

## «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ.

### Передача и распределение»

Издатель и учредитель журнала — ООО «КАБЕЛЬ»  
№ 6 (51), ноябрь–декабрь 2018

**Директор издательства** Екатерина Гусева,  
член секции «Технологии и оборудование  
линий электропередачи» НТС ПАО «Россети»,  
e-mail: info@eepir.ru

**Главный редактор** Владимир Тульский,  
к.т.н., доцент, e-mail: chief@eepir.ru

**Заместитель главного редактора**  
Наталья Салтыкова, e-mail: editor@eepir.ru

**Научный редактор** Михаил Дмитриев,  
к.т.н., e-mail: mvdm@yandex.ru

**Ведущий эксперт** Сергей Шумахер,  
Заслуженный энергетик РФ,  
e-mail: ssa1291@mail.ru

**Директор по стратегическим проектам**  
Александр Павлов, e-mail: pavlov@eepir.ru

**Технический переводчик** Максим Силаев

**Обозреватель** Илья Семенов

**Корректор** Ольга Ашмарина

**Дизайн и верстка** Евгения Ханова

**Фотокорреспондент** Алексей Котов

**Руководитель отдела рекламы  
и подписки** Марина Ефремова,  
e-mail: reklama@eepir.ru

**Менеджер по работе с клиентами**  
Евгения Яковлева, e-mail: office@eepir.ru

**Адрес редакции:** 111123, Москва,  
Электродный проезд, д. 6, оф. 14

**Тел./факс:** +7 (495) 645-12-41

**E-mail:** mail@eepir.ru  
www.EEPIR.ru

Издается при поддержке Группы компаний «Россети».

Входит в Перечень рецензируемых научных изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные  
научные результаты диссертаций на соискание ученых  
степеней кандидата и доктора наук, утвержденный  
ВАК Минобрнауки России по группам специальностей  
Электротехника (05.09.00) и Энергетика (05.14.00).

Включен в реферативную базу данных  
«Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

Подписной индекс в каталоге «Роспечать»:  
на полугодие — **36859**; на год — **36861**.

Периодичность — 6 раз в год. Тираж 15000 экз.

Свидетельство о регистрации средства массовой  
информации ПИ № ФС77-40297 от 25 июня 2010 г.

Подписано в печать 21.11.2018.

Цена свободная.

Отпечатано в типографии

ООО «Принт Легаси»,  
115516, Москва, ул. Промышленная,  
д. 11, стр. 3, оф. 419.

Издательство не несет ответственности за  
содержание рекламных материалов — **Р**.

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов статей.

Перепечатка или копирование материалов,  
опубликованных в журнале, допускаются только  
с письменного разрешения редакции.

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Шишкин А.Н.**, вице-президент по энергетике, локализации  
и инновациям ПАО «НК «Роснефть», председатель редакционного  
совета

**Черезов А.В.**, заместитель Министра энергетики РФ

**Голубев П.В.**, генеральный директор АО «Техническая инспекция ЕЭС»

**Лысцев С.В.**, генеральный директор СРО СОЮЗ «ЭНЕРГОСТРОЙ»

**Маслов А.Н.**, президент Ассоциации электроснабжения городов  
России «ПРОГРЕССЭЛЕКТРО»

**Медведев Д.Б.**, начальник производственно-технического управления  
ПАО «МОЭСК»

**Механюшин Б.И.**, руководитель комитета по технической политике  
АО «Институт «Энергосетьпроект»

**Мишин В.И.**, председатель Правления Ассоциации «Электро-  
сетьизоляция»

**Павлушко С.А.**, заместитель председателя Правления  
АО «СО ЕЭС»

**Фролов Д.И.**, к.э.н., начальник Управления государственного  
энергетического надзора Ростехнадзора

**Чегодаев А.В.**, директор МВС — филиала ПАО «МОЭСК»

**Шульгинов Н.Г.**, к.т.н., председатель Правления — генеральный  
директор ПАО «РусГидро»

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Бартоломей П.И.**, д.т.н., профессор кафедры АЭС  
УрФУ им. Б.Н. Ельцина

**Боев М.А.**, д.т.н., профессор кафедры физики и технологии  
электротехнических материалов и компонентов НИУ «МЭИ»

**Вариводов В.Н.**, д.т.н., профессор кафедры техники

и электрофизики высоких напряжений НИУ «МЭИ»

**Воропай Н.И.**, д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН,  
научный руководитель Института систем энергетики  
им. Л.А. Мелентьева СО РАН

