

Протокол № 14
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 июня 2025 года

при защите диссертации Добрыднева Дениса Владимировича на тему
«Совершенствование циклов паротурбинных установок энергокомплексов малой
мощности путем замещения конденсации пара на его абсорбцию»
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) | к-т 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.

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 Добрыднева Дениса Владимировича на тему «Совершенствование циклов паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности путем замещения конденсации пара на его абсорбцию». Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 14 апреля 2025 г., протокол № 12.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Папин Владимир Владимирович доцент кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника»

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова».

Официальные оппоненты:

– Дмитренко Артур Владимирович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», заведующий кафедрой «Теплоэнергетика транспорта»;

– Угланов Дмитрий Александрович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», профессор кафедры «Теплотехника и тепловые двигатели».

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва.

Ученый секретарь Козлова М.В. кратко докладывает об основном содержании представленных документов (копии диплома магистра, копии диплома об окончании аспирантуры, содержащего сведения о результатах освоения программы подготовки научно-педагогических кадров и сданных дисциплинах, 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: Горбунова В.А., Очкова В.Ф., Шувалова С.И., Жукова В.П., Соколова А.К., Ларина Б.М., Бухмирова В.В.

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

Выступает научный руководитель Папин Владимир Владимирович.

Ученый секретарь оглашает заключение кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (протокол №9 от 5 марта 2025 г.).

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва. Диссертация, автореферат, а также отзыв ведущей организации обсуждены на заседании кафедры промышленных теплоэнергетических систем, протокол №06/25 от 22 мая 2025 г.

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

1. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург;
2. ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»;
3. ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»;
4. Пятигорский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский Федераль-

ный университет»;

5. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар;

6. ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», г. Ростов-на-Дону;

7. ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала.

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 Дмитренко Артуру Владимировичу. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Ученый секретарь зачитывает положительный отзыв официального оппонента Угланова Дмитрия Александровича, отсутствующей по уважительной причине. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии участвуют члены совета: Ларин Б.М., Горбунов В.А..

После заключительного слова соискателя диссертационный совет переходит к тайному голосованию. Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Ларина Б.М. Очкова В.Ф., Белякова А.Н.

После проведения тайного голосования председатель счетной комиссии совета Беляков А.Н. 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 Добрыдневу Денису Владимировичу ученой степени кандидата технических наук подано голосов: «за» – 13, «против» – нет, недействительных бюллетеней – 1.

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

Председательствующий поздравляет соискателя Добрыднева Д.В. 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 июня 2025 г. № 14

О присуждении **Добрыдневу Денису Владимировичу**, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование циклов паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности путем замещения конденсации пара на его абсорбцию» по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» принята к защите 14 апреля 2025 г. (протокол заседания № 12) 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 Добрыдnev Денис Владимирович, 12 июля 1997 года рождения.

В 2020 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» по программе магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (направленность (профиль) образовательной программы: «Тепловые электрические станции»).

С 2020 по 2024 годы обучался в очной аспирантуре по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (направленность (профиль) образовательной программы: Энергетические системы и комплексы) на кафедре «Тепловые электрические станции и теплотехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Минобрнауки России.

С 2019 по 2020 годы работал в должности инженера по ремонту в производ-

ственно-техническом отделе в Муниципальном унитарном предприятии «Новочеркасские тепловые сети». С 2020 года по настоящее время работает в должности инженера по продажам оборудования в отделе продаж в обществе с ограниченной ответственностью «ИНГЕНИУМ». В 2022 и 2023 годах работал по совместительству в должности техника кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника» в ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Минобрнауки России. С 2024 года по настоящее время работает по совместительству в должности ассистента кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника» в ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Тепловые электрические станции и теплотехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук Папин Владимир Владимирович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», доцент кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника».

Официальные оппоненты:

– Дмитренко Артур Владимирович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», заведующий кафедрой «Теплоэнергетика транспорта»;

– Угланов Дмитрий Александрович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», профессор кафедры «Теплотехника и тепловые двигатели» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Яворовским Юрием Викторовичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой промышленных теплоэнергетических систем и Гапо Евгением Ген-

надьевичем, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры промышленных теплоэнергетических систем и утвержденном проректором по науке и инновациям, доктором технических наук Комаровым Иваном Игоревичем, указала, что диссертационная работа Добрыднева Дениса Владимировича на тему «Совершенствование циклов паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности путем замещения конденсации пара на его абсорбцию», 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, имеющие важное значение для развития энергетической отрасли страны. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки). Результаты диссертационного исследования апробированы на научно-технических конференциях и опубликованы в журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ. Диссертация «Совершенствование циклов паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности путем замещения конденсации пара на его абсорбцию» соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ, установленным в п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в актуальной редакции), а ее автор, Добрыднев Денис Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы» (технические науки). Ведущая организация отметила, что приведенные в диссертации исследования и разработанные технические решения по повышению эффективности цикла Ренкина рекомендуются к использованию в проектных организациях, занимающихся разработкой и проектированием теплоэнергетического оборудования и систем, а также на производственных и энергетических предприятиях, имеющих источники сбросной теплоты (объекты ПАО «РусГидро», Новочеркасская ГРЭС, тепловые электрические станции, металлургические комбинаты и т.д.). Технические решения паротурбинных установок малой мощности и методика расчета «модернизированного цикла» рекомендуются к использованию в учебном процессе при реализации образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

Соискатель имеет 56 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ общим объемом 11,35 печатных листа, авторский вклад – 2,26 печатных листа, из них 4 статьи опубликованы в рецензируемых изданиях по перечню ВАК Минобрнауки России, 5 тезисов и полных текстов докладов конференций, 1 учебное пособие, получено 2 патента РФ на изобретение. В диссертации отсутствуют недо-

стоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Основные результаты диссертационной работы изложены в следующих публикациях:

1. **Добрыднев, Д.В.** Исследование влияния схемных решений на электрическую мощность турбоустановки модернизированного цикла Ренкина / **Д.В. Добрыднев, В.В. Папин, Р.В. Безуглов, Н.А. Ведмичев** // Известия высших учебных заведений. Электро-механика. – 2024. – Т. 67, №2. – С. 108-123 (1,87 /0,468 п. л.)

Соискателем Добрыдневым Д.В. выполнены: разработка схемных решений модернизированного цикла Ренкина; разработка методики термодинамического анализа схем модернизированного цикла для варианта с водоаммиачным раствором в качестве рабочего тела; параметрический анализ схемных решений модернизированного цикла и сравнение полученных результатов с традиционными решениями; анализ полученных результатов.

2. **Добрыднев, Д.В.** Расчет модернизированного цикла Ренкина с бромистолитиевым раствором в качестве рабочего тела / **Д.В. Добрыднев, В.В. Папин, Р.В. Безуглов, Н.Н. Ефимов, Е.М. Дьяконов, А.С. Шмаков** // Теплоэнергетика. – 2024. – №2. – С. 3-14 (1,29 /0,215 п. л.)

Переводная версия: **Dobrydnev, D.V.** Calculation of an Upgraded Rankine Cycle with Lithium Bromide Solution As a Working Flow / **D.V. Dobrydnev, V.V. Papin, R.V. Bezuglov, N.N. Efimov, E.M. D'yakonov, A.S. Shmakov** // Thermal Engineering. – 2024. – Vol. 71, No. 2. – P. 97-107 (индексируется в наукометрических международных базах цитирования Scopus и Springer)

Соискателем Добрыдневым Д.В. выполнены: разработка концепции и методики термодинамического анализа модернизированного цикла Ренкина с бромистолитиевым раствором; анализ теплофизических и термодинамических свойств рабочего тела; расчет модернизированного цикла Ренкина с бромистолитиевым раствором и традиционного цикла Ренкина с водой в различных условиях, сравнение показателей; анализ полученных результатов.

3. **Папин, В.В.** Модернизированный паросиловой цикл, работающий по абсорбционному принципу / **В.В. Папин, Н.Н. Ефимов, Д.В. Добрыднев, Е.М. Дьяконов, Р.В. Безуглов, А.С. Шмаков** // Промышленная энергетика. – 2022. – №1. – С. 18-27 (1,17/0,195 п. л.).

