

Протокол № 124  
заседания диссертационного совета Д 212.064.01,  
созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном  
учреждении высшего образования «Ивановский государственный  
энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ),

от 24 ноября 2017 года

при защите диссертации кандидатской диссертации Зимина Артема Павловича  
на тему «Совершенствование методики расчета показателей тепловой  
экономичности оборудования ТЭС»  
по специальности 05.14.14 - «Тепловые электрические станции,  
их энергетические системы и агрегаты»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Присутствуют 17 членов диссертационного совета из 22:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Шуин Владимир Александрович (председатель)   | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 2. Ларин Борис Михайлович (зам. председателя)   | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 3. Бушуев Евгений Николаевич (ученый секретарь) | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 4. Елин Николай Николаевич                      | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 5. Барочкин Евгений Витальевич                  | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 6. Бухмиров Вячеслав Викторович                 | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 7. Копсов Анатолий Яковлевич                    | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 8. Куликов Александр Леонидович                 | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 9. Мизонов Вадим Евгеньевич                     | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 10. Очков Валерий Федорович                     | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 11. Попов Геннадий Васильевич                   | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 12. Савельев Виталий Андреевич                  | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 13. Султангузин Ильдар Айдарович                | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 14. Созинов Владимир Петрович                   | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 15. Соколов Анатолий Константинович             | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 16. Шелгинский Александр Яковлевич              | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 17. Шувалов Сергей Ильич                        | д-р техн. наук, 05.14.14 |

а также официальные оппоненты, преподаватели и сотрудники университета.

Председательствует на заседании совета Ларин Б.М., который на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания.

Списочный состав совета 22 человека. Присутствуют на заседании 17 членов совета из 22, в том числе докторов наук по специальности 05.14.14 – 6. Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите кандидатской диссертации Зимина Артема Павловича на тему «Совершенствование методики расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС». Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 4 сентября 2017 года, протокол № 120.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Ледуховский Григорий Васильевич, доцент кафедры «Тепловые электрические станции» ИГЭУ.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор Щинников Павел Александрович, профессор кафедры «Тепловые электрические станции» Новосибирского государственного технического университета,
- кандидат технических наук, доцент Замалеев Мансур Масхутович, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Ульяновского государственного технического университета.

Ведущая организация: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск.

Ученый секретарь Совета Бушуев Е.Н. кратко докладывает об основном содержании представленных документов (*копии диплома об окончании вуза, удостоверения о сданных кандидатских экзаменах и 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: Очкова В.Ф., Савельева В.А., Барочкина Е.В., Куликова А.Л., Соколова А.К., Мизонова В.Е., Копсова А.Я., Ларина Б.М.

Председательствующий объявляет технический перерыв.

После перерыва совет продолжает свою работу.

Слово предоставляется научному руководителю Ледуховскому Григорию Васильевичу.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа, оформленное в форме выписки из протокола № 13 расширенного заседания кафедры «Тепловые электрические станции» ИГЭУ от 26 июня 2017 года.

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова». Диссертационная работа, автореферат диссертации, а также отзыв ведущей организации обсуждены на заседании кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника» 12.10.2017 г., протокол № 4.

Отзыв подписали: заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции и теплотехника» кандидат технических наук, доцент Скубиенко Сергей Витальевич и профессор той же кафедры доктор технических наук, профессор Ефимов Николай Николаевич. Отзыв утвердил проректор по научной работе и инновационной деятельности ЮРГПУ (НПИ) доктор технических наук, доцент Кравченко Олег Александрович.

Ученый секретарь извещает членов совета, что на автореферат диссертации поступило 9 отзывов, все отзывы положительные: Уральский федеральный университет; Белорусский национальный технический университет; Группа компаний «Русский инженер», ООО «Ре-

Форс»; ПАО «Т Плюс»; Кубанский государственный технологический университет; АО «ЭНИН»; Самарский государственный технический университет; Владимирский государственный университет; Московская школа управления «Сколково».

С согласия членов диссертационного совета делается обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат.

