

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.404.12,
созданного на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»,
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **24.05.2023** г. № **2**

О присуждении Рафальской Татьяне Анатольевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка и совершенствование методов моделирования и расчета переменных режимов работы систем теплоснабжения» по специальности 2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника принята к защите 22.02.2023 г. (протокол № 2.2) диссертационным советом 24.2.404.12, созданным на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 660041, пр. Свободный, 79, г. Красноярск. Приказ о создании диссертационного совета № 1554/нк от 21.11.2022 г.

Соискатель Рафальская Татьяна Анатольевна, 25 мая 1977 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Совершенствование методов расчета тепловых и гидравлических режимов и компьютеризация систем централизованного теплоснабжения» защитила в 2003 году в диссертационном совете, созданном на базе ГОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)». Работает доцентом кафедры теплогазоснабжения и вентиляции в ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Рудяк Валерий Яковлевич, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Региональный академический научно-образовательный центр, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты: *Стенников Валерий Алексеевич*, доктор технических наук, академик РАН, профессор, ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, отдел трубопроводных систем энергетики № 50, заведующий отделом, *Лебедев Виталий Матвеевич*, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», кафедра теплоэнергетики, профессор, *Ротов Павел Валерьевич*, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, профессор – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном Гоголевым Алексеем Сергеевичем, кандидатом физико-математических наук, директором Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Соискатель имеет 113 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 94, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 37 работ (24 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 13 – в изданиях, индексируемых в наукометрических базах Scopus и Web of Science), 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. В каждой работе, опубликованной в соавторстве, авторский вклад соискателя составляет от 50 до 80%. Наиболее значительные работы: **1.** Рафальская, Т.А. Энергетическая безопасность теплоснабжения при аварийном режиме отпуска теплоты от ТЭЦ / Т.А. Рафальская. – Текст: непосредственный // **Промышленная энергетика.** – 2016. – №11. – С. 23-27. **2.** Rafalskaya, T.A. Investigation of Failures in Operation of Heat Networks of Large Heat Supply Systems / T.A. Rafalskaya. – Текст: электронный // **Thermal**

Engineering. – 2017. – Vol. 64. – No 4. – Pp. 313-317. **3.** Кислов, Д.К. Разработка системы интеллектуального теплоснабжения на базе информационной сети Zulu / Д.К. Кислов, М.С. Рябенко, Т.А. Рафальская. – Текст: непосредственный // **Энергосбережение и водоподготовка.** – 2018. – № 2(112). – С. 55-59. **4.** Рафальская Т.А., Мансуров Р.Ш., Березка А.К., Савенков А.А. Исследование теплозащиты наружных ограждений зданий при аварийном теплоснабжении // **Вестник СамГТУ.** Технические науки, 2017. – №3 (55). – С. 98-109. **5.** Rafalskaya, T.A. Investigating the Possibility of Using Low-Temperature Heat Supply with the Central Qualitative Regulation / T.A. Rafalskaya. – Текст: электронный // **Thermal Engineering.** – 2019. – Vol. 66. – No 11. – Pp. 858-867. **6.** Rafalskaya, T.A. Simulation of thermal characteristics of heat supply systems in variable operating modes / T.A. Rafalskaya. – Текст: электронный // **Journal of Physics: Conference Series.** – 2019. – Vol. 1382. – Pp. 012140. **7.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020666554. HeatingPoint / автор Рафальская Т.А. (RU); правообладатель: Рафальская Т.А. (RU) – заявл. 03.11.2020; опубл. 11.12.2020.

На диссертацию и автореферат поступило **20** отзывов: **1.** Бодров М.В., д-р техн. наук, доц., ННГАСУ, (г. Нижний Новгород), *одно замечание*; **2.** Бухмиров В.В., д-р техн. наук, проф., ИГЭУ им. В.И. Ленина (г. Иваново), *три замечания*; **3.** Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, проф., КГЭУ (г. Казань), *без замечаний*; **4.** Елистратов С.Л., д-р техн. наук, доц., НГТУ (г. Новосибирск), *два замечания*; **5.** Зоря И.В., д-р физ.-мат. наук, доц., СибГИУ, (г. Новокузнецк), *одно замечание*; **6.** Карницкий Н.Б. д-р техн. наук, проф., БНТУ (г. Минск, респ. Беларусь), *три замечания*; **7.** Картавцев С.В., д-р техн. наук, проф., МГТУ им. Г.И. Носова (г.Магнитогорск), *три замечания*; **8.** Красюк А.М., д-р техн. наук, проф., Лугин И.В., д-р техн. наук, доц., Кияница Л.А., канд. техн. наук, ИГД им. Н.А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск), *четыре замечания*; **9.** Лобода А.В., д-р физ.-мат. наук, доц., Чуйкин С.В., канд. техн. наук, доц., ВГТУ (г. Воронеж), *четыре замечания*; **10.** Николаев Ю.Н., д-р техн. наук, проф., СГТУ им. Гагарина Ю.А. (г. Саратов), *четыре замечания*; **11.** Панферов В.И., д-р техн. наук, проф., ЮУрГУ (НИУ) (г. Челябинск), *три замечания*; **12.** Печенегов Ю.Я., д-р техн. наук, проф., ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс), *три замечания*; **13.** Сафиуллин Р.Г., д-р техн. наук, доц., КГАСУ (г. Казань), *два замечания*; **14.** Сотникова О.А., д-р

техн. наук, проф., ВГТУ (г. Воронеж), *одно замечание*; **15.** Степанов О.А., д-р техн. наук, проф., Белкин А.П., канд. техн. наук, доц., ТИУ (г. Тюмень), *одно замечание*; **16.** Уляшева В.М., д-р техн. наук, проф., Пухкал В.А., канд. техн. наук, доц., СПбГАСУ (г. Санкт-Петербург), *три замечания*; **17.** Цветков Н.А., д-р техн. наук, проф., Рекунов В.С., канд. техн. наук, доц., ТГАСУ (г. Томск), *одно замечание*; **18.** Чичирова Н.Д., д-р хим. наук, проф., Грибков А.М., канд. техн. наук, доц., КГЭУ (г. Казань), *десять замечаний*; **19.** Седнин В.А, д-р техн. наук, профессор, БНТУ (г. Минск, респ. Беларусь), *два замечания*; **20.** Черненко В.П., канд. техн. наук, доц., ДВФУ (г. Владивосток), *три замечания*.

Все отзывы положительные, подчеркивают актуальность, теоретическую и практическую значимость диссертации, новизну полученных результатов. К критическим замечаниям следует отнести следующие: в работе не представлены экспериментальные исследования режимов работы систем отопления и горячего водоснабжения; стоило уделить внимание исследованию режимов работы не только закрытой системы теплоснабжения, поскольку доля открытых систем теплоснабжения в отечественном теплоснабжении довольно высока; выводы раздела «Заключение» целесообразно было наполнить конкретными численными значениями показателей, характеризующих полученные результаты, для понимания областей и границ их применения.

Выбор ведущей организации и официальных оппонентов обосновывается сферой их научных интересов, а также широко известными результатами деятельности в области теплоэнергетики, что подтверждается их научными и учебно-методическими публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: ***установлены*** закономерности изменение параметров теплообменных аппаратов в переменных режимах работы; ***определены*** способы регулирования, позволяющие полностью использовать располагаемую тепловую мощность системы теплоснабжения в различные периоды отопительного сезона; ***предложены*** метод численного расчёта работы тепловых пунктов с перераспределением тепловой мощности между теплообменниками в зависимости от режима их работы, при переменном водопотреблении в системе горячего водоснабжения с учётом тепловой аккумуляции зданий; уравнения расчёта температурных графиков

