

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

№ 1 (2026)

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/BGQF1934>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындык 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>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошекков 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>
Шерьязов С. К.	<i>т.ғ.д., профессор (Российская Федерация)</i>
Искакова З. С.	<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

<https://doi.org/10.48081/BGQF1952>

***Д. Д. Исабеков**

Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

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

*e-mail: Dauren_pvl2012@mail.ru

ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ АЛЬТЕРНАТИВТІК ҚОРҒАНЫСЫ

Қымбат және металл көп қажет ететін ток трансформаторларын қолданудан бас тарту мәселесі CIGRE халықаралық комитеті тарапынан электрэнергетика саласы үшін стратегиялық міндет ретінде танылды. Алайда, дәстүрлі қорғаныс құралдарының барлығы дерлік ток трансформаторларынан ақпарат алады. Бұл ток трансформаторлары көп мөлшерде металды қажет етеді, ауыр және көлемді, жоғары бағамен өтпелі режимдерде айтарлықтай қателіктерге ие. Бұл мәселе микропроцессорлық қорғаныс жүйелерінің кең таралуымен күрделене түседі, бұл тәжірибе белгілі бір жағдайларда жеткілікті сенімділікке ие емес екенін көрсетті. Осыған байланысты дәстүрлі ток өлшеу трансформаторларын және осы трансформаторлардан қуат алатын байланысты қорғаныс жүйелерін пайдаланудан бас тартудың шұғыл қажеттілігі бар. Бұл мақалада ток трансформаторларын қолданбайтын терморезисторларға негізделген альтернативтік қорғаныс құрылғысын қарастыру ұсынылады. Бұл қорғаныс құрылғылары комплектік тарту құрылғысының (КТҚ) ұяшыққа қосылған электр қондырғылары үшін дәстүрлі ток қорғаныс құрылғыларына альтернативтік ретінде қолданылуы мүмкін. Ұсынылған қорғаныс құрылғысы әзірленген жаңа әдіс бойынша жасалған. Жұмыс нәтижелері ірі және шағын өнеркәсіптік кәсіпорындарда, электрстанцияларында және қосалқы станцияларда қолданылуы мүмкін, сондай-ақ ғылыми қауымдастық үшін қызығушылық тудырады, себебі олар электрэнергетикасындағы материалдарды, соның ішінде релелік қорғаныстағы материалдарды

үнемдеу мәселесін шешуге көмектеседі. Бұл жұмыстың мақсаты – комплектік құрылғыларының ұяшықта қосылған электр қондырғыларына арналған ток қорғанысын құру әдісін әзірлеу және ток трансформаторлары мен металл өзектері бар ток релелері бар дәстүрлі ток қорғаныстарына альтернативтік бола алатын қорғаныс құрылғысын жасау, бұл ретте қолданылатын материалдарды айтарлықтай үнемдеу.

Кілтті сөздер: терморезистор, қорғаныс, құрылғы, температура, шина, ресурстарды үнемдеу, ұяшық.

Кіріспе

Халықаралық үлкен электр жүйелері кеңесі (CIGRE) қымбат және металл көп қажет ететін ток трансформаторларынан бас тарту мәселесін, электр энергетика саласы үшін стратегиялық маңызды мәселе ретінде жариялады [1;2]. Іс жүзінде барлық дәстүрлі ток қорғаныс құрылғылары ток трансформаторларынан ақпарат алады. Сондықтан ауыр, үлкен және қымбат өлшеу ток трансформаторларына және оларға негізделген қорғаныс құрылғыларына альтернативаны табу қажет [3;4;5]. Металл өзектері бар, металл көп қажет ететін ток трансформаторларысыз қысқа тұйықталудан қорғайтын релелік құрылғыларды жасау жұмыстары өткен ғасырдың екінші жартысында басталған және бүгінгі күнге дейін өзекті болып қалуда [6;7;8]. Қазіргі уақытта микропроцессорлық релелік қорғаныс құрылғылары кеңінен қолданылады. Алайда, олар электромеханикалық немесе жартылай өткізгішті қорғаныс құрылғыларынан ондаған және жүздеген есе қымбат, ал интернет арқылы кибершабуылдарға осал болғандықтан, олардың сенімділігі жоғары емес. Сенімділікті арттыру үшін ток трансформаторларына және олар ақпарат алатын ток қорғаныс құрылғыларына альтернативаны табу қажет [9;10;11]. Өлшеу ток трансформаторларысыз релелік қорғаныс құрылғыларын жобалаудың перспективалы әдістерінің бірі – басқа элементтерді, мысалы, басқа магниттік сезімтал элементтермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар терморезисторды қолдану болып табылады [12;13].

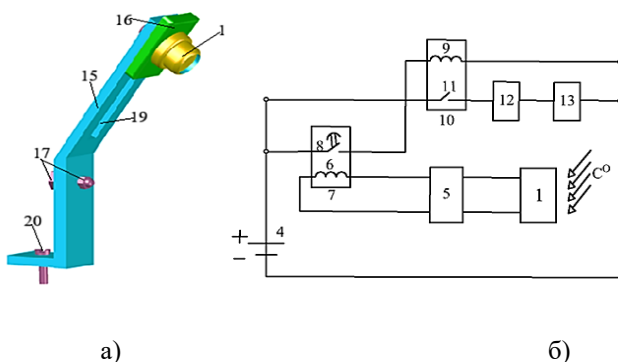
Материалдар мен әдістері

Кез келген ток қорғаныс, қорғалатын электр қондырғысының тогы белгіленген жұмыс тогынан асып кеткенде іске қосылады және электр қондырғыларындағы сыртқы немесе ішкі ақауларға әсер етеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде, мұндай ақауларды анықтаудың альтернативтік тәсілі дәстүрлі ток трансформаторларының орнына басқа элементтік базаны қолдану болып табылады. Осыған байланысты, жоғары вольтты электр қондырғылары үшін альтернативтік қорғаныс құрылғыларын енгізу

мүмкіндігін қарастыру қажет. Мұндай қорғаныстарда терморезистор сияқты элемент ток датчигі ретінде де, қорғаныс өлшеу құрылғысы ретінде де бір мезгілде әрекет етеді, электр қондырғысы жұмыс істеп тұрған кезде тоқты өткізетін шиналар шығаратын температураға әсер етеді. Бұл температураны қабылдау үшін мұндай элементтер тоқты өткізетін шиналарға жақын, ең аз рұқсат етілген қашықтықты сақтай отырып орнатылады [13].

Нәтижелер және талқылау

Ток қорғанысың негізгі элемент – терморезистор 1, кабельдік отсекте 2, комплектті тарату құрылғысының (КТҚ) 3 ұяшықтың ішінде орналасқан. Оның бірінші шығысы тұрақты оперативті ток 4 көзіне қосылған, ал екінші шығысы сигналды күшейткіштің 5 кірісіне қосылған (1,2 суреттер). Осы 5 күшейткіштің шығысына, орамасының 6 уақыт релесінің 7 бірінші шығысы қосылған, ал осы 7 реленің 6 орамасының екінші шығысы тұрақты ток көзінің 4 «минус» полюсіне қосылған. Тұрақты ток көзінің 4 «плюс» полюсіне қосылған 7 уақыт релесінің уақытты кешіктіріп тұйықталуға арналған 8 контактына 9 орамасының аралық реленің 10 бірінші шығысы қосылған. 10 реленің 9 орамасының екінші шығысы тұрақты оперативті ток көзінің 4 «минус» полюсіне қосылған. Тұрақты оперативті ток көзінің 4 «плюс» полюсіне қосылған 10 аралық реленің тұйықталуға арналған 11 контактына 12 көрсеткіш реленің кірісі қосылған, ал 12 реленің шығысына 13 ажырату катушқасының электр қондырғысының 14 ажыратқышының кірісі қосылған (16 сурет).

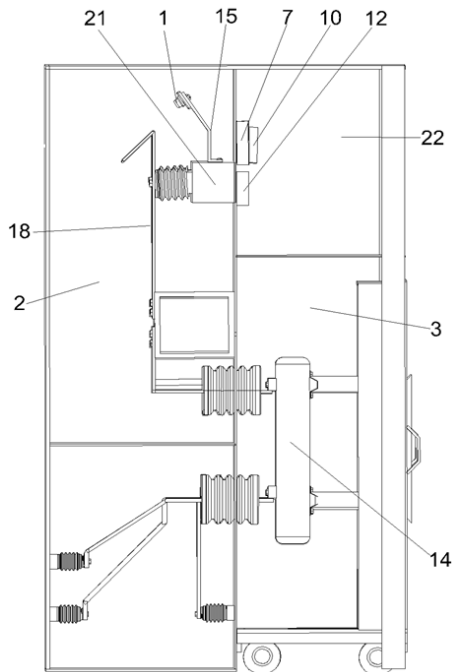


1-сурет – Альтернативтік қорғанысың құрылғысы:
а) терморезистор; б) құрылғының структурлық схемасы

Терморезистор 1, 15 планкаға 16 пластина көмегімен 17 болт-гайкалы қосылысымен 18-ток өткізгіш шинаға қарама-қарсы, 19-тесіктер бойымен

жылжу мүмкіндігімен бекітілген (1а, сурет). 15 планка 2 кабельдік отсекте 3 ұяшықта, 20-винттері мен 21-металл шығырына бекітіледі. 10-аралық және 7-уақыт реленің 6 және 9 орамдарының екінші ұштары 4-тұрақты оперативті ток көзінің «минус» полюсіне қосылған. 7-уақыт релесі, 10-аралық және 12-көрсеткіш релелер 3- ұяшықтың 22-релелік шкафта орналастырылған (2 сурет).

Құрылғы КТҚ 3 ұяшыққа қосылған электр қондырғыларының қысқа тұйықталудан қорғауын қамтамасыз етеді [12]. Қалыпты жұмыс режимінде, ұяшықтың 2 кабельдік бөлімінің 18 токты өткізетін шиналары арқылы қалыпты жұмыс мәнінен аспайтын ток ағады, сәйкесінше рұқсат етілген температурадан аспайды және терморезисторға 1 әсер ететін температура оның іске қосылуына жеткіліксіз болады, сондықтан ток қорғанысы іске қосылмайды (1а, 2 сурет).



2-сурет – КТҚ ұяшығының ішіндегі альтернативтік қорғаныс құрылғысының орналасуы

Қысқа тұйықталу пайда болған кезде, 2 кабельдік отсекте 18 ток өткізетін шиналардың температурасы өзгереді, рұқсат етілген мәннен жоғары көтеріледі және осы температураның өзгеруіне терморезистор 1 (16 сурет) әсер етеді. Ток өткізетін шиналардың 18 жоғары температурасының 1 терморезисторге әсері жебелермен көрсетілген. Содан кейін 1 терморезистордан сигнал 5 сигналды күшейткіштің кірісіне келіп түседі, ал одан күшейтілген сигнал 7 уақыт релесінің 6 орамасының бірінші шығысына беріледі. 7 Уақыт релесі 0,02 секундқа тең уақытты есептеп, уақытты бар 8 контактысын тұйықтай отырып, 10 аралық реленің 9 орамасының бірінші шығысына сигнал береді. Реле 10 қосылады және оның 11 тұйықтау контактысы арқылы, 12 көрсеткіш реленің көмегімен 14 ажыратқыштың 13 ажырату орамасының катушкасына сигнал береді. Осыдан кейін қорғалатын электр қондырғысы ажыратылады.

Қорытынды

Металл өзектері бар дәстүрлі ток трансформаторлары мен релелерді қолданбау, олардың жоғары құны мен салмақ-өлшемі параметрлері бар, бұл энергетика саласының өзекті мәселесіне – қолданылатын материалдарды үнемдеуге жауап береді, ал интернет қосылымына (Ethernet және Wi-Fi байланыс арналары) байланбау релелік қорғаудағы киберқауіпсіздік мәселесіне жауап береді, мысалы, кибершабуылдарға төзімділік, осылайша релелік қорғаудың осалдығын азайтады және ұсынылған құрылғыны сыртқы және ішкі қондырғылардың комплектілік тарату құрылғысының ұяшыққа, қосылған электр қондырғыларын ток қорғауды жүзеге асыру үшін қолдануға мүмкіндік береді. Комплекттік тарату құрылғысына қосылған электр қондырғыларына арналған қорғаныс құрылғыларын құру бойынша ұсыныстар келесідей болады. Ұяшықтар ішіндегі релелік қорғаныс элементтерін орнату орындары ток өткізгіш шиналардың температурасының максималды мәндері негізінде таңдалады. Зерттеулер дәстүрлі ток қорғау құрылғыларына альтернативтік бола алатын әртүрлі компоненттік негізінде қорғаныстың құру мүмкіндігін көрсетті.

Пайдаланылған деректер тізімі

- 1 **Дьяков, А. Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по матер. 39-й сессии СИГРЭ, Париж) // Энергетика за рубежом. – 2004. – № 4. – С. 7–16.
- 2 **Казанский, В. Е.** Трансформаторы тока в схемах релейной защиты. – М. : Энергия, 1969. – 184 с.

3 Свердловский завод трансформаторов тока [Электронный ресурс]. – https://www.cztz.ru/catalog/transformatory-toka/transformatory-toka_naruzhnoy-ustanovki/opornye1/10-kv-1/tol10iii/

4 **Андреев, В. А.** Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов. – Изд. 4-е, перер. и доп. – М. : Высшая школа, 2006. – 639 с.

5 **Шнеерсон, Э. М.** Цифровая релейная защита. – М. : Энергоатомиздат, 2007. – 549 с. [Электронный ресурс]. – https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya_literatura/cifrovaya-relejnaya-zashita/

6 **Егиазарян, Г. А., Стафеев, В. И.** Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение. – М. : Радио и связь, 1987. – 88 с. [Электронный ресурс]. – https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_95d9b22e8ac5758361f9267d3_9c39f9d/

7 **Кобус, А., Тушинский, Я.** Датчики Холла и магниторезисторы / пер. с польск. В. И. Тихонова, К. Б. Макидонский; под ред. О. К. Хомерики. – М. : «Энергия», 1971. – 352 с.

8 **Gurevich, V. I.** Device of Protection of Relay Protection: Scientific Journal of «Electrical Engineering». – Vol. 3. – Iss. 3. – P. 52–57. – June 2013. [Электронный ресурс]. – https://gurevich-publications.com/articles_pdf/device_protection_rel_prot_engl.pdf

9 **Kozhovich, L. A.** Non-conventional instrument transformers for improved substation design CIGRE Session, 2016. [Электронный ресурс]. – <https://www.e-cigre.org/publications/detail/b3-101-2016-non-conventional-instrument-transformers-for-improved-substation-design.html>

10 **Crescentini, M. S., Syeda, F. and Gibiino, G. P.** Hall-effect current sensors: Principles of operation and implementation techniques. IEEE Sensors Journal. – Vol. 22. – № 11. – P. 10137–10151. – 1 June1, 2022. – <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3119766>

11 **Issabekov, D. D.** Resource-saving protections of power transformers against internal faults, E3S Web of Conferences 434, 01041 ICECAE 2023. – P. 35–39. – 2023. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401041>

12 Устройство комплектное распределительное напряжением 6÷10 кВ. КРУ К-63. Техническая информация / ООО Сибирский завод «Электрощит». – Новосибирск, 2015. – 20 с. [Электронный ресурс]. – https://sibelz.ru/wp-content/uploads/2019/03/KRU_K-63_tehnicheskaya-informatsiya.pdf

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

References

- 1 **D'yakov, A. F.** Elektroenergetika mira v nachale XXI stoletiya (po mater. 39-j sessii SIGRE, Parizh) [The global electric power industry at the beginning of the 21st century] [Text] // Energetika za rubezhom. – 2004. – №4. – P. 7–16.
- 2 **Kazanskij, V. E.** Transformatory toka v skhemah relejnoj zashchity. [Current transformers in relay protection circuits], [Text] – Moscow : Energiya, 1969. –184 p.
- 3 Sverdlovsk Current Transformer Plant. [Sverdlovsk Current Transformer Plant] [Text]. [Electronic resource]. – https://www.cztz.ru/catalog/transformatory-toka/transformatory-toka_naruzhnoy-ustanovki/opornye1/10-kv-1/tol10iii/
- 4 **Andreev, V. A.** Relejnaya zashchita i avtomatika sistem elektrosnabzheniya: uchebnik dlya vuzov. [Relay protection and automation of power supply systems], [Text] – Izd. 4-e, perer. i dop. – Moscow : Vysshaya shkola, 2006. – 639 p.
- 5 **Egiazaryan, G. A., Stafeev, V. I.** Magnitodiody, magnitotranzistory i ih primenenie. [Magnetodiodes, magnetotransistors and their application], [Text] – Moskva: Radio i svyaz', 1987. – 88 p. [Electronic resource]. – https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_95d9b22e8ac5758361f9267d3_9c39f9d/
- 6 **Kobus, A., Tushinskij, Ya.** Datchiki Holla i magnitorezistory / per. s pol'sk. V.I. Tihonova, K.B. Makidonskij; pod red. O.K. Homeriki. [Hall sensors and magnetoresistors], [Text]–Moscow : «Energiya», 1971. – 352 p.
- 7 **Shneerson, E. M.** Cifrovaya relejnaya zashchita [Digital Relay Protection], [Text]. – Moscow : Energoatomizdat, 2007. – 549 p. [Electronic resource]. – <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/cifrovaya-relejnaya-zashita/>
- 8 **Gurevich, V. I.** Device of Protection of Relay Protection: Scientific Journal of «Electrical Engineering». – Vol. 3. – Iss. 3. – P. 52-57. – June, 2013. [Electronic resource]. – https://gurevich-publications.com/articles_pdf/device_protection_rel_prot_engl.pdf
- 9 **Kozhovich, L. A.** Non-conventional instrument transformers for improved substation design CIGRE Session, 2016. [Electronic resource]. – <https://www.e-cigre.org/publications/detail/b3-101-2016-non-conventional-instrument-transformers-for-improved-substation-design.html>
- 10 **Crescentini, M. S., Syeda, F. and Gibiino, G. P.** Hall-effect current sensors: Principles of operation and implementation techniques // IEEE Sensors Journal. – Vol. 22. – № 11. – P. 10137–10151. – 1 June, 2022. – <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3119766>
- 11 **Issabekov, D. D.** Resource-saving protections of power transformers against internal faults, E3S Web of Conferences 434, 01041 ICECAE 2023. – P. 35–39. – 2023. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401041>

12 Ustroistvo komplektnoe raspredelitelnoe naprăjeniem 6÷10 kV. KRU K-63. [Complete distribution device with voltage 6–10 kV. KRU K-63] [Text]. – Novosibirsk: Tehnicheskaja informasia / OOO Sibirski zavod «Elektroşit», 2015. – 20 p. [Electronic resource]. – https://sibelz.ru/wp-content/uploads/2019/03/KRU_K-63_tehnicheskaya-informatsiya.pdf

13 Order Prikaz Ministra jenergetiki Respubliki Kazahstan. Pravila ustrojstva jelektroustanovok Respubliki Kazahstan [Rules for Electrical Installations of the Republic of Kazakhstan] [Text]: utv. 20 marta 2015 goda, №230. [Electronic resource]. – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>

10.12.25 ж. баспаға түсті.

29.01.26 ж. түзетулерімен түсті.

27.02.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

**Д. Д. Исабеков*

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 10.12.25.

Поступило с исправлениями 29.01.26.

Принято в печать 27.02.26.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Проблема отказа от использования дорогостоящих и металлоемких трансформаторов тока была признана международным комитетом CIGRE стратегической задачей для электроэнергетической отрасли. Однако практически все традиционные средства защиты получают информацию от трансформаторов тока. Эти трансформаторы тока требуют большого количества металла, являются тяжелыми и громоздкими, имеют значительные погрешности в переходных режимах с высокой ценовой стоимостью. Эта проблема усугубляется все более широким распространением микропроцессорных систем защиты, которые, как показала практика, не обладают достаточной надежностью в определенных условиях. В связи с этим существует острая необходимость в отказе от использования традиционных измерительных трансформаторов тока и связанных с ними систем защит, которые питаются от этих трансформаторов. В данной статье предлагаются к рассмотрению альтернативное устройство защиты на основе термисторов, не использующие трансформаторы

тока. Эти устройства защиты могут быть использованы в качестве альтернативы традиционным устройствам защиты тока для электроустановок, подключенных к ячейке комплектного распределительного устройства (КРУ). Представленное устройство защиты изготовлено по разработанному новому методу. Результаты работы могут быть использованы на крупных и малых промышленных предприятиях, электростанциях и подстанциях, а также представляют интерес для научного сообщества, поскольку помогают решить актуальную для электроэнергетики проблему экономии используемых материалов, в том числе в релейной защите. Цель данной работы – разработать метод построения токовой защиты для электрических установок 10 кВ, подключенных к ячейкам распределительных устройств и создать устройство защиты, которые могут служить альтернативой традиционным токовым защитам с трансформаторами тока и токовыми реле с металлическими сердечниками, при этом значительно экономя используемые материалы.

Ключевые слова: терморезистор, защита, устройство, температура, шина, ресурсосбережение, ячейка.

**D. D. Issabekov*

*Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.*

Received 10.12.25.

Received in revised form 29.01.26.

Accepted for publication 27.02.26.

ALTERNATIVE PROTECTION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

The problem of abandoning the use of expensive and metal-intensive current transformers has been recognised by the international CIGRE committee as a strategic task for the electric power industry. However, virtually all traditional protection devices receive information from current transformers. These current transformers require a large amount of metal, are heavy and bulky, and have significant errors in transient modes with high cost. This problem is compounded by the increasing proliferation of microprocessor protection systems, which, as practice has shown, do not have sufficient reliability in certain conditions. In this regard, there

is an urgent need to abandon the use of traditional current measuring transformers and related protection systems that are powered by these transformers. This article proposes an alternative protection device based on thermistors that does not use current transformers. These protection devices can be used as an alternative to traditional current protection devices for electrical installations connected to a switchgear cell. The presented protection device is manufactured using a newly developed method. The results of the work can be used in large and small industrial enterprises, power plants and substations, and are also of interest to the scientific community, as they help to solve the problem of saving materials used in the electric power industry, including in relay protection. The aim of this work is to develop a method for constructing current protection for 10 kV electrical installations connected to switchgear cells and to create a protection device that can serve as an alternative to traditional current protection with current transformers and current relays with metal cores, while significantly saving on the materials used.

Keywords: thermistor, protection, device, temperature, bus, resource saving, cell.

Теруге 13.03.2026 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

28.54 Мб RAM

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

Компьютерде беттеген: З. Ж. Шокубаева

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4523

Сдано в набор 13.03.2026 г. Подписано в печать 31.03.2023 г.

Электронное издание

28.54 Мб RAM

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

Компьютерная верстка: З. Ж. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4523

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

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

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

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

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz