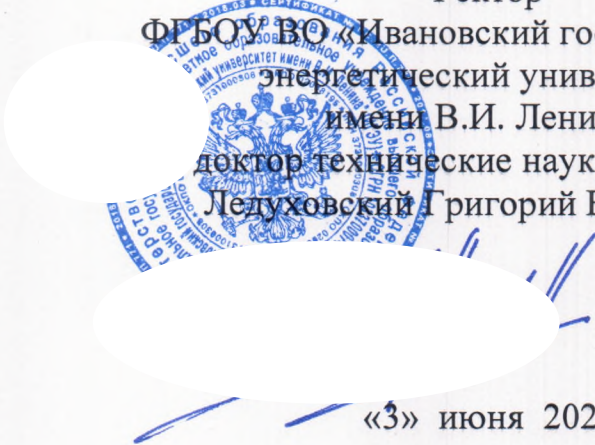


**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор

**ФГБОУ ВО «Ивановский государственный  
энергетический университет  
имени В.И. Ленина»**  
доктор технических наук, профессор  
Ледуховский Григорий Васильевич



«3» июня 2024 г.

**ВЫПИСКА**

из протокола № 11 расширенного заседания кафедры  
«Тепловые электрические станции»  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина»

от 31 мая 2024 г.

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:**

от кафедры «Тепловые электрические станции» (присутствуют 9 из 11 штатных сотрудников профессорско-преподавательского состава)

1. канд. техн. наук, доцент Горшенин С.Д., заведующий кафедрой (спец. по защите 05.14.14),
2. канд. техн. наук, доцент Барочкин А.Е., доцент кафедры (спец. по защите 05.13.18 и 05.14.14),
3. д-р техн. наук, профессор Барочкин Е.В., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.13.01 и 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),
4. канд. техн. наук, доцент Зайцева Е.В., доцент кафедры (спец. по защите 05.14.14),
5. канд. техн. наук Зиновьева Е.В., доцент кафедры,
6. канд. техн. наук, доцент Зорин М.Ю., доцент кафедры (спец. по защите 05.14.14),
7. канд. техн. наук Михеев П.Г., доцент кафедры (спец. по защите 05.14.14),
8. канд. техн. наук, доцент Панков С.А., доцент кафедры,
9. д-р техн. наук, профессор Шувалов С.И., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.17.08, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

10. Рябова Е.И., ст. преподаватель кафедры,

11. Угрюмова О.И., ст. преподаватель кафедры (секретарь заседания),

12. д-р техн. наук, профессор Ледуховский Г.В., **ректор ИГЭУ** (председатель диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

**от кафедры «Прикладная математика»:**

13. д-р техн. наук, профессор Жуков В.П., заведующий кафедрой (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.17.08, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

14. д-р техн. наук, доцент Беляков А.Н., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.17.08, спец. в диссертационном совете 2.4.6),

15. Бубнов К.Н., ассистент кафедры,

**от кафедры «Высшая математика»:**

16. д-р техн. наук, профессор Шуина Е.А., заведующий кафедрой (заместитель председателя диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите. 05.13.01, спец. в диссертационном совете 2.4.6),

**от кафедры «Теоретические основы теплотехники»:**

17. д-р техн. наук, доцент Бушуев Е.Н., заведующий кафедрой (ученый секретарь диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

**от кафедры «Атомные электрические станции»:**

18. д-р техн. наук, доцент Горбунов В.А., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.04, спец. в диссертационном совете 2.4.6),

**от кафедры «Химия и химические технологии в энергетике»:**

19. д-р техн. наук, профессор Ларин Б.М., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

20. д-р техн. наук, доцент Ларин А.Б., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.14, спец. в диссертационном совете 2.4.5),

**от кафедры «Безопасность жизнедеятельности»:**

21. д-р техн. наук, профессор Соколов А.К., профессор кафедры (член диссертационного совета 24.2.303.01, спец. по защите 05.14.04, спец. в диссертационном совете 2.4.6),

**от кафедры «Промышленная теплоэнергетика»:**

22. канд. техн. наук, Козлова М.В., доцент кафедры,

**от отдела координации инновационной деятельности:**

23. канд. техн. наук, Борисов А.А., начальник отдела (спец. по защите 05.14.14).

Председательствует на заседании канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой тепловых электрических станций Горшенин С.Д.

**СЛУШАЛИ:** доклад Барочкина Алексея Евгеньевича по диссертационной работе, подготовленной к защите на соискание ученой степени доктора техниче-

ских наук, на тему «Моделирование, расчет и оптимизация многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок», представленный на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Научный консультант – д-р т. наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Жуков Владимир Павлович.

**Вопросы задавали:** д-р т. наук Ларин Б.М.; д-р т. наук Ледуховский Г.В.; д-р т. наук Горбунов В.А.; д-р т. наук Соколов А.К., д-р т. наук Ларин А. Б., д-р т. наук Шувалов С.И.

На все вопросы соискателем были даны убедительные ответы.

**Научный консультант** доктор технических наук, профессор Жуков В.П. огласил свой отзыв относительно личных качеств соискателя как ученого и уровня его компетентности по проблеме диссертационного исследования и готовности диссертации для представления на защиту.

**Рецензент:** доктор технических наук, профессор Ледуховский Г.В. на основе представленных соискателем диссертации и автореферата, отметил актуальность работы для энергетической отрасли России, теоретическую ценность и практическую значимость работы. Высказал предложения по корректировке доклада и иллюстрационного материала.

В целом, по мнению рецензента, диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, и рекомендуется к защите по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

**Рецензент:** доктор технических наук, профессор Шувалов С.И. на основании представленных соискателем диссертации и автореферата соискателя указал на актуальность работы, подтвердил научную новизну и практическую значимость полученных результатов. Отметил высокий уровень публикаций по теме диссертации. Высказал ряд пожеланий относительно представления результатов исследования в рамках доклада.

Рецензент указал, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, и рекомендуется к защите по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

#### **С поддержкой работы выступили:**

1. Доктор технических наук Ларин Б.М. оценил диссертацию и квалификацию диссертанта положительно. Рекомендовал представить диссертацию к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ИГЭУ по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки)..

