

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12  
по диссертации Цыбиной Анны Валерьевны  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Диссертация «Утилизация осадков городских сточных вод разных сроков хранения» по специальности 1.6.21 Геоэкология принята к защите 10 октября 2024 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.12, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 27 января 2022 г. № 5-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Охрана окружающей среды» в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** - доктор технических наук, профессор Глушанкова Ирина Самуиловна, профессор кафедры «Охрана окружающей среды» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Официальные оппоненты:**

Назаров Алексей Михайлович, доктор химических наук, доцент (02.00.04 – Физическая химия), профессор, профессор кафедры «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

Обухова Марина Витальевна, кандидат технических наук (05.23.04 –



Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов), доцент кафедры «Инженерные системы и сооружения» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,

дали *положительные* отзывы диссертации.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», г. Самара. Отзыв ведущей организации утвержден первым проректором — проректором по научной работе СамГТУ доктором технических наук, профессором Ненашевым Максимом Владимировичем, рассмотрен на расширенном заседании кафедры «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (протокол № 3 от 30.10.2024 г.). Отзыв подготовлен доктором технических наук, заместителем заведующего кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доцентом Теплых Светланой Юрьевной, подписан заведующим кафедрой «Водоснабжение и водоотведение», доктором технических наук, профессором Стрелковым Александром Кузьмичом и заместителем заведующего кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» доктором технических наук, доцентом Теплых Светланой Юрьевной.

В отзыве указано, что в диссертационной работе разработаны и научно обоснованы решения актуальной научно-практической комплексной задачи утилизации свежих и накопленных осадков сточных вод (ОСВ). Оригинальность подхода, предложенного автором, заключается в использовании продукта пиролиза ОСВ для рекультивации накопленных ОСВ, а также в обработке свежих ОСВ комплексом реагентов, что позволяет одновременно обеспечить обезвреживание, обеззараживание и дезодорацию осадков. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, а ее автор, Цыбина Анна Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 «Геоэкология».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их научными достижениями в области обращения с осадками сточных вод и утилизации ОСВ термическими и другими методами, которые по предметной области соответствуют направлению диссертационного исследования соискателя; наличием достаточной квалификации для оценки научной и практической значимости, обоснованности и достоверности полученных выводов.

По теме диссертации соискателем опубликовано 7 научных трудов, в том



числе основные результаты представлены в 4 статьях в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание учёной степени, или приравненных к ним (индексируемых в международных базах цитирования Scopus и/или Web of Science). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1) Reagent Deodorization and Detoxification of Sewage Sludge with the Production of Reclamation Material / A. Tsybina, C. Wünsch, I. Glushankova // Energies. — 2024. №17, 987 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/5/987> (дата обращения 17.08.2024) (1,5 п.л., авт. 1,2 п.л.) (Scopus, Web of Science).

*Соискателем представлены результаты исследований по реагентной обработке ОСВ, обеспечивающей их обезвоживание, обеззараживание и детоксикацию. Установлен оптимальный состав композиции реагентов и порядок обработки.*

2) Development and Substantiation of Approaches to the Management of Sewage Sludge of Different Storage Periods / A. Tsybina, C. Wünsch, I. Glushankova, A. Arduanova // Energies. — 2023. №16, 5698 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/15/5698> (дата обращения 19.08.2024) (1,85 п.л., авт. 1,295 п.л.) (Scopus, Web of Science).

*В публикации представлены результаты экспериментальных исследований процессов и продуктов термической деструкции ОСВ методами пиролиза и сжигания, установлены оптимальные режимы утилизации ОСВ. Доказано, что пиролизат эффективен для адсорбции подвижных форм тяжёлых металлов из ОСВ 10–15-летнего срока хранения.*

3) Применение принципов экономики замкнутого цикла для обоснования экономически эффективного, энерго- и ресурсосберегающего способа обращения с осадками городских сточных вод / Цыбина А.В. // Экология и промышленность России. — 2018. Т. 22, №10. — С. 38 – 43. (0,69 п.л., авт. 0,69 п.л.) (Scopus, ВАК).

*Автором представлены результаты аналитического исследования воздействия ОСВ на геосферные оболочки. Установлено, что объекты накопления ОСВ в течение длительного времени оказывают негативное воздействие на четыре основных компонента геосферы — гидросферу, педосферу, атмосферу и биосферу. Предложены подходы к рациональному обращению с ОСВ, основанные на принципах экономики замкнутого цикла.*

4) Analysis of thermal sewage sludge treatment methods in the context of circular economy / A. Tsybina, C. Wünsch // Detritus. 2018. — Vol. 02. — P. 3 – 15. (1,5 п.л., авт. 1,2 п.л.) (Web of Science).



*Целью исследования, результаты которого представлены в данной публикации, был анализ принципов концепции экономики замкнутого цикла и разработка на их основе критерии оценки способов утилизации ОСВ. С помощью разработанных критериев проведена сравнительная оценка методов термической деструкции ОСВ.*

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все отзывы положительные: **Ашихмина Татьяна Яковлевна**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории биомониторинга Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет»; **Степанова Светлана Владимировна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Инженерная экология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»; **Петухов Валерий Иванович**, доктор технических наук, профессор Департамента природно-технических систем и техносферной безопасности Политехнического института (Школы) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»; **Свергузова Светлана Васильевна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленная экология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет»; **Корнилов Андрей Геннадьевич**, доктор географических наук, зав. кафедрой «География, геоэкология и безопасность жизнедеятельности» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»; **Куликова Юлия Владимировна**, кандидат технических наук, научный сотрудник Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта».

В отзывах дана высокая оценка научного уровня диссертации Цыбиной Анны Валерьевны, ее теоретической и практической значимости. Отмечено, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по научной специальности 1.6.21 Геоэкология, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**



**установлено**, что осадки сточных вод (ОСВ) являются источником длительного загрязнения геосферных оболочек и в процессе хранения изменяют свои свойства;

**разработаны** критерии выбора способов утилизации ОСВ;

**выявлены** особенности термической деструкции ОСВ сроком хранения до 3 лет хранения методами пиролиза и сжигания, доказано, что для таких ОСВ наиболее эффективным методом является пиролиз при температуре 400–500 °С с предварительной обработкой СаО с получением пиролизата;

**обоснована** возможность использования пиролизата в качестве адсорбента для извлечения тяжёлых металлов из ОСВ 10–15-летнего срока хранения;

**выявлены** факторы и подобраны реагенты для дезодорации, обезвреживания и детоксикации ОСВ свежего выхода с получением продукта, обладающего свойствами рекультивационного материала.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**проведена** сравнительная оценка физико-химических свойств и химического состава ОСВ разных сроков хранения;

**разработаны** прототипы замкнутых циклов утилизации и обезвреживания накопленных ОСВ разных сроков хранения с использованием продуктов, полученных при термической утилизации свежих ОСВ.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**разработаны** технологические решения по утилизации ОСВ разных сроков хранения термическими и реагентными методами с использованием продукта термической утилизации для обезвреживания накопленных ОСВ;

**результаты исследований** используются компанией ООО «Новая городская инфраструктура Прикамья» (г. Пермь) при проектировании технологий обработки образующихся ОСВ и рекультивации объекта размещения осадков сточных вод г. Перми;

**проведена** геоэкологическая оценка разработанных технологических решений, доказывающая снижение воздействия ОСВ и объектов обращения с ОСВ на геосферные оболочки;

**представленные** результаты могут быть рекомендованы для разработки исходных данных при проектировании объектов комплексной утилизации вновь образующихся и накопленных ОСВ.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

**лабораторные исследования** проводились с применением общепринятых методов исследования и современного лабораторно-аналитического оборудования, утверждённых расчётных методов;



**отмечена** статистическая сходимость результатов, полученных автором, с результатами смежных научных исследований в данной области знаний.

**установлено**, что результаты, полученные автором, согласуются с данными, представленными в современной научной литературе по данной тематике.

**Личный вклад соискателя** состоит в сборе и анализе научно-технической литературы по термической деструкции и реагентной обработке ОСВ, обосновании актуальности проблемы поиска решений по утилизации ОСВ разных сроков хранения, постановке цели и задач исследования, проведении лабораторных экспериментов по определению свойств ОСВ и продуктов обработки ОСВ, изучению процессов термической деструкции ОСВ и их реагентной обработки, математических расчётов материальных и тепловых балансов, статистической обработке и анализе полученных результатов, формулировании положений, выносимых на защиту, формулировании ключевых выводов, подготовке публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях и докладов на конференциях по теме исследования.

Проведенные соискателем экспериментальные исследования по изучению процессов и продуктов термической деструкции ОСВ методами сжигания и пиролиза, выполненные расчёты материального и энергетического балансов, позволили обосновать целесообразность и эффективность применения пиролиза, организованного в автотермическом режиме, для утилизации ОСВ.

Серия экспериментов по реагентной обработке ОСВ свежего выхода позволила определить оптимальный состав композиции, способствующей дезодорации, обезвреживанию и обеззараживанию осадков.

Для рекультивации илонакопителей с ОСВ многолетних сроков хранения предложено использовать пиролизат ОСВ свежего выхода. Доказана эффективность применения пиролизата при внесении его в массив накопленных ОСВ 10–15-летнего срока хранения для извлечения из осадков тяжёлых металлов и снижения ХПК водной вытяжки.

На основе результатов экспериментальных исследований и расчётов автором разработаны технологические решения по утилизации ОСВ разных сроков хранения и доказано снижение нагрузки на геосферные оболочки при применении разработанных решений.

**Диссертационный совет пришел к выводам** о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 28.05.2024 № 27-О: в работе

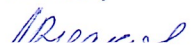


изложены и научно обоснованы технологические решения по утилизации осадков сточных вод разных сроков хранения, имеющие важное значение для снижения техногенной нагрузки от объектов обращения и накопления с осадками сточных вод на геосферные оболочки.

На заседании 19 декабря 2024 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.12 принял решение присудить Цыбиной Анне Валерьевне ученую степень кандидата технических наук (протокол № 11 от 19 декабря 2024 г.).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 17, против присуждения ученой степени 0, воздержавшихся – 0.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12,  
доктор технических наук, профессор

 Рудакова Л.В.

и.о. ученого секретаря  
диссертационного совета Д ПНИ  
доктор технических наук, доцент



 Слюсарь Н.Н.