

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

ОБЗОР РОБОТОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛЭП

Хамидуллин Ильдар Ниязович¹, Садыков Марат Фердинантович²

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

¹*ildar.ildar-xam2017@yandex.ru*

Аннотация: В статье представлен литературный обзор на разработку и использования роботов с дистанционным управлением для диагностики ЛЭП.

Ключевые слова: линия электропередач, робот, экспериментальная модель.

OVERVIEW OF ROBOTS FOR DIAGNOSTICS AND MAINTENANCE OF HIGH VOLTAGE LINE

Khamidullin Ildar Niyazovich¹, Sadykov Marat Ferdinandovich²

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

¹*ildar.ildar-xam2017@yandex.ru*

Abstract: *The article presents a literature review on the development and use of remote-controlled robots for the diagnosis of power lines.*

Keywords: *power line, robot, experimental model.*

В настоящее время в сфере энергетики широко применяются роботы. Применение роботов в энергетике обусловлено экономией затрат на обслуживание объектов промышленной энергетики и с целью облегчить труд человека. Учитывая тот факт, что для энергетиков осмотр и инспектирование высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) сопряжен с целым рядом трудностей, уместно говорить о применении мобильных полностью автономных роботов, или роботов с дистанционным управлением. Применение вышеупомянутых роботов целесообразно, там, где обход ЛЭП человеком не всегда возможен из-за сложного рельефа местности и неподходящих метеоусловий. При этом роботы должны быть грамотно сконструированы и должным образом настроенные.

Одними из первых разработкой роботов занималась японская фирма *HiBot*, по просьбе энергетической компании *Kansai Electric Power Company (KEPCO)*, разработала, и в 2011 году запустила в эксплуатацию, робота

Expliner, предназначенного для диагностики и обслуживания высоковольтных ЛЭП. Работа робота была довольно простой, его подвешивали к проводам линии, а оператора удаленно осуществлял визуальный контроль с экрана компьютера.

Робот *Expliner* оснащен восемью камерами высокого разрешения. Медленно передвигаясь вдоль линии, робот, используя лазерные датчики, выявляет места коррозии на проводах. Используя канал GPS, робот принимает данные о своем местоположении, и передает полученную информацию оператору. Оператор через камеры может рассмотреть все механические повреждения на проводе (оплавленный провод, трещина и т.д.). Используя полученные данные от робота, ремонтники уже будут знать точно, где и какая неисправность имеет место, что необходимо исправить, что и как отремонтировать. У робота подвижный центр тяжести, за счет чего он самостоятельно преодолевает различного рода зажимы и прокладки. Применение данной модели робота существенно экономит время и расходы на обследование линий традиционным путем.

Начиная с 1998 года канадские разработчики из института *Hydro-Québec* задумывались о создании более сложного робота для диагностики и обслуживания высоковольтных линий электропередач. В 2009 году робот *LineScout* был удостоен премии от Электротехнического института Эдисона.

Идеей разработки робота послужил мощный снежный шторм, из-за которого провода одной из значимых линий электропередач были просто оборваны под грузом намерзшего на них льда.

Разработанный канадскими инженерами робот помимо также оснащен камерами и GPS, но его уникальность заключалась в том, что он может счищать снег с проводов, раскручивать и закручивать болты и гайки, снимать с проводов инородные предметы. Благодаря наличию тепловизоров, робот способен оценивать температуру проводов.

Оператор управляет роботом с компьютера при помощи специального джойстика. Робот *LineScout* показал себя достаточно эффективным во время многократных испытаний в 2010 году на линиях с током до 2 кА, под напряжением 735 кВ.

Обобщив опыт японских и канадских инженеров, а также используя их наработки, на базе ФГБОУ ВО КГЭУ была разработана экспериментальная модель робота инспектора ЛЭП (рисунок 1,2).

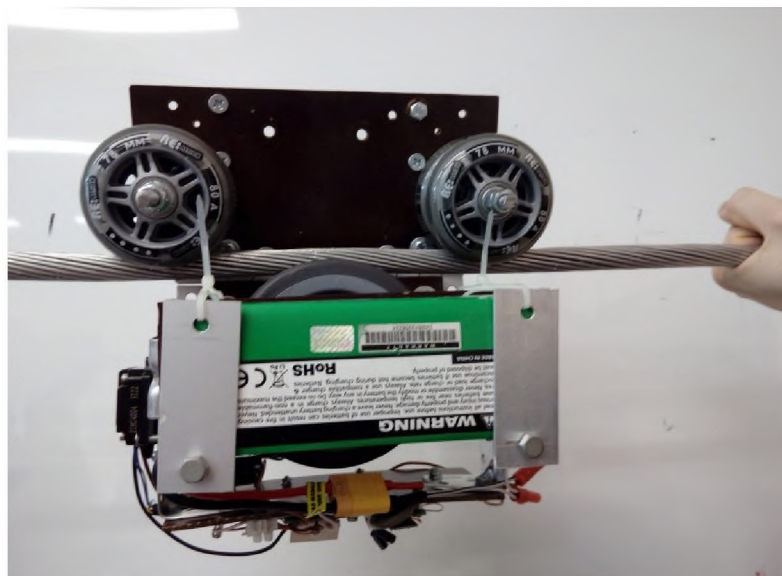


Рис. 1. Экспериментальная модель робота

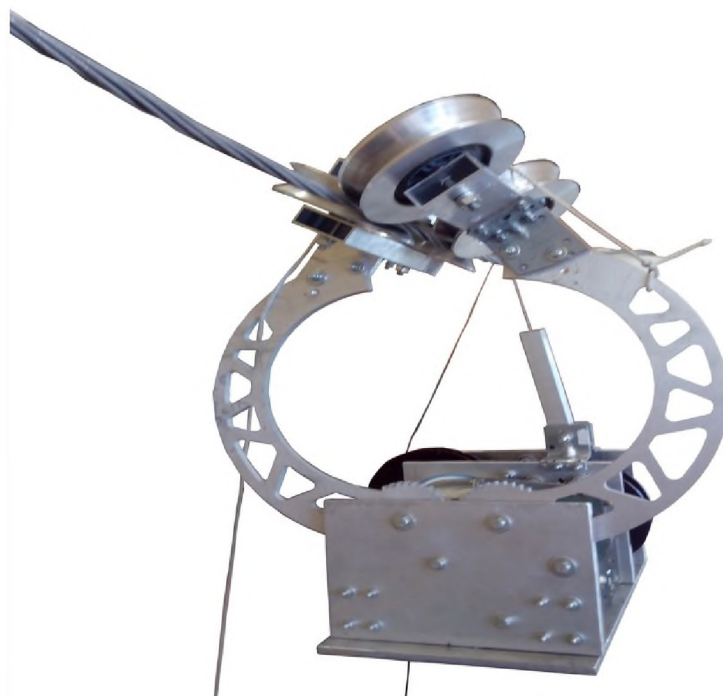


Рис. 2. Экспериментальная модель робота

Разработанная нами модель использовалась для сканирования и очистки проводов ЛЭП от снега и наледи. Экспериментальная модель по себестоимости значительно экономичнее зарубежных аналогов.

Источники

1. Большанин Г.А., Плотников М.П., Шевченко М.А. Экспериментальное определение параметров трёхпроводной

ЛЭП. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.- 2019.- ;21(4):85-94. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2019-21-4-85-94>

2. Ярославский Д.А., Садыков М.Ф. Разработка устройства для системы мониторинга и количественного контроля гололёдообразования на воздушных линиях электропередачи. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017;19(3-4):69-79. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2017-19-3-4-69-79>

3. Федоров О.В., Семёнов А.С., Егоров А.Н., Хубиева В.М. Техно-экономическое обоснование внедрения системы непрерывного мониторинга показателей качества электроэнергии на объектах горных предприятий. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2016;(9-10):91-97. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2016-0-9-10-91-97>

4. Ярославский Д.А., Нгуен В.В., Садыков М.Ф., Горячев М.П., Наумов А.А. Модель собственных гармонических колебаний провода для задач мониторинга состояния воздушных линий электропередачи. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020;22(3):97-106. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2020-22-3-97-106>

5. Ярославский Д.А., Садыков М.Ф., Конов А.Б., Иванов Д.А., Горячев М.П., Ямбаева Т.Г. Методика мониторинга гололедных отложений на проводах ВЛ с учетом разрегулировки линейной арматуры. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017;19(5-6):89-97. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2017-19-5-6-89-97>

6. Примеры использования роботов в энергетике [Электронный ресурс] <http://electrik.info/main/news/1188-ispolzovanie-robotov-v-energetike.html>

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>Вольнкин П.А.</i> Программно-аппаратное решение задачи сбора информации об объектах в загазованном помещении.....	33
<i>Гайнуллина Д.Р., Мушаратов 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>Галяутдинова 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>Четица А.А., Коротченко Е.Е.</i> Стабилизация момента ветрогенераторной установки с переменной скоростью вращения средствами нейросетевого наблюдателя коэффициента мощности.....	222
<i>Чляева М.Р., Малёв Н.А., Погодицкий О.В.</i> Градиентный алгоритм идентификации параметров электропривода с применением квадрата невязки.....	225
<i>Чляева 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 станций 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., Минибаяев 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., Минабаев 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>Мальшиев А.А.</i> Проектирование однокаскадных светодиодных драйверов, устойчивых к импульсным помехам.....	456
<i>Мальшиев 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., Аширатов 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-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>Шаринова А.Р., Воркунов О.В., Платонова А.А., Суханова С.П.</i> Снижение кислотного числа трансформаторного масла путем его регенерации.....	621

<i>Шаринова 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>Загреддинов 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., Загреддинов 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.