

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета Д 999.179.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 30 июня 2021 года № 5

О присуждении Левину Максиму Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении» по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства принята к защите 29 марта 2021 года, протокол № 2 диссертационным советом Д 999.179.03, созданным на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», 392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, д. 28; утвержден приказом Министерства образования и науки РФ № 714/нк от 02.11.2012 года; приказом Министерства образования и науки РФ № 411/нк от 10.05.2017 года шифр объединенного диссертационного совета ДМ 220.041.03 изменен на Д 999.179.03.

Соискатель Левин Максим Юрьевич, 1985 года рождения.

В 2008 году соискатель окончил Липецкий государственный технический университет и ему присуждена квалификация «Инженер-физик».

В 2012 году защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Сохранение качества биодизельного топлива за счет совершенствования технологии его хранения» в диссертационном совете ДМ 220.041.03, созданном при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Мичуринский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВПО МичГАУ), по специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства и 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

В период работы над докторской диссертацией соискатель работал доцентом на кафедре «Транспортные средства и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО ЛГТУ, в настоящее время работает главным специалистом ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат».

Диссертация выполнена на кафедре «Транспортные средства и

техносферная безопасность» ФГБОУ ВО Липецкий ГТУ, Министерство науки и высшего образования РФ.

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор, Нагорнов Станислав Александрович, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», главный научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

1. Варнаков Дмитрий Валерьевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», кафедра «Техносферная безопасность», профессор;

2. Рыков Виктор Борисович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ АНЦ «Донской», структурное подразделение «СКНИИМЭСХ» отдел механизации растениеводства, главный научный сотрудник;

3. Хохлов Алексей Леонидович, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», кафедра «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования», заведующий – дали положительные отзывы на диссертацию.

Оппоненты приняли участие в работе совета в удаленном режиме, документы оформлены в соответствии с требованиями ВАК.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2 лит. А, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой, доктором технических наук, доцентом Хакимовым Рамилем Тагировичем, определила, что диссертационная работа Левина Максима Юрьевичу на тему: «Совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении» является законченной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические и технические решения проблемы предотвращения потерь моторного топлива, сохранения и повышения его качества при хранении, предупреждения загрязнения окружающей среды углеводородами. Внедрение предложенных решений вносит значительный вклад в развитие технических наук и экономики страны. Диссертационная работа по актуальности темы, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных в исследованиях результатов, соответствует критериям, изложенным в пп. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Левин Максим Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 46 работ, из них 2 в журналах Scopus, 1 в журнале Web of Science, 17 в научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 1 – в описаниях к патентам на изобретения,

1 – свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ, 1 монографию. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 20,92 п.л. из них автору принадлежит 11,09 п.л.

Наиболее значительные работы соискателя по теме диссертации:

1. Levin M.Yu. Concept of “smart” oil storage facility for agricultural purposes [Text] / Nagornov S.A., Levin M.Yu., Levina E.Yu. // BIO Web of Conferences Volume 17 (2020) International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). DOI <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700176>. (WoS)

2. Levin M.Yu. The method of constructing a neural network cascade for simulating virtual sensors in the concept of "smart" oil storage facility for agricultural purposes [Text] / Levin M.Yu., Levina E.Yu., Nagornov S.A. 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). p. 658-662 (Scopus)

3. Левин М.Ю. Метод расчета потерь топлива при заполнении наземных горизонтальных цилиндрических резервуаров [Текст] / Левин М.Ю., Нагорнов С.А., Левина Е.Ю. // Наука в центральной России. – 2019. – № 5 (41). – С. 119-125.

4. Левин М.Ю. Совершенствование технологии хранения светлых нефтепродуктов с использованием интеллектуального нефтесклада [Текст] / Левин М.Ю., Нагорнов С.А., Левина Е.Ю. // Наука в центральной России. – 2019. – № 6 (42). – С. 84-91.

