

от кафедры «Прикладная математика»

11.д-р техн. наук, профессор Жуков В.П., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.17.08, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

12.д-р техн. наук, доцент Беляков А.Н., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.17.08, спец. в диссертационном совете 2.4.6),

от кафедры «Тепловые электрические станции»:

13.Минеев П.А., ст. преподаватель кафедры

14.д-р техн. наук, профессор Барочкин Е.В., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.13.01 и 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5)

от кафедры «Химия и химические технологии в энергетике»:

15.д-р техн. наук, профессор Ларин Б.М., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

16.д-р техн. наук, профессор Ларин А.Б., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

от кафедры «Промышленная теплоэнергетика»:

17.канд. техн. наук, доцент Козлова М.В., доцент кафедры (ученый секретарь диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.04, спец. в диссертационном совете 2.4.6),

от кафедры «Безопасность жизнедеятельности»:

18.д-р техн. наук, профессор Соколов А.К., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.04, спец. в диссертационном совете 2.4.6).

Председательствует на заседании канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой атомных электрических станций Беляков Андрей Александрович.

СЛУШАЛИ: доклад Фомичева Максима Дмитриевича по диссертационной работе, подготовленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему «Моделирование, расчет и совершенствование процессов теплообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС»

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор кафедры «Прикладная математика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Жуков Владимир Павлович.

Вопросы задавали: д-р техн. наук Ларин Б.М.; д-р техн. наук Соколов А.К., канд. техн. наук Ильченко А.Г., д-р техн. наук Горбунов В.А., канд. техн. наук Беляков А.А.

На все вопросы соискателем были даны убедительные ответы.

Научный руководитель доктор технических наук, профессор Жуков В.П. огласил свой отзыв относительно личных качеств соискателя как ученого и уровня его компетентности по проблеме диссертационного исследования и готовности диссертации для представления на защиту.

Рецензент: доктор технических наук, доцент Горбунов В.А. на основе представленных соискателем диссертации и автореферата отметил актуальность работы для тепловых электрических станций (ТЭС) и атомных электрических станций (АЭС) в части моделирования процессов тепломассообмена и разработки системы диагностики технического состояния башенных градирен. Подтвердил научную новизну и практическую значимость полученных в диссертации результатов. Высказал ряд пожеланий относительно представления результатов исследования в рамках доклада.

В целом, по мнению рецензента, диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, и рекомендуется к защите по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

С поддержкой работы выступили:

1. Доктор технических наук Ларин Б.М оценил диссертацию и квалификацию диссертанта положительно. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ИГЭУ по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

2. Доктор технических наук Соколов А.К. высказал ряд рекомендаций относительно представления материала в рамках доклада по диссертации. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ИГЭУ по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

3. Доктор технических наук Горбунов В.А. Одобрил диссертацию, рекомендовав её к защите в указанном совете. Им были предложены отдельные рекомендации, касающиеся оформления презентационных материалов.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Считать, что представленная Фомичевым М.Д диссертационная работа обобщает самостоятельные исследования автора и является завершённым научным трудом, в котором изложены новые научно обоснованные технические решения, обеспечивающие повышение энергетической эффективности функционирования ТЭС и АЭС за счет разработки и внедрения алгоритмов диагностики технического состояния башенных градирен, вносящие значительный вклад в развитие теплоэнергетической отрасли страны, и отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. в

актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

2. Рекомендовать диссертационную работу Фомичева М.Д. «Моделирование, расчет и совершенствование процессов тепломассообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС» к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

3. Утвердить заключение ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по диссертационной работе Фомичева Максима Дмитриевича.

ГОЛОСОВАЛИ: за - единогласно.

Председатель заседания,
заведующий кафедрой
«Атомные электрические станции»,
кандидат технических наук, доцент

 **Беляков**
Андрей Александрович

Секретарь заседания,
специалист по учебно-методической работе
2 категории кафедры
«Атомные электрические станции»

 **Бондарева**
Людмила Викторовна

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
энергетический университет
имени В.И. Ленина»

кандидат технических наук, доцент
Сульщеников Илья Николаевич



«14» ноября 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Диссертация «Моделирование, расчет и совершенствование процессов теплообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС» выполнена на кафедре «Атомные электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Соискатель Фомичев Максим Дмитриевич, 1997 года рождения, в 2021 году окончил ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Тепловые электрические станции»).

