

СБОРНИК ТРУДОВ



СБОРНИК ТРУДОВ

ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»



20-21 марта 2019 г., Казань



ФСК



ЕЭС



АО «СО ЕЭС»



ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

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

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Материалы
Всероссийской научно-практической конференции

20–21 марта 2019 г.

Казань
2019

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. Салават Р.Г. Вильданов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), Э.В. Шамсутдинов,
Н.В. Роженцова, В.Р. Иванова

П78 **Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники:** матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Казань, 20–21 марта 2019 г.) / редкол.: Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор) и др. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2019. – 524 с.

ISBN 978-5-89873-540-1

Опубликованы материалы Всероссийской научно-практической конференции «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.

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 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-540-1

© Казанский государственный
энергетический университет, 2019

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНОГО МОДУЛЯ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Дмитрий Алексеевич Иванов¹, Александр Вадимович Голенищев-Кутузов²,
Амир Динарович Арсланов³

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹ivanov.da@kgeu.ru, ²alex.kutuzov@mail.ru, ³arslanovad97@mail.ru

Разработан комплексный двухканальный метод дистанционной диагностики рабочего состояния высоковольтных изоляторов, основанный на одновременной регистрации, передачи и последующей компьютерной обработке сигналов частичных разрядов, детектированных электромагнитным и акустическим датчиками.

Ключевые слова: частичные разряды, бесконтактная диагностика, высоковольтный изолятор, измерительная ячейка, беспроводные сети.

DEVELOPMENT OF PORTABLE COMPLEX FOR REMOTE MONITORING OF HIGH VOLTAGE INSULATORS USING THE WIRELESS MODULE OF THE DATA COLLECTION AND TRANSMISSION

D.A. Ivanov, A.V. Golenishchev-Kutuzov, A.D. Arslanov

A comprehensive two-channel method for remote diagnostics of the operating state of high-voltage insulators has been developed, based on the simultaneous recording, transmission and subsequent computer processing of partial discharge signals detected by electromagnetic and acoustic sensors.

Keywords: partial discharges, contactless diagnostics, high-voltage insulator, measuring cell, wireless networks.

Устойчивость работы современного энергетического оборудования высокого напряжения во многом определяется надежностью его изолирующих элементов. Наиболее уязвимыми в этом плане являются высоковольтные изоляторы (далее – ВИ), поскольку при длительном воздействии высокого напряжения и неблагоприятных условий эксплуатации возникает преждевременное старение керамических или полимерных изоляционных материалов. В результате происходит образование различных дефектов, приводящих в конечном итоге к электрическому пробое и даже к полному разрушению ВИ. Как известно [1], полному пробое, как правило, предшествуют микропробои или электрические разряды, которые шунтируют лишь

часть изоляции между электродами, получившие название частичных разрядов (далее – ЧР). ЧР являются результатом возникновения в процессе эксплуатации локальных повышений напряженности приложенного электрического поля в объеме или на поверхности изоляции, превышающей ее электрическую прочность. Возрастание размеров дефектов под действием разнообразных факторов сопровождается увеличением интенсивности и числа ЧР во временные интервалы, а также понижением напряженности поля для возникновения ЧР, последнее эквивалентно изменению фазы переменного рабочего напряжения. В современных условиях возникла существенная необходимость дистанционного бесконтактного контроля рабочего состояния высоковольтного оборудования, особенно ВИ.

Регистрация электромагнитных импульсов ЧР (рис. 1) осуществляется электромагнитным датчиком, в данном случае направленной антенной, позволяющим детектировать импульсы в интервале частот 0,5–600 МГц. Регистрация акустических импульсов осуществляется акустическим датчиком, которым является активная параболическая антенна, работающая на частоте 40 кГц. Выбор частоты измерений был обоснован такими факторами как частотная зависимость затухания волн, производственные шумы и электромагнитные помехи окружающего электрического оборудования. Так акустические шумы доминируют в низкочастотной области (20 Гц – 20 кГц), верхний частотный предел ограничен частотной зависимостью затухания ($f \geq 100$ кГц). В интервале 35–45 кГц, как показали эксперименты, при отношении сигнал/шум ≈ 2 , акустические импульсы от ЧР регистрируются на расстоянии 15–25 м. С учетом низкочастотных производственных электромагнитных помех в диапазоне (50–200 МГц) и выше 600 МГц наиболее предпочтительными для электромагнитной регистрации ЧР являются полосы 20–50 МГц и 400–550 МГц, причем интенсивность сигналов ЧР значительно выше во второй полосе, чем в первой.

При использовании направленной антенны комплекс обеспечивает локализацию источника сигналов с точностью до 1–2 м с расстояния 5–10 м даже в полевых условиях при большом количестве источников сигналов и отражающих поверхностей. В диапазоне СВЧ уровень помех значительно ниже, и можно использовать антенны с высокой степенью направленности, обеспечивающие локализацию источника сигналов в хороших условиях с точностью локализации порядка 0,5 м. Эти датчики наиболее чувствительны к дефектам в наружных частях оборудования.

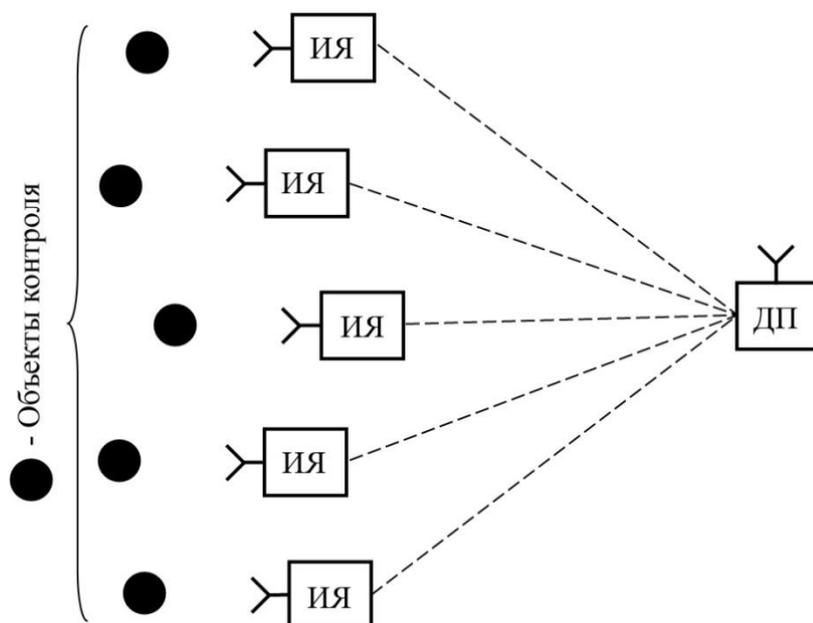


Рис. 1. Схематическое расположение портативного комплекса:
ИЯ – измерительная ячейка; ДП – диспетчерский пункт

Входящий в состав комплекса акустический датчик позволяет провести довольно точную локализацию источника сигналов внутри объекта низкочастотных ЧР. При этом измеряется задержка момента прихода акустического импульса относительно электрического сигнала в нескольких точках оборудования и, на основании этого, вычисляется ориентировочное положение источника с учетом конструкции конкретного объекта. Акустические датчики практически не подвержены внешним помехам на силовом оборудовании подстанций.

Схематическое расположение измерительных ячеек в составе комплекса с объектами измерения приведено на рис. 1. Акустические и электромагнитные датчики, подключенные к аналого-цифровому преобразователю (АЦП) с модулем беспроводной сети автоматизации процессов (БСАП), помещаются рядом с объектом контроля. Данные, получаемые от датчиков (ИЯ), посредством модуля БСАП собираются и передаются на диспетчерский пункт (ДП).

Модуль БСАП представляет собой микроконтроллерное устройство с радиопередатчиком, работающим по стандарту IEEE 802.15.4 на программном обеспечении собственного производства [2]. В зависимости от прикладных задач модуль БСАП может использоваться отдельно как радиопередающее устройство, так и с шлюзованием данных на нужный протокол (USB, RS-485, PLC и т. д.) [3, 4].

Рассмотрим процесс регистрации ЧР подробнее. На рис. 2 приведена блок-схема измерительного устройства.

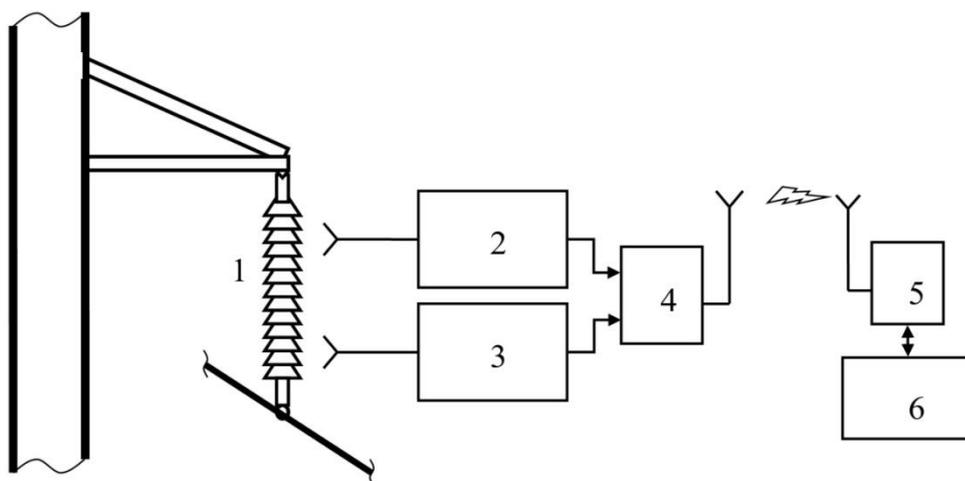


Рис. 2. Блок–схема измерительного устройства: 1 – высоковольтный изолятор; 2 – приемник электромагнитных сигналов; 3 – приемник акустических сигналов; 4 – аналого-цифровой преобразователь с модулем БСАП; 5 – модуль БСАП с интерфейсом USB; 6 – персональный компьютер

Совокупность блоков 2–4 образует измерительную ячейку, которая установлена рядом с объектом исследования – высоковольтным изолятором 1. Блок 4 на рис. 2 представляет собой аналого-цифровой преобразователь для преобразования данных, поступающих с датчиков 1 и 2. АЦП соединен с модулем БСАП по интерфейсам I²C, SPI или UART/USART. Модуль БСАП передает получаемые данные на диспетчерский пункт по радиоканалу 2,4 ГГц. К ПК, установленному на диспетчерском пункте, по интерфейсу USB подключен модуль БСАП, который принимает поступающие по радиоканалу данные с измерительной ячейки. Надёжная связь между соседними устройствами, расположенными в пределах прямой видимости, может осуществляться на расстоянии до 1000 м, что может быть использовано в случае выхода из строя одного или нескольких устройств, так как есть возможность передавать информацию, минуя неисправные звенья.

На ПК происходит сбор информации, ее запись и последующая обработка информации об амплитуде, частоте повторения и фазе сигналов с помощью разработанной программы способом бесконтактной диагностики высоковольтных полимерных изоляторов [5]. Накопление сигналов по узким фазовым интервалам (порядка 20 град.) происходит в течение 18 с, вполне удовлетворяет стохастическому характеру возникновения ЧР.

Процесс обработки сигналов ЧР заканчивается построением следующих характеристик: амплитуд и числа импульсов в каждом фазовом интервале и распределения числа импульсов по амплитудам. Результаты обработки данных представлены в статьях [1, 6].

Полученное фазовое распределение параметров импульсов сравнивается с ранее записанным распределением параметров импульсных сигналов для (бездефектного) ВИ того же типа [6]. Поскольку скорости распространения электромагнитных и акустических импульсов отличаются на несколько порядков, то для их синхронизации с каждым конкретным фазовым интервалом используется блок фазовой синхронизации, учитывающий расстояние между дефектом и датчиками.

