

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

На правах рукописи

Исаева Ирина Юрьевна

**ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ**

1.5.15. - Экология

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» на кафедре «Химии».

Научный  
руководитель:

Официальные  
оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится «...» ..... 2025 г. в ... часов на заседании диссертационного совета РХТУ.1.5.01 при РХТУ им. Д.И. Менделеева (125047, г.Москва, Миусская пл., д.9) в

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре РХТУ им. Д.И. Менделеева и на официальном сайте:  
[https://www.muctr.ru/university/departments/ods/inhouse/inhouse\\_announcements/](https://www.muctr.ru/university/departments/ods/inhouse/inhouse_announcements/)

Автореферат разослан «....» 2025 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета РХТУ 1.5.01

кандидат технических наук, доцент

Я. П. Молчанова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность исследования.

Объем полимерных отходов в России составляет значительную величину – около 900 тысяч тонн в год. Учитывая специфические свойства полимерных материалов (не подвергаются биодеструкции, а потому срок разложения в земле составляет десятки лет) и то, что в среднем сбору и переработке подвергается 10,3% от общего объема, это приводит к возникновению целого ряда экологических и инженерно-экономических проблем, а именно:

- экологические проблемы – негативное воздействие полимерных отходов на окружающую среду (загрязнение воздуха продуктами горения, загрязнение почв, водоемов и т.д.);
- инженерно-экономические проблемы – обусловлены нерациональным использованием вторичных ресурсов, содержащихся в полимерных отходах.

В связи с этим, переработка полимерных отходов является актуальным способом снижения объема отходов и как следствие снижения негативной нагрузки на окружающую среду. Существует множество способов использования полимерных отходов в качестве вторичных ресурсов. Наиболее перспективным способом, с точки зрения снижения негативного воздействия на окружающую среду является переработка полимерных отходов с получением сорбционных материалов. Такие материалы особенно востребованы в области ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) связанных с разливами нефтепродуктов. Это связано с хорошими показателями нефтеемкости сорбентов полученных с использованием полимерных отходов. Рост частоты возникновения ЧС связанных с разливами нефтепродуктов предполагает дальнейшее развитие этого направления утилизации полимерных отходов.

Стоит отметить, что использование сорбентов, полученных путем переработки различных отходов, в том числе полимерных является основным методом ликвидации разливов нефтепродуктов.

В связи с этим актуальным является решение проблем создания эффективного способа утилизации пенополистирола (ПС) с получением сорбента для сбора нефтепродуктов.

### **Степень разработанности исследования.**

В работах авторов В.М. Мелкозерова, Р. И. Джусупкалиева, Е. Н. Кармановой, Б. В. Цомбуева исследованы и описаны способы для локализации и ликвидации разливов нефтепродуктов с применением одно и многокомпонентных сорбентов. В работе Б. В. Цомбуева отмечено, что применение многокомпонентных сорбентов приводит к существенному увеличению сорбционной емкости до 70,3 %, но вместе с тем ведет к усложнению процесса и увеличению времени ликвидации разливов нефтепродуктов. В тоже время в обзорной работе Лидии Бандуры (Lidia Bandura) определены критерии практического применения сорбентов для поглощения нефтепродуктов. Также автор указывает на то, что минералы с высокой мезопористостью рекомендуются для удаление разливов нефти на сушке.

Однако, несмотря на огромное количество сорбентов для локализации и ликвидации разливов нефтепродуктов к основным факторам ограничивающим применение сорбентов можно отнести: стоимость, не достаточную сорбционную ёмкость по отношению к нефтепродуктам, длительность процесса сорбции, сложности при нанесении на загрязнитель и сборе загрязненного сорбента, а также сложности в подготовке и процессе утилизации загрязненного сорбента.

### **Цель исследования.**

Снижение негативного воздействия на население и окружающую среду (ОС) полимерных отходов ПС, за счет их утилизации с получением вторичных материалов, используемых для ликвидации разливов нефтепродуктов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать свойства сорбентов используемых для ликвидации разливов нефтепродуктов;
- обосновать оптимальный состав композитного сорбента с повышенной нефтеёмкостью и исследовать свойства;

- обосновать способ ликвидации разлива нефтепродуктов при использовании полученного композитного сорбента;
- оценить ущерб, наносимый населению и окружающей среде, при использовании разработанного и известных способов ликвидации разлива нефтепродуктов;

**Научная новизна.**

Разработан способ снижения негативного воздействия ПС на окружающую среду и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефтепродуктов, отличающийся от известных тем, что в процессе утилизации ПС получают композитный сорбент, используемый для ликвидации последствий разливов нефтепродуктов локального значения. Полученный композитный сорбент имеет высокую нефтеемкость и низкую себестоимость.

**Практическая и теоретическая значимость.**

При утилизации полимерного отхода – ПС, разработанным методом, получен новый композитный материал, используемый для ликвидации разливов нефтепродуктов. Композитный сорбент показал высокую нефтеемкость, превышающую по своим показателям существующие сорбенты подобного сегмента в среднем на 39 %. Оценка эффективности предлагаемых технических решений по вероятному предотвращенному ущербу при применении технологии утилизации полимерного отхода ПС доказывает рациональность разработанного способа.

**Методология и методы исследования.**

Методологическая основа диссертации представлена анализом современной научной литературы по теме работы, а также общепринятыми методами проведения лабораторных исследований и обработки экспериментальных данных.

**Положения, выносимые на защиту:**

- Обоснование состава и параметров композитного сорбента, получаемого при утилизации полимерных отходов, для ликвидации разлива нефтепродуктов.
- Результаты оценки эффективности, полученного композитного сорбента.
- Алгоритмы получения и применения разработанного композитного сорбента.
- Результаты оценки разработанного способа утилизации полимерного отхода, с получением композитного сорбента, по вероятному предотвращенному ущербу.

**Степень достоверности результатов** обеспечивается проведением экспериментальных исследований при использовании методов планирования эксперимента, применением аттестованных методик анализа и специальных методик экспериментальных исследований, применением современного программного обеспечения (Microsoft Excel, Statistica). Анализ летучих компонентов осуществлялся на Спектрофотометре ПЭ-5400УФ и газоанализаторе "Полар".

**Апробация результатов.** Основные материалы, положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях: Москва The VII International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Management of Transport Systems" (ITMTS 2021); Орел, XV Международная научно-практическая конференция, посвящённая Международному году фундаментальных наук в интересах устойчивого развития; Москва, РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2023; Бирск, Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, Бирский филиал УУНиТ, 2024; Новосибирск, Международная научно-практическая конференция, 2024; Бирск II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, Бирский филиал УУНиТ, 2025.

**Публикации.** В рамках диссертационного исследования опубликовано 12 научных статьях, в том числе 2 научные статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, 1 научная статья опубликована в рецензируемом научном издании, входящем в перечень, рекомендованный ВАК РФ, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 6 работ в других изданиях.

**Структура и объём диссертации.** Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Текст диссертации изложен на 120 страницах, включая 32 рисунка, 58 таблиц и 4 приложения. Список литературы включает 118 публикаций отечественных и зарубежных авторов.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** раскрывается актуальность темы, сформулирована её основная цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

**В первой главе** работы проведен анализ научно-технических источников по теме диссертации и сформулированы задачи исследования. Изучены основные свойства и методы утилизации ПС. Определены объемы и источники появления ПС, как отхода.

Приведен обзор существующих видов сорбентов для локализации и ликвидации нефтеразливов, их преимущества и недостатки, проанализированы эксплуатационные свойства сорбентов различного типа (органические, неорганические, полимерные).

В заключительной части раздела, осуществлено определение границ и рамок исследования. Для разработки методики утилизации полимерного отхода ПС с получением композитного сорбента необходимо:

- разработать требования к свойствам композитного сорбента;
- разработать способ получения композитного сорбента, включающую в себя:
- подбор компонентов композитного сорбента;
- исследование свойства композитного сорбента.

**Во второй главе** описаны объекты и методы исследования. Основным объектом исследования является способ утилизации ПС с получением сорбентов для ликвидации ЧС связанных с разливами нефтепродуктов. Также приведено теоретическое обоснование метода снижения негативного воздействия ПС на окружающую среду.

Было определено, что при горении и тлении ПС в условиях полигона утилизации твердых коммунальных отходов выделяется большое количество отравляющих веществ. Моделирование процесса горения полимерных отходов, в состав которых входит ПС и чистого ПС с отбором проб летучих компонентов позволило получить данные по продуктам горения. Анализ полученных данных осуществлялся фотометрическим и спектрофотометрическим методом (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Состав продуктов горения ПС

№п/п	Результаты идентификации ПС (наименование идентификационного	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности	ПДК сс,	ПДК мр,
		Отбор	Фон			

	ингредиента )				МГ/М <sup>3</sup>	МГ/М <sup>3</sup>
1	Уксусная кислота	0,166	0,043	Третий	0,06	0,2
2	Хлороформ(CHCl <sub>3</sub> )	0,703	0,081	Второй	0,03	0,1
3	1,2-Дихлорэтан	0,325	-	Второй	1	3
4	Бензол	0,393	0,290	Второй	0,09	1,5
5	Четыреххлористый углерод	0,222	0,015	Второй	0,7	4,0
6	Толуол	0,187	0,05	Третий	0,059	0,58
7	Этилбензол	0,026	0,019	Третий	-	0,02
8	м,п-Ксиол	0,054	0,044	Третий	0,025	0,04
9	О-Ксиол	0,025	0,026	Третий	0,18	0,19
11	Стирол	0,028	-	Третий	0,002	0,04

Таблица 2 – Состав продуктов горения смешанного образца.

№п/п	Результаты идентификации (смешанный образец: паралон, ПС, ПЭТ), (наименование идентификационного ингредиента )	Концентрация , МГ/М <sup>3</sup>
1	2 –метилбутан(изопентан)	0,33
2	2-метилпропанол-2(трет-бутиловый спирт)	обн.
3	Хлороформ	0,53
4	1,2-Дихлорэтан	1,04
5	Четыреххлористый углерод	0,38
6	Толуол	0,05
7	Этилбензол	0,01
8	м,п-Ксиол	0,02
9	О-Ксиол	0,03
10	Алкилбензолы, C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	0,03

Анализ продуктов горения показал присутствие высокотоксичных соединений, что доказывает необходимость сбора и утилизации полимерного отхода ПС.

Определено, что ПС, как отход представляет собой серьёзную опасность для окружающей среды, так как в случае возгорания наносит существенный вред окружающей среде и населению.

На основании полученных данных сформулирован алгоритм диссертационного исследования (Рисунок 1).



Рисунок.1 – Алгоритм диссертационного исследования

Исследование, применяемых для сбора нефтепродуктов сорбентов, выявило следующие недостатки: неудобство нанесения на загрязненную поверхность, неудобство сбора загрязненного сорбента, территория загрязнения надолго выводится из пользования, в частности, при работе со вспученными сорбентами (перлит и вермикулит), гранулы легко рассыпаются и раздуваются (особенно вермикулит), что затрудняет их применение. К тому же это приводит к большим потерям сорбента при нанесении и сборе.

По полученным данным сформулированы требования к характеристикам композитного сорбента.

**В третьей главе** представлены результаты проведенных исследований.

Постановка экспериментов велась с применением математических методов планирования экспериментов. В результате было показано, что изменение массы цетиламина и ПС оказывает значительное влияние на величину нефтеемкости композитного сорбента, так как коэффициенты детерминации (0,81 и 0,78) близки к 1. Изменение массы минерального наполнителя, слабее влияет на величину сорбционной емкости композитного сорбента, коэффициент детерминации (0,65). При этом результаты проверки качества уравнения регрессии и оценка статистической значимости говорят о достаточно высокой точности подбора влияющих параметров.

Следуя алгоритму диссертационного исследования на основе ПС, был разработан новый композитный сорбент, оптимизирован состав (Таблица 3) и свойства.

Таблица 3 – Компоненты композитного сорбента

Наименование	Назначение в композитном сорбенте
Вермикулит вспученный	Увеличивает пористость и сорбционные свойства
1,2-дихлорэтан – $C_2H_4Cl_2$	Растворитель для вяжущего
$-[CH_2-CH(C_6H_5)]_n$ – полистирол	Вяжущее
цетиламин – $CH_3(CH_2)_{15}NH_2$	Улучшает сорбционные свойства, катионное ПАВ

Исследование свойств полученного сорбента проводилось по алгоритму ( Рисунок 2)