Соискатель с 2021 по 2025 годы обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по направлению подготовки 14.06.01 «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии» (профиль «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»).

Соискатель Фомичев М.Д. с 2019 по 2022 годы работал в должности инженера-теплоэнергетика в закрытом акционерном обществе «Ивэнергосервис» (АО «Ивэнергосервис»), в 2022 году в должности инженера-программиста в обществе с ограниченной ответственностью «ДевСолюшинс» (ООО «ДевСолюшинс»)), с 2022 по 2025 годы в должности программиста в отделе разработки в обществе с ограниченной ответственностью «Информационные технологии бизнеса» (ООО «ИТБ»), с 2025 года по настоящее время в должности

разработчика в департаменте разработки в обществе с ограниченной ответственностью «Коммуникационная платформа» (ООО «Коммуникационная платформа»).

С 2023 года по настоящее время соискатель работает в должности ассистента кафедры «Прикладная математика» в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Жуков Владимир Павлович работает в должности профессора кафедры «Прикладная математика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

По результатам рассмотрения диссертации «Моделирование, расчет и совершенствование процессов тепломассообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС» принято следующее заключение:

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Системы оборотного охлаждения (СОО) обеспечивают снижение температуры циркуляционной воды и поддержание оптимальных параметров работы энергоблоков ТЭС и АЭС. Среди различных типов охладительных систем особое место занимают системы с башенными градирнями, которые позволяют организовать замкнутый цикл использования водных ресурсов и сократить потери в окружающую среду. Эффективность работы градирен существенно зависит от внешних условий, включая температуру и влажность воздуха, скорость и направление ветра. В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка математических моделей процессов тепломассообмена в башенных градирнях с учетом изменяющихся внешних факторов. Решение данной проблемы имеет не только технологическое, но и экономическое значение, поскольку повышение эффективности систем охлаждения напрямую влияет на себестоимость производимой электроэнергии и конкурентоспособность энергетических предприятий. Исследования в области совершенствования систем оборотного охлаждения, в условиях современных тенденций к энергосбережению и повышению экологической безопасности промышленных объектов, приобретают большое значение для развития энергетического комплекса страны. Все это определяет необходимость проведения комплексных исследований процессов тепломассообмена в башенных градирнях и повышения эффективности их функционирования.

Оборудование систем оборотного охлаждения, включая градирни, в течение года подвергается воздействию различных внешних факторов, что может приводить к загрязнению разбрызгивающих устройств, обмерзанию и обрушению элементов конструкции. В связи с этим остро встает вопрос о своевременном обнаружении дефектов и принятии эффективных мер по их ликвидации, что делает актуальной разработку системы диагностики состояния градирни и повышения эффективности СОО с башенными градирнями.

ЛИЧНОЕ УЧАСТИЕ СОИСКАТЕЛЯ В ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ, ИЗЛОЖЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Личное участие автора состоит в разработке математической модели трехпоточного тепломассообмена с выделением водяных паров, содержащихся в воздухе в отдельный поток, разработке и компьютерной реализации имитационной модели движения воздуха внутри и снаружи башенной градирни, в разработке комбинированной математической модели градирни, в постановке и решении обратной задачи диагностики состояния градирни, в алгоритмизации решения обратной задачи диагностики технического состояния градирни на основе решения задачи тепломассообмена в градирне, в разработке программного комплекса для расчета и диагностики технического состояния градирни, в апробации полученной методики в рамках работ по созданию научно-технической продукции применительно к НВАЭС и Петрозаводской ТЭЦ; в подготовке основных публикаций по тематике диссертационного исследования.

СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается применением апробированных методов математического моделирования и анализа тепловой экономичности энергетических установок; согласованностью отдельных результатов диссертации с опубликованными данными; апробацией разработанных методик расчета в условиях промышленной эксплуатации ТЭС и АЭС.

НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ

Научная новизна работы обусловлена следующим:

1. Разработана комбинированная модель башенной градирни на основе интеграции матричного трехпоточного описания тепломассообмена и имитационной модели аэродинамических процессов, которая учитывает фазовые переходы в теплоносителе и влияние ветровых воздействий на распределение потоков воздуха в поперечном сечении градирни.

2. Сформулирована и решена обратная задача диагностики состояния охладительной способности градирни, позволяющая учитывать неравномерность распределения потоков теплоносителей в поперечном сечении градирни. Разработан алгоритм решения обратной задачи диагностики.

Практическая значимость работы:

Разработанный программный комплекс диагностики технического состояния башенных градирен, позволяющий производить оперативную оценку охладительной способности оборудования на основе решения обратных задач тепломассообмена, защищен свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ (№ 2026685094; № 2025684686) и адаптирован для практического использования на тепловых и атомных электростанциях.

ЦЕННОСТЬ НАУЧНЫХ РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ

Теоретическая значимость работы состоит: *в расширении* области применения методики комбинированного подхода для моделирования системы обратного охлаждения с учетом фазового перехода в теплоносителях с выделением водяных паров, содержащихся в воздухе в отдельный поток; *в обосновании* целесообразности применения предложенной методики для постановки и решения прямых и обратных задач диагностики оборудования СОО; *в разработке* усовершенствованной методики диагностики градирен, учитывающей влияние внешних факторов на эффективность процессов тепломассообмена.

СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРОЙ ОНА РЕКОМЕНДУЕТСЯ К ЗАЩИТЕ

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» в части направлений исследований: по пункту 1 «Разработка ... методов расчета ... параметров ... энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом ... топлив(е) ... и их основного и вспомогательного оборудования»; по пункту 2 «Математическое моделирование, численные ... исследования ... рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом ... топлив(е) ... , их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии»; по пункту 4 «Разработка ... методов, алгоритмов ... диагностики ... основного и вспомогательного оборудования энергетических систем ... и входящих в них энергетических установок».

ПОЛНОТА ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИССЕРТАЦИИ В РАБОТАХ, ОПУБЛИКОВАННЫХ СОИСКАТЕЛЕМ

Основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в 19 публикациях автора объемом 6,23 п.л., авторский вклад – 1,85 п.л., из них 5 работ опубликованы в рецензируемых научных журналах по списку ВАК, 12 тезисов и полных текстов докладов конференций; получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Научные статьи, опубликованные в изданиях по списку ВАК

1. Жуков, В.П. Моделирование и расчет процесса тепломассообмена в башенных градирнях систем обратного охлаждения ТЭС И АЭС / В.П. Жуков, М.Д. Фомичев, В.Н. Виноградов, А.Е. Барочкин, А.Н. Беляков // Вестник ИГЭУ.– 2022.– №3. – С.57 – 63. (0,81/0,16).

Соискателем М.Д. Фомичевым выполнено создание и верификация математической модели тепломассообмена башенной градирни, включающее: формирование исходных данных и характеристик, разработку алгоритма

решения дифференциальных уравнений, проведение вычислений с визуализацией результатов и итоговую верификацию модели по нормативным данным.

2. Жуков, В.П. Комбинированная модель теплообмена в башенных градирнях / В.П. Жуков, **М.Д. Фомичев**, Е.В. Барочкин, Е.А. Шуина, С.И. Шувалов // Вестник ИГЭУ. – 2023. – №5. – С.90 – 96. (0,81/0,16).

Соискателем М.Д. Фомичевым выполнено комплексное моделирование процессов в башенной градирне, включающее: разработку CFD-модели в Ansys Fluent (построение 3D-геометрии, сетки, задание граничных условий); преобразование результатов для матричной математической модели; проведение расчетов и верификацию результатов по нормативным данным.

3. **Фомичев, М.Д.** Исследование влияния скорости ветра на неравномерность распределения воздушного потока в башенных градирнях / М.Д. Фомичев, В.П. Жуков, М.В. Козлова // Вестник ИГЭУ. – 2024. – №6. – С.75 – 80. (0,70/0,23).

Соискателем М.Д. Фомичевым проведено численное исследование влияния скорости ветра на аэродинамику башенной градирни. В рамках работы была построена расширенная расчетная область, окружающая 3D-модель сооружения, что обеспечило корректное задание граничных условий для моделирования внешнего ветрового воздействия. Для количественной оценки этого влияния выполнен цикл расчетов, позволивший проанализировать зависимость неравномерности распределения воздушных потоков в поперечном сечении градирни от скорости набегающего потока при различных режимах подачи воздуха. Полученные результаты были систематизированы, подвергнуты аналитической обработке и представлены в виде комплекса графических материалов, наглядно иллюстрирующих выявленные закономерности.

