



**СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ:  
ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ**

**СБОРНИК ТРУДОВ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ  
(НАЦИОНАЛЬНОЙ) НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ НАУЧНЫХ, НАУЧНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ, АСПИРАНТОВ И  
СТУДЕНТОВ**

**СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ:  
ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ**

**СБОРНИК ТРУДОВ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ  
(НАЦИОНАЛЬНОЙ) НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ НАУЧНЫХ, НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ  
РАБОТНИКОВ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ**

**Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения:** сборник трудов VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов / [науч. ред. А.Н. Ткачёв]. – Челябинск: ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет», 2022 – 333 с.

Научный редактор – А.Н. Ткачёв, к.т.н, доцент, ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет»;

Редактор-корректор – К.М. Фролова, специалист редакционно-издательского отдела ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет».

В сборник включены статьи участников VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов «Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения» состоявшейся в г. Челябинске 25 января 2022 г.

ISBN 978-5-6046573-7-9

**Электроэнергетика и электротехника**

|                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Бочкарев Г.Д. Подход к определению баланса активной и реактивной мощностей                                                                                                                                                    | 5   |
| Епишков Е.Н., Ткачев А.Н., Баженова С.В. Математическая модель распределения температуры по поверхности плавного электронагревателя с токоведущей частью в виде ленты из высокоомного материала                               | 10  |
| Жилин Е.В., Савини Н.Ю., Доценко О.В. Комбинированная теплоустановка в качестве автономного и резервного источника энергии                                                                                                    | 18  |
| Ильин Ю.П., Белов А.В., Ткачев А.Н., Кузьмина Н.Ю., Скородумова Н.В. Исследование условий извлечения-вытеснения слоя субстратов                                                                                               | 22  |
| Коробов Е.В. Интеллектуальная система мониторинга и управления уличным освещением                                                                                                                                             | 33  |
| Кремлёва В.С., Ульянов В.В., Кошелев М.М. Исследование особенностей получения водорода за счет термоэлектрохимического разложения воды при ее непосредственном смешении с расплавами свинца или свинцово-висмутовой эвтектики | 39  |
| Кремлёва В.С., Ульянов В.В., Асхадуллин Р.Ш., Кошелев М.М. Изучение кинетических закономерностей термической деструкции отработавших ионообменных смол в жидком свинце и в газе                                               | 47  |
| Лукутин Б.В., Аль-Мажди К.Х. Генетический алгоритм оптимизации стоимости электроэнергии потребляемой активным тепловым потребителем от сетевой фотоэлектростанции                                                             | 55  |
| Маркин Г.Е., Сопина Ю.В. Перспективы водородного топлива в энергетическом секторе                                                                                                                                             | 62  |
| Мифтахов А.Р., Рахматуллин С.С. Ключевые события в североамериканской электроэнергетической и транспортно-логистической отраслях в 2021 г.                                                                                    | 66  |
| Молчан А.М., Ткачев А.Н., Гусейнов Р.Т., Новик И.В. Выбор контролируемого параметра технического состояния обмотки погружного электродвигателя при контрольных испытаниях                                                     | 73  |
| Нургалин И.М. Оценка фактического коммутационного ресурса высоковольтных выключателей                                                                                                                                         | 79  |
| Опалько Е.Ю. Бизнес-аргументы в пользу возобновляемой энергии                                                                                                                                                                 | 86  |
| Пустоветов М.Ю. Некоторые практические задачи проектирования электрической системы катеров и их решения                                                                                                                       | 91  |
| Рахматуллин С.С. Ключевые аспекты разработки оптоволоконных систем контроля и управления АЭС                                                                                                                                  | 104 |
| Саплин Л.А., Прохоренко А.И. Сушка и испытания обмоток электродвигателей                                                                                                                                                      | 113 |
| Саплин Л.А., Распопова М.М. Особенности резерва элементов сети электроснабжения                                                                                                                                               | 118 |
| Селунский В.В., Ткачев А.Н. Модернизированная электростатическая установка для сезонного перерабатывающего пункта                                                                                                             | 122 |
| Токтаров И.В. О выборе электродвигателя для легких мотоциклов и скутеров                                                                                                                                                      | 130 |
| Филимонов С.С., Лыткин К.А. Автоматизация работы внутреннего и внешнего освещения                                                                                                                                             | 136 |
| Хайбуллин Р.Р. Модернизация схем электроснабжения с применением цифровых подстанций                                                                                                                                           | 144 |