2. Доктор технических наук Горбунов В.А. отметил, что работа соответствует

квалификационным требованиям. Высказал ряд рекомендаций относительно представления материала в рамках доклада по диссертации. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ИГЭУ по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

3. Доктор технических наук Соколов А.К. высказал ряд замечаний по материалам доклада. Выступил с поддержкой работы и рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ИГЭУ по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

4. Доктор технических наук Ледуховский Г.В. отметил научную и практическую значимость диссертации. Дал рекомендации по внесению редакционных корректировок. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ИГЭУ по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

### **ПОСТАНОВИЛИ:**

1. Считать, что представленная Барочкиным А.Е. диссертационная работа обобщает самостоятельные исследования автора и является завершенным научным трудом, в котором изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности функционирования многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок путем их моделирования, расчета и оптимизации, и вносящие значительный вклад в развитие страны, и отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. в актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

2. Рекомендовать диссертационную работу Барочкина А.Е. «Моделирование, расчет и оптимизация многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок» к защите в диссертационном совете 24.2.303.01 при ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

3. Утвердить заключение ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по диссертационной работе Барочкина Алексея Евгеньевича.

**ГОЛОСОВАЛИ:** за - единогласно.

Председатель заседания,  
заведующий кафедрой  
«Тепловые электрические станции»,  
Кандидат технических наук, доцент



Горшенин С.Д.

Секретарь заседания,  
старший преподаватель кафедры  
«Тепловые электрические станции»



Угрюмова О.И.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор



ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

доктор технических наук, профессор  
Ледуховский Григорий Васильевич

«3» июня 2024 г.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Диссертация «Моделирование, расчет и оптимизация многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок» выполнена на кафедрах «Прикладная математика» и «Тепловые электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Соискатель Барочкин Алексей Евгеньевич, 1986 года рождения, в 2009 году окончил ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по специальности «Тепловые электрические станции».

Соискатель с 2009 по 2012 годы обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по очной форме обучения по научной специальности «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты». В 2012 году защитил кандидатскую диссертацию по теме «Разработка математических моделей и программных комплексов для расчета и оптимизации многопоточных теплообменных систем ТЭС» по специальностям 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Соискатель Барочкин А.Е. в 2010, 2012-2013 годах работал в должности ассистента, с 2013 года – в должности старшего преподавателя, с 2014 по настоящее время работает в должности доцента на кафедре «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический универси-

тет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

В период подготовки диссертации работал в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России. на кафедре «Тепловые электрические станции» в должности доцента.

Научный консультант - доктор технических наук, профессор Жуков Владимир Павлович работает в должности заведующего кафедрой «Прикладная математика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

По результатам рассмотрения диссертации «Моделирование, расчет и оптимизация многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок» принято следующее заключение:

### **АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ**

Развитие и совершенствование энергосберегающих технологий в современных теплообменных системах, включающих большое число подсистем и связей между ними, во многом сдерживается отсутствием методов расчета и современных компьютерных комплексов, позволяющих адекватно прогнозировать состояние таких систем во всем диапазоне нагрузок оборудования. Традиционно задачи теплопередачи решаются применительно к двухпоточным системам, в которых теплообмен осуществляется между горячим и холодным теплоносителями. Однако наряду с двухпоточными системами нередко встречаются многопоточные системы, в которых число потоков теплоносителей составляет три и более. Кроме этого, каждый поток энергоносителя может состоять из нескольких компонентов. Под компонентами в данном случае понимаются различные фазовые состояния одного вещества (например, вода и пар) или разные компоненты смеси, отличающиеся физическими или химическими свойствами (крупностью зерен для сыпучих материалов или разными температурами кипения смеси жидкостей). Ранее получены решения задачи теплообмена в многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратах с однокомпонентными теплоносителями. Однако в энергетике, в пищевой и нефтехимической отраслях промышленности часто в теплообменных процессах участвуют многокомпонентные теплоносители, теплофизические свойства компонентов, которых существенно различаются. Для проведения теплотехнических расчетов с такими смесями обычно выполняется усреднение значений теплофизических параметров компонентов. Однако в ряде технологий на основе различия теплофизических свойств, в частности, различия температуры кипения компонентов, реализуются процессы по разделению этих компонентов, например, при перегонке или ректификации продуктов в энергетических системах и комплексах пищевой и нефтехимической промышленности. В этом случае именно различия в теплофизических свойствах каждого компонента необходимо учитывать при расчете теплообменных процессов.

Из литературных источников известны модели многопоточных теплообменных аппаратов без учета возможного в них фазового перехода. Однако в ряде случаев, например, в многопоточных теплообменных аппаратах, предназначенных для

утилизации влаги и тепловой энергии дымовых газов ТЭС, водяные пары при конденсации меняют фазовое состояние при достижении температуры насыщения. При этом граница начала фазового перехода часто заранее неизвестна.

Вся тепловая схема ТЭС может рассматриваться как многопоточная система с обменом между ее подсистемами потоками разного вида энергии: химической, тепловой, механической, электрической. Представление на единой методологической основе трансформации энергии на ТЭС открывает возможности уточнения энергетических характеристик оборудования. Таким образом, развитие моделирования многопоточных теплообменных аппаратов на случай описания многокомпонентных потоков, разработка единого подхода и методов расчета систем многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов с многокомпонентными теплоносителями для эффективного разделения компонентов является актуальной задачей, стоящей перед энергетикой и смежными отраслями промышленности.

Актуальность работы подтверждается также ее выполнением в рамках гранта РФФИ (проект 18-08-00028) и договоров о научно-техническом сотрудничестве с Ченстоховским политехническим университетом (Польша), с Progress, Inc. (West Bloomfield, Michigan, US), с ООО «Реиннольдс» (г. Екатеринбург, Россия).

### **ЛИЧНОЕ УЧАСТИЕ СОИСКАТЕЛЯ В ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ, ИЗЛОЖЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ**

Личное участие автора в получении результатов работы состоит в разработке и развитии обобщенной методологии математического описания процессов формирования энерго- и массопотоков в многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических системах и установках, основанной на матричной формализации; в разработке модели паротурбинной установки как многокомпонентной многопоточной многоступенчатой энергетической системы; в получении и анализе энергетических характеристик турбоагрегата; в разработке математической модели многопоточных, многоступенчатых теплообменных систем, каждая ступень которых может иметь произвольное число входных и выходных потоков; в разработке математического описания многопоточного контактного теплообменного аппарата с учетом возможного фазового перехода в теплоносителях; в постановке и решении матричным методом обратных задач теплопередачи; в предложении новой формулировки обратной задачи теплопередачи для случая скользящей границы начала фазового перехода при противоточном характере движения теплоносителей; в разработке модели фракционирования многокомпонентной смеси сыпучих материалов в многоступенчатой классифицирующей установке; в получении и анализе экспериментальных данных по разделению смеси разнородных сыпучих компонентов в классифицирующей системе; в выполнении структурной и параметрической идентификации предложенных моделей; в формулировке и решении оптимизационной задачи по извлечению целевого компонента из смеси разнородных компонентов; в разработке модели процесса тепломассообмена для определения степени разделения

компонентов и качества готового продукта; в оптимизации процессов теплообмена в системе многоступенчатых теплообменных аппаратов; в совершенствовании расчетных алгоритмов для прикладных программных комплексов; в непосредственном участии и руководстве работами по всем направлениям практической реализации результатов диссертации; в подготовке публикаций по тематике исследования.

