

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и  
инновационной деятельности



ФГБОУ ВО «Северо-Восточный  
федеральный университет

им. М.К. Аммосова»

Е.Э. Соловьев

2025 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Диссертация на тему «Совершенствование процесса переработки навоза в метантенках применением гидровозмущения и контроля кислотности сбрасываемой среды» выполнена на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Автодорожного факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова».

В период подготовки диссертации соискатель Таханов Михаил Прокопьевич обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», работал в должности преподавателя Сибирского колледжа транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского» (с сентября 2021 г. по февраль 2025 г.), с марта 2025 г. по настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Автодорожного факультета ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова».

Таханов Михаил Прокопьевич, в 2015 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского» по специальности 11033.65 – «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции» с квалификацией «Инженер». В 2019 г. окончил аспирантуру при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского» по направлению подготовки 35.06.04 – Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве с квалификацией «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Кандидатские экзамены по дисциплинам «История и философия науки», «Иностранный язык (английский язык)» сданы в 2016 г. и «Специальность» – в 2017 г. по научной специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации

сельского хозяйства в ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского».

Научный руководитель – Петров Николай Вадимович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Автодорожного факультета ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова».

По итогам обсуждения диссертационного исследования «Способ утилизации свиного навоза», принято следующее заключение:

**Личный вклад автора** состоит в проведении теоретических и экспериментальных исследований на всех этапах выполнения работы, в получении, обработке и обобщении расчетных и экспериментальных данных, подготовке и оформлении публикаций с результатами исследования. Все основные теоретические, программные и экспериментальные исследования, изложенные в диссертационной работе, постановку научной гипотезы и задач исследования, разработку информационных и математических моделей, изготовление и апробацию новых технических решений, интерпретацию научных результатов, формулировку основных выводов, а также внедрение результатов исследований выполнены исключительно автором.

**Достоверность полученных результатов** подтверждается совпадением расчетных данных с результатами экспериментальных исследований, использованием пакетов прикладных программ при анализе опытных данных, а также положительной апробацией разработанных технических средств в эксплуатационных условиях.

#### **Актуальность темы исследования:**

Анаэробная утилизация свиного навоза проводится с помощью применения различных метантенков – они могут быть в виде цилиндрических или прямоугольных резервуаров, а также могут содержать в рабочем реакторе дополнительный биофильтр для накопления метаногенной микрофлоры. На наш взгляд, наиболее эффективны метантенки с биофильтрами. По сравнению с обычными метантенками процесс переработки отхода в них максимально ускоряется за счет удержания колонии метаногенов на поверхности биофильтра, которая возрастает в процессе сбраживания. Однако, проведенные исследования показали малую эффективность большинства имеющихся в настоящее время устройств, в связи с чем возникает необходимость модернизации метантенков с биофильтрами для интенсификации и повышения качества переработки свиного навоза анаэробным сбраживанием с целью получения органического удобрения и сопутствующего продукта в виде биогаза - альтернативного источника энергии.

Следует отметить, что в данное время недостаточно научных знаний о влиянии кислотно-щелочного баланса (рН) на кинетику процесса анаэробного сбраживания, в том числе, исследований по динамике изменения рН в процессе метаногенеза, а также по разработке эффективных методов контроля и регулирования кислотности в метантенках.

Таким образом, разработка модернизированной технологии анаэробного

сбраживания, включающей контроль кислотности и управление гидровозмущением, позволяет значительно повысить эффективность переработки свиного навоза. Данная технология обеспечит стабильное производство биогаза как надежного альтернативного источника энергии и высококачественных органических удобрений, а также будет способствовать решению проблемы утилизации отходов сельскохозяйственных предприятий.

#### **Научная новизна полученных результатов:**

1. Разработана математическая модель, описывающая процесс переработки свиного навоза в метантенке с биофильтром с учетом параметров создаваемого гидровозмущения, скорости сбраживания, величины кислотности сбраживаемого субстрата, влияющих на максимальный выход биогаза.

2. Новый способ утилизации свиного навоза, основанный на автоматизированном контроле кислотно-щелочного баланса pH сбраживаемого отхода и оптимизации его гидродинамических параметров, обеспечивающий эффективность переработки с увеличением выхода биогаза на 25-30 % по сравнению с известными методами.

Новизна технических решений защищена 1 патентом на изобретение, 1 свидетельством о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### **Практическая значимость результатов исследования**

- операторам и инженерам биогазовых установок: разработанная математическая модель позволит оптимизировать процесс сбраживания, регулируя кислотность среды pH, скорость подачи субстрата и интенсивность гидровозмущения, что повышает выход биогаза и снижает риск закисания субстрата в метантенке;

- сельскохозяйственным предприятиям: результаты работы позволят эффективно утилизировать органические отходы в качественное удобрение и биогаз, снижая затраты на переработку и получая дополнительный источник энергии;

- научным и образовательным учреждениям: материалы исследования могут быть включены в учебные программы по биотехнологии, возобновляемой энергетике и экологии для подготовки специалистов.

#### **Научная специальность, которой соответствует диссертация.**

Тема диссертации «Совершенствование процесса переработки навоза в метантенках применением гидровозмущения и контроля кислотности сбраживаемой среды» и ее содержание соответствует следующим пунктам паспорта специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»:

- п. 9. Методы, средства исследований и испытаний машин, оборудования и технологий для агропромышленного комплекса.

- п. 10. Методы, технологии и технические средства обеспечения экологической безопасности, переработки и утилизации отходов

сельскохозяйственного производства, эколого-реабилитационные процессы и технологии.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем:**

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 5 статей рецензируемых научных изданиях из перечня рекомендованных ВАК, 1 патент и 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ.

*а) научные работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:*

1. Таханов, М.П. Создание возмущений в метантенке / М.П. Таханов, Ф.А. Васильев // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 80. – С. 143-148.
2. Ильин, С.Н. Применение углекислого газа в качестве подкормки в защищенном грунте / С.Н. Ильин, М.П. Таханов, Ю.А. Фальчевская // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 80. – С. 88-91.
3. Васильев, Ф.А. Оценка инвестиций при внедрении технологии анаэробной переработки навозных стоков животноводческого комплекса / Ф.А. Васильев, А.С. Васильева, М.П. Таханов // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 81-1. – С. 80-86.
4. Повышение эффективности работы метантенка гидродинамическим возмущением сбрасываемого потока / М.П. Таханов, О.М. Осмонов, И.А. Савватеева, К.К. Горохов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – Т. 17, № 1. – С. 120-127. – DOI 10.22450/19996837\_2023\_1\_120.
5. Таханов, М. П. Лабораторная установка для проведения экспериментов по анаэробному метановому сбрасыванию / М. П. Таханов, Н. В. Петров // Дальневосточный аграрный вестник. – 2025. – Т. 19, № 2. – С. 134-141. – DOI 10.22450/1999-6837-2025-19-2-134-141.

*б) научные работы, опубликованные в других изданиях:*

6. Таханов, М.П. Классификация методов переработки биомассы / М.П. Таханов // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных, посвященной 80-летию образования ИрГСХА, Иркутск, 28–29 апреля 2014 года. – Иркутск: Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 164-167.
7. Таханов, М.П. Классификация систем навозоудаления / М.П. Таханов // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы региональной студенческой научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне и 100-летию со Дня рождения А.А. Ежевского, в 3-х частях, Иркутск, 25–26 марта 2015 года. Том часть III. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2015. – С. 223-227.
8. Таханов, М.П. Установка для анаэробной переработки животноводческих стоков на крупных свиноводческих комплексах / М.П. Таханов, В.К. Евтеев // Актуальные проблемы биотехнологии и ветеринарной медицины: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 14–15 декабря 2017 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2017. – С. 85-89.

9. Таханов, М.П. Установка по метановому сбраживанию / М.П. Таханов, В.К. Евтеев // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: материалы VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Чтения И. П. Терских», посвященной 85-летию Иркутского ГАУ, Иркутск, 26–27 сентября 2019 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 82-86.

10. Таханов, М.П. Метантенк с буферной емкостью / М.П. Таханов // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы XI Международной научно-практической конференции, Иркутск, 28–29 апреля 2022 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 335-339.

11. Таханов, М.П. Классификация методов переработки биомассы / М.П. Таханов, О.М. Осмонов // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: материалы X Национальной научно-практической конференции с международным участием, Молодёжный, 06–08 октября 2022 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 197-202.

12. Таханов, М.П. Установка по метановому сбраживанию / М.П. Таханов, О.М. Осмонов // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: материалы X Национальной научно-практической конференции с международным участием, Молодёжный, 06–08 октября 2022 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 202-205.

13. Таханов, М.П. Модернизированная анаэробная технология переработки навозных стоков / М.П. Таханов, О.М. Осмонов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 20–21 апреля 2023 года. Том 2. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 246-252.

14. Осмонов, О.М. Реинжиниринг биогазовой технологии организацией гидродинамических возмущений в метантенке / О.М. Осмонов, М.П. Таханов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов: сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 420-424.

*в) патенты и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:*

15. Патент № 2678673 С1 РФ, МПК C02F 11/04, C02F 3/28. Установка для анаэробного сбраживания: № 2017132640: заявл. 18.09.2017: опубл. 30.01.2019 / М.П. Таханов, Ф.А. Васильев, С.Н. Ильин, В.К. Евтеев; заявитель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского».

16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682143 РФ. Программа для численного прогнозирования потребности моторного биогаза для заправки машинно-тракторного парка сельскохозяйственных

предприятий: № 2022680756: заявл. 07.11.2022: опубл. 18.11.2022 / Н.В. Петров, В.П. Друзьянова, М.П. Таханов; заявитель ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова».

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и были одобрены на: международной научно – практической конференции молодых ученых, посвященной 80-летию образования ИрГСХА (Иркутск, 2014); региональной студенческой научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне и 100-летию со Дня рождения А.А. Ежовского (Иркутск, 2015); международной научно-практической конференции Иркутского ГАУ, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Хуснидинова Ш.К. (Иркутск, 2016); международной научно – практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК» (Иркутск 2016, 2017, 2019, 2020); ежегодной научной конференции преподавателей, научных работников и аспирантов ВСГУТУ (Улан-Удэ, 2016, 2017); международной научно-практической конференции «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии» ИрГСХА (Иркутск, 2016, 2017, 2022); во II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений МСХ РФ по Сибирскому федеральному округу в номинации: «Технические науки» (Красноярск, 2017); VIII национальной научно – практической конференции с международным участием «Чтения И.П. Терских», посвященной 85-летию Иркутского ГАУ (Иркутск, 2019); X Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Терских Ивана Петровича «Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК» (Иркутск, 2022); международной научно – практической конференции посвященной 85-летию профессора Кривко Н.П. (п. Персиановский, 2022); Всероссийской научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития» (Благовещенск, 2023); Международной межвузовской научно – технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова (Москва, 2024).

### **Общее заключение.**

Диссертация Таханова Михаила Пурбаевича на тему «Совершенствование процесса переработки навоза в метантенках применением гидровозмущения и контроля кислотности сброживаемой среды» соответствует требованиям, установленным пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции).

Диссертация «Совершенствование процесса переработки навоза в метантенках применением гидровозмущения и контроля кислотности сброживаемой среды» Таханова Михаила Пурбаевича рекомендуется к защите на

соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Автодорожного факультета ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова».

Присутствовало на заседании 39 человек, из них 4 доктора наук (по специальности 4.3.1 – 3 человека), 15 кандидатов наук (по специальности 4.3.1 – 4 человека) – всего с правом голоса при обсуждении диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук 19 человек.

Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол расширенного заседания № 61 от 22 сентября 2025 г.

Председатель расширенного заседания,  
кандидат технических наук,  
заместитель декана по научной работе  
Автодорожного факультета  
ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова

Е.Е. Анисимов



ЗАВЕРЯЮ  
Начальник УРПикП СВФУ  
Тимофеева П.М.  
23 » 09 2025 г.