

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора биологических наук, профессора
Дыгановой Розы Яхиевны на диссертационную работу
Слюсарь Натальи Николаевны на тему: «Теория, методы и технологии обеспечения
геоэкологической безопасности полигонов захоронения твердых коммунальных
отходов на постэксплуатационном этапе», представленной на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология
(строительство и ЖКХ)

Диссертация Слюсарь Натальи Николаевны состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Общий объем основного текста работы составляет 241 страницу, включает 31 таблицу, 106 рисунков. Список использованной литературы содержит 315 источников.

1. Актуальность темы исследования

Рассматриваемая диссертационная работа посвящена проблеме обеспечения безопасности для окружающей среды выведенных из эксплуатации полигонов захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО). Полигоны захоронения отходов рассматриваются как специально оборудованные сооружения, состоящие из участка складирования ТКО и конструктивных элементов, обеспечивающих защиту окружающей среды от загрязнения. Актуальность проблемы обусловлена тем фактом, что разложение ТКО на полигоне продолжается сотни лет, и объект захоронения отходов остается источником загрязняющих веществ после окончания эксплуатации, когда большая часть конструктивных элементов полигона уже не работает, экологический мониторинг на территории размещения объекта не проводится.

Несмотря на изменения российской законодательной базы в области обращения с отходами (Распоряжение Правительства РФ от 25 июля 2017 г. № 1589-р) и запрет на захоронение отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, на полигоны по-прежнему поступают потоки ТКО, в состав которых в том числе входит органическая фракция. Это приводит к образованию биогаза и фильтрата и требует разработки технических решений по сокращению эмиссии загрязняющих веществ и минимизации ущерба окружающей среде. Данная проблема характерна не только для России и стран СНГ, где размещаются преимущественно необработанные ТКО, но и для стран Европы и мира, где все еще существуют старые, выведенные из эксплуатации полигоны, на которых до 2005 года захоранивались смешанные необработанные ТКО.

Нормативные требования европейского законодательства, в частности Директива 1999/31/ЕС «По полигонам захоронения отходов», выделяют этап постэксплуатационного обслуживания полигонов захоронения ТКО и определяют требования к нему. В российском законодательстве понятие постэксплуатационного этапа жизненного цикла полигонов не закреплено, требования нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации полигонов регламентируют лишь требования к рекультивации объектов. Кроме того, как в России, так и в мире вопросы длительности этапа постэксплуатационного обслуживания остаются нерешенными.

Решение данных задач возможно только при создании концептуального подхода к управлению полигонами захоронения ТКО, включая исследования процессов разложения отходов на участке складирования отходов, прогноз долгосрочных эмиссий и разработку технических и организационных мероприятий по управлению полигонами на всех этапах жизненного цикла.

Таким образом, тема представленной диссертационной работы «Теория, методы и технологии обеспечения геоэкологической безопасности полигонов захоронения твердых коммунальных отходов на постэксплуатационном этапе» является весьма актуальной, а результаты работы будут востребованы на всех этапах планирования систем управления ТКО.

Цель работы: разработка теоретических основ, методов и технологий обеспечения безопасного уровня геоэкологического воздействия объектов размещения твердых коммунальных отходов на постэксплуатационном этапе.

Основные задачи:

1. На основании анализа данных мониторинга объектов захоронения ТКО, находящихся на разных стадиях жизненного цикла, установить характер и масштаб воздействия полигонов на окружающую среду и выявить тенденции изменения уровня и продолжительности воздействия на постэксплуатационном этапе.

2. Выявить основные закономерности протекания процессов разложения компонентов ТКО в массиве объекта захоронения ТКО, влияющие на формирование биогеохимической стабилизации массива на постэксплуатационном этапе жизненного цикла объекта, оценить длительность эмиссий объектов захоронения отходов.

3. Разработать методику ранжирования выведенных из эксплуатации свалок и полигонов на основании оценки рисков для окружающей среды.

4. Разработать основные технические, технологические и экологические требования к выводу из эксплуатации и завершению жизненного цикла объектов захоронения ТКО, обеспечивающие сокращение долгосрочных эмиссий и срока ассимиляции объектов окружающей средой.

5. Оценить закономерности трансформации и возможность извлечения ресурсного потенциала массивов захоронения ТКО на завершающих этапах жизненного цикла объектов.

2. Структура и содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования и представлена степень ее разработанности, сформулированы основная цель и задачи исследования, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены выносимые на защиту основные положения, приведена краткая характеристика работы.

Первая глава посвящена современному состоянию исследуемой проблемы, рассмотрены вопросы разложения компонентов ТКО на участке захоронения отходов полигона, проанализировано изменение состава эмиссий биогаза и фильтрата во времени, обсуждаются технологии управления полигоном захоронения ТКО на разных этапах жизненного цикла. Отдельное внимание в главе уделено рассмотрению участков захоронения отходов как объектов отложенных ресурсов.

