммунальных отходов с целью снижения экологических рисков. Автореферат дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 2018. 24 с.
11. **Малюхин Д.М.** Экологические аспекты использования органоматричных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов. Автореферат дис. ... канд. геогр. наук. СПб, 2018. 22 с.
2. **Svod pravil SP 320.1325800.2017.** "Poligony dlya tverdykh kommunal'nykh otkhodov. Proektirovanie, ekspluatatsiya i rekul'tivatsiya" (utv. Prikazom Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii ot 17 noyabrya 2017 g. № 1555/pr i vveden v deistvie s 18 maya 2018 g.). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/16294/> (data obrashcheniya 20.02.2024).
3. **GOST R 56598-2015 "Resursosberezhenie. Obrashchenie s otkhodami. Obshchie trebovaniya k poligonam dlya zakhoroneniya otkhodov"** (utv. Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskemu regulirovaniyu i metrologii ot 30.09 2015g. № 1419-st. Pereizdanie – avgust, 2019 g). M., Standartinform, 2019. 18 s.
4. **Federal'nyi zakon № 254 ot 03.07.2016.** "O vnesenii izmenenii v ot del'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii". (vstupil v silu s 04.07. 2016g.) [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40983> (data obrashcheniya 20.02.2024).
5. **Postanovlenie Pravitel'stva RF № 800 ot 10.07.2018 g.** "O provedenii rekul'tivatsii i konservatsii zemel'" (vmeste s "Pravilami provedeniya rekul'tivatsii i konservatsii zemel'"). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://base.garant.ru/71985800/?ysclid=m25yqi8kiv176040498> (data obrashcheniya 20.02.2024).
6. **GOST R 59057-2020 "Okhrana okruzhayushchei sredy. Zemli. Obshchie trebovaniya po rekul'tivatsii narushennykh zemel'".** M., Standartinform. 2020. 19 s.
7. **SP 127.13330.2023.** "Ob"ekty razmeshcheniya otkhodov proizvodstva. Osnovnye polozheniya po proektirovaniyu" (SNiP 2.01.28-85. "Poligony po obezvrezhivaniyu i zakhoroneniyu toksichnykh promyshlennykh otkhodov. Osnovnye polozheniya po proektirovaniyu"). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/320873/> (data obrashcheniya 20.02.2024).
8. **Podlipskii I.I.** Ekologo-geologicheskaya kharakteristika poligonov bytovykh otkhodov i razrabotka rekomendatsii po ratsional'nomu prirodopol'zovaniyu. Avtoref. dis. ... kand. geologo-miner. nauk. SPb., 2010. 24 s.
9. **Yakovleva Yu.O.** Agroekologicheskoe sostoyanie pochvenno-rastitel'nogo pokrova i fil'tratsionnykh vod poligonov tverdykh kommunal'nykh otkhodov Leningradskoi oblasti. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk. SPb., 2024. 23 s.
10. **Mochalova T.N.** Optimizatsiya territorial'noi skhemy razmeshcheniya i nakopleniya tverdykh kommunal'nykh otkhodov s tsel'yu snizheniya ekologicheskikh riskov. Avtoreferat dis. ... kand. geogr. nauk. Tomsk, 2018. 24 s.
11. **Malyukhin D.M.** Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya organogennykh substratov pri rekul'tivatsii poligonov tverdykh kommunal'nykh otkhodov. Avtoreferat dis. ... kand. geogr. nauk. SPb, 2018. 22 s.

Л.П. Капелькина – д-р биол. наук, гл. науч. сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН", e-mail: kapelkina@mail.ru

L.P. Kapelkina – Dr. Sci. (Biol.), Chief Research Fellow, St. Petersburg Research Center for Environmental Safety of the Russian Academy of Sciences – a separate structural unit of the Federal State Budgetary Institution of Science "St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences", e-mail: kapelkina@mail.ru