Выявление дефектных изоляторов из общей системы высоковольтных изоляторов, находящихся под рабочим напряжением и расположенных на определенных расстояниях друг от друга на распределительных узлах и подстанциях, представляет весьма сложную задачу. Исходя из этих условий нами, был разработан переносной комплекс для измерения и локализации мест возникновения ЧР на изоляторах с возможностью передачи информации с помощью модуля беспроводной сети автоматизации процессов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-00203.

Список литературы

1. Комплексный метод дистанционного контроля состояния высоковольтных изоляторов / А.В. Голенищев-Кутузов [и др.] // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2016. № 5–6. С. 87–93.

2. Real-Time Operating Systems for Wireless Modules / D.A. Yaroslavsky [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Vol. 11: P. 1168–1171.

3. Portable complex for remote control of high-voltage insulators using wireless data collection and transmission module / D.A. Ivanov [et al.] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. № 13(6). P. 2358–2362.

4. Methodology of ice coating monitoring on overhead transmission lines considering misalignment using wireless communication channel sensors / D.A. Yaroslavsky [et al.] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. № 12(22). P. 6479–6482.

5. Дистанционная диагностика дефектов в высоковольтных изоляторах в процессе эксплуатации / А.В. Голенищев-Кутузов [и др.] // Дефектоскопия. 2018. № 10. С. 10–14.

6. Дистанционный контроль технического состояния фарфоровых высоковольтных изоляторов / А.В. Голенищев-Кутузов [и др.] // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2018. Т. 20. № 3–4. С. 99–107.

УДК 621.311

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ГАРМОНИК ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

Мусса Гумерович Баширов¹, Данич Гаязович Чурагулов²,
Ильдар Хайдарович Абсатаров³

^{1,2,3}Филиал ФГБОУ ВО «УГНТУ» в г. Салавате

¹eapp@yandex.ru, ²danis.ch.g@mail.ru, ³ildar3180@yandex.ru

В работе приведены результаты исследований по оценке технического состояния электроприводов по параметрам высших гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых двигателями электропривода. Метод оценки поврежденности элементов электропривода основан на мониторинге потребляемого тока и напряжения с последующим спектральным анализом полученного сигнала. Рассмотрен алгоритм работы программно-аппаратного комплекса, в котором реализованы два режима диагностики.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, техническое состояние, машинный агрегат, электрический привод, диагностика, спектральный анализ.

EVALUATION OF TECHNICAL CONDITION OF ELECTRIC DRIVES ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE HARMONICS OF CURRENTS AND VOLTAGES OF THE MOTORS

M.G. Bashirov, D.G. Churagulov, I.H. Absatarov

The paper presents the results of studies to assess the technical condition of electric drives on the parameters of higher harmonic components of currents and voltages generated by electric drive motors. The method of assessing the damage of the electric drive elements is based on monitoring the current and voltage consumption, followed by spectral analysis of the received signal. The algorithm of operation of the hardware-software complex, which implements two modes of diagnosis.

Keywords: hardware and software complex, technical condition, machine unit, electric drive, diagnostics, spectral analysis.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