## **СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Достоверность результатов диссертационного исследования обоснована использованием общепринятых математических моделей, основанных на уравнениях баланса массы и энергии; согласованием в пределах погрешности расчетных и экспериментальных данных; согласованностью для предельных случаев результатов работы с опубликованными в литературных источниках данными других авторов; публикацией результатов исследований в ведущих рецензируемых научно-технических журналах; удовлетворительной сходимостью численных и аналитических решений.

## **НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ**

### **Научная значимость работы**

1. Разработаны научные основы и методология математического описания процессов формирования энерго- и массопотоков в многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических системах и установках, базирующиеся на матричной формализации уравнений баланса энергии и массы теплоносителей.

2. В рамках предложенной методологии разработаны математическая модель паротурбинной установки и единый подход к математическому описанию ТЭС как многокомпонентной многопоточной многоступенчатой энергетической системы; получены и проанализированы результаты моделирования с целью построения энергетических характеристик теплофикационного турбоагрегата, выполнено сравнение результатов расчета с энергетическими характеристиками действующего турбоагрегата, показана достоверность и обоснованность предложенного подхода.

3. Разработана математическая модель многопоточных многоступенчатых теплообменных систем, каждая ступень которых может иметь произвольное число входных и выходных потоков. Порядок использования и возможности предложенного подхода продемонстрированы на примере четырехступенчатой трехпоточной системы теплообменных аппаратов, получены и проанализированы результаты моделирования.

4. Разработано математическое описание многопоточных теплообменных аппаратов с учетом возможного фазового перехода в теплоносителях. Найдены и проанализированы аналитические и численные решения для контактного тепло-



обменного аппарата, используемого для утилизации влаги и тепловой энергии из дымовых газов котельных установок, показаны возможности предложенной модели при проведении проектных расчетов. Определены конструктивные характеристики теплообменного аппарата для получения заданных значений количества конденсата или снижения температуры уходящих газов.

5. Для проведения проектных расчетов предложен новый матричный метод решения обратных задач по выбору конструктивных и режимных параметров теплообменных аппаратов, которые обеспечивают эффективную работу системы при выбранных комбинациях известных параметров теплоносителей. Предложена новая формулировка обратной задачи теплопередачи и получено ее решение для случая скользящей границы начала фазового перехода при противоточном характере движения теплоносителей.

6. Разработана модель фракционирования многокомпонентной смеси сыпучих материалов в двухступенчатой классифицирующей установке. На основании полученных экспериментальных данных по исследованию разделения смеси разнородных сыпучих компонентов в классифицирующей системе выполнена структурная и параметрическая идентификация модели и показана ее адекватность.

7. В рамках предложенного подхода для случая использования в качестве теплоносителей смеси компонентов с разной температурой кипения получена математическая модель процесса тепломассообмена, позволяющая определить степень разделения компонентов и качество готового продукта по содержанию в нем нецелевых примесей при различных способах организации процесса, предложены и проанализированы возможные направления совершенствования процесса.

8. В рамках проведенных исследований сформулирована задача оптимизации процессов тепломассообмена в системе многоступенчатых теплообменных аппаратов, один из теплоносителей в которой представлен многокомпонентной смесью; получено ее решение для двухступенчатой системы, проведен анализ полученных результатов.

**Практическая значимость работы заключается:**

1. В разработке программного комплекса «Решение обратной задачи для многопоточных многоступенчатых систем», защищенного свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2022615259), обеспечивающего выбор конструкции аппаратов и параметров теплоносителей для эффективной работы системы.

2. Разработке программного комплекса «Расчет энергетических характеристик теплофикационной паровой турбины с учетом характеристик экономичности отсеков ее проточной части», защищенного свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2022615258), позволяющего актуализировать энергетические характеристики на основе массива данных по измеряемым параметрам.

3. Разработке программного комплекса «Расчет процесса теплообмена в башенных градирнях с учетом фазового перехода в теплоносителях», защищенного свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2022682290), позволяющего актуализировать энергетические характеристики на основе массива данных по измеряемым параметрам.

4. Разработке метода использования программного комплекса по расчету энергетических характеристик, позволяющего при ограниченном объеме экспериментальных данных провести актуализацию энергетических характеристик на основе массива данных по измеряемым параметрам и определить ряд не измеряемых параметров работы оборудования.

5. Получении решений обратных задач теплопередачи, позволяющих при выбранных комбинациях известных параметров теплоносителей осуществлять выбор конструктивных и режимных параметров теплообменных аппаратов, обеспечивающих эффективную работу и диагностику состояния функционирования энергетической системы.

### **ЦЕННОСТЬ НАУЧНЫХ РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ**

Ценность научных работ соискателя заключается в следующем:

1. В разработке и совершенствовании универсальной методологии моделирования, расчета и оптимизации многоступенчатых, многопоточных тепло- и массообменных систем с использованием матричной формализации уравнений баланса теплоты и массы теплоносителей.

2. Получении теоретического подтверждения целесообразности применения разработанной методологии к математическому описанию ТЭС с целью построения и актуализации энергетических характеристик (на примере теплофикационного турбоагрегата).

3. Разработке математической модели многопоточных многоступенчатых теплообменных систем произвольной структуры, каждая ступень которых может иметь произвольное число входных и выходных потоков.

4. Разработке математического описания многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов с учетом возможного фазового перехода в теплоносителях.

5. Получении теоретического подтверждения целесообразности применения разработанной методологии к описанию механических процессов в дисперсных средах и к разделению смеси компонентов с разной температурой кипения.

6. Постановке и решении в рамках разработанной методологии обратных задач проектирования многопоточных многоступенчатых тепломассообменных систем.

### **СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРОЙ ОНА РЕКОМЕНДУЕТСЯ К ЗАЩИТЕ**

Работа соответствует паспорту специальности в части направлений исследований – пункту 1: «Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и про-

грамм выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах ... в целом и их основного и вспомогательного оборудования.»; – пункту 2: «Математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах ... их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии»; – пункту 5: «Разработки и исследования в области энергосбережения и ресурсосбережения при производстве тепловой и электрической энергии, ... в энергетических системах и комплексах».

