

УДК: 621.391

DOI: 10.65599/ENG6047

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАЩИТ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-10 кВ

Р.Т. Абдуллозода

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Работа посвящена оценке показателей достоверности функционирования релейной защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях напряжением 6–10 кВ. В качестве объекта исследования выбраны отходящие линии подстанций «Мироб» 35/6 кВ и «Хамадони» 35/10 кВ, находящиеся на балансе Филиала ОАО «Распределительные электрические сети» города Куляба. Исходные пятилетние статистические данные получены из рукописных документов – оперативных журналов указанных подстанций. Достоверность данных подтверждается тем, что журналы прошиты, пронумерованы и заверены подписями ответственных лиц и печатью организации. При этом определены показатели: число правильных срабатываний, общее число однофазных замыканий на землю, количество ложных срабатываний и число несрабатываний защиты. В ходе исследования с использованием действующих методик выполнен расчёт достоверности правильного и ошибочного функционирования, а также вероятности безотказной работы рассматриваемых защит. По результатам анализа выявлены наименее надёжные защиты, а также защиты с наибольшей вероятностью безотказной работы.

Ключевые слова: ОЗЗ, селективность, надёжность, вероятность безотказной работы, ложные срабатывания.

АРЗЁБИИ КОРИ ДУРУСТИ ҲИМОЯҶО АЗ РАСИШ БА ЗАМИН ДАР ШАБАКАҶОИ БАҶҶИИ 6-10 кВ

Р.Т. Абдуллозода

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Мақола ба арзёбии нишондиҳандаҳои эътимоднокии кори ҳимояи релей аз расишҳои якфаза ба замин дар шабакаҳои баҷҷии шиддати 6–10 кВ бахшида шудааст. Ҳамчун объекти тадқиқот хатҳои баромади зеристгоҳҳои «Мироб» 35/6 кВ ва «Ҳамадонӣ» 35/10 кВ интихоб гардидаанд, ки дар тавозуни Филиали ҚСҚ «Шабакаҳои баҷҷии тақсимотӣ»-и шаҳри Кӯлоб қарор доранд. Маълумоти оморӣ панҷсола аз ҳуҷҷатҳои дастанвисшуда - журналҳои амалиёти зеристгоҳҳои мазкур гирифта шудааст. Дурустии маълумот бо он тасдиқ мегардад, ки журналҳо дӯхта, рақамгузорӣ шуда ва бо имзои шахсони масъул ва мӯҳри муассиса тасдиқ шудаанд. Дар ин замина нишондиҳандаҳои зерин муайян карда шуданд: миқдори кори дурусти ҳимояҳо, миқдори умумии расишҳои якфаза ба замин, миқдори бақордариҳои иштибоҳӣ ва ҳолатҳои азқормонии ҳимояҳо. Дар қараёни тадқиқот бо истифода аз методикаҳои амалкунанда ҳисобкунии эътимоднокии кори дуруст ва нодуруст, инчунин эҳтимолияти кори ҳимояҳои баррасишаванда иҷро гардид. Аз рӯи натиҷаҳои таҳлил ҳимояҳои дорои эҳтимолияти кам, инчунин ҳимояҳое, ки эҳтимолияти баланди кори устувор доранд, муайян карда шуданд.

Калидвожаҳо: расиши якфаза ба замин, интихобият, эҳтимолият, эҳтимолияти азқормонӣ, бақордариҳои иштибоҳии ҳимоя.

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF EARTH FAULT PROTECTION IN 6-10 kV ELECTRICAL NETWORKS

R. Abdullozoda

Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan

The paper is devoted to the assessment of reliability indicators of relay protection operation against single-phase-to-ground faults in 6–10 kV electrical networks. The object of the study comprises outgoing feeders of the “Mirob” 35/6 kV and “Hamadoni” 35/10 kV substations, which are operated by the branch of JSC “Distribution Electric Networks” in the city of Kulob. The initial five-year statistical data were obtained from handwritten documents, namely operational logs of the considered substations. The reliability of the data is confirmed by the fact that the logs are bound, numbered, and certified by the signatures of responsible personnel and the official seal of the organization. The following indicators were determined: the number of correct operations, the total number of single-phase-to-ground faults, the number of false operations, and the number of protection failures. Using established methodologies, the reliability of correct and incorrect operation, as well as the probability of failure-free operation of the considered protections, were calculated. The analysis identified the least reliable protections as well as those with the highest probability of failure-free operation.

Keywords: earth faults, selectivity, reliability, probability of failure-free operation, false tripping.

Введение

Электрические сети напряжением 6–10 кВ, как правило, относятся к сетям с изолированной нейтралью. В таких сетях при замыкании одной фазы на землю возникает однофазное замыкание на землю (ОЗЗ), которое не сопровождается существенным возрастанием тока. Это объясняется тем,

что нейтраль источника питания либо не соединена с землёй, либо соединена через большое активное или индуктивное сопротивление.

Однако длительная работа сети в режиме однофазного замыкания на землю может привести к возникновению двойного замыкания на землю. При этом величина тока повреждения, в зависимости от расстояния между точками замыкания, может приближаться к току двухфазного короткого замыкания. Это связано с тем, что при ОЗЗ напряжение повреждённой фазы относительно земли приближается к нулю, а в двух неповреждённых фазах напряжение относительно земли возрастает в $\sqrt{3}$ раза. В результате изоляция этих фаз оказывается под воздействием линейного напряжения, что приводит к её ускоренному старению и повышает вероятность дальнейших повреждений.

Как показывает практика, наиболее часто возникающими аварийными ситуациями являются однофазные замыкания на землю, которые зависят от множества факторов. В настоящее время для защиты линий электропередачи (ЛЭП) от ОЗЗ применяются различные виды защит [1].

К наиболее распространённым видам защит относятся максимальная токовая защита нулевой последовательности, направленные защиты, а также специализированные устройства защиты от замыканий на землю, основанные на фиксации токов нулевой последовательности. Значение тока однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью, как правило, невелико. Однако фильтр токов нулевой последовательности требует применения специальных электромеханических или микропроцессорных устройств, что затрудняет процесс обнаружения повреждений и обеспечение селективности действия устройств релейной защиты. Применение дополнительных устройств непосредственно влияет на чувствительность и быстродействие защит и приводит к возрастанию вероятности как несрабатывания, так и ложных действий [2, 6].

В процессе эксплуатации под воздействием различных факторов, в том числе климатических, значение тока однофазного замыкания на землю может изменяться в широких пределах. Кроме того, конфигурация электрической сети, а также число параллельных отходящих линий оказывают существенное влияние на величину тока ОЗЗ. Указанные факторы существенно затрудняют отстройку устройств релейной защиты и автоматики.

Учитывая вышеуказанные факторы, оценка достоверности функционирования устройств защиты от однофазных замыканий на землю в сетях напряжением 6–10 кВ является актуальной научно-технической задачей. Достоверность функционирования устройств релейной защиты определяется их способностью правильно реагировать на аварийные режимы и исключать ложные срабатывания во всех режимах работы электрической сети. Недостаточная достоверность функционирования защит может привести к развитию аварий, что существенно снижает надёжность электрических сетей.

Исходя из этого, в данной работе ключевое значение имеет применение методов количественной оценки достоверности функционирования устройств релейной защиты от однофазных замыканий на землю на основе статистических данных их эксплуатации. Использование вероятностных показателей, характеризующих функционирование устройств релейной защиты, позволяет оценить их работоспособность по критериям селективности, чувствительности, надёжности и быстродействия.

Метод оценки достоверности защиты от ОЗЗ

Согласно [7], основными показателями достоверности функционирования систем релейной защиты являются: достоверность правильного функционирования $D_{\text{пф}}$, достоверность ошибочного функционирования $D_{\text{оф}}$ и вероятность безотказной работы P_6 . В рамках настоящего исследования рассматривается оценка достоверности функционирования защиты линий электропередачи напряжением 6–10 кВ от однофазных замыканий на землю.

При этом для определения показателя $D_{\text{пф}}$ учитываются наблюдаемое число правильных срабатываний защиты $N_{\text{пф}}$ и общее число ОЗЗ $N_{\text{ОЗЗ}}$, соответствующее количеству однофазных замыканий на землю за рассматриваемый период. Таким образом, достоверность правильного функционирования защиты от ОЗЗ определяется по приведённой ниже формуле (1).

$$D_{\text{пф}} = \frac{N_{\text{пф}}}{N_{\text{ОЗЗ}}} \quad (1)$$

Следует отметить, что данный показатель характеризует степень корректности срабатывания защиты от однофазных замыканий на землю, то есть позволяет оценить, насколько точно защита реагирует на реальные аварийные ситуации.

Наряду с этим вторым показателем достоверности является $D_{\text{оф}}$, который характеризует вероятность ошибочного функционирования защиты. Данный показатель используется для оценки неправильных срабатываний защиты от ОЗЗ при подаче ложных сигналов от первичных измерительных преобразователей в нормальном режиме работы первичной цепи.

При этом учитываются число ложных срабатываний (ошибочного функционирования) защиты $N_{\text{оф}}$ и число ненормальных режимов (с учетом других видов повреждений) $N_{\text{н}}$. Таким образом, данный показатель позволяет количественно оценить вероятность ошибочного срабатывания защиты от ОЗЗ.

$$D_{\text{оф}} = \frac{N_{\text{оф}}}{N_{\text{н}}} \quad (2)$$

В дополнение к рассмотренным показателям третьим показателем достоверности является вероятность безотказной работы P_6 , которая характеризует способность защиты от ОЗЗ надёжно функционировать в аварийных режимах работы электрической сети.

При этом для её определения учитывается количество несрабатываний защиты $N_{\text{нс}}$ при возникновении аварийных режимов. Следовательно, данный показатель позволяет оценить надёжность функционирования защиты от ОЗЗ в условиях реальных повреждений сети.

$$P_6 = \frac{N_{\text{пф}}}{N_{\text{пф}} + N_{\text{нс}}} \quad (3)$$

Таким образом, использование вышеизложенной методики позволяет оценивать достоверность функционирования защиты от ОЗЗ. При этом для получения корректных результатов необходимо применять статистические данные, характеризующие поведение рассматриваемой защиты на исследуемых энергетических объектах.

Результаты статистического анализа функционирования защиты от ОЗЗ

Для анализа функционирования защиты от однофазных замыканий на землю была использована пятилетняя статистика (2021–2025 гг.), отражающая основные показатели достоверности функционирования защиты на отходящих линиях подстанций «Мироб» 35/6 кВ и «Хамандони» 35/10 кВ, находящихся на балансе Филиала ОАО «Распределительные электрические сети» города Куляба. При этом достоверность используемой статистической информации обеспечивается тем, что исходные данные получены из оперативных журналов указанных подстанций и подтверждены подписями ответственных лиц, а также печатями соответствующих организаций [8, 9]. Следует отметить, что отходящие линии данных подстанций оснащены различными видами электромеханической релейной защиты и автоматики; в частности, для защиты от однофазных замыканий на землю применяются защиты от ОЗЗ, токовая направленная защита (ТНП) и максимальная токовая защита нулевой последовательности. Особенности схем подключения, а также основные параметры первичных измерительных преобразователей и обмоток реле, используемых в указанных защитах, приведены в работе [10].

Для подстанции «Мироб» 35/6 кВ и ПС «Хамандони» 35/10 кВ были определены следующие статистические показатели: общее число аварийных случаев $N_{\text{ОЗЗ}}$ а также число правильных срабатываний защиты $N_{\text{пф}}$ за рассматриваемый период, значения которых приведены в табл. 1. Наряду с этим проведён анализ ошибочного функционирования защиты, характеризуемого числом ложных срабатываний $N_{\text{оф}}$, возникающих при ненормальных режимах, общее количество которых обозначено как $N_{\text{н}}$.

Таблица 1 – Основные характеристики защит рассматриваемых линий за период 2021–2025 гг.
 Table 1 – Main Characteristics of the Protection Systems of the Studied Lines for the Period 2021–2025

№ п/п	Номер ячейки (отходящая линия)	Число правильных срабатываний защиты от ОЗЗ, $N_{пф}$	Общее число ОЗЗ, $N_{озз}$	Число ложных срабатываний (ошибочного функционирования) защиты, $N_{оф}$	Число ненормальных режимов (с учетом других видов повреждений), $N_{нн}$	Количество несрабатываний защиты, $N_{нс}$
ПС «Мироб» 35/6 кВ						
1.	ЛМР-1 (ВЛ)	17	21	3	23	4
	ЛМР-2 (ВЛ)	12	13	1	18	1
	ЛМР-5 (ВЛ)	9	9	0	13	0
	ЛМР-11(ВЛ)	10	12	1	16	2
ПС «Хамандони» 35/10 кВ						
2.	ЛХМ-3 (ВЛ)	16	24	4	30	8
	ЛХМ-4 (ВЛ)	26	36	6	47	10
	ЛХМ-6 (ВЛ)	29	35	3	48	6
	ЛХМ-9 (ВЛ)	52	65	5	78	13
	ЛХМ-10 (ВЛ)	16	24	3	28	8
	ЛХМ-12 (ВЛ)	66	76	7	92	10
	ЛХМ-16 (ВЛ)	41	49	3	64	8
	ЛХМ-18 (ВЛ)	8	14	3	18	6
	ЛХМ-19 (ВЛ)	29	37	4	47	8
	ЛХМ-20 (ВЛ)	2	3	0	4	1
	ЛХМ-21 (ВЛ)	1	1	0	1	0

Обработка полученных данных на основе вышеизложенного метода позволяет оценить основные показатели достоверности функционирования защит от ОЗЗ, применяемых на исследуемых подстанциях, а также определить вероятность их безотказной работы. На рис. 1 приведено сравнение числа правильных срабатываний защиты от ОЗЗ с общим числом ОЗЗ на отходящих линиях рассматриваемых подстанций.

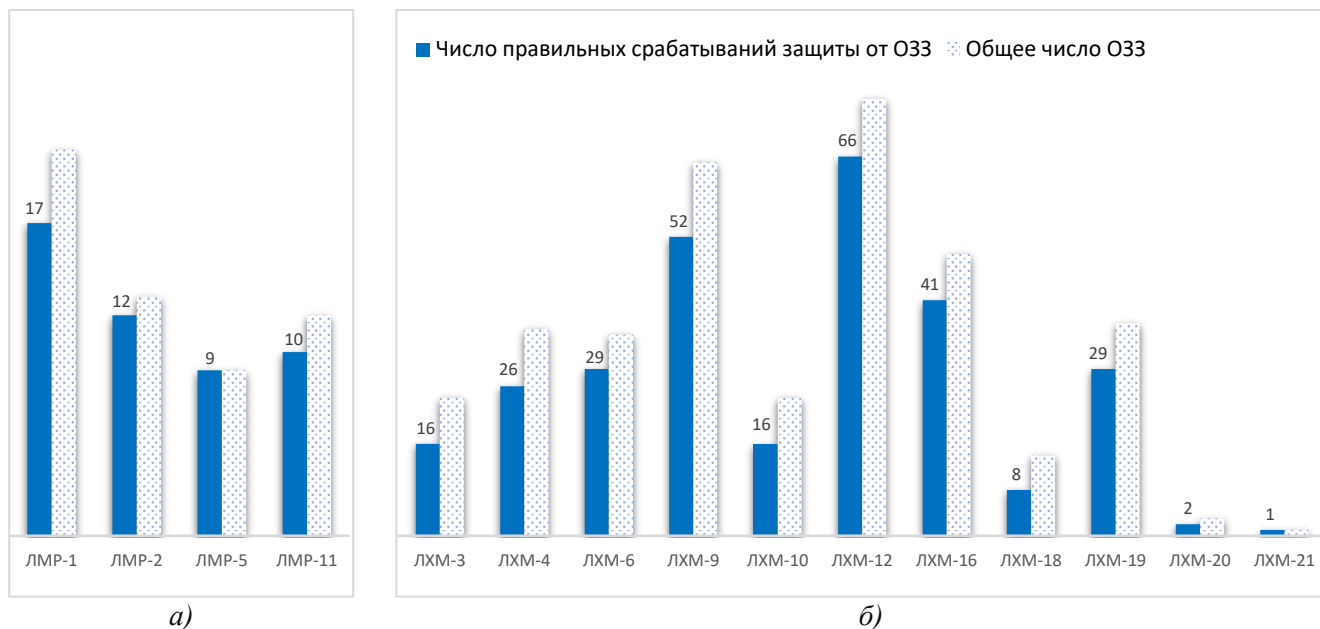


Рисунок 1 – Сравнение числа правильных срабатываний защиты от ОЗЗ с общим числом ОЗЗ: а) ПС «Мироб» 35/6 кВ; б) ПС «Хамандони» 35/10 кВ.

Figure 1 – Comparison of the Number of Correct Single-Phase Ground Fault Protection Operations with the Total Number of Single-Phase Ground Faults: (a) Mirob 35/6 kV Substation; (b) Hamadoni 35/10 kV Substation.

С использованием уравнений (1–3) выполнен расчёт показателей $D_{\text{пф}}$, $D_{\text{оф}}$ и P_6 для защиты, установленной на отходящей линии ЛМР-1 ПС «Мироб» 35/6 кВ. Результаты расчётов для защит остальных рассматриваемых отходящих линий приведены в табл. 2.

$$D_{\text{пф}} = \frac{N_{\text{пф}}}{N_{033}} = \frac{17}{21} = 0,8095 \quad D_{\text{оф}} = \frac{N_{\text{оф}}}{N_{\text{н}}} = \frac{4}{23} = 0,1739 \quad P_6 = \frac{N_{\text{пф}}}{N_{\text{пф}} + N_{\text{н}}} = \frac{17}{17+4} = 0,8095$$

Таблица 2 – Результаты расчетов основных показателей достоверности защиты отходящих линиях 2021–2025 гг.
Table 2 – Results of Calculating the Main Reliability Performance Indicators of the Protection Systems for Outgoing Feeders (2021–2025)

№ п/п	Номер ячейки (отходящая линия)	Достоверность правильного функционирования, $D_{\text{пф}}$	Достоверность ошибочного функционирования, $D_{\text{оф}}$	Вероятность безотказной работы, P_6
ПС «Мироб» 35/6 кВ				
1.	ЛМР-1 (ВЛ)	0,8095	0,1739	0,8095
	ЛМР-2 (ВЛ)	0,9231	0,0556	0,9231
	ЛМР-5 (ВЛ)	1	0	1
	ЛМР-11(ВЛ)	0,8333	0,1250	0,8333
ПС «Хамандони» 35/10 кВ				
2.	ЛХМ-3 (ВЛ)	0,6667	0,2667	0,6667
	ЛХМ-4 (ВЛ)	0,7222	0,2128	0,7222
	ЛХМ-6 (ВЛ)	0,8286	0,1250	0,8286
	ЛХМ-9 (ВЛ)	0,8000	0,1667	0,8000
	ЛХМ-10 (ВЛ)	0,6667	0,2857	0,6667
	ЛХМ-12 (ВЛ)	0,8684	0,1087	0,8684
	ЛХМ-16 (ВЛ)	0,8367	0,1250	0,8367
	ЛХМ-18 (ВЛ)	0,5714	0,3333	0,5714
	ЛХМ-19 (ВЛ)	0,7838	0,1702	0,7838
	ЛХМ-20 (ВЛ)	0,6667	0,2500	0,6667
	ЛХМ-21 (ВЛ)	1	0	1

Обсуждение

Как следует из анализа данных, представленных в табл. 2, показатели достоверности функционирования защит от однофазных замыканий на землю на рассматриваемых отходящих линиях существенно различаются.

Значение достоверности правильного функционирования на отходящих линиях ПС «Мироб» 35/6 кВ изменяется в диапазоне от 0,8095 (ЛМР-1) до 1 (ЛМР-5). При этом максимальное значение достоверности ошибочного функционирования зафиксировано для защиты линии ЛМР-1, что, вероятно, обусловлено её неселективным действием или некорректной отстройкой защиты.

Аналогичные показатели на ПС «Хамандони» 35/10 кВ имеют разнообразный вид и характеризуются относительно широким диапазоном варьирования – от 0,5714 до 1. Такие значения свидетельствуют о различном уровне достоверности функционирования защит рассматриваемых отходящих линий. Как следует из табл. 2, наименьшие значения правильного функционирования наблюдаются на отходящих линиях ЛХМ-18 и ЛХМ-3. Вероятно, защиты, применяемые на этих линиях, обладают недостаточной чувствительностью, имеют некорректную отстройку либо в большей степени подвержены влиянию внешних факторов, таких как режимы работы электрической сети.

Исходя из приведённых расчётов, видно, что наименьшей вероятностью безотказной работы характеризуются защиты отходящих линий ЛХМ-3, ЛХМ-10, ЛХМ-18 и ЛХМ-20. Это свидетельствует о необходимости принятия мер по повышению надёжности функционирования их защит.

Следовательно, результаты обработки статистических показателей функционирования защит отходящих линий рассматриваемых подстанций показывают, что степень достоверности их функционирования на различных подстанциях носит разнообразный характер. В связи с этим целесообразно проведение индивидуальной оценки защит линий напряжением 6–10 кВ с целью повышения надёжности их функционирования для каждой линии электрической сети.

Заключение

В рамках данной работы выполнена оценка достоверности функционирования защит от ОЗЗ в сетях напряжением 6–10 кВ. С этой целью проведён анализ пятилетних статистических данных, полученных из рукописных документов – оперативных журналов ПС «Мироб» 35/6 кВ и ПС «Хамадони» 35/10 кВ. На основе записей об аварийных отключениях рассматриваемых отходящих линий были выделены количественные показатели срабатывания релейной защиты при однофазных замыканиях на землю. Кроме того, в журналах зафиксированы данные о ложных срабатываниях и иных факторах, влияющих на функционирование систем релейной защиты от ОЗЗ. На основании проведённого анализа с использованием действующих методик определены основные показатели достоверности функционирования релейной защиты отходящих линий рассматриваемых подстанций.

По результатам проведённого исследования установлено, что показатели достоверности функционирования релейной защиты на отдельных отходящих линиях носят разнообразный характер, что обусловлено условиями эксплуатации, техническим состоянием устройств релейной защиты, а также особенностями отстройки их параметров при защите линий от однофазных замыканий на землю. В связи с этим обоснована необходимость проведения комплекса организационно-технических мероприятий по корректировке параметров защит, направленных на повышение надёжности и эффективности их функционирования.

Обоснована необходимость проведения индивидуальной оценки показателей достоверности функционирования релейной защиты для каждой рассматриваемой отходящей линии. Применение предложенных рекомендаций способствует повышению основных показателей достоверности релейной защиты от ОЗЗ в распределительных электрических сетях напряжением 6–10 кВ. Полученные результаты могут быть использованы при разработке нормативных документов в области релейной защиты, а также при проектировании систем релейной защиты с учётом специфических местных условий.

Рецензент: Сидоров А.И. — д.т.н., профессор кафедры БЖД, ЮУрГУ

Литература

1. Химояи релеи таҳизоти электроэнергетикӣ / R.T. Abdullozoda, D.D. Davlatshoev, B.T. Abdulloev, N.Kh. Tabarov. – Душанбе : Промэкспо, 2018. – 333 p. – ISBN 978-99975-998-5-8. – EDN FWKDUG.
2. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник / В.А. Андреев. – М.: Высшая школа, 2008. – 640 с.
3. Шабад, М.А. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6–35 кВ / М.А. Шабад. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 240 с.
4. Анализ преимуществ микропроцессорных релейных защит перед электромеханическими, применяемых в подстанции "Академгородок -110/35/10 кВ" / Р.Т. Абдуллозода, У.У. Косимов, П.А. Аминов, И.Т. Абдуллоев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – № 2(46). – С. 33-39. – EDN PBVAVR.
5. Horowitz, S.H. Power System Relaying / S.H. Horowitz, A.G. Phadke. – 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2014. – 416 p.
6. Абдуллозода, Р. Т. Статистический анализ повреждаемости линий 6-10 кВ на примере отдельных подстанций Южной части Таджикистана / Р. Т. Абдуллозода // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2026. – № 1(73). – С. 6-12. – DOI 10.65599/ENG4701. – EDN BMKLYA.
7. Папков, Б.В. Надёжность и эффективность современного электроснабжения: монография / Б.В. Папков, П.В. Илюшин, А.Л. Куликов. – Нижний Новгород: Научно-издательский центр «XXI век», 2021. – 160 с.
8. Оперативный журнал ПС «Мироб» 35/6 кВ. – Рукописный документ. – Период: 2020 – 2025 гг.
9. Оперативный журнал ПС «Хамадони» 35/10 кВ. – Рукописный документ. – Период: 2021 – 2025 гг.
10. Абдуллозода, Р.Т. Учебно-лабораторный стенд для исследования схем соединения трансформаторов тока и обмоток реле / Р.Т. Абдуллозода // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2021. – № 3(55). – С. 5-7. – EDN WXZNOG.

Reference

1. Relay protection and automation of power supply systems / R.T. Abdullozoda, D.D. Davlatshoev, B.T. Abdulloev, N.Kh. Tabarov. – Dushanbe: PromExpo, 2018. – 333 p. – ISBN 978-99975-998-5-8. – EDN FWKDUG.
2. Andreev, V.A. Relay protection and automation of power supply systems: a textbook / V.A. Andreev. – Moscow: Vysshaya shkola, 2008. – 640 p.
3. Shabad, M.A. Protection against single-phase ground faults in 6–35 kV networks / M.A. Shabad. – Moscow: Energoatomizdat, 2001. – 240 p.
4. Analysis of the advantages of microprocessor-based relay protection systems over electromechanical ones used in the Akademgorodok-110/35/10 kV substation / R.T. Abdullozoda, U.U. Kosimov, P.A. Aminov, I.T. Abdulloev // Polytechnic Bulletin. Series: Engineering Research. - 2019. - No. 2 (46). - Pp. 33-39. - EDN PBVAVR.

5. Horowitz, S.H. Power System Relaying / S.H. Horowitz, A.G. Phadke. - 4th ed. - Hoboken: John Wiley & Sons, 2014. - 416 p.
6. Abdullozoda, R. T. Statistical analysis of damage to 6-10 kV lines using the example of individual substations in the southern part of Tajikistan / R. T. Abdullozoda // Polytechnic Bulletin. Series: Engineering Research. - 2026. - No. 1 (73). - Pp. 6-12. - DOI 10.65599 / ENG4701. - EDN BMKLYA.
7. Papkov, B.V. Reliability and efficiency of modern power supply: monograph / B.V. Papkov, P.V. Ilyushin, A.L. Kulikov. - Nizhny Novgorod: Scientific Publishing Center "XXI Century", 2021. - 160 p.
8. Operational log of the 35/6 kV Mirob substation. - Handwritten document. – Period: 2020–2025.
9. Operational log of the 35/10 kV Hamadoni substation. – Handwritten document. – Period: 2021–2025.
10. Abdullozoda, R.T. Educational and laboratory setup for studying connection diagrams of current transformers and relay windings / R.T. Abdullozoda // Polytechnic Bulletin. Series: Engineering Research. – 2021. – No. 3(55). – Pp. 5-7. – EDN WXZNOG.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ – INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Абдуллозода Рамазон Толибҷон	Абдуллозода Рамазон Толибджон	Ramazon Abdullozoda
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Ph.D., Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
E-mail: abdullozoda@ttu.tj		
https://orcid.org/0000-0002-2434-4698		