



ИНТЕР РАО
ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ



V Всероссийская
научно-практическая конференция
**«Проблемы и перспективы развития
электроэнергетики и электротехники»,**
посвященная 55-летию КГЭУ

11–12 октября 2023 г. Казань

Материалы конференции

В двух томах

Том II

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

V ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ) КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ ПРАЗДНОВАНИЮ 55-ЛЕТИЯ КГЭУ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

11–12 октября 2023 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

В двух томах

Том 2

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Казань
2023

УДК 621.3
ББК 31.2
П78

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «КГЭУ» *И.В.Ившин*,
доктор технических наук, профессор филиала ФГБОУ ВО «УГНТУ»
в г. Салавате *Р.Г.Вильданов*

Редакционная коллегия:

Э.Ю.Абдуллазянов (гл.редактор), И.Г.Ахметова, Р.Р. Гибадуллин,
В.Р. Иванова

П78 **V Всероссийская научно-практическая (с международным участием) конференция, посвященная празднованию 55-летия КГЭУ: «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники»:** матер. конф. (Казань, 11–12 октября 2023 г.): в 2 т. / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 2. – 358 с.

ISBN 978-5-89873-643-9 (т. 2)

ISBN 978-5-89873-644-6

В сборнике представлены материалы V Всероссийской научно-практической (с международным участием) конференции, посвященной празднованию 55-летия КГЭУ «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» по следующим научным направлениям:

1. Проектирование и эксплуатация объектов электроэнергетики.
2. Энерго-и ресурсосбережение промышленных и коммунальных предприятий.
3. Энергосиловое оборудование, электропривод и автоматизация.
4. Малая энергетика, возобновляемые источники энергии, светотехника.
5. Перспективы развития электроэнергетики.

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

Ответственность за содержание материалов докладов возлагается на авторов.

УДК 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-643-9 (т. 2)
ISBN 978-5-89873-644-6

© Казанский государственный
энергетический университет, 2023

Карпунина М.В., Кваснюк А.А., Михеев Д.В., Шакирзянов Ф.Н., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». № 2019128529; заявл. 11.09.2019; опубл. 21.02.2020. Бюл. №6.

5. Кулешова Г.С., Михеев Д.В. Моделирование режимов работы ФКУ на основе гибридного индуктивно-емкостного элемента при изменении параметров электрической сети // Фёдоровские чтения – 2021: LI Междунар. науч.-практ. конф. с элементами научной школы (Москва, 17-19 ноября 2021 г.) / под общ. ред. Ю.В. Матюниной. М.: Издательский дом МЭИ, 2021. С. 198-204.

6. Патент 2690689 Российская Федерация, МПК H02J 3/01 (2006.01). Фильтрокомпенсирующая установка // Бутырин П.А., Гусев Г.Г., Кваснюк А.А., Михеев Д.В., Шакирзянов Ф.Н., заявитель ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». № 2018141885; заявл. 28.11.2018, опубл. 05.06.2019, Бюл. № 16.

УДК 621.311.42

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

¹Галяутдинова Алсу Ренатовна, ²Ившин Игорь Владимирович
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹Alsu296@yandex.ru, ²ivshini@mail.ru

Аннотация: в статье рассматривается анализ параметров силового маслонаполненного трансформатора распределительных сетей, полученных из системы мониторинга. Для обработки данных применяется метод искусственного интеллекта, язык программирования Python.

Ключевые слова: силовой трансформатор, обработка данных, визуализация, параметры, система мониторинга, анализ данных.

ANALYSIS OF PARAMETERS OF POWER OIL FILLED TRANSFORMERS OF DISTRIBUTION NETWORKS TO ASSESS ITS TECHNICAL CONDITION

¹ Galyautdinova Alsu Renatovna, ² Ivshin Igor Vladimirovich
^{1,2}FSBEI HE KSPEU, Kazan
¹Alsu296@yandex.ru, ²ivshini@mail.ru

Abstract: the article deals with the analysis of the parameters of the power oil-filled transformer of distribution networks obtained from the monitoring system. For data processing, the artificial intelligence method, the Python programming language, is used.