### **ПОЛНОТА ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИССЕРТАЦИИ В РАБОТАХ, ОПУБЛИКОВАННЫХ СОИСКАТЕЛЕМ**

Основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в 73 публикациях автора объемом 155,08 п.л., авторский вклад – 54,05 п.л. (в том числе 41,42 п.л. с авторским вкладом 14,62 п.л. – научные публикации; 113,66 п.л. с авторским вкладом 39,44 п.л. – учебные пособия), из них 20 работ опубликованы в рецензируемых научных журналах по списку ВАК, 9 статей в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus; 5 статей в других изданиях; 28 тезисов и полных текстов докладов конференций; получено 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### **Научные статьи, опубликованные в изданиях по списку ВАК**

1. **Барочкин, А.Е.** Моделирование тепломассопередачи в многофазной среде конденсатора турбины / **А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, А.Н. Беляков, Г.В. Ледуховский** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2012. – № 1. – С. 52-56 (0,58 / 0,15).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка модели тепломассообмена в конденсационной многопоточной установке в рамках матричной формализации, разработка алгоритма численного решения, анализ полученных результатов.*

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 Ивановского государственного энергетического университета. – 2017. – № 2. – С. 5-12 (0,93 / 0,16).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка методики совместного сведения материальных и энергетических балансов в рамках матричного подхода, разработка алгоритма численного решения уравнений модели, анализ полученных результатов и использование матричной методологии для описания процессов формирования энерго- и массопотоков в многоступенчатых энергетических системах и установках.*

3. **Барочкин, А.Е.** Моделирование и расчет многопоточных теплообменных аппаратов / **А.Е. Барочкин, В. П. Жуков** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2017. – № 3. – С. 70-75 (0,70 / 0,35).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели теплообмена в многопоточных теплообменных аппаратах, анализ влияния направления движения теплоносителей на эффективность теплообмена в многопоточных аппаратах, разработка алгоритма численного решения, анализ полученных результатов.*

4. Касаткин, К.А. Разработка математической модели многопоточных теплообменных аппаратов с учетом фазового перехода в теплоносителях / К.А. Касаткин, **А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, Г. Г. Орлов** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 5. – С. 61-67 (0,81 / 0,20).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели теплообмена с учетом фазового перехода в теплоносителях в многопоточных теплообменных аппаратах, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

5. **Барочкин, А.Е.** Матричное представление модели тепловой схемы электрической станции / **А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, Е.В. Барочкин, Г. В. Ледуховский** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 6. – С. 66-72 (0,81 / 0,20).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели многопоточной многоступенчатой системы тепловой схемы электростанции с целью построения энергетических характеристик оборудования при ограниченном объеме экспериментальных данных, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

6. Жуков, В.П. Моделирование и расчет многопоточных многоступенчатых систем теплообменных аппаратов / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин, Н. Otwinowski** // Химические волокна. – 2019. – № 4. – С. 84-87 (0,47 / 0,16).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели многопоточной многоступенчатой системы теплообменных аппаратов, анализ влияния направления движения потоков теплоносителей на эффективность теплообмена, построение алгоритма расчета, получение расчетных данных и анализ полученных результатов.*

7. Бубнов, К.Н. Учет эффективности отсеков проточной части турбоустановок при расчетном анализе их энергетических характеристик / К.Н. Бубнов, **А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, Г.В. Ледуховский** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2019. – № 3. – С. 62-68 (0,58 / 0,15).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование учета эффективности отсеков проточной части турбоустановок при разработке матричной модели многопоточной многоступенчатой системы тепловой схемы электростанции с целью построения энергетических характеристик оборудования при ограниченном объеме экспериментальных данных, получение численных решений, анализ полученных результатов.*

8. **Барочкин, А.Е.** Матричная формализация расчета и анализ многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов со сложной конфигурацией потоков

/ **А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, К.А. Касаткин** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2019. – № 1. – С. 70-76 (0,81 / 0,27).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка метода матричной формализации модели системы многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов со сложной конфигурацией потоков, каждая ступень которых может иметь произвольное число входных и выходных потоков, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

9. **Барочкин, А.Е.** Матричный метод расчета сложных тепломассообменных систем с многокомпонентными теплоносителями / **А.Е. Барочкин, В. П. Жуков, М. С. Шумилова, Е.В. Барочкин, А.Н. Беляков** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2020. – № 1. – С. 59-68 (1,16 / 0,23).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов с многокомпонентными теплоносителями при сложной конфигурации потоков, разработка модели процесса тепломассообмена для определения степени разделения компонентов и качества готового продукта, проведение практических расчетов, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

10. Бубнов, К.Н. Методика расчета энергетических характеристик теплофикационной турбины с учетом экономичности части низкого давления / **К. Н. Бубнов, А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, Г. В. Ледуховский** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2020. – № 2. – С. 5-13 (1,05 / 0,26).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование и разработка матричной модели многопоточной многоступенчатой системы теплофикационной турбины с учетом экономичности части низкого давления с целью построения энергетических характеристик оборудования при ограниченном объеме экспериментальных данных, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

11. **Барочкин, А.Е.** Оптимизация структуры и режима работы сложных тепломассообменных систем с многокомпонентными теплоносителями / **А.Е. Барочкин, В. П. Жуков, М.С. Шумилова, Е.В. Барочкин, А.Н. Беляков** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2020. – № 4. – С. 55-63 (1,05 / 0,21).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели многопоточной многоступенчатой системы с многокомпонентными теплоносителями, постановка задачи оптимизации структуры и режима работы сложных тепломассообменных систем, получение численных решений оптимизационной задачи, анализ полученных результатов.*

12. **Барочкин, А.Е.** Идентификация модели многоступенчатой классификации смеси разнородных компонентов / **А.Е. Барочкин, А.Н. Беляков, Х. Отвиновски, Т. Wylesimal, Е.В. Барочкин** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2020. – № 5. – С. 56-63 (0,93 / 0,19).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричной модели многоступенчатой классификации многокомпонентной смеси порошков, идентификация модели многоступенчатой системы с многокомпонентными потоками*

порошков, обсуждение программы экспериментальных исследований, идентификация модели, получение численных решений, анализ полученных результатов.

13. **Барочкин, А.Е.** Матричный метод решения обратной задачи теплопередачи в контактных аппаратах с учетом фазового перехода в теплоносителях / **А.Е. Барочкин** // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2021. – № 5. – С. 68-75 (0,93 / 0,93).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: постановка и разработка матричного метода решения обратной задачи теплопередачи в контактных аппаратах с учетом фазового перехода в теплоносителях, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

14. Жуков, В.П. Матричный метод решения обратной задачи теплопередачи в теплообменных аппаратах / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин**, М.С. Боброва, А.Н. Беляков, С.И. Шувалов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2021. – № 2. – С. 62-69 (0,93 / 0,19).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: постановка и разработка матричного метода решения обратной задачи теплопередачи в теплообменных аппаратах без учета фазового перехода в теплоносителях, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

15. Жуков, В.П. Моделирование и расчет процесса теплопередачи в конденсационном котле / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин** // Энергосбережение и водоподготовка. – 2022. – № 2(136). – С. 43-48 (0,70 / 0,35).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка метода матричной формализации модели тепломассообмена в конденсационном котле, обоснование метода решения задачи теплопередачи в конденсационном котле с учетом фазового перехода в теплоносителях, получение численных и аналитических решений задачи, анализ полученных результатов.*

16. Жуков, В.П. Моделирование и расчет процесса тепломассообмена в башенных градирнях систем оборотного охлаждения ТЭС и АЭС / В.П. Жуков, М.Д. Фомичев, В.Н. Виноградов, **А.Е. Барочкин**, А.Н. Беляков // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2022. – № 3. – С. 57-63 (0,81 / 0,16).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование использования метода матричной формализации для моделирования тепломассообмена в башенных градирнях системы оборотного охлаждения, участие в получении численных и аналитических решений и анализе полученных результатов.*

17. Жуков, В.П. Анализ и совершенствование методов решения дискретных моделей уравнения Больцмана / В. П. Жуков, **А. Е. Барочкин**, А. Н. Беляков, О. В. Сизова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2021. – № 6. – С. 62-69 (0,93 / 0,23).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование использования матричных методов представления дискретных моделей уравнения Больцмана при описании процессов тепломассообмена, участие в получении численных и аналитических решений и анализе полученных результатов.*

18. Жуков, В.П. Моделирование капельного уноса в многоступенчатых испарительных установках мгновенного вскипания / В.П. Жуков, И.А. Кокулин, В.Н. Виноградов, **А.Е. Барочкин** // Теплоэнергетика, 2023. – № 11. – С. 136-143 (0,93 / 0,23).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование использования матричных методов формализации модели процессов теплообмена в многоступенчатых испарительных установках мгновенного вскипания, участие в получении численных и аналитических решений и анализе полученных результатов.*

19. Жуков, В.П. Математическое моделирование, оптимизация структуры и режима работы оборудования конденсационных котлов / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин**, А.Н. Беляков, Е.В. Барочкин, Е.А. Шуина, А.К. Соколов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2023. – № 6. – С. 82-87 (0,70 / 0,12).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка матричных методов формализации модели конденсационных котлов, построение алгоритма расчета, получение практических расчетных данных и анализ полученных результатов.*

20. **Барочкин А.Е.** Методология матричного моделирования многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических комплексов/ **А.Е. Барочкин**. // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2024. – № 3. – С. 64-70 (0,81/0,81).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка и обобщение методологии матричного моделирования многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических комплексов, разработка системы кодификации и классификации систем теплообмена, выбор и обоснование областей применения предложенной методологии, получение практических рекомендаций и анализ полученных результатов.*

#### **Статьи в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus**

21. Zhukov, V. P. Simulation and Calculation of Multi-Flow, Multistage Systems of Heat Exchangers / V.P. Zhukov, A.E. Barochkin, N. Otwinowski // Fibre Chemistry. – 2019. – Vol. 51. – No 4. – P. 303-307 (0,58 / 0,19).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование и обобщение методологии матричного моделирования многопоточных и многоступенчатых систем теплообмена, выбор и обоснование применения предложенной методологии, получение практических результатов и их анализ.*

22. Urbaniak, D. Application of the laws of physical statistics to modelling of the jet milling process / D. Urbaniak, V.P. Zhukov, T. Wyleciał, H. Otwinowski, **А.Е. Barochkin**, R. Wyczółkowski // Acta Physica Polonica A. – 2020. – Vol. 138. – No 2. – P. 156-158 (0,35 / 0,06).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование применения методологии матричного моделирования фракционирования многокомпонентной смеси сыпучих материалов в многоступенчатой установке; получение и анализ экспериментальных данных по описанию фракционирования смеси разнородных сыпучих компонентов; выполнении структурной и параметрической идентификации предложенных моделей, получение практических результатов и их анализ.*

23. Wyleciał, T. Conserving heat consumption by modeling and optimizing efficiency of complex heat exchanger systems / T. Wyleciał, D. Urbaniak, **А.Е. Barochkin**, V.P. Zhukov, N.R. Leznova // E3S Web of Conferences : 6th International Conference -

Renewable Energy Sources, ICoRES 2019, Krynica, 12–14 июня 2019 года. – Krynica: EDP Sciences, 2020. – P. 1-7 (0,81 / 0,16).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование и обобщение методологии матричного моделирования многопоточных и многоступенчатых систем теплообмена, выбор и обоснование применения предложенной методологии, получение практических результатов и их анализ.*

24. **Barochkin, A.E.** Matrix Method for Modelling of Multicomponent and Multi-stream Energy Systems and Installations of Thermal Power Plants / A.E. Barochkin // Problems of the Regional Energetics. – 2021. – Vol. 52. – No4. – P. 59–67. (1,05 / 1,05).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка метода матричной формализации при моделировании многокомпонентных и многопоточных энергетических систем и установок ТЭС, обоснование применения предложенной методологии, получение практических результатов и анализ полученных результатов.*

25. Urbaniak, D. Application of modified thermodynamic grinding theory in jet mill / D. Urbaniak, H. Otwinowski, J. Boryca, T. Wyleciał, V.P. Zhukov, A.Y. **Barochkin** // Acta Physica Polonica A. – 2021. – Vol. 139. – No 5. – P. 529-531 (0,35 / 0,06).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: разработка адаптации метода матричной формализации при моделировании многокомпонентных и многопоточных систем и установок фракционирования многокомпонентной смеси сыпучих материалов в многоступенчатой классифицирующей установке; в получении и анализе экспериментальных данных по разделению смеси разнородных сыпучих компонентов в классифицирующей системе; в выполнении структурной и параметрической идентификации предложенных моделей.*

