

Протокол № 20
заседания диссертационного совета 24.2.303.01,
созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном
учреждении высшего образования «Ивановский государственный
энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ),

от 20 марта 2026 года

при защите диссертации Фомичева Максима Дмитриевича на тему
«Моделирование, расчет и совершенствование процессов теплообмена
в башенных градирнях ТЭС и АЭС»
по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы»
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Присутствуют 14 членов диссертационного совета из 15:

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Ледуховский Григорий Васильевич (председатель) | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 2. Шуина Елена Александровна (зам. председателя) | д-р техн. наук, 2.4.6 |
| 3. Козлова Мария Владимировна (ученый секретарь) | канд. техн. наук, 2.4.6 |
| 4. Барочкин Евгений Витальевич | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 5. Беляков Антон Николаевич | д-р техн. наук, 2.4.6 |
| 6. Бухмиров Вячеслав Викторович | д-р техн. наук, 2.4.6 |
| 7. Бушуев Евгений Николаевич | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 8. Горбунов Владимир Александрович | д-р техн. наук, 2.4.6 |
| 9. Жуков Владимир Павлович | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 10. Ларин Андрей Борисович | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 11. Ларин Борис Михайлович | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 12. Очков Валерий Федорович | д-р техн. наук, 2.4.5 |
| 13. Соколов Анатолий Константинович | д-р техн. наук, 2.4.6 |
| 14. Шувалов Сергей Ильич | д-р техн. наук, 2.4.5 |

а также официальные оппоненты и сотрудники ИГЭУ.

Председатель совета Ледуховский Г.В. на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания. Списочный состав совета 15 человек. Присутствуют на заседании 14 членов совета из 15, в том числе докторов наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» – 8.

Таким образом, Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите кандидатской диссертации Фомичева Максима Дмитриевича на тему «Моделирование, расчет и совершенствование процессов теплообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС».

Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 26 декабря 2025 г., протокол № 19.

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

Официальные оппоненты:

– Аронсон Константин Эрленович, доктор технических наук, профессор, феде-

ральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», главный научный сотрудник кафедры «Турбины и двигатели»;

– Пазушкина Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция им. В.И. Шарапова»

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань.

Ученый секретарь Козлова М.В. кратко докладывает об основном содержании представленных документов (копии диплома магистра, копии диплома об окончании аспирантуры, справки о сданных кандидатских экзаменах, а также заключения организации, где выполнялась работа) и сообщает присутствующим, что все представленные документы соответствуют установленным требованиям.

Соискатель излагает основные положения диссертации и отвечает на вопросы членов совета: Ларина Б.М., Ларина А.Б., Соколова А.К., Горбунова В.А., Шувалова С.И., Бухмирова В.В., Бушуева Е.Н., Ледуховского Г.В.

Объявляется технический перерыв. После технического перерыва совет продолжает свою работу.

Выступает научный руководитель Жуков Владимир Павлович.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа, оформленное в виде выписки из протокола № 4 расширенного заседания кафедры «Атомные электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» от 7 ноября 2025 г.

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и единогласно одобрен на заседании кафедры «Оборудование пищевых производств», протокол №2 от 09.02.2026 г.

Ученый секретарь извещает членов совета, что на автореферат диссертации поступило 7 отзывов:

1. ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»;
2. ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»;
3. АО «Зарубежэнергопроект», г. Иваново;
4. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»;
5. ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»;
6. ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»;
7. ООО «Интер РАО – Управление Электрогенерацией», г. Москва.

Все отзывы положительные. С согласия членов совета Ученый секретарь делает обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации и в отзывах на автореферат.

Слово предоставляется официальному оппоненту Аронсону Константину Эрленовичу. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Слово предоставляется официальному оппоненту Пазушкиной Ольге Владимировне. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии участвуют члены совета: Ларин Б.М., Горбунов В.А., Очков В.Ф., Бухмиров В.В., Ледуховский Г.В.

После заключительного слова соискателя диссертационный совет переходит к тайному голосованию. Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Ларина Б.М., Шувалова С.И., Соколова А.К.

После проведения тайного голосования председатель счетной комиссии совета Ларин Б.М. оглашает протокол счетной комиссии с результатами голосования:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 15 человек.

Присутствовало на заседании 14 членов совета, в том числе по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» – 8.

Выдано бюллетеней – 14. Осталось не выданных бюллетеней – 1. Оказалось в урне бюллетеней – 14.

Результаты голосования по вопросу о присуждении Фомичеву Максиму Дмитриевичу ученой степени кандидата технических наук подано голосов: «за» – 14, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 14, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Фомичева М.Д. с присуждением ему ученой степени кандидата технических наук.

Совет переходит к обсуждению проекта заключения. После обсуждения Совет открытым голосованием единогласно («за» – 14, «против» – нет) принимает следующее заключение:

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.303.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Ивановский
государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20 марта 2026 г. № 20

О присуждении **Фомичеву Максиму Дмитриевичу**, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Моделирование, расчет и совершенствование процессов тепломассообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС» по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» принята к защите 26 декабря 2025 г. (протокол заседания № 19) диссертационным советом 24.2.303.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34, приказом № 512/нк

от 24.03.2023 г.

Соискатель Фомичев Максим Дмитриевич, 25 декабря 1997 года рождения.

В 2021 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (направленность (профиль) образовательной программы: Тепловые электрические станции).

С 2021 по 2025 годы обучался в очной аспирантуре по направлению подготовки 14.06.01 «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии» (направленность (профиль) образовательной программы: Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации) на кафедре «Атомные электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

С 2019 по 2022 годы работал в должности инженера-теплоэнергетика в закрытом акционерном обществе «Ивэнергосервис» (ЗАО «Ивэнергосервис», г. Иваново), в 2022 году в должности инженера-программиста в обществе с ограниченной ответственностью «ДевСоллюшинс» (ООО «ДевСоллюшинс», г. Иваново), с 2022 по 2025 годы в должности программиста в отделе разработки в обществе с ограниченной ответственностью «Информационные технологии бизнеса» (ООО «ИТБ», г. Иваново), с 2025 года по настоящее время в должности разработчика в департаменте разработки в обществе с ограниченной ответственностью «Коммуникационная платформа» (ООО «Коммуникационная платформа», г. Москва).

С 2023 года по настоящее время соискатель работает в должности ассистента кафедры «Прикладная математика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Атомные электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук Жуков Владимир Павлович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», профессор кафедры «Прикладная математика».

Официальные оппоненты:

– Аронсон Константин Эрленович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», главный научный сотрудник кафедры «Турбины и двигатели»;

– Пазушкина Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», доцент кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция им. В.И. Шарапова»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский техноло-

гический университет», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном Николаевым Андреем Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой оборудования пищевых производств, Дмитриевой Оксаной Сергеевной, доктором технических наук, доцентом, доцентом кафедры оборудования пищевых производств, и утвержденном проректором по научной работе и инновациям доктором технических наук Гильмутдиновым Ильфаром Маликовичем, указала, что диссертационная работа Фомичева Максима Дмитриевича представляет собой самостоятельное, завершенное, фундаментально и практически значимое исследование, посвященное разработке технических решений в области аэрогидродинамики и тепло- и массообмена в башенных градирнях, разработке усовершенствованной методики их диагностики в системе оборотного водоснабжения ТЭС и АЭС. Полученные автором научные и практические результаты исследования отвечают поставленным задачам, работа содержит обоснованные выводы. Диссертационная работа Фомичева Максима Дмитриевича на тему «Моделирование, расчет и совершенствование процессов тепломассообмена в башенных градирнях ТЭС и АЭС», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки), является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и математическое описание для их расчета, направленные на повышение энергетической эффективности эксплуатации башенных градирен и имеющие важное значение для развития энергетической отрасли страны. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор, Фомичев Максим Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки). Ведущая организация отметила, что разработанные программные комплексы диагностики могут использоваться персоналом атомных электрических станций для своевременного раннего обнаружения дефектов в системах оборотного водоснабжения, а также для оптимизации режимов работы оборудования указанных систем и повышения энергетической эффективности производства электроэнергии; в проектных организациях разработанные программные комплексы могут применяться при решении задач разработки нового энергетического оборудования и модернизации существующих систем оборотного водоснабжения; в научных и наладочных организациях результаты работы рекомендуются для интеграции разработанных алгоритмов диагностики в автоматизированные системы управления технологическими процессами, что позволит обеспечить раннее обнаружение отклонений от нормальных режимов работы и своевременное принятие корректирующих решений; перспективным направлением является использование предложенной методологии решения обратных задач для формирования критериев оценки качества обслуживания оборудования систем оборотного охлаждения.

Соискатель имеет 23 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ общим объемом 6,23 печатных листа, авторский вклад – 1,85 печатных листа, из них 5 статей опубликованы в рецензируемых изданиях по перечню ВАК Минобрнауки России, 12 тезисов и полных текстов докладов конференций, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Основные результаты диссертационной работы изложены в следующих публикациях:

1. Жуков, В.П. Комбинированная модель тепломассообмена в башенных градирнях / В.П. Жуков, М.Д. Фомичев, Е.В. Барочкин, Е.А. Шуина, С.И. Шувалов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2023. – №5. – С.90 – 96. (0,81/0,16).