<i>Герасименко А.А., Пузырев Е.В.</i> Программный модуль «VES» комбинированного расчета потерь электрической энергии программы «POTERIV1.1: SETI, Reg10PVT»	3
<i>Проничев А.В., Солдусова Е.О., Шишков Е.М.</i> Об анализе электрического режима внутрифазного короткого замыкания для разомкнутых линий электропередачи с продольной самокомпенсацией	8
<i>Иванова В.Р., Новокрещенов В.В., Семенова О.Д.</i> Анализ основных элементов интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью	12
<i>Крылова М.В.</i> Исследование режимов распределительных электрических сетей 10 кВ с целью определения мест повреждения	16
<i>Губаев Д.Ф., Губаева О.Г.</i> Феррорезонансные явления в распределительных устройствах	20
<i>Мазнева О.В., Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л.</i> Классификация сигналов переходного процесса с использованием корреляционного анализа	25
<i>Тарасов В.А., Тарасова В.В., Калинин А.Г., Афанасьев В.В., Ковалев В.Г.</i> Оптимизация режимов отопления зданий и сооружений методом адаптивного управления	29
<i>Роженцова Н.В., Галяутдинова А.Р.</i> Анализ повреждаемости силовых трансформаторов	35
<i>Белова Т.Д., Грешных Д.А.</i> Анализ применения Unreal Engine 4 для проектирования основного оборудования ГЭС	39
<i>Кудрин Б.И.</i> О месте электрики в ряду наук об электричестве	44
<i>Володарский М.В., Дюдяков А.А.</i> Расчет потерь на корону для стандартных сечений ВЛ-110, 220 кВ	46
<i>Дорохов Д.А.</i> Использование ОПН для ограничения дуговых перенапряжений	51
<i>Козлова Е.С.</i> О нутационных колебаниях двухосного гиросtabilизатора на высокоманевренном объекте.....	56
<i>Костин В.Н., Сериков В.А.</i> Качество напряжения питающей сети в системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой	62
<i>Соколов А.П., Газизова О.В.</i> Распределение реактивных мощностей нагрузки на генераторном напряжении промышленных электростанций	67

<i>Рудаков А.И., Спиридонов Р.Р.</i> Использование территорий регламентированных охранных зон линий электропередач	72
<i>Денисова А.Р., Самигуллина Ю.Б., Аманова Г.А.</i> Перспективы замены воздушных линий электропередачи на кабельные в арктической зоне, способы их прокладки и эксплуатации.....	77
<i>Гвоздев Д.Б., Архангельский О.Д.</i> Методические подходы к оценке рисков в сложных электроэнергетических системах	81
<i>Вахнина В.В., Самолина О.В.</i> Особенности функционирования систем электроснабжения при протекании квазипостоянных токов	85
<i>Тропин А.А., Паскарь И.Н.</i> О возможности нормирования электроэнергии электростанции	89
<i>Фролова М.В., Паскарь И.Н.</i> Интервальное оценивание техноценоза Кемеровской области по параметру потребления энергии.....	93
<i>Афони娜 Н.К.</i> Сравнительный анализ тепловых и полупроводниковых источников света	97
<i>Токарев Л.Н.</i> Математическое моделирование процессов в судовых электроэнергетических системах	101
<i>Бахтияров М.М., Роженица Н.В.</i> Диагностика кабельных линий.....	110
<i>Литвиненко Р.С., Спургис В.С.</i> Пропускная способность городской электротранспортной системы с учетом надежности ее инфраструктуры...	114
<i>Самойленко Г.Р., Сенько В.В.</i> Оценка допустимых режимов сложных электроэнергетических систем	125
<i>Сидоров А.Е., Галиев А.Ф.</i> Оптимизация распределительных сетей электрической энергии при модернизации существующих	130

Секция 2. ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

<i>Баширова Э.М., Хуснутдинова И.Г., Баширов Р.А.</i> Перспективы развития электромагнитного акустического метода контроля сталей и сплавов	134
<i>Солдусова Е.О., Проничев А.В., Казанцев А.А.</i> Исследование режимов при использовании новейших конструкций трансформаторов в городских электросетях.....	138
<i>Булычева Е.А., Куликов А.И., Янченко С.А.</i> Определение фактического вклада многоквартирного дома в несинусоидальность напряжения сети ..	143