26. Urbaniak, D. Research on the grinding energy density in a jet mill / D.Urbaniak, H.Otwinowski, T. Wyleciał, J. Boryca, V.P. Zhukov, A.Y. **Barochkin** // Materials. – 2021. – Vol. 14. – No 8 – P.1-9. (1,05 / 0,17).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование применимости метода матричной формализации при моделировании многокомпонентных и многопоточных систем и установок, разработка модели фракционирования многокомпонентной порошков в многоступенчатой установке; проведение структурной и параметрической идентификации предложенных моделей.*

27. **Barochkin, A.E.** Matrix approach to solve the inverse problems of heat transfer / A.E. **Barochkin**, V. Mizonov, V. Zhukov, E. Barochkin // JP Journal of Heat and Mass Transfer, 2022. – Vol. 25. – p. 127-135 (1,05 / 0,26).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: постановка и разработка матричного метода решения обратной задачи теплопередачи в контактных аппаратах без учета фазового перехода в теплоносителях, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.*

28. **Barochkin, A.** Solution of the inverse problem of heat exchange with the moving boundary of the phase transformation in countercurrent devices / A.E. **Barochkin**, V.P. Zhukov, A.N. Belyakov, E.A. Shuina, E.V. Barochkin // JP Journal of Heat and Mass Transfer, 2023. – Vol. 34. – p. 127-137 (1,28 / 0,26).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: постановка и разработка матричного метода решения обратной задачи теплопередачи в контактных аппара-*



тах с учетом фазового перехода в теплоносителях, получение численных и аналитических решений, анализ полученных результатов.

29. Zhukov, V.P. Simulation of Droplet Entrainment in Multistage Flash Evaporating Units / V. P. Zhukov, I. A. Kokulin, V. N. Vinogradov, **A. E. Barochkin** // Thermal Engineering. – 2023. – Vol. 70, No. 11. – P. 957-963 (0,81 / 0,20).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обоснование использования матричных методов формализации модели процессов теплообмена в многоступенчатых испарительных установках мгновенного вскипания, участие в получении численных и аналитических решений и анализе полученных результатов.*

### Монографии и учебные пособия

30. Жуков, В.П. Матричное моделирование технологических систем: Учебное пособие / В.П. Жуков, А.Н. Беляков, **А.Е. Барочкин**. – Иваново : Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2020. – 88 с. – ISBN 978-5-00062-398-5 (5,11 / 1,70).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение опубликованных данных по матричным методам моделирования многоступенчатых систем, разработка практических рекомендаций по использованию матричных методов моделирования в учебном процессе. Подготовка основных разделов и их общая редакция, разработка заданий для выполнения самостоятельной работы студентов и заданий для лабораторных работ.*

31. Жуков, В.П. Математические модели современного естествознания: Учебное пособие / В.П. Жуков, А.Н. Беляков, **А.Е. Барочкин**. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – 124 с. – ISBN 978-5-00062-490-6 (7,20 / 2,40).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение материала и оформление раздела по матричному моделированию теплопередачи для ступени двухпоточных теплообменных аппаратов с учетом и без учета фазового перехода в теплоносителях. Подготовка основных разделов и их общая редакция, разработка заданий для выполнения самостоятельной работы студентов.*

32. Барочкин, Е.В. Технологии производства энергии на ТЭС и АЭС: Учебное пособие / Е.В. Барочкин, С.А. Панков, **А.Е. Барочкин**. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – 569 с. – ISBN 978-5-00062-486-9 (33,04 / 11,01).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение литературных данных по методам расчета теплообмена в теплоэнергетическом оборудовании ТЭС; методам теплового расчета котельных установок; разработка контрольных вопросов для студентов; подготовка основных разделов и их общая редакция.*

33. Барочкин, Е.В. Котельные установки: Учебное пособие / Е.В. Барочкин, В.Н. Виноградов, **А.Е. Барочкин**. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 440 с. – ISBN 978-5-9729-0691-8 (25,55 / 8,52).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение литературных данных по технологиям производства энергии на ТЭС, разработка архитектуры и основных расчетных алгоритмов при поверочном тепловом расчете котельных уста-*

новок; разработка контрольных вопросов для студентов; подготовка основных разделов и их общая редакция.

34. Барочкин, Е.В. Основы проектирования ТЭС: Учебное пособие / Е.В. Барочкин, **А.Е. Барочкин**. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – 159 с. – ISBN 978-5-00062-452-4 (9,30 / 4,65).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение литературных данных по методам технико-экономической оптимизации отдельных элементов и тепловой схемы ТЭС в целом, разработка архитектуры и основных расчетных алгоритмов при поверочном и проектном расчете энергетических установок тепловых электрических станций; разработка контрольных вопросов для студентов; подготовка основных разделов и их общая редакция.*

35. Барочкин, Е.В. Общая энергетика: Учебное пособие / Е.В. Барочкин, М.Ю. Зорин, **А.Е. Барочкин**. – 3-е издание, переработанное и дополненное. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 316 с. – ISBN 978-5-9729-0759-5 (18,35 / 6,12).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение литературных данных по технологиям производства тепловой и электрической энергии на ТЭС; по методам расчета теплообмена в теплоэнергетическом оборудовании ТЭС; разработка архитектуры и основных расчетных алгоритмов при тепловом расчете энергетических установок.*

36. Михеев, Г. Г. Котельные установки и парогенераторы: курс лекций / Г. Г. Михеев, **А. Е. Барочкин**, П. Г. Михеев. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-00062-532-3 (15,10 / 5,03).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение литературных данных по технологиям производства энергии на ТЭС, разработка архитектуры и основных расчетных алгоритмов при поверочном тепловом расчете котельных установок и парогенераторов; разработка архитектуры и основных расчетных алгоритмов при тепловом расчете энергетических установок.*

37. Жуков, В.П. Анализ многопоточных теплообменников систем: Монография / В.П. Жуков, Е.В. Барочкин, **А.Е. Барочкин**. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 160 с.: ил., табл. – ISBN 978-5-9729-1870-6 (9,29 / 3,10).

*Соискателем А.Е. Барочкиным выполнены: обобщение литературных данных по методам системного анализа в исследовании операций в энергетике, разработка математической модели многопоточных, многоступенчатых теплообменных систем, каждая ступень которых может иметь произвольное число входных и выходных потоков, разработка модели теплообмена при скользящей границе фазового перехода, разработка модели паротурбинной установки как многокомпонентной многопоточной многоступенчатой энергетической системы; в получении и анализе энергетических характеристик турбоагрегата. Подготовка основных разделов и их общая редакция, Представление и анализ показателей эффективности технологии генерации энергии на ТЭС и АЭС. Анализ путей повышения эффективности технологий производства энергии на ТЭС и АЭС.*

## Статьи в других изданиях

38. **Барочкин, А.Е.** Матричное моделирование и оптимизация паротурбинных установок / **А.Е. Барочкин** // Энергосбережение и водоподготовка. – 2022. – № 6(140). – С. 52-59 (0,93 / 0,93).

