

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.419.02, СОЗДАННОГО НА  
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА  
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 12 декабря 2024 года № 6

О присуждении Третьяковой Полине Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование систем централизованного теплоснабжения с использованием тепловых насосов» по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение принята к защите 03 октября 2024 года, протокол заседания № 4, диссертационным советом 24.2.419.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38, приказ о создании диссертационного совета № 44/нк от 30.01.2019 года).

Соискатель Третьякова Полина Александровна, 31 августа 1987 года рождения, в 2010 году с отличием окончила ГОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности «Промышленная теплоэнергетика», в 2016 году окончила с отличием ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю «Промышленная теплоэнергетика» с присвоением квалификации магистр, работает в должности старшего преподавателя на кафедре «Промышленная теплоэнергетика» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Инженерные сети и сооружения» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Степанов Олег Андреевич, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», кафедра «Промышленная теплоэнергетика», профессор кафедры.

**Официальные оппоненты:**

Рафальская Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», профессор кафедры;

Кириченко Анна Сергеевна, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», кафедра «Электротехника, теплотехника и возобновляемые источники энергии», доцент кафедры – дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** - ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск, в своем положительном отзыве, подписанном Ведрученко Виктором Родионовичем, доктором технических наук, профессором, кафедра «Теплоэнергетика», профессор кафедры, и Финиченко Александрой Юрьевной, кандидатом технических наук, доцентом, кафедра «Теплоэнергетика», заведующий кафедрой, указала, что научные результаты являются обоснованными и достоверными, так как получены с использованием методов исследования, основанных на математическом моделировании, методе экспертной оценки, экспериментальных исследованиях. Исследование обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, которая заключается в разработке новой методики проектирования системы теплоснабжения на основе применения тепловых насосов, расположенных в центральных тепловых пунктах, и использующие вторичные энергоресурсы тепловых электростанций. Получены зависимости, позволяющие исследовать изменение коэффициента использования теплоты топлива и удельной выработки электроэнергии на ТЭЦ при применении тепловых насосов в тепловых пунктах от соотношения выработки тепловой и электрической энергии, коэффициента трансформации теплового насоса, снижения потерь теплоты в тепловых сетях и снижения расхода электроэнергии на привод сетевых насосов. Разработана методика выбора трассы тепловой сети на основе структурированной многофакторной сетки и экспертной оценки. Разработана методика оценки эффективности существующих схем тепловой сети с учетом экономических,



экологических, эксплуатационных и технологических факторов, приведенных к удельным величинам. Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Третьяковой П.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые, научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Автор диссертации Третьякова П.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, 6 работ в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus, 1 патент на полезную модель.

Наиболее значимые по теме диссертации работы:

1. Степанов, О.А. Возможность применения тепловых насосов на тюменской ТЭЦ-1/ О.А. Степанов, П.А. Третьякова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2020. – № 1. – С.12-16. – 0,31 п.л. (Авторское участие – 0,16 п.л.).

2. Третьякова, П.А. Показатели эффективности применения тепловых насосов в системе централизованного теплоснабжения/ П.А. Третьякова, А.А. Меньшикова, Т.В. Третьякова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2020. – № 2. – С.17-21. – 0,31 п.л. (Авторское участие – 0,16 п.л.).

3. Третьякова, П.А. Выбор трассы тепловой сети // Энергосбережение и водоподготовка. – 2023. – № 2. – С.37-44. – 0,44 п.л. (Авторское участие – 0,44 п.л.).

4. Третьякова, П.А. Критерии оценки эффективности системы теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. – 2023. – № 2. – С.64-69. – 0,31 п.л. (Авторское участие – 0,31 п.л.).

5. Третьякова, П.А. К вопросу оценки применения тепловых насосов в централизованной системе теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. – 2023. – № 3. – С.62-67. – 0,31 п.л. (Авторское участие – 0,31 п.л.).

6. Пат. 2571361 Российская Федерация, МПКF24D 11/02, F01K17/02. Система централизованного теплоснабжения, горячего и холодного водоснабжения / Третьякова П.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». – № 2014141144/12; заявл. 13.10.2014; опублик. 13.10.2014, Бюл. № 18. – 6 с. 9. (Авторское участие – 100%).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От доцента кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», канд. техн. наук, доцента Фроловой Анастасии Анатольевны. Замечания: 1) В автореферате нет информации, по какому году проводилась экономическая оценка. Рассматривал ли автор в динамике нескольких лет изменение экономических показателей? 2) На рис.3. есть данные «Эксперимент (R134)», но в автореферате нет описания этого эксперимента.

