ОТЗЫВ

официального оппонента Копытова Михаила Александровича на диссертационную работу Чудинова Сергея Юрьевича «РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных и энергетических ресурсов Земли является одной из ключевых и неотложных задач современности.

Одним из отходов, который можно рассматривать как вторичное сырьё, являются отработанные растительные масла. В среднем их объёмы в Российской Федерации могут составлять более 2 кг/год на одного человека. Размещение отработанных растительных масел на полигонах может вызывать загрязнения поверхностных вод и воздушного бассейна, что создаёт локально ощутимую нагрузку для флоры и фауны, негативно сказываясь на экосистеме.

С другой стороны, отходы растительных масел можно рассматривать как доступный возобновляемый ресурс, а их переработка может приводить к получению различных углеводородных продуктов, аналогичных по своим физико-химическим свойствам нефтехимическим продуктам, получаемым в настоящее время из невозобновляемого ископаемого сырья.

Поэтому утилизация отработанных растительных масел с их переработкой в востребованные продукты решает не только ряд экологических проблем, но и может быть экономически обоснованной.

Приведённые выше доводы указывают на актуальность темы диссертационного исследования С.Ю. Чудинова, заключающуюся в разработке ресурсосберегающих технических решений по утилизации отработанных растительных масел. В работе С.Ю. Чудинова также предлагаются решения по утилизации резины автомобильных покрышек и древесного опила, что также

является актуальным, практически применимым и экономически обоснованным, что подчёркивает важность и значимость диссертационного исследования.

2. Научная новизна проведенных исследований

Автор в своей работе формулирует Научная новизну следующим образом:

1. Показано, что отработанные растительные масла могут быть переработаны в процессе медленного пиролиза под давлением в бескислородное жидкое топливо, аналогичные бескислородному топливу, получаемому из ископаемого невозобновляемого нефтехимического сырья. Установлено, что медленный пиролиз под давлением приводит к снижению содержания кислородсодержащих соединений в составе топлива, повышению теплоты сгорания и снижению вязкости продукта. Предложен и исследован соответствующий процесс пиролиза растительного масла в периодическом реакторе. Доказано, что удаление связанного кислорода позволяет увеличить высшую теплоту сгорания топлива.
2. 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. Это топливо по энергетическим характеристикам близко к традиционным ископаемым видам топлива. Образование энергонасыщенного продукта происходит вследствие удаления из углеводородов связанного кислорода. Доказана более высокая ценность полученного топлива вследствие наличия в нем изоалканов.
3. Установлено, что при утилизации совместным пиролизом растительного масла с резиновой крошкой отработанных покрышек в полученном модификаторе битума снижается доля ароматически соединений при одновременном росте доли и разнообразия алифатических углеводородов, что приводит к высокой совместимости продукта с битумом. Утилизация отходов растительного масла и автомобильных покрышек совместным пиролизом под давлением позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду при одновременном синтезе наноструктурированного продукта, совместимого с битумом.

3. Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования

Теоретическая значимость диссертационного исследования С.Ю. Чудинова заключается в научном обосновании технических решений, направленных на предотвращение негативного воздействия отработанных растительных масел на окружающую среду. В работе выявлены технические решения и закономерности переработки этих масел в востребованные продукты, аналогичные по своим физико-химическим свойствам нефтехимическим продуктам, получаемым из невозобновляемого ископаемого сырья.

Практическая ценность работы определяется возможностью применения полученных результатов для использования ресурсного потенциала отходов растительных масел в синтезе востребованных продуктов. Это способствует снижению негативного воздействия данного вида отходов на окружающую среду, что делает исследование С.Ю. Чудинова актуальным и практически значимым.

4. Степень достоверности и обоснованности полученных результатов

Достоверность полученных результатов в диссертационном исследовании С.Ю. Чудинова обеспечивается использованием современных методов сбора, обработки и анализа первичных данных, а также применением общепризнанных методик обработки полученных результатов.

Обоснованность выводов подтверждается значительным объемом собственных исследований, сходимостью результатов и согласованностью положений и выводов с результатами и выводами других исследователей.

Важным аспектом является успешное применение материалов проведенных исследований по переработке отходов растительных масел при проектировании и испытаниях пилотных установок, что подтверждается соответствующими актами.

