

Торайғыров университетінің хабаршысы  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Вестник Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

---

№ 3 (2024)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и информационных  
систем, электромеханики и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

<https://doi.org/10.48081/MEBG1583>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Талипов О. М.

*доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)*

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

МРНТИ 44.29.31

<https://doi.org/10.48081/POWY9275>

**\*Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, Н. Ш. Жуматаев<sup>2</sup>,  
Д. С. Нарынбаев<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

<sup>3</sup>Ассоциация KAZENERGY, Республика Казахстан, г. Астана

<sup>1</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-5646>

<sup>2</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9494-9355>

<sup>3</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9705-3420>

\*e-mail: [Dauren\\_pvl2012@mail.ru](mailto:Dauren_pvl2012@mail.ru)

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

*В статье авторами предложен принцип компоновки и действия многофункционального комплекта релейной защиты, являющегося ресурсосберегающим, а также осуществляющего постоянный контроль исправности своих элементов. Назначением данного комплекта является защита отсеков ячеек комплектных распределительных устройств (КРУ) 6 и выше кВ. от внутренних повреждений, приводящих к возникновению электрической дуги, а также и от внешних коротких замыканий на электроустановках, подключенных к ней, обладающего также защитой от перегрузки по току. С уверенностью можно сказать, что все выше представленное в совокупности предлагает новый подход в выполнении релейной защиты. Универсальностью комплекта является то, что он состоит из вышеперечисленных защит, а их действие заключается в реализации быстродействующих защит от дуговых коротких замыканий и перегрузки по току на основе фотодиодов, терморезисторов и первых герконов, реагирующих на изменение освещенности и температуры внутри различных отсеков ячейки, а также максимальной токовой защиты (МТЗ), реализуемой с помощью вторых герконов от внешних междуфазных коротких замыканий, реагирующих на изменение параметров магнитных*

*полей, созданных токами фаз токоведущих шин ячейки. Использование представленных защит повышает надежность релейной защиты, как самой ячейки, так и электроустановок, подключенных к ней. Представленный многофункциональный комплект релейной защиты применим во всех сериях ячеек, внутренней и наружной установок.*

*Ключевые слова: геркон, защиты, терморезистор, фотодиод, светодиод, реле.*

## **Введение**

Создание ресурсосберегающих устройств для защиты различных электроустановок от дуговых и междуфазных коротких замыканий без применения металлоемких трансформаторов тока (ТТ) с металлическими сердечниками, имеющих свои недостатки, начатых еще во второй половине прошлого века, несмотря на широкое внедрение микропроцессорных устройств, остается актуальным и по сегодняшний день [1–4]. Одним из перспективных путей построения таких устройств без ТТ является использование герконов, имеющих свои преимущества, как в сравнении с данными ТТ, так и с другими такими же аналогичными магниточувствительными элементами, а также использование фотодиодов и терморезисторов для реализации дуговой защиты [5–10]. С начала нынешнего столетия уже имеется ряд разработанных устройств на основе герконов, обладающих своей простотой функционирования и обслуживания [11–14]. В данной работе предлагаются новые конструктивные решения – в виде устройств по реализации быстродействующих защит от дуговых коротких замыканий внутри ячейки, на примере серии К-63, перегрузки по току и от внешних коротких замыканий – МТЗ, подключенных к ячейке различных электроустановок.

## **Материалы и методы**

Проработка различных источников дала возможность создания нового альтернативного традиционным защитам устройства защиты, обладающее эффектом ресурсосбережения и применимое для различных электроустановок, напряжением 6 и выше кВ.

