



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Э.Ю. Абдуллазянов

«07» сентября 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Казанский государственный энергетический университет»

(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

Диссертация «Повышение эффективности сельскохозяйственного энергетического комплекса за счет автономных гибридных электростанций» выполнена на кафедре «Энергетическое машиностроение».

В 2020 году Набиуллина Мадина Фаридовна окончила ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» с присвоением квалификации магистра.

В 2026 году окончила аспирантуру Казанского государственного энергетического университета (ФГБОУ ВО «КГЭУ»).

Научный руководитель – Мингалеева Гузель Рашидовна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Энергетическое машиностроение».

По итогам обсуждения диссертации «Повышение эффективности сельскохозяйственного энергетического комплекса за счет автономных гибридных электростанций» принято следующее заключение.

1. Актуальность

Энергетическая система любого региона включает в себя различные топливные ресурсы. От вида и качества используемых ресурсов зависит себестоимость выработки энергии, а также надежность и эффективность системы, в которую включены как крупные объекты, обеспечивающие централизованную выработку энергии, так и малые, работающие автономно.

Автономные электростанции преимущественно обеспечивают электроэнергией и теплом обособленных потребителей, учитывая их особенности. Таким образом, формируются энергетические комплексы «электростанция – предприятие». При этом потребителями могут являться как промышленные, так и сельскохозяйственные предприятия.

Внедрение малых автономных энергетических объектов (мини-ТЭС, мини-ТЭЦ) способствует снижению потерь энергии при ее транспортировке и более полному удовлетворению нужд потребителей энергии. Экономия традиционного топлива на таких объектах может быть достигнута за счет использования ВИЭ, таких как биомасса, солнечная и ветровая энергии. Моделирование, расчет и оптимизация технологических схем гибридных электростанций является актуальной задачей и будет способствовать разработке типовых решений данных объектов и более широкому их распространению. В данной работе рассмотрено энергообеспечение сельскохозяйственных объектов посредством создания энергетического комплекса на основе малой гибридной электростанции, работающей автономно и использующей возобновляемые источники энергии, что полностью исключает затраты на топливо.

Основными преимуществами гибридных электростанций являются непрерывность энергоснабжения независимо от погодных условий, экологическая чистота производства энергии, автоматизированное управление, возможность работы в удаленных районах без подключения к общей сети, экономическая эффективность при правильном подборе мощности.

Разработка типовых схем гибридных электростанций позволит определить оптимальные соотношения между мощностями компонентов системы для конкретных климатических и географических условий, что поможет минимизировать инвестиционные и эксплуатационные затраты. Готовые решения ускоряют процесс разработки проекта и подбор компонентов, что позволит масштабирование систем - адаптацию под объекты разной мощности.

Гибридизация солнечных тепловых электростанций и установок на биотопливе может быть использована для проектирования электростанции, которая использует солнечные концентраторы в течение дня и биомассу в периоды пониженной интенсивности солнечного излучения (ночь, облачные периоды, переходные периоды), что позволяет сглаживать колебания выработки и обеспечивать более равномерное энергоснабжение. Гибридная технология сжигания биомассы с использованием концентрированной солнечной энергии основана на эффективной интеграции солнечного

коллектора в водно-паровой цикл электростанции на биомассе. Использование местных ресурсов биотоплива снижает зависимость от привозного топлива, солнечные концентраторы используют бесплатный и неисчерпаемый ресурс – солнечную энергию. Гибридные системы подходят для энергоснабжения изолированных объектов, поселков, сельскохозяйственных предприятий, где прокладка линий электропередач нецелесообразна или затруднена.

2. Научная новизна результатов работы

Научная новизна характеризуется тем, что были получены следующие результаты:

- разработана технологическая схема гибридной электростанции, работающей на основе использования биомассы и солнечной энергии, и создана ее математическая модель, позволяющая исследовать влияние режимов работы энергетического комплекса на параметры малой гибридной электростанции;
- получены зависимости показателей эффективности гибридной электростанции при изменении условий функционирования энергетического комплекса.
- разработана технология получения биотопливных гранул из растительных отходов сельскохозяйственного производства с учетом их теплофизических и механических свойств;

3. Научная и практическая значимость результатов

Научная значимость работы заключается в создании математической модели технологической схемы объекта, позволяющей определить режимные параметры ее работы и обеспечить равномерность выработки энергии за счет сочетания различных энергоресурсов.

Практическая значимость результатов исследований состоит в определении теплофизических и механических свойств биотопливных гранул, изготовленных из сельскохозяйственных отходов, и разработке типовых решений для электростанций малой мощности с учетом климатических условий региона на примере Республики Татарстан.

4. Личное участие автора в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации

Результаты, представленные в диссертации и отраженные в публикациях, получены при непосредственном участии соискателя. Автор принимал участие в определении в постановке целей и задач исследования;

выполнении экспериментальных исследований теплофизических и механических свойств биотопливных гранул различного состава и разработке технологии их получения; обзоре и анализе методик расчета технологических схем гибридных электростанций, представленных в отечественной и зарубежной литературе; разработке технологической схемы гибридной электростанции и создании ее математической модели; получении результатов численных исследований по данной модели.

Автор участвовал в написании статей, представлении докладов на конференциях, семинарах и форумах.

5. Степень достоверности проведенных исследований

Достоверность и обоснованность достигается за счет проведения экспериментальных исследований в соответствии с ГОСТ; использования апробированных математических и статистических методов анализа результатов, законов тепломассообмена и термодинамики.

6. Соответствие диссертации научной специальности

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы:

п. 1 - разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования;

п. 2 - математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии, их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии;

п. 7 - исследование влияния технических решений, принимаемых при создании и эксплуатации энергетических систем, комплексов и установок на их финансово-экономические и инвестиционные показатели, региональную экономику и экономику природопользования.

7. Полнота изложения результатов диссертации в работах, опубликованных автором

По результатам диссертационного исследования опубликовано 19 работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 1 статья индексируемая в международных базах данных Scopus, 12 статей в сборниках трудов конференций, входящих в РИНЦ, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 патент на изобретение.

Статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ

1. Перспективы развития гибридных источников автономного энергоснабжения / О. Афанасьева, Г. Мингалеева, М. Набиуллина // Энергетическая политика. – 2022. – № 9(175). – С. 88-99. – DOI 10.46920/2409-5516_2022_9175_88. – EDN MPGUYK.
2. Использование растительных отходов для обеспечения функционирования сельскохозяйственных энергокомплексов / М. Ф. Набиуллина, Г. Р. Мингалеева, О. В. Афанасьева, С. С. Тимофеева // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2024. – Т. 26, № 3. – С. 120-131. – DOI 10.30724/1998-9903-2024-26-3-120-131. – EDN TMSAWW.
3. Оценка физических и механических свойств топливных гранул для систем автономного энергоснабжения / М. Ф. Набиуллина, Г. Р. Мингалеева, О. В. Клейдман, А. А. Саченков // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2026. – № 4. – С. 17-24. – DOI 10.17588/2072-2672.2026.4.017-024. – EDN FROKIS.
4. Набиуллина, М. Влияние условий эксплуатации на эффективность гибридной электростанции, работающей в составе сельскохозяйственного энергетического комплекса / М. Набиуллина, Г. Мингалеева // Мониторинг. Наука и технологии. – 2026. – № 3(69). – С. 70-77.

Статьи в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus

5. G. R. Mingaleeva, M. F. Nabiullina and D. N. Pham, Efficiency of the Energy Complex when Using a Hybrid Mini-HPS in the Republic of Vietnam // 2023 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russian Federation, 2023, pp. 233-238, doi: 10.1109/ICIEAM57311.2023.10139213.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026686845 Российская Федерация. Расчетный модуль для определения энергетических показателей гибридной электростанции :заявл. 07.08.2026 :

опубл. 02.09.2026 / М. Ф. Набиуллина, Г. Р. Мингалеева ; заявитель
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ».

Патент на изобретение

7. Патент №2870963 Российская Федерация, МПК F24S 20/40, F23G 5/033, F23G 5/04, F23G 7/10. Способ производства энергии на гибридной электростанции за счет использования возобновляемых ресурсов: № 2026110960: заявл. 10.04.2026: опубл. 29.09.2026 / М. Ф. Набиуллина, Г. Р. Мингалеева; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный энергетический университет".

8. Апробация работы

Основные положения работы, результаты теоретических и экспериментальных исследований докладывались и обсуждались на следующих конференциях, семинарах, форумах:

VII Международная научно-практическая конференция «Энергетика и энергосбережение: теория и практика» (Кемерово, 2022), VIII Национальная научно-практическая конференция «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» (Казань, 2022), International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (Сочи, 2023), VI Всероссийская научно-практическая конференция обучающихся и преподавателей «Энергетика и автоматизация в современном обществе» (Санкт-Петербург, 2023), Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика (Казань, 2022, 2023, 2024), Международная молодежная научная конференция Тинчуринские чтения - «Энергетика и цифровая трансформация» (Казань, 2022, 2023, 2024), Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная 80-летию юбилею института Энергомашиностроения и механики НИУ «МЭИ» (Москва, 2023), VII Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития энергетики» (Казань, 2025), Международная научно-техническая конференция «Технологический суверенитет и цифровая трансформация» (Казань, 2025).

9. Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя состоит в проведении исследований, результаты которых направлены на повышение эффективности энергетического комплекса, работающего на базе гибридной электростанции, использующую биотопливо и солнечную энергию. По результатам проведенных исследований теоретически обоснована технологическая схема гибридной электростанции, получены результаты численных исследований при работе на различных видах биотоплива, представляющего собой гранулы из растительных отходов. Экспериментально определены механические и теплофизические свойства топливных гранул. Представлены технико-экономические показатели энергетического комплекса и себестоимость производимой энергии на примере Республики Татарстан.

10. Характер результатов

Характер результатов соответствует п.9. Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования и науки РФ.

11. Выводы

Диссертация «Повышение эффективности сельскохозяйственного энергетического комплекса за счет автономных гибридных электростанций» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задач, связанных с повышением эффективности энергетического комплекса, работающего на базе гибридной электростанции, использующую биотопливо и солнечную энергию.

Диссертация обобщает самостоятельные исследования автора, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, свидетельствует о личном вкладе автора в науку. При выполнении диссертационной работы Набиуллина Мадина Фаридовна проявила себя зрелым научным работником, способным ставить и решать сложные теоретические и практические задачи.

Работа соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, принятого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

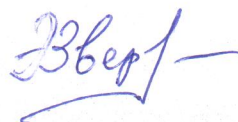
Диссертация «Повышение эффективности сельскохозяйственного энергетического комплекса за счет автономных гибридных электростанций»

Набиуллиной Мадины Фаридовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. - «Энергетические системы и комплексы».

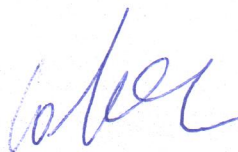
Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Энергетическое машиностроение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

Присутствовало на заседании 19 человек. Результаты голосования: «за» - 19 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол №15 от 23.09.2026 г.

Председатель заседания:
Зверева Эльвира Рафиковна
д-р. техн. наук, профессор кафедры
«Энергетическое машиностроение»
ФГБОУ ВО «КГЭУ»



Секретарь заседания:
Савина Мария Валерьевна
к.т.н., доцент кафедры
«Энергетическое машиностроение»
ФГБОУ ВО «КГЭУ»



Сведения о лице, утвердившем заключение
Абдуллазянов Эдвард Юнусович: доктор технических наук, профессор,
ректор Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Казанский государственный
энергетический университет»,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-42-02, e-mail: rector@kgeu.ru