5. Общая характеристика работы

Диссертационная работа изложена на 123 страницах, включает 14 рисунков, 11 таблиц и 136 библиографических ссылок. Основные материалы исследования опубликованы в журналах, индексируемых в международной реферативной базе Web of Science, а также в рецензируемом научном издании, включенном в перечень, рекомендованный Высшей аттестационной комиссией (ВАК). Результаты исследования были доложены и обсуждены на ряде научных форумов.

К диссертационной работе приложены копии трех актов о внедрении, что подтверждает практическую значимость и применимость полученных результатов.

Автореферат, изложенный на 18 страницах, является кратким изложением представленной диссертационной работы, отражает сущность содержания работы.

Во **введении** обоснована актуальность темы, показаны степень разработанности темы исследований, указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, перечислены положения, выносимые на защиту и приведены сведения об апробации работы.

Первая глава

В первой главе диссертационного исследования автором проведен анализ образующихся объёмов отходов отработанных растительных масел и их геоэкологической опасности. В данной главе отработанные растительные масла представлены, как вторичный ресурс, способный конкурировать на сырьевом рынке с нефтяным сырьём.

Показано, что использование отработанных растительных масел для производства продуктов, аналогичных нефтехимическим продуктам из ископаемой нефти, следует рассматривать в контексте, как локальной задачи утилизации отходов, способных нанести экологический ущерб при попадании в окружающую среду, так и в рамках концепции устойчивого развития, где возобновляемый ресурс могут частично заменить невозобновляемый ископаемый.

Вторая глава

Во второй главе автор приводит описания материалов, объектов исследования, методик эксперимента и методов исследования, использованных в диссертационной работе.

Третья глава

В третьей главе описаны исследования деоксигенеза растительного масла при медленном пиролизе. На основании литературных источников высказано предположение о декарбоксилировании триглицеридов растительного масла. В реакторе периодического действия исследован процесс медленного пиролиза и показано, что процесс деоксигенеза идет с заметной скоростью, начиная с температур 300-320°C, а при температуре 450°C реакция протекает уже с высокой скоростью.

Исследование продуктов пиролиза методом хроматомасспектрометрии показало, что основными продуктами деоксигенеза являются алканы C_8-C_{31} и минорные продукты - алкены, алкилциклоалканы, алкилбензолы. Помимо удаления связанного кислорода в форме углекислого газа в процессе переработки растительного масла происходит частичная изомеризация, циклизация, ароматизация получаемых бескислородных углеводородов.

Установлено, что синтезированное топливо обладает в сравнении с традиционным биотопливом на основе сложных эфиров большей теплотой сгорания и невысокой вязкостью, что объясняется деструкцией кислотных и сложноэфирных групп.

Четвертая глава

Глава посвящена совместному медленному пиролизу под давлением растительного масла и древесного опила с целью, как расширения сырьевой базы производимого топлива и улучшения его потребительских свойств, так и снижения нагрузки древесных отходов на окружающую среду. Экспреиментально установлено, что совместный пиролиз растительного масла с опилом позволяет не только расширить сырьевую базу возобновляемого сырья, но и получить более ценное топливо с наличием изоалканов.

Составлен материально-энергетический баланс процесса совместного пиролиза растительного масла и опила, показывающий, что предлагаемый процесс позволяет получать топливо с высоким энергетическим потенциалом из менее калорийного топлива за счет концентрации энергетического потенциала в меньшем количестве вещества.

Пятая глава

В пятой главе описан совместный пиролиз растительного масла и отработанной резины автомобильных покрышек с синтезом битумоподобного продукта. Автором доказано, что в процессе совместного пиролиза под давлением происходит деструкция трехмерной структуры резины, крекинг образовавшихся продуктов, а полученная композиция состоит из олигомеров и более коротких молекул, в результате чего оказывается растворимой в толуоле и совместимой с битумом.

Шестая глава

В шестой главе обсуждается практическая реализация предложенных технических решений. Описаны испытания переработки отработанного растительного масла в востребованные нефтехимические продукты в виде опытных партий печного топлива и модификатора битума.