## Результаты и обсуждение

*Работа устройства.* При появлении повреждения через дугу в любом отсеке: сборных шин 1; выключателя 2; кабельном 3 ячейки изменяется освещение внутри них и при перегрузке по току изменяется температура токоведущих шин 4. На эти изменения- вспышку света срабатывают установленные внутри отсеков один из фотодиодов (ФД1-ФД3)5, а на изменение температуры шин - один из терморезисторов (ТР1-ТР3) 6 (рисунок 1а,б). При этом первый вывод фотодиодов 5 и терморезисторов 6 подключен к положительному полюсу источника постоянного тока (ИП)7, а второй их вывод подключен к первому выводу обмоток управления 8 первых герконов 9 (рисунок 1; 2). Второй вывод обмоток управления 8 подключен к полюсу «минус» ИП7. После этого сигнал с фотодиода 5 или с терморезистора 6 поступает на первый вывод обмотки управления 8 герконов 9. Напряжение на обмотке 8 оказывается достаточным для срабатывания герконов 9. Замыкающий контакт 10 герконов 9 подключен к полюсу «плюс» ИП7 и с выдержкой времени, равной 0,02 с. (данная выдержка времени является отстройкой от возможных кратковременных помех) срабатывая, подаёт сигнал на первые выводы обмоток одного из трёх двухконтактных реле времени 11 - (РВ1), (РВ2) или (РВ3). При этом одно из этих реле 11 отсчитав выдержку времени, равной 0,08 с. срабатывает, и замыкая свой первый контакт с выдержкой времени на замыкание (РВ1.1, РВ2.1 или РВ3.1)12 подаёт сигнал на первые выводы обмоток (РП1), (РП2) или (РП3) промежуточного реле 13. Данное реле 13 срабатывая своим контактом на замыкание (РП1.1, РП2.1 или РП3.1)14, а также с помощью (РУ1), (РУ2) или (РУ3) указательного реле 15 подаёт сигнал на первый вывод обмотки отключения выключателя (КО)16 ячейки, второй вывод которой подключен к полюсу «минус» ИП7. Выключатель при этом отключается (рисунок 2). При срабатывании одного из указательных реле 15 выпадает блинкер «Дуговая защита» или «Перегрузка по току».

*Принцип работы МТЗ.* При междуфазных коротких замыканиях (на электроустановках, подключенных к ячейке) изменяются параметры магнитных полей внутри ячейки и индукция токоведущих шин 4, действующая на вторые герконы 17, состоящих из переключающего 18, размыкающего 19 и замыкающего 20 контактов, становится достаточной для их срабатывания (рисунок 1,2). При этом срабатывает замыкающий контакт

20. Переключающий контакт 18 подключен к полюсу «плюс» ИП7. Далее сигнал с контакта 20 с выдержкой времени, равной 0,02 с. (данная выдержка времени является отстройкой от возможных кратковременных помех) идёт на первый вывод обмотки (РВ4), (РВ5) или (РВ6) реле времени 21 (рисунок 1). Реле 21 отсчитав выдержку времени 0,15 с. подают через свой первый контакт с выдержкой времени на замыкание (РВ4.1-РВ6.1)22 сигнал на первый вывод обмоток (РП4), (РП5) или (РП6) промежуточного реле 23, которые с помощью своего первого контакта (РП4.1-РП6.1)24 подключены к первым выводам обмоток (РУ4), (РУ5) и (РУ6) указательного реле 25, которые подключены к первому выводу катушки отключения выключателя (КО)16 (рисунок 2). При срабатывании одного из указательных реле 25 выпадает блинкер «МТЗ».

Регулирование параметров срабатывания (выбор уставок) МТЗ проводят приближая к шине 4 вторых герконов 17, размещенных на планке 26, напротив шины 4, на безопасном от неё расстоянии, согласно ПУЭ, равным 120 мм [15]. Для одной защиты применяют один геркон 17. Движение по горизонтали планки 26 реализуют первыми винтами 27, фиксируемых к ходовым осям 28, вдоль зазоров 29 пластины 30. Движение вверх-вниз планки 26 проводят с помощью вторых винтов 31, ослабляя или затягивая хомуты 32 к ходовым осям 28. Перемещение вторых герконов 17 контролируется по двум шкалам перемещения 33 и 34 (рисунок 1а, б).

Устанавливая устройство МТЗ, рассчитывают необходимое расстояние от шин 4 до герконов 17 и угол, под которым эти герконы должны находиться по отношению к силовым линиям магнитного поля, создаваемого протекающим током в шине 4 и принимают тип герконов 17 с заданной МДС (рисунок1б).