2. От заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидромеханика» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», д-ра техн. наук, доцента Закируллина Рустама Сабировича. Замечания: 1) На рисунке 1 указана температура теплоносителя из системы теплоснабжения с ТН – 10 °С, а на рисунке 2 из тепловых пунктов потребителей 5 °С. 2) На рисунке 8 приводится сравнение 4 вариантов систем теплоснабжения, на странице 10 указано, что сравниваются 5 вариантов.

3. От руководителя обособленного подразделения АО «Интертехэлектро», канд. техн. наук Погорельцева Евгения Геннадьевича. Замечаний нет.

4. От главного инженера проекта ООО «Новые ресурсы», канд. техн. наук Давлятчина Рустама Руслановича. Замечания: 1) Не понятно, как определить минимальные и максимальные значения критериев оценки эффективности систем теплоснабжения при согласовании проектных решений (таблица 3). 2) Аналитическая зависимость чистой дисконтированной прибыли при применении тепловых насосов актуальна только для города Тюмень.

5. От руководителя департаментом управления проектами ООО «ОмЗИТ ЭнергоМаш», канд. техн. наук Артамонова Павла Александровича. Замечание: не ясно как влияет применение тепловых насосов на надежность системы теплоснабжения.



6. От доцента кафедры «Энергетика» ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», канд. техн. наук Батракова Петра Андреевича. Замечания: 1) В работе не понятно, сколько сравнивается вариантов, на странице 10 представлено 5 вариантов, далее на 11-12,14,19 стр. то 5 то 4 варианта, а на 16 странице появляется 6 вариант. 2) В работе не понятна привязка к региону, возможно ли применять данную систему в другом регионе (более холодном, к примеру, Новый Уренгой или более теплом, Сочи), и если да то, что в системе должно поменяться.

7. От заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», д-ра техн. наук, профессора Еремкина Александра Ивановича и доцента кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», канд. техн. наук Фильчакиной Ирины Николаевны. Замечания: 1) Страница 7, абзац второй: «Нагретая после охлаждения оборудования и механизмов вода с температурой 42 °С поступает в теплообменник...». На самом рисунке 1 указана температура 45 °С. 2) На рисунке 1 температура из системы централизованного теплоснабжения с ТН указана 10 °С, на рисунке 2 – этот же теплоноситель составляет 5°С. Какой температуре по итогу доверять? 3) Страница 7, последний абзац: «Предложено техническую воду из контура охлаждения с температурой 35-40°С, минуя градирню...», в то время как на рисунке 1 указана температура 35 °С. Было бы верным и на рисунке указать 35-40 °С, хотя как возможно получить температуру 40 °С при смешении теплоносителя 31 и 35 °С. 4) Более верным и точным будет слово «водопровод» а не «водовод» (стр.7, абзац 3). 5) Автор предлагает: «На вход испарителя теплового насоса системы горячего водоснабжения преимущественно направляется вода бытовых стоков потребителя». Будет ли это эффективным, так как бытовые стоки — это неравномерный параметр в течение суток. Соответственно каким образом будет осуществляется нагрев теплоносителя на нужды ГВС до температуры 60 °С? Кроме того, для использования бытовых стоков (от умывальников, душевых и ванн) необходимо закладывать в проект здания отдельную систему из трубопроводов для бытовых стоков помимо отдельной системы канализации, что в свою очередь

увеличивает металлоемкость системы ГВС, и как следствие ее удорожание. Возможно использовать бытовые стоки как резервный вариант после низкопотенциального теплоносителя от ТЭЦ, но автор указывает, что «На вход испарителя теплового насоса системы горячего водоснабжения преимущественно направляется вода бытовых стоков потребителя». Если имеет место быть двум источникам низкопотенциального тепла для получения необходимого параметра воды на нужды ГВС (60 °С), то рисунок 2, в части теплового насоса 4 на систему ГВС не корректен.

8. От заведующего кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», канд. техн. наук, доцента Осинцева Константина Владимировича. Замечаний нет.