6. Значимость для науки и производства полученных результатов

В представленной диссертации автором предложены технические решения, позволяющие предотвратить отрицательное воздействие отработанных растительных масел на объекты окружающей среды; синтеза из них востребованных продуктов, получаемых в настоящее время из невозобновляемого ископаемого сырья. Также обоснованы способы и технические решения по совместной переработке отработанных растительных масел с отходами древесины и резиной отработанных покрышек. Предложенные технические решения позволяют использовать ресурсный потенциал отработаных растительных масел, что ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

7. Рекомендации по использованию результатов

Полученные автором результаты могут быть востребованы для утилизации отработанных растительных масел на полигонах твердых бытовых отходов и в экопарках. В этом контексте особенно важным должно стать использование результатов исследования при организации отсутствующего в настоящее время сбора для последующей утилизации отработанных растительных масел.

8. Замечания по автореферату и диссертационной работе

Автореферат

1. В автореферате не указаны коды отходов растительных масел по Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО), имеется только упоминание, что в пилотном реакторе использовали отходы ФККО 73611001314, в то время, как в диссертации говориться о трех видах отходов рстительных масел, имеющих соответствующие коды: 40121011315 (пищевая масложировая продукция из растительных жиров, утратившая потребительские свойства), 73611111324

(отходы фритюра на основе растительного масла) и 73611001314 (масла растительные отработанные при приготовлении пищи).

2. В автореферате следовало бы отразить информацию о размере платы за размещение отходов растительных масел на законных полигонах, имеющую место в пункте 1.4.1. диссертации, как имеющую особое значение с геоэкологической точки зрения.

Диссертация

1. В диссертации автор указывает: «Цель работы заключается в разработке научных основ и ресурсосберегающих технических решений при утилизации отходов…». Однако в дальнейших задачах «разработка научных основ» уже не фигурирует так явно. Возможно, цель работы стоит сформулировать менее глобально, например: «Цель работы — научное обоснование технологических подходов утилизации отходов…». Это позволит представить работу более целостно и сфокусироваться на практических и технических решениях, представленных автором, и подчеркнуть сильную сторону работы, которая заключается в практическом внедрении предложенных решений. Также желательно более корректно согласовать формулировки задач с целями работы, чтобы они соответствовали общему направлению исследования.

Аналогичное упоминается и в пункте теоретической значимости: «Теоретическая и практическая значимость заключается в разработке и научном обосновании технических решений…».

2. В задачах автор указывает: «Рассмотреть существующие технические решения по замене ископаемых нефтепродуктов продуктами переработки отходов растительных масел для получения из них жидкого топлива и выявить возможные технические решения для осуществления данного процесса».

Однако, автор далее в диссертации отмечает, что количество растительных масел на одного человека в год составляет, вероятно, не более 21 кг, собираемых отработанных масел от 2 до 4 кг, а потребление только автомобильного топлива в год на одного человека в РФ превышает 400 литров (без учёта других

нефтепродуктов). Поэтому, возможно, стоит сформулировать задачу как «частичная замена нефтяных углеводородов продуктами переработки растительных масел».

3. В положениях, выносимых на **защиту автор пишет:** «Закономерности процессов переработки растительных масел совместно с отходами древесины под давлением при медленном пиролизе, заключающиеся в снижении доли связанного кислорода в продукте реакции и соответствующим ростом удельной теплоты сгорания, в сравнении с исходным отработанным маслом, что в перспективе допускает применение продукта, *как автомобильного топлива*, аналогичного по составу и свойствам ископаемому».

Аналогичное замечание и к разделу: «3.2. Изотермический пиролиз растительного масла под давлением» автор неоднократно пишет, что из реактора выгружали уже готовое жидкое топливо. Цитата: «В связи с тем, что целевым продуктом являлось жидкое топливо, то под конверсией понимается массовая доля вещества, на которую снизилась масса исходного жидкого топлива за один цикл».

В работе авторы не получают автомобильное топливо (да и термин «автомобильное топливо» не совсем корректен), в работе фигурирует только печное топливо. Получаемые продукты пиролиза нельзя сравнивать с моторными топливами (ГОСТ 32513-2013), они могут быть близки только к печному топливу (ГОСТ 10585–99). Однако, прежде чем утверждать это, необходимо провести сравнение требований к печному топливу и характеристик полученных жидких продуктов.

Возможно, более корректным было бы сравнение получаемых жидких продуктов пиролиза с нефтью по содержанию топливных фракций НК – 360 °С и по их составу. Это позволило бы более точно оценить их потенциал и возможности использования в качестве сырья для дальнейшего получения различных видов топлив.