**Транспортные технологии**

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Глемба К.В., Грищенко А.В. Особенности процесса очистки элементов вертикальной дорожной разметки                                                                 | 149 |
| Игнатьева Н.А. Совершенствование методов обеспечения безопасности школьных автобусов при организованной перевозке детей                                          | 158 |
| Казакова А.А. Анализ причин возникновения дорожно-транспортных происшествий с участием грузовых автомобилей в Российской Федерации                               | 165 |
| Казиева Б.А., Мартынова М.С. Развитие транспортного комплекса России: оценка уровня технического и технологического развития                                     | 171 |
| Качурин В.В., Крыгина Е.И. Анализ конструкций смесительных установок для приготовления органоминерального удобрения с использованием птичьего помета             | 177 |
| Крыгина Е.И., Мухамадиев Э.Г., Шенцова В.В. Повышение качества транспортного обслуживания пассажиров                                                             | 189 |
| Савини Н.Ю., Комоза Д.В. Лидеры электромобильной промышленности                                                                                                  | 199 |
| Сахипгареев Д.Р., Ульянов В.В., Кошелев М.М., Асхадуллин Р.Ш. Изучение процесса дожигания продуктов пиролиза ионообменных смол в присутствии твердых окислителей | 204 |
| Севостьянов М.А., Степанов Н.А. Планирование и организация мультимодальных пассажирских перевозок в городах                                                      | 217 |

проблемы, решения: сборник трудов V Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов. Челябинск: ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет», 2021. С. 192-194.

3. Пустоветов М.Ю. О размерах заземлителя на катере / Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості і транспорту 2021: збірник наукових праць міжнародної конференції. Дніпро: НТУ «ДП», 2021. С. 101-104.

4. Пустоветов М.Ю. Проектная деятельность студентов: конфигурируем систему электроснабжения катера / Транспортные системы: безопасность, новые технологии, экология: сборник трудов международной научно-практической конференции. Якутск: Якутский институт водного транспорта - филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 2021. С. 291-298. [Электронный ресурс]. URL:[https://yiwtr.ru/sites/default/files/sekcija\\_3\\_0.pdf](https://yiwtr.ru/sites/default/files/sekcija_3_0.pdf) (дата обращения: 01.01.2022 г.).

5. Пустоветов М.Ю. Совершенствование схемы силового агрегата катера для обеспечения функциональной избыточности в условиях ограниченности ресурсов // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. 2021. № 3 (13). С. 66-69.

## **КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОПТОВОЛОКОННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ АЭС**

*Рахматуллин С.С. – студент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»*

### **Аннотация**

Написание данной работы обусловлено актуальностью трансформации имеющихся и разработкой новых систем управления блоками функционального типа атомной электростанции, отличающихся надежностью и быстродействием. Для достижения этих задач современные исследователи предлагают использовать оптоволоконные линии связи и оптические датчики, способные контролировать расход питательной воды или теплоносителя. Рассмотрение различных аспектов такого применения и является целью исследования.

**Введение.** При эксплуатации атомных электростанций (АЭС) различной мощности возникает несколько задач. Одной из них является создание систем

управления и контроля, обеспечивающих стабильную работу оборудования, работающего в непрерывном режиме на АЭС [9, 15]. А также обеспечение надежного дистанционного управления различными системами и агрегатами станции [1, 6, 9, 15]. Наибольшие трудности возникают при разработке этих систем для атомных электростанций средней и малой мощности из-за особенностей их эксплуатации: такие станции могут располагаться на мобильных объектах, где ограничено как место для них, так и количество персонала [1, 5, 6, 14].