5. Левин М.Ю. Использование вихревых систем для сохранения качества моторного топлива [Текст] / Левин М.Ю., Нагорнов С.А., Левина Е.Ю. // Наука в центральной России. – 2017. – № 3 (27). – С. 101-112.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017660610. Система автоматизированного управления горизонтальными резервуарами на нефтескладе / М.Ю. Левин, С.А. Нагорнов; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. опубл. от 22.09.2017.

На диссертацию и автореферат поступило 12 положительных отзывов из следующих организаций: **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», д.т.н., профессор, Жачкин С.Ю.** замечания: 1. Из автореферата (стр. 27) не совсем понятно, эксперимент какого типа ставился при изучении влияния давления воздуха, подаваемого на вход в вихревую трубу, на температуру генерируемого холодного потока; 2. На мой взгляд, автору следует пояснить абзац 1 стр. 28 автореферата, а именно, как автор получал равномерный прогрев топлива на 20 мм от стенок резервуара, являющихся твердым телом, и от атмосферы, являющейся газом, т.к. в этом случае присутствует разная скорость теплообменных процессов; **ФГБНУ «Росинформагротех» д.т.н., профессор Голубев И.Г.** замечания: 1. В выводе 4 следовало бы указать особенность предложенного метода расчета потерь моторного топлива, чем он отличается от известных, разработанных другими авторами. 2. В выводе 8 следовало бы указать конкретные предприятия, где внедрены разработки соискателя. 3. Следовало бы

кратко изложить методику определения ожидаемого экономического эффекта от внедрения разработок; **СибИМЭ СФНЦА РАН, член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, Иванов Н.М.** замечания: 1. На стр. 15, автор приводит соотношение силы молекулярного натяжения и силы тяжести молекулы бензина, после чего приводит энергию окисления и ссылается на работу по преодолении силы молекулярного натяжения. Из этого неясно, какой процесс (или физическая величина) является лимитирующим при переходе моторного топлива в газовую фазу. 2. Вторая задача не нашла должного отражения в выводах автореферата по результатам исследования. 3. Отсутствие графического изображения вида нейросети не позволяет достоверно оценить, полученные зависимости с (23) по (25). 4. Отсутствует верификация показателей качества моторного топлива, полученных с помощью нейросети, с фактическими показателями качества при хранении светлых нефтепродуктов; **ФГБОУ ВО Костромская ГСХА д.т.н., доцент, Зинцов А.Н.** замечания: 1. Вывод 3 на странице 12 автореферата не является результатом проведенного анализа. 2. Графическая информация, представленная на рисунках 6 и 7 (с. 19), была бы более ценной при наличии описания методики ее получения. 3. Известно, что изменения температуры окружающего воздуха, интенсивности солнечной радиации, скорости и направления ветра носят очень случайный характер. Поэтому, на наш взгляд, возможность адекватного моделирования сценариев, прогнозирования, обучения и т.д. (с.22) «умного» нефтесклада в таких условиях вызывает некоторое сомнение. 4. Каким образом осуществляли управление работой вихревого модуля и контролировали полноту конденсации паров с учетом того, что интенсивность «выдоха» есть величина переменная, а работа вихревого модуля обладает определенной инерционностью? 5. Поскольку при работе вихревого модуля с «малыми дыханиями» в резервуар возвращаются легкокипящие углеводороды, то происходит насыщение топлива пусковыми фракциями. Каким образом повлияет облегчение фракционного состава бензина на его эксплуатационные свойства и на эксплуатационные показатели двигателя; **ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, д.т.н., профессор, Лебедев А.Т. и к.т.н., доцент, Павлюк Р.В.** замечания: 1. На защите необходимо пояснить, какую долю занимает исследуемый бензин АИ-92 в хозяйствах АПК по сравнению с другими марками бензина и дизельного топлива. 2. В таблице 2 представлены данные по бензину АИ-92 ГОСТ 32513-2013 и дизельному топливу (летнее) ГОСТ 32511-2013. Может было бы правильнее указать, что рассматривались ОБРАЗЦЫ указанных видов топлива, т.к. все представленные показатели не соответствуют ГОСТ. Какое процентное соотношение объемов таких видов топлива в выбранном регионе или хозяйстве, и по какой методике проводился анализ? 3. Рисунки 11 и 12б имеют плохое качество изображения и

