

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 Чудинова Сергея Юрьевича  
на соискание учёной степени  
кандидата технических наук**

Диссертация «Разработка ресурсосберегающих технических решений по утилизации отработанных растительных масел» выполнена на кафедре «Охрана окружающей среды» по специальности 1.6.21. Геоэкология принята к защите 10.10.2024 г. (протокол заседания № 6 ) 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 в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор Кетов Александр Анатольевич, профессор кафедры «Охрана окружающей среды» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

**Официальные оппоненты:**

Политаева Наталья Анатольевна, доктор технических наук (03.02.08. Экология в химии и нефтехимии), профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства, Инженерно-строительного института ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;

Копытов Михаил Александрович, кандидат химических наук (02.00.13. Нефтехимия), старший научный сотрудник лаборатории углеводородов и высокомолекулярных соединений нефти Института химии нефти СО РАН;

Дали *положительные* отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г. Калининград. Отзыв ведущей организации утвержден М.В. Деминым, кандидатом физико-математических наук, и.о. ректора,

обсужден и одобрен на заседании Экспертной комиссии при образовательно-научном кластере «Институт медицины и наук о жизни» (протокол № 1 от 08.11.2024 г.), подписан Бабич Ольгой Олеговной, доктором технических наук, доцентом, председателем Экспертной комиссии, директором НОЦ «Прикладная биотехнология». В отзыве указано, что диссертация является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, которая содержит решение важных и актуальных задач в области разработки научных основ рационального использования ресурсов и утилизации отходов производства и потребления. Представленная работа по форме и содержанию отвечает требованиям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, и Порядком присуждения ученых степеней ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 28.05.2024 № 27-О, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Чудинов Сергей Юрьевич 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 ресурсосбережения и утилизации отходов производства и потребления, 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 8 научных работ, из которых 4 в рецензируемых изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1) Ketov A. Plant Biomass Conversion to Vehicle Liquid Fuel as a Path to Sustainability / Ketov A., Sliusar N., Tsybina A., Ketov I., **Chudinov S.**, Krasnovskikh M., Bosnic V. // Resources. - 2022. - 11 (8). - 75. <https://doi.org/10.3390/resources11080075> (Web of Science, Scopus, GeoRef) (0,76 п. л., авт. 0,64 п. л.)

*Соискатель предположил, а затем экспериментально показал, что существующее биотопливо, представляющее собой триглицериды или сложные метиловые эфиры жирных карбоновых кислот, нуждается в увеличении энергетического потенциала для использования в традиционных двигателях. Экспериментально было установлено, что льняное масло, имеет энергетический потенциал 48,8 МДж/кг, что значительно ниже, чем у ископаемого дизельного топлива 57,14 МДж/кг. Соискатель синтезировал медленным пиролизом под давлением жидкое топливо из льняного масла с теплотворной способностью до 53,6 МДж/кг.*

2) Красновских М.П. Производство наноструктурного модификатора битумов при переработке автомобильных покрышек / Красновских М.П., Чудинов С.Ю., Слюсарь Н.Н., Пугин К.Г., Вайсман Я.И. // Нанотехнологии в строительстве. - 2022. - Т. 14. - № 6. - С. 501-509. <https://doi.org/10.15828/2075-8545-2022-14-6-501-509> (Web of Science, Scopus, ВАК) (0,52 п. л., авт. 0,40 п. л.)

*Соискатель экспериментально доказал возможность совместного пиролиза растительного масла и резины отработанных покрышек и доказал возможность применения полученного продукта в виде модификатора битума. Применяя различные методы анализа, соискатель показал протекание при обработке процессов девулканизации, крекинга и диспергирования резины до наноразмерных частиц, в результате чего продукт оказывается совместимым с битумом, а также предложил использование полученного модификатора в производстве асфальтобетона.*

3) Чудинов С.Ю. Синтез бескислородного жидкого топлива медленным пиролизом растительного сырья под давлением / Чудинов С.Ю., Красновских М.П., Слюсарь Н.Н., Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Кетов А.А. // Экология и промышленность России. - 2023. - Т. 27. - № 3. - С. 28-32. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-3-28-32 (Scopus, GeoRef, ВАК) (0,29 п. л., авт. 0,17 п. л.).

*Соискатель предложил преобразование дешевых видов биомассы, в том числе в виде древесного опила, в бескислородное углеводородное топливо медленным пиролизом растительного сырья под давлением. Доказал, что полученное жидкое топливо обладает большей летучестью, чем исходное сырье, и увеличенной теплотой сгорания в сравнении с традиционным биотопливом, что объяснил дезоксигенированием. Предложил применять получаемое бескислородное жидкое топливо взамен ископаемого в рамках концепции устойчивого развития.*

4) Чудинов С.Ю. Ресурсосберегающая технология замены нефтяного сырья на продукт деоксигенеза растительного масла / Чудинов С.Ю., Мокрушин И.Г., Кетов А.А. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.- 2024.- № 3(318).- С. 58-66. (ВАК) (0,52 п. л., авт. 0,40 п. л.)