Системы управления и контроля должны надежно работать в течение определенного времени в сложной аварийной ситуации на АЭС [1, 6, 7, 9, 15]. Опыт эксплуатации различных АЭС показал, что системы мониторинга и диагностики ядерных установок, основанные на электронных устройствах, часто выходят из строя по различным причинам. В частности, из-за компактного размещения всех систем (большое количество помех и наводок различного типа, резкие изменения температуры). Особенно негативно влияют на электронные устройства и их соединительные элементы (разъемы, кабели), мощные скачки напряжения и тока при запуске механизмов [4, 6, 9, 15]. А также внезапное срабатывание ключевых элементов и реле защиты в трансформаторных подстанциях движущегося объекта. Это создает большие проблемы при использовании мобильных устройств, кабельных линий с аналоговыми сигналами и цифровых систем [3, 7, 9, 15]. Современные системы экранирования не могут устранить шумы, возникающие в сигналах управления, что приводит к сбоям в работе оборудования и несанкционированным отключениям систем обеспечения реактора. В этом случае контроль над работой реакторной установки может быть потерян, что означает потерю управления АЭС.

Различные конструкции оптических датчиков с лазерным излучением, а также волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) для передачи информации невосприимчивы к электромагнитным помехам [2, 11]. Особенно к тем, которые возникают при внезапных скачках напряжения. Кроме того, использование оптического волокна позволяет обеспечить гальваническую развязку между различными системами во многих устройствах (системы мониторинга). Эти устройства обладают повышенной гибкостью и могут быть легко размещены в труднодоступных местах. Примеры применения этих устройств при строительстве сложных объектов [12, 13], доказали перспективность их использования. Таким образом, разработка систем контроля параметров на основе волоконно-оптических линий связи для атомных электростанций является актуальной задачей. В работе,

основанной на анализе исследований, представлено одно из возможных ее решений для АЭС с реактором ВВЭР-1000.

### **Материалы и методы**

Установлены ключевые особенности при разработке волоконно-оптических систем мониторинга и управления АЭС с учетом специфики их эксплуатации. Важнейшей из них является обеспечение скорости и надежности передачи информации в больших объемах для принятия правильных и обоснованных решений, особенно на заключительном этапе жизненного цикла реакторных установок. Это достаточно сложный период в эксплуатации станции, и в работе АЭС уже имеется ряд негативных факторов: высокая степень износа основного оборудования, смена поколения обслуживающего персонала [5, 6, 14].

На рис. 1 показан вид в разрезе конструкции реактора ВВЭР-1000. Обозначены его основные блоки и узлы. Параметры их работы должны непрерывно контролироваться или управляться с получением подтверждающих сигналов о выполнении заданных процедур. От этих блоков и других узлов реактора центральный компьютер АЭС должен получать достоверную информацию о параметрах работы реактора и выполнении заданных команд. Сложное размещение блоков и других узлов в конструкции реактора, перепады температур и наличие большого количества помех требуют разработки определенной конфигурации оптических систем управления и контроля. Исследования показали, что наиболее целесообразно использовать отдельные оптические каналы: для измерений, для контроля параметров, для передачи команд управления и подтверждения их выполнения.

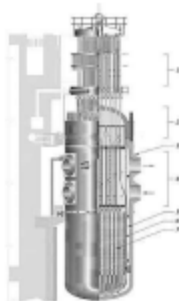


Рис. 1. Конструкция реактора ВВЭР-1000: 1 – приводы системы управления и защиты; 2 – крышка реактора; 3 – корпус реактора; 4 – блок защитных труб; 5 – шахта; 6 – перегородка активной зоны; 7 – тепловыделяющие сборки, стержни управления

На рис. 2 представлена блок-схема разработанной волоконно-оптической системы.



Рис. 2. Блок-схема управления и мониторинга рабочих параметров АЭС на основе FOTS и оптических датчиков

Цифрами представлены: 1 – центральный компьютер АЭС, 2 – реактор, 3 – система аварийного останова реактора, 4 – турбина, 5 – преобразователь электроэнергии, 6 – трансформаторная подстанция с ключевыми элементами, 7 – блок контроля расхода и потока питательной воды, 8 – волоконно-оптические датчики контроля расхода, 9 – блок контроля давления в различных системах реактора, 10 – волоконно-оптические датчики давления, 11 – блок контроля



магнитного поля, 12 – волоконно-оптические индукционные датчики магнитного поля, 13 – блок управления системами реактора и подстанции для компенсации напряженности электрического поля, 14 – волоконно-оптический датчик напряженности электрического поля, 15 – блок контроля температуры, 16 – волоконно-оптические датчики температуры, 17 – блок контроля ионизирующего излучения, 18 – волоконно-оптические датчики для изменения уровня ионизирующего излучения.

Использование оптических датчиков и волокон привело к уменьшению площади, занимаемой линиями передачи информации и измерительными элементами. Было увеличено количество каналов для передачи информации, команд управления и измерений. Наличие дополнительного свободного пространства в системе размещения линий связи позволяет создать еще два резервных канала для каждого активного канала. Кроме того, из конструкции измерительных устройств были исключены различные преобразователи и усилители, которые, находясь в радиальной зоне реактора, подвержены многочисленным помехам и требуют дополнительной защиты [3, 5, 14].

Во время измерений все электронные схемы и оптические устройства (лазеры, фотодетекторы, модуляторы) размещаются вне радиальной зоны реактора. Они могут быть расположены на расстоянии более 200 м от реактора. В зоне реактора размещаются только волоконно-оптические датчики и оптическое волокно. Это принципиально отличает разработанную конструкцию от ранее применявшихся систем. Информация по каналу передается только в одном направлении, что исключает дополнительные помехи при переключении оптических элементов.

Новый принцип размещения блоков управления и измерительных систем, а также использование волоконно-оптических линий связи значительно повышает надежность всей системы, в отличие от ранее разработанных. Кроме того, использование волоконно-оптических линий связи позволило применять прямоугольные импульсы различной длительности для передачи команд различным системам управления. В ранее используемых аналоговых системах форма импульсов искажалась. Это особенно негативно сказывалось на надежности выполнения команд управления.

**Результаты и обсуждение.** Центральными измерительными элементами в системе являются волоконно-оптические датчики. В настоящее время хорошо разработаны концептуальные основы многих волоконно-оптических датчиков и

выпускаются различные промышленные образцы их использования (измерение влажности, давления, температуры, индукции магнитного поля и напряженности электрического поля). Точность измерений физических параметров и надежность этих датчиков соответствует разработанной концепции волоконно-оптической системы.

В качестве примера в работе представлены оптические датчики (корреляционный расходомер) для измерения расхода  $q$  теплоносителя и питательной воды. Остальные типы оптических датчиков, которые предлагается использовать в волоконно-оптической системе, являются стандартными. На рис. 3 представлена структурная схема разработанной конструкции корреляционного расходомера с использованием кольцевого волоконно-оптического детектора для регистрации  $\gamma$ -квантов.

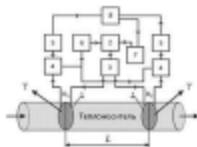


Рис. 3. Блок-схема оптического устройства для измерения расхода жидкой среды в трубопроводе: 1 – кольцевая волоконно-оптическая система, 2 – лазерный передающий модуль, 3 – оптический делитель, 4 – фотоприемный модуль, 5 – аналого-цифровой преобразователь, 6 – источник питания, 7 – генератор импульсов, 8 – устройство обработки и управления

Теплоноситель в активной зоне реактора облучается  $\gamma$ -излучением. После выхода из активной зоны теплоноситель (например, жидкий натрий или расплав свинца с висмутом), протекая по трубопроводу, излучает  $\gamma$ -кванты. Интенсивность излучения  $\gamma$ -квантов по мере прохождения по трубопроводу уменьшается пропорционально определенной зависимости.

Под воздействием  $\gamma$ -квантов с оптическим волокном изменяется интенсивность распространяющегося по нему лазерного сигнала. С двух кольцевых датчиков, расположенных на определенном расстоянии  $L$  (рис. 3), регистрируются изменения интенсивности лазерного излучения. Разработанная волоконно-оптическая система позволяет расположить большое количество таких

оптических пар датчиков на различных участках трубопровода. Полученные ранее данные определяют зависимость затухания интенсивности  $\gamma$ -квантов, испускаемых средой, от времени. Эксперименты показали, что для измерений  $q$  наиболее целесообразно использовать лазерное излучение в виде коротких импульсов длительностью от 0,1 мс до 10 мс.

Здесь используются десять пар волоконно-оптических кольцевых датчиков с  $L=10$  метров, расположенных на расстоянии 20 метров друг от друга. На рис. 4 показана работа кольцевого волоконно-оптического датчика. На участке D1 и D2 оптического волокна, намотанного вокруг трубопровода, воздействует разное количество  $\gamma$ -квантов. Показатель преломления волокна в зонах D1 и D2 изменяется. Лазерное излучение, проходящее через эти зоны, имеет разную интенсивность. Изменяя зависимость амплитуды регистрируемого лазерного излучения на различных парах датчиков, определяют время потока теплоносителя между датчиками  $\Delta t$ . Погрешность определения расхода  $q$  в первичном реакторе с помощью разработанного датчика составляет менее 2%. Результат измерения  $q$  совпал с результатами измерения расхода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) расходомером с погрешностью измерения менее 1% [8, 10]. Следует отметить, что ЯМР-расходомер, в отличие от предлагаемого оптического датчика, является очень большим прибором, требующим специального обслуживания [8, 10]. В конструкции ядерного энергетического реактора малой мощности может быть размещен только один такой прибор. Этого недостаточно для эффективного контроля.

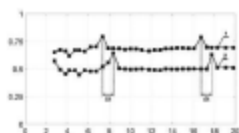


Рис. 4. Зависимость интенсивности регистрируемого лазерного излучения от времени протекания охлаждающей жидкости между датчиками.

Кривая 1 соответствует измерениям в секции D1, кривая 2 – в секции D2.

Принцип работы кольцевых оптических датчиков для измерения расхода питательной воды практически такой же, как и для датчиков, измеряющих  $q$  охлаждающей жидкости. Для измерений используется несколько пар датчиков.

Излучение, испускаемое при распаде ядер  $^{16}\text{N}$ , содержащихся в питательной воде, детектируется, а изменения интенсивности квантов  $\gamma$  регистрируются на более коротких расстояниях.

Анализ результатов измерения расхода питательной воды показал, что погрешность измерения  $q$  находится в пределах 2%. При меньших значениях измеряемых величин погрешность также оказывается меньше, что связано с особенностями принципа действия кольцевого волоконно-оптического детектора.

**Заключение.** Результаты показали, что предложенная волоконно-оптическая система управления и мониторинга для атомных электростанций работает более надежно и эффективно, чем системы с аналоговыми каналами управления и измерения.

В разработанной системе может быть использовано большое количество систем обработки сигналов. Все устройства обработки и генерации оптических сигналов располагаются на значительном расстоянии от реактора за защитными экранами, так как затухание сигнала в оптоволокне составляет 0,1 дБ/км. При использовании обработки данных аналогового сигнала это приведет либо к увеличению количества используемых модулей, либо к ослаблению полезного сигнала с увеличением расстояния передачи. Надежность системы контроля и управления будет значительно снижена.

Использование волоконно-оптических систем позволяет осуществлять дистанционное управление в режиме реального времени и высокоскоростное управление в части подачи команд на различные механизмы и устройства. Это очень важно при обслуживании атомной электростанции во время ее работы в экстремальных условиях.

#### **Список используемых источников**

1. Agafonova N.D. et al. Heat-and-Mass Transfer Intensification in Saturated-Steam Generators in NPP with VVER as a Means for Increasing Efficiency and Reliability // Atomic Energy. 2018. No. 3. P. 154-158.
2. Davydov V.V. Nuclear magnetic spectrometer for studying flows of liquid media // Measurement Techniques. 2017. No. 11. P. 1202-1209.
3. Davydov R.V., Antonov V.I. Simulation of femtosecond pulsed laser ablation of metals // Journal of Physics: Conference Series. 2016. No. 1. P. 1-6.

4. Davydov V.V., Dudkin V.I., Karseev A.Y. Nuclear magnetic flowmeter – Spectrometer with fiber-optical communication line in cooling systems of atomic energy plants // *Optical Memory & Neural Networks*. 2013. No. 2. P. 112-117.
5. Davydov V.V., Dudkin V.I., Karseev A.Y. Optic Imitator of Accident Situation. for Verification of Work of Control Systems of Atomic Energy Plants on Ships // *Memory & Neural Networks*. 2014. No. 3. P. 170-176.
6. Davydov V.V., Dudkin V.I., Myazin N.S. Nutation line shape for the nonstationary regime of magnetic resonance flowmeter-relaxometer // *Journal of Communications Technology and Electronics*. 2016. No. 10. P. 1159-1165.
7. Elokhin A.P., Kononov E.N. Application of radars for NPP radioactive effluent detection // *Energy*. 1996. No. 2. P. 135-142.
8. Fortov V.E., Makarov A.A. Innovation and development trends in the energy industry worldwide and in Russia // *Physics-Uspekhi*. 2009. No. 12. P. 1249-1265.
9. Krapivtsev V.G., Solonin V.I. Model Studies of Interloop Coolant Mixing in VVER-1000 in-Reactor Pressure Channel // *Atomic Energy*. 2019. № 5. P. 307-317.
10. Kryshev I.I., Kurydina L.A., Linge I.I. Evaluation of Environmental Damage Due to Nuclear Power // *Atomic Energy*. 2014. № 3. P. 159-163.
11. Lenets V.A. et al. New method for testing of antenna phased array in X frequency range // *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. No. 1. P. 1-7.
12. Maslak V. et al. Evaluation of Technical Condition of Water Supply Networks on Undermined Territories // *Procedia Engineering*. 2015. No. 1. P. 985-994.
13. Mushchanov V. et al. Conception of Development of Staffing of Residential Housing in the Region and Training of Professional Housing Managers // *Procedia Engineering*. 2015. No. 1. P. 1018-1026.
14. Podstrigaev A.S. et al. Features of transmission of intermediate frequency signals over fiber-optical communication system in radar station // *Lecture Notes in Computer Science*. 2018. No. 1. P. 624-630.
15. Sivers M. et al. Indoor Positioning in WiFi and NanoLOC Networks // *Lecture Notes in Computer Science*. 2016. No. 1. P. 465-476.

**СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ:  
ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ**

**СБОРНИК ТРУДОВ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ  
(НАЦИОНАЛЬНОЙ) НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ НАУЧНЫХ, НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ  
РАБОТНИКОВ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ**

## СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ: ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Сборник трудов VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов  
Науч. редактор А.Н. Ткачев

Редакторы: ФРОЛОВА К.М.<sup>1</sup>,

Научное редактирование: ТКАЧЁВ А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский технологический университет, 454084, г. Челябинск, ул. Кожзаводская, д. 1

Тип: сборник трудов конференции      Язык: русский      ISBN: 978-5-6046573-7-9

Год издания: 2022      Место издания: Челябинск      Число страниц: 333

Издательство: Южно-Уральский технологический университет (Челябинск)

УДК: 656

### КОНФЕРЕНЦИЯ:

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ: ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Челябинск, 25 января 2022 г.

Организаторы:

Южно-Уральский технологический университет

### АННОТАЦИЯ:

В сборник включены статьи участников VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов «Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения» состоявшейся в г. Челябинске 25 января 2022 г.

### БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

- |                                                          |                                     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| ❓ Входит в РИНЦ®: да                                     | ❓ Цитирований в РИНЦ®: 0            |
| ❓ Входит в ядро РИНЦ®: нет                               | ❓ Цитирований из ядра РИНЦ®: 0      |
| ❓ Входит в Scopus®:                                      | ❓ Цитирований в Scopus®:            |
| ❓ Входит в Web of Science®:                              | ❓ Цитирований в Web of Science®:    |
| ❓ Норм. цитируемость по направлению:                     | ❓ Десять в рейтинге по направлению: |
| ❓ Тематическое направление: Media and communication      |                                     |
| ❓ Рубрика ГРНТИ: Информатика / Общие вопросы информатики |                                     |

### АЛЬТМЕТРИКИ:

- |                                            |                                                                                                  |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ❓ Просмотров: 0 (0)                        | ❓ Загрузок: 0 (0)                                                                                | ❓ Включено в подборки: 0 |
| ❓ Всего оценок: 0                          | ❓ Средняя оценка:                                                                                | ❓ Всего отзывов: 0       |
| ❓ Ваша оценка данной публикации: * * * * * | ❓ Ваш отзыв:  |                          |

## КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОПТОВОЛОКОННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ АЭС

РАХМАТУЛЛИН С.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

Тип: статья в сборнике трудов конференции      Язык: русский      Год издания: 2022

Страницы: 104-112

### ИСТОЧНИК:

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ: ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Сборник трудов VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов. Науч. редактор А.Н. Ткачев. Челябинск, 2022

Издательство: Южно-Уральский технологический университет (Челябинск)

### КОНФЕРЕНЦИЯ:

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И НА ТРАНСПОРТЕ: ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Челябинск, 25 января 2022 года

### АННОТАЦИЯ:

Написание данной работы обусловлено актуальностью трансформации имеющихся и разработкой новых систем управления блоками функционального типа атомной электростанции, отличающихся надежностью и быстродействием. Для достижения этих задач современные исследователи предлагают использовать оптоволоконные линии связи и оптические датчики, способные контролировать расход питательной воды или теплоносителя. Рассмотрение различных аспектов такого применения и является целью исследования.

### БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ❓ Входит в РИНЦ®: да                 | ❓ Цитирований в РИНЦ®: 0            |
| ❓ Входит в ядро РИНЦ®: нет           | ❓ Цитирований из ядра РИНЦ®: 0      |
| ❓ Входит в Scopus®:                  | ❓ Цитирований в Scopus®:            |
| ❓ Входит в Web of Science®:          | ❓ Цитирований в Web of Science®:    |
| ❓ Норм. цитируемость по направлению: | ❓ Дециль в рейтинге по направлению: |
| ❓ Тематическое направление: нет      |                                     |
| ❓ Рубрика ГРНТИ: нет (добавить)      |                                     |

### АЛТМЕТРИКИ:

- |                     |                   |                          |
|---------------------|-------------------|--------------------------|
| ❓ Просмотров: 0 (0) | ❓ Загрузок: 0 (0) | ❓ Включено в подборки: 0 |
| ❓ Всего оценок: 0   | ❓ Средняя оценка: | ❓ Всего отзывов: 0       |



*Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения/ Ключевые аспекты разработки оптоволоконных систем контроля и управления АЭС/ Рахматуллин С.С./Челябинск: 2022, стр.: 104-112.*