



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**  
**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Казанский

государственный энергетический

университет»

Э.Ю. Абдуллазянов

«26» апреля 2021 г.



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Диссертация «Повышение эффективности охлаждения воды путем рационального распределения потоков в башенных градирнях» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГУ»)) на кафедрах «Тепловые электрические станции» и «Инженерная кибернетика».

Соискатель Бадриев Айрат Ирекович в 2011 г. окончил ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия» по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» с присуждением квалификации «инженер». В 2018 году окончил ФГБОУ ВО «КГУ» по специальности «Теплоэнергетика и теплотехника» с присуждением квалификации «магистр» с отличием.

С 2017 г. по 2020 г. Бадриев А.И. был прикреплен для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» в ФГБОУ ВО «КГУ».

Научным руководителем назначен доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерная кибернетика» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» Шарифуллин Вилен Насибович.

Тема диссертации «Повышение эффективности охлаждения воды путем рационального распределения потоков в башенных градирнях» утверждена на заседании Ученого совета Института теплоэнергетики ФГБОУ ВО «КГЭУ» (выписка из протокола от 31.10.2017 № 07/17).

В 2020 г. научным руководителем назначен кандидат технических наук, доцент кафедры «Тепловые электрические станции» Власов Сергей Михайлович (выписка из протокола заседания научно-технического совета ФГБОУ ВО «КГЭУ» от 25.02.2020 г. №5).

Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 868 выдана 28.04.2021 г. ФГОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

По итогам обсуждения диссертации Бадриева А. И. «Повышение эффективности охлаждения воды путем рационального распределения потоков в башенных градирнях» принято следующее **заключение**:

**актуальность** диссертационной работы обусловлена тем, что она позволяет повысить эффективность охлаждения воды в условиях неравномерности потоков воды и воздуха в башенных градирнях ТЭС.

**Научная новизна** заключается в следующем:

1. Установлен и экспериментально подтвержден теоретический закон распределения воды и воздуха в башенных градирнях.
2. Установлено совместное влияние факторов на скорость воздуха в секциях башенной градирни: плотности орошения, аэродинамического сопротивления и скорости ветра.
3. Получена охладительная характеристика с учетом влияния неравномерности потоков воды и воздуха башенной градирни.
4. Разработана математическая модель комплексного учета неравномерности потоков воды и воздуха башенной градирни.
5. Получены результаты численных исследований охлаждения воды при различных скоростях воздуха в башенной градирне.

**Практическая значимость** заключается в следующем:

1. Установлена ветровая характеристика на примере башенной градирни БГ-2600.
2. Разработана методика корректировки рабочих характеристик с учетом неравномерности потоков воды и воздуха башенных градирен.
3. Получены скорректированные рабочие характеристики башенных градирен БГ-2600 и БГ-1600.
4. Разработан алгоритм и программа автоматического регулирования

воздуховодными окнами БГ-2600 в условиях неравномерности распределения воды и воздуха.

**Личный вклад автора** состоит в проведении литературного обзора, теоретических, численных и натурных исследований, разработке программного обеспечения, апробации результатов, подготовке публикаций.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения. В диссертации Бадриева Айрата Ирековича отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования.

Основные положения диссертационной работы отражены в 19 научных трудах, среди которых: 7 статей в журналах из перечня ВАК; 4 публикации в зарубежных изданиях; 7 материалов докладов в международных и всероссийских конференциях; 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Статьи в изданиях из перечня ВАК при Министерстве науки и ВО РФ:**

1. Бадриев, А. И. Исследование работы башенной градирни в условиях ее пониженной гидравлической нагрузки / А.И. Бадриев, В.Н. Шарифуллин, С.М. Власов, Н.Д. Чичирова; Надежность и безопасность энергетики, 2019. – Т. 12. – № 4. – С. 268 – 273.

2. Бадриев, А. И. Оценка распределения воды и воздуха на лабораторной градирне / А.И. Бадриев, С.М. Власов; Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2019. – Т. 21. – №5. – С. 71 – 78.

3. Шарифуллин, В. Н. Аэродинамические характеристики башенной градирни в условиях неравномерности распределения потоков воды и воздуха / В. Н. Шарифуллин, А. И. Бадриев; Теплоэнергетика, 2019. – № 8. – С. 46 – 52.

4. Шарифуллин, В. Н. Оптимизация системы оборотного охлаждения по расходу циркуляционной воды / В. Н. Шарифуллин, А. И. Бадриев, А. В. Шарифуллин; Промышленная энергетика, 2016. – № 7. – С. 30 – 33.

5. Бадриев, А. И. Экспериментальное исследование неоднородности процесса охлаждения воды в башенной градирне / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин; Вестник ИГЭУ, 2016. – №. 6. – С. 15 – 20.

6. Шарифуллин, В. Н. Влияние неравномерности орошения на интенсивность процесса в испарительной градирне / В. Н. Шарифуллин, А. И. Бадриев; Промышленная энергетика, 2014. – № 6. – С. – 30 – 32.

7. Шарифуллин, В. Н. Анализ влияния неравномерности распределения плотности орошения на процесс в башенной градирне / В. Н. Шарифуллин, А. И. Бадриев; Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2013. – № 11/12. – С. 24 – 26.

**Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах**

### «Scopus» и «WebofScience»:

8. Badriev, A. I., Makarova, I. V. The water and air distribution law analysis in natural draft cooling towers. *2021 3rd International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering*, Moscow, 2021, pp. 1 – 5. DOI: 10.1109/REEPE51337.2021.9388023.