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

Ученый секретарь зачитывает положительный отзыв официального оппонента Щинникова П.А., отсутствующего по уважительной причине. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Выступает официальный оппонент Замалеев М.М. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии участвуют: член Совета, д-р техн. наук Шувалов С.И., заведующий кафедрой Ульяновского государственного технического университета, д-р техн. наук Шарапов В.И. и член Совета, д-р техн. наук Очков В.Ф.

После заключительного слова соискателя диссертационный совет переходит к тайному голосованию.

Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Савельев В.А., Куликов А.Л., Султангузин И.А.,

После проведения тайного голосования председатель счетной комиссии Савельев В.А. оглашает протокол счетной комиссии с результатами голосования:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек.

Присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе докторов наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» – 6. Выдано бюллетеней – 17. Осталось не выданных бюллетеней – 5. Оказалось в урне бюллетеней – 17.

Результаты голосования по вопросу о присуждении Зимину А.П. ученой степени кандидата технических наук подано голосов: «за» – 17, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 17, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Зиминова А.П. с присуждением ему ученой степени кандидата технических наук.

Совет переходит к обсуждению проекта заключения. После обсуждения и внесения редакционных поправок Совет открытым голосованием единогласно (за – 17, против – нет) принимает следующее заключение:

**Заключение диссертационного совета Д 212.064.01 на базе  
федерального государственного образовательного учреждения  
высшего образования «Ивановский государственный  
энергетический университет имени В.И. Ленина»  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

решение диссертационного совета от 24 ноября 2017 г. № 124

О присуждении **Зимину Артему Павловичу**, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методики расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС» по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» принята к защите 4 сентября 2017 г., протокол № 120, диссертационным советом Д 212.064.01 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. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Зимин Артем Павлович 1991 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ).

В 2016 году окончил аспирантуру ИГЭУ по очной форме обучения.

Работает в должности инженера кафедры «Тепловые электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук Ледуховский Григорий Васильевич, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», доцент кафедры «Тепловые электрические станции».

**Официальные оппоненты:**

– Щинников Павел Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», профессор кафедры «Тепловые электрические станции»;

– Замалеев Мансур Масхутович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический универ-

ситет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, в своем положительном заключении, подписанном Скубиенко Сергеем Витальевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Тепловые электрические станции и теплотехника», Ефимовым Николаем Николаевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника» и утвержденном Проректором по научной работе и инновационной деятельности доктором технических наук, доцентом Кравченко Олегом Александровичем, указала, что диссертация Зимина А.П. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические разработки по совершенствованию методики расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС, что имеет существенное значение для развития энергетической отрасли страны, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Зимин Артем Павлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Соискатель имеет 19 опубликованных печатных работ по теме диссертационного исследования общим объемом 18,10 печатных листа, авторский вклад – 3,97 печатных листа, из них 5 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 1 работа в журнале, индексируемом в международной базе данных SCOPUS. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ледуховский, Г.В. Алгоритмы сведения материальных и энергетических балансов при расчетах технико-экономических показателей оборудования ТЭС на основе метода регуляризации некорректных задач / Г.В. Ледуховский, В.П. Жуков, Е.В. Барочкин, **А.П. Зимин**, А.А. Разинков // Теплоэнергетика, 2015, № 8, с. 72-80 (9/1,8).

2. **Зимин, А.П.** Разработка методики совместного сведения материальных и энергетических балансов по данным технического учета в системе расчета показателей тепловой экономичности оборудования ПГУ-ТЭС / **А.П. Зимин**, Г.В. Ледуховский, В.П. Жуков, С.Д. Горшенин, В.А. Буданов, А.Е. Барочкин // Вестник ИГЭУ, 2017, вып. 2, с. 5-12 (8/1,3).

3. Ледуховский, Г.В. Задача многокритериальной регуляризации потоков энергии и теплоносителя в энергетических системах сложной структуры / Г.В. Ледуховский, В.П. Жуков, Е.В. Барочкин, **А.П. Зимин** // Вестник ИГЭУ, 2013, вып. 6, с. 5-10 (6/1,5).

