

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

№2 (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/BGQF2124>

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>
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>
Шеръязов 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

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/BGQF2139>***М. Я. Клецель**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4000-8915>*e-mail: mkletsel@mail.ru

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЛОЖНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

В традиционных вторичных схемах отключения и включения электроустановок не предусмотрены специальные меры по предотвращению отключений, вызванных сотрясениями релейной защиты или значительными наведенными напряжениями в цепях управления. Однако, иногда, это приводит к катастрофическим последствиям. В данной работе предлагается предотвращать такие отключения, вводя в эти схемы выпускаемые промышленностью элементы. Тогда сигнал на отключение от сработавшей релейной защиты подается через введенные два или три логических элемента. В одном варианте сигнал проходит, если на их входах появляется напряжение, превосходящее заданное. В другом, если оно не содержит спектры, характерные для токов молний. В обоих вариантах это напряжение получают от катушек индуктивности, устанавливаемых вблизи фаз электроустановки. Первый целесообразно использовать, когда сотрясения более вероятны, чем наведенные напряжения, а второй наоборот. В третьем варианте ложные отключения и включения предотвращаются с помощью двух дополнительных реле и двух катушек индуктивности, намотанных на катушки отключения и включения выключателя электроустановки. С помощью мысленного моделирования показано, что предложенные изменения и дополнения дают возможность не допускать рассматриваемых ложных отключений электроустановок, но при этом создают условия для отказов в отключении при неисправностях некоторых из введенных элементов.

Ключевые слова: релейная защита, электроустановка, сотрясение, цепи отключения, предотвращение, катушка индуктивности, промежуточное реле, батарея постоянного тока.

Введение

Надежная работа электроэнергетических систем во многом зависит от правильной работы устройств релейной защиты и схем управления выключателями. При этом одной из наиболее опасных причин возникновения аварий является не только отказ в отключении при коротких замыканиях (КЗ) в защищаемых объектах, но и ложное срабатывание выключателей при отсутствии КЗ. Ложные отключения могут возникать из-за сотрясений или наведенных напряжений во вторичных цепях релейной защиты и цепях управления выключателей электроустановок. Они возможны, например, при коммутационных процессах на подстанции, а также при ударах молнии и КЗ на землю вблизи подстанций. Изучению этих вопросов посвящено много работ. Все они показывают, что наведенные напряжения могут быть весьма значительными, вызывая ложные срабатывания, например [1; 2].

Особую опасность представляют ситуации, когда ложное отключение приводит к перераспределению потоков мощности, перегрузке оборудования и последующему развитию аварий, превращающему их в каскадные. Традиционно считалось [3; 4; 5; 6], что релейная защита и цепи управления выключателями обладают требуемой надежностью. Однако известны случаи очень крупных каскадных аварий, связанных с ложными срабатываниями релейной защиты от сотрясений и наведенных напряжений [7; 8; 9; 10]. В публикациях по вопросам, связанным с подобными авариями, предлагаются всевозможные способы их предотвращения, например путем определения вероятности отказа каждого компонента вторичной цепи из множества подозреваемых неисправностей компонентов на основе усовершенствования теории свидетельств Демпстера-Шафера [11] или на основе стохастической модели ошибочных срабатываний по [12] и так далее.

Как показал анализ, (проведенный с помощью искусственного интеллекта), все, весьма полезные для будущего, теоретические изыскания, не привели к появлению конкретных запатентованных схем управления выключателями, решающих рассматриваемые задачи. В данной работе предлагаются такие схемы [13; 14], построенные путем ввода в традиционные хорошо апробированных элементов, выпускаемых промышленностью.

Материалы и методы

1) Предотвращение ложных отключений от релейной защиты при сотрясениях и помехах.

На рисунке 1 показана модель созданного устройства. Здесь 1 – аппарат, соединяющий линию электропередач (ЛЭП) или трансформатор с потребителями электрической системы. Он способен подключать к ней фазы 1, 2, 3 ЛЭП и, в случае необходимости, отсоединять их от этой системы.

Модель содержит блок 5, дающий возможность обслуживающему персоналу отключать и включать ЛЭП, реле 6, подающее сигнал на отключение ЛЭП, релейную защиту 7, генератор 8 постоянного тока, проводники 9, 10, 11, соединяющие блок 5 с генератором 8, с реле 6, и с элементом ИЛИ-12, проводник 13 соединяет реле 6 с элементом И-14, проводник 15 генератор 8 и РЗ 7 – с блоком 16, который осуществляет включение и отключение ЛЭП и связан с аппаратом 1, проводник 17 связывает элементы 16 и 14. Кроме того, в схеме имеется преобразователи 18, 19, 20, соединенные проводниками 21, 22, 23 с релейной защитой, а также катушки 24, 25, 26 индуктивности, к выходам которых подключен блок 27, определяющий повышение тока в первичной цепи ЛЭП (фазы 2, 3, 4), цепь 28 предназначена для передачи постоянного тока.

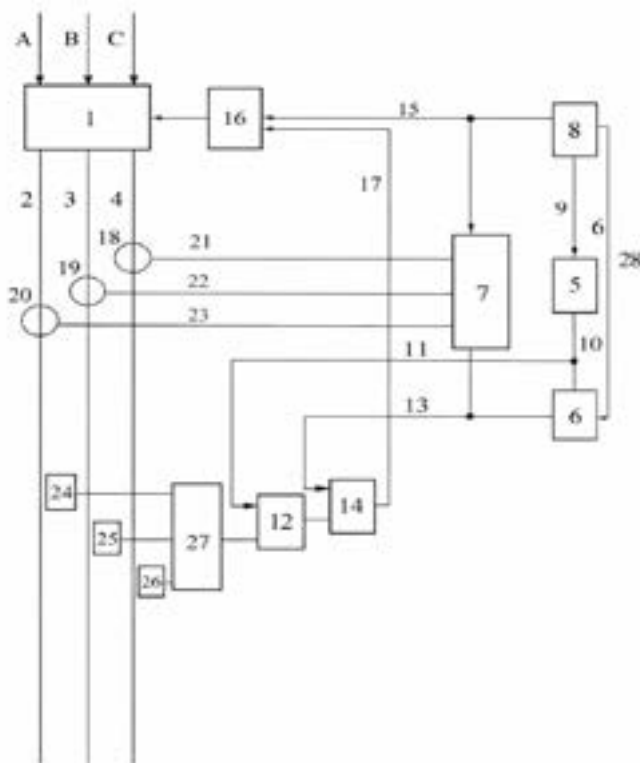


Рисунок 1 – Схема цепей управления, способная предотвращать отключения при сотрясениях и некоторых помехах

Опишем действие модели созданного устройства. Когда ЛЭП не повреждена и в цепях РЗ, как и в цепях отключения, нет помех и все спокойно, ЛЭП находится в работе. При повреждении на ЛЭП (фазы 2, 3, 4) в действие приходит защита 7, и одна из катушек 24, 25, 26 выдает информацию о том, что ток в фазе превосходит заданный. Тогда блок 27 запускает ИЛИ-12, а последний И-14. Так как И-14 получил информацию и от защиты 7, он подает сигнал в элемент ИЛИ-16, а последний в аппарат 1, подключенный к системе фазами 2, 3, 4, который отсоединяет ЛЭП от электрической системы.

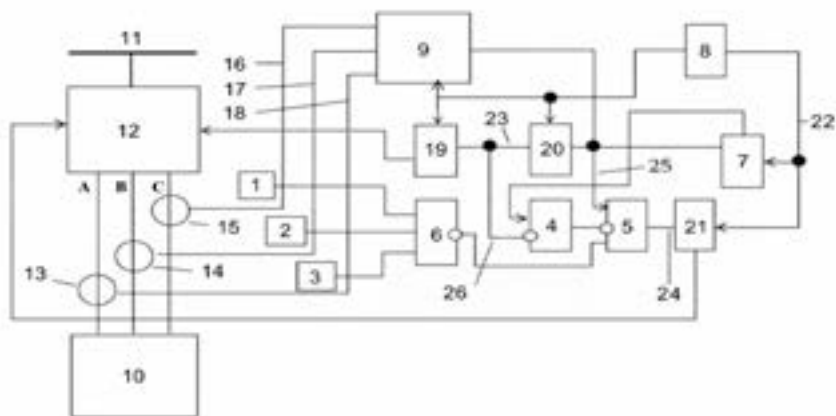
Если повреждений на ЛЭП нет, но появляются помехи, величина которых окажется достаточной для действия РЗ 7, то она пошлет сигналы об этом в аппарат 1 через элемент И-14, но последний не выдаст сигнал на отключение. Присоединение будет оставаться в работе, так как в блок 16 не подается сигнал по проводу 17 и он не подает сигналов в аппарат 1. Дело в том, что при этом на элемент И-14 не подаются сигналы от элемента ИЛИ-12, так как в первичных цепях присоединения ток недостаточен, и блок 27 не выдает сигналов в элемент ИЛИ-12. ЛЭП продолжает передавать энергию по фазам 2, 3, 4, например электродвигателям.

Для того, чтобы вывести ЛЭП в ремонт воздействуют на блок 5, а блок 5 на реле 6 и элемент ИЛИ-12. В результате элемент И-14 воздействует (через провод 17) на блок 16, а последний на аппарат 1, который отсоединяет ЛЭП от электрической системы.

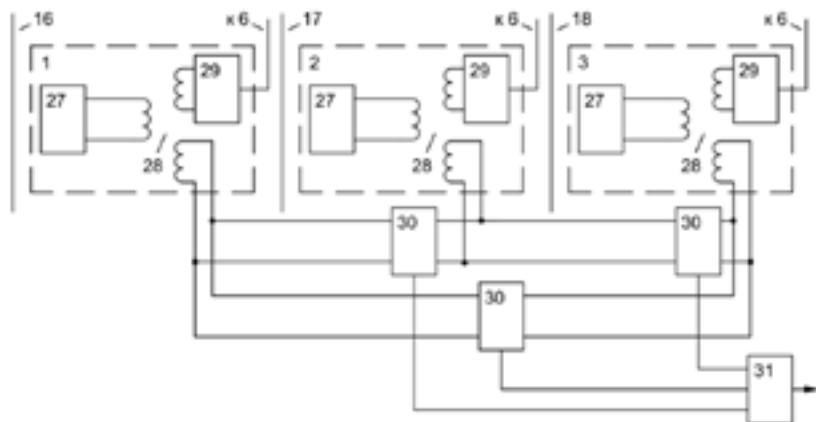
Если нет никаких повреждений, все фазы включены, и ЛЭП передает энергию потребителям, но при этом на одном из соединительных проводов 11 или 13, появился потенциал, то сигнал на отключение по проводу 17 не подается, так на один из входов элемента И-14 сигнал не поступает, поскольку ток в присоединении не повышался выше уставки, которая превосходит максимальный ток нагрузки, и поэтому блок 27 не выдает сигнал.

2) Предотвращение ложного отключения и включения выключателя при появлении помех в цепях управления в грозоактивных регионах

При разрядах молнии на деревья вокруг электроподстанции при неисправности заземляющего контура могут появляться напряжения в жилах соединительных контрольных кабелей, величина которых достаточна для срабатывания катушки отключения выключателя. В этих напряжениях имеются спектры гармоник, отсутствующих в токах нагрузки и токах короткого замыкания.



а)



б)

Рисунок 2 – Схема цепей управления выключателями для регионов с грозовой активностью: а) цепи подключения релейной защиты и блоков 1, 2, 3 управления; б) связи элементов в этих блоках

Предлагается блокировать отключение с помощью схемы, которая содержит (рисунок 2): блоки 1, 2, 3, выявляющие упомянутые спектры напряжений и определяющие нарушения работы в них самих, логические элементы И-4, И-5 с одним инверсным входом, элемент ИЛИ-НЕ-6, блок 7, 224

выявляющий помехи в цепях отключения и включения, например ЛЭП или силового трансформатора 10 с заземленной нейтралью; батарею 8 постоянного тока, 9 – блок релейной защиты трансформатора 10, подключенного к питающим шинам 11 через блок 12, отсоединяющий его от шин 11. Кроме того, имеются еще преобразователи тока 13, 14, 15, подключенные к блоку 9 соединительными проводами 16, 17, 18 фаз А, В, С, а также блоки 19 и 20 для отключения и включения трансформатора 10 персоналом, 21 – блок с источником электромагнитной силы, 22-26 соединительные провода. Блоки 1, 2, 3 содержат катушку индуктивности 27, преобразователь 28 напряжения, элемент 29, обеспечивающий необходимый диапазон выделяемого спектра, схему 30 сравнения и фиксации нарушений в работе схемы, а также элемент 31 сигнализирующий о нарушениях.

Когда трансформатор 10 работает в обычном режиме, РЗ не срабатывает, блок 9 не выдает сигнал на отключение, и на первый вход элемента И-5 сигнал не поступает. Поэтому блок 12 не отключает трансформатор 10.

Если в трансформаторе 10 возникнет короткое замыкание, то с выходов блоков 1, 2 и 3 сигналы не поступают, так как в токе короткого замыкания нет контролируемых спектров, характерных для токов молний. При этом на элемент И-5 поступают сигналы от ИЛИ-НЕ-6 и блока 9, но от блока 7 не поступает сигнал на элемент И-4, т.к. он не срабатывает (нет наведенных напряжений). В результате блок 21 создает электромагнитную силу, и трансформатор 10 отсоединяется с помощью блока 12 от питающих шин 11.

Если трансформатор 10 несет нагрузку, но при этом при разряде молнии создается потенциал, например, когда в системе заземлений подстанции есть нарушения, то блок 7 воздействует на элемент И-4, который не дает И-5 сработать. Трансформатор остаётся включённым. Если наведённое напряжение появится в соединительных проводах 16, 17 и 18, то блок 9 защиты трансформатора приходит в действие. На выходе ИЛИ-НЕ-6 сигнала не будет, так как в наведенном напряжении содержится контролируемый спектр. Элемент И-5 остаётся заблокированным, и трансформатор остаётся включённым.

Если напряжение наведется между проводами 22 и 23, то сигнал от сработавшего блока 7, поданный в И-4 запретит работу блока 21, и ложного отключения трансформатора 10 не произойдет.

При разрыве соединительных проводов 16, 17 или 18 элемент 30 срабатывает, так как нарушается равенство напряжений, получаемых с выходов катушек 27 индуктивности в блоках 1, 2, 3. Во всех этих и подобных им случаях сигнал от элемента 30 подается в блок 31, и персонал получает известие о повреждении во введенных элементах и новых соединительных проводах.

3) Предотвращение ложных отключений и включений при появлении в цепях управления наведенных напряжений в районах с умеренной грозовой и сейсмической активностью

Для предотвращения в традиционную схему, обеспечивающую отключение и включение, например линии электропередач или трансформатора, содержащую (рисунок 3) блок 1, реле 2 и 3, батарею постоянного тока с полюсами «+» и «-» (на схеме показаны только шинки «+» и «-»), обмотку 5 контактора включения выключателя, подключенную к полюсам этой батареи через контакты 6 реле 2 и первые вспомогательные контакты 7 выключателя, катушку 8 отключения, присоединенную к батарее через контакты 9 реле 3 и вторые вспомогательные контакты 10 выключателя и параллельно включенные контакты 11 и 12 выходных реле основной и резервной релейных защит электроустановки, введены промежуточные реле 4 и 13, присоединенные к батарее постоянного тока, через нормально-разомкнутые контакты 14 и 15 выходных реле (на схеме не показаны) измерительных органов основной и резервной защит, а также еще и катушки индуктивности 16 и 17, намотанные, соответственно, на катушки 5 и 8, подключенные к батарее через нормально замкнутые контакты 18 реле 4 и нормально замкнутые контакты 19 реле 13.

Если ЛЭП отключена и нет возмущений, например наведения напряжений в цепях включения одного неповрежденного выключателя от другого с поврежденной гасительной камерой (когда последний получил сигнал на включение), то ЛЭП не включается. В случае появления такого напряжения включению будет препятствовать магнитное поле обмотки 16, которое постоянно создает магнитодвижущую силу противодействующую такой же силе от обмотки 5, т.к. обмотка 16 находится под напряжением до тех пор, пока не сработает реле 4 и не разомкнет контакты 18, а реле 4 срабатывает только при включении ключа 1.

Если ЛЭП включена и напряжение навелось на катушку 8, то препятствовать отключению будет обмотка 17, так как она находится под напряжением до тех пор, пока не сработает измерительный орган основной или резервной защиты, замкнув контакты 14 или 15, то есть пока не разомкнутся контакты 19 при срабатывании реле 13.