39. Жуков, В.П. Матричное моделирование сложных систем / В.П. Жуков, А.Н. Беляков, **А.Е. Барочкин** // Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. – 2023. – Т. 25-1. – С. 177-192 (1,86 / 0,62).

40. Жуков, В.П. Об одном подходе к моделированию многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов со сложной конфигурацией потоков / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин**, К. А. Касаткин // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2019. – Т. 12-2. – С. 138-141 (0,47 / 0,16).

41. **Барочкин, А.Е.** Модифицированный метод решения уравнения Больцмана / **А.Е. Барочкин**, В. П. Жуков, А. Н. Беляков, М. Д. Фомичев // Математические методы в технологиях и технике, 2022. – № 8. – С. 7-11 (0,58 / 0,15).

42. **Барочкин, А.Е.** Анализ эффективности структуры потоков в многопоточных теплообменных аппаратах / **А.Е. Барочкин**, В. П. Жуков // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2016. – № 8(90). – С. 37-38 (0,23 / 0,12).

## Тезисы и полные тексты докладов конференций

43. **Барочкин, А.Е.** Моделирование совмещенных процессов в многофазной среде конденсатора турбины / **А.Е. Барочкин**, В.П. Жуков, А.Н. Росляков, А.Н. Беляков // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-25 : Сборник трудов, Волгоград, 29–31 мая 2012 года. – Волгоград: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2012. – С. 134-135 (0,23 / 0,06).

44. Жуков, В.П. Моделирование тепломассопередачи в многофазной среде на основе уравнения Больцмана / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин** // Состояние и перспективы развития электротехнологии. XVII Бенардосовские чтения : Материалы Международной научно-технической конференции, Иваново, 29–31 мая 2013 года / Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2013. – С. 344-345 (0,12 / 0,06).

45. **Барочкин, А.Е.** Моделирование и анализ эффективности теплопередачи в многопоточных теплообменных аппаратах / **А.Е. Барочкин**, В.П. Жуков, Н.Р. Лезнова // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XIX Бенардосовские чтения) : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 175-летию со дня рождения Н.Н. Бенардоса, Иваново, 31 мая – 02 июня 2017 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2017. – С. 294-297 (0,23 / 0,08).

46. Груданов, И. В. Моделирование процесса теплопередачи в спиральных теплообменных аппаратах / И. В. Груданов, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2017: Двенадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Энергия-2017". В 6 томах, Иваново, 04–06 апреля 2017 года. –

Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2017. – С. 241-242 (0,12 / 0,06).

47. Зимин, А.П. Опыт использования алгоритма совместного сведения материальных и энергетических балансов по данным технического учета при расчете технико-экономических показателей ПГУ-ТЭС / А.П. Зимин, Г.В. Ледуховский, В.А. Буданов, С.Д. Горшенин, **А.Е. Барочкин** // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XIX Бенардосовские чтения) : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 175-летию со дня рождения Н.Н. Бенардоса, Иваново, 31 мая – 02 2017 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2017. – С. 44-47 (0,23 / 0,05).

48. Жуков, В.П. Расчет и совершенствование многопоточных теплообменных аппаратов со сложной структурой потоков / В. П. Жуков, **А.Е. Барочкин**, Н. Otwinowski // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (Бенардосовские чтения) : материалы международной (XX Всероссийской) научно-технической конференции, Иваново, 29–31 мая 2019 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2019. – С. 335-338 (0,23 / 0,08).

49. Жуков, В.П. Матричная модель многопоточных многоступенчатых теплообменных аппаратов со сложной конфигурацией потоков / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин**, Н. Otwinowski // Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование : сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина» на Международном Косыгинском Форуме-2019 «Современные задачи инженерных наук», Москва, 29 октября – 01 2019 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2019. – С. 28-30 (0,35 / 0,12).

50. Касаткин, К.А. Матричная формализация расчета многопоточного теплообменного аппарата / К.А. Касаткин, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2019 : Материалы конференции: в 6 томах, Иваново, 02–04 апреля 2019 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2019. – С. 139-140 (0,12 / 0,06).

51. Бубнов, К. Н. Матричное моделирование тепловой схемы ТЭС / К.Н. Бубнов, **А.Е. Барочкин**, В.П. Жуков // Энергия-2019 : Материалы конференции: в 6 томах, Иваново, 02–04 апреля 2019 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2019. – С. 140 (0,06 / 0,02).

52. Сударкин, Е. И. Реконструкция системы теплоснабжения Сызранской ТЭЦ / Е. И. Сударкин, И. А. Кокулин, **А.Е. Барочкин** // Теплоэнергетика: Пятнадцатая всероссийская (седьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы конференции. В 6-ти томах, Иваново, 07–10 апреля 2020 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2020. – С. 40 (0,06 / 0,02).

53. Жуков, В.П. Матричный метод анализа тепломассообменных процессов в гетерогенных системах / В.П. Жуков, А.Е. Барочкин, М.С. Шумилова, Н. Otwinowski // 19-я международная Плесская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям : Сборник научных трудов, Иваново, 08–11 сентября 2020 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2020. – С. 144-149 (0,35 / 0,09).

54. Жуков, В.П. Расчет сложных тепломассообменных систем с многокомпонентными теплоносителями / В.П. Жуков, А.Е. Барочкин, М.С. Шумилова // Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ - 2020 : Сборник научных трудов Седьмой Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения Академика А.В. Лыкова, Москва, 13–15 октября 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2020. – С. 134-137 (0,25 / 0,08).

55. Бубнов, К.Н. Моделирование и анализ энергетических характеристик турбоустановки Т-100/120-130 / К.Н. Бубнов, В.П. Жуков, А.Е. Барочкин // Электромеханотроника и управление : Пятнадцатая Всероссийская (седьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Энергия-2020": Материалы конференции. В 6 томах, Иваново, 07–10 апреля 2020 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2020. – С. 154 (0,06 / 0,02).

56. Беляков, А.Н. Методика определения коэффициентов переноса на основе решения уравнения Больцмана / А. Н. Беляков, В.П. Жуков, А.Е. Барочкин // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения) : Материалы международной научно-технической конференции, Иваново, 02–04 июня 2021 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 332-335 (0,23 / 0,08).

57. Барочкин, А.Е. Повышение эффективности работы системы теплоснабжения за счет перераспределения тепловой нагрузки между источниками централизованного теплоснабжения / А.Е. Барочкин, И.А. Кокулин // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения) : Материалы международной научно-технической конференции, Иваново, 02–04 июня 2021 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 92-95 (0,23 / 0,12).