Keywords: power transformer, data processing, visualization, parameters, monitoring system, data analysis.

Силовые трансформаторы – одни из наиболее важных и дорогостоящих элементов в электроэнергетической системе, к которым предъявляют повышенные требования по надежности – поддержание эксплуатационной надежности и предотвращение аварийных отключений. Техническое состояние силового трансформатора определяет его способность выполнять заданные функции в требуемых условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортировки. Эффективная эксплуатация объектов электроэнергетической системы базируется на эффективной диагностике, в первую очередь, трансформаторного оборудования.

Исходный набор диагностических данных для оценки технического состояния силового маслонаполненного трансформатора включает в себя большое количество параметров. Для трансформатора марки ТМН-6300 35/6(10) кВ включает:

- результаты хроматографического анализа масла;
- разрядная активность;
- влагосодержание масла;
- вибрация бака;
- температура масла в баке;
- температура контактных соединений вводов;
- срок службы[1].

А также учитываются его нагрузочные характеристики и температурные условия внешней среды.

Современные методы эффективной диагностики не ограничиваются: выбором комплекса диагностируемых параметров оборудования, качественным их измерением, не выводом оборудования из эксплуатации, и правильной интерпретацией полученных результатов. Благодаря цифровой трансформации электроэнергетической отрасли эти задачи получили значительное расширение. Сегодня в электроэнергетике активно развиваются и внедряются цифровые технологии. Информационно-измерительная база на основе современных измерительных комплексов, обеспечивает сбор, обработку и хранение информации с различных контрольно-измерительных приборов и систем мониторинга отдельных параметров в режиме реального времени.

Система мониторинга устанавливается на силовом трансформаторе. Система состоит из контрольно-измерительных приборов и датчиков (газоанализатор Intellix GLA 100, система мониторинга TDM-10, датчики температуры RF-Sens, WDM-T, датчики вибрации ИВД-3Ц-3, программируемый логический контроллер Wiren board 6), которые в режиме реального времени регистрируют параметры и передают на

верхний уровень – web-сервер [2]. На основе данных о техническом состоянии силового трансформатора формируется база данных, которая требует дальнейшей обработки и анализа.

Увеличение объема анализируемой информации о состоянии силового трансформатора ведет к значительным изменениям при выборе методов обработки данных, а также требует не только автоматизации процессов обработки и анализа данных, но и использование искусственного интеллекта[3]. Для работы с данными применяется машинное обучение и язык программирования Python, который широко используется в интернет-приложениях, разработке программного обеспечения, науке о данных. На рис. 1,2 описаны распределения параметров силового трансформатора.

