

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

**ДИНАМИКА
НЕЛИНЕЙНЫХ
ДИСКРЕТНЫХ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

**Материалы
XIII Всероссийской научно-технической
конференции**

ДНДС–2019

ЧЕБОКСАРЫ

2019

УДК 681.511.42.033(082)

Д44

Редакционная коллегия:

ректор А.Ю. Александров,
д-р техн. наук, профессор Г.А. Белов,
канд. техн. наук, доцент А.В. Серебрянников

*Печатается по решению Ученого совета
Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова*

Динамика нелинейных дискретных электротехнических **Д44** и электронных систем: материалы 13-й Всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019. 478 с.

ISBN 978-5-7677-2925-8

Рассматриваются вопросы математических основ и математического моделирования нелинейных дискретных систем, цифровой обработки сигналов, построения и анализа устройств и систем силовой электроники, систем электроэнергетики и электропривода.

Для научных работников, инженеров, менеджеров и студентов старших курсов.

УДК 681.511.42.033(082)

© Издательство

ISBN 978-5-7677-2925-8

Чувашского университета, 2019

Кудряшова М.Н., Наумов В.А., Антонов В.И., Иванов Н.Г.
(Чебоксары, ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ)

НЕЛИНЕЙНОЕ АНАЛОГОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВХОДНОГО СИГНАЛА В АЛГОРИТМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРЕМЕЖАЮЩЕГОСЯ ДУГОВОГО ЗАМЫКАНИЯ

Сложность выявления перемежающегося дугового замыкания в электрических сетях 6–35 кВ заключается в его непродолжительности. Ток перемежающегося замыкания, присутствующий в поврежденной фазе, имеет периодический импульсный характер, длительность существования которого не превышает нескольких миллисекунд [Лит.]. Опасность возникновения такого вида замыкания заключается в возможности его перехода в двойное замыкание на землю.

В традиционных алгоритмах перемежающиеся дуговые замыкания выявляются путем локализации импульсов в токе замыкания и измерении пиковых значений импульсов и периодичности их возникновения. Поэтому защиты, основанные на измерении пикового значения импульсного тока, должны иметь тракт АЦП с высокой частотой дискретизации. Однако это обстоятельство значительно усложняет реализацию защиты и понижает надёжность функционирования из-за сбоев при локализации и измерении пикового значения импульсного тока. Это связано со свойством перемежающегося дугового замыкания, заключающемся в его случайном характере, а также несинхронизированностью процесса дискретизации. Этот недостаток традиционных защит иллюстрируется рис. 1. Как видно, при принятой частоте дискретизации отсчет, приходящийся на импульс тока, занимает произвольное место и может не располагаться на его пике.

Для повышения надёжности выявления перемежающегося дугового замыкания предлагается использовать нелинейное аналоговое преобразование входной величины в сигнал с заданными характеристическими параметрами (эталонный сигнал) ещё до преобразования в цифровой сигнал. Поскольку импульсный ток во вход-

ной величине существует на фоне значительной основной гармонической, то необходимо предусмотреть её заграждение.

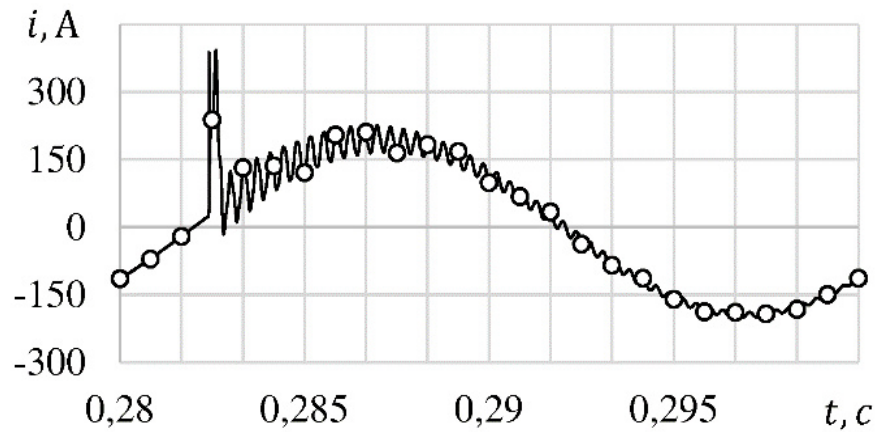


Рис. 1. Иллюстрация механизма появления погрешности измерения пикового значения тока

Нелинейный аналоговый преобразователь может быть выполнен в виде пик-детектора с возможностью сброса сигнала через заданный промежуток времени. Тогда эталонный сигнал будет представлять собой прямоугольные импульсы заданной длительности (рис. 2), амплитуды которых будут пропорциональны пиковым значениям импульсного тока.

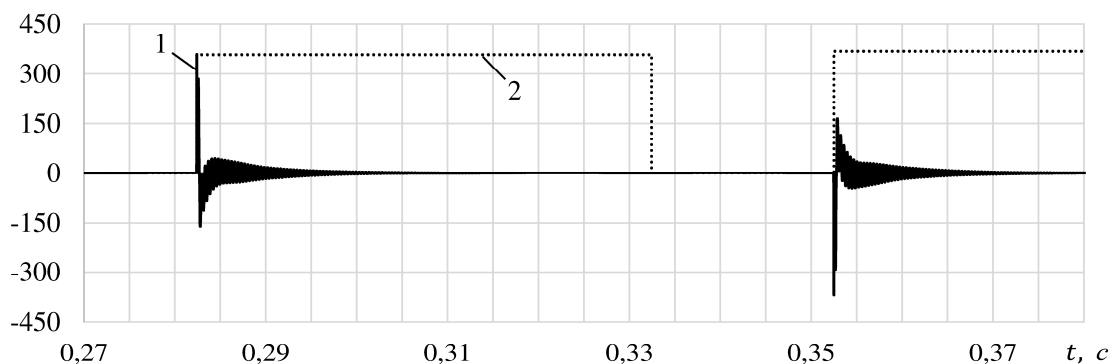


Рис. 2. Преобразование импульсов тока фазы в эталонный сигнал при перемежающемся дуговом замыкании:

1 – импульсы тока в поврежденной фазе; 2 – эталонный сигнал (импульсы тока получены после удаления основной гармоники)

Основной императив метода заключается в требовании, чтобы эталонный сигнал сохранил информацию о значении пикового значения. Использование эталонного представления им-

пульсного тока позволяет выполнять его обработку стандартными методами. Кроме того, такое представление эталонного сигнала позволяет контролировать частоту формирования прямоугольных импульсов, что в свою очередь упрощает определение периодичности их возникновения и дальнейшего разграничение опасных и неопасных перемежающихся дуговых замыканий.

Таким образом, нелинейное аналоговое преобразование импульсного тока перемежающегося дугового замыкания в эталонный сигнал до его АЦП упрощает и повышает надёжность функционирования защиты от однофазного замыкания на землю.

Литература

Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией ёмкостных токов. – М.: Энергия, 1971. – 65 с.

Александрова М.И., Наумов В.А., Антонов В.И., Иванов Н.Г.
(Чебоксары, ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ)

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ УПРАВЛЯЕМОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ШУНТИРУЮЩЕГО РЕАКТОРА

Неуправляемое включение шунтирующих реакторов сопровождается появлением значительной апериодической составляющей в токе, приводя к насыщению силовых и измерительных трансформаторов в прилегающей сети [1, 2]. Апериодическая составляющая является причиной возникновения значительных ударных токов, оказывающих электродинамическое воздействие на силовое оборудование сети [3]. С целью предотвращения этих негативных последствий используют устройства управляемой коммутации, настраиваемые на включение реакторов в оптимальную фазу.

Включение трехфазного реактора отличается от включения однофазного реактора главным образом из-за взаимной элек-

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ. ДИСКРЕТНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	4
<i>Мочалов М.Ю.</i> Матричные методы в исследовании динамики импульсных источников питания.....	4
<i>Семенов Ю.М.</i> Об одной оптимизационной проблеме в теории управляемых объектов	6
<i>Потапов А.А.</i> Фракталы, текстуры и скейлинг в радиофизике и радиоэлектронике: 40 лет научных разработок.....	8
<i>Обычайко Д.С., Шихин В.А.</i> Индикативные диаграммы принятия решения как средство обеспечения эксплуатационной надёжности.....	10
<i>Тобоев В.А.</i> Динамический критерий выявления участков стационарности в случайных процессах	14
<i>Тобоев В.А.</i> Дискретные спектры акустических сигналов ограниченной длительности.....	19
<i>Яушев С.Т., Инсаров А.Т., Файзуллин Р.Р.</i> Оценка степени самоподобия непуассоновского трафика, представленного многомодальным распределением Паскаля.....	23
<i>Макаров А.В., Макаров В.Г., Афанасьев А.Ю.</i> Оптимальное управление гибридной силовой установкой транспортного средства при заданном суммарном моменте.....	25
<i>Макаров А.В., Макаров В.Г., Афанасьев А.Ю.</i> Оптимальное управление гибридной силовой установкой транспортного средства при стационарном движении	27
<i>Дымов И.С., Котин Д.А.</i> Разработка алгоритма адаптивного управления активным электромагнитным подшипником по состоянию	29
<i>Ильин А.А., Родионов Р.В., Скитович С.В.</i> Разработка системы управления вакуумным насосом	31
<i>Малафеев С.И., Малафеева А.А.</i> Взаимодействие оператора и техники в эргатических мехатронных системах.....	33
<i>Малафеев С.И., Малафеева А.А.</i> Управление в мехатронных системах при низких скоростях.....	35

<i>Буткевич Ю.Р., Афанасьев В.В.</i> Математическое моделирование управляемой дискретно-нелинейной системы Ван-дер-Поля.....	37
<i>Давыдов В.Г., Афанасьев В.В.</i> Математическое моделирование дискретно-нелинейной системы Дмитриева–Кислова	39
<i>Герасимов С.С., Афанасьев В.В.</i> Математическое моделирование нелинейных дискретных устройств режекции сигналов системы Чуа	41
<i>Попов Н.С., Аносов В.Н.</i> Повышения энергоэффективности безрельсового транспорта за счет реализации оптимальных алгоритмов управления	43
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ. ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ.....	45
<i>Евдокимов Ю.К., Катков В.И.</i> Метод контроля дуговых и искровых разрядов по их радиочастотному спектру	45
<i>Евдокимов Ю.К., Гладнев К.С.</i> Калориметрический метод контроля тепловыделения в энергетических установках, основанный на применении цифровой модели.....	47
<i>Семенов В.И., Чучкалов С.И., Шурбин А.К.</i> Синтез цифровых фильтров в частотной области.....	49
<i>Изосимова Т.А., Максимова М.В.</i> Функциональная модель системы биометрической идентификации	52
<i>Бычкова И.Ю., Бычков А.В.</i> Возможности комплексного анализа ультразвуковых сигналов в системе контроля и управления вентилятором.....	54
<i>Бычков А.В.</i> Низкочастотные вибрации электрооборудования: ультразвуковой импульсный контроль	58
<i>Иванов А.В., Моряков Р.А., Славутский Л.А.</i> Нейросетевая идентификация квазигармонического сигнала со случайной модуляцией.....	62
<i>Галанина Н.А., Иванова Н.Н.</i> Моделирование методов быстрого спектрального анализа на языке описания аппаратуры VHDL	66

<i>Галанина Н.А., Иванова Н.Н.</i> Реализация алгоритма БПФ конвейерной структуры	68
<i>Курир В.И.</i> Моделирование гидрогенератора с турбиной в Matlab/Simulink	70
<i>Воробьёв С.В.</i> Анализ зоны покрытия сети LTE в советском районе Казани	74
<i>Ахремчик О.Л., Хабаров А.Р.</i> Пространство параметров выбора среды для разработки модели производства электронных приборов	77
<i>Морозов М.В., Слесарева О.В.</i> Моделирование синтеза монослоев MoS ₂ как основы транзистора наноэлектронной системы	79
<i>Зайцев В.В., Чупрушкина М.Н.</i> Модель томсоновского ДВ-автогенератора с разностной схемой прогноза и коррекции	81
<i>Денисов Е.С., Магомедов Х.И.</i> Применение несинусоидального колебания в квадратурном гетеродине для цифровых приемников	83
<i>Зарипов Р.Ф., Фатыхов М.М., Файзуллин Р.Р.</i> Имитационное моделирование оптимизационного полигаусового алгоритма разрешения сигналов на фоне действия хаотических импульсных помех.....	85
<i>Забродин С.А., Урускаев Р.Р.</i> Имитация аэродинамической нагрузки на следящий привод летательного аппарата	87
<i>Григорьев А.В.</i> Выделение одномерного скачка яркости	89
<i>Абросов Я.А., Данилов П.Е.</i> Определение грузоподъемности башенного крана при увеличении высоты подъема.....	91
<i>Ильгачёв А.Н., Михадаров Д.Г.</i> Simulink-модель САР температуры ЭПС с двухпозиционным регулированием	94
<i>Шалимов А.С.</i> Имитация и анализ процессов при дублировании SV-потоков IEC61850-9-2LE.....	97
<i>Охоткин Г.П.</i> Моделирование логических операций над многоразрядными булевыми величинами.....	99
<i>Охоткин Г.П.</i> Моделирование устройств отображения цифровой информации	103
<i>Охоткин Г.П.</i> Моделирование комбинационных двоичных сумматоров	109

<i>Романов Р.А.</i> Определение рабочих точек постоянных магнитов разных типов для магнитной системы сверхминиатюрного вентильного электродвигателя	113
<i>Дубяго М.Н., Полуянович Н.К.</i> Математическая модель тепловых процессов в кабельной линии электроэнергетических систем.....	118
<i>Петров О.А.</i> Сравнение рассчитанных в Comsol Multiphysics и экспериментальных значений параметров клапанных электромагнитов	123

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И УСТРОЙСТВА.....

127

<i>Белов Г.А., Петров К.И.</i> Схема управления полумостовым резонансным преобразователем постоянного напряжения типа LLC	127
<i>Белов Г.А., Никольский Н.В.</i> Анализ характеристик резонансного преобразователя постоянного напряжения типа LCL-T	141
<i>Быков К.В.</i> Транзисторные зарядно-выпрямительные устройства для систем оперативного постоянного тока подстанций и электростанций	153
<i>Лазарева Н.М., Яров В.М.</i> Динамические режимы работы трансформатора в регуляторе переменного напряжения	157
<i>Быков К.В., Лазарева Н.М., Лях А.В., Яров В.М.</i> Преобразователь постоянного напряжения в переменное с Z-фильтром на входе	161
<i>Быков К.В., Лазарева Н.М., Павлов Ю.В., Яров В.М.</i> Двухтактный понижающе-повышающий конвертор	165
<i>Быков К.В., Лазарева Н.М., Павлов Ю.В., Яров В.М.</i> Инверторные источники прямоугольного напряжения.....	168
<i>Быков К.В., Лазарева Н.М., Павлов Ю.В., Яров В.М.</i> Понижающе-повышающий конвертор	173
<i>Абрамов С.В., Семенов И.В.</i> Конструирование планарного трансформатора обратного преобразователя.....	178

<i>Абрамов С.В., Тимофеев А.В.</i> Обратнойходовой преобразователь с управлением на первичной стороне на микросхеме UCC28704.....	185
<i>Малинин Г.В.</i> Расчет LCL-фильтра для сетевого инвертора в фотовольтаических приложениях.....	189
<i>Малинин Г.В., Севриков Л.С.</i> Испытания AC/DC преобразователя для питания оптического модема.....	195
<i>Арзамасов В.Л., Малинин Г.В., Селивестров Н.В.</i> Низкочастотный источник питания печи электрошлакового переплава	199
<i>Серебрянников А.В.</i> Моделирование недифференциальной схемы однофазного непосредственного ШИМ-преобразователя переменного напряжения понижающего типа	204
<i>Бутарев И.Ю., Школин А.Н.</i> Сравнительный анализ режимов работы поведенческой модели понижающего ШИМ-контроллера в Matlab/Simulink.....	209
<i>Донской Н.В., Сергеев А.Г.</i> Симметрирование линейных напряжений при шунтировании силовых ячеек многоуровневого преобразователя частоты.....	214
<i>Филиппов В.М., Подгорная С.О.</i> Повышение энергетической эффективности выпрямительно-инверторных преобразователей.....	218
<i>Домахин Е.А., Котин Д.А.</i> Разработка адаптивного алгоритма для обеспечения синхронизации напряжений преобразователя частоты и сети	221
<i>Матвеев Д.А., Бальзамов А.Ю.</i> Перенастраиваемая система управления полупроводниковым преобразователем электроэнергии на ПЛИС.....	223
<i>Димитриев А.А., Никифоров И.К.</i> Модель импульсного преобразователя с частотным регулированием.....	228
<i>Мясникова Т.В., Матюнин А.Н., Кириллова А.А.</i> Моделирование фотоэлектрического преобразования солнечной энергии	230
<i>Морозов Д.С., Афанасьев А.Ю.</i> Фотоэлектрические преобразователи электроэнергии на основе нанотехнологий.....	232

<i>Малышкин С.Б., Генин В.С.</i> Оценка влияния фазы напряжения на время выявления КЗ на модели судовой ЭЭС.....	235
<i>Нестерин В.А., Генин В.С., Нестерин А.В.</i> Установка для контроля гистерезисных параметров высокоэнергетических магнитотвёрдых материалов на образцах постоянных магнитов в разомкнутой магнитной цепи.....	238
<i>Фёдоров А.р.О., Солдатов А.В., Петров В.С.</i> Оценка эффективности выходного фильтра солнечной электростанции	240
<i>Denisov E.S., Demidov A.M., Afonina E.V.</i> IoT based solar panel monitoring and control system.....	247
<i>Беспалов Н.Н., Евишев А.В., Кондрашин Д.С.</i> Исследование относительной погрешности измерения обратного тока силового диода в состоянии низкой проводимости	249
<i>Беспалов Н.Н., Горячкин Ю.В., Дёмкин П.М., Панькин К.Ю.</i> Особенности вольт-амперной характеристики силового диода при воздействии ударного тока с учётом диффузионной ёмкости.....	255
<i>Беспалов Н.Н., Мясин В.Г.</i> Метод определения теплового сопротивления биполярных транзисторов с изолированным затвором.....	259
<i>Беспалов Н.Н., Горячкин Ю.В., Панькин К.Ю., Дёмкин П.М.</i> Исследование стартовых тепловых режимов работы силовых полупроводниковых приборов при различных начальных значениях температуры	262
<i>Беспалов Н.Н., Зорькин А.В.</i> Оценка значений сопротивлений катодных шунтов силовых тиристоров по вольтамперной характеристике цепи управления	266
<i>Жарницкий В.Я., Андреев Е.В., Зайцев Ю.В., Рыбаков Д.А.</i> Датчик температуры на полиэтилене с техническим углеродом.....	272
<i>Шульгин Д.А., Узенбаева С.А.</i> Яркие светодиоды на основе металлоорганических галогенидных перовскитных нанопластинок.....	277

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ	279
<i>Кочетов И.Д., Лямец Ю.Я., Мартынов М.В., Мас- лов А.Н.</i> Метод оценивания распознающей способности релейной защиты.....	279
<i>Кочетов И.Д., Лямец Ю.Я., Мартынов М.В., Мас- лов А.Н.</i> Нераспознаваемость коротких замыканий вследствие неотличимости от рабочих коммутаций	283
<i>Иванов С.В., Лямец Ю.Я., Макашкин Ф.А.</i> Спектраль- ный анализ двухкомпонентного электрического сигнала на минимальном окне наблюдения	290
<i>Иванов С.В., Лямец Ю.Я., Макашкин Ф.А.</i> Моделиро- вание и анализ асинхронного процесса.....	295
<i>Белянин А.А., Лямец Ю.Я., Чернов А.Ю.</i> Локация однофазного замыкания на землю в фидере распре- делительной сети	298
<i>Белянин А.А., Лямец Ю.Я., Чернов А.Ю.</i> Локация по- вреждения при двухстороннем наблюдении линии на малом интервале времени.....	301
<i>Белянин А.А., Маслов А.Н., Смирнова И.В., Широ- кин М.Ю.</i> Исследование чувствительности дифферен- циальной токовой защиты трансформатора к внутрен- ним коротким замыканиям на фоне внешних	304
<i>Белянин А.А., Маслов А.Н., Смирнова И.В., Широ- кин М.Ю.</i> Метод локализации для распознавания внут- реннего короткого замыкания на фоне внешнего.....	308
<i>Подшивалин А.Н., Андреев Б.Л.</i> Распознаваемость ошибки в измерениях на цифровой подстанции	313
<i>Подшивалин А.Н., Терентьев Г.В.</i> Способ одностороннего определения места повреждения линий электропередачи	316
<i>Степанова Д.А., Наумов В.А., Антонов В.И.</i> К теории глубокого обучения релейной защиты	319
<i>Кудряшова М.Н., Наумов В.А., Антонов В.И., Ива- нов Н.Г.</i> Нелинейное аналоговое преобразование вход- ного сигнала в алгоритмах идентификации перемежа- ющегося дугового замыкания	328

<i>Александрова М.И., Наумов В.А., Антонов В.И., Иванов Н.Г.</i> Универсальный метод определения оптимальных условий управляемого включения трехфазного шунтирующего реактора.....	330
<i>Наумов В.А., Солдатов А.В., Иванов Н.Г., Глазырин А.В.</i> Мониторинг частоты в цифровых системах релейной защиты и автоматики на основе фильтров ортогональных составляющих.....	337
<i>Алексеев В.С., Петров В.С.</i> Влияние погрешностей измерения на выбор характеристики срабатывания АЛАР.....	342
<i>Никитина А.Н., Петров В.С.</i> Способ ликвидации асинхронного режима при электрическом центре качания в месте установки устройства.....	348
<i>Ванин В.К., Ванин И.В., Попов М.Г.</i> Воспроизведение первичного напряжения.....	351
<i>Попов М.Г., Захарова Е.В., Васильева О.А., Шахова М.А.</i> Анализ характеристического уравнения эквивалентной энергосистемы.....	355
<i>Коцеев М.И., Славутский Л.А.</i> Возможность использования простых нейросетей для определения места повреждения в энергосистеме	357
<i>Моисеев Д.В., Галанина Н.А.</i> CIM-модель энергообъектов как инструмент интеграции централизованной системы диагностики устройств РЗА.....	361
<i>Тоиходжаева М.И.</i> Перспективы применения современных устройств релейной защиты на воздушных линиях Согдийской энергосистемы	363
<i>Мисбахов Рин.Ш.</i> Комбинированные волоконно-оптические системы мониторинга температуры ЛЭП на основе нелинейного рассеяния и адресных брэгговских структур.....	367
<i>Мисбахов Рин.Ш., Васёв А.Н.</i> Волоконно-оптический датчик акустического обнаружения частичного разряда.....	369
<i>Жарницкий В.Я., Андреев Е.В., Зайцев Ю.В., Рыбаков Д.А.</i> Система оперативного оповещения при прорывах грунтовых плотин энергообъектов	371
<i>Хренников А.Ю., Александров Н.М.</i> Оценка механического состояния обмоток силовых трансформаторов.....	378

<i>Хренников А.Ю., Александров Н.М.</i> Моделирование обмотки силового трансформатора для целей частотного анализа	382
<i>Мазнева О.В., Хузяшев Р.Г., Кузьмин И.Л.</i> Обработка и классификация сигналов переходного процесса	384
<i>Силанов Д.Н.</i> Цифровая система релейной защиты и управления для распределительных сетей	387
<i>Базаррагча Алтандуулга, Кузьмин А.А., Медведев В.Г., Петров М.И.</i> Система дискретного управления компенсацией ёмкостных токов для цифровых подстанций.....	389
<i>Атаманов М.Н., Дрей Н.М., Зиганишин А.Г., Михеев Г.М.</i> Расчет параметров пассивного фильтра гармоник.....	393

**ДИНАМИКА НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ
В ВЫСШЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ
И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ**

397

<i>Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов В.А., Семенников А.В., Марданов Г.Д., Аввакумов М.В.</i> Использование виртуального прибора LabVIEW для регистрации импульсов частичных разрядов	397
<i>Мишин С.А., Галанина Н.А.</i> Иерархическая система управления роботом.....	399
<i>Иванов В.Н., Михайлов А.Л.</i> Моностатическое рассеяние от покрытий	401
<i>Захаров В.Г.</i> Развитие теории биений для модуляции радиосигналов.....	403
<i>Булатов В.Н., Худорожков О.В., Тимонов Е.С.</i> Оценка метода замещения в фазовых системах аналогового перемножения конъюнкцией	405
<i>Кугушева Н.Н., Семёнов А.С., Якушев И.А.</i> Математическое моделирование сложных электрических цепей в среде Matlab.....	409
<i>Семёнов А.С., Семёнова М.Н.</i> Математическое моделирование систем электроснабжения в пакете программ Matlab	412
<i>Фадеева Л.Ю., Казанцев Е.А.</i> Модель длинной линии с распределенными параметрами и неоднородной поверхностью проводника	416

<i>Янкевич С.В., Афанасьев В.А., Иритков С.А.</i> Холодная пастеризация жидкостей высокоинтенсивным ультразвуком	418
<i>Самсонов А.И., Абрамов С.В.</i> Организация рабочего места современного инженера-электронщика.....	423
<i>Ахметвалеева Л.В., Еникеева Г.Р., Сафин И.И.</i> Применение ПЛИС в системах отладки микроконтроллерных устройств	427
<i>Димитриев А.П.</i> Генетические алгоритмы оптимизации в модели размещения	429
<i>Чертановский А.Г.</i> Быстрый метод Кирхгофа. Формула тока ветви, обусловленного источниками тока	432
<i>Рыбков М.В., Кнауб Л.В.</i> Автоматизированный расчет задач электротехники явными методами	435
<i>Григорьев В.Г., Павлова Н.В.</i> Оптимизационная модель массогабаритных параметров LC-фильтров выпрямителей	437
<i>Чумаров С.Г.</i> Моделирование импульсных усилителей тока в среде Altium Designer.....	439
<i>Чумаров С.Г., Милкин Ю.С.</i> Особенности реализации и применения программно определяемых радиосистем	442
<i>Федорова А.В.</i> Нормирование и измерение сигналов в канале ВЧ связи на ВЛ.....	444
<i>Магнитский В.А.</i> Антенные системы технологии ММО сетей 5G	447
<i>Чумаров С.Г., Ремнев П.Ю.</i> Моделирование спящих режимов пассивных оптических сетей.....	450
<i>Тимофеев И.А., Зайцев Ю.В., Рыбаков Д.А., Мирошниченко А.Ю.</i> Осветительная установка с бегущей световой волной.....	453
<i>Зайцев Ю.В., Рыбаков Д.А., Ткаченко Ю.Н.</i> Многофункциональное световое панно	458
<i>Максимова М.В.</i> Разработка лабораторного практикума «Автоматизированная система полива» на аппаратной платформе Arduino Nano	461
<i>Денисов Е.С., Никишина Г.В., Нуретдинова Л.Ф.</i> Система удаленного мониторинга технического состояния электрохимических аккумуляторов.....	463
<i>Охоткин Г.П., Угарин С.В., Яковлев А.Н.</i> Разработка макета транспортного робота	465

Научное издание

**ДИНАМИКА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции

Публикуются в авторской редакции
Отв. за выпуск А.В. Серебрянников

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

Подписано в печать 04.06.19. Формат 60×84/16.
Бумага писчая. Печать офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 27,7. Уч.-изд. л. 26,5. Тираж 300 экз. Заказ 696.

Издательство Чувашского университета
Типография университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15