



# ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция  
(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)

**Материалы конференции**

В трех томах

**ТОМ 2**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 «ЭНЕРГЕТИКА И  
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция  
(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

В трех томах

ТОМ 2

*Под общей редакцией ректора КГЭУ  
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2023

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,  
доктор технических наук, доцент К. В. Сулов;

проректор по РИИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,  
доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),  
Д.А. Ганеева

М43           Международная молодежная научная конференция  
«Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая  
трансформация»: электронный сборник статей по материалам  
конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ  
Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 2. – 915 с.

ISBN 978-5-89873-633-0 (общий)

ISBN 978-5-89873-631-6 (т. 2)

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-633-0 (общий)

© КГЭУ, 2023

ISBN 978-5-89873-631-6 (т. 2)

За время проведения эксперимента выживаемость раков составила 100%, в то время как в условиях лоткового содержания – 71,9% [4], таким образом, содержание раков в отдельных секциях позволяет избежать каннибализма.

Масса раков из первой группы увеличилась в среднем в 2,84 раза; масса раков из второй группы увеличилась в среднем в 1,5 раза; зоологическая длина раков из первой группы увеличилась в среднем в 1,37 раза; зоологическая длина раков из второй группы увеличилась в среднем в 1,16 раза. Наибольший среднесуточный прирост массы тела у раков первой группы составил – 0,11 г/сут, у второй группы – от 0,114 до 0,12 г/сут.

### **Источники**

1. ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>.

2. Калайда М.Л. Некоторые особенности выращивания ракообразных в аквабиотехнологиях на водах объектов энергетики / Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии / М.Л. Калайда, М.Ф. Хамитова, С.Д. Борисова, Ф.А. Исмагилов. – №3(21) 2021. – С. 9-21. ISSN 2542-0283

3. Marina Kalaida, Madina Khamitova, Svetlana Borisova. Some features of crustacean cultivation aquabiotechnology on the waters of energy facilities E3S Web of Conferences 288, 01047 (2021) SUSE-2021

УДК 621.56.002

## **РЫБОЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НА ТЭС – ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

А.Р. Саетов

Науч. рук. проф. М.Л. Калайда

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

saetov67@mail.ru

В тезисе рассмотрены рыбозащитные сооружения (РЗС) на водозаборах тепловых электростанций как пример эффективного решения проблемы сохранения водных биологических ресурсов (ВБР) в водоемах-охладителях. Эффективность предотвращения попадания рыб и иных водных биоресурсов в водозаборы нормируется российскими экологическими законами. Допустимая величина нормативной

эффективности работы РЗС должна составлять не менее 70%. Современные отечественные рыбозащитные сооружения обеспечивают выполнение данных нормативов. Одним из наиболее эффективных в экологическом отношении видов РЗС с наименьшим негативным воздействием на биоценоз водоема являются рыбозащитные сооружения типа «водовоздушная завеса». Проект РЗС на основе водовоздушной завесы был реализован на водозаборных сооружениях береговых насосных станций (БНС) филиала ОАО «Татэнерго» Заинская ГРЭС предприятием, на котором трудится один из авторов данной статьи.

**Ключевые слова:** водозабор, рыбозащитное сооружение, водные биоресурсы, водоем, эффективность, экология, электростанция.

## **FISH PROTECTION FACILITIES AT THERMAL POWER PLANTS – AN EFFECTIVE SOLUTION TO THE PROBLEM OF CONSERVATION OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES**

A.R. Saetov  
KSPEU, Kazan, Russia  
saetov67@mail.ru

In the thesis, fish protection structures (REDS) at the water intakes of thermal power plants are considered as an example of an effective solution to the problem of conservation of aquatic biological resources (VBR) in cooling reservoirs. The effectiveness of preventing fish and other aquatic biological resources from entering water intakes is regulated by Russian environmental laws. The permissible value of the regulatory efficiency of the RPC should be at least 70%. Modern domestic fish protection facilities ensure compliance with these standards. One of the most environmentally effective types of REE with the least negative impact on the biocenosis of the reservoir are fish protection structures of the "water-air curtain" type. The RZS project based on a water-air curtain was implemented at the water intake facilities of coastal pumping stations (BNS) of the branch of JSC Tatenergo Zainskaya GRES by the enterprise where one of the authors of this article works.

