



23-26 АПРЕЛЯ 2019 ГОДА

Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары,
пр-т Тракторостроителей, д. 103 «А»

СБОРНИК ДОКЛАДОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Организаторы



ИИТЭК



При поддержке



Генеральные спонсоры

ЭКРА



Официальный спонсор

ЧЭАЗ

ЧЕБОКСАРСКИЙ ЭЛЕКТРОТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ЗАВОД

При участии



РОССТЕИ

РусГидро

Спонсоры

ЭМАРА



iGrids



Официальные медиа-партнеры



ЦИФРОВАЯ
ПОДСТАНЦИЯ

ЭНЕРГЕТИКА
РОССИИ

Медиа-партнеры

НОВОСТИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ

РЫНОК
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ТЕХНИЧЕСКИЙ
СПОНСОР

Партнер регистрации



РЕЛАВЭКСПО-2019

**Сборник докладов
научно-технической конференции
МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Чебоксары
2019

УДК 621.311-52+621.316.925](063)

ББК 27-051я43

С23

Редакционная коллегия:

Г.С. Нудельман, кандидат технических наук, гл. редактор;

В.Г. Ковалев, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Жуков, кандидат технических наук;

В.А. Шуин, доктор технических наук, профессор;

А.А. Наволочный, кандидат технических наук, доцент;

О.А. Онисова, кандидат технических наук

Сборник докладов научно-технической конференции
С23 молодых специалистов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та,
2019. – 310 с.

ISBN 978-5-7677-2895-4

Представлены статьи и доклады научно-технической конференции молодых специалистов, проведенной в рамках форума РЕЛАВ-ЭКСПО-2019, в которых приводятся и обсуждаются результаты актуальных научных исследований в области релейной защиты и автоматики, интеллектуальных энергосистем и повышения энергетической эффективности, моделирования электротехнических устройств.

Для преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов старших курсов энергетических специальностей вузов, инженерно-технического персонала предприятий и энергосистем.

УДК 621.311-52+621.316.925](063)

ББК 27-051я43

© Издательство

Чувашского университета, 2019

ISBN 978-5-7677-2895-4

комплекса АЛАР под конкретные условия применения. Последнее обеспечит возможность применения принципа *plug and play* для комплекса АЛАР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гоник Я.Е., Излицкий Е.С. Автоматика ликвидации асинхронного режима. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 112 с.: ил.
2. КДРН.402252.002 РП. Устройство автоматики ликвидации асинхронного режима «АЛАР-М». Руководство по применению, ОАО «Институт «Энергосетьпроект», Москва, 2008.
3. ТИЯК.648229.001.РЭ. Цифровая автоматика ликвидации асинхронных режимов АЛАР-Ц. Руководство по эксплуатации, ОАО «НИИПТ», Санкт-Петербург, 2008.
4. Устройство релейной защиты и автоматики серии ТЕКОН 300. Руководство по эксплуатации. Часть 13. Устройство противоаварийной автоматики. Алгоритмическое обеспечение БНРД.656172.001РЭ12.

Авторы:

Елкин Сергей Владимирович, аспирант 1-го года обучения НИУ Московского Энергетического института. E-mail: sergeyvolkin@yandex.ru.

Колобродов Евгений Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры РЗиА НИУ Московского Энергетического института. E-mail: evgeniyint85@mail.ru.

Климова Татьяна Георгиевна, кандидат технических наук, доцент кафедры РЗиА НИУ Московского Энергетического института. E-mail: tgklim@mail.ru.

АСИНХРОННЫЙ РЕЖИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ И СПОСОБЫ ЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ

Никитина А.Н., Петров В.С., ЧГУ им. И.Н. Ульянова, ООО НПП «ЭКРА», город Чебоксары, Россия.

Аннотация. Методическое обеспечение устройств АЛАР на дистанционном принципе позволяет применять их при любой конфигурации контролируемого участка. Дело обстоит иначе с устройствами АЛАР на основе измерения угла, которые начали использоваться относительно недавно, и методики расчета их уставок не получили должного развития.

В статье показана идентичность функционирования устройств АЛАР, основанных на различных принципах.

Ключевые слова: асинхронный режим, автоматика ликвидации асинхронного режима.

Введение

За долгие годы эксплуатации устройств АЛАР, использующих в качестве контролируемого параметра сопротивление в месте измерения (АЛАР на дистанционном принципе), их методическое обеспечение достигло нужного уровня и позволяет применять их при любой конфигурации контролируемого участка. Дело обстоит иначе с устройствами АЛАР, определяющими АР при достижении углом между векторами напряжения по концам контролируемого участка критического значения (АЛАР на основе измерения угла). Эти устройства начали использоваться относительно недавно, и методики расчета их уставок и инструкции по применению не получили должного развития. В связи с чем практика применения АЛАР на основе измерения угла на объектах электроэнергетики сопряжена с трудностью выбора уставок при сложных конфигурациях контролируемого участка. Вместе с тем закономерности изменения контролируемых параметров упомянутых устройств АЛАР имеют единые основы, что определяет фундаментальную взаимозаменяемость устройств АЛАР, использующих разные способы выявления АР.

В данном докладе иллюстрируется инвариантность упомянутых способов выявления АР при попадании электрического центра качания (ЭЦК) в место установки устройства.

Функционирование АЛАР на дистанционном принципе

В устройствах АЛАР на дистанционном принципе контролируемым параметром является измеряемое сопротивление:

$$\underline{Z}_p = \frac{\underline{U}_H}{\underline{I}_H}, \quad (1)$$

где \underline{U}_H , \underline{I}_H – напряжение и ток в месте установки АЛАР (рис. 1).

Примем, что вектор $\underline{E}_{\text{эс1}}$ движется относительно вектора ЭДС $\underline{E}_{\text{эс2}}$ с частотой $\Delta\omega$:

$$\underline{E}_{\text{эс1}} = q\underline{E}_{\text{эс2}} e^{j(\delta_0 + \Delta\omega t)},$$

где δ_0 – начальный угол передачи; $\delta = \delta_0 + \Delta\omega t$ – текущий угол передачи в момент времени t ; $q = \frac{E_{эс1}}{E_{эс2}}$ – отношение модулей эквивалентных ЭДС.

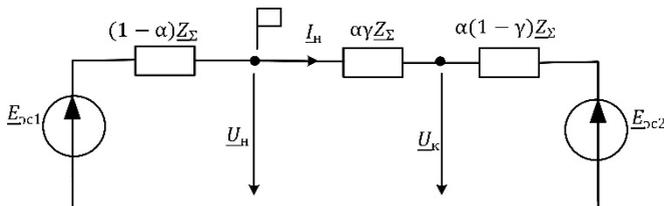


Рис. 1. Расчетная схема электрической сети: флажком обозначено место установки устройства АЛАР; $E_{эс1}$, $E_{эс2}$ – эквивалентные ЭДС систем, Z_{Σ} – эквивалентное сопротивление электропередачи, α – коэффициент, определяющий место установки устройства на электропередаче, γ – коэффициент, определяющий ширину контролируемого участка

Тогда ток в месте установки устройства $I_{\text{н}}$:

$$I_{\text{н}} = \frac{E_{эс2}}{Z_{\Sigma}} [qe^{j\delta} - 1]. \quad (2)$$

С учетом (2) вектор напряжения в месте установки устройства:

$$U_{\text{н}} = E_{эс2} - I_{\text{н}}(1-\alpha)Z_{\Sigma} = E_{эс2} [(1-\alpha) + \alpha qe^{j\delta}]. \quad (3)$$

С учетом выражений (2) и (3) сопротивление (1), измеряемое устройством АЛАР:

$$Z_{\text{п}} = -(1-\alpha)Z_{\Sigma} + \frac{Z_{\Sigma}}{1 + \frac{1}{q}e^{j(\pi-\delta)}}.$$

Устройство АЛАР на дистанционном принципе контролирует траекторию (годограф) сопротивления на комплексной плоскости. Для выявления АР используются пусковой и выявительный измерительные органы (ИО) (рис. 2).

Пусковой ИО служит для определения местоположения ЭЦК на контролируемом участке. При попадании годографа сопротивления в характеристику пускового ИО и прохождении через характеристику выявительного ИО, который определяет расхождение угла между эквивалентными ЭДС систем ($E_{эс1}$ и $E_{эс2}$ на рис. 1) более чем на 180° , фиксируют возникновение АР с ЭЦК на контролируемом участке. Если же годограф сопротивления не вошёл в характеристику пускового органа, но прошёл через характеристику выявительного ИО, фиксируют возникновение АР с ЭЦК вне контролируемого участка. Выбор характеристики выявительного ИО более подробно описан в [1].

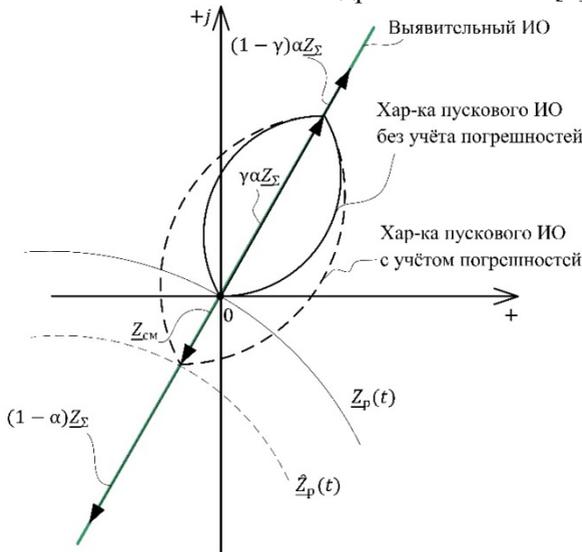


Рис. 2. Принцип функционирования АЛАР на дистанционном принципе. Годограф сопротивления при ЭЦК в месте установки устройства:

Z_p – без учёта погрешностей, \hat{Z}_p – с учётом погрешностей

При попадании ЭЦК в место установки устройства годограф сопротивления Z_p должен пройти через начало координат (рис. 2). Однако погрешности измерения тока и напряжения приводят к смещению годографа сопротивления на комплексной плоскости, и годограф \hat{Z}_p может не пройти через характеристи-

ку пускового ИО (рис. 2), что приведёт к несрабатыванию устройства АЛАР. Для устранения этого недостатка характеристика срабатывания пускового ИО должна быть расширена вдоль характеристики срабатывания выявительного ИО на величину сопротивления смещения $\underline{Z}_{см}$ (рис. 2), равному наибольшему смещению годографа сопротивления $\hat{\underline{Z}}_p$ от \underline{Z}_p из-за погрешностей.

Функционирование АЛАР на основе измерения угла

Выявление АР в устройствах АЛАР на основе измерения угла осуществляется путем контроля его прямого признака – превышения углом между векторами напряжений по концам контролируемого участка $\hat{\underline{U}}_н$ и $\hat{\underline{U}}_к$ (рис. 1) критического значения (как правило, 180°). Напряжение $\hat{\underline{U}}_к$ в конце контролируемого участка определяется на основе измеренного напряжения $\hat{\underline{U}}_н$ и тока $\hat{\underline{I}}_н$ и известному сопротивлению контролируемого участка $\alpha\gamma\underline{Z}_\Sigma$:

$$\hat{\underline{U}}_к = \hat{\underline{U}}_н - \hat{\underline{I}}_н \alpha\gamma\underline{Z}_\Sigma = \underline{E}_{эс2} \left[(1 - \alpha + \alpha\gamma) + \alpha q e^{j\delta} (1 - \gamma) \right].$$

При ЭЦК в месте установки устройства годограф напряжения $\underline{U}_н$ (рис. 1) проходит через начало координат (рис. 3).

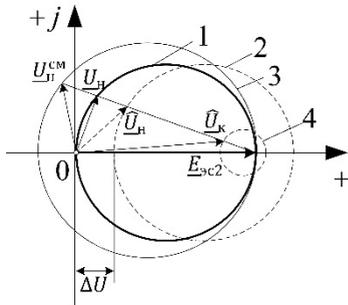


Рис. 3. Движение векторов напряжений относительно вектора напряжения $\underline{E}_{эс2}$:

- 1 – $\underline{U}_н$ без учёта погрешностей,
- 2 – $\hat{\underline{U}}_н$ с учётом погрешностей,
- 3 – $\underline{U}_н^{см}$ с учётом смещения,
- 4 – $\hat{\underline{U}}_к$

Погрешности, возникающие при измерении напряжения и тока, приводят к смещению годографов напряжений $\hat{\underline{U}}_н$ и $\hat{\underline{U}}_к$ на комплексной плоскости от годографов соответствующих напряжений $\underline{U}_н$ и $\underline{U}_к$ (рис. 1). При этом годограф напряжения $\hat{\underline{U}}_н$

не охватывает начало координат, и угол между векторами \hat{U}_H и \hat{U}_K не будет превышать 90° в АР, что, в конечном итоге, приведёт к ложному срабатыванию устройства АЛАР. Для обеспечения корректной работы устройства АЛАР, как в АЛАР по дистанционному принципу, расширяют контролируемый участок путем виртуального переноса места установки устройства «за спину» на сопротивление Z_{CM} :

$$\underline{U}_H^{CM} = \hat{U}_H + \hat{I}_H Z_{CM}.$$

Выявление АР будет осуществляться при превышении углом между векторами напряжений по концам контролируемого участка \underline{U}_H^{CM} и \hat{U}_K критического значения.

Заключение

При попадании ЭЦК в место установки устройства АЛАР контролируемый участок должен быть расширен «за спину». Величина расширения определяется уровнем погрешности измерения входных величин устройств АЛАР и не зависят от способа выявления АР.

ЛИТЕРАТУРА

Антонов В.И., Наумов В.А., Петров В.С., Александрова М.И., Никитина А.Н. Выбор характеристики срабатывания выявительного органа автоматики ликвидации асинхронного режима // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: материалы X Всерос. науч.-техн. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. С. 225–228.

Авторы:

Никитина Анастасия Николаевна, инженер департамента автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА», магистрант ЧГУ им. И.Н. Ульянова по направлению «Автоматика энергосистем».

Петров Владимир Сергеевич, руководитель группы департамента автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА», доцент кафедры электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем им. А.А. Федорова ЧГУ им. И.Н. Ульянова. В 2015 г. защитил кандидатскую диссертацию «Цифровая система автоматического ограничения повышения напряжения сетей 110-750 кВ».

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	4
Исмуков Г.Н., Михайлов М.В., Подшивалин А.Н. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Задача волнового ОМП секционированных линий распределительных электрических сетей	4
Исмуков Г.Н., Подшивалин А.Н. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Испытания волновых устройств защиты и диагностики линий электропередачи	8
Исмуков Г.Н., Подшивалин А.Н., Терентьев Г.В. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Спектральные составляющие переходных процессов при коммутациях в электрической сети	14
Куликов А.Л., Лоскутов А.А., Пелевин П.С. (НГТУ им Р. Е. Алексеева) Методы цифровой фильтрации высокочастотных составляющих переходного процесса при ОМП ЛЭП	17
Иванов С.В., Лямец Ю.Я., Макашкин Ф.А. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Спектральный анализ электрической величины по малому числу отсчетов	23
Иванов С.В., Лямец Ю.Я., Макашкин Ф.А. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Итерационная адаптация многозвенного фильтра на малом числе отсчетов	31
Кудряшова М.Н., Наумов В.А., Солдатов А.В., Иванов Н.Г. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Преобразования сигналов в алгоритмах выявления перемежающегося дугового замыкания в электрической сети	38
Степанова Д.А., Иванов Н.Г., Солдатов А.В. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Оптимальные фильтры ортогональных составляющих для различных задач релейной защиты и автоматики	42

Александрова М.И., Наумов В.А., Антонов В.И. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Структурный анализ тока для оценки успешности управляемой коммутации	50
Атнишкин А.Б., Павлова К.В., Петров С.Г. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Алгоритм коррекции нелинейно искаженного сигнала трансформатора тока	56
Белянин А.А., Смирнова И.В., Широкин М.Ю. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Применение координат Эдит Кларк в задачах релейной защиты	60
Лебедев А.А., Климова Т.Г. (НИУ Московский Энергетический институт) Анализ аварийных ситуаций в электроэнергетических системах по данным УСВИ	64
Елкин С.В., Колобродов Е.Н., Климова Т.Г. (НИУ Московский Энергетический институт) Применение векторных измерений для определения параметров АЛАР	68
Никитина А.Н., Петров В.С. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Асинхронный режим электрической сети и способы его выявления	72
Алексеев В.С., Петров В.С. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Выбор характеристики срабатывания АЛАР с учётом влияния погрешностей измерения входных величин	78
Наумов И.А., Онисова О.А. (ОАО «ВНИИР», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Исследование функционирования дистанционных защит при отклонениях частоты	83
Данилов С.А., Волошин А.А., Благоразумов Д.О., Коваленко А.И. (НИУ Московский Энергетический институт) Релейная защита распределительной сети при использовании обратной трансформации	88

Смирнов С.Ю., Онисова О.А. (ОАО «ВНИИР», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Анализ функционирования дистанционной защиты в сети с ветроэлектростанцией на базе асинхронного генератора с двойным питанием</i>	96
Атниськин А.Б., Кочетов И.Д., Лямец Ю.Я. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Алгоритмическое наблюдение энергообъекта</i>	101
Белянин А.А., Лямец Ю.Я., Чернов А.Ю. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Алгоритмическое наблюдение длинной линии в кратковременном переходном режиме</i>	107
Степанова Д.А., Наумов В.А., Антонов В.И. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Задачи классификации и глубокого обучения в релейной защите цифровой электроэнергетики</i>	116
Гордеев А.В., Иванов С.В., Мартынов М.В. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Усовершенствованный способ защиты дальнего резервирования</i>	123
Мартынов М.В., Никонов И.Ю. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Методика выбора уставок защиты дальнего резервирования с двухсторонним наблюдением</i>	131
Можжухина В.В., Колесов Л.М. (Ивановский государственный энергетический университет) <i>Выполнение дистанционной защиты, использующей информацию о токах питающих линий, для повышения чувствительности к коротким замыканиям на стороне низшего напряжения трансформатора смежной подстанции</i>	135
Сиразутдинов Ф.Р. (Казанский государственный энергетический университет) <i>Повышение надежности защиты автотрансформатора с учетом ближнего и дальнего резервирования</i>	139

Анисимова В.С., Наумов В.А., Иванов Н.Г., Солдатов А.В. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Универсальный интерфейс "человек – машина" современного устройства релейной защиты и автоматики	144
Ильина Д.А., Семенов К.Г. (ООО «НПП «Динамика») Особенности тестирования цифровой блокировки при неисправностях цепей напряжения	147
Егоров В.С., Толстов Е.Г. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Система мониторинга РЗА: разработка и испытание алго- ритмов	149
Петров В.В. (ООО «Научно-исследовательский центр ЧЭАЗ») Особенности реализации РЗА присоединений тяговых под- станций	152
Ефремов А.В., Ефремов В.А. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Особенности реализации НВЧЗ для линий с пофазным управ- лением выключателем	155
Засыпкин А.С. (мл.) (Южно-Российский государственный политехнический универси- тет (НПИ) имени М.И. Платова) Релейная защита схем плавки гололёда на стальных грозозащитных тросах воздушной линии электропередачи	159
Бабичев А.С. (Южно-Российский государственный политехнический универси- тет (НПИ) имени М.И. Платова) Применение наложенного тока для селективного контроля изоляции группы электродвигателей	162
Силанов Д.Н., Васильев Д.С. (ООО «НПП Бреслер») Комплекс резервной централизованной цифровой защиты ПС 35/10(6) кВ	166

Толстов Д.А., Шапеев А.А. (ОАО «ВНИИР») <i>Вопросы кибербезопасности микропроцессорных терминалов релейной защиты. Предложения по обеспечению безопасности базового ПО устройства</i>	171
Андреев Б.Л., Подшивалин А.Н. (ООО «Релематика», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Дублирующие измерения на цифровой подстанции</i>	175
Лачугин В.Ф., Волошин А.А., Волошин Е.А., Благодарумов Д.О., Добрынин В.И. (НИУ Московский Энергетический институт) <i>Применение методов синхронизации по параметрам аварий- ного режима для реализации шины процесса по стандарту МЭК 61850</i>	179
Низамова Р.Р., Исаков Р.Г. (КНИТУ им. А.Н. Туполева) <i>Анализ работы дистанционной защиты линии электропередач оснащенной устройством продольной компенсации</i>	185
Метелев И.С., Ярков И.Г., Исаков Р.Г. (КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева) <i>Разработка цифровой модели сети Microgrid для исследования работы релейной защиты</i>	189
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕК- ТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	194
Евдаков А.Е., Яблоков А.А., Лебедев В.Д. (Ивановский государственный энергетический университет) <i>Разработка имитационной модели электромагнитного трансформатора тока с учетом эффектов насыщения и ос- таточной намагниченности магнитопровода</i>	194
Виноградов С.Э. (ООО «НПП «Динамика») <i>Исследование переходных процессов в ёмкостном трансфор- маторе напряжения</i>	198

Иванов Н.Г., Наумов В.А., Антонов В.И. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Анализ переходных процессов в компенсированной ЛЭП СВН в цикле интеллектуального АПВ</i>	201
Литвинов С.Н., Лебедев В.Д., Кутумов Ю.Д. (Ивановский государственный энергетический университет) <i>Разработка способа снижения вероятности пробоя полимерной изоляции и мониторинг ее состояния в цифровых измерительных трансформаторах</i>	212
Васильева А.В. (ООО «НПП «Динамика») <i>Проверка высоковольтных выключателей с помощью прибора РЕТОМЕТР-МЗ</i>	215
Федоров А.О., Солдатов А.В., Петров В.С. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Методика выбора параметров выходного фильтра солнечной электростанции</i>	218
Федотов А.Ю., Наумов В.А., Антонов В.И. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Задачи и методы поддержания эффективности солнечных электрических станций</i>	224
Гвоздев Д.Б., Архангельский О.Д. (НИУ Московский Энергетический институт) <i>Подходы к проведению исследований безопасности электроэнергетических систем с применением полунатурных моделей</i>	231
Андреева Е.А., Солдатов А.В., Наумов В.А., Марков Н.Ю. (ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ им. И.Н. Ульянова) <i>Достоверизация параметров режима в системах управления цифровой сети</i>	235
Мозохин А.Е., Староверов Б.А. (филиал ПАО "МРСК Центра"- "Костромаэнерго", Костромской государственный университет) <i>Цифровая платформа интеллектуальных сервисов региональной сетевой компании</i>	240
Кубарьков Ю.П., Титов П.А. (Самарский государственный технический университет) <i>Оптимизация режимов работы электрических систем с активно-адаптивными сетями</i>	245

Болтунов А.П., Васильев С.П., Карпенко В.И., Волошин А.А., Волошин Е.А. (НИУ Московский Энергетический институт) Интеллектуальная система прогнозирования нагрузки потребителей в микрогрид-системах	254
Васильев С.П., Болтунов А.П., Карпенко В.И., Волошин А.А., Волошин Е.А. (НИУ Московский Энергетический институт) Разработка интеллектуальной системы агрегированного управления нагрузкой потребителей в микрогрид-системах	260
Волошин А.А., Благоразумов Д.О., Коваленко А.И., Дорофеев И.Н., Смирнов В.С. (НИУ Московский Энергетический институт), ООО «ПиЭлСи Технолоджи») Применение интеллектуальных систем управления для повышения надежности распределительных сетей	267
Бурмейстер М.В., Точилкин В.Г. (НИУ Московский Энергетический институт) Проблемы недоучёта электрической энергии в сетях коммунального электрообеспечения	274
Волошин А.А., Волошин Е.А., Карпенко В.И., Васильев С.П., Болтунов А.П. (НИУ Московский Энергетический институт) Интеллектуальное устройство потребителя. Умный счетчик для управления электропотреблением	279
Клинский Д.Д. (НИУ Московский Энергетический институт) Автоматизированная система отопления с тангенциальным вентилятором	287
Расулзода Х.Н., Щедрин В.А. (Компания «SINOHYDRO-HYDROCHINA», Республика Таджикистан, ЧГУ им. И.Н. Ульянова) Исследование переходных процессов в обмотке ротора гидрогенератора при различных коротких замыканиях в энергосистеме с учетом действия АРВ	291
Волошин А.А., Рогозинников Е.И., Лукина Ю.К., Михайлов Е.А. (НИУ Московский Энергетический институт) Адаптивная система регулирования напряжения на ПС	297

Научное издание

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Публикуется без редактирования

Отв. за выпуск А.А. Наволочный, О.А. Онисова

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года
данная продукция не подлежит маркировке

Подписано в печать 08.04.2019. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18,02.
Тираж 300 экз. Заказ № 464.

Отпечатано в соответствии с представленным оригиналом-макетом
в типографии Чувашского университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15