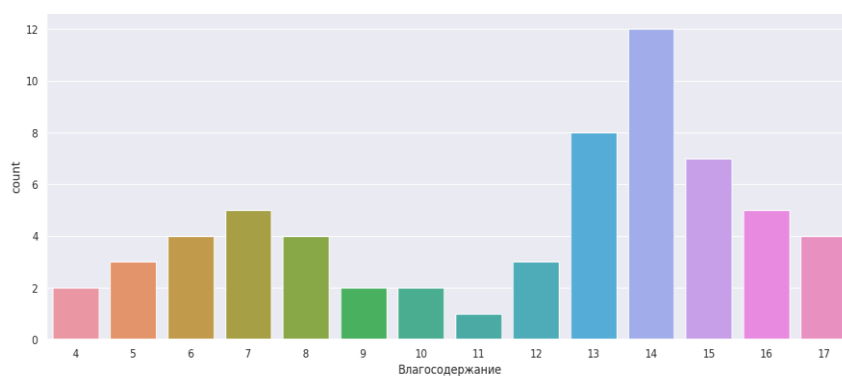


Рис. 1. Распределение влагосодержания в течение 17 дней

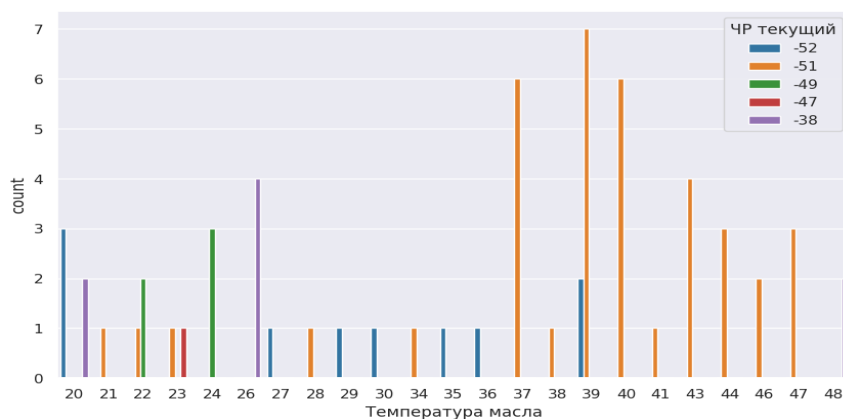


Рис. 2. Зависимость уровня частичных разрядов от температуры масла в баке

На рис. 3 представлена матрица коэффициентов корреляции Спирмена[4]. Коэффициент корреляции находится в диапазоне от -1 до +1. При положительной корреляции повышение значения одного показателя влечет за собой повышение значения второго. При отрицательной корреляции повышение значения одного показателя способствует уменьшению значения другого. Чем больше модуль коэффициента

корреляции, тем изменение одного показателя заметнее отражается на изменении второго. При коэффициенте корреляции равном 0 зависимость между ними отсутствует полностью. Например, с увеличением температуры окружающей среды увеличиваются два параметра – температура и влагосодержание масла; а при понижении температуры окружающей среды повышается относительная влажность воздуха.



Рис. 3. Матрица коэффициентов корреляции

Таким образом, использование методов искусственного интеллекта позволяет корректно и точно интерпретировать исходные данные силового маслонаполненного трансформатора[5]. Данные, получаемые в ходе мониторинга параметров, позволяют определить долгосрочные перспективы функционирования силового трансформатора в горизонте по годам и месяцам. Комплексная оценка параметров силового трансформатора позволяет оценить его техническое состояние в режиме эксплуатации.

Список литературы

1. Ившин И.В., Галяутдинова А.Р., Интеллектуальная система оценки технического состояния трансформаторной подстанции 35/6(10) кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Т. 24, № 2. С. 24–34.
2. Galyautdinova A.R., Ivshin I.V. Software and algorithmic support for online assessment of transformer substation technical condition 35/6(10) kV //

Proceedings of the 2023 5th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering, REEPE 2023, 2023.

3. Хальясмаа А.И. Машинное обучение как инструмент повышения эффективности управления жизненным циклом высоковольтного электрооборудования. Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24. № 5. С. 1093–1104.

4. Khalyasmaa A., Matrenin P., Eroshenko S. Averaged Errors as a Risk Factor for Intelligent Forecasting Systems Operation in the Power Industry // Proceedings of the 2021 Ural-Siberian Smart Energy Conference, USSEC 2021. P. 192-196.

5. Eroshenko, S.A., Khalyasmaa, A.I. The impact of data filtration on the accuracy of multiple time-domain forecasting for photovoltaic power plants generation // Applied Sciences (Switzerland), 10(22), art. no. 8265, 2020. pp. 1-22.

УДК 621.311.014.3

МНОГОМЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ УДЕЛЬНЫХ ДИСКОНТИРОВАННЫХ ЗАТРАТ

Геркусов Алексей Анатольевич
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.М. Туполева (КНИТУ-КАИ)
Gerkusov_Alex@mail.ru

Аннотация: актуальность настоящей работы обусловлена тем, что суммарные дисконтированные затраты, являясь важнейшим динамическим критерием выбора оптимального варианта инвестиционного проекта не определяет реальных затрат производства единицы продукции и не могут служить критерием для сопоставления вариантов с различными производительностями или с различным сроком расчётного периода, что в условиях конкурентного рынка электроэнергии увеличивает ценовые риски и препятствует оптимальному выбору поставщика электроэнергии. Кроме того минимизация целевой функции по какому-либо одному параметру, как правило, не приводит к отысканию даже её локального минимума. Поэтому в настоящей работе рассмотрена альтернативная экономико-математическая модель линии электропередачи, построенная на основе удельных дисконтированных затрат и дисконтированного переданного объёма электроэнергии на сооружение и эксплуатацию ЛЭП-110-220 кВ с учётом нагрузочных потерь, потерь на корону и в линейной изоляции и представляющую собой зависимость удельных дисконтированных затрат на передачу электроэнергии от целого ряда технико-экономических параметров, как самой ЛЭП, так и режима её работы. Проведена оптимизация предложенной модели по току нагрузки и времени использования её максимума.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 4. МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, СВЕТОТЕХНИКА

<i>Абдреев К.А.</i> Зависимость периода окупаемости солнечных батарей от выбора региона установки.....	3
<i>Абдреев К.А.</i> Экономическая целесообразность использования солнечных батарей для частичного электроснабжения алюминиевого завода.....	6
<i>Антипов А.С.</i> Развитие и применение солнечных батарей в малой энергетике.....	10
<i>Аптрашитов Д.С., Рудаков А.И.</i> Анализ перспективных направлений развития гидроэнергетики в условиях изменения климата.....	13
<i>Атласов Д.П.</i> Использование светодиодов в энергосбережении: достоинства и недостатки.....	17
<i>Баданов К.А., Рудаков А.И.</i> Раскрытие потенциала возобновляемых источников энергии в городе Казань: перспективы для устойчивого развития.....	19
<i>Бережной Я.А., Бадертдинова Д.Р.</i> Оптимизация расстояния между опорами освещения на автомагистрали при использовании различных светильников.....	23
<i>Брызгалов Д.А.</i> Оценка производительности малых ветряных турбин.....	27
<i>Брызгалов Д.А.</i> Сбор энергии из внешних источников для малых энергетических систем.....	31
<i>Валиева Э.Р.</i> Эффективность возобновляемых источников энергии и улучшение их производительности.....	34
<i>Валиева Э. Р.</i> Развитие возобновляемых источников энергии.....	37
<i>Валиева Э. Р.</i> Альтернативные источники энергии в промышленности	41
<i>Воронкова И.С., Гибадуллин Р.Р.</i> Энергоэффективные системы освещения городских территорий.....	44
<i>Востриков Д.Ю., Лепешкин Н.С., Сандаков В.Д.</i> Разработка принципов работы автоматического светомузыкального фонтана.....	47
<i>Гайфиева Л.Ф., Писковацкий Ю.В.</i> Применение систем накопления электрической энергии.....	52
<i>Гайфиева Л.Ф., Писковацкий Ю.В.</i> Основные проблемы и ограничения, связанные с использованием ветровой энергии.....	55

<i>Павлов И.С.</i> Влияние погодных условий на производительность малых.. ветряных турбин	59
<i>Павлов И.С.</i> Интеграция возобновляемых источников энергии в энергетическое оборудование: проблемы и решения.....	63
<i>Гиниятуллина Л.Р.</i> Автономное электроснабжение на примере блочного парового турбогенератора	66
<i>Глоткина Л.А.</i> Исследование эффективности использования возоб- новляемых источников энергии для обеспечения устойчивого электроснабжения.....	70
<i>Гумерова Г.М.</i> Исследование полупроводниковых ламп и влияние освещения на зрительную комфортность.....	73
<i>Гумерова Г.М.</i> Анализ применения возобновляемых источников энергии для электроснабжения промышленных предприятий.....	77
<i>Гурьева П.Ю.</i> Малая энергетика: эффективные решения для устойчивого будущего.....	81
<i>Гурьева П.Ю., Писковацкий Ю.В.</i> Возобновляемые источники энергии: путь к устойчивому будущему.....	85
<i>Иванова В.Р., Жукова Ю.В.</i> О построении систем с применением ИОТ- технологии.....	89
<i>Кабиров А.А., Денисова А.Р.</i> Реализация системы резервного электроснабжения предприятия на основе фотоэлектрических панелей...	93
<i>Кострюков С.А., Гусева Ю.В.</i> Сравнительный анализ моделей ветрогенераторов с вертикальным расположением ротора.....	98
<i>Лю Жуньда, Груздев А.С., Чжан Ханьян, Фан Юйхэн.</i> Контроль максимальной мощности фотоэлектрического преобразователя в MATLAB.....	101
<i>Малаева Е.Д., Маслов С.Ю., Хамидуллин И.Н.</i> Разработка установки по созданию благоприятной световой среды для растений с применением искусственного и гелио-освещения.....	105
<i>Маркова М.Г.</i> Импортозамещение в энергетике.....	109
<i>Молодова К.К.</i> Применение возобновляемых источников энергии для электроснабжения изолированных потребителей.....	112
<i>Мубаракишина Р.Р.</i> Малая энергетика - драйвер развития России.....	117
<i>Мухаметова А.Р., Иванова В.Р.</i> О конструктивном исполнении солнечных концентраторов.....	120
<i>Савельев М.О., Писковацкий Ю.В.</i> Мировые тенденции развития солнечной энергетики.....	124

<i>Сагиров В.Р., Писковацкий Ю.В.</i> Определение наиболее эффективного района республики для внедрения солнечной энергетики.....	127
<i>Сагиров В.Р., Писковацкий Ю.В.</i> Основные проблемы, связанные с использованием солнечной энергии.....	130
<i>Салахов А.М.</i> Малая электроэнергетика: сущность и перспективы развития.....	134
<i>Сафин Р.Р.</i> Генерация электрической энергии на автомобильных трассах.....	137
<i>Субханова А.М.</i> Эффективная и надежная силовая электроника для систем возобновляемой энергетики.....	139
<i>Султанова Р. Р.</i> Использование солнечных панелей.....	143
<i>Таенов Э.Ф.</i> Обзор альтернативных способов очистки солнечных панелей.....	146
<i>Терентьев П.В., Шильников С.В., Чертилов Д.А.</i> Влияние погодных условий на выработку электроэнергии объектами микрогенерации на основе фотоэлектрических солнечных модулей.....	149
<i>Тихонов Н.Э., Денисова А.Р.</i> Получение электроэнергии с помощью использования энергии океана.....	154
<i>Умурзаков А.К.</i> Построение микросетей с применением возобновляемых источников энергии.....	157
<i>Умурзаков А.К.</i> Сравнительный анализ солнечных коллекторов.....	160
<i>Урманчеева А.А.</i> Энергоэффективные системы освещения городских территорий.....	164
<i>Урманчеева А.А.</i> Системы «умных домов» и их роль в повышении эффективности энергопотребления.....	167
<i>Хабиров Т.А., Мухаметова А.Р., Гусамов Д.И.</i> Автоматизированная гибридная система освещения.....	169
<i>Чжан Ханьян, Груздев А.С., Лю Жуньда, Фан Юйхэн.</i> Контроллер ветроэнергетической установки на основе нечеткой логики	174
<i>Шаймарданов И.И., Писковацкий Ю.В.</i> Проектирование и эксплуатация объектов малой энергетики.....	178
<i>Шарифуллин Б.Р.</i> Перспективы использования технологии интернета вещей (IoT) в электроэнергетике.....	183
<i>Юнусова Л.И.</i> Автономное электроснабжение частного дома.....	186
<i>Аккад Ахмад Ферас, Соснина Е.Н., Эрдили Н. И.</i> Моделирование электрической сети с распределенной генерацией на ВИЭ и D-STATCOM	190