Анализ исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными, показал, что рассматриваемые вопросы актуальны как для России, так и в мире в целом. Объемы и состав фильтрата и биогаза объекта захоронения отходов на постэксплуатационном этапе определяется набором технических и организационных мероприятий по управлению полигоном, в том числе реализуемых на стадии эксплуатации объекта. Вопросы, касающиеся обеспечения экологической безопасности полигонов после окончания эксплуатации, остаются не до конца изученными в части оценки длительности времени воздействия на окружающую среду и установления требований к завершению жизненного цикла объектов. На основании проведенного анализа автором были сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе разработана методика проведения исследований на полигонах захоронения ТКО. Алгоритм проведения исследований включает в себя полевые работы на объекте захоронения (в том числе экскавацию отходов и отбор репрезентативных проб ТКО по профилю участка складирования отходов, газогеохимические изыскания), лабораторные исследования (включая определение компонентного и фракционного состава ТКО, анализ физико-химических и термических показателей ТКО, тесты газообразования), а также лабораторное моделирование процессов разложения ТКО в лабораторных комплексах-биореакторах.

В отличие от существующих подходов, основанных на анализе проб фильтрата и биогаза, автором впервые в мировой практике предложена методика, основанная на отборе и анализе образцов ТКО, отобранных на участке захоронения. Это позволяет применять разработанный подход на объектах захоронения отходов, необорудованных системами сбора и отвода фильтрата и биогаза. Разработанная методика проведения полевых исследований апробирована на объектах захоронения отходов Пермского края, Свердловской области, Московской области. Отбор проб проводился по профилю на всю глубину участка захоронения ТКО с интервалом 1,5–2,0 м. Масса отбираемой пробы составляла 100–150 кг. Всего с исследуемых объектов было отобрано 123 пробы. Это обеспечило репрезентативность данных о компонентном и фракционном составе ТКО разного времени захоронения и качественную подготовку проб для дальнейшего лабораторного анализа.

Ряд проб отходов дополнительно анализировался на комплексе оптико-механической сортировки отходов с помощью сенсоров оптического распознавания материалов. Подобные исследования для экскавированных отходов разного срока захоронения проведены автором на российских объектах захоронения ТКО впервые.

Лабораторные исследования отобранных образцов ТКО включали в себя определение стандартных физико-химических параметров (рН, влажность, ХПК, БПК₅, зольность, органический углерод, общий азот, органический азот, азот аммонийный, нитраты, нитриты, хлориды, сухой остаток водной вытяжки, удельная электропроводность водной вытяжки). Анализ проб ТКО проводился согласно ГОСТов, ПНД Ф и стандартных общепринятых в практике методов проведения исследований. Помимо общепринятых исследований были проведены тесты, характеризующие потенциал метанообразования образцов отходов, такие

как определение дыхательной активности и тест газообразования. Экспериментальные исследования проводились на базе аккредитованных аналитических лабораторий, лабораторий ПНИПУ, Университета природных ресурсов и прикладных естественных наук г. Вены (ABF-BOKU) и Технического университета г. Гамбурга (ТУНН). Впервые на российских объектах захоронения ТКО полевые исследования были дополнены проведением долгосрочного моделирования разложения ТКО в лабораторном комплексе-биореакторе.

В третьей главе приводятся результаты анализа физико-химических и биохимических параметров образцов захороненных ТКО и результаты моделирования долгосрочных эмиссий биогаза и фильтрата. Получены зависимости содержания общего и органического углерода, содержания хлорид-иона, азота аммонийного и показателей ХПК и БПК₅ водной вытяжки отходов с увеличением возраста захоронения ТКО. Результаты полевых исследований сопоставлены с результатами лабораторного моделирования долгосрочных эмиссий фильтрата и биогаза в лабораторном комплексе-биореакторе. Статистическая обработка результатов показала высокую сходимость результатов полевых и лабораторных исследований.

Полученные зависимости и их обобщение с разработанной автором математической моделью долгосрочных эмиссий загрязняющих веществ объектов захоронения ТКО позволило впервые для полигонов захоронения смешанных ТКО, расположенных в умеренно-континентальном климате, установить сроки достижения нормативов допустимого воздействия полигонов по исследуемым показателям. Автором впервые обосновано и введено понятие показателей-маркеров долгосрочных эмиссий полигонов (показатели дыхательной активности, ХПК и хлорид-ионы), что позволяет сократить трудоемкость проведения исследований и прогнозной оценки воздействия полигонов захоронения ТКО на постэксплуатационном этапе.