58. Барочкин, А.Е. Расчетный анализ многопоточного теплообмена с учетом фазового перехода в теплоносителях на примере контактного экономайзера / А.Е. Барочкин, В.П. Жуков, Н. Otwinowski // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения) : Материалы международной научно-технической конференции, Иваново, 02–04 июня 2021 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 323-326 (0,23 / 0,08).

59. Кокулин, И.А. Эффективность перераспределения тепловых нагрузок между тепловыми электрическими станциями / И.А. Кокулин, А.М. Забиронин, А.Е. Барочкин // Энергия-2021 : Шестнадцатая всероссийская (восьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых уче-

- ных. в 6 т., Иваново, 06–08 апреля 2021 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 22 (0,06 / 0,02).
60. Кокулин, И.А., Перспективы использования и опыт эксплуатации конденсационных котлов в энергетике / И.А. Кокулин, **А.Е. Барочкин** // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тезисы докладов Двадцать восьмой международной научно-технической конференции студентов и аспирантов, Москва, 17–19 марта 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Центр полиграфических услуг " РАДУГА", 2022. – С. 708 (0,06 / 0,03).
61. **Барочкин, А.Е.** Решение обратной задачи теплопередачи в контактных теплообменных аппаратах с учетом фазового перехода / **А.Е. Барочкин** // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тезисы докладов Двадцать восьмой международной научно-технической конференции студентов и аспирантов, Москва, 17–19 марта 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Центр полиграфических услуг " РАДУГА", 2022. – С. 722 (0,06 / 0,06).
62. Жуков, В.П. Матричное описание теплопередачи в конденсационном котле / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2022. Теплоэнергетика : Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. в 6 т., Иваново, 11–13 мая 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 19 (0,06 / 0,03).
63. Кокулин, И.А. Повышение эффективности работы Ижевских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 / И.А. Кокулин, И.И. Светушков, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2022. Теплоэнергетика : Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. в 6 т., Иваново, 11–13 мая 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 26 (0,06 / 0,02).
64. Кокулин, И.А. Распределение нагрузки в системе теплоснабжения / И.А. Кокулин, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2022. Теплоэнергетика: Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. в 6 т., Иваново, 11–13 мая 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 27 (0,06 / 0,03).
65. Кокулин, И.А. Рациональность использования конденсационных котлов в малой энергетике / И.А. Кокулин, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2022. Теплоэнергетика: Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. в 6 т., Иваново, 11–13 мая 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 28 (0,06 / 0,03).
66. Жуков, В.П. Решение обратной задачи теплообмена в многопоточных системах / В. П. Жуков, **А. Е. Барочкин**, М. Д. Фомичев // XX юбилейная Всероссийская с международным участием Плесская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям : Сборник научных трудов , Плес, 01–30 сентября 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 162-165 (0,23 / 0,08).

67. **Барочкин, А. Е.** Математическое моделирование и расчет конденсационного котла / **А.Е. Барочкин** // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве : Материалы VII Национальной научно-практической конференции, Казань, 09–10 декабря 2021 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 278-280 (0,19 / 0,19).

68. Гильмутдинов, Е.Д. Повышение эффективности работы Сакмарской ТЭЦ / Е.Д. Гильмутдинов, П.А. Кутраков, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2022. Теплоэнергетика: Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. в 6 т., Иваново, 11–13 мая 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 33 (0,06 / 0,02).

69. Сударкин, Е.И. Повышение эффективности работы Сызранской ТЭЦ / Е.И. Сударкин, **А.Е. Барочкин** // Энергия-2022. Теплоэнергетика: Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. в 6 т., Иваново, 11–13 мая 2022 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 43 (0,06 / 0,03).

70. Фомичев, М. Д. Расчетные исследования тепломассообмена в башенных градирнях с использованием имитационного моделирования / В.П. Жуков, **А.Е. Барочкин**, М.Д. Фомичев // Электромеханотроника и управление : Восемнадцатая всероссийская (десятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Материалы конференции. В 6-ти томах, Иваново, 16–18 мая 2023 года. Том 4. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2023. – С. 105 (0,06 / 0,02).

### Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

71. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022615258 РФ. Расчет энергетических характеристик теплофикационной паровой турбины с учетом характеристик экономичности отсеков ее проточной части: № 2022614039: заявл. 21.03.2022; опубл. 30.03.2022 / К. Н. Бубнов, В. П. Жуков, **А. Е. Барочкин**; заявитель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

72. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022615259 РФ. Решение обратной задачи для многопоточных многоступенчатых систем: № 2022614041: заявл. 21.03.2022; опубл. 30.03.2022 / В. П. Жуков, **А. Е. Барочкин**; заявитель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

73. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682290 РФ. Расчет процесса тепломассообмена в башенных градирнях с учетом фазового перехода в теплоносителях: № 2022681677: заявл. 14.11.2022; опубл. 21.11.2022 / М. В. Фомичев, В. П. Жуков, **А. Е. Барочкин**; заявитель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

## ВЫСТУПЛЕНИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

Основные результаты опубликованы и обсуждались на 27 конференциях, в том числе: XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII Международных научно-технических конференциях «Бенардосовские чтения» (Иваново, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023 гг.); XXIX, XXXII, XXXV Международных научных конференциях «Математические методы в технике и технологиях» (2016, 2019, 2022 гг.); VII Международной научно-технической конференции «Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности» (Ульяновск, 2017г.); Международном научно-техническом симпозиуме «Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина» (Москва, 2019 г.); First Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2020) (Екатеринбург, 2020); XIX, XXI Международных Плесских научных конференциях по нанодисперсным магнитным жидкостям (г. Плес, 2020, 2022 г.); Седьмой Международной научно-практической конференции «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ-2020» (г. Москва, 2020 г.); 6th International Conference «Renewable Energy Sources» (ICORES19) (Krynica, 2019).

## ВЫВОДЫ

Диссертация «Моделирование, расчет и оптимизация многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок» Барочкина Алексея Евгеньевича является законченной научной квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие повышению эффективности функционирования многокомпонентных многопоточных многоступенчатых энергетических систем и установок путем их моделирования, расчета и оптимизации, и вносящие значительный вклад в теплоэнергетической отрасли страны, и отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. в актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, состоявшемся 31 мая 2024, протокол № 11.

Председатель заседания,  
заведующий кафедрой  
«Тепловые электрические станции»  
кандидат технических наук, доцент



Горшенин Сергей Дмитриевич