4. **Фомичев, М.Д.** Учет влияния направления и скорости ветра при решении прямых и обратных задач теплообмена в башенных градирнях / М.Д. Фомичев, В.П. Жуков, С.Д. Горшенин, В.Ф. Очков, Е.В. Барочкин // Вестник ИГЭУ. – 2025. – №. 3. – С. 80-85. (0,70/0,14).

Соискателем М.Д. Фомичевым: сформулирована и решена обратная задача теплообмена для башенной градирни. В ходе исследования разработана математическая модель, учитывающая влияние поля скоростей и направления ветра на пространственное распределение воздушных потоков в поперечном сечении градирни. На основе проведенного анализа был осуществлен выбор вычислительных средств и реализован специализированный алгоритм, позволивший решить обратную задачу диагностики текущего состояния башенной градирни с целью оценки ее технико-эксплуатационных характеристик.

5. Жуков, В.П. Моделирование и разработка информационно-диагностического комплекса системы оборотного охлаждения электрической станции / В.П. Жуков, **М.Д. Фомичев**, С.Д. Горшенин, Р.С. Дударев, Е.А. Шуина // Вестник ИГЭУ. – 2025. – №. 5. – С. 81–91. (1,28/0,26)

Соискателем М.Д. Фомичевым выполнен комплекс работ, включающий проектирование архитектуры системы, анализ и формализацию требований к программному продукту, а также сравнительный анализ и обоснованный выбор технологий для его реализации. В рамках практической реализации соискателем была осуществлена разработка клиентской части приложения, включая создание

пользовательских интерфейсов клиентской части, а также серверной части, ключевой задачей которой стала интеграция разработанных математических моделей в производственную среду.

Тезисы и полные тексты докладов конференций

1. **Фомичев, М.Д.** Математическое моделирование систем оборотного охлаждения / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков, В.Н. Виноградов** // Энергия-2022. Том 4. Электромеханотроника и управление: семнадцатая Всероссийская (девятая Международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы конференции: В 6 т., 11-13 мая 2022 г., г. Иваново. – Иваново: ФГБОУВО "Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина".– 2022.– Т.4. – С.110 – 110. (0,06/0,02)

2. **Фомичев, М.Д.** Моделирование и расчет процесса теплообмена в системах оборотного охлаждения ТЭС и АЭС / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Двадцать восьмая Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (17–19 марта 2022 г., Москва): тезисы докладов. – Москва: ООО «Центр полиграфических услуг "Радуга".– 2022. – С.712-712. (0,06/0,03)

3. **Фомичев, М.Д.** Анализ моделирования показателей работы башенной градирни / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. 2023: Двадцать девятая Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (16–18 марта 2023 г., Москва): тезисы докладов. – Москва: ООО "Центр полиграфических услуг "Радуга".– 2023. – С.874-874. (0,06/0,03)

4. **Фомичев, М.Д.** Расчетные исследования теплообмена в башенных градирнях с использованием имитационного моделирования / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков, А.Е. Барочкин** // Энергия-2023. Том 4. Электромеханотроника и управление: восемнадцатая Всероссийская (десятая Международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-18 мая 2023 г., г. Иваново; материалы конференции: в 6 т. – Иваново: ФГБОУВО "Ивановский государственный энергетический университет".– 2023.– Т.4. – С.105-105. (0,06/0,02)

5. **Фомичев, М.Д.** Расчетный анализ влияния неравномерности распределения теплоносителей по сечению градирни на температуру охлажденной воды / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Состояние и перспективы развития электро-

и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения) : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию теплоэнергетического факультета, Иваново, 31 мая – 02 июня 2023 года. Том 2. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2023. – С. 392-395. (0,23/0,12)

6. **Фомичев, М.Д.** Исследование тепломассообмена в башенных градирнях на основе комбинированной модели / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Развитие методов прикладной математики для решения междисциплинарных проблем энергетики: III Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием (г. Ульяновск, 9–11 октября 2023): сборник трудов конференции – Ульяновск: УлГТУ.– 2023. – С.10 – 14. (0,58/0,29)

7. **Фомичев, М.Д.** Оценка неравномерности распределения воздуха на эффективность тепломассообмена в башенных градирнях на основе комбинированной модели / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Энергия-2024. Том 2. Тепловые и ядерные энерготехнологии: Девятнадцатая всероссийская (одиннадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2024», 14-16 мая 2024 г., г. Иваново: материалы конференции: В 6 т.– Иваново: ФГБОУВО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина".– 2024.– Т.2. – С.114-114. (0,06/0,03)

8. **Фомичев, М.Д.** Улучшение эффективности башенных градирен с использованием комбинированной модели / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: тридцатая международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (29 февраля – 2 марта 2024 г., г. Москва): тезисы докладов. – Москва: ООО "Центр полиграфических услуг "Радуга".– 2024. – С.801-801. (0,06/0,03)

9. **Фомичев, М.Д.** Влияние скорости ветра на эффективность теплообмена в башенных градирнях / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Развитие методов прикладной математики для решения междисциплинарных проблем энергетики: Сборник трудов IV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, 09–11 октября 2024 г., г. Ульяновск. – Ульяновск: УлГТУ.– 2024. – С.31 – 33. (0,35/0,17)

10. **Фомичев, М.Д.** Анализ неравномерности воздушных потоков в поперечном сечении башенной градирни при ветровом воздействии / **М.Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Энергия-2025. Том 4. Электромехатроника и управление:

Двадцатая всероссийская (одиннадцатая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2025», 17-19 марта 2025 г., г. Иваново: материалы конференции: В 6 т.– Иваново: ФГБОУ ВО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина".– 2025.– Т.4. – С.89-89. (0,06/0,03)

11. **Фомичев, М. Д.** Исследование влияния скорости ветра на распределение воздушных потоков и эффективность теплообмена в градирне / **М. Д. Фомичев, В. П. Жуков, С. Д. Горшенин** // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXIII Бенардосовские чтения) : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию Российской атомной промышленности. В 3-х томах, Иваново, 29–31 мая 2025 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2025. – С. 303-307. (0,29/0,10)

12. **Фомичев, М.Д.** Влияние направления и скорости ветра на неоднородность воздушных потоков в башенных градирнях / **М. Д. Фомичев, В.П. Жуков** // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тезисы докладов Тридцать первой международной научно-технической студентов и аспирантов, Москва, 13–15 марта 2025 года. – Москва: ООО "Центр полиграфических услуг "Радуга", 2025. – С. 1004-1004. (0,06/0,03)

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025685094 Российская Федерация. «Программный комплекс для моделирования и анализа работы градирен» : заявл. 21.08.2025 : опубл. 19.09.2025 / **М. Д. Фомичев, В. П. Жуков** ; заявитель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025684686 Российская Федерация. «Система мониторинга и диагностики градирни» : заявл. 21.08.2025 : опубл. 16.09.2025 / **М. Д. Фомичев, В. П. Жуков** ; заявитель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

ВЫСТУПЛЕНИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

Основные результаты опубликованы и обсуждались на 12 конференциях: XVII, XVIII, XIX и XX всероссийских (IX, X, XI и XII международных) научно-

технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия» (Иваново, 2022, 2023, 2024 и 2025 гг.); XXVIII, XXIX, XXX и XXXI Международных научно-технических конференциях студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (Москва, 2022, 2023, 2024 и 2025 гг.); XXII и XXIII Международных научно-технических конференциях «Бенардосовские чтения» (Иваново, 2023 и 2025 гг.); III и IV Всероссийских научно-технических конференциях с международным участием «Развитие методов прикладной математики для решения междисциплинарных проблем энергетики» (Ульяновск, 2023 и 2024 г.).

ВЫВОДЫ

Диссертация «Моделирование, расчет и совершенствование процессов теплообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС» Фомичева Максима Дмитриевича является законченной научной квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, обеспечивающие повышение энергетической эффективности функционирования ТЭС и АЭС за счет разработки и внедрения алгоритмов диагностики технического состояния башенных градирен, вносящие значительный вклад в развитие теплоэнергетической отрасли страны, и отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. в актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Атомные электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, состоявшемся 07 ноября 2025 г., протокол № 4.

Председатель заседания,
заведующий кафедрой
«Атомные электрические станции»
кандидат технических наук, доцент

Беляков
Андрей Александрович