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов из организаций: ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина» (подписал профессор кафедры «Турбины и двигатели», д-р техн. наук, профессор К.Э. Аронсон); Белорусский национальный технический университет (подписали: заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции», д-р техн. наук, профессор Н.Б. Карницкий и доцент той же кафедры, канд. техн. наук, доцент С.А. Качан); Группа компаний «Русский инженер», Общество с ограниченной ответственностью «Ре-Форс» (подписал технический директор, канд. техн. наук Д.Г. Денисов); Публичное акционерное общество «Т Плюс» (подписал руководитель направления развития генерации департамента генерации, канд. техн. наук Е.Т. Ильин); ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (подписали: профессор кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника», д-р техн. наук, профессор А.М. Гапоненко и доцент той же

кафедры, канд. техн. наук В.В. Шапошников); Акционерное общество «Энергетический институт имени Г.М. Кржижановского» (подписал заместитель генерального директора по науке, д-р техн. наук, профессор Н.А. Зройчиков); ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (подписал заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции», д-р техн. наук, профессор А.А. Кудинов); ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (подписал доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика», канд. техн. наук В.М. Мельников); НОУ ДПО «Московская школа управления «Сколково» (подписал старший аналитик Энергетического центра, канд. техн. наук Ю.В. Мельников).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, касаются стиля изложения научных результатов работы в автореферате; используемых методик расчета технико-экономических показателей энергетического оборудования; правил формирования вектора априорных оценок аддитивных характеристик потоков теплоносителей; методики локализации источника ошибки в данных технического учета; общих положений используемого в расчетах подхода регуляризации Тихонова; сопоставления результатов работы с данными, полученными по альтернативным методикам расчета; обоснованности выводов относительно эффективности применения предложенных методик сведения балансов при различных вариантах постановки и решения задачи.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их широкой известностью своими достижениями в теоретических и экспериментальных исследованиях показателей тепловой экономичности и оптимизации режимов работы оборудования ТЭС, которые позволяют им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** новые методики оценки соответствия рассчитываемых по данным технического учета невязок материального баланса нормативным метрологическим характеристикам используемых средств измерения и совместного сведения материальных и энергетических балансов по результатам измерения параметров потоков теплоносителей в тепловой схеме ТЭС, позволяющие повысить точность результатов расчета показателей тепловой экономичности энергетического оборудования в процессе эксплуатации;

**предложен** нетрадиционный подход к постановке и решению задачи сведения балансов по аддитивным характеристикам потоков теплоносителей в тепловой схеме ТЭС, основанный на методе регуляризации Тихонова при решении некорректных задач;

**доказана** перспективность использования предложенных методик сведения балансов при решении задач расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС и обработки результатов тепловых испытаний паротурбинных установок;

**введены** измененные способы учета при сведении балансов различной степени достоверности определения параметров исходной информации, метрологических и технологических ограничений по всем или некоторым выбранным узлам тепловой схемы ТЭС, локализации источника ошибки в исходной информации.

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

**доказано** определяющее влияние методики сведения материальных и энергетических балансов по данным технического учета на результаты расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** методы моделирования структуры потоков энергетических систем на основе теории графов, решения некорректных задач в рамках подхода регуляризации Тихонова, статистического программирования и натурный эксперимент;

**изложены** основные положения предложенных методик оценки соответствия рассчитываемых по данным технического учета невязок материального баланса нормативным метрологическим характеристикам используемых средств измерения, а также сведения материальных и энергетических балансов в тепловой схеме ТЭС по данным технического учета;

**раскрыта** проблема экспериментального подтверждения номинальных показателей работы паротурбинных установок путем проведения гарантийных тепловых испытаний при использовании нормативного метода обработки их результатов;

**изучено** влияние используемой методики сведения материальных и энергетических балансов по данным технического учета на результаты расчета основных и промежуточных показателей тепловой экономичности паротурбинных и парогазовых ТЭС;

**проведена модернизация** существующей методики расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС с учетом различной степени достоверности определения параметров исходной информации, метрологических и технологических ограничений по всем или некоторым выбранным узлам тепловой схемы.