<i>Сандаков В.Д.</i> Определение оптимальных энергетических характеристик процесса очистки воздуха от CO ₂ замкнутых помещений.....	150
<i>Хабибрахманов Н.И., Денисова Н.В.</i> Повышение энергетической эффективности систем освещения.....	153
<i>Дубяго М.Н., Полуянович Н.К.</i> Мониторинг теплового режима изоляционных материалов силовых кабелей	159
<i>Фетисов Л.В., Булатов О.А.</i> Расчет экономической эффективности после установки вольтодобавочного трансформатора в распределительных сетях низкого напряжения.....	165
<i>Кривошеева А.А.</i> Оценки использования различных ценовых категорий на электроэнергию	170
<i>Меренцев Д.О., Паскарь И.Н.</i> Прогнозирование электропотребления химического предприятия	174
<i>Малафеев А.В., Шетилова О.Е.</i> Способ учета вклада потребителей сетевой организации в потери мощности для оценки нормативных потерь.....	179
<i>Фетисов Л.В., Нуриев Р.Ф.</i> Прогнозирование и оценка качества функционирования низковольтных коммутационных аппаратов, применяемых в цеховых сетях.....	182
<i>Зубков С.Д., Коваленко И.В.</i> Модель отказов по причине человеческого фактора	185
<i>Timerbaev N.F., Asaad K.A.</i> Numerical study on the double pipe heat exchanger improving by longitudinal fin	191
<i>Галиева Т.Г., Садыков М.Ф., Иванов Д.А., Ярославский Д.А.</i> Исследование методов и средств диагностики состояния линий электропередачи	197
<i>Фетисов Л.В., Аманова Г.А.</i> Перспективы использования распределенной генерации	202
<i>Грищук Д.В., Венюков М.В., Хизбуллин Р.Н.</i> Энергосбережение на предприятиях городского электрического транспорта	206
<i>Баширов М.Г., Хуснутдинова И.Г., Биткулов Р.Д.</i> Применение метода динамической идентификации для оценки технического состояния металла электрооборудования	209

<i>Хисматуллин А.С., Деревянко Н.А., Мавлекаев Е.Ю., Солдатова Е.Г.</i>	
Улучшение системы охлаждения масляных трансформаторов	215
<i>Баширов М.Г., Хуснутдинова И.Г., Переверзев А.И.</i>	
Оценка снижения риска аварий на объектах нефтегазового комплекса при использовании электромагнитно-акустического метода.....	218
<i>Логинов К.В., Ударатин А.В.</i>	
Установка FACTS в объединенной энергетической системе центра	223
<i>Николаева Е.К., Юдина Н.А.</i>	
Вероятные риски развития цифровой экономики	227
<i>Денисова А.Р., Хайруллина Д.Р.</i>	
Исследование воздействия синего света ..	232
<i>Иванова В.Р., Юдин А.В., Илинбаев А.А.</i>	
Перспективные электротехнологии	236
<i>Платонов Д.Ю., Голубева Н.Д., Степанов В.П.</i>	
Уточнение расчетных потерь электроэнергии в сетях, питающих краны речных портов	240
<i>Иванов Д.А., Потанин А.А., Арсланов А.Д.</i>	
Разработка портативного устройства визуального контроля высоковольтного оборудования.....	245
<i>Денисова А.Р., Николаева О.Л.</i>	
Анализ интеграции стационарной виброметрической системы диагностирования роторного оборудования в линии рафинера хвойного потока бумагоделательной машины	251

Секция 3. ЭНЕРГОСИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ

<i>Еланский А.Ю., Титоренко К.В., Лабунский Л.С.</i>	
Моделирование многопульсовых выпрямительных агрегатов	257
<i>Долгушев Е.Ю.</i>	
Использование интеллектуальной релейной защиты электроэнергетических систем для повышения энергосбережения	261
<i>Москалева К.А., Паскарь И.Н.</i>	
Мультиагентные системы в электроэнергетике	266
<i>Баширов М.Г., Чурагулов Д.Г.</i>	
Интеллектуальная система управления техническим состоянием и энергетической эффективностью машинных агрегатов с электрическим приводом	270
<i>Семина И.А., Кожмендина И.С., Ильенко Д.П.</i>	
Автоматизированная система мониторинга и технического диагностирования силовых трансформаторов АО «ТГК-11» Омская ТЭЦ	276

<i>Гараев И.З., Иванова В.Р.</i> Исследование работоспособности асинхронных электродвигателей совместно с преобразователем частоты.....	283
<i>Калентионок Е.В., Богуславский С.И., Романович С.М.</i> Рациональный подход к автоматизации распределительных электрических сетей	286
<i>Карачёв А.С., Паскарь И.Н.</i> Прогнозирование электропотребления ООО «Завод Электромашина»	292
<i>Роженцова Н.В., Купоросов А.В.</i> Применение ВІМ технологии в проектировании и эксплуатации объектов электроэнергетики.....	297
<i>Левин В.М.</i> Управление ремонтами оборудования в системах электропитания нефтепромыслов.....	300
<i>Фетисов Л.В., Маврин Д.Г.</i> Применение логических контроллеров для избавления от чувствительной части сигнализирующих систем.....	305
<i>Роженцова Н.В., Регир О.С.</i> Агентное моделирование электрохозяйства потребителя.....	310
<i>Тукаев С.М., Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л.</i> Разработка программного обеспечения датчика определения места повреждения волновым методом «Монитор-К».....	315
<i>Денисова А.Р., Спасов Д.П., Галяутдинова А.Р.</i> Автоматизированная диагностика электрооборудования с использованием QR-кода для электротехнических систем	320
<i>Павлов П.П., Сафиуллин Б.И., Истопленников М.А.</i> Выбор микроконтроллера для электроподвижного состава.....	326
<i>Снитко И.С., Пилипенко П.С.</i> Применение математической модели несимметричных режимов многообмоточных силовых трансформаторов.....	331
<i>Чубаров К.М., Сенько В.В.</i> Применение стартовых алгоритмов для решения уравнений предельных режимов в задачах оценки устойчивости электроэнергетических систем.....	334
<i>Черник К.Н., Кузин В.И.</i> Система автоматизированного лабораторного эксперимента по исследованию динамических характеристик при различных способах пуска асинхронного электропривода.....	340
<i>Денисова Н.В., Абсатаров Д.А.</i> Применение технических и программных продуктов компании Schneider Electric для создания «умной» среды.....	345
<i>Варенов А.А.</i> Программная среда MatLab для эскизного проектирования системы стабилизации повышенной частоты	351

<i>Афонин В.И., Андрианов Д.П., Бадалян Н.П.</i> Резонансные явления в двигателях привода лифтов.....	356
<i>Соловьева С.И., Корольков А.Ю., Павлов П.П.</i> Улучшение вспомогательного электропривода высокоскоростного электроподвижного состава	362
<i>Лукьянов С.И., Бодров Е.Э.</i> Исследование влияния электропривода размоточного аппарата стана по производству проволочной арматуры на ее качество.....	366
<i>Павлов П.П., Сидорова А.А., Мукимов А.Х.</i> Тяговые аккумуляторные батареи щелочного и кислотного типа	371
<i>Быкова Н.Д., Сбитнев С.А.</i> Особенности работы трансформатора в линейном режиме	375
<i>Минбаев Э.И., Иванов Д.И.</i> Применение автоматизированных систем и систем диспетчеризации на промышленных объектах и комплексных объектах ЖКХ	378
<i>Нгуен Тиен.</i> Тепловой CFD-расчет силового трансформатора ТМ-160/10	383
<i>Роженцова Н.В., Пятникова М.В.</i> Внедрение цифровых трансформаторных подстанций	387
<i>Бузаева Е.К., Вильданов Р.Г., Деревянко Н.А., Ширококов Е.Д.</i> Повышение качества электроэнергии, как следствие внедрения быстродействующего автоматического включения резерва.....	391
<i>Лобов Б.Н., Перегудов О.А.</i> Оптимизация параметров вентильно-индукторного двигателя привода веретена	396
<i>Лобов Р.Б.</i> Автоматизация выбора технических решений при построении алгоритмов управления системами водоснабжения и водоотведения....	403
<i>Вахнина В.В., Дайнеко А.В.</i> Анализ искажения синусоидальной формы кривой напряжения силового трансформатора при насыщении стали магнитопровода и при работе силового трансформатора на трехфазный мостовой выпрямитель	412
<i>Иванов Д.А., Голенищев-Кутузов А.В., Арсланов А.Д.</i> Разработка портативного комплекса для дистанционного контроля высоковольтных изоляторов с использованием беспроводного модуля сбора и передачи данных	416
<i>Баширов М.Г., Чурагулов Д.Г., Абсатаров И.Х.</i> Оценка технического состояния электроприводов на основе анализа параметров гармоник токов и напряжений двигателей	421

<i>Варенов А.А., Нафикова А.А.</i> Использование компонентов системы автоматизированного проектирования при разработке регулирующего аппарата	426
<i>Ячина Н.О., Мулюкин К.Н., Матвеев А.М.</i> Об аварийности турбогенераторов Казанской ТЭЦ-1	432

Секция 4. МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

<i>Зиновьев В.В., Бартенев О.А.</i> Влияние неоднородного освещения солнечных модулей на выработку мощности	437
<i>Шириев Р.Р. Садыков М.Ф.</i> Экспертная оценка технических параметров энергосберегающих световых приборов.....	444
<i>Белей В.Ф., Задорожный А.О.</i> Тренды мировой и российской ветроэнергетики	450
<i>Давлатов А.М., Косимов Б.И., Гулов Д.Ю., Султонов О.О.</i> Повышение экономической эффективности малых гидроэлектростанции Республики Таджикистан	456
<i>Скорикова Е.М., Галушак В.С., Сошинов А.Г., Брагин А.Ю.</i> Головной образец бытового ветроагрегата с управляемым воздушным потоком ..	461
<i>Долгопол Т.Л., Сичевский А.С.</i> Использование автономных гибридных энергоустановок в системах электроснабжения удаленных поселков Дальнего Востока	465
<i>Юдин А.В., Иванова В.Р., Илинбаев А.А.</i> Актуальность применения систем слежения за солнцем на территории Нижнего Новгорода.....	469
<i>Шмыков А.Д., Мулюкин К.Н.</i> Холодный синтез как альтернатива современной энергетики.....	473
<i>Гильманова Г.Р., Иванова В.Р.</i> О выборе установки ветроэлектростанций на территории Республики Татарстан для эффективного и безопасного их функционирования.....	479
<i>Баширов М.Г., Баширова Э.М., Хуснутдинова И.Г., Вахитова А.Р.</i> Повышение надежности электроснабжения удаленных электропотребителей.....	483
<i>Рындин И.А., Абеуов Р.Б.</i> Адаптивная делительная автоматика по частоте и напряжению для энергорайонов с объектами распределенной генерации	488

<i>Трутнева Е.В.</i> Применение накопителей энергии для увеличения надежности системы электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии.....	494
<i>Павленко Д.Д., Буланович Д.И., Полуянович Н.К., Костюков В.А.</i> Разработка электромеханической схемы управления комплексной силовой энергетической установки на базе вертикально-осевой вихревой ветроэнергетической установки	497
<i>Павлов П.П., Сидорова А.А., Мукимов А.Х.</i> Методы подзаряда аккумуляторных батарей	502
<i>Лукьянов С.И., Мартынов К.С.</i> Устройство регулирования уровня жидкого металла в кристаллизаторе МНЛЗ.	507
<i>Зайнутдинова Л.Х., Зайнутдинов Р.А., Ключарев А.Ю.</i> Организационно-педагогические условия подготовки кадров для возобновляемой энергетики в астраханском государственном университете	509

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

**Материалы
Всероссийской научно-практической конференции**

20–21 марта 2019 г.

**Редактор Е.С. Дремичева
Компьютерная верстка И.В. Краснова
Дизайн обложки Ю.Ф. Мухаметшина**

**Подписано в печать 30.04.2019.
Формат 60×84/16. Бумага ВХИ. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. 30,4. Уч.-изд. л. 16,9. Тираж 60. Заказ № 5159.**

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