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

2. 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 Ивановского государственного энергетического университета. – 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 графических материалов, наглядно иллюстрирующих выявленные закономерности.

3. 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 Ивановского государственного энергетического университета. – 2025. – №. 5. – С. 81–91. (1,28/0,32)

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

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов из организаций: ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» (подписала д-р физ.-мат. наук, профессор Капранова Анна Борисовна, начальник Управления организации научно-исследовательской и интеллектуальной деятельности, заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика»); ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (подписал д-р техн. наук, профессор Бобков Сергей Петрович, профессор кафедры «Информационные технологии и цифровая экономика»); АО «Зарубежэнергопроект», г. Иваново (подписал Разоренов Григорий Валентинович, главный инженер); ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (подписали д-р техн. наук, профессор Дмитриев Андрей Владимирович, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств», д-р физ.-мат. наук, профессор Якимов Николай Дмитриевич, профессор той же кафедры); ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (подписал д-р техн. наук, про-

фессор Огурцов Валерий Альбертович, профессор кафедры «Строительство и инженерные системы»); ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (подписали д-р техн. наук, профессор Гатапова Наталья Цибиковна, заведующий кафедрой «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность»; д-р техн. наук, доцент Пахомов Андрей Николаевич, доцент той же кафедры); ООО «Интер РАО – Управление Электрогенерацией», г. Москва (подписал канд. техн. наук Поляков Андрей Александрович начальник производственно-технического отдела).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, не носят критического характера и касаются полноты и точности формулировок ключевых понятий, обоснованности методологических решений в части расчета отдельных параметров модели и алгоритмов идентификации, ограничений по применимости разработанной методики к объектам различного конструктивного исполнения и разных типоразмеров, а также вычислительных ресурсов, необходимых для реализации расчетов, предложенных подходов и возможности использования предложенных подходов в системах оперативного управления в режиме реального времени.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их научно-исследовательской деятельностью и публикационной активностью в области теоретических и экспериментальных исследований процессов, протекающих в оборудовании ТЭС и АЭС, что позволяет им квалифицированно определить научную и практическую значимость результатов диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: комбинированная *математическая модель* башенной градирни, объединяющая имитационную модель конвективного движения воздуха внутри и снаружи градирни и трехпоточную матричную модель тепломассообмена с учетом фазового перехода в теплоносителе, отличающаяся выделением водяных паров, содержащихся в воздухе, в отдельный модельный поток; *алгоритм* решения обратной задачи диагностики технического состояния охладительной способности градирни на основе решения прямой задачи тепломассообмена;

предложены *оригинальный подход* к моделированию башенных градирен с использованием комбинации матричного трехпоточного описания тепломассообмена и имитационного моделирования полей скоростей воздуха внутри и снаружи градирни; *новая постановка обратной задачи* диагностики технического состояния башенной градирни, позволяющая учитывать неравномерность распределения потоков теплоносителей в башенной градирне;

доказаны *перспективность* использования комбинированного подхода, объединяющего матричную модель тепломассообмена и имитационную модель движения воздуха, для повышения точности расчета процессов в башенных градирнях; *целесообразность* использования разработанных математических моделей башенных градирен при решении прямых задач моделирования и обратных задач диагностики;

введен *подход* к исследованию влияния скорости и направления ветра на распределение воздушных потоков внутри градирни, на основе которого разработаны рекомендации по уменьшению неравномерности воздушных потоков за счет управления степенью открытия регулирующих органов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны: *возможность* применения комбинированного подхода для моделиро-

вания системы обратного охлаждения с учетом фазового перехода в теплоносителях с выделением водяных паров, содержащихся в воздухе, в отдельный поток; **целесообразность** применения методов постановки и решения обратных задач тепломассообмена для диагностики технического состояния градирен и обнаружения дефектов оборудования систем обратного охлаждения;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** методы матричного математического моделирования, имитационного моделирования движения потоков воздуха с использованием программного пакета Ansys Fluent, методы обработки экспериментальных данных, методы анализа тепловой экономичности оборудования ТЭС и АЭС;

изложены: результаты разработки трехпоточной математической модели тепломассообмена в башенной градирне, учитывающей охлаждаемую воду, воздух и водяные пары, содержащиеся в воздухе, как отдельные модельные потоки; **результаты** разработки имитационной модели конвективного движения воздуха внутри и снаружи башенной градирни с использованием программного пакета Ansys Fluent для определения граничных условий и распределения потоков воздуха с учетом ветровых воздействий; **результаты разработки алгоритма** решения обратной задачи диагностики технического состояния градирни на основе решения прямой задачи тепломассообмена; **результаты обработки и анализа экспериментальных данных**, полученных в ходе эксплуатации башенной градирни, использованные для параметрической идентификации соответствующих математических моделей;

раскрыты методы и подходы к разработке комбинированных математических моделей башенных градирен, позволяющих учитывать неравномерность распределения потоков теплоносителей в башенной градирне; **перспективы** использования разработанных математических моделей и алгоритмов для создания систем мониторинга и диагностики технического состояния башенных градирен в режиме реального времени;

изучено влияние скорости ветра на неравномерность распределения воздуха по сечению градирни; влияние неравномерности распределения воды и воздуха по сечению градирни на эффективность системы обратного охлаждения;

проведена модернизация математической модели тепломассообменных процессов, протекающих в башенных градирнях за счет интеграции матричного трехпоточного описания тепломассообмена и имитационной модели аэродинамических процессов, которая учитывает фазовые переходы в теплоносителе и влияние ветровых воздействий на распределение потоков воздуха градирне.

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

разработаны и внедрены математическое описание оросительной градирни как многопоточного теплообменного аппарата на Петрозаводской ТЭЦ; методика решения прямых и обратных задач диагностирования оборудования систем обратного охлаждения в процесс подготовки студентов по направлениям 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»; **разработаны и приняты к рассмотрению** расчетная матричная комбинированная модель башенной градирни с использованием пакета Ansys Fluent, алгоритм и программный комплекс диагностики состояния теплообменного оборудования системы обратного охлаждения на Нововоронежской АЭС АО «Концерн Росэнергоатом»;

определены пределы и перспективы практического использования предложенных математических моделей и алгоритмов диагностики технического состояния башенных градирен, разработанных программ для ЭВМ при решении задач совершенствования их эксплуатации;

создана система практических рекомендаций, способствующих совершенствованию эксплуатации башенных градирен в части мониторинга их технического состояния, основанного на решении обратной задачи диагностики по эксплуатационным данным;

представлены методические рекомендации по совершенствованию эксплуатации башенных градирен за счет использования алгоритмов диагностики их технического состояния на основе математических моделей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ подтверждается использованием для идентификации математических моделей экспериментальных данных, полученных в условиях промышленной эксплуатации с применением сертифицированных методов и средств измерения параметров и подвергнутых метрологической обработке результатов измерения в соответствии с утвержденными нормативными методиками;

теория построена на использовании апробированных методов математического моделирования теплоэнергетического оборудования; полученные результаты согласуются в предельных случаях с опубликованными данными других авторов;

идея базируется на результатах аналитического обзора отечественных и зарубежных исследований по повышению эффективности эксплуатации башенных градирен ТЭС и АЭС, математического моделирования оборудования и расчета технико-экономических показателей основного энергетического оборудования и электрических станций в целом;

использованы сравнение авторских данных, представленных в диссертации, и опубликованных данных, полученных другими авторами, занимающимися вопросами повышения эффективности работы и совершенствования эксплуатации башенных градирен ТЭС и АЭС на основе результатов математического моделирования, анализа технико-экономических показателей энергетического оборудования и электрических станций в целом;

установлено качественное и количественное в пределах установленной величины погрешности совпадение результатов исследований автора с данными по эксплуатации башенных градирен ТЭС и АЭС, а также с опубликованными данными других авторов для идентичных либо аналогичных объектов;

использованы современные методики сбора и обработки результатов экспериментальных и численных исследований, методы матричного математического моделирования, представительные выборочные совокупности экспериментальных данных с обоснованием подбора объектов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в разработке математической модели трехточного теплообмена 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 теплообмена в градирне, в разработке программных комплексов для расчета и диагностики технического состоя-

ния градирни, в апробации полученной методики в рамках работ по созданию научно-технической продукции применительно к Нововоронежской АЭС и Петрозаводской ТЭЦ; в подготовке основных публикаций по тематике диссертационного исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний, подвергающих сомнению научную новизну и практическую ценность результатов диссертационных исследований, не поступило.

На заседании 20 марта 2026 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические решения, обеспечивающие повышение энергетической эффективности работы башенных градирен ТЭС и АЭС за счет разработки и внедрения алгоритмов диагностики технического состояния башенных градирен, вносящие значительный вклад в развитие энергетической отрасли страны, присудить Фомичеву М.Д. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 14, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом заседание диссертационного совета считается закрытым.

Председатель
диссертационного совета

Ледуховский Григорий Васильевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Козлова Мария Владимировна

Подписи Ледуховского Г.В. и
Козловой М.В. заверяю
Ученый секретарь Совета ИГЭУ



Вылгина Юлия Вадимовна