

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

VII Национальная научно-практическая конференция
(Казань, 9-10 декабря 2021 г.)

Материалы конференции

Казань
2022

УДК621.313
ББК31.261
П75

Рецензенты:

д-р техн.наук, зав. кафедрой электропривода и электротехники
ФГБОУ ВО «КНИТУ» В.Г. Макаров
канд.техн. наук, зав. кафедрой электроэнергетических систем и сетей
ФГБОУ ВО «КГЭУ» В.В. Максимов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова,
О.В. Козелков, О.В. Цветкова

П75 Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: матер. VII Национальной науч.-практ. конф. (Казань, 9–10 декабря 2021 г.): / редкол.: Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор) и др. Казань: Казан.гос. энерг. ун-т, 2021. 776 с.

ISBN978-5-89873-593-7

Опубликованы материалы VII Национальной научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» по следующим научным направлениям:

1. Приборостроение и управление объектами мехатронных и робототехнических систем в ТЭК и ЖКХ.
2. Электроэнергетика, электротехника и автоматизированный электропривод в ТЭК и ЖКХ.
3. Инновационные технологии в ТЭК и ЖКХ.
4. Актуальные вопросы инженерного образования.
5. Промышленная электроника на объектах ЖКХ и промышленности.
6. Светотехника.
7. Энергосберегающие технологии в сфере ЖКХ.
8. Эксплуатация и перспективы развития электроэнергетических систем.
9. Контроль, автоматизация и диагностика электроустановок, электрических станций и распределенной генерации.
10. Теплоснабжение в ЖКХ.

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

Материалы докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 621.313
ББК 31.261

ISBN978-5-89873-593-7

© Казанский государственный энергетический университет, 2022 г

**Секция 1. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ
МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
В ТЭК И ЖКХ**

УДК 347.19

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА ДЛЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Базыкин Сергей Николаевич¹, Базыкина Нелли Александровна²,
Самохина Кристина Сергеевна³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, Россия

¹*cbazykin@yandex.ru*, ²*nelli.baz@mail.ru*, ³*kristina.bazykina@mail.ru*

Аннотация. В статье показано, что с акустооптический модулятор является одним из важных элементов гетеродинного лазерного интерферометра. Определены недостатки жидкостных акустооптических модуляторов. Разработаны конструкторско-технологические решения, которые обеспечивают необходимые характеристики работоспособности акустооптического модулятора.

Ключевые слова: акустооптическое преобразование, информационно-измерительная система, оптические и акустические волны, оптическая схема, энергия оптического излучения.

**INVESTIGATION OF AN ACOUSTO-OPTIC MODULATOR FOR
INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS**

Sergey Nikolaevich Bazykin¹, Nelli Aleksandrovna Bazykina²,
Kristina Sergeevna Samohina³

^{1,2,3}FGBOU VO «Penza State University», Penza, Russia

¹*cbazykin@yandex.ru*, ²*nelli.baz@mail.ru*, ³*kristina.bazykina@mail.ru*

Abstract. The article shows that the acousto-optic modulator is one of the important elements of a heterodyne laser interferometer. The disadvantages of liquid acousto-optic modulators are determined. Design and technological solutions, have been developed that provide the necessary performance characteristics of the acousto-optic modulator.

Keywords: acoustic-optical transformation, information-measuring system, optical and acoustic waves, optical circuit, optical radiation energy.

Одним из основных элементов гетеродинного лазерного интерферометра является акустооптический модулятор. Он предназначен для частотной модуляции сигнала оптического гетеродина.

Физическая сущность метода заключается в оптическом гетеродинировании пространственно-временного спектра дифрагированной световой волны, одной из составляющих которого

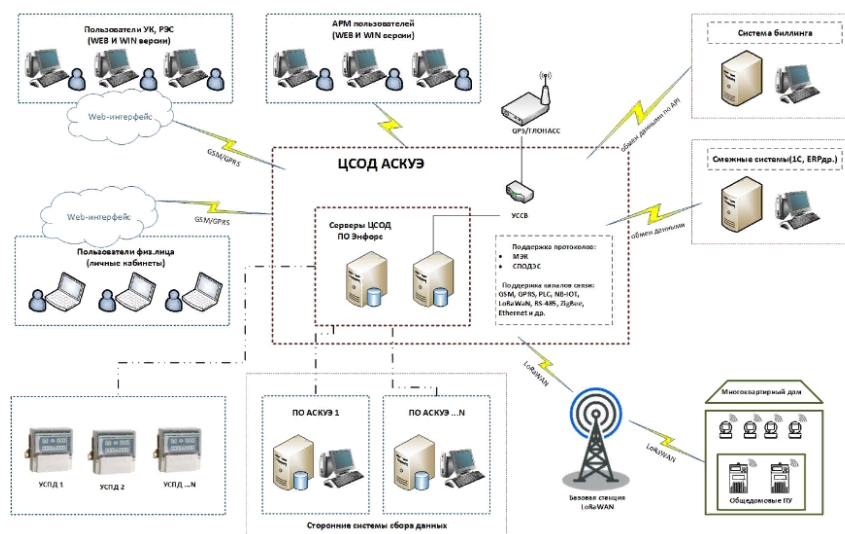


Рис.1. Архитектура системы ЦСОД АСКУЭ

С каждым днем предприятия и другие объекты переходят на современные системы учета электроэнергии. Чтобы спроектировать данную систему, необходимо сделать предпроектное обследование: выяснить какие возможности для организации и учета энергоресурсов уже существуют, какие интеллектуальные сети уже есть, какие приборы учета будут использоваться и определить их технические возможности, учесть географическое положение объектов и их назначение/тип.

Использование АСКУЭ повышает точность учета баланса электроэнергии и скорость обработки информации, а также уменьшает потери электроэнергии благодаря тому, что снятие показаний с электросчетчиков происходит автоматически, быстро и с возможностью вывода информации на монитор.

Источники

1. Ожегов А.Н. Системы АСКУЭ// Учебное пособие Т.- Киров: Изд-во ВятГУ, 2006. С. 102.
2. Как выбрать каналы связи для сбора и передачи данных с приборов учета АСКУЭ [Электронный ресурс]. <https://nforceit.ru/> (дата обращения: 24.10.21).
3. Принципы построения и работы АСКУЭ [Электронный ресурс] // Энергетика и промышленность России [Электронный ресурс]. <https://www.eprussia.ru/epr/45/2968.html> (дата обращения: 24.10.21).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМОГРАФИИ МЕТОДОМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Рахманкулов Шамиль Фаридович¹, Садыков Виктор Олегович²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань, Россия

¹svo-1999@mail.ru, ²shamil74000@mail.ru

Аннотация: Превентивные меры по предотвращению тепловых аномалий в электрооборудовании являются необходимой составляющей для нормального функционирования электрооборудования на подстанции. В этой статье мы рассматриваем метод профилактического реагирования для подстанций с использованием компьютерного зрения и тепловых изображений.

Ключевые слова: машинное зрение, термография, мониторинг, превентивные методы диагностики.

PREDICTION OF MAINTENANCE OF SUBSTATION EQUIPMENT USING THERMOGRAPHY BY THE METHOD OF MACHINE LEARNING

Rakhmankulov Shamil Faridovich¹, Sadykov Victor Olegovich²

^{1,2}FSBEI HE «Kazan State Power Engineering University»,

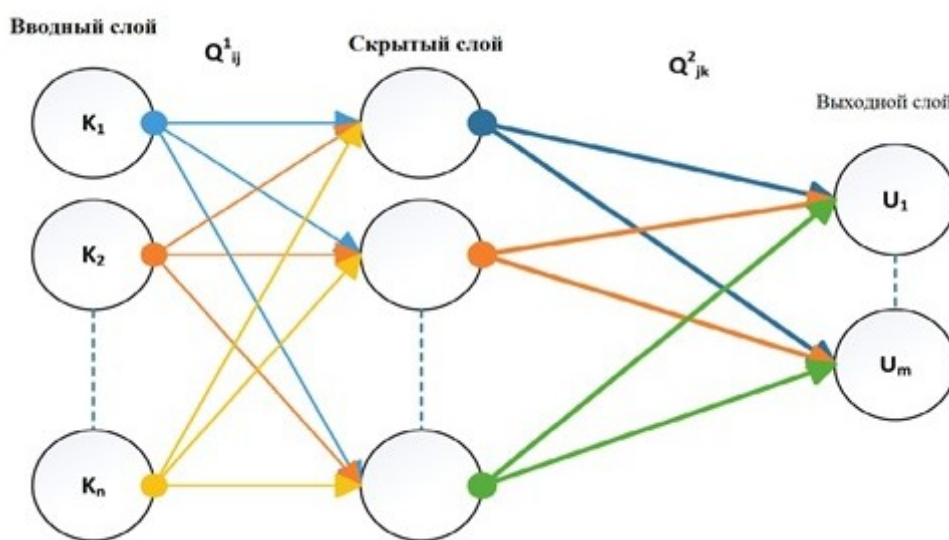
¹svo-1999@mail.ru, ²shamil74000@mail.ru

Annotation: Preventive measures to prevent thermal anomalies in electrical equipment are a necessary component for the normal functioning of electrical equipment in a substation. In this article, we look at a preventive response method for substations using computer vision and thermal imaging.

Keywords: machine vision, thermography, monitoring, preventive diagnostic methods.

Тепловая энергия играет важную роль в диагностике электрооборудования подстанций. Выявление сбоя на ранней стадии повышает надежность работы энергосистемы и её срок службы. Все электрические объекты с температурой выше нуля испускают инфракрасное излучение, которое увеличивает внутреннюю температуру электрооборудования на подстанции. Движение тока через электрооборудование в подстанции вызывает нагрев в электрических устройствах, таких как реле, конденсаторы и трансформаторы [1]. Для

обнаружения и классификации аномалий как правило используют два подхода: бинарный и много классовый (см рисунок).



Бинарный подход к классификации массива

Эти подходы базируются на том, что так называемые данные для «тренировок» нейронных сетей заранее распределены по аргументам «корректности» и соответственно «неверности» [2]. В случае бинарной классификации есть один или два нейрона, указывающих на вероятность отказа и нормальные условия работы. Аналогично, в мультиклассовой классификации, число нейронов $N+1$, где один нейрон указывает на вероятность неполадок, и каждый оставшийся N указывает на вероятность каждого типа неполадок [3]. Тем не менее, большинство архитектур алгоритмов диагностики реализуют бинарный классификатор, одноклассовый классификатор или модели без надзора, в которых отсутствует информация о типе сбоя. Поэтому они могут проводить диагностику только путем группирования обнаруженных аномалий по аналогии, как это делается с использованием кластерных моделей [4].

После того, как аномалия обнаружена и диагностирована, развитие деградации может контролироваться на основе условий работы и состояния электрооборудования, фокусируясь на наиболее значимых особенностях для стадий классификации и диагностики, которые могут отслеживать сбои [5]. Этот этап обычно осуществляется с помощью остаточных моделей полезного срока службы, которые оценивают оставшееся время или циклы до тех пор, пока не произойдет сбой, когда имеется достаточно хронологических данных об этом типе сбоя. И

наоборот, если данных о деградации недостаточно, то единственным способом оценки деградации является отслеживание развития деградации. В приводимом ниже перечне обобщаются наиболее распространенные методы, классифицируемые по группам для прогнозирования деградации:

- на основе подобия: сравнить текущее состояние с прошлым поведением от прогона до отказа для обнаружения аномалии;

- статистические данные: использование хронологических статистических данных для оценки деградации, например, мониторинг использования электрооборудования в сочетании с использованием модели среднего времени до сбоя или модели «жизненного цикла» электрооборудования для оценки ожидаемой продолжительности работы [6];

- обучение, которое включает в себя следующее: а) классификация: диагностика данных по известному типу сбоя или аналогичным рабочим данным и последующем прогнозировании деградации, в соответствии с хронологическими данными этого класса; б) регрессия: прямая оценка аномального отклонения или оценка состояния оставшегося «жизненного цикла от входных данных.

Источники

1. Korendo Z., Florkowski M. Thermography based diagnostics of power equipment. Power 2001 с. 33–42.

2. Liu H., Xie T., Ran J., Gao S. An Efficient Algorithm for Server Thermal Fault Diagnosis Based on Infrared Image 2017, с. 910.

3. Лобов Б.Н., Лызарь И.О., Левчук В.Э. Понятие «Цифровая подстанция» // Молодой исследователь Дона. 2020. № 3(24). с. 49–52.

4. Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования. М.: ИД «Додэка XXI», 2008. 304 с.

5. Huo Z., Zhang Y., Sath R., Shu, L. Self-adaptive fault diagnosis of roller bearings using infrared thermal images 2017. с. 124-127

6. Старкова Л.Е., Балашов Е.П. Анализ целесообразности внедрения цифровых электрических подстанций // Вестник Вологодского государственного университета. Сер. Технические науки. 2020. № 2(8). с. 44–48.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Рахматуллин Самат Султанович

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,

г. Казань, Россия

samatrakhmatullin@gmail.com

Аннотация: Обозреваются последние ключевые достижения в области высоковольтных энергосистем с целью стимулирования и информирования научных исследователей этой отрасли энергетики.

Ключевые слова: высоковольтные энергосистемы, эксплуатация, управление, защита, безопасность, умные сети электроснабжения

NEW TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF HIGH VOLTAGE POWER SYSTEMS

Rakhmatullin Samat Sultanovich

FGBOU VO «Kazan State Power Engineering University», Kazan, Russia

samatrakhmatullin@gmail.com

Abstract: Recent key developments in the field of high voltage power systems are reviewed to stimulate and inform scientific researchers in this branch of power engineering.

Keywords: high-voltage power systems, operation, control, protection, safety, smart grid

Растущая сложность эксплуатации, управления, обеспечения безопасности во взаимосвязанных высоковольтных электроэнергетических системах обуславливают необходимость разработки новых соответствующих архитектур, концепций, алгоритмов и процедур. Цель работы заключается в стимулировании исследователей к решению технических вопросов и устранению пробелов в исследованиях высоковольтных систем передачи электроэнергии, включая электрические подстанций и воздушные ЛЭП в современных энергосистемах, путем обозревания последних ключевых достижений и технологий в этой области энергетики, изложенных в виде научных работ ученых и высококвалифицированных специалистов.

Так, рядом авторов в 2019 году предложен метод подавления сверхбыстрого переходного перенапряжения, названный спиральной трубчатой демпфирующей шиной, которая имеет большие перспективы в технике [1, С. 1].

В том же году предложен адаптивный ансамблевый фильтр Калмана с квадратным корнем (AEnSRF), в котором последний и алгоритм Сейджа-Хуса используются для оценки шума измерений в режиме онлайн. Результаты моделирования показали лучшую точность оценки AEnSRF, в отличие от обычного ансамблевого фильтра (EnKF), а также возможность отслеживать шум измерения при его изменении [2, С. 1].

Другие авторы представили переходный электромагнитный метод для определения ориентации сетки заземления без раскопок, который, в отличие от существующих решений, не усиливает окружающую электромагнитную обстановку [3, С. 1]. В ином исследовании предложен цифровой симулятор, позволяющий проводить динамические испытания защитных реле без стационарных испытаний и дорогостоящих симуляторов реального времени. Он включает в себя как импорт внешних, так и функции генерации внутренних форм сигнала [4, С. 1].

В 2020 году ряд авторов представили сравнительное исследование материнских вейвлетов с использованием алгоритма классификации типов повреждений в энергосистеме. Цель исследования – оценить производительность алгоритма защиты путем применения различных вейвлетов для анализа сигналов и определить их подходящий тип для внедрения в защиту энергосистемы [5, С. 1]. В том же году предложен онлайн-мультипроцессорный планировщик с быстродействием, превосходящим другие алгоритмы [6, С. 1].