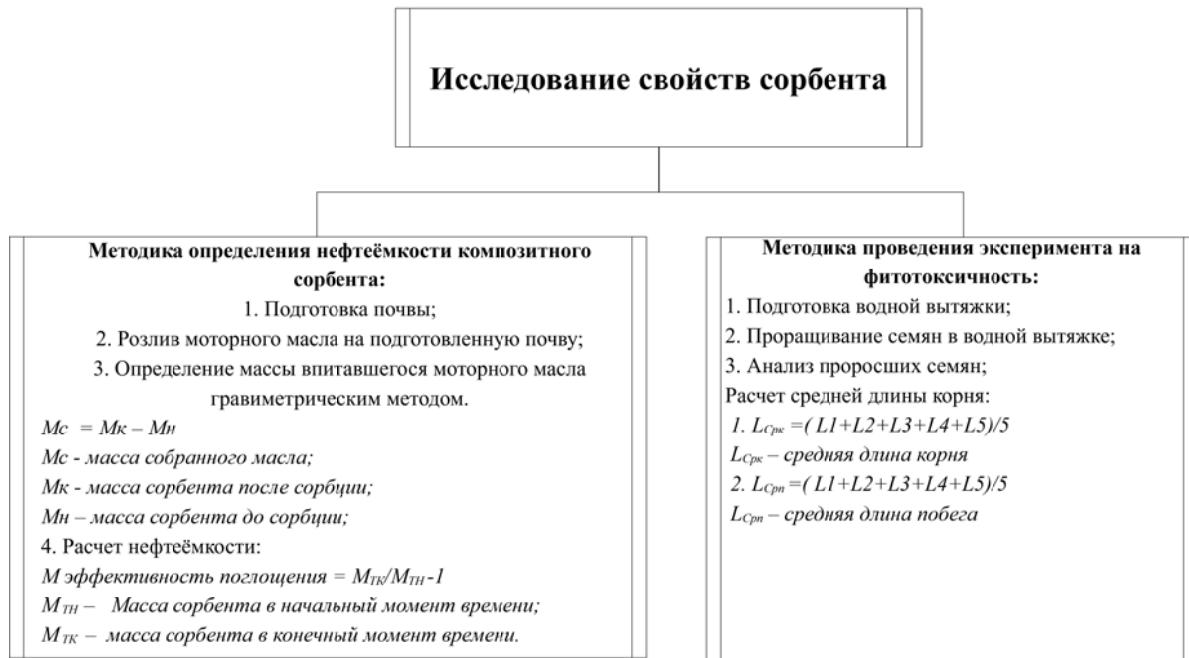


Рисунок 2 – Алгоритм исследования свойств композитного сорбента.

Проведенные исследования свойств полученного композитного сорбента позволили определить сорбционную емкость (Рисунок 3).

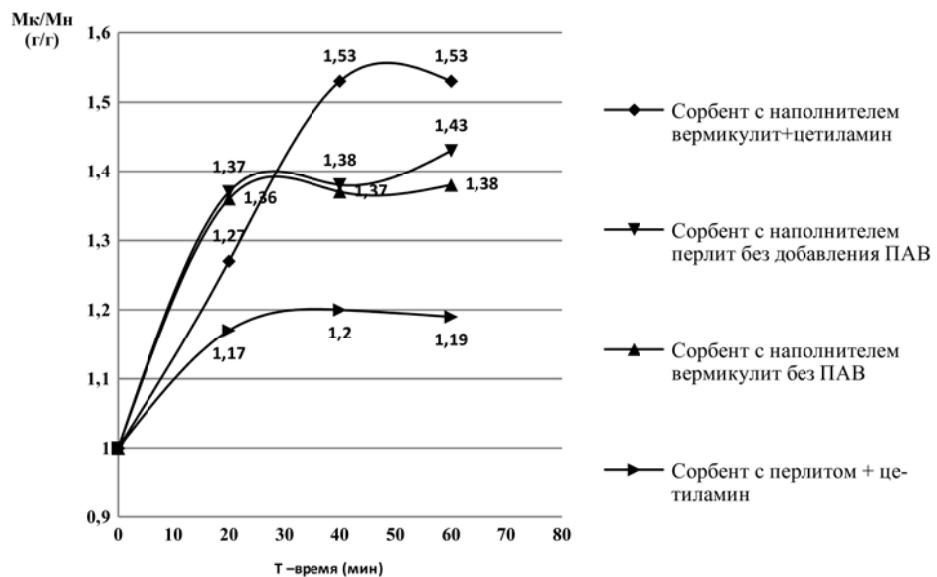


Рисунок 3 – Лабораторные исследования сорбционной емкости композитного сорбента.

Полученный композитный сорбент имеет форму листа. Размерные характеристики могут варьироваться в зависимости от условий применения. Пример композитного сорбента представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Композитный сорбент.  
Состав: вермикулит, вяжущие, ПАВ

В таблице 4 представлены результаты измерения сорбционной емкости сорбента в зависимости от его размера и типа очищаемой поверхности.

Теоретически было определено, что количество адсорбированных молекул загрязнителя на композитном сорбенте превышает количество адсорбированных молекул загрязнителя на плоской, малопористой поверхности в три раза, что свидетельствует о хорошо развитой поверхности композитного сорбента.

Композитный сорбент показал хорошие адгезионные свойства, которые были определены по краевому углу смачивания ( $\theta \leq 20^\circ$ ).

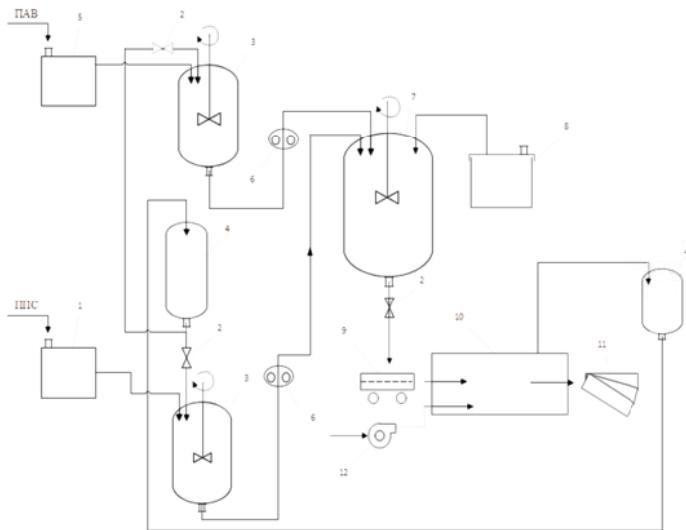
Далее это утверждение было подтверждено экспериментально.

Таблица 4 – Сорбционная емкость разработанного композитного сорбента

Тип поверхности	Сорбционная емкость композитного сорбента – $Q_c$ (%)			
	Размер (мм) 105*14*5	Размер (мм) 210*297*5	Размер (мм) 210*297*7	Размер (мм) 297 * 420*7
Малопористая поверхность	80	85	85	85
Асфальт	72	80	85	85
Суглинок	68	70	72	72

В результате определен оптимальный состав и сформулирован жизненный цикл композитного сорбента.

Первый этап жизненного цикла представлен технологической схемой получения композитного сорбента (Рисунок 5)



1 – емкость для хранения ПС; 2 – клапан регулирующий подачу; 3 – смеситель (дихлорэтан , ПС); смеситель (ПАВ, дихлорэтан); 4 – емкость для растворителя; 5 – емкость для хранения ПАВ; 6 – насос для подачи смеси; 7 – емкость для смешивания (поочередно подаются растворы ПАВ и минеральный наполнитель и дихлорэтан + ПС); 8 – емкость для хранения минерального наполнителя; 9 – заготовка композитного сорбента; 10 – сушильная установка; 11 – пластины композитного сорбента; 12 – вентилятор.

Рисунок 5 – Технологическая схема получения композитного сорбента.

Процесс ликвидации разливов нефтепродуктов при помощи полученного композитного сорбента состоит из этапов:

1. Обнаружение и определение объемов разливов нефтепродуктов.
2. Использование композитного сорбента.
3. Сбор отработанного сорбента. Передача контейнера с отработанным сорбентом обслуживающей организации.

После утилизации композитного сорбента минеральный наполнитель используют повторно. Количество циклов повторного использование равно трем. Установлено, что после третьего цикла происходит значительная потеря сорбционных свойств, которая составляет 35 %.

Сравнительный анализ эффективности сорбентов показал следующий результат: сорбент на основе торфяного сфагнового мха – 41 г/г, натканный материал – 77 г/г, композитный сорбент – 86 г/г, сорбент на основе опоки – 64 г/г.

**В четвёртой главе** представлена оценка вероятного предотвращённого ущерба, которая показала эффективность использования полученного композитного сорбента.

Проведен сравнительный анализ поглощающей способности различных сорбентов.

Методика оценки вероятного предотвращенного ущерба от использования разных технологий ликвидации разливов нефтепродуктов содержит в себе следующие этапы:

1. Расчет вреда, наносимого почвенным ресурсам ( $Zn$ );
2. Расчет эксплуатационных затрат при применении различных технологий ликвидации разливов нефтепродуктов ( $\Sigma \text{зат.}$ );
3. Расчет суммарного ущерба, нанесенного окружающей среде ( $Z\text{сумм.}$ )
4. Определение вероятности наступления неблагоприятного события ( $Ri$ );
5. Расчет ущерба: ( $Y\mathcal{E}$ ) =  $Ri \cdot Z\text{сумм.}$

Результаты оценки вероятного предотвращенного ущерба от использования разных технологий ликвидации разливов нефтепродуктов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты оценки вероятного предотвращенного ущерба

Наименование показателей	Вариант очистки			
	1	2	3	4
Вред, наносимый почвам	724	26	32	19
Эксплуатационные затраты	–	34	56	38
Суммарные затраты	724	60	87	57
Ущерб ( $Y\mathcal{E}$ ) тыс. руб./мес.	927	77	111	73
Ущерб ( $Y\mathcal{E}$ ) тыс. руб./год	11121	922	1336	876

1. Без ликвидации;  
2. Механический сбор;  
3. Ликвидации разливов сорбентами;  
4. Ликвидации разливов композитным сорбентом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разработанного способа позволило:

1. Эффективно утилизировать полимерный отход ПС с дальнейшим применением в качестве композитного сорбента для сбора разливов нефтепродуктов.

2. Определить, что применение композитного сорбента позволяет увеличить эффективность сбора разливов нефтепродуктов в среднем на 39 %, по сравнению с существующими способами сбора нефтепродуктов с твердой поверхности и способствует созданию благоприятных условий для достижения требуемого состояния окружающей среды экономически рациональными способами.
3. Провести оценку эффективности предлагаемых технических решений по вероятному предотвращенному ущербу при применении технологии утилизации полимерного отхода ПС.

Разработанный способ снижения негативного воздействия ПС на окружающую среду позволяет в кратчайшие сроки ликвидировать разлив нефтепродуктов, что сократит ущерб для всех компонентов окружающей среды. В отличие от известных способов ликвидации нефтепродуктов данный способ основан на использовании композитного сорбента оптимального состава, полученного при утилизации полимерных отходов, что позволяет снизить ущерб от накопления полимерных отходов, учитывая ядовитые вещества, выделяющиеся при низкотемпературном горении отходов.

В дальнейшем планируется продолжение исследования в направлении увеличения площади ликвидации загрязнения разработанным сорбентом, а также рассмотреть применение в качестве компонентов сорбента не только термопластичные, другие классы полимеров.

#### **Выводы:**

1. Разработан способ утилизации ПС с получением композитного сорбента для ликвидации разливов нефтепродуктов локального уровня.
2. Доказана эффективность полученного сорбента по сорбционной ёмкости, которая превосходит самый близкий по свойствам сорбент подобного сегмента на 9 %.
3. Экологическая безопасность композитного сорбента подтверждена термогравиметрическим методом и тестом на фитотоксичность.
4. Оценка ущерба, наносимого населению и окружающей среде при применения разработанного способа ликвидации разливов нефтепродуктов, показала, что применение разработанного композитного сорбента снизило в среднем ущерб на

34%, по сравнению способом ликвидации разливов нефтепродуктов с помощью сорбентов, что составляет 460 тыс. руб./год.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ**

### **Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, и в рецензируемых научных изданиях, включённых в базу цитирования Scopus**

1. **Исаева, И. Ю.** Утилизация полимерных отходов и нефтешламов с возможным применением в дорожном строительстве / И. Ю. Исаева // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2015. — № 3(42). — С. 114-119.
2. **Isaeva I. Yu**, Valuev N. P., Yudanov P. M., Mashintsov, E. A. Model of compound absorbent of increased capacity basing on polymer wastes for elimination of oil spills // Proceedings of the Tula states university-sciences of eart - 2019. - Vol. 4. - P. 24-32
3. **Isaeva I. & Odinokova I. & Ostaeva Galina & Eliseeva E..** Combustion Products of Polymer Waste as a Source of Environmental Pollution / Isaeva, I. & Odinokova, I. & Ostaeva, Galina & Eliseeva, E.. // Polymer Science, Series D. — 2023. — № 16. — С. 627-630.
4. **Исаева И. Ю., Одинокова И. В., Остаева Г. Ю.** Реализация способа утилизации отходов термопластичных полимеров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2025. Вып. 2 (154). С. 181 – 187.