**Гвоздев Д.Б.**, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС Института  
Электроэнергетики НИУ «МЭИ»

**Гольдштейн В.Г.**, д.т.н., действительный член АЭН РФ,  
профессор СамГТУ

**Дарьян Л.А.**, д.т.н., профессор НИУ «МЭИ»,  
Заслуженный член СИГРЭ, директор по научно-техническому  
сопровождению АО «Техническая инспекция ЕЭС»

**Джангиров В.А.**, к.э.н., доктор электротехники, член-корреспондент  
РАЕН, вице-президент Ассоциации ученых и специалистов в сфере  
энергетики «Энергетика и гражданское общество»

**Дементьев Ю.А.**, председатель научно-технического совета,  
советник генерального директора АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**Ковалев В.Д.**, д.т.н., директор по науке и инновационным  
программам ОАО «Электрозавод»

**Кондратьева О.Е.**, д.т.н., доцент, заведующая кафедрой  
инженерной экологии и охраны труда НИУ «МЭИ», член экспертного  
совета комиссии по экологической политике Мосгордумы

**Кудрявцев И.Е.**, к.э.н., исполнительный директор АО «НПО ВЭИ  
Электроизоляция»

**Кужиков С.Л.**, д.т.н., профессор ЮРГТУ (НПИ)

**Линт М.Г.**, к.т.н., член секции «Технологии и оборудование  
подстанций» НТС ПАО «Россети»

**Липатов Ю.А.**, к.э.н., заместитель председателя Комитета Совета  
Федерации ФС РФ по экономической политике

**Максимов Б.К.**, д.т.н., профессор кафедр «Техника и электро-  
физика высоких напряжений» и «Релейная защита и автоматизация  
энергосистем» НИУ «МЭИ», Заслуженный деятель науки РФ

**Мисриханов М.Ш.**, д.т.н., профессор, академик РАЕН, советник  
председателя Правления ПАО «ФСК ЕЭС»

**Нагай В.И.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой  
«Электрические станции» ЮРГТУ (НПИ)

**Назарычев А.Н.**, д.т.н., профессор, ректор ПЭИПК Министерства  
энергетики РФ

**Нудельман Г.С.**, к.т.н., профессор, академик АЭН, заведующий  
кафедрой ТОЭ и РЗАиА ЧГУ им. И.Н. Ульянова

**Паздерин А.В.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой  
Автоматизированных электрических систем УралЭНИН УрФУ

**Редько И.Я.**, д.т.н., профессор, заместитель генерального директора  
АО «ЭНИН»

**Смелков Г.И.**, д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ,  
г.н.с. ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ

**Смоловик С.В.**, д.т.н., профессор, заместитель заведующего  
отделом проектирования и развития энергосистем АО «НТЦ ЕЭС»

**Шамонов Р.Г.**, к.т.н., заместитель начальника Департамента  
оперативно-технологического управления — начальник отдела  
электрических режимов ПАО «ФСК ЕЭС»

**Шунтов А.В.**, д.т.н., профессор кафедры электроэнергетических  
систем НИУ «МЭИ»

# СОДЕРЖАНИЕ

## АКТУАЛЬНО

- 6 Чебоксарский кластер — современная релейная защита для всей страны**  
Делегация ведущих технических руководителей электроэнергетики в гостях у производственных и научно-исследовательских предприятий Чувашской Республики

## ЦИФРОВЫЕ СЕТИ

- 12 Главные инженеры электросетевых компаний обсудили вопросы цифровизации электрических сетей**  
Встреча главных инженеров ПАО «Россети» в рамках Международного форума «Российская энергетическая неделя» (РЭН-2018)
- 16 Положительный опыт внедрения систем на базе технологий МЭК 61850-9-2**  
ПАО «МОЭСК»
- 22 Как российской энергетике сделать невозможное**  
«Инфотех Груп»
- 26 Практический опыт построения цифровой подстанции на базе SIPROTEC 5**  
ООО «Сименс»
- 28 Цифровая электроэнергетика: технологии будущего**  
ПАО «МРСК Центра и Приволжья»

## СЕТИ 20 кВ

- 30 АО «ОЭК» провело испытания дифференциальной защиты кабельной линии с использованием технологической сети передачи данных**
- 32 Применение защит с абсолютной селективностью и развитие автоматики в электрических сетях напряжением 20 кВ мегаполиса (УДК 621.316.92)**  
Майоров А.В.