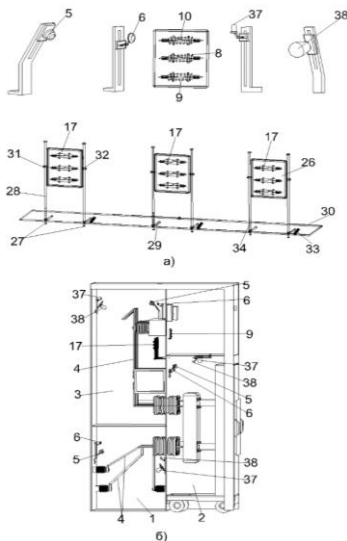


Рисунок 1– Элементы комплекта защиты а); расположение элементов в ячейке КРУ б).

Диагностика исправности элементов многофункционального комплекта релейной защиты. С целью надежного функционирования устройства дуговой защиты и защиты от перегрузки по току осуществляется непрерывный контроль их исправности. Выполняется он с использованием микроконтроллера (МК) 35, двумя входами (полюсами «плюс» и «минус») подключенного к (ИП)7. Микроконтроллер с выдержкой времени, равной 0,06 с. осуществляет подачу сигнала (положительный потенциал), через РП1.2, РП2.2 и РП3.2 контакт 36 первого по третьему промежуточного реле 13 к первым выводам (СВ1-СВ3) 37 и (ФЛ1-ФЛ3) 38. Отрицательный потенциал с микроконтроллера 35 подаётся на вторые выводы светодиодов 37 и филаментных ламп 38 бесперебойно (рисунок 2). Когда срабатывают светодиоды 37 и филаментные лампы 38, установленные в отсеках, то возникает вспышка света и кратковременное повышение температуры, и на эту вспышку света срабатывают фотодиоды 5, а на повышение температуры - терморезисторы 6. После этого сигнал поступает в обмотку управления 8 первых герконов 9. Под действием индукции магнитного поля, создаваемой обмоткой управления 8 срабатывает замыкающий 10 контакт первых герконов

9 (рисунок 1,2). После срабатывают двухконтактные реле времени 11, которые одновременно отсчитав выдержку времени, равную 0,02 с. замыкают свои вторые контакты (PB1.2, PB2.2, PB2.3) 39 и подают сигнал на первые выводы обмоток РУ7–РУ9 указательных реле 40, сигнализирующие о срабатывании цепи контроля исправности, а также выдержку времени равную 0,08 с. замыкая при этом свои первые контакты с выдержкой времени на замыкание 12, подают сигнал на промежуточное реле 13. Однако эти реле 13 не успевают сработать, так как выдержка времени 0,08 с. на замыкание у первых контактов 12 двухконтактных реле времени 11 больше, чем выдержка времени 0,02 с. на замыкание у вторых контактов 39 этих же реле 11.

При контроле исправности состояния устройства МТЗ диагностируемый сигнал (потенциалы «плюс» и «минус») также подается с микроконтроллера 35, с заданной выдержкой времени, равной 0,01 с. на обмотку реле PB7–PB9 времени 41. При этом потенциал «плюс» с ИП7 подается через переключающий 18 и размыкающий 19 контакты вторых герконов 17 на контакты (PB7.1, PB8.1, PB9.1) 42 реле времени 41. Реле 41 отсчитав выдержку времени замыкают свои контакты 42 и отправляют сигнал на первые выводы обмоток РУ10–РУ12 указательного реле 43, дающие понять о срабатывании цепи контроля исправности устройства МТЗ. Через 600 секунд, установленных на микроконтроллере, контроль вновь возобновляется и сигналы проходят по той же последовательности.

Когда какой-либо элемент данного комплекта имеет повреждение, то на герконах проверочный сигнал отсутствует, то есть седьмое по двенадцатое указательные реле не срабатывают. Данный факт обнаруживается обслуживающим персоналом.



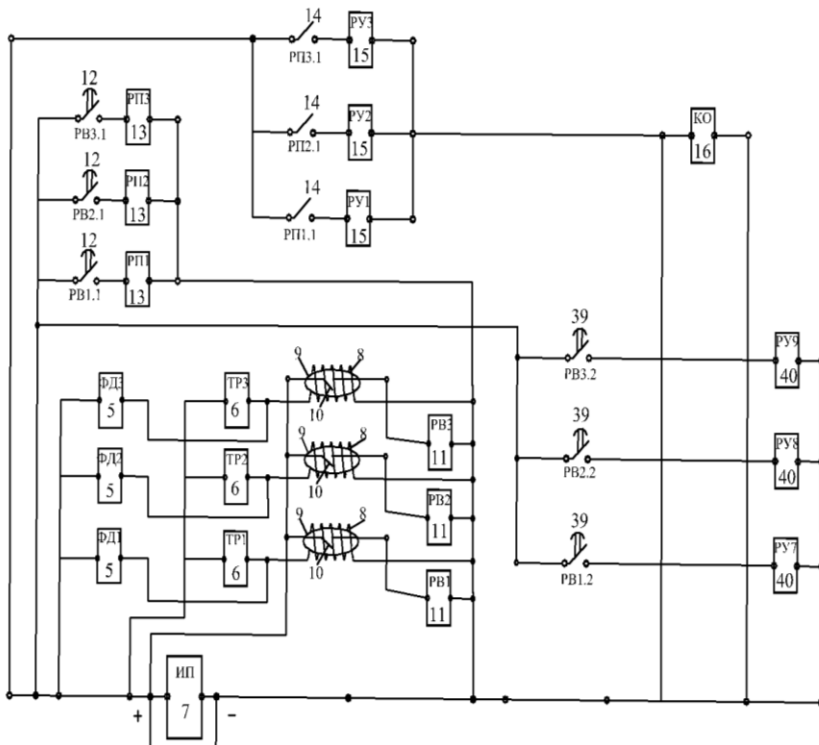
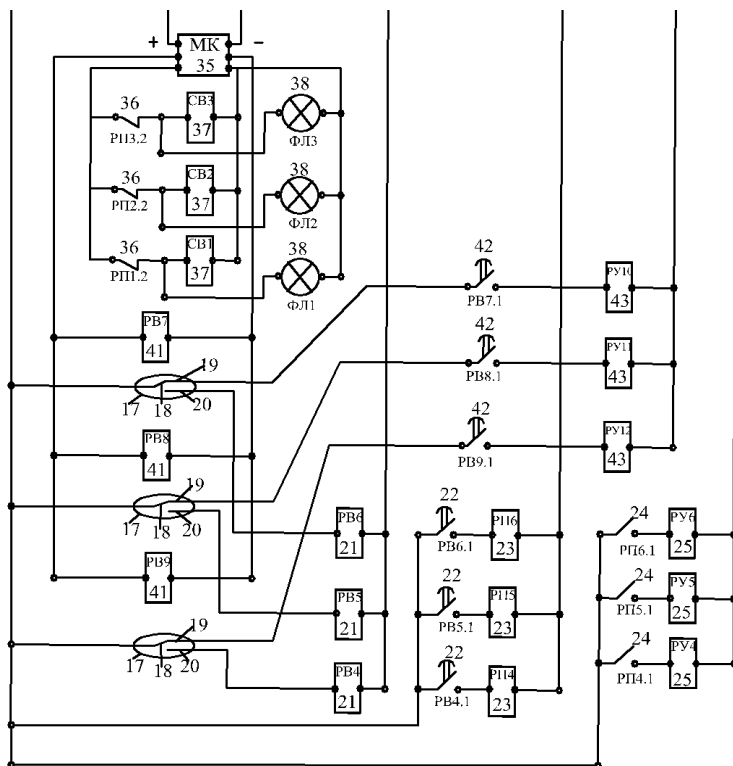


Рисунок 2—Структурная схема многофункционального комплекта релейной защиты



*Продолжение рисунка*

**Информация о финансировании.** Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №. AP14972954)

### **Выводы**

Многофункциональный комплект релейной защиты выполняет одновременно функции трех защит- от дуговых коротких замыканий, от перегрузки по току и от междуфазных коротких замыканий, осуществляя при этом постоянный контроль состояния исправности всех его элементов. Отсутствие использования металлоёмких, дорогих по стоимости и со значительными весогабаритными параметрами трансформаторов тока с металлическими сердечниками соответствует актуальному вопросу-ресурсосбережению, который в электроэнергетике имеет значимые

приоритеты. Все конструктивные элементы данного комплекта выполнены без применения каких либо металлических конструкций, а именно из облегченного и прочного пластика, типа "PLA", распечатанных на 3D принтере. Результатом является то, что всё перечисленное выше вместе позволяет использовать данный ресурсосберегающий многофункциональный комплект для реализации всех представленных защит.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Коллектив авторов ГК «Энергоразвитие». «Современные цифровые решения и забота об окружающей среде», журнал «Электроэнергия. Передача и распределение» № 2 (83), г. Казань, март-апрель 2024. – <https://eepir.ru/article/sovremennye-cifrovye-resheniya-i-nbsp-zabota-ob-nbsp-okruzhajushhej-srede/>

2 Киреева, Э. А., Цырук, С. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. Учебник. Москва. Издательский центр «Академия», 288стр., 2010. – <https://www.elec.ru/files/2019/12/25/kireeva-ea-cyruk-sa-releynaya-zaschita-i-avtomatik.PDF>

3 Трансформаторы измерительные Часть 2 Технические условия на трансформаторы тока. Москва, изд. Стандартинформ. 2018. – [https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/03/21/pnst\\_283-2018.pdf](https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/03/21/pnst_283-2018.pdf)

4 Исмагилов, Ф. Р., Ахматнабиев, Ф. С. Микропроцессорные устройства релейной защиты энергосистем. – Уфа. – УГАТУ. – 2009. – 171 [https://www.elec.ru/files/2019/12/25/ismagilov-fr-ahmatnabiev-fs-mikroprocessornye-ustr\\_N63n.pdf](https://www.elec.ru/files/2019/12/25/ismagilov-fr-ahmatnabiev-fs-mikroprocessornye-ustr_N63n.pdf)

5 Патент № 906 Республики Казахстан, МПК H02H 7/26. Волоконно-оптический датчик открытой электрической дуги дуговой защиты комплектных распределительных устройств / Болотов Ю. А.; Пастухова О. В.; Кульжамбекова С. Д.; Наурузова Г. Х.; опубл. 15.01.2013, бюл. № 1.

6 Кожович, Л. А. Нетрадиционные приборные трансформаторы для улучшения конструкции подстанций. Сессия CIGRE, 2016. <https://www.e-cigre.org/publications/detail/b3-101-2016-non-conventional-instrument-transformers-for-improved-substation-design.html>

7 **Marco Crescentini и др.** Датчики тока на эффекте Холла: принципы работы и методы реализации IEEE Сенсоры. JOURNAL, – 2022. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9568879>

8 **Марков, В. Ф., Мухамедзянов, Х. Н., Маскаева, Л. Н.** Материалы современной электроники. Екатеринбург, Издательство Уральского университета, 2014 – 272 – [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6\\_2014.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf)

9 **Карабанов, С. М., Майзельс, Р. М., Шоффа, В. Н.** Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект». –2011. – 408

10 Принципиальные электрические схемы дуговой защиты РУ 6–20 кВ, выполненные с применением комплекса «ДУГА-МТ». Техническая информация ТИ-042.4-2021. КРУ 6-20 кВ, схема с двумя секциями шин, один ввод на секцию. 2021. – [https://www.mtrele.ru/files/project/albom\\_shem\\_dugovoi\\_zach\\_ru\\_6-20\\_kv\\_s\\_primeneniem\\_duga-mt\\_4.pdf](https://www.mtrele.ru/files/project/albom_shem_dugovoi_zach_ru_6-20_kv_s_primeneniem_duga-mt_4.pdf)

11 **Regelii Suassuna de Andrade Ferreira, Jalberth Fernandes de Araujo, Filipe L. M. Andrade, Edson G. Costa, Francisco C. F., Guerra.** Влияние электромагнитных сил в зазорах защитного КТ. ИЕТ Наука, Измерения и технологии, выпуск 12, номер 7. – 2018. –872. – [10.1049/iet-smt.2017.042](https://doi.org/10.1049/iet-smt.2017.042)

12 **Ильюшин Ю., Мартирисян А.** Разработка системы мониторинга состояния электромагнитного поля электролизера содерберга. – Наука, № 14. 3501 – 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52002-w>

12 **Исабеков, Д. Д.** Ресурсосберегающие защиты силовых трансформаторов от внутренних повреждений. E3S Web of Conferences 434, 01041, ICESAE, P 35–39, 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401041>

13 **Исабеков, Д. Д., Исенов, С. С.** Альтернативные ресурсосберегающие токовые защиты электродвигателей. Труды – 2024 Международная Российская конференция «SmartIndustryCon» 2024. P. 19-24, 2024. – [10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515681](https://doi.org/10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515681)

14 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан. Правила устройства электроустановок Республики Казахстан: утв. 20 марта 2015 года, №230 // [adilet.zan.kz](https://adilet.zan.kz). – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>

## REFERENCES

1 Kollektiv avtorov GK «Energorazvitiye». «Sovremennie cifrovie resheniya i zabota ob okrujayuschei srede», jurnal «Elektroenergiya. Peredacha i raspredelenie», [Modern digital solutions and care for the environment]. [Text], № 2, (83), g. Kazan, mart–aprel 2024. – <https://eepir.ru/article/sovremennye-cifrovye-resheniya-i-nbsp-zabota-ob-nbsp-okruzhajushhej-srede/>

2 **Kireeva, E. A., Ciruk, S. A.** Releynaya zaschita i avtomatika elektroenergeticheskikh sistem. [Relay protection and automation of electric power systems], [Text]. Uchebnik. Moskva. Izdatelskii centr «Akademiya», 288 p, 2010. <https://www.elec.ru/files/2019/12/25/kireeva-ea-cyruk-sa-relevnaya-zaschita-i-avtomatik.PDF>

3 Transformatory izmeritelnye Chast 2 Tehnicheskie usloviya na transformatory toka. [Measuring transformers Part 2 Specifications for current transformers]. [Text] – Moskva, izd. Standartinform. 2018. [https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/03/21/pnst\\_283-2018.pdf](https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/03/21/pnst_283-2018.pdf)

3 **Ismagilov, F. R., Ahmatnabiev, F. S.** Mikroprocessornie ustroystva releinoi zaschiti energosistem. [Microprocessor devices of power system relay protection.]. [Text] – Ufa, UGATU, 171 P. – 2009. [https://www.elec.ru/files/2019/12/25/ismagilov-fr-ahmatnabiev-fs-mikroprocessornye-ustr\\_N63n.pdf](https://www.elec.ru/files/2019/12/25/ismagilov-fr-ahmatnabiev-fs-mikroprocessornye-ustr_N63n.pdf)

4 Patent № 906 Respubliki Kazaxstan, MPK H02H 7/26. Volokonno-opticheskij datchik otkrytoj e`lektricheskoy dugi dugovoj zashhity` komplektny`x raspredelitelny`x ustrojstv / Bolotov Yu. A.; Pastuxova O. V.; Kul`zhambekova S. D.; Nauruzova G. X.; opubl. 15.01.2013, byul. № 1.

5 **Kozhovich, L. A.** Netradicionnie pribornie transformatori dlya uluchsheniya konstrukcii podstancii. [Non-traditional instrument transformers to improve substation design. CIGRE Session], [Text]. – Sessiya CIGRE 2016. <https://www.e-cigre.org/publications/detail/b3-101-2016-non-conventional-instrument-transformers-for-improved-substation-design.html>

6 **Marco Crescentini i dr.** Datchiki toka na effekte Holla\_ principi raboti i metodi realizacii. [Hall-effect current sensors: principles of operation and methods of realization], [Text]. IEEE Sensori. JOURNAL\_ 2022. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9568879>

7 **Markov, V. F., Muhamedzyanov, H. N., Maskaeva, L. N.** Materiali sovremennoi elektroniki [Materials of modern electronics] [Text]. Ekaterinburg, Izdatelstvo Uralskogo universiteta, 272 P. 2014.  
[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6\\_2014.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf)

8 **Karabanov, S. M., Majzel's, R. M., Shoffa, V. N.** Magnitopravlyaemye kontakty` (gerkony`) i izdeliya na ix osnove [Magnetically actuated contacts (reed contacts) and products based on them] [Text]–Dolgoprudny`j: Izdatel'skiy Dom Intellect, 2011. – 408 p.

9 Principialnye elektricheskie shemy dugovoj zashity RU 6–20 kV, vypolnennye s primeneniem kompleksa «DUGA-MT». Tehnicheskaya informaciya TI-042.4-2021. KRU 6-20 kV, shema s dvumya sekciyami shin, odin vvod na sekciyu. [Principal electric schemes of arc protection of 6-20 kV switchgears made with application of «DUGA-MT» complex. Technical information TI-042.4-2021. 6-20 kV switchgear, scheme with two busbar sections, one input per section], [Text]– 2021.  
[https://www.mtrele.ru/files/project/albom\\_shem\\_dugovoi\\_zach\\_ru\\_6-20\\_kv\\_s\\_primeneniem\\_duga-mt\\_4.pdf](https://www.mtrele.ru/files/project/albom_shem_dugovoi_zach_ru_6-20_kv_s_primeneniem_duga-mt_4.pdf)

10 **Regelii Suassuna de Andrade Ferreira, Jalberth Fernandes de Araujo, Filipe L. M. Andrade, Edson G. Costa, Francisco C. F., Guerra.** Vliyanie elektromagnitnih sil v zazorah zaschitnogo KT [Influence of electromagnetic forces in the gaps of a protective CT], [Text]– IET Nauka, Izmereniya i tehnologii, vipusk 12, nomer 7. P. 872 – 877, 2018. DOI: [10.1049/iet-smt.2017.042](https://doi.org/10.1049/iet-smt.2017.042)

11 **Pyushin Yu., Martirosyan A.** Razrabotka sistemy monitoringa sostoyaniya elektromagnitnogo polya elektrolizera soderberga. [Development of a system for monitoring the state of the electromagnetic field of the soderberg electrolyzer], [Text] – Nauka–2024. № 14. 3501.

12 **Issabekov, D. D.** Resursoberegayushhie zashhity` silovy`x transformatorov ot vnutrennix povrezhdenij [Resource-saving protection of power transformers against internal damage] [Text]. E3S Web of Conferences 434. 01041, ICECAE, P. 35–39. 2023.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401041>

13 **Issabekov, D. D., Issenov, S. S.** Al'ternativny`e resursoberegayushhie tokovy`e zashhity` e`lektrodvigatelej [Alternative resource-saving current protections for electric motors] [Text]. Trudy` – 2024 Mezhdunarodnaya

Rossijskaya konferenciya «SmartIndustryCon» 2024, P. 19–24. 2024.  
10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515681

14 Prikaz Ministra e`nergetiki Respubliki Kazaxstan. Pravila ustrojstva e`lektroustanovok Respubliki Kazaxstan [Order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan. Rules for the device of electrical installations of the Republic of Kazakhstan] [Text]: utv. 20 marta 2015, №230 // adilet.zan.kz. – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>

Поступило в редакцию 13.07.24

Поступило с исправлениями 02.09.24

Принято в печать 05.09.24

Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, Н. Ш. Жуматаев<sup>2</sup>, Д. С. Нарынбаев<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

<sup>3</sup>KAZENERGY Қауымдастығы, Қазақстан Республикасы, Астана қ.<sup>3</sup>

13.07.24 ж. баспаға түсті.

02.09.24 ж. түзетулерімен түсті.