регулирующие, позволяющие определять температуру сетевой воды после каждого теплообменника двухступенчатых схем тепловых пунктов; **разработано** программное обеспечение, реализующее все предложенные расчётные методы и позволяющее выполнять основные расчёты при проектировании и эксплуатации систем теплоснабжения; **выполнена** оценка экономической и энергетической эффективности систем теплоснабжения при различных способах центрального регулирования тепловой нагрузки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **доказано**, что расчет режимов работы теплообменных аппаратов существующими методами, основанными на применении постоянных безразмерных комплексов, таких как параметр теплообменника Φ_0 или число единиц переноса теплоты NTU, не зависящих от режима работы аппарата, может привести к существенной ошибке в определении тепловой производительности теплообменников тепловых пунктов, особенно при применении новых способов регулирования тепловой нагрузки; **проведена модернизация** существующих методов расчета режимов работы теплообменных аппаратов, предложены новые выражения для определения переменных параметров теплообменников Φ в различных режимах работы, которые позволяют проводить расчёты характеристик теплообменных аппаратов, в том числе при неполном задании данных; **эффективно использованы** основы теории расчета теплообменных аппаратов и численные методы математического моделирования для создания метода расчета переменных режимов работы систем теплоснабжения, возникающих при переходе на новые способы центрального регулирования; **раскрыты** основные причины нарушения совместной работы систем отопления и горячего водоснабжения при связанной подаче теплоты; **предложены** способы эффективного использования тепловой мощности системы теплоснабжения со связанной подачей теплоты, позволяющие полностью использовать располагаемую тепловую мощность; **изучены** факторы, влияющие на теплоустойчивость помещений при связанной подаче теплоты и в условиях аварийного теплоснабжения; **предложены** новые аналитические зависимости для расчета температурных графиков работы теплообменников в тепловом пункте и допустимого времени работы системы теплоснабжения при сниженных параметрах теплоносителя в аварийных ситуациях.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: *разработан* инженерный метод расчёта переменных режимов работы тепловых пунктов со связанной подачей теплоты и получены достаточно простые аналитические соотношения для определения соответствующих параметров; *даны рекомендации* по рациональному и эффективно-му использованию тепловой энергии в различных режимах работы; *обоснована* нецелесообразность перехода к низкотемпературному теплоснабжению при качественном способе центрального регулирования; *разработаны и внедрены* компьютерные программы, реализующие все предложенные методы расчета, в проектных, экспертных организациях, в учебном процессе и организации научно-исследовательской работы аспирантов и студентов вузов России и Казахстана.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: *идея базируется* на анализе основных проблем, возникающих при проектировании и эксплуатации крупных систем теплоснабжения, обобщении мирового опыта регулирования работы систем теплоснабжения; *использованы* известные методы расчета переменных режимов работы теплообменных аппаратов; *теоретические положения* построены с применением методов исследования, основанных на фундаментальных законах технической термодинамики, методах вычислительной математики, математической статистики, теории вероятности, теории теплообмена. Верификация разработанного расчетного метода выполнялась с использованием современных программных комплексов. Во всех случаях полученные расчётные данные систематически сопоставлялись с известными в литературе и с данными экспериментов и достаточно хорошо с ними согласуются. Разработанные автором компьютерные программы имеют государственную регистрацию.

Личный вклад автора состоит в самостоятельном анализе литературных источников, создании метода расчёта переменных режимов работы тепловых пунктов со связанной подачей теплоты, уравнений температурных графиков температур сетевой воды в тепловом пункте, получении расчётных зависимостей и разработке практических рекомендаций для коррекции неэффективных режимов работы, разработке компьютерных программ, реализующих предложенные методы расчета, формировании выводов и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: целесообразно для каждого из оригинальных математических выражений привести физическую интерпретацию, поясняющую критерии вывода и правомерность одновременного учета группы факторов; утверждение “изменение расхода вторичного теплоносителя не зависит от тепловой мощности теплообменника” нельзя признать корректным, поскольку тепловая мощность теплообменника как раз и должна определяться расходом нагреваемой воды; в предложенной методике прогнозирования температуры воды, возвращаемой в тепловую сеть при переменном суточном водопотреблении в системе горячего водоснабжения, заложены нерациональные режимы работы системы теплоснабжения с завышенной температурой обратной воды.

Соискатель Рафальская Т. А. ответила на задаваемые в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 24 мая 2023 года диссертационный совет постановил: за разработку теоретических положений моделирования и расчета переменных режимов работы систем теплоснабжения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, имеющее важное хозяйственное значение для развития страны, присудить Рафальской Т. А. учёную степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 1.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



Пантелеев Василий Иванович

Сизганова Евгения Юрьевна

24 мая 2023 г.