## ВЕКТОР РАЗВИТИЯ

- 38 Развитие передачи постоянного тока в электроэнергетике**  
АО «НТЦ ЕЭС»
- 42 Развитие зарядной инфраструктуры: разумный баланс**  
ПАО «МРСК Центра»
- 44 Проект инвестиционных конференций ПАО «МРСК Северо-Запада» представлен на Форуме стратегов-2018**

## УПРАВЛЕНИЕ СЕТЯМИ

- 46 Вопросы оценки рисков нарушения управляемости АСДУ в сложных электроэнергетических системах (УДК 621.311.001.57)**  
Гвоздев Д.Б., Архангельский О.Д.
- 54 Особенности учета параметров нагрузки при анализе переходных процессов в сетях с объектами распределенной генерации (УДК 621.311.1)**  
Илюшин П.В.

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

- 62 Анализ зависимости душевого энергопотребления и условий энергоснабжения в регионах с различной демографической ситуацией (УДК 658.26:621.311)**  
Блохин А.А., Лозенко В.К.

## ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

- 70 Вопросы влияния климатических факторов на воздушные линии электропередачи (УДК 621.311.1)**  
Кондратьева О.Е., Локтионов О.А., Гашо Е.Г., Мясникова Е.М.
- 74 «Нилед» сегодня**



6



12



38



- 76 **Оптимальные решения проблем развития электроэнергетических сетей**  
ООО «Энергосервис»

80 **ПО «ФОРЭНЕРГО»: итоги юбилейного года**

84 **PLP: уверенность успеха**

## КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

- 86 **Проверка экранов и оболочек КЛ 6–500 кВ (УДК 621.315.2)**  
Дмитриев М.В.

## РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

- 94 **Разработка модели синхронного генератора для анализа витковых замыканий в обмотке статора (УДК 621.313.333)**  
Глазырин Г.В., Митрофанов Н.А.
- 100 **Концепция системы анализа аварийных событий и оценки правильности работы устройств РЗА**  
АО «РТСофт»

## ОБОРУДОВАНИЕ

- 102 **Азотные трансформаторы ЗАО «ЗЭТО» — новое слово в электроэнергетике**
- 104 **Охлаждение на основе облачных технологий. Концепция «Индустрии 4.0» в сфере контроля микроклимата распределительных шкафов**  
ООО «РИТТАЛ»
- 106 **Эффективный способ организации систем заземления в высокоомных грунтах: необслуживаемый активный соляной электрод**  
ООО «ВОЛЬТ-СПБ»
- 108 **Турбинные масла Rosneft Turbogear получили официальные одобрения Siemens**  
ПАО «НК «Роснефть»

## ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ

- 110 **Новые критерии оценки результатов анализа растворенных газов трансформаторов 35–220 кВ и скоростей их роста (УДК 6621.314.22.08)**  
Давиденко И.В., Мойсейченко А.Н.
- 120 **Контроль сопротивления изоляции фаз и присоединений в сети переменного тока с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В**  
ООО НПП «ЭКРА»
- 124 **Высокоточный микроомметр МИКО-21. Отечественная разработка европейского качества**  
ООО «СБ ЭП»
- 126 **Экспериментальные исследования динамической работы опор линий электропередачи при разработке измерительного комплекса «ЛЭПтон» для оценки их технического состояния (УДК 621.315.66)**  
Кравченко А.Я., Роденко С.В., Сафонов О.Н., Снежков И.И., Чаплин И.В.
- 132 **Передвижная лаборатория для диагностики трансформаторов и подстанционного оборудования ООО «Меггер»**
- 136 **Методика расчета экономической эффективности применения системы мониторинга трансформаторного оборудования (УДК 621.314.222.6)**  
Афанасьев А.Д., Валуysких А.О., Жуков А.М., Страдомский А.Ю., Цфасман Г.М.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ

- 142 **Уроки, извлеченные из несчастных случаев**  
Ростехнадзор

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

- 146 **IX Международная научно-техническая конференция «Электроэнергетика глазами молодежи»**
- 150 **XXVIII Международная конференция Ассоциации «ТРАВЭК»**
- 152 **Российский энергетический форум – 2018**

## КРУПНЕЙШИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ МИРА

- 154 **Единая энергосистема России: преимущества и актуальные вызовы**  
Интервью с заместителем Председателя Правления АО «СО ЕЭС», членом Управляющего и Административного советов Ассоциации GO15 Ф.Ю. Опадчим

## ПУТЕШЕСТВИЕ В ПРОШЛОЕ

- 162 **Экскурсия по музею**  
Совместный проект НИУ «МЭИ» и Политехнического музея



86



132



154



162