9. От заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцента Зеленцова Данилы Владимировича. Замечания: 1) На стр. 10, рис. 3 на графике представлена зависимость коэффициента преобразования от температурного набора. Как можно было построить одну зависимость для разных типов фреонов? При этом фреоны R152a и R600 представлены на графике каждый одной точкой R152a, R600 и R600a вообще не должны быть на графике. 2) На стр. 12 в третьем абзаце говорится, что весовые коэффициенты факторов оценивались десятью экспертами, при этом не приводится никаких данных о том, кто входит в состав данной группы – представлены ли там и технологи, и экологи, и эксплуатационники, и экономисты. От состава группы будут зависеть, в том числе и оценки. 3) На стр. 13 в таблице 3 непонятно внесение в технологические факторы удельной величины компенсации теплового расширения, м/Гкал. Какая зависимость может быть между тепловым расширением и количеством тепла?

10. От доцента кафедры «Теплогазоснабжение и инженерные системы в строительстве» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», канд. физ.-мат. наук, доцента Толстых Александра Витальевича и доцента кафедры «Теплогазоснабжение и инженерные системы в строительстве» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», канд. техн. наук, доцента Колесниковой Анны Владимировны. Замечания: 1) На



стр. 9 автореферата приведена формула (2) для изменения выработки электроэнергии на тепловом потреблении для системы теплоснабжения с использованием теплового насоса. Неясно, какие величины обозначены как  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}$ . Например, ранее (на стр. 8 автореферата) упоминается, что обозначение  $\mathcal{E}$  используется для тепловой энергии. Неясен физический смысл величины  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}$ , и самого изменения выработки электроэнергии, неясно, как связана эта величина с эффективным или неэффективным использованием теплового насоса, а также системой баллов для оценки систем теплоснабжения. 2) Из рисунка 9, приведенного на стр. 16 автореферата, не ясно где расположены источники тепловой энергии и потребители, что затрудняет понимание метода выбора оптимальной трассы по показателю приведенных затрат.

11. От заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» канд. техн. наук, доцента Иванова Виктора Наумовича и доцента кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», канд. техн. наук Слободчикова Егора Гаврильевича. Замечания: 1) Из автореферата не ясно, для каких регионов и с какими климатическими условиями рекомендуется предложенная схема централизованного теплоснабжения с тепловыми насосами (рисунок 2 стр. 8). 2) Из автореферата не ясно, по каким критериям были отобраны эксперты для проведения сравнительной оценки различных систем теплоснабжения с применением весовых факторов? 3) При формировании ситуационных факторов и критериев сложности не учтена перспектива развития территории с учетом эксплуатационного срока тепловых сетей (стр. 15).

12. От доцента кафедры «Теплогазоводоснабжения» ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», канд. техн. наук, доцента Павлова Михаила Васильевича. Замечания: 1) Исходя из рис. 1 на стр. 7 автореферата расчетные параметры теплоносителя в системе централизованного теплоснабжения с использованием тепловых насосов  $35^{\circ}\text{C}$   $10^{\circ}\text{C}$ . Так как тепловые нагрузки на здания установлены по расчету, то при заданном температурном перепаде (в сравнении с традиционным теплоснабжением) могут значительно возрасти расходы теплоносителя на участках трубопроводной системы. Последнее может привести к

повышению металлоемкости тепловой сети, увеличению потребления электроэнергии сетевыми насосами и утечке теплоносителя. 2) По результатам технико-экономической оценки системы теплоснабжения с применением тепловых насосов срок окупаемости мероприятия в лучшем случае составляет около 6 лет (табл. 5). Рекомендуется определить суммарные капитальные затраты (млн руб.) в случае реализации энергосберегающего мероприятия с оптимальным сроком окупаемости, например, один или два года.

13. От заведующей кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», канд. техн. наук, доцента Ширяевой Нины Павловны. Замечания: 1) Следует пояснить, почему (с.12) превышение потребления тепловой энергии над потреблением электроэнергии в вариантах с применением тепловых насосов повышает энергоэффективность систем теплоснабжения? Как трактовать этот вывод применительно к варианту 4, тоже с тепловым насосом, но с преобладанием потребления электроэнергии (рис.7)? 2) Непонятно, почему методика, разработанная на субъективных оценках 10 экспертов, исключает субъективный фактор при согласовании схем теплоснабжения? 3) В экономических факторах, помимо показателей удельных капитальных вложений и эксплуатационных затрат, приведена удельная длина тепловой сети, которая косвенно связана с первыми двумя показателями. Почему данный фактор обособлен отдельной позицией и учитывается ли длина тепловой сети для определения остальных экономических факторов?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

- оппоненты: д-р техн. наук Рафальская Татьяна Анатольевна и канд. техн. наук Кириченко Анна Сергеевна широко известны результатами деятельности в области режимов работы систем теплоснабжения и совершенствования систем теплоснабжения, обладают необходимыми компетенциями и профессиональными знаниями, соответствующими тематике диссертационного исследования, способностью определять научную и практическую ценность полученных в диссертации результатов, спецификой и актуальностью их профильных научных и методических работ, исследованиями по вопросам, близким по тематике



представленной работы. Оппоненты имеют публикации в соответствующей сфере исследования в рецензируемых научных изданиях;

- ведущая организация ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», подготовившая отзыв, выполняет научные исследования в области повышения эффективности теплоснабжения, определения выработки электроэнергии на тепловом потреблении, применении тепловых насосов, снижения тепловых потерь сетей и повышения надежности теплоснабжения. В организации работают компетентные научные сотрудники, занимающиеся научно-исследовательской деятельностью по теме исследования, результаты которой подтверждены публикациями в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, которые соответствуют профилю настоящей диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработана: новая методика выбора трассы тепловой сети с учётом влияния ситуационных факторов, влияющих на стоимость проведения ремонтных работ, позволяющих выявить возможность совмещения с другими инженерными системами, оценивающих воздействие окружающей среды и близлежащих объектов на износ трубопровода; новая методика оценки эффективности существующих схем тепловой сети, позволяющая выявить экономические, экологические, эксплуатационные и технологические факторы, приведенные к удельным величинам.

– предложен способ генерации тепловой энергии на основе применения тепловых насосов, расположенных в центральных тепловых пунктах, позволяющих повысить тепловую экономичность паротурбинных парогазовых теплоэлектростанций за счет утилизации теплоты системы обратного водоснабжения;

– доказано наличие зависимостей, позволяющих исследовать изменение коэффициента использования теплоты топлива и удельной выработки электроэнергии на ТЭЦ при применении тепловых насосов в тепловых пунктах от соотношения выработки тепловой и электрической энергии, коэффициента

трансформации теплового насоса, снижения потерь теплоты в тепловых сетях и снижения расхода электроэнергии на привод сетевых насосов;

– введена новая зависимость по определению чистой приведенной стоимости от длины трубопровода, диаметра трубопровода и тепловой нагрузки группы потребителей, позволяющая определить рациональный диаметр системы теплоснабжения с тепловыми насосами при заданной удаленности потребителей и их нагрузки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– доказаны эффективность использования предложенной методики выбора трассы тепловой сети с учётом влияния ситуационных факторов, влияющих на стоимость проведения ремонтных работ, показывающих возможность совмещения с другими инженерными системами, на этапе проектирования централизованных систем теплоснабжения; положения по алгоритму расчёта определения чистой дисконтированной прибыли при применении тепловых насосов за счёт утилизации сбросной низкопотенциальной теплоты;

– применительно к проблематике диссертации результативно использованы комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе методы математического анализа, метод аппроксимации, методы эмпирического исследования – метод экспертной оценки, наблюдение, описание, измерение и сравнение, теоретические методы – получение расчетных уравнений и зависимостей, а также систематизация научных знаний – применительно к современным методикам, все задачи решены на сертифицированном лицензионном программном обеспечении;

– изложены положения по расчёту для определения рационального диаметра трубопроводов тепловой сети при заданной удалённости потребителей, их нагрузки, путем сравнения чистого дисконтированного дохода при переходе на систему теплоснабжения с тепловыми насосами; идеи и доказательства эффективности методики выбора трассы тепловой сети с учётом влияния ситуационных факторов, влияющих на стоимость проведения ремонтных работ, показывающих возможность совмещения с другими инженерными системами, оценивающих воздействие окружающей среды и близлежащих объектов на износ трубопровода;