*Соискатель показал, что любые биотоплива на основе сложных эфиров обладают существенными эксплуатационными недостатками, обусловленными их химическим строением, которое предполагает наличие в молекуле атомов кислорода. Предложил при переработке триглицеридов заменить переэтерификацию триглицеридов на деоксигенез для улучшения эксплуатационных характеристик биотоплива. Соискатель экспериментально получил образцы бескислородного топлива из растительного сырья, для которых выявил снижение в составе содержания кислородсодержащих соединений, повышение теплоты сгорания и снижение вязкости.*

На диссертацию и автореферат поступило восемь отзывов, все отзывы положительные: **Степанова Светлана Владимировна** доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Инженерная экология» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»; **Курбатова Анна**

**Игоревна** кандидат биологических наук, доцент Института экологии РУДН им. Патриса Лумумбы; **Хайрулин Сергей Рифович** кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук»; **Ощепкова Анна Зальмановна** кандидат технических наук, доцент, советник директора ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды»; **Калинин Александр Иванович** кандидат химических наук, начальник химико-аналитической лаборатории ООО «ЭкоКонтроль»; **Горелкина Алена Константиновна** доктор технических наук, профессор кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО КемГУ; **Шабельская Нина Петровна** доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экология и промышленная безопасность» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова»; **Свергузова Светлана Васильевна** доктор технических наук, профессор, профессор кафедры промышленной экологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»; **Корнилов Андрей Геннадьевич** доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии, геологии и безопасности жизнедеятельности ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

В отзывах дана высокая оценка научного уровня диссертации Чудинова Сергея Юрьевича, её теоретической и практической значимости. Отмечено, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.6.21. Геоэкология, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

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

**доказано**, что отработанные растительные масла могут быть переработаны в процессе медленного пиролиза под давлением в бескислородное жидкое топливо для тепловых двигателей, аналогичные бескислородному топливу, получаемому из ископаемого невозобновляемого нефтехимического сырья, медленный пиролиз под давлением приводит к снижению содержания кислородсодержащих соединений в составе топлива, повышению теплоты сгорания и снижению вязкости продукта;

**установлено**, что жидкое топливо с высокой теплотворной способностью может быть синтезировано в ходе совместного пиролиза отработанного масла и растительных отходов, что дополнительно снижает нагрузку на окружающую среду и это топливо по энергетическим характеристикам близко к традиционным ископаемым видам топлива;

**предложена** утилизация отходов растительного масла и автомобильных покрышек совместным пиролизом под давлением позволяющая снизить экологическую нагрузку на окружающую среду при одновременном синтезе наноструктурированного продукта, совместимого с битумом.

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

**разработаны** и научно обоснованы технические решения, позволяющие предотвратить отрицательное воздействие отработанных растительных масел на объекты окружающей среды;

**выявлены** закономерности переработки отработанных растительных масел в востребованные продукты, синтезируемые в настоящее время из невозобновляемого ископаемого сырья;

**обоснованы** способы и технические решения по совместной переработке отработанных растительных масел с отходами древесины и резиной отработанных покрышек.

Предложенные технические решения позволяют в полной мере использовать ресурсный потенциал отходов растительных масел, снизить или полностью исключить образование газообразных токсичных продуктов и твердых отходов в процессе утилизации, что ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

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

результаты, полученные в ходе выполнения работы, использованы при проектировании, создании и испытаниях пилотной установки утилизации отработанных растительных масел с получением бескислородного жидкого печного топлива на предприятии ООО «Буматика» (г. Пермь);

продукт, полученный при переработке отходов растительного масла, соответствует требованиям к печному топливу по ТУ 0251-002-78891477-2016;

результаты работы использованы при испытаниях пилотной установки утилизации отработанных растительных масел и резиновой крошки отработанных покрышек с получением модификатора битума на предприятии ООО «Буматика».

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

экспериментальные работы проводились при использовании общепризнанных методик и методов исследований, на оборудовании и средствах измерений, имеющих государственную аттестацию, с привлечением испытательных аккредитованных лабораторий;

необходимое количество измерений и параллельных экспериментов обеспечивало достоверные результаты с интервалом доверительной вероятности не ниже 0,95;

результаты, полученные автором, не противоречат данным, представленным в современной научной литературе по тематике исследования.

**Личный вклад соискателя** состоит в анализе литературных данных, в разработке плана экспериментальных исследований, в проведении лабораторных исследований, обработке полученных результатов, проведении расчетов, систематизации и обработке полученных результатов, формулировке основных

положений, выносимых на защиту, определяющих научную новизну и практическую значимость работы, в формулировке выводов и подготовке публикаций.

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 обращению с отходами пищевой промышленности, в частности, разработаны способы утилизации отходов растительных масел, что имеет важное значение для снижения нагрузки на объекты окружающей среды.

На заседании 19 декабря 2024 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.12 принял решение присудить Чудинову Сергею Юрьевичу учёную степень кандидата технических наук (протокол № 12 от 19 декабря 2024 г.).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение учёной степени 18, против присуждения учёной степени 0, воздержавшихся – 0.

Председатель диссертационного совета  
Д ПНИПУ.05.12, доктор технических наук

 Рудакова Л.В.

И.о. ученого секретаря диссертационного совета  
Д ПНИПУ.05.12, доктор технических наук

 Слюсарь Н.Н.

«20» декабря 2024 г.

