

## «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ» –

научно-практическое издание.

№ 01 (46), 2022 год, март.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 2000 экз., заказ №0374.

Дата выхода: 17.03.2022 г.

Подписные индексы: 43141 (печатная версия), 41294 (электронная версия). Каталог «Газеты и журналы» (ГК «Урал-Пресс»);

ПН294 (подписной каталог Почты России).

Цена свободная.

16+

### УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

Некоммерческое партнерство «Содействие развитию релейной защиты, автоматики и управления в электроэнергетике» (НП «СРЗАУ»), Общество с ограниченной ответственностью «Рекламно-издательский центр «Содействие развитию релейной защиты, автоматики и управления в электроэнергетике» (ООО «РИЦ «СРЗАУ»), Белотелов Алексей Константинович.

### ИЗДАТЕЛЬ:

ООО «РИЦ «СРЗАУ».

### УЧРЕДИТЕЛИ ИЗДАТЕЛЬСТВА:

Ассоциация «ИнТЭК», Белотелов Алексей Константинович.

### Адрес редакции и издателя:

428003, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр-кт И. Яковлева, д. 3, помещ. 508 Б,

🌐 www.srzau-ric.ru, 📧 vk.com/rza\_journal

### Печать:

ООО «Типография «Перфектум»

428000, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса, 52. ☎ +7 (8352) 32-05-01, 32-05-02

### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор: Белотелов Алексей Константинович, к.т.н., президент НП «СРЗАУ»,

✉ belotelov@np-srzau.ru

Выпускающий редактор: Абрамов Дмитрий Вячеславович,

☎ +7 (8352) 226-394, ✉ adv@srzau-ric.ru

Дизайн и верстка: Мирошник Алексей Дмитриевич, ✉ design@srzau-ric.ru

### СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Антонов Владислав Иванович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»;

Антонов Дмитрий Борисович, к.т.н., АО «РАДИУС Автоматика»;

Арцишевский Ян Леонардович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;

Булычев Александр Витальевич, д.т.н., профессор, ООО «НПП Бреслер»;

Вайнштейн Роберт Александрович, д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ТПУ»;

Ванин Валерий Кузьмич, д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого»;

Виницкий Юрий Данилович, д.т.н., старший научный сотрудник,

ООО «Интер РАО – Инжиниринг»;

Дони Николай Анатольевич, к.т.н., ООО НПП «ЭКРА», член РНК СИГРЭ;

Дорохин Евгений Георгиевич;

Журавлев Евгений Константинович, АО «Ивэлектроналадка»;

Илюшин Павел Владимирович, д.т.н., ФГБУН «ИНЭИ РАН» – зам. главного редактора по науке;

Козлов Владимир Николаевич, к.т.н., доцент, ООО «НПП Бреслер»;

Куликов Александр Леонидович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский

государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», НГТУ;

Лачугин Владимир Федорович, д.т.н., АО «НТЦ ФСК ЕЭС»;

Любарский Дмитрий Романович, д.т.н., АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»;

Мокеев Алексей Владимирович, д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО «САФУ им. М.В. Ломоносова»;

Нагай Владимир Иванович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова»;

Наумов Владимир Александрович, к.т.н., ООО НПП «ЭКРА», член РНК СИГРЭ;

Попов Максим Георгиевич, д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого»;

Пуляев Виктор Иванович, ООО «ТранснефтьЭлектросетьСервис» –

зам. главного редактора;

Фишов Александр Георгиевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «НГТУ»;

Хреников Александр Юрьевич, д.т.н., профессор, АО «НТЦ ФСК ЕЭС»;

Шуин Владимир Александрович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «ИГЭУ им. В.И. Ленина».

Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных материалов.

Рекламируемая продукция подлежит обязательной сертификации и лицензированию.

Перепечатка, цитирование и копирование размещенных в журнале

публикаций допускаются только со ссылкой на издание.

Регистрационное свидетельство ПИ № ФС77-44249 от 15.03.2011 г., выданное Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

**Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК.**

## Уважаемые читатели!



Представляю Вам  
46-й номер журнала  
«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА  
И АВТОМАТИЗАЦИЯ»,  
открывающий 11-й  
год выпуска нашего  
научного издания.

Новый номер приурочен к началу работы Международного форума «Электрические сети» (22-25 марта 2022 г.), информационным партнером которого традиционно является наш журнал. Основой номера, в подготовке которого принял активное участие заместитель главного редактора по науке П.В. Илюшин, стали научные публикации, оформленные в соответствии с требованиями ВАК, по актуальной тематике инновационного развития и совершенствования эксплуатации объектов электроэнергетических систем. В рубрике «Наука» трудно выделить наиболее значимую статью. Надеюсь, все они будут интересны широкому кругу специалистов и научной общественности электротехнической отрасли.

В рубрике «Практика» размещен интересный материал наших коллег из ЧГУ им. И.Н. Ульянова и НПП «ЭКРА» о реализации масштабного проекта по замене генераторных выключателей Чебоксарской ГЭС.

Обращу внимание на знаменательные даты. В марте этого года юбилей празднует «НПП Бреслер», а в ноябре прошлого года свой день рождения отметила компания «ЭКРА». Обоим лидерам по разработке и производству широкого спектра электротехнического оборудования для объектов электроэнергетики исполнилось 30 лет. Передаю личное поздравление многочисленному коллективу этих предприятий! Я высоко ценю заслуги данных компаний в организации Партнерства релейщиков (НП «СРЗАУ») и постоянную поддержку выпуска нашего профессионального журнала.

Надеюсь, 2022 год предоставит нам возможность встреч на выставках и конференциях. Поэтому обращаюсь к руководству и специалистам профильных организаций с предложением о взаимовыгодном сотрудничестве в деле подготовки статей и финансовой поддержке дальнейших выпусков. В свою очередь редакция приложит все усилия по сохранению высокого статуса журнала как научного издания ВАК.

**С уважением, Главный редактор  
Алексей Белотелов**

## СОБЫТИЯ

## Юбилей:

- 3** • 30 лет «НПП Бреслер»

## Новости партнеров:

- 4** • НПП «ЭКРА» – чувствуем себя уверенно

## НАУКА

## Релейная защита:

- 6** • **Булычев А.В., Осипова В.С., Грибков М.А., Шалимов А.С.**  
Динамические свойства устройств релейной защиты: электромеханическая элементная база  
• **Bulychev A.V., Osipova V.S., Gribkov M.A., Shalimov A.S.**  
Dynamic properties of relay protection devices: electromechanical element base
- 12** • **Нагай В.И., Сарры С.В., Нагай И.В., Украинцев А.В.**  
Дуговые защиты высоковольтных электроустановок. Возможные пути совершенствования  
• **Nagay V.I., Sarry S.V., Nagay I.V., Ukraintsev A.V.**  
Arc protection of high-voltage electrical installations. Possible ways to improve
- 22** • **Булычев А.В., Шалимов А.С.**  
Особенности цифровых дистанционных защит при отклонениях частоты  
• **Bulychev A.V., Shalimov A.S.**  
Features of digital distance protection in frequency deviations
- 28** • **Осинцев А.А.**  
Анализ устойчивости функционирования дифференциальной защиты генератора при соединении обмоток статора в треугольник  
• **Osintsev A.A.**  
Analysis of the differential generator protection operation stability with the delta stator winding connection scheme
- 36** • **Булычев А.В.**  
Выбор параметров срабатывания защит от однофазных замыканий на землю в распределительных сетях при разных режимах нейтрали

• **Bulychev A.V.**

Selection of parameters for triggering protections against single-phase earth faults in distribution networks under different neutral modes

## ВЧ каналы по воздушным ЛЭП:

- 46** • **Шкарин Ю.П., Харламов В.А.**  
Согласование передатчика ВЧ аппаратуры и ВЧ трактов по воздушным ЛЭП  
• **Shkarin Y.P., Kharlamov V.A.**  
Matching the PLC equipment transmitter and HF paths along overhead power lines

## Автоматизация:

- 56** • **Ивановский Д.А., Березкин Е.Д.**  
Подход к автоматической локализации поврежденной опорной изоляции в экранированных токопроводах электростанций  
• **Ivanovskiy D.A., Berezkin E.D.**  
Approach to automatic localization of damaged reference insulation in electric power plant shielded current leads

## ЦПС:

- 66** • **Кашеманов А.В., Прокопьев В.В., Чернов В.К.**  
Построение отказоустойчивого кластера ПТК ЦПС на платформе виртуализации  
• **Kashemanov A.V., Prokopiev V.V., Chernov V.K.**  
Building a fault tolerance cluster on the virtualization platform for digital substation

## ВИЭ:

- 72** • **Симонов А.В., Илюшин П.В.**  
Методика и алгоритм проверки параметров настройки функции LVRT ветроэнергетических установок ветровых электростанций при их интеграции в ЕЭС России  
• **Simonov A.V., Ilyushin P.V.**  
The methodology and algorithm used to check the LVRT function setup parameters in wind driven generators of wind power plants being integrated in the Russian UPS

## ПРАКТИКА

## Проектирование:

- 82** • **Воронов П.Л., Ермолаева Н.М., Злобина И.Г., Щедрин В.А.**  
Опыт и особенности практической реализации проекта по замене генераторных выключателей Чебоксарской ГЭС