



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



РосГидро

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

Солдатов Александр Вячеславович, заместитель директора департамента автоматизации энергосистем ООО «НПП ЭКРА», старший преподаватель кафедры электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Фёдорова Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова. E-mail: soldatov_av@ekra.ru.

Петров Владимир Сергеевич, кандидат технических наук, руководитель группы научного сопровождения внешних НИОКР департамента автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА», доцент кафедры электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Фёдорова Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова. E-mail: petrov_vs@ekra.ru.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Федотов А.Ю., Наумов В.А., Антонов В.И., ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары, Россия

Аннотация. на энергетической характеристике $P(U)$ фотомодуля существует точка максимальной выработки энергии, поддерживаемая системой управления путем непрерывного изменения напряжения на зажимах секции фотомодулей. Теоретически эта задача не представляет сложности, но в условиях эксплуатации с появлением затенения фотомодулей возникают различные эффекты в их характеристиках, присутствие которых должно быть учтено в работе систем управления солнечными электрическими станциями. В работе рассматриваются задачи и методы поддержания эффективности солнечных электрических станций в этих условиях.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фотомодули, методы отслеживания точки максимальной мощности.

Введение

Изменение освещенности и температуры фотомодулей меняют их характеристики и приводят к смещению рабочей точки от точки максимальной мощности (MPP – *Maximum Power Point*), уменьшая выработку электроэнергии. Для поддержания энергетической эффективности фотомодулей необходимо постоянно отслеживать нахождение рабочей точки в точке максимальной мощности на энергетической характеристике $P(U)$. Ес-

ли условия работы всех фотомодулей солнечной станции одинаковы, то задача поддержания максимальной мощности не представляет сложности, поскольку энергетическая характеристика имеет только один экстремум. Однако в условиях частичного затенения фотомодулей эта задача усложняется из-за появления локальных пиков на энергетической характеристике. В этом случае потребуются специальные методы управления режимами работы солнечных электрических станций.

В настоящей работе рассматриваются методы поддержания максимальной мощности солнечных электрических станций в условиях частичного затенения фотомодулей.

Характеристики фотомодулей

Фотоэлектрические ячейки, а также состоящие из них фотомодули, обладают нелинейными характеристиками и часто представляются однодиодной схемой замещения (рис. 1).

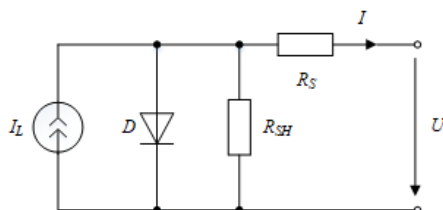


Рис. 1. Схема замещения фотомодуля

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) фотомодуля без учета тока утечки через шунтирующее сопротивление имеет следующий вид:

$$I = I_L - I_0 \left(e^{\frac{q(U - IR_S)}{kT}} - 1 \right), \quad (1)$$

где I_L – световой ток [А], I_0 – ток насыщения диода [А], U – рабочее напряжение [В], I – рабочий ток [А], $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$ – заряд одного электрона [Кл], $A = 1,3$ – коэффициент неидеальности (эмиссии)¹, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ – постоянная Больцмана [Дж/К], T –

¹ Коэффициент неидеальности диода A принимается равным от 1 до 2 для учета несовершенства p - n -перехода. При больших токах A принимается близким к 1, при маленьких – ближе к 2.

температура ячейки в градусах Кельвина, R_S и R_{SH} – паразитные сопротивления [Ом] [1].

Все примеры характеристик фотомодулей далее приведены для фотомодуля Nevel HVL 270.

Характеристики фотомодуля значительно зависят от уровня освещенности и температуры, что, соответственно, сказывается на положении MPP (рис. 2).

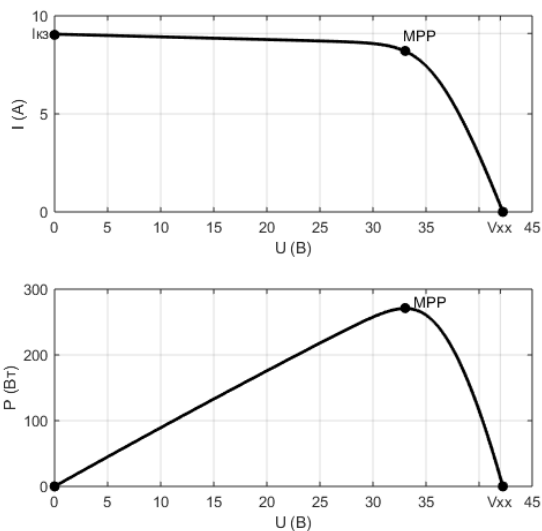


Рис. 2. Вольт-амперная и энергетическая характеристики фотомодуля при стандартных тестовых условиях¹. Точке MPP на ВАХ соответствует точка, в которой $U_{MPP} \approx 0,85U_{XX}$ и $I_{MPP} \approx 0,9I_{K3}$

¹ Стандартные тестовые условия: освещенность $G = 1000 \text{ Вт/м}^2$, температура модуля 25°C , воздушная масса 1,5 АМ, ветер отсутствует.

Освещенность (G) представляет собой плотность солнечного излучения, падающего на поверхность, выраженную в ваттах на квадратный метр (Вт/м^2). Она зависит от географического положения, угла падения солнечных лучей, облачности, задымленности и тому подобное.

Атмосферная масса (AM) - это длина пути, который проходит свет через атмосферу, отнесенная к кратчайшему возможному пути (когда Солнце находится в зените). Атмосферная масса показывает насколько уменьшилась спектральная плотность потока излучения после прохождения через атмосферу и поглощения воздухом и пылью.

Освещенность в основном влияет на величину тока (рис. 3, а), а температура в значительной степени изменяет напряжение фотомодулей (рис. 3, б).

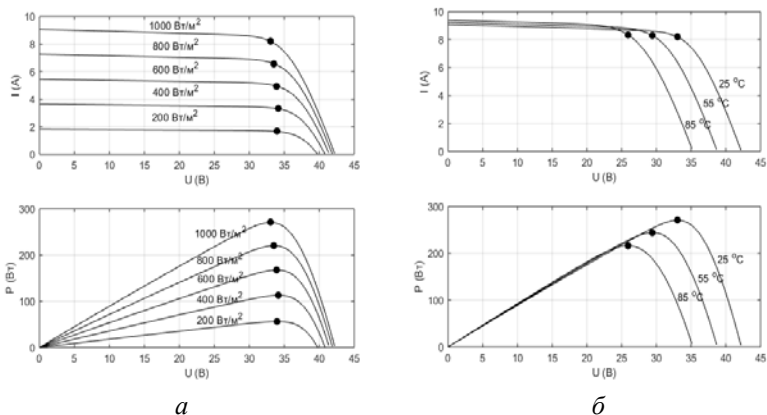


Рис. 3. Влияние на характеристики фотомодуля уровней: а – освещенности; б – температуры. Точками обозначены MPP

Методы поддержания эффективности фотомодулей

Для отслеживания MPP в изменяющихся условиях работы фотомодулей известно множество методов [1–3], но в основном используют метод «возмущения и наблюдения», а иногда «возрастающей проводимости».

Метод «возмущения и наблюдения» ($P\&O$ – *Perturb and Observe*) подразумевает непрерывное изменение напряжения на выходе фотомодуля и оценку положения рабочей точки на характеристике вырабатываемой мощности $P(U)$. Если величина мощности при увеличении напряжения растет, то MPP находится справа, и поэтому напряжение увеличивают до тех пор, пока не будет достигнута точка MPP . Если при увеличении напряжения величина мощности уменьшается, то MPP находится слева и поэтому напряжение уменьшают до достижения точки MPP . При достижении MPP рабочая точка будет колебаться около нее.

Метод «возрастающей проводимости» (*incremental conductance*) подразумевает непрерывное изменение напряжения и последующий расчет величины отношения приращения тока к приращению напряжения dI / dU .

Если $dI/dU > -I/U$, то *MPP* находится справа от рабочей точки и необходимо увеличивать напряжение, если же $dI/dU < -I/U$, то *MPP* находится слева и необходимо уменьшать напряжение пока не будет достигнута *MPP*. Когда рабочая точка находится в *MPP* выполняется равенство $dI/dU = -I/U$.

Методы поддержания *MPP* в условиях частичного затенения

При частичном затенении фотомодулей солнечное излучение попадает на их поверхность неравномерно. Вследствие этого на энергетической характеристике $P(U)$ появляются несколько пиков. Влияние частичного затенения покажем на примере работы трех фотомодулей (рис. 4), соединенных последовательно и работающих при следующих условиях: температура каждого модуля 25°C , освещенность каждого модуля 1000 Вт/м^2 , 600 Вт/м^2 и 200 Вт/м^2 соответственно.

Задача поиска и отслеживания *MPP* усложняется наличием нескольких пиков на энергетической характеристике (рис. 5). Без принятия специальных мер, методы отслеживания *MPP* могут привести рабочую точку к локальным пикам (А и В), значительно снижая эффективность выработки электроэнергии фотомодулей.

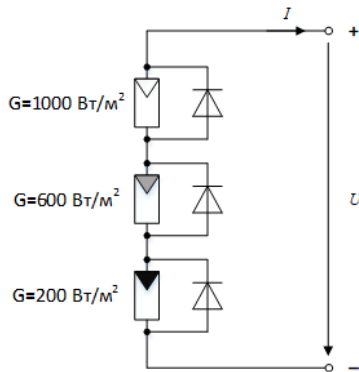


Рис. 4. Схема соединения фотомодулей

Для поиска и поддержания *MPP* в условиях частичного затенения разработаны различные методы: метод, использующий последовательность Фибоначчи [4], двухэтапный метод, в кото-

ром на первом этапе рабочая точка перемещается в окрестность предполагаемой глобальной *MPP* по прямой нагрузки $R = U / I$, а на втором этапе приводится к глобальной *MPP*[5], метод, основанный на пространстве состояний [6].

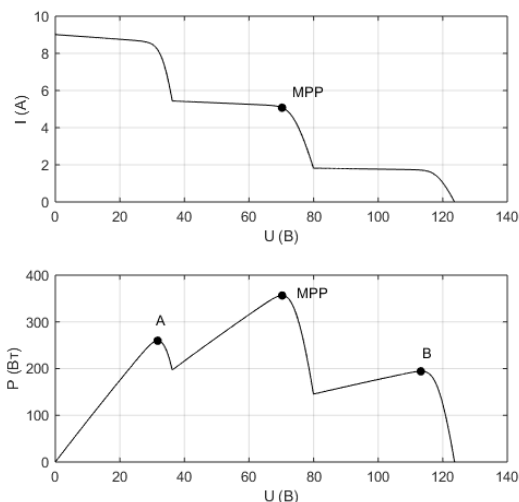


Рис. 5. ВАХ и $P(U)$ фотомодулей при частичном затенении

Мы в своей работе используем алгоритм, изложенный в [7]. Рассматриваемый алгоритм начинает работу всегда с установки опорного напряжения $U_{\text{оп}} = 0,85U_{\text{MAX}}$. В случае, когда все фотомодули солнечной электрической станции находятся в одинаковых условиях, работает алгоритм, реализующий метод *P&O*. В случае затенения алгоритм *P&O* приводит рабочую точку к одному из локальных пиков, например, к точке В (рис. 5).

Для выявления точки *MPP* характеристика $P(U)$ делится на участки от $U_{\text{MIN}} = 0,1U_{\text{MAX}}$ до U_{MAX} . Каждый участок последовательно сканируется на наличие пика. Величина нового пика сравнивается с ранее обнаруженным и наибольший из них принимается в качестве глобального пика. После окончания сканирования характеристики $P(U)$, напряжение устанавливается в точке наибольшего из обнаруженных пиков, являющейся *MPP*. В дальнейшем эта точка будет поддерживаться алгоритмом *P&O*.

Заключение

Для эффективной выработки электроэнергии солнечной электрической станции необходимо поддерживать рабочую точку вблизи точки наибольшей мощности на энергетической характеристике $P(U)$. В случае нахождения фотомодулей солнечной электрической станции в одинаковых условиях эта задача достаточно тривиальная, но существенно усложняется в условиях неравномерного освещения фотомодулей, когда на суммарной энергетической характеристике появляются несколько пиков. При работе солнечных электрических станций в условиях частичного затенения эффективен метод, основанный на определении локальных экстремумов на энергетической характеристике с последующим выявлением среди них глобального максимума.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hohm D. P., Ropp M. E.* "Comparative Study of Maximum Power Point Tracking Algorithms". *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. pp:47–62. doi:10.1002/pip.459
2. *Esrar T., Chapman P.L.*, "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 22, no. 2, pp. 439-449, June 2007.
3. *Малинин Г.В., Серебрянников А.В.* Слежение за точкой максимальной мощности солнечной батареи // *Вестник Чувашияского университета*. – № 3. – С. 76–93.
4. *Miyatake M., Inada T.*, "Control characteristics of a Fibonacci-search-based maximum power point tracker when a photovoltaic array is partially shaded," in *Proc. IEEE IPEMC*, 2004, vol. 2, pp. 816–821.
5. *Kobayashi K., Takano I., Sawada Y.*, "A study of a two stage maximum power point tracking control of a photovoltaic system under partially shaded insolation conditions," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 90, no. 18/19, pp. 2975–2988, Nov. 2006.
6. *Solodovnik E.V., Liu S., Dougal R. A.*, "Power controller design for maximum power tracking in solar installations," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 19, no. 5, pp. 1295–1304, Sep. 2004.
7. *Patel H., Agarwal V.*, "Maximum Power Point Tracking Scheme for PV Systems Operating under Partially Shaded Conditions" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 55, no. 4, April 2008.

Авторы:

Федотов Александр Юрьевич, инженер 2 категории, ООО НПП «ЭКРА». E-mail: fedotov_ay@ekra.ru.

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