Секция 5. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

<i>Абдуллина Л.В., Бакирова Р.Р., Герасюнин М.А., Карташов Д.Л., Денисова А.Р.</i> Освоение гидроэнергетических ресурсов путём строительства объектов гидроэнергетики большой мощности.....	193
<i>Агеев В.А., Репьев Д.С., Казаков Д. В.</i> Применение специализированного программного комплекса при проектировании систем электроснабжения городов.....	197
<i>Альзаккар Ахмад, Грачева Е.И., Николай П.М.</i> Исследование графиков температуры элементов трансформаторов подстанции «Кабун-1» Сирийской Арабской республики.....	201
<i>Белов О.Е., Бондарев В.В., Пиунов А.А. Шадрухин Е.Р.</i> Анализ гибридных электростанций на основе возобновляемых источников электроэнергии и дизель-генераторных установок.....	204
<i>Белов О.Е., Сухарь Г.А.</i> Размещение резервных источников электроэнергии с учётом требований пожарной безопасности в существующей застройке	207
<i>Богимова А.А., Меньшов Е.Н., Гаврилова С.В.</i> Проблемы расчёта несимметричного магнитного режима трехфазных трансформаторов....	211
<i>Вахнина В.В., Черненко А.Н., Кретов Д.А.</i> Особенности функционирования дифференциальной токовой защиты силовых трансформаторов при воздействии квазипостоянных токов.....	215
<i>Величко В.А., Чернова А.Д.</i> Предложения по совершенствованию системы критериев оценки состояния электрооборудования по результатам инфракрасного контроля.....	219
<i>Володкин Р.И., Кулешова Г.С., Михеев Д.В.</i> Моделирование гребенчатой фильтрокомпенсирующей установки на основе индуктивно-емкостного элемента.....	228
<i>Галяутдинова А.Р., Ившин И.В.</i> Анализ параметров силового маслонаполненного трансформатора распределительных сетей для оценки его технического состояния.....	234
<i>Геркусов А.А.</i> Многомерная оптимизация экономико-математической модели воздушных линий электропередачи на основе целевой функции удельных дисконтированных затрат.....	238
<i>Гимадов Д.Р.</i> Исследование переходных процессов в системах электропривода при изменении нагрузки на оборудование для увеличения эффективности работы и устойчивости процессов.....	243

<i>Елфутин М.Д.</i> Применение современных способов компенсации реактивной мощности в электроэнергетических системах и сетях.....	247
<i>Гринев Н.В.</i> Комплектно-блочный метод организации строительства для распределительных устройств узловых подстанций и электростанций....	250
<i>Ерашова Ю.Н., Тюрин А.Н., Вассунова Ю.Ю.</i> Внедрение устройства для проверки аппаратов защиты от последовательного и параллельного дуговых пробоев и искровых промежутков.....	255
<i>Качелаяев О.В., Полуянович Н.К., Дубяго М.Н., Светличный Н.И.</i> Нейро-сетевой анализ электромагнитного поля в задачах безотказной эксплуатации кабельных систем.....	260
<i>Климов С.А., Тямкин В.П.</i> Модернизация троллейбусов под асинхронный привод.....	264
<i>Ливенцов В.С.</i> Результаты исследования отклонения величины питающего напряжения в распределительных электрических сетях.....	267
<i>Лю Жуньда, Груздев А.С., Чжан Ханьян, Фан Юйхэн.</i> Контроль максимальной мощности фотоэлектрического преобразователя в MATLAB.....	271
<i>Лутфуллоев Д.С.</i> Проблемы энергосбережения использования водяных насосов в жилищно-коммунальном хозяйстве.....	276
<i>Малаева Е.Д., Маслов С.Ю., Хамидуллин И.Н.</i> Перспективы развития беспилотного наземного транспорта при обследовании ВЛЭП.....	280
<i>Мезенцев П.Е., Кожов К.Б.</i> Моделирование эффективности бестопливной малой генерации.....	283
<i>Мялковский И.К., Романова М.С.</i> Цифровая трансформация предприятия электротехники в системе массового опережающего образования....	286
<i>Надергулов М.М., Исаков Р.Г.</i> Проблемы внедрения распределенной генерации в распределительную сеть 6-10 кВ.....	294
<i>Назаров М.А.</i> Снижение потерь на собственные нужды подстанции с использованием трансформаторов серии ТМГ.....	298
<i>Никулина Е.Н., Ларин Е.А.</i> Перспективы развития топливных элементов и водородной энергетики.....	302
<i>Петров С.В., Галанина Н.А.</i> Отношения между объектными элементами цифровой подстанции по МЭК 61850.....	307
<i>Полякова А.С.</i> Зональная систем теплоснабжения помещений при работе воздушного теплового насоса.....	311
<i>Прудий А.В., Ляшенко Ю.М.</i> Моделирование скоростной характеристики генератора дорожной энергетической установки.....	314