– раскрыты по отношению к существующим методикам расчёта трассы тепловой сети – методика расчёта трассы с учётом влияния факторов, учитывающих износ трубопровода и воздействие окружающей среды за счёт создания структурированной многофакторной сетки на основе растровых карт;

– изучены причинно-следственные связи для определения изменения коэффициентов использования теплоты топлива и удельной выработки электроэнергии на ТЭЦ при применении тепловых насосов в тепловых пунктах от выработки электроэнергии на тепловом потреблении, трансформации теплового насоса, снижения потерь теплоты в тепловых сетях и изменений расхода электроэнергии на привод сетевых насосов; факторы для выбора трассы тепловой сети, влияющие на стоимость проведения ремонтных работ, показывающих возможность совмещения с другими инженерными системами, учитывающих воздействие окружающей среды и ближайших объектов на износ трубопровода, за счет создания структурированных многофакторных сеток;

– произведена модернизация алгоритмов и численных методов, обеспечивающих получение новых результатов - алгоритма расчёта для определения чистой дисконтированной прибыли при применении тепловых насосов за счёт утилизации сбросной низкопотенциальной теплоты.

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

– разработана и внедрена в практику проектирования: методика выбора трассы тепловых сетей с учетом влияния ситуационных факторов, влияющих на стоимость проведения ремонтных работ, показывающих возможность совмещения с другими инженерными системами, оценивающих воздействие окружающей среды и ближайших объектов на износ трубопровода за счет перевода растровых карт в многофакторную сетку;

– определены перспективы совершенствования методик расчёта для выбора трасс тепловой сети с учетом влияющих ситуационных факторов, исследования способов снижения затрат электроэнергии за счет утилизации теплоты системы оборотного водоснабжения;

– создана система практических рекомендаций по использованию методики выбора трассы тепловой сети, позволяющей выполнить создание

многофакторных сеток на основе растровых карт, методики комплексной оценки эффективности системы теплоснабжения с тепловыми насосами и обоснованию диаметра тепловой сети при заданной удаленности и их нагрузке;

– представлены предложения и рекомендации по дальнейшему совершенствованию и развитию темы исследования путем исследования способов снижения затрат электроэнергии на сжатие фреона в тепловых насосах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для экспериментальных работ результаты получены с использованием сертифицированного и поверенного оборудования и инструментов;

– теория построена на основе известных положений, основанных на фундаментальных законах технической термодинамики, методах вычислительной математики, теории теплообмена и теплофизики;

– идея базируется на анализе и обобщении отечественного и зарубежного опыта проектирования централизованных систем теплоснабжения при заданной удаленности потребителей и их нагрузке при переходе на систему теплоснабжения с тепловыми насосами при различных диаметрах;

– использованы известные результаты ученых и инженеров, занимающихся подобной тематикой, с целью сравнения и сопоставления полученных данных;

- установлена достаточная по точности сходимость результатов, полученных с использованием разработанных аналитических решений с экспериментальными данными;

– использованы известные методики сбора и анализа информации, современные и общепринятые законы технической термодинамики, теории теплообмена и теплофизики.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельной разработке системы централизованного теплоснабжения с применением внутриквартальных тепловых насосов и технико-экономическом обосновании эффективности ее применения, разработке способа генерации тепловой энергии на основе применения тепловых насосов, расположенных в центральных тепловых пунктах, позволяющих повысить тепловую экономичность паротурбинных парогазовых теплоэлектроцентралей за счет утилизации теплоты системы обратного водоснабжения, разработке критериев



оценки эффективности тепловых сетей и практическом внедрении проектных решений.

В ходе защиты не было высказано критических замечаний.

Соискатель Третьякова П.А. ответила на все задаваемые ей вопросы и частично согласилась с некоторыми из высказанных замечаний от оппонентов, ведущей организации и членов диссертационного совета.

На заседании 12 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития систем централизованного теплоснабжения с применением тепловых насосов, позволяющих повысить тепловую экономичность паротурбинных парогазовых теплоэлектроцентралей за счёт утилизации сбросной низкопотенциальной теплоты, присудить Третьяковой Полине Александровне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации (2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за - 17, против – 0.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



Прозозин Яков Александрович

Степанов Максим Андреевич

12 декабря 2024 года