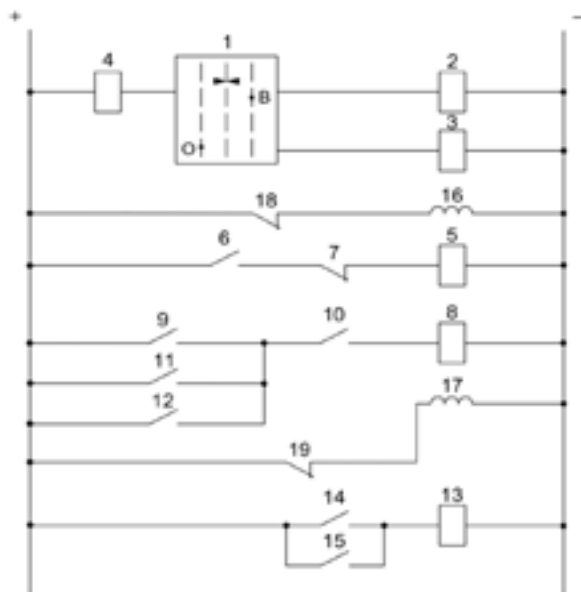


Рисунок 3 – Схема цепей отключения и включения для электроустановок в районах с умеренной сейсмической и грозовой активностью

Таким образом, чтобы предотвратить ложные отключения и включения ЭУ при наведении напряжений цепях управления, достаточно ввести два промежуточных реле (4 и 13) и намотать катушки индуктивности на катушки отключения и включения выключателей, подключив их через контакты 18 и 19 так, чтобы противодействовать магнитодвижущей силе последних.

Результаты и обсуждение

В данной работе предложены новые схемы управления выключателями. В отличие от известных, одна из них способна блокировать ложные отключения при сотрясениях, другая при молниях и коммутациях, а третья во всех таких случаях, кроме тех, в которых ложно срабатывают измерительные органы релейной защиты.

Эти схемы просты, не требуют разработки новых элементов, алгоритмы их действия, как и расчеты уставок срабатывания реле, элементарны. Для реализации достаточно ввести в традиционную схему несколько дешевых, хорошо апробированных, элементов, выпускаемых промышленностью.

Однако к немедленному их внедрению следует относиться с осторожностью. Дело в том, что в схеме, предназначенной для взрывоопасных и сейсмоопасных

регионов, наряду со способностью предотвращать ложные отключения при сотрясениях, появляется возможность отказа в отключении, при разрыве цепей от введенных катушек индуктивности (устанавливаемых вблизи фаз ЭУ) до щита управления, во второй (для грозоопасных регионов) предусмотрена функциональная диагностика таких отказов, но они не исключены при неисправности логических элементов, в третьей – из-за возможной неисправности введенного реле, блокирующего ложные отключения.

Схему с функциональной диагностикой для грозоопасных районов можно рекомендовать к немедленному внедрению, так как в ней введенные логические элементы обладают высокой надежностью. Что касается двух остальных, то предварительно следует исследовать их надежность. Эти исследования предполагается провести в ближайшем будущем в направлении ее повышения путем введения структурной избыточности или мажорирования и функциональной диагностики.

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №AP23489689).

Выводы

Разработанные, запатентованные и представленные в данной работе схемы, в отличие от известных, дают возможность предотвращать аварии, вызванные ложными отключениями электроустановок при сотрясениях и наведенных напряжениях в цепях управления выключателями. Схему, предназначенную для грозоактивных районов, можно начинать внедрять. Остальные – после исследования их надежности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **De Medeiros, L.** High frequency transients and electromagnetic interference within 69 kV substations // Electric power systems research, 2011. – Vol. 81. – P. 1534-1540.

2 **Bowman, T.** Conducted electromagnetic pulse testing of digital protective relay circuits // Proc. of 2021 IEEE International Joint EMC/SI/PI and EMC Europe Symposium, 2021. – P. 538–543.

3 **Федосеев, А. М.** Релейная защита электрических систем. – М.: Энергия, 1976. – 560 с.

4 **Федосеев, А. М.** Релейная защита электроэнергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.

5 **Герасимов, В. Г.** Электротехнический справочник: В 4 т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.

6 **Чернобровов, Н. В., Семёнов В. А.** Релейная защита энергетических систем. – М. : Альянс, 2019. – 800 с.

7 **Пташкин, А. В., Федоренко, Г. М.** Авария на Чернобыльской АЭС, октябрь 1991 г. : факты, причины, последствия // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чорнобіля: наук.-техн. зб., 2006 – №4 – С. 8-21.

8 **Gomes, P.** New strategies to improve bulk power system security: lessons learned from large blackouts // IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2004. – P. 1703-1708.

9 **Wang, H., Wei, Q., Xie, Y.** Research on cascading failures of power grid // Applied Mathematics, Modeling and Computer Simulation, 2022. – P. 81-92.

10 **Глушко, Е. А.** Статистика и учет аварийных отключений ПС 220 кВ // Проблемы и перспективы, 2014. – С. 49-51.

11 **Chen, F.** Research on fault diagnosis method of substation relay protection secondary circuit based on improved DS evidence theory // Measurement, 2025. – Vol. 256. – P. 118232.

12 **Wu, N. E., Qin, Q.** Secondary protective control for mitigation of protection misoperations in electric power systems // Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 2016. – Vol. 4. – P. 427-439.

13 **Клецель, М. Я.** Устройство для управления выключателем электроустановки, снабженной релейной защитой // Пат. 21147 РК МПК H02H 3/38; опубл. 15.04.2009.

14 **Клецель, М. Я.** Устройство для управления выключателем электроустановки // Пат. 36308 РК МПК H02H 3/00; опубл. 21.07.2023.

REFERENCES

1 **De Medeiros, L.** High frequency transients and electromagnetic interference within 69 kV substations // Electric power systems research, 2011. – Vol. 81. – P. 1534–1540.

2 **Bowman, T.** Conducted electromagnetic pulse testing of digital protective relay circuits // Proc. of 2021 IEEE International Joint EMC/SI/PI and EMC Europe Symposium, 2021. – P. 538-543.

3 **Fedoseev, A. M.** Releynaya zashchita elektricheskikh sistem [Relay protection of electrical systems]. – М. : Energiya, 1976. – 560 p.

4 **Fedoseev, A. M.** Releynaya zashchita elektroenergeticheskikh system [Protection of electric power systems]. – М. : Energoatomizdat, 1992. – 528 p.

5 **Gerasimov, V. G.** Elektrotehnicheskiy spravochnik: V 4 t. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii [Electrical engineering handbook: in 4 volumes. vol. 3. generation, transmission and distribution of electric power]. – М. : Izdatelstvo MEI, 2004. – 964 p.

6 **Chernobrovov, N. V., Semyonov, V. A.** Releynaya zashchita energeticheskikh sistem [Power system protection]. – М. : Alyans, 2019. – 800 p.

7 **Ptashkin A.V., Fedorenko G.M.** Avariya na Chernobylskoy AES, oktyabr 1991 g.: fakty, prichiny, posledstviya [Accident at the Chernobyl nuclear power plant, october 1991: facts, causes, and consequences] // Problems of safety of nuclear power plants and Chernobyl: scientific and technical collection, 2006 – No. 4 – P. 8-21.

8 **Gomes, P.** New strategies to improve bulk power system security: lessons learned from large blackouts // IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2004. – P. 1703-1708.

9 **Wang, H., Wei, Q., Xie, Y.** Research on cascading failures of power grid // Applied Mathematics, Modeling and Computer Simulation, 2022. – P. 81-92.

10 **Glushko, E. A.** Statistika i uchet aviarynykh otklyucheniy PS 220 kV [Statistics and recording of emergency outages at 220 kV substations] // Problemy i perspektivy, 2014. – P. 49-51.

11 **Chen, F.** Research on fault diagnosis method of substation relay protection secondary circuit based on improved DS evidence theory // Measurement, 2025. – Vol. 256. – P. 118232.

12 **Wu, N. E., Qin, Q.** Secondary protective control for mitigation of protection misoperations in electric power systems // Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 2016. – Vol. 4. – P. 427-439.

13 **Kletsel, M. Ya.** Ustroystvo dlya upravleniya vyklyuchatelem elektroustanovki, snabzhennoy releynoy zashchitoy [A device for controlling a circuit breaker in an electrical installation equipped with relay protection] // Pat. 21147 RK IPC H02H 3/38; publ. 04/15/2009.

14 **Kletsel, M. Ya.** Ustroystvo dlya upravleniya vyklyuchatelem elektroustanovki [A device for controlling a circuit breaker in an electrical installation] // Pat. 36308 RK IPC H02H 3/00; publ. 07/21/2023.

Поступило в редакцию 02.04.26.

Поступило с исправлениями 02.04.26.

Принято в печать 22.05.26.

*М. Я. Клецель

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

02.04.26 ж. баспаға түсті.

02.04.26 ж. түзетулерімен түсті.

22.05.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖАЛҒАН АЖЫРАТЫЛУЫН БОЛДЫРМАУ

Электр қондырғыларының ажырату және қосу бойынша дәстүрлі екінші тізбектерінде релелік қорғаныстың дірілдері немесе басқару тізбектеріндегі елеулі индукцияланған кернеулер әсерінен болатын ажыратуларды болдырмауға арналған арнайы шаралар қарастырылмаған. Алайда, кейбір жағдайларда бұл ауыр салдарға әкелуі мүмкін. Осы жұмыста мұндай ажыратуларды болдырмау үшін сұлбаларға өнеркәсіпте шығарылатын элементтерді енгізу ұсынылады. Бұл жағдайда іске қосылған релелік қорғаныстан ажырату сигналы енгізілген екі немесе үш логикалық элемент арқылы беріледі. Бірінші нұсқада сигнал олардың кірістерінде берілген мәннен жоғары кернеу пайда болған кезде өтеді. Екінші нұсқада сигнал найзағай токтарына тән спектрлерді қамтымаған жағдайда өтеді. Екі жағдайда да бұл кернеу электр қондырғысының фазаларына жақын орнатылатын индуктивтік катушкалардан алынады. Бірінші нұсқаны релелік қорғаныстың дірілдері әсіі болатын жағдайларда, ал екіншісін индукцияланған кернеулер ықтималдығы жоғары болған кезде қолдану орынды. Үшінші нұсқада жалған ажыратулар мен қосылулар ажыратқыштың ажырату және қосу катушкаларына оралған екі индуктивтік катушка мен екі қосымша аралық реленің көмегімен болдырмайды. Ойша модельдеу нәтижелері ұсынылған өзгерістер мен толықтырулар электр қондырғыларының қарастырылған жалған ажыратуларын болдырмауға мүмкіндік беретінін көрсетті, алайда енгізілген кейбір элементтердің ақаулары кезінде ажыратудың орындалмау ықтималдығын арттыруы мүмкін.

Кілтті сөздер: релелік қорғаныс, электр қондырғысы, діріл, ажырату тізбектері, болдырмау, индуктивтік катушка, аралық реле, тұрақты ток батареясы.

*M. Ya. Kletsel

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 02.04.26.

Received in revised form 02.04.26.

Accepted for publication 22.05.26.

PREVENTION OF FALSE TRIPPING OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

In conventional secondary circuits for tripping and closing of electrical installations, no special measures are provided to prevent tripping caused by relay protection vibrations or significant induced voltages in control circuits. However, in some cases, this can lead to severe consequences. This paper proposes to prevent such tripping by introducing commercially available components into these circuits. In this case, the tripping signal from an operated relay protection device is passed through two or three additional logic elements. In one approach, the signal is transmitted if the voltage at their inputs exceeds a specified threshold. In another approach, the signal is transmitted if it does not contain frequency components characteristic of lightning currents. In both cases, this voltage is obtained from inductive coils installed near the phases of the electrical installation. The first approach is preferable when relay protection vibrations are more likely than induced voltages, while the second is suitable in the opposite case. In the third approach, false tripping and false closing are prevented by using two additional relays and two inductive coils wound on the tripping and closing coils of the circuit breaker. Mental simulation shows that the proposed modifications make it possible to prevent the considered false tripping of electrical installations. At the same time, they may create conditions for failure to trip in case of faults in some of the added elements.

Keywords: relay protection, electrical installation, vibration, tripping circuits, prevention, inductive coil, auxiliary relay, DC battery.

Теруге 09.06.2026 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

5,86 Mb RAM

Шартты баспа табағы 34,4. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. Б. Шукитова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4557

Сдано в набор 09.06.2026 г. Подписано в печать 30.06.2026 г.

Электронное издание

5,86 Mb RAM

Усл. печ. л. 34,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. Б. Шукитова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4557

«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