<i>Радайкин О.В., Хассун Мажд Сухайль, Дарвиш Анас. Расчёт образования трещин в железобетонных балках эстакад под технологические трубопроводы и кабели в условиях косого изгиба.....</i>	319
<i>Садыкова Л.А. Перспективы развития электросетевой компании.....</i>	323
<i>Трегубов А.А. Оценка Стоимости интеграции объектов ВИЭ-генерации в ОЭС Юга в долгосрочной перспективе.....</i>	327
<i>Терентьев П.В., Мартюхин Д.А. Практическое применение технологии «большие данные» в области электроэнергетики.....</i>	336
<i>Тукишаитов Р.Х., Лозина Н.Г., Зарипов Р.К. К разработке технических характеристик фильтркомпенсирующих установок высших гармоник напряжения электросети и тока нелинейных нагрузок.....</i>	341
<i>Федотов В.В., Рожков В.В. Синтез оптимизированной двухконтурной системы управления позиционным электроприводом.....</i>	347

Научное издание

V ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ) КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ ПРАЗДНОВАНИЮ 55-ЛЕТИЯ КГЭУ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

11–12 октября 2023 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

В двух томах

Том 2

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Корректор *В.Р. Иванова*
Компьютерная верстка *В.Р. Ивановой*
Дизайн обложки *Ю.Ф. Мухаметишиной*

Подписанов печать 03.10.2023.
Формат 60х84/16. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ
Усл. печ. л. 20,81. Уч.-изд. л. 18,35
Тираж 200 экз. Заказ № 5286

Казанский государственный энергетический университет
420066, Казань, Красносельская, д.51



В 2023 году Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ) отмечает юбилей – 55 лет со дня основания. За время своего существования университет превратился в крупнейший научно-образовательный центр Поволжья и Урала, признанный как в России, так и в международном пространстве. Гордость университета это выпускники – целая плеяда талантливых инженеров, многие из которых стали руководителями ведущих предприятий Татарстана и России, внесли огромный вклад в развитие экономики не только в нашей стране, но и за рубежом.

В КГЭУ действует Технопарк, Инжиниринговый центр «Компьютерное моделирование и инжиниринг в области энергетики и энергетического машиностроения», Центр компетенций и технологии в области энергосбережения, Молодежный инновационный центр, Молодежный бизнес-инкубатор, научно-образовательный центр «Компьютерные тренажеры в тепло- и электроэнергетике», научно-технические центры и учебные классы компаний: Bosch, Danfoss, IEK, SchneiderElectric, Эван, Акку-Фертриб, Московский завод тепловой автоматики. На базе КГЭУ созданы не имеющие аналогов в России учебно-исследовательские полигоны «Подстанция 110/10 кВ» и «Распределительные сети 0,4-10 кВ».

Ученые КГЭУ занимают ведущие позиции в области электро- и теплотехники, цифровых технологий, защиты окружающей среды и водных биоресурсов. Университет является участником ряда технологических платформ России. По объему и уровню выполняемых научных работ КГЭУ сегодня является наиболее динамично развивающимся вузом России.

Сегодня в КГЭУ работают над технологиями, которые изменят будущее!

ISBN 978-5-89873-643-9