Представлен новый гибридный алгоритм управления для каскадного модульного многоуровневого преобразователя с оптимизацией ястреба Харриса и оптимизацией поиска атомов для оптимального проектирования контроллера гибридных модульных многоуровневых преобразователей [7, С. 1]. А исследование в [8, С. 1] было посвящено одному примеру его применения, где промежуточный DC-DC преобразователь мощности на основе постоянного тока используется для выделения мощности в высоком диапазоне из фотоэлектрического массива.

В статье [9, С. 1] для анализа загрязнений на поверхности изоляторов используется спектроскопия лазерно-индуцированного пробоя, что отличается высокой результативностью. Также исследователям следует обратить внимание на обзорную статью о киберфизической безопасности в энергосистемах с точки зрения микросети [10, С. 1], что особенно важно в контексте развития умных сетей электроснабжения, актуальность которого подтверждена на федеральном уровне и неоднократно рассматривалась множеством исследователей развития энергетического комплекса в целом [11, С. 4; 12, С. 66].

Источники

1. Almenweer R., Su Y., Xixiu W. Numerical Analysis of a Spiral Tube Damping Busbar to Suppress VFTO in 1000 kV GIS // Appl. Sci. 2019. T. 9. № 21. C. 5076.
2. Nan D. et al. Dynamic State Estimation for Synchronous Machines Based on Adaptive Ensemble Square Root Kalman Filter // Appl. Sci. 2019. T. 9. № 21. C. 5200.
3. Qamar A. et al. Detecting Grounding Grid Orientation: Transient Electromagnetic Approach // Appl. Sci. 2019. T. 9. № 21. C. 5270.
4. Kim J., Cho G., Kim J. Development of Railway Protective Relay Simulator for Real-Time Applications // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 1. C. 191.
5. Pothisarn C. et al. Comparison of Various Mother Wavelets for Fault Classification in Electrical Systems // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 4. C. 1203.
6. Singh P. et al. Managing Energy Plus Performance in Data Centers and Battery-Based Devices Using an Online Non-Clairvoyant Speed-Bounded Multiprocessor Scheduling // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 7. C. 2459.
7. Diab A. et al. Optimal Design and Control of MMC STATCOM for Improving Power Quality Indicators // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 7. C. 2490.
8. Darcy Gnana Jegha A. et al. A High Gain DC-DC Converter with Grey Wolf Optimizer Based MPPT Algorithm for PV Fed BLDC Motor Drive // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 7. C. 2797.
9. Lu S. et al. Analysis of Salt Mixture Contamination on Insulators via Laser-Induced Breakdown Spectroscopy // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 7. C. 2617.
10. Canaan B., Colicchio B., Ould Abdeslam D. Microgrid Cyber-Security: Review and Challenges toward Resilience // Appl. Sci. 2020. T. 10. № 16. C. 5649.
11. Четошникова Л.М., Смоленцев Н.И., Четошников С.А., Гусаров Г.В. Автономные системы электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии и умной сетью // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2018. Т. 20. № 5-6. С. 3–12.
12. Большев В.Е., Виноградов А.В. Перспективные коммуникационные технологии для автоматизации сетей электроснабжения // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2019. Т. 11. № 2. С. 65–82.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ МИКРОГРИДОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАЦИИ С ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Садыков Виктор Олегович¹, Рахманкулов Шамиль Фаридович²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань, Россия

¹svo-1999@mail.ru, ²shamil74000@mail.ru

Аннотация: В последнее время важной проблемой стало увеличение числа электромобилей (ЭМ) в городской инфраструктуре, поскольку чрезмерное число ЭМ может дестабилизировать систему энергоснабжения в часы пик при запрашиваемой высокой мощности зарядки. Когда энергетическая система жилищной автостоянки принимает структуру микрогрида (МГ), энергоснабжение ЭМ требует эффективной схемы управления электроэнергией. Для минимизации расходов на обслуживание МГ и поддержания стабильности сети МГ необходимо сбалансировать мощность зарядки/разрядки ЭМ на автостоянке. Для достижения этих целей мы предлагаем алгоритм зарядки/разрядки, пригодный для управления мощностью МГ, сконфигурированной с ЭМ. МГ осуществляет многоцелевую оптимизацию для сведения к минимуму затрат на обслуживание и зависимости от сети при максимальном использовании фотоэлектрической (ФЭ) энергии и ЭМ в качестве систем накопления хранения энергии (СНЭ). В соответствии с нашим подходом в целях повышения полезности разрядки ЭМ базовая нагрузка и производство фотоэлектрической энергии рассматриваются в совокупности для целей управления энергопотреблением в целях сглаживания потребления электроэнергии, возникающих в диспропорциях.

Ключевые слова: управление спросом, микрогриды, солнечные системы энергии, зарядка и разрядка.

POWER SUPPLY CONTROL OF MICROGRIDES IN THE CONDITIONS OF INTEGRATION WITH ELECTRIC VEHICLES IN THE URBAN ENVIRONMENT

Sadykov Victor Olegovich¹, Rakhmankulov Shamil Faridovich²

^{1,2} FSBEI HE «Kazan State Power Engineering University», Kazan, Russia

svo-1999@mail.ru, shamil74000@mail.ru

Annotation: Recently, an important issue has been the increase in the number of electric vehicles (EVs) in urban infrastructure, as the excessive number of EVs can destabilize the power supply during peak hours with the high charging power requested. When the energy system of the residential car park adopts the microgrid (MG) structure, the energy supply of EVs requires an efficient power management scheme. In order to minimize MG maintenance costs and maintain the stability of the MG network, it is necessary to balance the

charging/discharging capacity of EVs in the parking lot. To achieve these objectives, we propose a charging/discharging algorithm suitable for controlling the power of MG configured with EV. MG implements multi-purpose optimization to minimize maintenance costs and network dependency while maximizing the use of photovoltaic (PV) energy and EVs as energy storage systems (EE). In line with our approach, in order to improve the utility of EV discharge, the basic load and the production of photovoltaic energy are considered together for energy management purposes in order to smooth out imbalances in electricity consumption. As a result, the proposed approach demonstrates a higher efficiency of energy management than other comparable methods.

Keywords: demand-response management, microgrids, solar power systems, charge, and discharge.

Микрогрид (МГ) обычно используется для повышения гибкости и надежности энергетических систем. Он, как правило, состоит из распределенных энергетических ресурсов (РЭР), электрических нагрузок, систем возобновляемой энергии (СВЭ) и систем накопления и хранения энергии (СНЭ) [1]. Топологию МГ можно классифицировать по двум основным режимам: островному (изолированному от системы) и связанному с сетью. В островном режиме контроллер уравнивает спрос на электроэнергию, предотвращая сокращение спроса на электроэнергию [2]. В случае подключенного к сети режима МГ может происходить из-за перебоев в сети. В централизованном МГ центральный контроллер МГ (МГЦК) контролирует энергию, генерируемую из РЭР, и контролирует электрические нагрузки для управления энергетическим балансом в энергосистеме [3]. МГЦК снижает эксплуатационные расходы МГ для пользователей, так как обеспечивает электроэнергию для удовлетворения спроса собственными энергетическими ресурсами, когда цены на энергию на рынке электроэнергии высоки [4]. Для каждого ЭМ функции переключения зарядки и разрядки определяются отдельно, с тем чтобы уменьшить такие неблагоприятные последствия, как уменьшение пропускной способности в результате периодического зарядки/разрядки [5]. Каждому ЭМ присваивается операция зарядки/разрядки на основе сопоставления базовой нагрузки и производства фотоэлектрической энергии в МГ, как это определено в уравнении (1).

$$\begin{cases} O_{\text{Зперекл}}^{i,t} = +1 \text{ если } P_{\text{нагрузки}}^t - P_{\text{фЭ}}^t < P^{\text{зар}} \text{ и } UZ_{\text{ЭМ}}^{i,t} < UZ_{\text{max}} \\ O_{\text{Рперекл}}^{i,t} = +1 \text{ если } P_{\text{нагрузки}}^t - P_{\text{фЭ}}^t \geq P^{\text{зар}} \text{ и } UZ_{\text{ЭМ}}^{i,t} > UZ_{\text{min}} \end{cases} \quad (1)$$

Где $O_{\text{Сперекл}}^{i,t}$ и $O_{\text{Дперекл}}^{i,t}$ являются коммутационными функциями i -ой ЭМ, которые представляют собой операцию зарядки и операцию разрядки, соответственно, и $P_{\text{нагрузки}}^t$ и $P_{\text{фЭ}}^t$ базовая нагрузка и производство

3. Калинина М.В. Проблемы эксплуатации солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения индивидуального жилого дома в Республике Татарстан // Тинчуринские чтения: Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 24–27 апреля 2018 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 181-182.

4. Гилязова Г.Р., Кондратьев А.Е. Особенности применения солнечных коллекторов для системы отопления // Научному прогрессу – творчество молодых. 2020. № 2. С. 25-27.

5. Сергеева Д.В. Тепловая конструкция для обеспечения базы под реголитом // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тезисы докладов, Москва, 12–13 марта 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Центр полиграфических услуг «РАДУГА», 2020. С. 1131.

6. Юсупов И.Ф. Обеспечение теплового режима функционирования лунной станции // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. 2018. № 1. С. 180-182.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Якупова Инна Дмитриевна¹, Кондратьев Александр Евгеньевич²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань, Россия

¹26764@mail.ru, ²aecondr@mail.ru

Аннотация: Применение альтернативных источников теплоснабжения в настоящее время занимает все более лидирующее место. Одним из наиболее перспективных способов является применение тепловых насосов. Доступность низкопотенциального тепла и минимум затрат на электроэнергию позволяет создать эффективную систему теплоснабжения.

Ключевые слова: тепловой насос, система теплоснабжения, низкопотенциальная энергия, тепловой пункт, ветрогенератор.

ORGANIZATION OF HEAT SUPPLY WITH THE USE OF A HEAT PUMP

Yakupova Inna Dmitrievna¹, Kondratiev Alexander Evgenievich²

^{1,2} FSBEI HE «Kazan State Power Engineering University», Kazan, Russia

¹26764@mail.ru, ²aecondr@mail.ru

Abstract: The use of alternative sources of heat supply is currently taking an increasingly leading place. One of the most promising methods is the use of heat pumps. The availability of low-potential heat and a minimum of electricity costs allows you to create an efficient heat supply system.

Keywords: heat pump, heat supply system, low-potential energy, heat point, wind generator.

В настоящее время все большее распространение получают различные виды альтернативной энергетики. Особое место занимает вопрос систем теплоснабжения индивидуальных жилых домов. В условиях активного развития строительства малоэтажного индивидуального жилья при невозможности или достаточной сложности подведения природного газа необходим поиск альтернативных схем организации системы теплоснабжения. Одним из возможных вариантов является совместное использование теплового насоса для получения тепловой энергии в совокупности с ветрогенератором для получения электрической энергии.

Опыт использования теплонасосных установок (ТНУ) в России невелик, однако есть хорошие перспективы для их внедрения с учетом

значительного роста цен на топливо и дальнейшего развития малоэтажного строительства [1].

Известно, что эффективность использования ТНУ для автономного отопления и горячего водоснабжения объектов малоэтажной застройки по сравнению с традиционными системами автономного теплоснабжения - индивидуальными газовыми и электрическими котлами достаточно дорогостояще [2]. Вместе с этим применение теплонаносной установки наиболее актуально при отсутствии централизованного электро- и газоснабжения, так как возникает необходимость в автономном электрогенераторе, питающим тепловую установку. Для этого можно использовать нетрадиционные источники энергии, например, ветрогенератор. В период отопительного сезона ветрогенератор будет покрывать электрические нужды теплонаносной установки, а летом может применяться для питания бытовых электроприборов [3].

Таким образом, постоянно растущая цена на электроэнергию и другое энергетическое сырье сделает ветроэлектрическую установку обычным оборудованием для снабжения электричеством [4].

Предлагается разработка автономной системы отопления малоэтажного жилого дома, способной вырабатывать до 80% энергии. Тепловой насос и ветрогенератор, работая совместно, могут практически без участия человека управлять процессом теплоснабжения. Необходимо также отметить, что это наиболее применимо для малоэтажных строений, для многоквартирных домов оптимальным является применение индивидуальных тепловых пунктов [5].

Основными энергетическими элементами системами отопления малоэтажного здания являются тепловой насос и ветрогенератор [6]. Разработка реализована по системе «Умный дом», где все процессы автоматизированы. Работа установки заключается в следующем: ветроагрегат вырабатывает электроэнергию напряжением 12 В постоянного тока, которая преобразуется инвертором в 220 В переменного тока [7]. Также он должен иметь резервный вход от централизованной электросети, который будет подключаться с помощью реле, когда аккумуляторы будут разряжены. Тепловой насос подключен к ИБП. Предполагается, что 70–80 % необходимой ТНУ электроэнергии будет покрываться от ветроагрегата [8].

Источники

1. Акбуляков А.Т. Автономная система теплоснабжения жилого дома // Научному прогрессу – творчество молодых. 2020. № 2. С. 5-6.
2. Гатауллина И.М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий // Научному прогрессу – творчество молодых. 2018. № 2. С. 71-74.
3. Шарафисламова Э.А., Кондратьев А.Е. Совместная работа теплового насоса с ветрогенератором малой мощности // Научному прогрессу – творчество молодых. 2016. № 2. С. 256-258.
4. Курицына К.С. Ветер как альтернативный источник энергии // Научному прогрессу – творчество молодых: Материалы X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам: в 2 частях, Йошкар-Ола, 17–18 апреля 2015 года. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 256–257.
5. Сабирова Л.Р. Особенности применения индивидуальных тепловых пунктов в городе // Тинчуринские чтения: Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 24–27 апреля 2018 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 203-205.
6. Гатауллина И.М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 24–27 апреля 2018 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 160-162.
7. Гатауллина И.М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепла сточных вод // Тинчуринские чтения: Материалы XIV Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 23 апреля – 26 2019 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. С. 104-107.
8. Федотова А.О. Анализ эффективности применения ветроэнергетических установок // Научному прогрессу – творчество молодых. 2020. № 2. С. 67-69.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ТЭК И ЖКХ

<i>Базыкин С.Н., Базыкина Н.А., Самохина К.С.</i> Исследование акустооптического модулятора для информационно-измерительных систем.....	3
<i>Белоногов Н.В., Малёв Н.А.</i> Следящая система контроля температуры с автоматическим потенциометром.....	6
<i>Белоногов Н.В., Малёв Н.А.</i> Синтез цифрового корректирующего фильтра потенциометрической системы контроля температуры.....	9
<i>Булатов М.М., Малев Н.А.</i> Исследование пирометра спектрального отношения.....	14
<i>Бутовецкий В.Р., Ганеев Ф.А.</i> Расходомер воздуха для системы мониторинга атмосферы.....	16
<i>Бутовецкий В.Р., Ганеев Ф.А.</i> Схемотехника построения функциональных узлов ионно-меточного расходомера воздуха.....	18
<i>Васильев А.Д., Малёв Н.А., Дюрягин А.М.</i> Особенности определения результирующей погрешности измерительных преобразователей.....	21
<i>Васильев А.Д., Малёв Н.А., Хуснутдинов А.Н.</i> Анализ влияния термодинамической помехи на точность измерительных преобразователей.....	24
<i>Верхова Г.В., Акимов С.В., Шабанов А.П.</i> Формирование киберфизической среды жилищно-коммунального хозяйства	27
<i>Виноградов Г.Н., Мухаметшин А.И.</i> Разработка 6-осевого робота-манипулятора...	30
<i>Волынкин П.А.</i> Программно-аппаратное решение задачи сбора информации об объектах в загазованном помещении.....	33
<i>Гайнуллина Д.Р., Мушарипов Р.Н.</i> Выбор датчиков для автоматизированной теплицы.....	36
<i>Гусейнов Т.К.</i> Оценки степени загрязненности внутренней поверхности резонатора вибрационно-частотного плотномера жидкости во время эксплуатации.....	39
<i>Дроздова А.Д., Смирнова С.В.</i> Структурная схема информационно-измерительного канала управления мобильной снегоплавильной установки.....	42
<i>Дроздова А.Д., Смирнова С.В.</i> Электрическая принципиальная схема информационно-измерительного канала управления мобильной снегоплавильной установки.....	45
<i>Егоров В.О., Малев Н.А.</i> Исследование динамических свойств терморезисторного анемометра.....	48
<i>Егоров В.О., Малев Н.А.</i> Синтез корректирующего устройства анемометрической	53

измерительной системы по желаемой эталонной модели с астатизмом первого порядка.....	
<i>Козелков О.В., Шабалина А.Ю.</i> Автоматизированные системы сборочных линий	58
<i>Козелкова В.О., Козелков О.В., Кашаев Р.С.</i> Способы формирования водных эмульсий из мазута и сырой нефти.....	61
<i>Кузнецов А.Б.</i> Особенности системного подхода к проблеме разработки требований к эксплуатации мехатронных объектов.....	64
<i>Латыпов Р.Ф., Корнилов В.Ю., Козелков О.В.</i> Обоснование актуальности применения синхронных двигателей с постоянными магнитами в электроприводах насосных установок нефтедобывающих скважин.....	67
<i>Ломакин И.В., Салех Ахмед Вегдан Абдулкарим</i> Исследование работоспособности алгоритма для мехатронного модуля устройства массажа вымени.....	71
<i>Любарчук Ф.Н., Козелков О.В.</i> Интеллектуальная собственность, как инструмент конкурентной борьбы в области робототехники.....	75
<i>Муратова А.М., Плотников В.В.</i> Вопросы организации пассивной защиты автоматизированной системы управления.....	79
<i>Назипов Р.Р., Ситников С.Ю.</i> Проектирование программно-аппаратного комплекса с помощью специального программного обеспечения.....	83
<i>Новоселова Е.А.</i> Эксплуатация и автоматизация управления работы насосных установок.....	88
<i>Овсеенко Г.А., Козелков О.В., Кашаев Р.С.</i> Использование нейронных сетей в мехатронном устройстве представительного отбора и анализа проб.....	92
<i>Розанов Г.Б., Смирнова С.В.</i> Интеллектуальная система обучения операторов БПЛА для нужд ТЭК и ЖКХ.....	97
<i>Салахов Б.И., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Модернизация системы автоматического обнаружения утечек магистральных нефтепроводов.....	100
<i>Самохина К.С.</i> Лазерная информационно-измерительная и управляющая система	103
<i>Тарасов В.А., Афанасьев В.В., Ковалев В.Г., Тарасова В.В.</i> Применение цифровых двойников систем отопления.....	106
<i>Терентьев С.А.</i> Методы управления тренажёром.....	110
<i>Тухфатуллин И.Р., Хузяшев Р.Г.</i> Анализ диагностических признаков сигнала переходного процесса в интересах определения места повреждения на линии электропередач.....	115
<i>Федоров Ю.П., Мухаметишин А.И.</i> Роботизированное антропоморфное захватывающее устройство.....	120
<i>Хамидуллин И.Н., Садыков М.Ф.</i> Обзор роботов для диагностики и обслуживания высоковольтных ЛЭП.....	122
<i>Шайхутдинова Л.Р., Смирнова С.В.</i> Моделирование комплектующих элементов гидроэнергетической установки.....	126

<i>Шакиров А.А., Козелков О.В.</i> Стандарты и методы контроля качества асфальтобетонного покрытия.....	130
---	-----

Секция 2. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В ТЭК И ЖКХ

<i>Абдуллин Н.Р., Малёв Н.А., Мухаметгалеев Т.Х., Хуснутдинов А.Н.</i> Исследование влияния звеньев ограничения при последовательной коррекции системы управления электропривода.....	133
<i>Алешин С.А., Якунин А.Н.</i> Оптимизация режимов работы добывающих скважин в НГДУ «Ямашнефть» за счёт осуществления измерения параметров интеллектуальными станциями управления.....	137
<i>Алиев Г.Р.</i> Опережающая разгрузка узла при выходе ГТЭС в автономный режим...	140
<i>Андрияков В.В., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Модернизация электропривода буровой установки БУ-2000/125 ЭП.....	143
<i>Гаджибалаев Н.М.</i> Математическая модель ветровой электрической установки с асинхронным генератором.....	146
<i>Галютдинова А.Р., Ившин И.В.</i> Алгоритм определения коэффициента экспресс-анализа трансформаторной подстанции 35/6(10) кВ.....	151
<i>Еникеева Э.Р., Гилязиева Э.А.</i> Интеллектуальный комплекс непрерывного контроля состояния изоляции сетей 6(10) кВ под рабочим напряжением.....	155
<i>Губаев Д.Ф., Губаева О.Г.</i> Анализ причин повреждений в электрических сетях 6-10 кВ.....	158
<i>Доан Нгок Ши</i> Исследование и разработка векторного инвертора для управления асинхронным двигателем.....	162
<i>Дуров М.А., Губаева О.Г.</i> Сравнительный анализ методов диагностики кабельных линий 6-10 кВ.....	166
<i>Исмаев Эркин Баходир угли, Мухаметгалеев Т.Х., Львова Т.Н.</i> Модернизация электропривода планетарного бетоносмесителя принудительного действия.....	169
<i>Макаров В.Г., Цвенгер И.Г., Гумиров Р.И., Лигер А.О.</i> Идентификация момента сопротивления электропривода дробления угольного комбайна.....	172
<i>Макаров В.Г., Бариев Р.Х.</i> Идентификация параметров и скорости ротора асинхронного двигателя с использованием функций чувствительности.....	178
<i>Малёв Н.А., Турсуналиев Н.А.</i> Структурная интерпретация компенсационного алгоритма управления электромеханической системы с эталонной моделью.....	182
<i>Малёв Н.А., Турсуналиев Н.А., Хуснутдинов А.Н.</i> Имитационное моделирование электромеханической системы с эталонной моделью и компенсационным алгоритмом управления.....	185
<i>Мухамадеев Р.Р.</i> Приборы и устройства для определения места повреждения на	189

линиях электропередачи.....	
<i>Найдышева А.А., Халфина Г.И.</i> Повышение энергоэффективности электротехнического комплекса нефтедобывающего предприятия на месторождении Румайла.....	192
<i>Насибуллин Ф.Ф., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Анализ причины провалов напряжения в трехфазной сети.....	196
<i>Насибуллин Ф.Ф., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Структурная схема динамического компенсатора искажения напряжения.....	200
<i>Старцев А.А., Мухаметгалеев Т.Х.</i> модернизация электропривода насоса системы водоснабжения коттеджного поселка.....	203
<i>Таначев Г.П., Корнилов В.Ю.</i> Проблемы энергоэффективности электроприводов штанговых скважинных насосов.....	206
<i>Фардукова А.И., Гибадуллина Э.И., Бурганов Р.А.</i> Причины роста спроса на энергию в домашних хозяйствах.....	210
<i>Халфина Г.И., Найдышева А.А.</i> Анализ конфигураций систем электроснабжения в зависимости от места добычи нефти.....	214
<i>Цветкова А.А., Цветков А.Н.</i> Повышение энергоэффективности вентиляционной системы в ночные периоды.....	218
<i>Чепига А.А., Коротченко Е.Е.</i> Стабилизация момента ветрогенераторной установки с переменной скоростью вращения средствами нейросетевого наблюдателя коэффициента мощности.....	222
<i>Чилыева М.Р., Малёв Н.А., Погодицкий О.В.</i> Градиентный алгоритм идентификации параметров электропривода с применением квадрата невязки.....	225
<i>Чилыева М.Р., Малёв Н.А., Погодицкий О.В.</i> Беспойсковая градиентная идентификация статического коэффициента передачи электропривода.....	228
<i>Чурекеев Д.Т., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Моделирование асинхронного электропривода с преобразователем частоты, реализованным по классической схеме АИН для исследования высших гармоник в питающей промышленной электросети.....	232
<i>Шайхлисламов И.Р., Корнилов В.Ю.</i> Интеллектуальное управление системой электропривода.....	235
<i>Шарипов И.М., Загидуллин А.М.</i> Методы диагностики кабельных линий 6-10 кВ....	240
<i>Якунин А.Н. Баширов Р.Ф.,</i> Анализ технического состояния силового оборудования в распределительных сетях ООО «Татнефть-энергосбыт».....	243
<i>Ярмухаметов И.А., Малёв Н.А., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Имитационное моделирование тягового электропривода в системе инвертор напряжения – асинхронный двигатель.....	246
<i>Ярославский Д.А., Садыков М.Ф., Горячев М.П., Андреев Н.К.</i> Влияние температуры воздуха на спектр горизонтальных колебаний провода ЛЭП.....	250

Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЭК И ЖКХ

<i>Аверьянова А.А., Абасев Ю.В.</i> Влияние применения профильно-витых труб на сетевых подогревателях.....	253
<i>Аверьянова А.А., Абасев Ю.В.</i> Влияние применения профильно-витых труб на скорость коррозии в сетевых подогревателях.....	256
<i>Акберова Г.И., Зиганишин М.Г.</i> Выбор способов оптимизации источников финансирования для децентрализации теплоснабжения учебного корпуса «Е» КГЭУ.....	259
<i>Акобиров Д.И., Евгеньев И.В.</i> Способы модернизации паровых турбин в составе парогазовых установок.....	261
<i>Акобиров Д.И., Евгеньев И.В.</i> Основные особенности и проблемы эксплуатации паровых турбин в составе парогазовых установок.....	264
<i>Ахметова А.Т., Низамова А.Ш.</i> Энергетический рынок.....	267
<i>Бабилов О.Е., Власов С.М.</i> Исследование биологического загрязнения фильтра смешанного действия.....	270
<i>Базин Д.А., Гиниятуллин Б.А.</i> Перспективы использования атомных станции малой мощности (АСММ) реактора РИТМ-200.....	273
<i>Барочкин А.Е.</i> Математическое моделирование и расчет конденсационного котла.....	278
<i>Валирахманова И.Р., Вилданов Р.Р.</i> К вопросу энергоэффективного освещения....	281
<i>Варганова А.М., Закирова И.А.</i> Повышение эффективности теплоэнергетических систем.....	284
<i>Гусева А.А., Абасев Ю.В.</i> Пути повышения энергоэффективности зданий и сооружений.....	287
<i>Зинуров В.Э., Галимова А.Р.</i> Разработка новой технологии рекуперативного теплообменного аппарата для процесса передачи тепловой энергии от парогазовой смеси.....	290
<i>Игнатьев К.А., Зиганишин М.Г.</i> Исследование энергоэффективности комбинированной системы отопления учебного корпуса КГЭУ с помощью численного моделирования воздушных потоков.....	293
<i>Измайлова А.Р., Чичирова Н.Д.</i> Стратегические ориентиры развития водородных технологий.....	296
<i>Карпов Д.Ф., Павлов М.В., Гудков А.Г.</i> Краткий анализ особенностей энергосбережения в современных строительных объектах.....	299
<i>Киселёв И.И., Грибков А.М.</i> Улучшение качества мазута с помощью присадок.....	307
<i>Майоров Е.С., Минибаев А.И.</i> Возможность внедрения МГД-генератора в работу электростанций.....	311
<i>Маннапова Л.Р., Бурганов Р.А.</i> Особенности стратегического управления на примере компании ОАО «ТАТНЕФТЬ»	314

<i>Мингазов Р.Р., Власова А.Ю.</i> Программное моделирование модульной единицы установки обратного осмоса.....	317
<i>Миниханова А.Р., Измайлова А.Р.</i> Избежание негативного влияния от ТЭС.....	320
<i>Низамаева А.В., Власов С.М.</i> Анализ микробиологических отложений в системе технического водоснабжения ТЭС.....	322
<i>Рахматуллин С.С.</i> Современное развитие ТЭК Ямало-ненецкого автономного округа.....	325
<i>Фаизова Ю.Р., Власова А.Ю.</i> Отходы водоподготовительных установок тепловых станций и пути их реализации.....	328
<i>Шайхутдинов Я.О., Макуева Д.А., Минибаев А.И.</i> Варианты более эффективного использования остаточной энергии отработавших тепловыделяющих сборок АЭС.....	331

Секция 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

<i>Абдурашитов С.Ф.</i> Использование инновационных форматов профориентационной деятельности высшими учебными заведениями инженерных направленностей.....	334
<i>Будникова И.К.</i> Практика применения цифрового следа в образовательном процессе.....	337
<i>Егоров Ю.А., Халин И.А.</i> Анализ технических решений, используемых при разработке учебно-тренировочных средств изделий военной техники.....	340
<i>Егоров Ю.А., Халин И.А.</i> Научно-методические рекомендации разработки учебно-тренировочных средств освоения образцов вооружения.....	346
<i>Завада Г.В., Лякина Г.А., Реймер М.В.</i> Проблемы мониторинга воспитательной деятельности в ВУЗе.....	350
<i>Зялаева Р.Г.</i> К вопросу о самоорганизации и самообразовании студентов в междисциплинарной проектной деятельности.....	353
<i>Камалеева Л.С., Матушанский Г.У.</i> Основные барьеры в обучении аспирантов казанского энергетического университета.....	357
<i>Корунец А.А., Рассудов Л.Н.</i> Виртуальный лабораторный стенд исследования энергосберегающего электропривода.....	360
<i>Куценко С.М., Малацион С.Ф.</i> Мотивация студентов-энергетиков к получению высшего образования.....	363
<i>Львова Т.Н., Мухаметгалеев Т.Х.</i> Применение пакета «wolfram mathematica» для исследования характеристик трехфазных асинхронных двигателей.....	367
<i>Малацион С.Ф., Куценко С.М.</i> «Цифровой двойник» студента.....	372
<i>Натальсон А.В.</i> Развитие цифровых компетенций в инженерном образовании.....	376
<i>Новичкова О.Е., Судакова А.Г., Новичков А.В.</i> Об использовании программного	379

пакета <i>mathcad</i> при изучении математической статистики в техническом вузе.....	
<i>Новичкова О.Е., Судакова А.Г., Новичков А.В.</i> Применение пакета <i>mathcad</i> при изучении темы «операционное исчисление» в техническом вузе.....	386
<i>Селезнев Д.К., Юсупова И.В.</i> Модель управления развитием территорий агломераций.....	393
<i>Силкин А.А., Чичков А.Н.</i> Методика обоснования содержания учебного модуля «специальные задачи» при непосредственной подготовке артиллерии <i>омсбр</i> к миротворческой операции (действиям)	398
<i>Слесаренко З.Р.</i> Эмпатия как условие эффективности поликультурного образования молодежи.....	403
<i>Федорова Ж.В.</i> Взаимодействие естественнонаучных и социально-гуманитарных наук в системе образования.....	406
<i>Филимонов С.С., Хамитова Д.В.</i> Применение адаптивности в создании механизмов при помощи САПР.....	410
<i>Хуторова Л.М.</i> Подходы к проектированию электронного квеста по дисциплине «История» для первокурсников–будущих инженеров.....	413
<i>Чиркова Д.М., Валиуллина Д.М.</i> Актуальные вопросы инженерного образования...	416
<i>Шакурова М.Ф.</i> <i>Worldskills russia</i> : от чемпионатов рабочих профессий к международному стандарту обучения.....	419
<i>Юсупова И.В., Пелевин О.В.</i> Проблемы инновационного развития регионов в контексте цифровизации.....	422

Секция 5. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА НА ОБЪЕКТАХ ЖКХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<i>Ахметвалеева Л.В., Калинин Д.Н., Галимуллин Н.Р.</i> Модернизация сигнализирующих систем безопасности.....	426
<i>Голенищев-Кутузов А.В., Иванов Д.А., Семенников А.В., Галиева Т.Г.</i> Применение акустических и электромагнитных методов для контроля электроизоляционного оборудования.....	429
<i>Иркагалиева И.И., Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л.</i> Алгоритм оценки параметров сигналов переходного процесса в многоконтурных цепях.....	432

Секция 6. СВЕТОТЕХНИКА

<i>Гизингер О.А., Крылов А.П.</i> Биоцидные возможности рециркуляторов воздуха...	435
<i>Горбунов А.А., Карякина С.С.</i> Исследование электрических и световых характеристик экспериментального образца светильника для освещения купе пассажирских вагонов.....	439

<i>Гречкина Т.В., Ермолаев А.В., Лисицын В.М.</i> Люминесценция иагг: се керамики, полученной радиационным синтезом.....	442
<i>Денисова А.Р., Залилова Р.А., Исаева О.В.</i> Оценка безопасности светодиодного излучения.....	447
<i>Жунусбеков А.М., Стрелкова А.В., Лисицына Л.А., Карипбаев Ж.Т.</i> Фотолюминесценция синтезированных в поле радиации образцов керамики на основе фторидов металлов.....	451
<i>Малышев А.А.</i> Проектирование однокаскадных светодиодных драйверов, устойчивых к импульсным помехам.....	456
<i>Малышев А.А.</i> Выбор схемотехники светодиодного драйвера.....	459
<i>Махмудов И.Ш.</i> Разработка и проектирование понижающего преобразователя постоянного напряжения для питания светодиодных приборов.....	463
<i>Тукушаитов Р.Х., Заляев А.В., Ашрятов А.А.</i> Анализ точности представления параметров осветительных приборов рядом аккредитованных лабораторий.....	467
<i>Чан Ньян Дат, Полисадова Е.Ф., Лисицын В.М.</i> Люминесцентные свойства поликристаллической алюмомагниево-цинковой шпинели при УФ возбуждении.....	471

Секция 7. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЖКХ

<i>Афонина Н.К., Роженцова Н.В.</i> Анализ применения нейросетевых технологий в электроэнергетических системах.....	474
<i>Баранова Н.А., Муфтахутдинова З.Р.</i> Оценка эффективности работы пластинчатого теплоутилизатора.....	477
<i>Гариев А.Р., Шириев Р.Р.</i> Солнечные электростанции с двигателем стирлинга.....	480
<i>Горбачев А.А., Шириев Р.Р.</i> О датчиках движения для управления освещением.....	483
<i>Загидуллин А.М.</i> Разработка автоматизированной системы управления освещением и температурой с использованием языков стандарта МЭК 61131-3...	486
<i>Иванова В.Р., Гусамов Д.И.</i> Аналитический обзор ИОТ технологии.....	490
<i>Корнева П.А., Роженцова Н.В.</i> Возможности применения нейронных сетей в электроэнергетике.....	493
<i>Кулешова Г.С., Кузнецова А.М.</i> Технические мероприятия по энергосбережению в сфере ЖКХ: анализ и оценка эффекта.....	496
<i>Куличихин Д.В., Шириев Р.Р.</i> Детекторы скрытой электрической проводки.....	499
<i>Мухаматяров М.Р., Максакова Е.Д.</i> Внедрение автоматической системы управления технологического процесса в использовании МИНИ-ГЭС.....	502
<i>Немцева М.А., Сидоров А.Е.</i> Принцип появления прямого и обратного пьезоэффекта в пьезоэлектрических актюаторах.....	505

<i>Рахматуллин С.С.</i> Современное развитие энергоэффективности и энергосбережения в сфере ЖКХ развитых стран.....	508
<i>Салахутдинов Б.М., Шириев Р.Р.</i> О повышении эффективности мобильных солнечных электростанций.....	511
<i>Толкушкина О.И., Кадыров Г.М., Полонская М.Н.</i> Проектирование электрических сетей жилых зданий в Республики Татарстан с учетом современных требований...	514
<i>Усиков Н.В., Дьяконов Е.М., Буренко А.А., Михайлов В.В., Цыбулин А.Ф.</i> Особенности выбора тепловых схем паровых котлов на низкие параметры при проектировании.....	517
<i>Червяков Д.Ю., Сошинов А.Г.</i> Анализ влияния нелинейных нагрузок на показатели качества электрической энергии и энергетическую эффективность.....	520
<i>Шамсемухаметов И.И.</i> Разработка автоматизированной системы контрольно-пропускного режима в здании.....	523
<i>Янов Т.А., Денисова А.Р.</i> Гравитационный способ аккумуляции электрической энергии для питания потребителей в периоды пиковых нагрузок...	525
<i>Яппаров Р.Р., Роженцова Н.В.</i> Методы прогнозирования в электроэнергетике.....	528

Секция 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<i>Аюпов Р.Ш.</i> Проблемы взаимодействия РЗА и «интеллектуальной» сети.....	531
<i>Галимова Г.Ф., Воркунов О.В.</i> Внедрение интеллектуальных электрических сетей	534
<i>Гельдыева Р.А., Сидоров А.Е.</i> Внедрение водородных аккумуляторов в повседневную жизнь.....	537
<i>Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М., Табачникова Т.В.</i> Эквивалентное сопротивление промышленных электрических сетей – как одна из основных характеристик в расчетах потерь электроэнергии.....	540
<i>Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М., Табачникова Т.В.</i> Повышение точности расчета эквивалентных сопротивлений систем электроснабжения промышленных предприятий.....	545
<i>Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Табачникова Т.В.</i> Исследование зависимостей величины активного и реактивного сопротивления трансформаторов от их номинальной мощности для оценки потерь напряжения...	550
<i>Демократия Джессе Иммануел</i> Изменение производства и потребления энергии Индонезии.....	555
<i>Емельянов Р.К., Савин Д.А., Васильев Н.В.</i> Использование возобновляемых источников энергии для электроснабжения изолированного района.....	558

<i>Ишелев И.Ю., Воркунов О.В.</i> Состояние и перспективы развития электроэнергетики России.....	561
<i>Кажмуратов Р.А.</i> Повышение эффективности эксплуатации кабельных линий 6-10 кВ методом ЧР.....	564
<i>Князева Ю.В., Валиуллина Д.М.</i> Выбор конфигурации схемы электрической сети с применением реклоузеров.....	5679
<i>Кузнецова А.М., Кулешова Г.С.</i> Основные проблемы и преимущества водородной энергетики.....	570
<i>Нгуен Дык Хоан</i> Создание программы оптимизации для расчета параметров распределительной энергосистемы с N узлами.....	573
<i>Павлов Д.В., Сидоров А.Е.</i> Перспективы и проблемы водородной энергетики.....	576
<i>Пигалин А.А.</i> План развития электроэнергетических систем в условиях Крайнего Севера с применением блокчейна и возобновляемых источников энергии.....	579
<i>Рамазанова Р.И.</i> Современные АСКУЭ и технологии передачи данных.....	582
<i>Рахманкулов Ш.Ф., Садыков В.О.</i> Прогнозирование технического обслуживания оборудования подстанции с использованием термографии методом машинного обучения.....	585
<i>Рахматуллин С.С.</i> Новые технологии в области высоковольтных энергосистем....	588
<i>Садыков В.О., Рахманкулов Ш.Ф.</i> Управление электроснабжением микрогридов в условиях интеграции с электромобилями в городской среде.....	591
<i>Синицын А.Д.</i> Использование микропроцессорной дифференциально фазной защиты в цифровых подстанциях.....	594
<i>Суханова С.П., Валиуллина Д.М., Козлов В.К.</i> Разработка методики визуального определения кислотного числа трансформаторного масла.....	599
<i>Тарасенко П.В.</i> Перенапряжения при коммутациях вакуумных выключателей.....	602
<i>Толконова О.М.</i> Проблема энергоэффективности в морских и речных портах.....	605
<i>Уткина В.Н., Галиев И.Ф.</i> Компенсация реактивной мощности в электрических сетях.....	608
<i>Фаррахова А.М., Валиуллина Д.М., Козлов В.К.</i> Определение параметров качества трансформаторного масла визуальным способом.....	610
<i>Ференец А.А.</i> Моделирование систем электроснабжения ЖКХ в программном комплексе PSCAD/EMTDC.....	613
<i>Червяков Д.Ю., Сошинов А.Г.</i> Перспективы применения комбинированных накопителей энергии в автономных гибридных энергетических установках с возобновляемыми источниками энергии.....	617
<i>Шарипова А.Р., Воркунов О.В., Платонова А.А., Суханова С.П.</i> Снижение кислотного числа трансформаторного масла путем его регенерации.....	621

<i>Шарипова А.Р., Воркунов О.В., Платонова А.А., Суханова С.П.</i> Волоконно-оптический трансформатор тока.....	624
---	-----

Секция 9. КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

<i>Абдуллин Т.Р., Кондратьев А.Е.</i> Диагностика трубопроводов виброакустическим методом неразрушающего контроля.....	627
<i>Басенко В.Р., Низамиев М.Ф., Ившин И.В.</i> Определение информативного частотного диапазона механических колебаний силового трансформатора с помощью метода конечных элементов.....	630
<i>Местников Н.П., Ахмад Мухаммед-Насер Альзаккар, Васильев П.Ф.</i> Исследование влияния различных видов облачности на функционирование фотоэлектрических солнечных установок.....	633
<i>Сулейманова А.Р., Вилданов Р.Р.</i> Изучение старения и нахождение оптимального углеводородного состава трансформаторного масла.....	636
<i>Фаизов Н.Н.</i> Эффективность внедрения автоматизированных технологий в сфере электроэнергетики.....	639
<i>Черепенькин И.В.</i> Расчет делителя напряжения на резисторах для установки микроконтроллерных устройств анализа напряжения сети работы электроподвижного состава, построенных на базе <i>ARDUINO</i>	642
<i>Шакиров М.А.</i> Современные цифровые устройства учёта электроэнергии.....	645

Секция 10. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ЖКХ

<i>Власова М.А.</i> Определение экономически выгодных вариантов конструкций трубопроводов тепловой сети с различными теплоизоляционными материалами...	648
<i>Гаирбекова А.Р., Кондратьев А.Е.</i> Геотермальное отопление дома с применением теплового насоса.....	651
<i>Гаирбекова А.Р., Кондратьев А.Е.</i> Особенности использования тепловых насосов в системе геотермального отопления.....	654
<i>Гапоненко С.О.</i> Использование энтропийной параметризации вибродиагностических сигналов для контроля технического состояния трубопроводов.....	657
<i>Гараева В.Р., Ахметов Э.А.</i> Особенности применения источника тепловой энергии на базе солнечного коллектора.....	660
<i>Гареев Н.Ф.</i> Исследование нестационарного теплообмена в начальном участке трубопровода.....	663
<i>Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В.</i> Контроль поверхностей теплообмена и трубопроводных систем неразрушающим способом.....	666

<i>Гилязетдинов Н.Р., Кариева Л.И., Кондратьев А.Е.</i> Обеспечение теплового режима обитаемой лунной базы.....	669
<i>Данов Е.Б., Валиев Р.Н.</i> Повышение эффективности работы системы теплоснабжения от блочно-модульной котельной с установленной тепловой мощностью 16 МВт.....	672
<i>Даутов Р.Р., Кондратьев А.Е.</i> Перспективы использования тепловых насосов для отопления жилых зданий в России.....	675
<i>Даутов Р.Р., Кондратьев А.Е.</i> Система теплоснабжения жилого дома с применением теплового насоса и солнечных батарей.....	678
<i>Загретдинов А.Р., Рахимов Р.Р., Хасанов Н.А.</i> Метод виброакустического контроля герметичности затвора газовой арматуры.....	681
<i>Засыпкина Д.С., Валиев Р.Н.</i> Повышение эффективности системы оборотного водоснабжения ТЭЦ.....	684
<i>Ибадов А.А., Сергеева Д.В., Кондратьев А.Е.</i> Анализ существующих методов построения математических моделей энергетических трубопроводов.....	687
<i>Иванов Д.В., Кондратьев А.Е.</i> Оборудование для использования свалочного газа ..	690
<i>Иванов Д.В., Кондратьев А.Е.</i> Преимущества биогазовой энергетики.....	693
<i>Кабатьева А.Ю., Кондратьев А.Е.</i> Факельные установки на производстве.....	696
<i>Кабатьева А.Ю., Кондратьев А.Е.</i> Особенности утилизации попутного газа в Татарстане.....	699
<i>Клюкин И.И., Кондратьев А.Е.</i> Проблемы и перспективы СЭС на территории Российской Федерации.....	702
<i>Кондратьев А.Е.</i> Применение теплового насоса для теплоснабжения индивидуального дома.....	705
<i>Кондратьев А.Е.</i> Оценка технического состояния заготовок турбинных лопаток...	708
<i>Макуева Д.А., Шайхутдинов Я.О., Кондратьев А.Е.</i> Перспективы использования солнечных коллекторов в Республике Татарстан.....	711
<i>Мукатдарова Д.А., Кондратьев А.Е.</i> Особенности применения геотермальной энергетики для теплоснабжения.....	714
<i>Мукатдарова Д.А., Кондратьев А.Е.</i> Организация теплоснабжения низкотемпературной маломинерализованной термальной водой.....	717
<i>Мустафина Г.Р., Кондратьев А.Е.</i> Особенности утилизации органических отходов птицефабрик.....	720
<i>Мустафина Г.Р., Кондратьев А.Е.</i> Перспективы применения биогазовых технологий в сельской местности.....	723
<i>Сергеева Д.В., Кондратьев А.Е.</i> Инфракрасное отопление и особенности его применения.....	726
<i>Тимершин А.Р., Кондратьев А.Е.</i> Способы применения ветрогенераторов для теплоснабжения.....	729

<i>Ульябаева Г.Ш., Гапоненко С.О.</i> Повышение эффективности работы теплообменного оборудования.....	732
<i>Фаздалова А.Р., Ваньков Ю.В.</i> Актуальность исследования свойств теплоизоляционного материала при отрицательных температурах.....	735
<i>Федотова А.О., Ваньков Ю.В.</i> Перспектива применения аэрогелей в теплоснабжении.....	738
<i>Хайруллина Н.Т., Зиганшин Ш.Г.</i> Использование нетрадиционных источников энергии для теплоснабжения здания.....	741
<i>Хасанов Н.А., Загретдинов А.Р.</i> Методы анализа виброакстических сигналов.....	744
<i>Хисамутдинов А.Н., Зиганшин Ш.Г.</i> Разработка энергосберегающих мероприятий для источников теплоснабжения г. Казани.....	747
<i>Чанчина В.Е., Кондратьев А.Е.</i> Об изменении низкочастотных вибрационно-диагностических колебаний в стенках стального трубопровода от внешнего воздействия грунтов разного типа.....	750
<i>Шакурова Р.З, Кондратьев А.Е., Гапоненко С.О</i> Энтропийные методы анализа вибродиагностических сигналов для оценки технического состояния трубопроводов.....	753
<i>Якупова И.Д., Кондратьев А.Е.</i> Система теплоснабжения обитаемой лунной базы	757
<i>Якупова И.Д., Кондратьев А.Е.</i> Организация теплоснабжения с применением теплового насоса.....	760

Научное издание

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

VII Национальная научно-практическая конференция
(Казань, 9-10 декабря 2021г.)

Корректоры: С.Н. Валеева, О.В. Цветкова

Компьютерная верстка: О.В. Цветкова

Дизайн обложки: Ю.Ф. Мухаметшина

Подписано в печать 18.03.2022 г. Тираж 30. Заказ № 5249

Формат 60 84/16. Усл. печ. л. 47,9. Уч. изд. л. 34,04.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51.