Четвертая глава посвящена разработке методики оценки экологического риска объектов захоронения ТКО, позволяющей ранжировать объекты по степени опасности для окружающей среды и разрабатывать программы приоритетного вывода старых свалок и полигонов из эксплуатации. Автором впервые разработана методика анализа экологического риска объектов захоронения ТКО, основанная на трехфакторной многокритериальной оценке. Перечень из 20 критериев учитывает месторасположение объекта, техническое состояние и биохимическую стабильность объекта. Предложенный подход апробирован на одном из муниципальных районов Пермского края. При этом решена актуальная для современных систем управления отходами задача – переход от эксплуатации множества объектов захоронения отходов к эксплуатации централизованного межмуниципального полигона. Автор впервые применила методы имитационного моделирования для решения подобного рода задач и разработала алгоритмическую модель минимизации экологического ущерба, формируемого объектами захоронения ТКО на муниципальных территориях. Предложенный подход может быть использован при разработке программ рекультивации и ликвидации объектов накопленного экологического вреда на региональном уровне.

В пятой главе приведены результаты разработки технических мероприятий для обеспечения безопасного завершения жизненного цикла полигонов захоронения ТКО. Учитывая актуальность вопросов внедрения раздельного сбора и сортировки ТКО, рассмотрены методы управления метановым потенциалом ТКО путем их предварительной обработки на стадии сортировки и технология использования биостабилизированных материалов в составе выравнивающего слоя при рекультивации объектов захоронения ТКО. Новизна предлагаемых технических решений заключается в установлении зависимостей протекания процесса для отходов разного компонентного состава (отсев сортировки и «хвосты» сортировки) и обосновании сроков двустадийной стабилизации материалов.

Впервые разработана технология производства технического грунта (изолирующего и рекультивационного материала) методом обработки и полевого компостирования отходов, размещенных на полигонах захоронения ТКО. Получены зависимости длительности процессов стабилизации материалов в зависимости от возраста захороненных отходов и компонентного состава (отсев сортировки и «хвосты» сортировки). Экскавация участков складирования ТКО с последующей стабилизацией и экскавированных материалов позволяет вернуть в использование до 80 % (масс.) ранее захороненных отходов.

Автором разработаны новые технические решения в части использования альтернативных материалов в составе верхнего гидроизолирующего покрытия объектов захоронения ТКО, в частности замена глинистых материалов, используемых для создания верхнего гидроизолирующего покрытия, на изолирующий материал, полученный из осадков очистных сооружений промышленного предприятия «АВИСМА» (г. Березники, Пермский край). Проведен анализ физико-механических характеристик осадков очистных сооружений по показателям прочности, текучести и коэффициенту фильтрации, и сделан вывод о соответствии материала требованиям, предъявляемым к верхним гидроизолирующим покрытиям полигонов захоронения ТКО. Использование подобных материалов позволило снизить потребление природных материалов и уменьшить стоимость работ по рекультивации объектов на 12 %.

Результаты выполненных исследований были применены при разработке проектной документации для рекультивации объектов захоронения отходов в г. Ульяновск, Омской области и г. Березники, что подтверждается актами внедрения результатов диссертационной работы.

Шестая глава посвящена вопросам экскавации участков складирования ТКО с последующим использованием ресурсного потенциала захороненных отходов. Автором впервые в мировой практике получены результаты анализа компонентного и фракционного состава ТКО разного срока захоронения, а также их распределение по профилю участка складирования отходов. Полученная информация может быть использована при обосновании технологий экскавации участков захоронения ТКО с последующим использованием ресурсного потенциала отходов.

Автором впервые в мировой практике проведены исследования по оценке степени загрязнения отдельных компонентов ТКО в массиве захоронения. С учетом полученных данных выполнены расчеты теплотворной

способности экскавированных отходов, выявлены зависимости изменения энергетического потенциала ТКО от возраста захоронения и способа обработки (ручная и оптико-механическая сортировка). На основании анализа полученных данных автором введено понятие трансформации ресурсного потенциала объекта захоронения отходов во времени, трактуемое как переход между потенциалом извлечения вторичных материалов (вторичное сырье и свалочный грунт) и материалов, обладающих энергетической ценностью.

Рассмотрены основные возможные сценарии экскавации участков захоронения ТКО. На основании комплексного сценарного подхода к технико-экономической оценке проектов экскавации полигонов с извлечением ресурсов выявлен ряд значимых ресурсных критериев и впервые предложена классификация объектов захоронения отходов по степени ресурсной ценности.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов работы подтверждается глубоким анализом изучаемого вопроса, качественным выполнением натурных и лабораторных исследований с использованием общепринятых методов лабораторного анализа, статистическим контролем сходимости результатов лабораторного моделирования и полевых исследований.

