ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.310.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «18» декабря 2025 г., № 15

О присуждении Куницкому Вячеславу Андреевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Энергосберегающий способ локальной утилизации теплоты сточных вод на основе теплообменного аппарата», по специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника принята к защите «13» октября 2025 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом 24.2.310.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, приказ № 836/нк от 20.04.2023 г.

Соискатель Куницкий Вячеслав Андреевич родился 9 июня 1996 года в городе Вологде, Вологодская область, Россия.

Куницкий В.А. в 2018 г. окончил Вологодский государственный университет по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», и в том же году поступил в магистратуру Вологодского государственного университета по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», которую окончил в 2020 году.

С 2020 по 2024 год обучался в очной аспирантуре Вологодского

государственного университета по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, направленность «Промышленная теплоэнергетика», которую успешно закончил в 2024 году с присуждением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

С 2019 года соискатель занимается разработкой проблемы полезного использования тепловой энергии хозяйственно-бытовых сточных вод на основе теплообменного аппарата, расположенного в непосредственной близости к месту образования стоков. Данное исследование начато во время обучения соискателя в магистратуре и продолжено в период обучения в аспирантуре. Результатом проведённого исследования стала диссертация на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.

С 2020 года по настоящее время Куницкий В.А. работает в Вологодском государственном университете (в период с 2020 г. по 2024 г. на кафедре теплогазоводоснабжения, а с 2024 г. на кафедре электрооборудования), занимая преподавательские должности (ассистент, преподаватель, старший преподаватель).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Лукин Сергей Владимирович, ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», заведующий кафедрой теплоэнергетики и теплотехники.

Официальные оппоненты:

1. Темлянцев Михаил Викторович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теплоэнергетики и экологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

2. Лопатин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент, Заведующий кафедрой «Реактивные двигатели и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань.

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический)

федеральный университет имени М. В. Ломоносова», г. Архангельск, в своём положительном отзыве, утвержденном первым проректором по стратегическому развитию и науке, д.т.н., доцентом Марьяндешвым Павлом Андреевичем, подписанным профессором кафедры теплоэнергетики и теплотехники, д.т.н., профессором Любовым Виктором Константиновичем и первым проректором по стратегическому развитию и науке, д.т.н., доцентом Марьяндешвым Павлом Андреевичем указала, что работа содержит разработку и исследование проблемы полезного использования тепловой энергии хозяйственно-бытовых сточных вод, отводимых от душевых устройств, при помощи теплообменного аппарата, а именно: разработанную методику теплового расчета утилизационных теплообменных аппаратов и выявленные закономерности влияния условий эксплуатации теплообменного оборудования на эффективность рекуперации тепловой энергии сточных вод. В заключении отзыва указано, что диссертационная работа соответствует требованиям пунктов 9-11, 13, 14 установленными Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2020 г. № 842 (в актуальной редакции) на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Куницкий Вячеслав Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.

Соискатель имеет 23 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 23 работы общим объемом 12,27 печатных листов и авторским вкладом 7,30 печатных листов; из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, опубликовано 1 работа, объёмом 1,34 печатных листов и авторским вкладом 0,67 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России по специальности диссертации, опубликовано 2 работы, объёмом 2,54 печатных листа и авторским вкладом 1,27 печатных листа; в других изданиях, в материалах и тезисах российских и международных научных конференций опубликовано 20 работ общим объёмом 8,58 печатных листов и авторским вкладом 5,80 печатных листа; 1 свидетельство о государственной регистрации

программы для ЭВМ; 1 патент на полезную модель.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Куницкий, В.А. Характеристики теплообменника для локальной утилизации теплоты сточных вод при различных условиях эксплуатации / В.А. Куницкий, С.В. Лукин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2024. – Т. 26. – № 2. – С. 176–186.

2. Куницкий, В.А., Лукин С.В. Определение эффективности локальной утилизации теплоты сточных вод на основе теплообменного аппарата / В.А. Куницкий, С.В. Лукин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2024. –Т. 26 – № 4. – С. 136–149.

3. Куницкий, В. А. Исследование нестационарных режимов работы утилизационного теплообменного устройства на основе математического моделирования / В. А. Куницкий, С. В. Лукин // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2022. – Т. 14 – № 4(56). – С. 69–79.

4. Куницкий В. А., Верификация нестационарной математической модели тепловой работы утилизационного теплообменного аппарата на основе экспериментального испытания / В. А. Куницкий, С. В. Лукин // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2023. – Т. 15 – № 3(59). – С. 57–69.

5. Soloveva O., Solovev S., Kunitsky V. et al. Determination of the optimal heat exchanger configuration for wastewater heat recovery // E3S Web of Conferences. International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Environmental Technologies (EMMFT-2023); 9-13 October 2023; Voronezh, Russia. Vol. 458.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов. Все они положительные, с замечаниями – 6.

Отзывы прислали:

1. Кандидат технических наук, главный специалист проектного офиса ООО «Центротех-Инжиниринг», Афанасьева Ольга Валерьевна.

*Замечания:*

1. В работе не рассматривается вопрос допустимой минимальной температуры для хозяйственно-бытовых сточных вод. Не приведёт ли комплекс энергосберегающих мероприятий, направленный на рекуперацию теплоты стоков к некорректному режиму работы системы водоотведения?

2. Работу бы существенно дополнил пример расчёта теплопередачи в теплообменном аппарате, учитывающей теплоизоляционное влияние налета, образующегося естественным путём на наружных стенках труб.

3. Насколько велики теплопотери через стенки корпуса теплообменника? В работе принимается допущение, что они отсутствуют. Насколько обоснованно данное упрощение?

2. Кандидат технических наук, доцент кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем, факультета энергетических систем федерального государственного бюджетного образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет", Бурцев Алексей Петрович.

*Замечания:*

1. При реальном использовании водоразборного устройства потребителем наблюдается ли неравномерность массового расхода или изменение температуры воды в течение гигиенической процедуры?

2. Работу бы существенно дополнили примеры тепловых расчетов аналогичных теплообменных устройств.

3. Работу бы существенно дополнило сравнение результатов математического моделирования теплопередачи, учитывающего тепловую инерцию стенки труб с математической моделью, в которой это явление не учитывается.

3. Кандидат технических наук, инженер по режимно-наладочным испытаниям котлоагрегатов, производственная лаборатория, Акционерное

общество «Вологдагортеплосеть», Покровский Михаил Сергеевич.

*Замечания:*

1. Почему не рассматривалась ситуация, при которой сточная вода движется внутри труб, а холодная нагреваемая среда движется в корпусе теплообменного аппарата?

2. В работе не представлен пример сметы для реализации энергосберегающего мероприятия на основе локальной утилизации теплоты стоков. Данная информация бы способствовала обсуждению и оценке проекта в технико-экономическом контексте.

3. В работе предлагается только механическая очистка теплообменной поверхности. Почему не рассматривается вопрос химического воздействия на образующийся слой отложений на теплообменной поверхности? Возможно, в таком случае не понадобилась бы съёмная верхняя крышка теплообменного аппарата.

4. Кандидат экономических наук, ведущий специалист управления финансового мониторинга и валютного контроля Акционерного общества «СЕВЕРГАЗБАНК», Потемкина Юлия Владимировна.

*Замечания:*

1. Автор в примере использования методики оперирует термином «расчетные капитальные затраты на проведение энергосберегающего мероприятия», при этом им не приводятся данные о распределении капитальных затрат по статьям.

2. Учитывались ли автором эксплуатационные затраты при определении экономического эффекта и срока окупаемости?

3. Считаю, что работа выглядела бы более содержательной, если бы в ней был приведён расчет экономического эффекта от энергосберегающего мероприятия в долгосрочной перспективе (от 10 лет) с учетом индексации тарифов на тепловую энергию.

4. Поскольку тарифы на тепловую энергию устанавливаются субъектами РФ на основании различных методик, они существенно варируются от региона к региону. Исследовался ли автором вопрос, как особенности

тарифообразования отдельного субъекта Российской Федерации, а также вид потребителя (население, предприниматели, организации), влияют на эффективность предлагаемого им энергосберегающего мероприятия?

5. Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Математики Военного ордена Жукова университета радиоэлектроники, Синицын Николай Николаевич.

*Замечания:*

1. В автореферате не обоснован выбор хозяйственно-бытовых сточных вод, образующихся в душевых, для исследования способа локальной утилизации тепловой энергии стоков. Почему именно душевые?

2. В диссертации полученные экспериментальные данные представлены внутри текста в виде таблиц. Считаю, что более корректно с точки зрения представления результатов было бы вынести эти данные в Приложение к работе.

3. Работа выглядела бы более содержательно, если бы в ней был рассмотрен вопрос использования теплообменников для локальной утилизации теплоты сточных вод, образующихся от группы водоразборных устройств (например, работающих с одинаковыми режимными параметрами или разными).

4. Можно ли использовать полученные в работе результаты для других водоразборных устройств? В диссертации на этот вопрос ответ прямо не дан.

6. Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»), Яковлев Виктор Александрович.

*Замечания:*

1. Из автореферата не понятно, если в качестве теплообменной поверхности в теплообменнике используется гофрированная труба (стр. 13, рис. 4, поз. 1), то на каком основании выбрана расчётная зависимость для критерия Нуссельта (формула 4) для случая теплообмена с горизонтальной пластиной?

2. Нет понимания как автор предлагает выполнять очищение гофрированных труб от загрязнений (особенно стороны, обращённой к днищу лотка), которые в процессе эксплуатации непременно будут осаждаться на поверхности теплообменных труб, и которые могут оказывать весьма сильное влияние на снижение теплообмена интенсивности теплообменных процессов.

3. В автореферате не понятен Рисунок 4 (стр. 13), который по количеству теплообменных труб не согласуется с Рисунком 1 и 2 (стр. 9) (На рис. 1 – 12 труб; на рис. 2 – 8 труб; на рис. 4 – 2 трубы). Какое количество труб в исследуемом теплообменнике?

4. Из автореферата не понятно производился ли численный анализ работы предлагаемого устройства с применением современных вычислительных программных комплексов для математического моделирования (CAE-систем) таких как, ЛОГОС, FlowVision, ANSYS и др.)?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и их квалификацией определять научную и практическую ценность диссертации.

Официальный оппонент Темлянцев Михаил Викторович – доктор технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов», является крупным специалистом в области тепломассообменных процессов, протекающих в высокотемпературных теплотехнических установках, и в области энергетической эффективности крупных производств, автор 436 научных и научно-методических работ.

Официальный оппонент Лопатин Алексей Александрович – кандидат технических наук по специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, является специалистом в области тепломассообменных и гидравлических процессов, протекающих в авиационных двигателях, автор 73 научных работ.

Выбор ведущей организации – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» (г. Архангельск)

обусловлен тем, что организация широко известна своими достижениями в области исследований тепломассообмена и гидрогазодинамики, а также в области фундаментальных знаний теплотехники. Обладая мощным научным потенциалом и содержательным опытом практической деятельности, сотрудники организации способны оценить научную, практическую и теоретическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** математическая модель теплопередачи в утилизационном теплообменном аппарате исследуемой конструкции для рекуперации теплоты хозяйственно-бытовых сточных вод при нестационарном и стационарном тепловом режиме эксплуатации;

**предложена** инженерная методика, позволяющая определять характеристики утилизационного теплообменного аппарата, количество полезно утилизированной тепловой энергии, тепловую инерцию устройства, относительную экономию тепловой энергии (для реализации методики составлен алгоритм);

**доказано,** что необходимо учитывать влияние условий эксплуатации утилизационного теплообменного аппарата для корректного определения потенциального эффекта от энергосберегающего мероприятия;

**введена** классификация условий эксплуатации теплообменного аппарата по степени оказываемого влияния на эффективность рекуперации теплоты сточных вод, устанавливающая, какие значения факторов необходимо определять точно, а какие можно использовать из нормативной литературы;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**изложены** результаты численного исследования процесса теплопередачи, протекающего в утилизационном теплообменном аппарате при стационарном и нестационарном тепловом режиме эксплуатации;

**изучено** влияние различных факторов (условий эксплуатации теплообменного аппарата) на эффективность рекуперации теплоты хозяйственно-бытовых сточных вод;

**доказано,** что при планировании энергосберегающего мероприятия необходимо учитывать влияние условий эксплуатации на эффективность рекуперации теплоты хозяйственно-бытовых сточных вод; в противном случае возможно проектирование теплообменного аппарата с нерациональными характеристиками;

**проведена модернизация** наиболее распространенного способа реализации энергосберегающего мероприятия на основе теплообменного аппарата для рекуперации теплоты хозяйственно-бытовых сточных вод, заключающаяся в: определении планируемого эффекта, доступного физического пространства для размещения теплообменника и учёте условий эксплуатации.

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

**разработан и внедрен** способ локальной утилизации теплоты сточных вод на основе использования утилизационного теплообменника оригинальной конструкции в непосредственной близости от места разбора горячей воды;

**определены** факторы, оказывающие существенное влияние на эффективность рекуперации тепловой энергии хозяйственно-бытовых сточных вод при помощи теплообменного аппарата;

**создана** и зарегистрирована программа для ЭВМ, предназначенная для моделирования процесса теплопередачи в теплообменном аппарате исследуемой конструкции; создана более рациональная конструкция теплообменного аппарата для локальной утилизации теплоты сточных вод в непосредственной близости от места разбора горячей воды (патент на полезную модель).

**представлены** оценка энергетической эффективности и экономической целесообразности использования предлагаемого решения рекуперации теплоты хозяйственно-бытовых сточных вод.

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

**результаты экспериментальных исследований** для подтверждения достоверности полученных значений численных расчетов были получены при

помощи средств измерений, имеющих действительное свидетельство о поверке, а также корректным использованием положений теории проведения инженерного эксперимента;

**теория** не противоречит информации, известной из литературных источников, соответствует теоретическим и экспериментальным работам других авторов, которые были опубликованы ранее, и основана на применении законов тепломассообмена и гидравлики;

**идея базируется** на положениях, совокупность которых дает возможность повысить эффективность полезного использования тепловой энергии сточных вод на основе теплообменного аппарата;

**использован** метод численного моделирования, а также известные и закрепившиеся на практике подходы к сбору и анализу полученных данных;

**установлено** согласование полученных результатов при численном моделировании с эмпирическими данными, полученными при экспериментальном испытании;

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии во всех этапах получения результатов, представленных в диссертации, в разработке математической модели теплопередачи в теплообменном устройстве, в самостоятельной разработке экспериментальной установки, проведении экспериментов, последующей обработке полученных эмпирических данных, в разработке методики проектирования теплообменного устройства с рациональными параметрами, в разработке рекомендаций по применению разработанного устройства для утилизации теплоты сточных вод, в оценке энергетического потенциала, доступного для полезной утилизации тепловой энергии сточных вод, в разработке полезной модели утилизационного теплообменного аппарата, в подготовке публикаций по теме исследования и выступлений на конференциях.

**Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.** Разработанные в рамках диссертационного исследования математические модели, алгоритмы расчета и технические решения целесообразно использовать: 1) в проектных организациях, занимающихся

проектированием систем теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения в жилых, общественных и промышленных зданиях); 2) собственникам и пользователям объектов теплопотребления (душевых), планирующих энергосберегающее мероприятие на основе локальной утилизации тепловой энергии хозяйственно-бытовых сточных вод; 3) в вузах при подготовке специалистов по теплоэнергетическим и технологическим направлениям.

В ходе защиты диссертации существенных критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было. Соискатель Куницкий Вячеслав Андреевич аргументировано ответил на замечания и задаваемые ему в ходе заседания вопросы. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

**Заключение.** Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Куницкого Вячеслава Андреевича «Энергосберегающий способ локальной утилизации теплоты сточных вод на основе теплообменного аппарата» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, где получены расчетные и эмпирические данные позволяющие оценить энергетическую эффективность рекуперации тепловой энергии хозяйственно-бытовых сточных вод на основе теплообменного аппарата, а также определить рациональные характеристики теплообменного аппарата, соответствующие условиям эксплуатации.

Работа соответствует критериям, установленным п. 9 за научно-квалификационную работу, в которой содержится решения научной задачи, имеющей значение для развития энергетической отрасли страны, п. 10 за новые научные результаты, полученные соискателем самостоятельно в области теоретической и прикладной теплотехники, пп. 11, 13 за публикацию основных научных результатов в 2 изданиях из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, п. 14 за соблюдение правил цитирования и указание источников информации других авторов в научной работе «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 18 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения по совершенствованию методик, направленные на повышение энергетической эффективности систем утилизации теплоты сточных вод для нужд горячего водоснабжения, имеющие существенное значение для развития теоретической и прикладной теплотехники, присудить Куницкому Вячеславу Андреевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 15, против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель
диссертационного совета Дмитриев Андрей Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета Борисова Светлана Дмитриевна

«18» декабря 2025 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
Специалист ОК