4. В таблице 1.1 (Объемы образования отработанных растительных масел) вызывает удивление сравнение Омской области с США, Китаем, ЕС и Канадой. Прошу автора пояснить, на каком основании был выбран именно этот регион РФ и эти страны для сравнения.

5. В ряде разделов диссертации обнаружены недочеты в редактуре. Формулировки в некоторых главах вызывают вопросы, так как они не обоснованы и не подкреплены ссылками, а также содержат стилистические и грамматические ошибки. Ниже приведены некоторые из них.

В разделе: «1.2. Ресурсосбережение в энергетике при использовании растительных масел», автор пишет: «В связи с этим, одним из путей обеспечения транспорта источником возобновляемой энергии является разработка жидких топлив на базе возобновляемого сырьевого ресурса в виде углеводородов. *В этом смысле проблема является более широкой и включает вообще замену минерального нефтехимического сырья на сырье из возобновляемых источников*».

В разделе: «1.2.3. Биоэтанол», есть такие формулировки: «Комплекс проблем, связанный с производством и применением биоэтанола, побуждал исследовать *иные жидкости* для замены минерального топлива. Поэтому после *успешного вхождения в Бразилии биоэтанола*, как транспортного топлива в первой половине двадцатого века, приоритет в расширении тематики топлив на основе растительного сырья перешел к растительным маслам». Формулировки «*иные жидкости*» и «*успешного вхождения в Бразилии биоэтанола*» звучит странно.

В разделе: «1.4.2. Переработка отходов растительных масел в топливо» присутствует такой абзац: «Подсчитано, что биодизельное топливо на основе сложных эфиров при сопоставлении с минеральным дизельным топливом, помимо вышеупомянутых проблем, связанных с ростом удельного потребления топлива, повышенной вязкостью биотоплива при невысоких температурах, ростом выбросов ряда оксигенированных соединений, а также снижением *тепловой эффективности системы тормозов*, имеют дополнительно увеличенную по сравнению с минеральным топливом производственную себестоимость».

6. В главе «1.2.1. Углеводороды нефти, как невозобновяемый ресурс» автор приводит ряд цифр и прогнозов о мировых запасах и добыче углеводородного сырья, не ссылаясь на источники. Также в этой и в других главах углеводороды рассматриваются исключительно как энергетическое сырьё, что является

некорректным. Хотя сам автор в своей диссертации также предлагает использовать отработанные растительные масла для получения мастик.

Есть замечания к ряду высказываний в данном разделе, например: «Однако вклад транспортного сектора в изменение климата, вызванное парниковыми газами, может быть резко снижен путем поощрения дальнейших исследований, направленных на экономичное коммерческое производство синтетического топлива, которое используется для питания двигателей внутреннего сгорания». Не совсем понятно, как рассматриваемое синтетическое топливо на основе растительных масел может снизить суммарный общий выброс парниковых газов при работе ДВС. Количество углекислого газа на километр пройденного пути транспортным средством будет примерно таким же, а в ряде случаев даже выше. Самый низкий выброс углекислого газа наблюдается только у ДВС, работающих на метане, так как там наибольшее отношение H/C.

Так же в диссертации часто фигурируют идеи и высказывания такого характера и порядка: «Углеродный след является следствием не используемой технологии генерации энергии, а результатом того, было ли топливо получено из ископаемого или из возобновляемого источника. Фактически, углеводородное топливо, получаемое из растительных источников, не влияет на углеродный баланс и является углеродно-нейтральным». Однако говорить об углеродно-нейтральном производстве и борьбе с выбросами парниковых газов для биотоплив первого поколения (этанол из богатых сахаром и крахмалом культур и биодизель из масличных культур) поколения зачастую является подтасовкой фактов. Итоговые выбросы углекислого газа не снижаются, а даже растут, если учесть всю цепочку производства этих топлив, логистические цепочки, затраты и т.д. Кроме того, зачастую это приводит к росту выброса метана за счёт увеличения объёмов сельскохозяйственных отходов, который на порядок более активен в роли парникового газа, чем углекислый газ.

При рассмотрении биотоплив первого поколения также возникают проблемы истощения пахотных земель и продовольственной безопасности. А если говорить только об отходах того же растительного масла, то их объёмы несравнимо меньше в сравнении с объёмами потребляемых нефтяных углеводородов, и можно говорить лишь о частичной замене этих углеводородов. Есть смысл размышлять о

рациональной утилизации этих отходов без попыток решить проблемы спасения мира от глобального потепления, есть куча других не менее важных проблем, в том числе на региональном уровне, решением которых автор успешно и занимался с получением востребованных продуктов.

7. Также в главе 1 автор сравнивает стоимость товарной нефти со стоимостью отработанного растительного масла. Однако при этом не учитывается ключевой момент — наличие большего количества непредельных соединений в этих масла и продуктах их пиролиза, что может существенно влиять на качество и стабильность таких продуктов и как следствие на их стоимость. Процессы гидрирования, необходимые для удаления этих непредельных соединений, являются весьма дорогостоящими и подходят не для всякого сырья.

Возможно не стоит в вводах в разделе 1.5 категорически утверждать, что биотопливо является единственной логичной альтернативой быстро истощающимся запасам ископаемой нефти. Существуют и другие ресурсы, такие как тяжёлые нефти, битумы, сланцы, газогидраты, а также запасы угля и процесс Фишера-Тропша.

Так же в тексте диссертации нашли минимальное отражение многочисленные каталитические методы гидрирования и гидрокрекинга кислородсодержащих соединений, в том числе и триглицеридов. Поэтому хотелось бы узнать мнение автора о сопоставлении указанных методов с описанными в диссертационной работе.

8. Имеются и методологические замечания:

В Таблице 1.2., автор приводит, в том числе и характеристики дизельного топлива, но не указывает какое оно летнее или зимнее. В таблице указан параметр «Температура вспышки, °С», но не указано в закрытом или в открытом тигле она определялась.

В диссертации практически отсутствует раздел «2.1. Материалы», представленный всего двумя абзацами. Объекты исследований, использованные в работе, не охарактеризованы. Автор вносит значительную путаницу с маслами: в главе 2 он указывает, что в качестве исходного сырья использовалось подсолнечное

масло нерафинированное «Славяновское, жемчужина Поволжья», затем он упоминает то отработанное масло, то льняное (льняное масло упоминается в разделе 4.1.), а при переработке с резиновой крошкой появляется ещё одно масло (раздел 5.1) — нерафинированное подсолнечное масло торговой марки «Благо». Также отсутствуют характеристики древесного опила и гранул резины.

При дальнейшем повествовании местами не понятно о каком масле идёт речь, например в разделе: «3.2. Изотермический пиролиз растительного масла под давлением», просто фигурирует растительное масло без уточнений.

Есть замечания и к разделу «4.1. Пиролиз растительного масла в присутствии древесины», в котором авто пишет: «Полученный сухой опил смешивали с льняным маслом в массовом отношении 50:50. Сырьевую смесь массой 100 г помещали в стальной замкнутый реактор и при 590°С подвергали термообработке с продолжительностью 30 минут». В данном разделе автор не уточняет, почему для экспериментов с древесным опилом было выбрано именно льняное масло. Ранее упоминалось подсолнечное масло, и неясно, почему не использовали отработанное растительное масло. Также отсутствуют характеристики объектов, таких как льняное масло и древесный опил (например, размер фракции, влажность, вид исходной древесины и т.д.). Неясно, почему соотношение древесного опила и льняного масла составляло именно 50 на 50, не больше и не меньше? Также не указано, на основании каких данных были выбраны температура 590°С и продолжительность процесса 30 минут. Из данных ТГА видно, что древесный опил активно деструктирует при температуре до 400°С, а масло до 450°С, для чего тогда нужна температура 590°С?

9. В разделе «3.1. Пиролиз растительных масел в неизотермических условиях» автор пишет: «Произведенный анализ литературных источников позволил выявить, что в процессе термообработки триглицеридов растительного происхождения имеет место декарбоксилирование с синтезом алканов». Автор не приводит ни одной ссылки на данное высказывание и не учитывает, что в термических процессах при деструкции триглицеридов могут образовываться не только алканы, но и в значительном количестве алкены. Это обусловлено тем, что

рассматриваемые исходные триглицериды сами содержат ненасыщенные структуры (триглицериды ненасыщенных жирных кислот).

Также в пункте 3.1 диссертации «Пиролиз растительных масел в неизотермических условиях» автор доказывает образование оксида углерода (IV) в процессе пиролиза. Однако термодинамически вероятно и удаление связанного кислорода в форме оксида углерода (II) в результате протекания реакций декарбонилирования. Почему автор не рассматривает данные процессы при пиролизе триглицеридов? Возможно, анализ состава газообразных продуктов пиролиза смог бы многое прояснить. Почему его не сделали?

10. В разделе «5.1. Растительное масло в совместном пиролизе с резиной» также, как и в предыдущем разделе, отсутствуют обоснования выбора условий проведения экспериментов. Почему совместный пиролиз осуществляли со смесью компонентов при массовом соотношении резина : масло – 76:24? Почему процесс проводили в реакторе при 530 °С в течение 90 минут? Откуда были взяты данные условия? В тексте диссертации нет объяснений.

11. Автор в разделе «5.2. Совместимость битума и продукта совместного пиролиза масла и резины» исследует совместимость битума с продуктами пиролиза. Однако не приводится сравнение характеристик возможных компаундов с исходным битумом, поскольку ключевым в итоге является соответствие техническим требованиям (например, по ГОСТ 22245).

12. В разделе «6.1. Испытания утилизации отработанного растительного масла в жидкое топливо» автор пишет, что «Полученное топливо показало соответствие свойств печному топливу по ТУ 0251-002-78891477-2016 и применимость для хозяйственно-бытового назначения, о чем получен соответствующий акт (Приложение 1)». Однако в диссертации отсутствуют таблицы, где можно было бы увидеть характеристики полученных продуктов и их соответствие печному топливу, например, как в ГОСТ 10585.

13. В разделе: «6.2. Испытания утилизации отработанного растительного масла в модификатор битума» автор пишет, что «Термическую обработку резиновых гранул фракции 1÷3 мм под давлением осуществляли совместно с отработанным растительным маслом (код ФККО 73611001314) в двушнековом экструдере при соотношении резиновой крошки и масла 76:24. Температура в реакционной зоне поддерживалась на уровне 360±10°С, время пребывания составляло 18±1 минут». При этом ранее в главе «5.1. Растительное масло в совместном пиролизе с резиной» автор предлагал совсем другие условия – 530 °С и продолжительность 90 минут. Почему решили изменить условия, с чем это связанно или где то допущена ошибка?

Так же в разделе «6.2. Испытания утилизации отработанного растительного масла в модификатор битума» автор пишет (цитирую дословно): «Полученная мастика *показала* высокую адгезию к металлической поверхности и хорошие гидроизоляционные свойства». При этом в этой главе отсутствуют какие-либо характеристики полученных мастик, такие как: температура размягчения, предел прочности при растяжении, прочность сцепления (адгезии) с основанием методом отрыва, водопоглощение в течение 24 часов, температура хрупкости и другие.

Для мастик существуют ГОСТ 15836, ГОСТ 32870 и другие стандарты, на которые необходимо ссылаться и приводить конкретные характеристики и сравнения.

Заключение

Несмотря на некоторые замечания, стоит отметить хорошую проработанности и практическую направленность представленной работы. Автор демонстрирует понимание исследуемой области и предлагает ценные практические решения, о чём свидетельствуют полученные акты внедрения.

Несмотря на отсутствие обоснований выбранных условий проведения эксперимента, характеристик исходных объектов исследования и полученных продуктов, указанные замечания носят скорее технический характер и критично не влияют на общую оценку диссертационной работы. Важно отметить, что автор успешно решает поставленные задачи и предлагает подходы к решению актуальных проблем.

Диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом, цель работы актуальна, решение обладает практической значимостью.

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 в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 28.05.2024 № 27-О, предъявляемых 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.

Официальный оппонент
кандидат химических наук,
старший научный сотрудник
лаборатории углеводородов и высокомолекулярных соединений нефти
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук

«12» ноября 2024 г. Копытов Михаил Александрович

Почтовый адрес: 634055, Россия, г. Томск, Проспект Академический 4, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук (ИХН СО РАН).
Телефон: +79138500268
E-mail: kma@ipc.tsc.ru

Я, Копытов Михаил Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Чудинова Сергея Юрьевича, и их дальнейшую обработку.

«12» ноября 2024 г. ___ Копытов Михаил Александрович

Подпись Копытова Михаила Александровича заверяю:

Доктор химических наук,

заместитель директора по научной работе

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук

«12» ноября 2024 г. Кудряшов Сергей Владимирович