### **Статьи в других научных изданиях и тезисы докладов**

1. **Исаева, И. Ю.** Снижение эколого-экономического риска транспортной системы / И. Ю. Исаева // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2016. — № 4(78). — С. 35-37.
2. **Исаева И. Ю.** Способ ликвидации разливов нефтепродуктов с помощью композитного сорбента / И. Ю. Исаева, Н. П. Валуев // Химические и материаловедческие аспекты техносферной безопасности. Сборник трудов секции № 8 XXIX Международной научно-практической конференции. — Москва: Академия ГПС МЧС России , 2019. — С. Россия.

3. **Isaeva I.** Composite sorbent for liquidation of oil pollution / Isaeva I., Odinokova I., Ostaeva G., Eliseeva E. // The VII International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Management of Transport Systems” (ITMTS 2021). — :MATEC Web of Conferences, 2021. — C. 341. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/202134100040>
4. **Исаева И. Ю.** Исследование сорбционных свойств композитного сорбента / И. Ю. Isaeva, И. В. Одинокова, А. А. Литманович // XV Международная научно-практическая конференция, посвящённая Международному году фундаментальных наук в интересах устойчивого развития. — Москва:РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2023. — С. 54-56.
5. **Исаева И.Ю.** Композитный сорбент из природного сырья и полимерного отхода: оптимизация состава / Isaeva I.YU., Odinokova I.B., Ostaeva G.YU., Morenko I.B. // Современные проблемы региональной экологии: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 14-16 марта 2024 года / Под ред. проф. Н.Г. Кутлина. – Бирск: Бирский филиал УУНиТ, 2024. — С.12-16.
6. **Исаева И.Ю.** Рациональный подход к утилизации полимерных отходов / Isaeva I.YU., Odinokova I.B., Ostaeva G.YU. // Инновационные подходы к решению современных проблем: комплексный анализ и практическое применение: сборник статей Международной научно–практической конференции ( г. Новосибирск, РФ , 5 мая 2024г.). – Уфа: Аэтерна, 2024. – 156-158 С.
7. **Исаева И.Ю., Одинокова И.В., Остаева Г.Ю.** Способ утилизации отходов термопластичных полимеров // Современные проблемы региональной экологии: сборник научных трудов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 27-29 марта 2025 года / Под ред. проф. Н.Г. Кутлина. – Бирск: Бирский филиал УУНиТ, 2025. – 411 с.

Участие в научных *проектах*

1. **2016** «Особенности химического и электрохимического синтеза нанокомпозитов путём восстановления ионов меди в присутствии полимерных протекторов». Грант РФФИ № 16-03-00337
2. **2018** «Разработка научных и методологических основ создания медьсодержащих наноразмерных катализаторов: стратегия синтеза, структура, физико-химические и функциональные свойства». Проект Минобрнауки РФ № 16.11777.2018/11.12
3. **2019** «Разработка безопасной методики утилизации термопластичных полимерных отходов» НИР/НИОКР ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»
4. **2019 - 2023** «Разработка новых материалов и цифровых, интеллектуальных технологий в области автомобильного транспорта для обеспечения безопасности и работоспособности перспективных высокоавтоматизированных колесных транспортных средств» гос. задание Министерства науки и высшего образования Российской Федерации FSFM-2020-0010

*Патенты*

**Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023682071**  
 в реестре программ для ЭВМ 20.10.2023 заявка № 2023681590, Программное средство для расчета оптимизации параметров состава композитного сорбента применяемого для ликвидации техногенных загрязнений / Исаева Ирина Юрьевна (RU), Мохаммад Жалаль Мохаммад (SY), Одиноккова Ирина Вячеславовна (RU), Остаева Галина Юрьевна (RU), Моренко Иван Владимирович (RU), Талдыкин Дмитрий Сергеевич (RU) / Правообладатель ФГБОУ ВО "Московский Автомобильно-Дорожный Государственный Технический Университет (МАДИ)"

*Акты внедрения*

Результаты диссертационной работы использованы при ликвидации разливов нефтепродуктов на предприятии ООО «ТЭК САЛАВАТ», при разработке регламента принятия решения по выбору метода очистки нефтезагрязненных грунтов для специалистов ЭКОСПАС и ООО НПП «АРИАЛ». В учебном процессе на кафедре «Химия» МАДИ.