Научная новизна работы заключается в следующих положениях:

1. Разработана детерминированная математическая модель долгосрочных эмиссий загрязняющих веществ объектов захоронения ТКО, позволившая установить сроки достижения нормативов допустимого воздействия на окружающую среду лимитирующих показателей эмиссионных потоков объектов захоронения ТКО с заданной вероятностью.

2. Впервые разработаны теоретические основы обеспечения геоэкологической безопасности объектов захоронения ТКО, основанные на совокупности физико-химических характеристик отходов разного возраста захоронения и прогнозной модели долгосрочных эмиссий объекта.

3. Разработаны основанные на рискологическом подходе методические основы минимизации воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде и предложена алгоритмическая модель их реализации.

4. Предложен комплексный подход, включающий модель и организационно-технологические решения по обеспечению безопасного уровня геоэкологического воздействия объектов размещения отходов на постэксплуатационном этапе.

5. Предложены ресурсные критерии к технико-экономической оценке мероприятий для завершения жизненного цикла объектов захоронения ТКО, основанные на исследовании ресурсных характеристик массива отходов и выявлении закономерностей их трансформации в долгосрочной перспективе.

Научные положения, выносимы на защиту, обоснованы. Выводы по работе соотносятся с положениями научной новизны и полностью отражают полученные в работе результаты.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая и практическая значимость работы подтверждается тем фактом, что результаты научных исследований внедрены на практике при разработке проектной документации с получением положительных решений государственной экспертизы и последующей реализацией проектов строительства

и рекультивации полигонов захоронения ТКО. Предложенные в работе подходы использованы при разработке схем санитарной очистки территорий и территориальных схем обращения с отходами.

Результаты исследований использованы при корректировке СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» и разработке информационно-технического справочника наилучших доступных технологий «Размещение отходов производства и потребления».

Материалы диссертации используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Пермский научно исследовательский политехнический университет» при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Техносферная безопасность», профиль подготовки «Защита окружающей среды» и магистров направления 38.04.02 «Менеджмент», профиль подготовки «Бизнес и менеджмент природных ресурсов и окружающей среды» в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в работе, подтверждается использованием современных методов исследования и анализа, в том числе анализа жизненного цикла, анализа материальных потоков, экспертных оценок, математического и имитационного моделирования.

Результаты работы апробированы на международных и всероссийских конгрессах, конференциях и научно-практических семинарах. По теме диссертации опубликовано 60 работ, из них 18 статей в журналах, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных изданий, 10 статей в журналах, индексируемых в международных реферативных базах, 2 монографии, 3 патента на изобретение, 2 патента на полезную модель, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Работа отличается глубокой проработкой и обоснованностью положений, выносимых на защиту, а также комплексным подходом к достижению поставленной цели.

6. Замечания

1. Перечень анализируемых физико-химических и биохимических параметров процессов разложения ТКО различен при проведении полевых исследований и моделировании процессов с использованием комплекса биореакторов. В тексте работы автор не поясняет, почему анализ процессов разложения отходов в биореакторе проводился по сокращенному перечню, и влияет ли это на сопоставимость результатов.

2. В пятой главе для подтверждения безопасности разработанных технологий для окружающей среды было бы целесообразно провести оценку с использованием методов анализа экологических рисков.

3. В пятой и шестой главах при обосновании возможности использования отходов как вторичного сырья или для получения продуктов (техногенных грунтов и рекультивационных материалов) не рассматриваются вопросы санитарно-эпидемиологической безопасности.

Однако высказанные замечания не снижают научной значимости результатов представленной диссертационной работы.

7. Заключение

Диссертационная работа Слюсарь Натальи Николаевны на тему: «Теория, методы и технологии обеспечения геозкологической безопасности полигонов захоронения твердых коммунальных отходов на постэксплуатационном этапе», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.36 – Геозкология (строительство и ЖКХ), является законченной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, важные для развития принципов обеспечения безопасного обращения с отходами, в том числе для разработки и внедрения природоохранных, организационных и технических требований к постэксплуатационному обслуживанию объектов захоронения ТКО. Научные положения, выводы и рекомендации обоснованы, работа обладает теоретической и практической значимостью.

Диссертация отвечает критериям п. 9 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Слюсарь Наталья Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.36 – Геозкология (строительство и ЖКХ).

Официальный оппонент:

Дыганова Роза Яхиевна,

доктор биологических наук, профессор,

заведующий кафедрой «Инженерная экология и рациональное

природопользование» Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

Адрес: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51

Телефон: +7 (843) 519-43-24

E-mail: dyganova.roza@yandex.ru

Дыганова Роза Яхиевна
« 30 » 10 2019 г.

Подпись Дыгановой Р.Я. заверяю

« ____ » _____ 2019 г.



30.10.2019