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

**разработаны и внедрены:** программный модуль «Баланс» – в программно-технический комплекс парогазовой ТЭС «Международная» ООО «Ситиэнерго» (г. Москва), методика сведения материальных и энергетических балансов – в составе программного комплекса «ТЭС-Эксперт» на Омской ТЭЦ-4, методика сведения материальных балансов – при обработке результатов гарантийных тепловых испытаний турбоагрегата ПТ-26/29-2,9/1,3 Кизеловской ГРЭС (г. Губаха, Пермский край); основные полученные в работе результаты – в Ивановском государственном энергетическом университете при подготовке магистров по профилю «Тепловые электрические станции» и при повышении квалификации работников производственно-технических отделов ТЭС на базе Института повышения квалификации и переподготовки кадров (в энергетике) при ИГЭУ;

**определены** пределы и перспективы практического использования предложенных методик сведения материальных и энергетических балансов при решении задач расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС и обработки результатов тепловых испытаний паротурбинных установок;

**создана** система практических рекомендаций, обеспечивающих эффективное применение предложенного подхода к расчету показателей тепловой экономичности ТЭС и энергетических установок в условиях эксплуатации;

**представлены** рекомендации для более высокого уровня организации эксплуатации энергетического оборудования путем повышения точности расчета показателей его тепловой

экономичности.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** подтверждается воспроизводимостью результатов исследований, полученных на различных ТЭС; использованием при обосновании предложенных методик расчета экспериментальных данных, полученных в условиях промышленной эксплуатации с применением сертифицированных методов и средств измерения параметров;

**теория** построена на апробированных методах математического моделирования, не противоречит опубликованным данным других авторов по теме диссертации;

**идея базируется** на критическом анализе и обобщении опыта расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС и существующих методик решения некорректно поставленных задач;

**использованы** сравнение данных, представленных в диссертации, и опубликованных данных, полученных другими авторами, работающими в области расчета показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС;

**установлено** качественное и количественное в пределах погрешности соответствующих методов измерения совпадение результатов, представленных в диссертации, с экспериментальными данными и опубликованными данными других авторов;

**использованы** современные методы математического моделирования, представительные выборочные совокупности экспериментальных данных с обоснованием подбора объектов исследования.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке методики оценки соответствия рассчитываемых по результатам измерения расходов теплоносителей невязок материального баланса по узлам энергетической системы нормативным метрологическим характеристикам используемых средств измерения; обобщении предложенного подхода на методику сведения материальных и энергетических балансов по результатам измерения параметров потоков теплоносителей в энергетических системах; разработке машинного кода прикладного программного модуля «Баланс»; в разработке методики и непосредственном участии в проведении гарантийных тепловых испытаний турбоагрегата ПТ-26/29-2,9/1,3 Кизеловской ГРЭС, обработке полученных данных при использовании различных методов сведения балансов по результатам измерений параметров потоков теплоносителей; проведении расчетных исследований по определению влияния используемой методики сведения балансов по данным технического учета на результаты расчета фактических и номинальных значений ТЭП оборудования и значений резерва тепловой экономичности паротурбинной и парогазовой ТЭС, обобщении и анализе полученных результатов; подготовке основных публикаций по тематике исследования.

На заседании 24 ноября 2017 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные результаты совершенствования оценки показателей качества агрегатов ТЭС путем разработки и реализации методик сведения материальных и энергетических балансов, и соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842 (с изменениями от 21.04.2016г. № 335), в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных

соискателем работ, в которых изложены основные научные результаты диссертации, и принял решение присудить Зимину А.П. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом заседании диссертационного совета считается закрытым.

Зам председателя  
диссертационного совета



Ларин Борис Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Бушуев Евгений Николаевич

Подписи Ларина Б.  
заверяю, Ученый секретарь  
Совета ИГЭУ



Ширяева Ольга Алексеевна

27 ноября 2017 год: