

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

---

# ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



# ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 1811-1858

№ 4 (2019)

---

Павлодар

<b>Демин В. Ф., Шонтаев Д. С., Демина Т. В., Балгабеков Т. К., Унайбаев Б. Б., Шонтаев А. Д., Сайдалин Е. Н., Ким Е. Е.</b>	139
Қазбалар айналасындағы жыныстардың кернеулі-деформацияланған жай- күйі	
<b>Дробинский А. В., Исупова Н. А., Саринова А. Ж.</b>	147
Жел энергиясын тиімді пайдаланумен жел энергетикалық қондырғы	
<b>Дюсенов К. М., Шапкенов Б. К., Кайдар М. Б., Кайдар А. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Говорун В. Ф., Бексултанов А. Д.</b>	156
Қазақстанның климаттық жағдайлары үшін инверторлы кондиционерлерді қолданудың үнемділігі	
<b>Жунусов А. К., Быков П. О., Рысбаев Т., Касимгазиев А. Д., Тоқтар Д.</b>	167
«Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында қаттылығы V топтағы болат ұнтақтау шарлары өндірісінің энергия үнемдеу технологиясын өзірлеу	
<b>Зигангирова Е. В., Кибартене Ю. В., Кибартас В. В., Кислов А. П., Мельников В. Ю., Мухамедов Б. А., Умурзакова А. Д.</b>	173
ЖЭК-компоненттермен және технологиялармен энергия тиімді жүйелердің жұмыс істеуін ұйымдастыру	
<b>Зигангирова Е. В., Кибартене Ю. В., Кибартас В. В., Кислов А. П., Мельников В. Ю., Мухамедов Б. А., Умурзакова А. Д.</b>	184
Энергия жүйелерін энергия тиімді жаңғырту үшін жаңа энергетикалық компоненттер мен технологияларды қолдану мүмкіндіктері	
<b>Исаева Ж. Р., Шоланов К. С.</b>	195
Қалқымалы толқын электр станциясын басқару	
<b>Исупова Н. А., Қамариден С. Қ.</b>	207
Электр энергиясын есепке алудың автоматтандырылған жүйесін өзірлеу	
<b>Камбаров Ж., Миков А. Г., Серьянова А. С., Бекмагамбетова Б. М.</b>	213
ЖЭС су-құл ағынынан микросфераны бөлу бойынша тұрақты қондырғыларды қолданудың техникалық-экономикалық негіздемесі	
<b>Каспақбаев К. С., Устемирова Р. С., Карлов А. П.</b>	219
Достық станциясы халықаралық тасымалдардың логистикалық операторы рөлінде	
<b>Кибартене Ю. В., Мельников В. Ю., Кибартас В. В.</b>	225
Өздігінен диагностикалау функциясы бар асинхронды электрқозғалтқыштың айналу жиілігін бақылау құрылғысы	
<b>Клецель М. Я., Машрапов Б. Е., Исабеков Д. Д.</b>	234
Ақауды диагностикалаумен геркондар негізіндегі максималды ток қорғауының схемалары	
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В., Тюлюгенова Л. Б., Говорун В. Ф., Олейник С. И.</b>	241
Қала мемлекеттік көліктің қтж жүйелерінің қауіпсіздік мәселелері	
<b>Калмагамбетова А. Ш., Боговяленская Т. А.</b>	252
Жылу құбырларына арналған полиуретанды көбік адгезиясы	

<b>Мальбаев Н. С., Карбаев Н. К., Шонтаев Д. С., Оразалиев Б. Т., Сайдалин Е. Н., Қоңқыбаева А. Н., Унайбаев Б. Б.</b>	259
Өзін-өзі толтырған бетон араластырғышты зерттеудің сұрақтары	
<b>Мендыбаев С. А., Садуақасова Г. Б., Байкенова Н. Б., Анарбаев А. Е.</b>	266
Павлодар қаласының орталықтандырылған жылумен жабдықтауды автоматтандыру жүйесі	
<b>Мерғалимова А. К., Умирзаков Р. А., Оңғар Б., Талпов О. М.</b>	272
Қазан агрегаттарын жағу және сығылған табиғи газды пайдалана отырып, шаңкемір алауының тұрақты тұтануын қамтамасыз ету	
<b>Миков А. Г., Камбаров Ж.</b>	279
Жылу электр станцияларының гидрокүлді жою құбырында арматурасы су-құл ағынынан микросфераны бөлу жөніндегі тәжірибелік қондырғыны қосу тәсілін теориялық негіздеу	
<b>Несмеянова Р. М., Ковтарева С. Ю., Калиев Т. А.</b>	286
Қазақтар мұнай өндірісін өзгерістіру жөніндегі өздік және оның проценттің рөлі	
<b>Никифоров А. С., Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Карманов А. Е., Шулеева Ш. М.</b>	299
Жоғары температуралы агрегаттардың қоршаған ортаға жылулық шығындарды талдау	
<b>Оразова Г. О., Кислов А. П., Кибартас В. В.</b>	306
Темір жол көлігінің қозғалысын басқарудың автоматтандырылған интеллектуалды жүйесі	
<b>Оспанова Н. Н., Аканова А. С., Абильдина Г. М., Тоқжігітова Н. Қ., Ғалихайдар И. А., Найманова Д. С.</b>	314
GRON технологиясы бойынша қатынау желісін жобалау	
<b>Приходько Е. В., Оришевская Е. В., Беркетов С. С.</b>	327
Әкімшілік ғимараттардың инфльтрациялық шығындарын талдау	
<b>Саввин Е. В., Муканова Д. Б., Шорманов С. Т., Куанышбаев С. Т., Ибраева А. Б.</b>	339
Еңбекті қорғауды басқару жүйесін енгізу тарихы	
<b>Сақанов К. Т., Акимханов Н. Ж., Жукенова Г. А., Шагиева Р. А.</b>	352
Павлодар-Семей автомобиль жолдарындағы қызмет көрсету орындарының жағдайы	
<b>Сақанов К. Т., Акимханов Н. Ж., Кудерин М. К., Шагиева Р. А.</b>	363
Ертіс өзені жағалауының табиғи қосылыстарының тұрақтылығы	
<b>Сақанов Д. К., Аспанбетов Д. А.</b>	375
Жақсартылған цемент-бетон төсемдерінің экономикалық тиімділігі	
<b>Танабаева А. Е., Есбенбетова Ж. Х., Серимбетов Б. А.</b>	386
Тау-кең өнеркәсібіндегі жұмыскерлердің науқастану тәуекеліні бағалау	
<b>Туркеебаева З. Т., Асаинов Г. Ж., Алдиеров С.</b>	393
Реактивті қуатты компенсациялау шаралары	

ГРНТИ 44.29.31

**М. Я. Клецель<sup>1</sup>, Б. Е. Машрапов<sup>2</sup>, Д. Д. Исабеков<sup>3</sup>**<sup>1</sup>д.т.н., профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;<sup>2</sup>доктор PhD, асоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;<sup>3</sup>магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан  
e-mail: <sup>1</sup>bokamashrayov@mail.ru; <sup>2</sup>dauten\_rv12012@mail.ru

## **СХЕМЫ МАКСИМАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ НА ГЕРКОНАХ С ДИАГНОСТИКОЙ НЕИСПРАВНОСТИ**

*В статье подчеркивается необходимость построения устройств релейной защиты электроустановок без использования металлоемких и дорогостоящих трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками. Предложено в качестве датчиков тока использовать миниатюрные и дешевые магнитоуправляемые контакты – герконы. Указаны известные разработки на основе герконов и направление дальнейших работ. Рассмотрены первые предложенные схемы максимальной токовой защиты на магнитоуправляемых контактах с тестовой и функциональной диагностики неисправности, не использующие трансформаторы тока. Детально подробно проанализированы их свойства и работа в режимах нагрузки, короткого замыкания и диагностики. Приведены их достоинства и недостатки. Показано, что тестовая диагностика может быть очень просто реализована с помощью кнопки и надетой на магнитоуправляемый контакт обмотки управления.*

*Ключевые слова: максимальная токовая защита, геркон, схема, диагностика неисправности.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Как известно, за счет своей простоты и высокой надежности максимальные токовые защиты нашли широкое применение для защиты электроустановок напряжением 6–35 кВ. Однако подавляющее большинство этих защит получает информацию от трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, которые имеют ряд общеизвестных недостатков [1, 2, 3], среди которых большие габариты и вес (один

трансформатор тока на напряжение 10 кВ весит 18 кг). Из-за этих недостатков неоднократно отмечалось [1, 2, 3], что необходимо строить защиты электроустановок, не использующих трансформаторы тока. При этом в качестве датчиков тока для таких защит предлагается использовать различные магнитоуправляемые элементы [3, 4, 5, 6]. Нами для построения защит электроустановок от коротких замыканий выбраны герконы в силу присущих им достоинств по сравнению с другими магнитоуправляемыми элементами [1]. На основе герконов уже разработаны принципы построения максимальных токовых защит и некоторые схемы их реализации [7, 8, 9, 10], дифференциальных защит [11, 12], дифференциально фазных защит [13, 14, 15] и дистанционной [16]. Однако вопрос выполнения диагностики неисправности не рассматривался. В данной статье сделана попытка решить эту задачу.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В настоящее время разработаны две схемы с диагностикой неисправности [17, 18]. В первой (рис. 1) реализована тестовая диагностика неисправности [17]. Защита работает следующим образом. В режиме нагрузки геркон 1 не замыкает контакты, а при коротком замыкании на защищаемой ЭУ – замыкает. Счетчик 2 импульсов отсчитывает заданное количество срабатываний геркона 1, которое зависит от требуемой выдержки времени, и подает сигнал на выходное реле 3. Последнее через контакты 4 переключателя ЭУ 5 подает сигнал на отключение выключателя

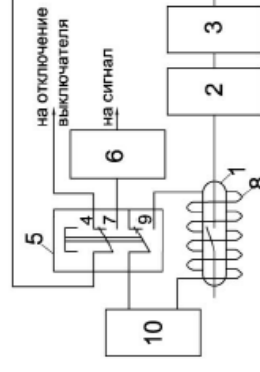


Рисунок 1 – Принципиальная схема токовой защиты на герконах с тестовой диагностикой

Тестовая диагностика осуществляется путем нажатия и удержания кнопки переключателя 5 пока указательное реле 6 не подаст сигнал об исправности схемы. При этом нормально разомкнутые контакты 7 и 9 переключателя 5 замыкаются, контакты 4 размыкают цепь отключения выключателя ЭУ. На обмотку управления 8 геркона 1 подается переменное

напряжение от источника 10, и он срабатывает и замыкает контакты. Если все элементы схемы исправны, то счетчик 2 импульсов выдает сигнал на вход реле 3. Последнее запускает указательное реле 6. Если какой-либо из элементов поврежден, то на выходах реле 3 и 6 сигналов нет.

Достоинством схемы является простота реализации схемы диагностики неисправности, а недостатком выполнение ее тестовой.

Во второй схеме [18] реализована функциональная диагностика неисправности защиты, но не геркона. Рассмотрим ее работу (рис. 2).

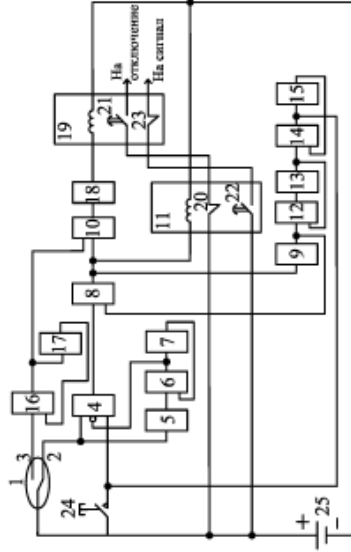


Рисунок 2 – Принципиальная схема максимальной токовой защиты с самодиагностикой исправности

В режиме нагрузки индукция магнитного поля, созданного током, протекающим по защищаемому элементу, не достаточно для срабатывания геркона 1. Защита не срабатывает.

Диагностика исправности защиты запускается после ее наладки и включения в работу путем нажатия кнопки 24, которая после этого возвращается в исходное состояние. При этом на выходе элемента И 4 появляется сигнал, так как на его прямые входы сигналы от кнопки 24 и через контакт 2 геркона 1 поступают, а на инверсный вход через элементы НЕ 5 и память 6 – нет. В результате элемент памяти 8 запускает реле времени 9, промежуточное реле 11 и через элемент ИЛИ 10 блок 18 логической части защиты. Реле времени 9 через выдержку времени, равную времени срабатывания защиты, запускает через элемент памяти 12 реле времени 13 (выдержка времени 120-240 с) и сбрасывает элемент памяти 8. Промежуточное реле 11 замыкает контакт 20 и с выдержкой времени, превышающей время срабатывания защиты, замыкает контакт 22. Блок 18, если исправен, через заданную выдержку времени запускает промежуточное реле 19, которое, если исправно, срабатывает с выдержкой времени 0,1 с и

замыкает контакт 21 и размыкает контакт 23. Поэтому сигнала о наличии неисправности нет. Если блок 18 или промежуточное реле 19 неисправны, то контакт 23 остается замкнутым, и подается сигнал в цепь сигнализации. Через 120–240 с (позволяет увеличить срок службы реле времени) реле времени 13 сбрасывает элемент памяти 12 и через элемент памяти 14 запускает повторную диагностику исправности, подав сигнал на прямой вход элемента И 4. Элемент памяти 14 сбрасывается через 0,01 с сигналом от реле времени 15.

При коротком замыкании в защищаемой электроустановке геркон 1 срабатывает и размыкает контакт 2 и замыкает контакт 3. Поэтому элемент памяти 6 выдает сигнал на инверсный вход элемента И 4 и диагностика исправности не запускается, а блок 18 через элементы памяти 16 и элемент ИЛИ 10 запускается. Защита срабатывает и подает сигнал в цепь отключения выключателя. Через 0,03 с реле времени 7 сбрасывает элемент памяти 6, а реле времени 17 через 0,01 с – элемент памяти 16.

Легко видеть, что если снабдить геркон 1 (рис. 2) с размыкающим контактом обмоткой управления и кнопкой из первого устройства, то схема будет иметь и тестовую и функциональную диагностики. Однако надежность выходной цепи такой схемы может и ухудшиться.

Отметим, что тщательная патентная проработка показала наличие в мировой литературе лишь далеких аналогов подобных схем.

Для крепления герконов указанных защит или всей защиты целиком вблизи шин электроустановок могут быть использованы конструкции, приведенные в [19, 20].

Работы выполнены по проекту АР05131351 «Создание глобально конкурентоспособной ресурсосберегающей релейной защиты систем электроснабжения».

## ВЫВОДЫ

Впервые предложены схемы на герконах, позволяющие достаточно просто выполнять функции максимальной токовой защиты, экономия медь, сталь и дорогостоящую изоляцию, и функции устройств диагностики, повышая надежность. Это оказалось возможным, благодаря оригинальному использованию двух герконов и двух простейших кнопок.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Клецель, М. Я. Основы построения релейной защиты на герконах // Сборник докладов конференции, CIGRE. – 2013.



- 2 **Дьяков, А. Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по материалам 39-й сессии СИГРЭ, Париж) // Энергетика за рубежом. – 2004. – № 4–5.
- 3 **Кожович, Л. А., Бишоп, М. Т.** (Cooper Power Systems, США). Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского. // Сборник докладов конференции CIGRE. – 2009. – С. 49–59.
- 4 **Меерович, Э. А., Назаров, Л. А., Карабаев, Г. Х., Кокуркин, Б. П.** Измерение токов линий высшего напряжения по их магнитным полям // Электричество. – 1980. – № 7. – С. 32–40.
- 5 **Клецель, М. Я., Мусин, В. В.** О построении на герконах защит высоковольтных установок без трансформаторов тока // Электротехника. – 1987. – № 4. – С. 11–13.
- 6 **Казанский, В. Е.** Измерительные преобразователи тока в релейной защите. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 240 с.
- 7 **Клецель, М. Я., Мусин, В. В.** Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты без трансформаторов тока на герконах // Промышленная энергетика. – 1990. – № 4. – С. 32–36.
- 8 **Клецель, М. Я., Жангелесова, А. Б., Майшев, П. Н., Нефтисов, А. В.** Идентификация установившегося тока короткого замыкания с помощью герконов // Электротехника. – 2014. – № 4. – С. 28–34.
- 9 **Клецель, М. Я., Машрапов, Б. Е., Барукин, А. С., Калтаев, А. Г., Талипов, О. М.** Патент Российской Федерации, № 2629958, опубл. 24.05.2016.
- 10 **Kletsel, M., Zhantlesova, A., Mayshev, P., Mashrapov, B., Issabekov, D.** New filters for symmetrical current components. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2018, Volume 101, – p. 85–91. DOI:10.1016/j.ijepes.2018.03.005.
- 11 **Клецель, М. Я.** Принципы построения и модели дифференциальных защит электроустановок на герконах // Электротехника. 1991. № 10. – С. 47–50.
- 12 **Kletsel, M., Kabdualiyev, N., Mashrapov, B., Neftisov, A.** Protection of busbar based on reed switches. Przeglad Elektrotechniczny, 2014, nr 1, 88–89.
- 13 **Клецель, М. Я., Майшев, П. Н.** Особенности построения дифференциально-фазных защит трансформаторов, Электротехника, 2007, № 12, 2–7.
- 14 **Kletsel, M., Kaltayev, A., Mashrapov, B.** Resource-saving protection of powerful electric motors. Przeglad Elektrotechniczny, 2017, nr 5, 40–43.
- 15 **Клецель, М. Я., Калтаев, А. Г., Машрапов, Б. Е.** Дифференциально-фазная защита мощных электродвигателей на герконах. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока, № 1–2, 2014, – С. 306–309.
- 16 **Клецель, М. Я., Жуламанов, М. А.** Реле сопротивления. Электротехника. 2004. № 5. – С. 38–44.

17 **Исабеков, Д. Д., Клецель, М. Я., Машрапов, Б. Е.** Патент Республики Казахстан, № 33108, опубл. 17.09.2018.

18 **Кислов, А. П., Исабеков, Д. Д., Клецель, М. Я.** Патент Республики Казахстан, № 33644, опубл. 24.05.2016.

19 Патент 2570328 Российской Федерации, МПК H02N 3/08. Устройство для максимальной токовой защиты / Клецель М. Я., Бергузинов А. Н., Ерманов Н. Т.; заявл. 01.09.2014; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 34.

20 Патент 2624907 Российской Федерации, МПК H02N 3/08. Устройство для максимальной токовой защиты электроустановки на герконах / Клецель М. Я., Барукин А. С., Машрапов Б. Е., Шолохова И. И.; заявл. 24.05.2016; опубл. 10.07.2017, Бюл. № 19.

Материал поступил в редакцию 29.11.19.

*М. Я. Клецель<sup>1</sup>, Б. Е. Машрапов<sup>2</sup>, Д. Д. Исабеков<sup>3</sup>*

**Ақауды диагностикалаумен геркондар негізіндегі максималды ток қорғауының схемалары**

<sup>1,2,3</sup>Энергетикалық факультет, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы. Материал 29.11.19 баспаға түсті.

*M. Ya. Kletsel<sup>1</sup>, B. E. Mashrapov<sup>2</sup>, D. D. Issabekov<sup>3</sup>*

**Overcurrent protection circuits on reed switches with fault detection**

<sup>1,2,3</sup>Faculty of Energy Engineering, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan. Material received on 29.11.19.

*Мақалада электрлік қондырғылар үшін релейлік қорғаныс құрылыстарын ферромагниттік өзегі бар металды тұтынатын және қымбат ток трансформаторларын пайдаланбастан құру қажеттілігі айтылған. Ток датчиктері ретінде миниатюрлық және арзан магнитпен басқарылатын контактілер – геркондар пайдалану ұсынылған. Геркондар негізіндегі белгілі әзірлемелер мен одан әрі жұмыстардың бағыты көрсетілген. Ток трансформаторларын қолданбай, ақауды тестілік және функционалды диагностикалау бар магнитпен басқарылатын контактілер негізіндегі максималды ток қорғауының алғашқы ұсынылған схемалары қарастырылған. Олардың қасиеттері мен жұмысы әсіресе, қысқа тұйықталу*

*және диагностика режимдерінде жеткілікті мадандан. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Тестілік диагностикасын батырма арқылы өте оңай жүзеге асыруға және басқару орамасының магнитпен басқарылатын контактісіне кигізуге болатындығы көрсетілген.*

*The article stresses the need for the construction of relay protection devices without the use of expensive and metal-consuming current transformers with ferrromagnetic cores. It is proposed to use miniature and cheap magnetically controlled contacts – reed switches as current sensors. Known developments based on reed switches and the direction of further work are indicated. The first proposed overcurrent protection circuits on magnetically controlled contacts with test and functional diagnostics of malfunctions that do not use current transformers are considered. Their properties and load operation, short circuit and diagnostic modes are analyzed in sufficient details. Their advantages and disadvantages are given. It is shown that test diagnostics can be very simply implemented using a button and a control winding worn on a magnetically controlled contact.*

SRSTI 44.29.01

**A. B. Kaidar<sup>1</sup>, M. B. Kaidar<sup>2</sup>, B. K. Sharpenov<sup>3</sup>,  
V. P. Markovskiy<sup>4</sup>, L. B. Tyulyuganova<sup>5</sup>,  
V. F. Govorun<sup>6</sup>, S. I. Oleynik<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Project manager, JSC «Alageum Electric», Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan;

<sup>2</sup>Manager, JSC «KazTransGas», Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan;

<sup>3</sup>Candidate of Technical Sciences, Professor, S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

<sup>4</sup>Candidate of Technical Sciences, Professor, S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

<sup>5</sup>Doctoral student, S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

<sup>6</sup>Doctor of Technical Sciences, Professor, S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

<sup>7</sup>PhD, K. I. Satpayev Ekibastuz of Engineering Technology Institute, Ekibastuz, 141208, Republic of Kazakhstan

e-mail: <sup>1</sup>argin\_intel@mail.ru; <sup>2</sup>m.kaidar@amangeldygas.kz;

<sup>3</sup>argin\_intel@mail.ru; <sup>4</sup>wadim54@mail.ru; <sup>5</sup>tlb\_tore@list.ru;

<sup>6</sup>vladimir.govorun@gmail.com; <sup>7</sup>aman\_bek@mail.ru

## THE SECURITY ISSUES OF URBAN DC PUBLIC TRANSPORT SYSTEMS

*The article discusses the security issues of urban DC public transport systems.*

*The article provides the results:*

- *ground fault in the substation – results :*
- *ground fault along the line close to the substation – results;*
- *ground fault along the line far from the substation – results;*
- *fault current for a ground fault along the line;*
- *rail potential for a ground fault along the line;*
- *rail current and rail potential for a ground fault along the line.*

*Currents and voltages in emergency and hazardous modes are calculated.*

*Recommendations are given on ensuring the safety of traction networks of urban transport.*

Теруге 29.11.2019 ж. жіберілді. Басуға 23.12.2019 ж. қол қойылды.  
Пішімі 70x100  $\frac{1}{16}$ . Кітап-журнал қағазы.  
Шартты баспа табағы 25,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы  
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова  
Тапсырыс № 3529

Сдано в набор 29.11.2019 г. Подписано в печать 23.12.2019 г.  
Формат 70x100  $\frac{1}{16}$ . Бумага книжно-журнальная.  
Усл. печ. л. 25,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы  
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова  
Заказ № 3529

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
67-36-69  
e-mail: kereku@psu.kz  
www.vestnik.psu.kz