05.09.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

## РЕЛЕЛІК ҚОРҒАУДЫҢ КӨП ФУНКЦИОНАЛДЫ КОМПЛЕКТІ

*Мақалада авторлар ресурстарды үнемдейтін, сондай-ақ оның элементтерінің жұмысқа жарамдылығын үнемі қадағалайтын көп функционалды релелік қорғаныс жиынтығының орналасуы мен жұмыс істеу принципін ұсынады. Бұл жинақтың мақсаты 6 кВ және одан жоғары комплектық тарату құрылғыларының (КТҚ) ұяшықтарының бөлімдерін қорғау болып табылады. электр доғасының пайда болуына әкелетін ішкі зақымданудан, сондай-ақ сыртқы қысқа тұйықталудан - оған қосылған электр қондырғыларында, сондай-ақ артық ток қорғанысы бар. Жоғарыда айтылғандардың барлығы бірге релелік қорғанысқа жаңа тәсілді ұсынады деп сеніммен айта аламыз. Жинақтың әмбебаптығы ол жоғарыда аталған қорғаныстардан тұрады және олардың әрекеті фотодиодтар, термисторлар және әртүрлі жарықтандыру мен температураның өзгеруіне жауап беретін бірінші тісті*

*қосқыштар негізінде доғалық қысқа тұйықталудан және асқын токтан жоғары жылдамдықты қорғауды жүзеге асыру болып табылады. ұяшықтардың бөлімдері, сондай-ақ екінші тісті қосқыштар арқылы жүзеге асырылатын максималды ток қорғанысы (МТК) – ұяшық тогының фазалық токтарымен жасалған магнит өрістерінің параметрлерінің өзгеруіне жауап беретін сыртқы фазалық қысқа тұйықталулардан. ииналарды тасымалдау. Ұсынылған қорғаныстарды пайдалану ұяшықтың өзінің де, оған қосылған электр қондырғыларының да релелік қорғанысының сенімділігін арттырады. Ұсынылған көп функциялы релелік қорғаныс жинағы ұяшықтардың барлық серияларында, ішкі және сыртқы қондырғыларда қолданылады.*

*Кілтті сөздер: геркон, қорғаныс, термистор, фотодиод, жарықдиод, реле.*

*D. D. Issabekov<sup>1</sup>, N. Sh. Zhumataev<sup>2</sup>, D. S. Narynbayev<sup>3</sup>*

*<sup>1,2</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, c. Pavlodar*

*<sup>3</sup>KAZENERGY Association, Republic of Kazakhstan, c. Astana<sup>3</sup>*

*Received 13.07.24*

*Received in revised form 04.08.24*

*Accepted for publication 05.09.24*

## **MULTIFUNCTIONAL RELAY PROTECTION SET**

*In the article the authors propose the principle of layout and operation of a multifunctional relay protection kit, which is resource-saving, as well as constantly monitoring the serviceability of its elements. The purpose of this set is to protect the compartments of the cells of complete switchgear (switchgear), 6 and above kV. from internal faults leading to arcing, as well as from external short circuits - on electrical installations connected to it, possessing also protection against overcurrent. It is safe to say that all of the above presented in combination offers a new approach to relay protection. The versatility of the set is that it consists of the above-mentioned protections, and their action consists*



*in realization of fast-acting protections against arc short circuits and overcurrent on the basis of photodiodes, thermistors and the first reed switches, reacting to changes in illumination and temperature inside different compartments of the cell, as well as maximum current protection (MCP), realized with the help of the second reed switches, against external inter-phase short circuits, reacting to changes in the parameters of magnetic fields created by phase currents of current-carrying busbars of the cell. The use of the presented protections increases the reliability of relay protection of both the cell itself and the electrical installations connected to it. The presented multifunctional relay protection set is applicable in all series of cells, indoor and outdoor installations.*

*Keywords: reed switch, protection, thermistor, photodiode, LED, relay.*

Теруге 10.09.2024 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректорлар: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Тапсырыс №4277

Сдано в набор 10.09.2024 г. Подписано в печать 30.09.2024 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректоры: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Заказ № 4277

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайгыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайгыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)