9. Badriev, A. I., Sharifullin, V. N. Analysis of the controllability of the natural draft cooling tower. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 2019, vol. 16, pp. 213 – 215. DOI: 10.1166/jctn.2019.7726.

10. Sharifullin, V. N, Badriev, A. I. Aerodynamic characteristics of the cooling tower under the nonuniform distribution of the water and air flows. *Thermal Engineering*, 2019, vol. 66, is. 8, pp. 569 – 574. DOI: 10.1134/S0040601519080081.

11. Badriev, A. I., Sharifullin, V. N. The analysis of the process in the cooling tower with the low efficiency. *Journal of Physics: Conference Series*, Moscow, 2017, vol. 891, pp. 012205. DOI: 10.1088/1742-6596/891/1/012205.

### Материалы конференций:

12. Бадриев, А. И. Анализ рабочих характеристик при неравномерности распределения потоков в башенной градирне / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин // Международная (XX Всероссийская) научно – техническая конференция «Состояние и перспективы развития электро – и теплотехнологии». – Иваново: ИГЭУ, 2019. – Т.2. – С. 51 – 53.

13. Бадриев, А. И. Анализ процесса в башенной градирне при низкой эффективности ее работы / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин // Международная конференция «Современные проблемы теплофизики и энергетики». – Москва: МЭИ, 2017. – Т.2. – С. 57 – 58.

14. Бадриев, А. И. Влияние характеристик градирни на энергосбережение ТЭЦ / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин // Международная конференция «Энергосбережение. Наука и образование». – Набережные Челны: НЧИ КФУ, 2017. – С. 140 – 142.

15. Бадриев, А. И. Анализ рабочих характеристик башенной градирни на лабораторной установке / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин, С. М. Власов // Международная молодежная научная конференция «XXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых)». – Казань: КАИ, 2017. – С. 780 – 784.

16. Бадриев, А. И. Управление расходом охлаждающей воды оборотной системы ТЭС / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин; XIII Международная научно – техническая конференция «Совершенствование энергетических систем и теплоэнергетических комплексов», – Саратов: СГТУ им. Ю. А. Гагарина, 2016. – С. 210 – 215.

17. Бадриев, А. И. Метод анализа влияния гидравлической нагрузки на

охлаждающую способность градирни / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин // XI международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения». – Казань: КГЭУ, 2016. – Т.2. – С. 27 – 28.

18. Бадриев, А. И. Способ анализа влияния нагрузки башенной градирни на ее охладительную мощность / А. И. Бадриев, В. Н. Шарифуллин // XI международная конференция «Энергия». – Иваново: ИГЭУ, 2016. – Т. 1. – С. 45 – 47.

#### **Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ:**

19. Программа управления воздухопроводными окнами башенной градирни в условиях неравномерности потоков воды и воздуха: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / А.И. Бадриев, — № 2019661889; дата регистрации 11.09.2019 г.

**Соответствие паспорту специальности.** Диссертация соответствует паспорту специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» в части формулы: «в рамках специальности проводятся работы по совершенствованию действующих и обоснованию новых типов и конструкций основного и вспомогательного оборудования ТЭС»; «разрабатываются вопросы водоиспользования и водных режимов». В пунктах области исследований: 2. Исследование и математическое моделирование процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций; 3. Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий производства электрической энергии и тепла, использования топлива, водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду; 6. Разработка вопросов эксплуатации систем и оборудования тепловых электростанций.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Бадриева А.И. является завершенной научно – квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Бадриеву А.И., они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

Диссертация Бадриева А.И. на тему: «Повышение эффективности охлаждения воды путем рационального распределения потоков в башенных градирнях», содержит решение задачи, имеющей значение в области повышения эффективности охлаждения воды оборотной системы ТЭС.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. в редакции от 01.10.2018 г.) и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

В рассмотрении и обсуждении диссертации Бадриева А.И. на заседании кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», принимали участие: проф. Чичирова Н.Д., проф. Чичиров А.А., доц. Абасев Ю.В., проф. Грибков А.М., доц. Вилданов Р.Р., доц. Власов С.М., доц. Власова А.Ю., проф. Зиганшин М.Г., доц. Евгенийев И.В., доц. Гиниятуллин Б.А., ст. преп. Закирова И.А., доц. Низамова А.Ш., доц., Ляпин А.И., доц. Безруков Р.Е., доц. Смирнов А.Ю., доц. Волков М.А.

Принимало участие в голосовании 16 человек. Результаты голосования: «за» – 16 человек, «против» – 0 человек, «воздержался» – 0 человек, протокол № 9-19/20 от 18.12.19.

Председатель заседания,  
доктор хим. наук, профессор,  
заведующий кафедрой

«Тепловые электрические станции»

(подпись)

Чичирова Наталия Дмитриевна

Секретарь заседания:  
кандидат техн. наук,  
доцент кафедры

«Тепловые электрические станции»

(подпись)

Абасев Юрий Васильевич

Кафедра «Тепловые электрические станции»,  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»:  
420066 г. Казань, ул. Красносельская, д.51, <http://kgeu.ru>.  
+7 (843) 519-42-52, e-mail: [kgeu.tes@mail.ru](mailto:kgeu.tes@mail.ru).

Сведения о лице, утвердившем заключение:

Абдуллазянов Эдвард Юнусович: кандидат технических наук, доцент.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», ректор,  
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д.51.

Тел.: +7 (843) 519-42-02, e-mail: [rector@kgeu.ru](mailto:rector@kgeu.ru).



Чичирова Н.Д., Абасева Ю.В.  
Специалист УК Шаймуратов С.А.

26.04.2021