**Keywords:** water intake, fish protection facility, aquatic bioresources, reservoir, efficiency, ecology, power plant.

Тепловые электростанции при производстве электрической и тепловой энергии применяют большие объёмы водных ресурсов для охлаждения теплообменных аппаратов. При заборе воды в насосное оборудование с водными массами неминуемо забирает рыбные особи (и, что особенно неприятно, ее молодь), а также иные водные и подводные биоресурсы, чем приносит огромный урон экологическому состоянию водоемов – источников

воды. Главной причиной попадания рыб в водозаборы является инертный снос ее водным потоком. Поэтому по законодательства Российской Федерации водозаборы всех электрических станций, в том числе конденсационных, обязаны быть обеспечены сооружениями рыбозащитных устройств. Эффективность предупреждения проникания рыб и других водных биоресурсов в насосное оборудование водозаборных устройств по российским нормам должна быть не менее 70% [1, 2].

Рыбозащитная эффективность (Кэф) это отношение всего объема рыбных особей, задержанных рыбозащитным устройством, к числу рыбных особей, которые попали бы в водозабор в случае неимения такого сооружения, выраженное в количестве процентов [1, 2]. Эффективность функционирования РЗС устанавливается производством ихтиологических исследований, проведенных узкоспециализированными структурами, использующими специальное оборудование для проведения подобных работ [2, 3]. Такие исследования ихтиофауны дают возможность подсчитать эффективность функционирования РЗС [4]. Для мониторинга и освоения дополнительных способов улучшения эффективности работы рыбозащитных устройств измеряются существующие характеристики работающих водозаборов электростанции.

Ихтиологические исследования по определению эффективности РЗС были проведены на береговых насосных станциях №1–3 ЗайГРЭС [5]. При заборах ихтиологических проб использованы сети с ячейей 10, 22, 30 и 70 мм, расположенные на Заинском водохранилище перед РЗС (устанавливались перед подводными каналами к насосным станциям). Оценка результатов сбора и подсчета рыб и ВБР на БНС (после РЗС) производилась в течение круглых суток по мониторингу за ВБР и рыбами, проникшими в подводный канал и попавшими в водоочистные машины на береговых станциях в сороудерживающие вращающиеся сетки [6, 7]. Для непосредственной проверки среды обитания рыб, их кормовой базы во время забора материала для ихтиологических исследований во все сезоны года параллельно забирались и гидробиологические пробы [8].

Исследования проводились на РЗС Заинской ГРЭС в течение четырех сезонов (весна, лето, осень, зима). Было выявлено – наибольший объем рыбы на БНС собирается в летний период, а наименьшее количество – в зимне-осенний и весенний периоды. Коэффициент эффективности рыбозащиты (Кэф) рыбозащитных сооружений, смонтированных на береговых насосных станциях ЗайГРЭС, подсчитывался по расхождению концентрации рыбы перед рыбозащитными сооружениями (на Заинском водохранилище) и после рыбозащитных сооружений (на береговых насосных станциях) [1, 2, 9, 10].

По произведенным подсчётам результат эффективности рыбозащиты (Кэф) рыбозащитного сооружения получился: весной – 83,7%; летом – 83,4%; осенью – 83,3%; зимой – 97,2%. Соответственно, по исследованиям и расчетам, произведенным с учетом факторов внешней среды в разные временные сезоны года показатель эффективности работы РЗС, установленное на БНС филиала АО «Татэнерго» – Заинская ГРЭС, получился 86,9%, что значительно превышает показатели нормативной инструкции (не менее 70%) [1, 2, 11].

Несмотря на то, что необходимый результат достигнут, есть определенные минусы, так как необходим не разовый, а постоянный контроль эффективности работы РЗС, что на данный момент невозможно, так как такие узкоспециализированные работы дорого стоят, невыполнимы без привлечения специальных структур, имеющих право производства ихтиологических работ (квотированные на вылов водных биологических ресурсов). следовательно, при таких условиях владельцы водозаборов не могут сами мониторить эффективность рыбозащитных сооружений.

По Указу Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» «приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечат: а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта» [12, 13]. На сегодняшнем, этапе развития науки и техники есть новые возможности разработки совершенно иных способов и методик мониторинга эффективности работы РЗС на водозаборных сооружениях конденсационных станций, введение в жизнь которых востребовано временем [14, 15]. В планах нашей последующей работы рассмотрение существующих способов мониторинга эффективности работы рыбозащитных сооружений для последующей реализации совершенно новых, современных, «цифровых» инструментов контроля с конечной целью в виде повышения сохранности рыб и иных водных биологических ресурсов в водоемах, организованных при конденсационных станциях.

### **Источники**

1. Методические рекомендации по определению эффективности рыбозащитных сооружений на водозаборах. М.: ЦУРЭН, 2016.

2. Эрслер А.А., Шерамет Н.Г. Экспресс-методика по определению функциональной эффективности рыбозащитных сооружений на водозаборах // Москва, ЦУРЭН, МИК. 2002. С. 42-43.
3. Калайда М.Л., Муганцева Т.П. Повышение эффективности работы системы технического водоснабжения ТЭС // Известия ВУЗов: Проблемы энергетики. 2012. Т., № 7/8. С. 128-131.
4. Булгаков А.Б. Воздушно-пузырьковые рыбозащитные устройства (РЗУ) с применением гидравлических кавитационных аппаратов (ГКА) // Известия Академии промышленной экологии. 2000. № 43. С. 60-63.
5. Дёмин А.П. Водохозяйственный комплекс России: понятие, состояние, проблемы // Водные ресурсы. 2010. № 37(5). С. 617-632.
6. Кузовлёв Г.М. О проектировании водохранилищных и морских водозаборов // Водоснабжение и санитарная техника. 1966. № 1. С. 18-23.
7. Малеванчик Б.С., Никоноров И.В. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения // Москва: Легкая и пищевая промышленность. 1984. С. 256-260.
8. Михеев П.А. Рыбозащитные сооружения и устройства // Москва. 2000. 405 с.
9. Стурани Р.Я., Юдин В.К. Конструкции рыбозащитных устройств фильтрующего типа с воздушной продувкой Экспресс информация // Мелиоративное и водное хозяйство. 1988. № 5(11). С. 2-6.
10. Мантейфель Б.П., Павлов Д.С., Пахоруков А.М. Биологические основы устройства рыбозащитных и рыбопропускных сооружений // Москва. Наука. 1978. С. 178-180.
11. Мотинов А.М., Колесникова Т.В. Рыбопропускные сооружения и рыбозащитные устройства. Гидротехнические сооружения // Москва. Стройиздат. 1983. С. 543-545.
12. Беспалов А.Г., Сальников А.Л., Беспалова О.Н., Давыдова С.А. Гидротехнические сооружения // Москва. КНОРУС. 2016. С. 94-95.
13. Калайда М.Л. Процессы самоочищения водных экосистем и их регуляция в условиях эвтрофирования // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения. Материалы международной научно-практической конференции. Казань, 2017. С.4-12.
14. Калайда М.Л., Саетов А.Р., Рыбозащитные сооружения на водоемах объектов энергетики как важное мероприятие по сохранению стада рыб // Казань. Казанский государственный энергетический университет. Сборник докладов «Тинчуринские чтения – 2020». 2018. Т.1. С.108-113.



15. Калайда М.Л., Саетов А.Р., Водные биологические ресурсы в структуре экологических проблем энергетических объектов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. ВАК. 2022. Т. 24. № 2. С. 175-185

УДК 639.3

## **СОВРЕМЕННЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ**

М.Л. Калайда<sup>1</sup>, Р.Г. Шарафутдинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

<sup>2</sup>Государственный комитет Республики Татарстан по биологическим ресурсам

<sup>1</sup>kalayda4@mail.ru, <sup>2</sup>rambaldi@mail.ru

В статье рассмотрены особенности температурного режима Куйбышевского водохранилища в связи с изменениями климата за последний период, влияющие на состояние рыбного стада. Показано, что количество дней с температурой воздуха выше 15°C, характеризующей рыбоводную зону, варьирует в разные годы последнего периода от 71 дня (2017 г.) до 133 дней (2020 г.). Отмечено смещение нерестовой температуры, как важнейшего экологического фактора для развития водных биоресурсов. Показана роль температуры в сочетании с уровенным режимом водохранилища в усилении эвтрофирования и «локальных катастроф» - гибели рыбы. Регулярная гибель рыбы на разных участках водохранилища при действии таких факторов как низкий уровень воды и высокая температура создают предпосылки для «локальных катастроф» на уровне ихтиоценозов. Смертность рыбы является механизмом освобождения экосистемы от избыточного органического вещества. Для улучшения состояния ихтиоценоза необходимо снижение численности малоценной и сорной рыбы.

**Ключевые слова:** Куйбышевское водохранилище, экосистема, температура, эвтрофирование, гибель рыбы.

## **MODERN TEMPERATURE REGIME OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR AS A FACTOR INFLUENCING WATER BIORESOURCES**

M.L.Kalayda<sup>1</sup>, R.G. Sharafutdinov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KSPEU, Kazan, Russia

<sup>2</sup>State Committee of the Republic of Tatarstan for Biological Resources

<sup>1</sup>kalayda4@mail.ru, <sup>2</sup>rambaldi@mail.ru

Научное издание

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ  
ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция

(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

В трех томах

Том 2

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова

Авторская редакция

Корректор *Д.А. Ганеева*

Компьютерная верстка *Д.А. Ганеевой*

Дизайн обложки *Ю. Ф. Мухаметшиной*

КГЭУ

420066, Казань, Красносельская, д. 51

Ежегодная конференция проводится в память первого ректора КГЭУ – Фореля Закировича Тинчурина (1926–2002).

Тинчурин Форель Закирович – инженер-механик, профессор, в 1952–1976 годах занимался научно-педагогической работой в Казанском авиационном институте. В 1976 году стал проректором Казанского филиала Московского энергетического института, а в 1985 году – его ректором, в этой должности пребывал до 1994 года.

В память талантливого ученого, педагога и организатора высшего образования в Республике Татарстан – Фореля Закировича Тинчурина – заложена традиция проведения ежегодной международной конференции «Тинчуринские чтения».

В 2023 году Казанский государственный энергетический университет отмечает свой юбилей. За 55 лет университет прошел огромный путь и стал одним из крупнейших и авторитетнейших ВУЗов, признанных как в России, так и за рубежом. Воспитано несколько поколений высококлассных специалистов для отрасли, многие из которых стали руководителями предприятий.

На базе университета созданы все условия для успешной подготовки специалистов в области энергетики: специализированные кафедры; множество учебно-научных лабораторий созданных по последним требованиям отрасли; функционирующий процесс тренажер-симулятор, моделирующий работу энергоблока с одним из самых современных и безопасных реакторов; учебный полигон «Подстанция 110/10 кВ»; современные общежития.

По объему и уровню выполняемых научных работ КГЭУ является одним из лучших вузов Российской Федерации.

ISBN 978-5-89873-631-6



9 785898 736316