трудны к восприятию; **ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»** главный научный сотрудник, член корреспондент РАН, д.т.н., **Черников В.Г.** и главный научный сотрудник, д.т.н., **Ковалев М.М.**

замечания: 1. Исследования проведены применительно к наземным горизонтальным цилиндрическим резервуарам. Из автореферата неясно, возможно ли использование полученных результатов исследований для повышения эффективности хранения моторного топлива в резервуарах других типов. 2. В рекомендациях производству отмечается, что применение вихревого модуля в совокупности с программными средствами и концепцией «умного» нефтесклада обеспечат устойчивую работу нефтехозяйства. Как это согласуется с главной проблемой работы - снижения потерь моторного топлива и его качества и др.? **ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА** д.т.н., профессор **Юрков М.М.** замечания:

1. В описании устройства для снижения потерь топлива при хранении в наземных горизонтальных цилиндрических резервуарах вихревым потоком происходит отделение паров топлива и воды от чистого воздуха, недостаток в том, что нет отделителя воды. 2. В устройстве используется компрессор, следовательно, имеются энергетические затраты, тогда непонятно, как можно при этом получить экономическую эффективность. 3. Очевидно, что для получения искомой степени предусматривается более глубокое исследование вопроса, вывод системы патентов, зависимостей и закономерностей проблемы, а также изучения структурного состава топлив и разложения по фракционному составу; **ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА** к.т.н., доцент **Терентьев В.В.** и д.т.н., профессор **Баусов А.М.** замечания:

1. При исследованиях вихревого модуля давление воздуха на входе составляло от 3 до 5 МПа, а максимальное давление, создаваемое компрессором, который использовался при расчете экономической эффективности, составляет 0,8 МПа. За счет чего происходит повышение давления? 2. Компрессоры предполагается устанавливать на каждый резервуар или на несколько сразу. 3. При работе предложенных вихревых модулей предполагается постоянная работа компрессоров, в связи с этим неясно, учитывались ли это при расчете экономической эффективности? 4. В работе не исследовалось влияние коррозионного поражения стенок резервуаров на скорость окисления топлива; **Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ** д.т.н., доцент **Несмиян А.Ю.** и к.т.н., профессор **Нагорский Л.А.**

1. Вывод о «повышенном износе» автотракторной техники при увеличении температуры кипения бензина до 250 градусов не коррелируется с данными таблицы 2 фактических показателей качества бензинов. 2. Из автореферата неясна методика управления качеством топлива при хранении после возможной трансформации нефтесклада АПК в «умный склад». 3. Учитывая низкую энергетическую эффективность вихревого эффекта (эффекта Ранка-Хилша)

вызывает сомнение заявленный экономический эффект от внедрения вихревого блочно-модульного конденсатора (22.6 млн. руб. в год); **ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»** д.т.н., доцент, **Улюкина Е.А.** 1. Предложена новая концепция «виртуально облачная система автоматизации», при этом будут использованы виртуальные датчики, которые не определяют, а рассчитывают температуру, давление, влажность и др. показатели. Но, видимо, эти показатели должны сравниваться с реальными данными. А какие наиболее важные параметры необходимо контролировать при работе виртуальных датчиков; **ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ;** д.т.н., доцент, **Китаёва О.В. и к.т.н., Ковалёв С.В.** 1. В работе, одним из показателей качества топлива является его загрязнение за счет обводнения, не ясно каким образом количество влаги в приведенных экспериментальных таблицах с использованием вихревого модуля поддерживается на нулевом уровне, если в результате охлаждения паров топлива атмосферная влага конденсируется вместе с ним и попадает в цистерну. 2. В работе не приведены расчеты затрат на работу компрессора, вместе с амортизационными, из расчета на одно дыхание резервуара, отсюда не совсем ясно окупаются ли приведенные затраты экономией потерь топлива; **ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»** д.т.н., доцент, **Камбулов С.И.** 1. В задаче исследований 2 автор пытается теоретически обосновать физико-химические процессы, протекающие при хранении моторного топлива. А разве это не является известным фактом? 2. В названии работы говорится о совершенствовании технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении. Однако в задачах исследований нет упоминания о каких-либо технических средствах.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их компетентностью в области исследования методов и используемых технических средств для снижения потерь моторного топлива, известностью своими достижениями в совершенствовании отдельных технологических операций по хранению топлива, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**разработана** научная идея повышения энергоэффективности сельскохозяйственных предприятий и обеспечения их экологической безопасности за счет снижения потерь моторного топлива по предлагаемой усовершенствованной технологии его хранения в наземных горизонтальных цилиндрических резервуарах путем внедрения и использования блочно-модульного конденсатора на базе вихревого эффекта и формирования интеллектуальной системы автоматизации резервуарного парка, позволяющей проводить непрерывный мониторинг его эксплуатационных свойств;

**предложены** оригинальные технические устройства и их интеллектуальная система автоматизации, обеспечивающие снижение потерь моторного топлива при его хранении в условиях сельскохозяйственных нефтескладов, математические модели, учитывающие влияние переменной площади испарения на величину его потерь при различных технологических операциях;

**доказана** перспективность использования предложенных автором усовершенствованной технологии и технических средств для хранения моторного топлива в наземных горизонтальных резервуарах за счет снижения его качественных и количественных потерь, снижения затрат труда на ремонт автотракторной техники, обеспечения экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве;

**введены понятия** «конденсатор блочно-модульного построения на базе вихревого эффекта», «умный нефтесклад» и «виртуально-облачная система автоматизации».

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

**доказаны** зависимости испарения моторного топлива при его хранении в наземных горизонтальных резервуарах от переменной площади и влияния экзотермической реакции окисления углеводородов как одного из факторов интенсификации этого процесса; эффективность интеллектуальных систем для автоматизации резервуаров сельскохозяйственных нефтескладов с целью снижения потерь топлива;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** системный подход, основанный на комплексном учете физико-химических свойств топлива, конструктивно-технологических параметров и режимов работы резервуаров и вихревых труб; стандартные и частные методики проведения экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях и испытаний; теория планирования эксперимента и программные средства по обработке результатов на ПЭВМ и основы теории искусственных нейронных сетей;

**изложена** теория процесса испарения топлива, учитывающая переменную площадь и физико-химические процессы, протекающие при его хранении в наземных горизонтальных резервуарах; интеллектуальных систем для автоматизированного управления техническими средствами снижения потерь моторного топлива при его хранении;

**раскрыты** закономерности влияния входного давления в распределительный блок вихревого модуля, а также количества вихревых труб в блоке на генерируемую температуру конденсации углеводородного топлива в его первой и второй секции;

**изучено** влияние разницы температуры окружающей среды по высоте резервуара на равномерность нагрева топлива, возникновение конвективных потоков, вытеснение и испарение наиболее ценных легких фракций углеводородного топлива;

**проведена** коррекция математических зависимостей, описывающих процесс теплоотдачи от стенок резервуара моторному топливу при хранении, с применением нейронных сетей.

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

**разработаны и внедрены** усовершенствованная технология хранения моторного топлива в наземных горизонтальных цилиндрических резервуарах в Липецкой области: Добринский муниципальный район, ОАО «Добринское АТП», ООО «Раненбургъ», ИП КФХ Докучаев К.С., в Смоленской области: КФХ «Дроново», ИП КФХ Вьюнов С.В.; в Ростовской области: ИП КФХ Кудашкин Б.М., ИП Кудашкина Е.Б.;

**определены** перспективы научно-методического и практического использования математических моделей физико-химических процессов, происходящих при хранении моторного топлива, алгоритмов по предотвращению аварийных выбросов в атмосферу на сельскохозяйственных нефтескладах в предлагаемой технологии и при проектировании новых технических средств;

**созданы** перспективы научно-методического и практического использования математических моделей и алгоритмов для проведения цифровой трансформации сельскохозяйственных нефтескладов;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию технологии хранения моторного топлива на базе рекомендации производству по сохранению качества топлива от загрязнений механическими примесями, снижение доли подтоварной воды, предотвращение коррозии стенок резервуара.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ использовались** теория планирования эксперимента, а также общеизвестные методики, разработанные на их основе частные методики исследований вихревых труб и нейронных сетей с применением ГОСТов; сертифицированное оборудование, специально изготовленные опытно-промышленный резервуар и программное обеспечение; обработка результатов осуществлялась методами искусственных нейронных сетей с использованием современных компьютерных программ; результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические расчеты;

**теория** разработана на основе методологии системного подхода, использовании методов теоретической физики, моделирования объектов исследования, позволяющих определить конструктивные и режимные параметры конденсатора блочно-модульного построения на базе вихревого эффекта для генерации холодного воздушного потока с температурой, достаточной для конденсации топлива, которая согласуется с полученными и опубликованными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на обобщении теории и передового опыта использования технических средств предотвращения потерь моторного топлива при хранении; на результатах исследований, подтверждающих обоснованность применения конденсации испарившегося топлива и его последующем возврате в резервуар топлива и интеллектуальных систем автоматизации резервуарного парка на современном этапе хранения топлива как наиболее перспективных технических средств в сельском хозяйстве;



**установлено**, что полученные результаты исследований по снижению потерь моторного топлива при хранении не противоречат результатам ранее проведенных исследований другими авторами;

**использованы** современные методики сбора и статистической обработки исходной информации, оптимизации параметров и режимов работы технических средств с применением компьютерного моделирования. Экспериментальные исследования выполнены с использованием стандартных и разработанных частных методик, приборов и оборудования, с обработкой результатов на ПЭВМ и проведен сравнительный анализ авторских данных и данных, полученных ранее по тематике диссертации, представленных в литературных источниках;

**Личный вклад соискателя состоит** в анализе проблемы и определении основных направлений совершенствования методов и технических средств для снижения потерь топлива; в разработке и реализации конструкции и теоретических исследованиях конструктивно-режимных параметров конденсатора блочно-модульного построения на базе вихревого эффекта для генерации холодного воздушного потока с температурой, достаточной для конденсации топлива; в получении аналитических выражений и построении номограмм для определения потерь топлива в зависимости от степени наполнения резервуара; в анализе факторов, влияющих на потери топлива при хранении и определении путей совершенствования технологического процесса с целью их снижения; разработке программы и методик экспериментальных исследований, проведении лабораторно-стендовых и промышленных исследований, производственной проверке и испытаниях; анализе полученных результатов исследований и испытаний, технико-экономической оценке эффективности предлагаемых технических средств для снижения потерь топлива; обосновании выводов; в апробации и публикациях результатов исследований и их внедрении.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана и используемой методологии исследований, концептуальностью и взаимосвязью выводов.

На заседании 30 июня 2021 года диссертационный совет пришел к заключению, что диссертация Левина Максима Юрьевича соответствует пунктам 2 и 11 паспорта специальности 05.20.01 — Технологии и средства механизации сельского хозяйства, отвечает критериям (пункты 9-11, 13, 14) «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения по совершенствованию методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении с использованием новых конденсаторов блочно-модульного построения на базе вихревого эффекта и интеллектуальных систем автоматизации, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие сельского хозяйства России.

Диссертационный совет принял решение присудить Левину Максиму Юрьевичу ученую степень доктора технических наук по специальности 05.20.01 — Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 999.179.03,  
академик РАН, доктор технических наук,  
профессор



Завражнов Анатолий Иванович

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 999.179.03,  
кандидат технических наук,  
доцент



Михеев Николай Владимирович

30 июня 2021 года