Соискателем Добрыдневым Д.В. выполнены: литературный обзор; разработка общей концепции модернизированного цикла Ренкина, функционирующего за счет про-

цесса абсорбции отработавшего после турбины пара; разработка схемного модернизированного цикла с водоаммиачным раствором в качестве рабочего тела и методики его расчета; построение цикла разработанного решения в диаграмме энтальпия-концентрация; анализ полученных результатов.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов из организаций: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург (подписал д-р техн. наук, профессор Баранов Игорь Владимирович, директор образовательного центра «Энергоэффективные инженерные системы»); ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (подписал канд. техн. наук, доцент Ильин Роман Альбертович, заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и холодильные машины»); ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (подписал канд. физ.-мат. наук Ирха Владимир Александрович, проректор по научной работе и инновациям); Пятигорский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский Федеральный университет» (подписал д-р техн. наук, профессор Першин Иван Митрофанович, профессор кафедры «Системы управления и информационные технологии»); ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар (подписал канд. техн. наук, доцент Кочарян Евгений Валерьевич, заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и теплотехника»); ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», г. Ростов-на-Дону (подписал канд. техн. наук, доцент Богославский Александр Евгеньевич, заведующий кафедрой «Тяговый подвижной состав»); ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала (подписал д-р техн. наук, доцент Ахмедов Ганапи Янгиевич, заведующий кафедрой «Физика»).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, не носят критического характера и касаются полноты представления материалов и результатов исследования в автореферате, обоснованности выбора рабочих растворов, пределов их применения и имеющихся ограничений, возможности применения других веществ в модернизированном цикле, оценки свойств рабочих тел; технико-экономического обоснования разработанного решения и сравнения полученных результатов с имеющимися аналогами; вариантов схемных решений модернизированного цикла; ограничений в части применения модернизированного цикла и выбранных рабочих тел; особенностей работы паротурбинных установок, основанных на модернизированном цикле; возможности применения модернизированного цикла в условиях, не рассмотренных в диссертации (в частности, для

других вариантов источников теплоты и типов паровых турбин); обоснованности и полноты выполненного параметрического анализа; массогабаритных показателей; регулирования работы паротурбинной установки.

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 анализа цикла Ренкина, теоретических исследований энергоустановок малой мощности и технических систем для утилизации теплоты, исследований протекающих в тепломассообменном оборудовании процессов, что позволяет им квалифицированно определить научную и практическую значимость результатов диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: *способ* повышения эффективности паротурбинных энергоустановок малой мощности, за счет замещения процесса конденсации отработавшего после турбины пара на его абсорбцию путем совмещения паросилового цикла и цикла абсорбционного преобразователя теплоты; *методики* термодинамического и эксергетического анализа модернизированного цикла Ренкина, учитывающие особенности функционирования термохимического насоса, типы рабочих тел, вариации схемных решений.

предложены новые технические решения, направленные на совершенствование циклов паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности, работающих в условиях утилизации теплоты, путем замещения конденсации отработавшего после турбины пара на процесс абсорбции и регенерации теплоты рабочих тел или растворов с целью повышения энергетической эффективности;

доказаны: *перспективность* использования в циклах паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности, работающих в условиях утилизации теплоты среднего и низкого потенциала, процесса абсорбции отработавшего после турбины пара;

введено понятие «модернизированный цикл Ренкина» для обозначения цикла паротурбинной установки, в которой процесс конденсации отработавшего после турбины пара замещен на процесс абсорбции, а в качестве рабочего тела применяется раствор рабочих веществ;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны: *целесообразность* применения в циклах паротурбинных установок

энергокомплексов малой мощности, работающих при температурах пара перед турбиной в диапазоне 100-300°C в условиях утилизации теплоты, вместо конденсации отработавшего после турбины пара процесса его абсорбции; **целесообразность** использования регенерации теплоты раствора для повышения эффективности цикла; **обоснованность** разработанных методик термодинамического и эксергетического анализа модернизированного цикла Ренкина;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** методы математического моделирования, технической термодинамики и теории тепломассообмена, анализа и обработки информационных источников, технико-экономических расчетов в энергетике;

изложены: идея замещения процесса конденсации отработавшего после турбины пара его абсорбцией; **результаты** параметрического анализа модернизированного цикла с водоаммиачным и бромистолитиевым растворами для различных условий работы паротурбинной установки в целом и «термохимического насоса» в частности;

раскрыты возможности и ограничения существующих решений в части применения паротурбинных установок малой мощности, предназначенных для утилизации теплоты среднего и низкого потенциалов; схемные и режимные аспекты технических решений, обеспечивающие повышение эффективности работы паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности в условиях утилизации теплоты;

изучено влияние параметров термохимического насоса, в том числе кратности циркуляции и концентраций растворов, на эффективность и основные характеристики модернизированного цикла Ренкина;

проведена модернизация цикла Ренкина путем включения в его схему абсорбера, генератора пара, дроссельного устройства и регенеративного теплообменника вместо конденсатора и котла-утилизатора, а также за счет применения двухкомпонентного раствора в качестве рабочего тела.

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

разработаны и рекомендованы к внедрению в программу модернизации Новочеркасской ГРЭС в качестве возможных решений по оптимизации работы станции разработанные технические и схемные решения, обеспечивающие повышение эффективности работы паротурбинных установок малой мощности в условиях утилизации сбросной тепло-

ты, а также методика термодинамического анализа модернизированного цикла паротурбинных установок малой мощности в филиале ПАО «ОГК-2» – «Новочеркасская ГРЭС» (г. Новочеркасск Ростовской обл.); разработанные технические решения, обеспечивающие повышение эффективности работы паротурбинных установок малой мощности, а также разработанные схемы утилизации вторичных энергетических ресурсов с целью выработки электроэнергии посредством паротурбинных установок с их использованием в качестве вариантов при определении планов строительства и реконструкции энергетических комплексов ПАО «РусГидро» (г. Красноярск); **приняты к использованию** схемные решения паротурбинных установок энергокомплексов малой мощности с замещением конденсации пара процессом абсорбции, методика термодинамического и эксергетического анализа, методика технико-экономического анализа, запатентованные технические решения в части совершенствования циклов паротурбинных установок путем замещения конденсации пара процессом абсорбции в учебном процессе при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплинам «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», «Энергосберегающие технологии при производстве электроэнергии и теплоты» для студентов по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», при организации научно-исследовательской работы студентов на кафедре «Тепловые электрические станции и теплотехника» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»;

определены пределы и перспективы практического использования разработанных технических решений по совершенствованию эффективности паротурбинных установок в рамках энергокомплексов для утилизации теплоты с учетом теплофизических и эксплуатационных свойств рассмотренных рабочих веществ модернизированного цикла, в частности, бромистолитиевого и водоаммиачного растворов;

создана система практических рекомендаций по совершенствованию паротурбинных установок малой мощности, работающих в условиях утилизации сбросной теплоты технологических и энергетических установок, способствующих повышению их энергетической эффективности и электрической мощности за счет применения в цикле Ренкина процесса абсорбции отработавшего после турбины пара;

представлены рекомендации по повышению энергетической эффективности паротурбинных установок малой мощности на базе цикла Ренкина, работающих при температурах пара перед турбиной 100-300°C в условиях утилизации теплоты, путем замещения конденсации отработавшего после турбины пара на процесс его абсорбции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на использовании апробированных методов расчетов, основанных на фундаментальных законах технической термодинамики; теории тепло- и массообмена; обоснованностью принятых в работе допущений; полученные результаты согласуются в предельных случаях с опубликованными данными других авторов;

идея базируется на результатах аналитического обзора отечественных и зарубежных исследований по повышению эффективности паротурбинных установок путем совершенствования цикла Ренкина, термодинамического и эксергетического анализа абсорбционных преобразователей теплоты и паротурбинных установок, расчета тепло-массообменного оборудования и технико-экономических показателей основного и вспомогательного оборудования абсорбционных преобразователей теплоты и паротурбинных установок;

использованы сравнение авторских данных, представленных в диссертации, и опубликованных данных, полученных другими авторами, занимающимися вопросами повышения эффективности паротурбинных установок путем совершенствования цикла Ренкина с использованием метода математического моделирования теплоэнергетического и тепломассообменного оборудования, анализа технико-экономических показателей основного и вспомогательного оборудования абсорбционных преобразователей теплоты и паротурбинных установок;

установлено качественное и количественное в пределах установленной величины погрешности совпадение результатов исследований автора с опубликованными данными других авторов для идентичных либо аналогичных объектов для предельных случаев;

использованы современные методики обработки результатов численных исследований, методы математического моделирования теплоэнергетического и тепломассообменного оборудования.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном выполнении всех этапов проведенных исследований, а именно: в анализе существующих технологий на базе цикла Ренкина, применяемых для утилизации теплоты энергетических и технологических установок; разработке модернизированного цикла Ренкина паротурбинных установок малой мощности, работающих в условиях утилизации теплоты, в котором конденсация отработавшего после турбины пара замещена на процесс абсорбции; анализе свойств рабочих веществ усовершенствованного цикла; разработке схемных решений с целью совершенствования энергетических и эксплуатационных характеристик цикла; разработке методики

