

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
АО «СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»
ПАО «ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»
ПАО «РОССЕТИ»
РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ МЕЖДУНАРОДНОГО СОВЕТА ПО
БОЛЬШИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ (РНК СИГРЭ)
БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ ФОНД «НАДЕЖНАЯ СМЕНА»

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ГЛАЗАМИ МОЛОДЕЖИ – 2017



**Материалы
VIII Международной молодёжной научно-технической
конференции 02 – 06 октября 2017 года**

Том I

Самара
2017

УДК 621.31
ББК 31.2
Э45

Электроэнергетика глазами молодежи: материалы VIII Международной научно-технической конференции, 02 – 06 октября 2017, Самара. – В 3 т. Т 1. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 436 с.

В первый том сборника трудов включены доклады, принятые программным комитетом конференции, в которых отражены результаты исследований по основным научным направлениям секций «Основное технологическое оборудование электростанций»: оборудование тепловых электростанций, оборудование гидроэлектростанций, оборудование атомных электростанций; «Основное оборудование электрических сетей и систем»: высоковольтные линии электропередачи переменного и постоянного тока, силовые и измерительные трансформаторы, устройства компенсации реактивной мощности, коммутационное оборудование, распределительные устройства станций и подстанций, ТОиР и диагностирование основного электротехнического оборудования; «Релейная защита и автоматика энергосистем»: релейная защита, вопросы эксплуатации и технического обслуживания устройств РЗА, сетевая автоматика, регистрация аварийных событий и процессов, стандарт МЭК 61850, цифровая подстанция. В работе конференции приняли участие инженеры, ученые и специалисты отраслевых научно-исследовательских, проектных, эксплуатационных электроэнергетических организаций и компаний, а также академических институтов и высших учебных заведений России и других стран. Материалы сборника предназначены для научных работников и специалистов в сфере энергетики.

ISBN 978-5-7964-2030-0
ISBN 978-5-7964-2031-7

Ответственный редактор:

Е.М. Шишков, к.т.н., заместитель директора по науке, информатизации и инновациям филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Новокуйбышевске.

Редакционная группа: И.А. Москвин, Я.В. Макаров.

Рецензенты:

А.С. Добросотских, старший преподаватель кафедры «Электрические станции» ФГБОУ ВО «СамГТУ»;
Ю.Б. Платонов, начальник Службы краткосрочного и оперативного планирования режимов Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги;
Л.М. Инаходова, к.т.н., заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов» филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Новокуйбышевске.
Е.А. Кротков, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «СамГТУ»;
А.В. Гудков, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «СамГТУ»;
А.Ю. Хренников, д.т.н., главный научный сотрудник Дирекции электрооборудования и ЛЭП ПАО «Научно-технический Центр Федеральной сетевой компании ЕЭС»;
А.Г. Сорокин, к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая и общая электротехника» ФГБОУ ВО «СамГТУ»;
Я.В. Макаров, старший преподаватель кафедры «Электрические станции» ФГБОУ ВО «СамГТУ»;
Н.А. Латышев, заместитель главного инженера по эксплуатации основного оборудования филиала ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Волги;
В.В. Вахнина, д.т.н., заведующий кафедрой «Электроснабжение и электротехника» ФГБОУ ВО «ТГУ»;
Г.С. Нудельман, к.т.н., заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники и релейная защита» ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»;
Л.С. Ерошкин, ведущий специалист Группы кадрового резерва Службы управления персоналом филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги;
Е.Н. Иванов, начальник Службы релейной защиты и автоматики Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги.

ISBN 978-5-7964-2030-0
ISBN 978-5-7964-2031-7

© Министерство образования и науки Российской Федерации, 2017
© ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 2017
© Авторы, 2017

ликвидация междуфазных коротких замыканий на стороне низкого напряжения или на вводах низкого напряжения автотрансформатора происходит только в каскаде, а в некоторых случаях ступень дистанционной защиты, осуществляющие ближнее резервирование (2 ст. ДЗ в шкафах серии ШЭ2607 07х ООО НПП «ЭКРА»), не чувствительна к междуфазным коротким замыканиям.

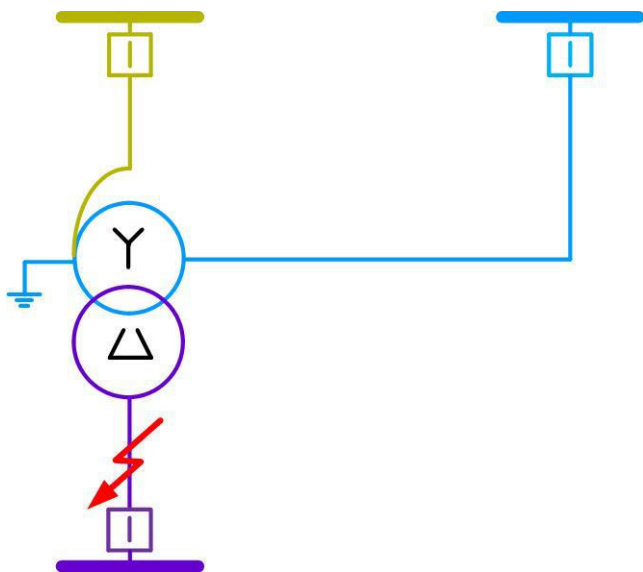


Рис. 1. Короткое замыкание на стороне низкого напряжения автотрансформатора.

Как известно, основным условием выбора уставок максимальной токовой защиты и 2 ступени дистанционной защиты автотрансформатора является обеспечение чувствительности к междуфазным коротким замыканиям в автотрансформаторе и на шинах смежного напряжения [5].

Однако, при выборе уставок по условию чувствительности к междуфазным коротким замыканиям на стороне низкого напряжения автотрансформатора уставки по току или сопротивлению срабатывания невозможно отстроить от нагрузочного режима в сети смежного напряжения.

В связи с этим предлагается 5 ст. ДЗ шкафов ШЭ2607 07х, которая, как правило, не используется, выполнить направленной в автотрансформатор (рис. 2) с действием на отключение автотрансформатора со всех сторон с запретом АПВ и пуском УРОВ. Необходимым условием срабатывания защиты является одновременный пуск 5 ст. ДЗ как со стороны высшего напряжения, так и со стороны среднего напряжения автотрансформатора. Уставки 5 ст. ДЗ по сопротивлению выбирать исходя из следующих условий:

1. Чувствительность к коротким замыканиям на стороне низкого напряжения автотрансформатора;
2. Отстройка от токов нагрузки по обмотке низкого напряжения автотрансформатора. Обмотка низшего напряжения автотрансформатора имеет мощность в 2 и более раз меньше чем обмотки высшего или среднего напряжения.

Логика работы 5 ст. ДЗ предусматривает работу с автотрансформаторами, на низкой стороне которых есть потребители. В этом случае в шкаф резервных защит автотрансформатора заводится сигнал срабатывания

максимальной токовой защиты ввода низкого напряжения автотрансформатора. При срабатывании МТЗ ввода низкого напряжения 5 ст. ДЗ будет действовать с выдержкой времени согласованной на ступень селективности с выдержкой времени МТЗ ввода низкого напряжения. При несрабатывании МТЗ ввода низкого напряжения 5 ст. ДЗ действует с минимальной выдержкой времени.

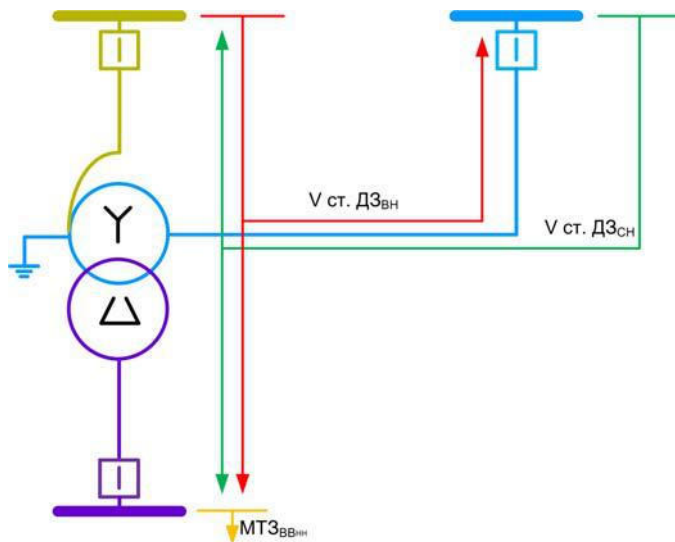


Рис. 2. Принцип работы 5 ст. дистанционной защиты.

Если низкая сторона автотрансформатора не ошинована, то 5 ст. ДЗ действует всегда с минимальной выдержкой.

Полученный алгоритм был реализован в специальной версии программного обеспечения шкафов ШЭ2607 071 [2] и ШЭ2607 072 [3] производства ООО НПП «ЭКРА». Он позволяет выполнить резервную защиту автотрансформатора, которая будет чувствительна ко всем видам коротких замыканий на стороне низкого напряжения автотрансформатора, действующую с наименьшей выдержкой времени.

На данный момент шкафы ШЭ2607 07х со специальной версией программного обеспечения работают на нескольких объектах операционной зоны Филиала АО «СО ЕЭС РДУ Татарстана в тестовом режиме.

Список литературы

- [1] Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Сибирское университетское издательство, 2007. – 512 стр.
- [2] ЭКРА.656453.028 РЭ. Шкаф резервной защиты трансформатора (автотрансформатора) 110-220 кВ и автоматики управления выключателем типа ШЭ2607 071 (версия 071_207). Руководство по эксплуатации. – Чебоксары, 2017. – 140 стр.
- [3] ЭКРА.656453.055 РЭ. Шкаф резервной защиты автотрансформатора 220/110 кВ тиа ШЭ2607 072 (ШЭ2607 072072) (версия 072_211). Руководство по эксплуатации. – Чебоксары, 2017. – 119 стр.
- [4] Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13А. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ: Схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 112 стр.
- [5] Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ: Расчеты. – М.: Энергоатомиздат, 1985, - 96 стр.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРА С УЧЕТОМ БЛИЖНЕГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Ф.Р. Сиразутдинов
Филиал АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана
Казань, Россия
E-mail: SirazutdinovFR@yandex.ru

При междуфазных коротких замыканиях на стороне низкого напряжения (НН) автотрансформатора установленная на сторонах высокого и среднего напряжения резервная защита в ряде случаев не обладает достаточной чувствительностью. Для повышения надежности защиты автотрансформатора появилась необходимость организации защит ближнего резервирования на стороне НН автотрансформаторов. Реализовать защиту возможно с помощью установки дополнительной защиты в нейтральные выводы автотрансформатора.

Ключевые слова: повышение надежности релейной защиты; резервные защиты автотрансформатора; ближнее резервирование.

IMPROVING THE RELIABILITY OF PROTECTION OF THE AUTOTRANSFORMER, THE NEAR RESERVATION

F. R. Sirazutdinov
The branch of JSC «SO UPS» Regional Dispatching Office of the Republic of Tatarstan
Kazan, Russia
E-mail: SirazutdinovFR@yandex.ru

With phase-to-phase short circuits on the low voltage side of the autotransformer mounted on the sides of high and medium voltage reserve protection in some cases not sensitive enough. To improve the reliability of protection of the autotransformer there is a need of the organization of defenses in the near of the reservation on the low voltage side of autotransformers. Implement protection possible by installing additional protection in the neutral of the autotransformer output.

Keywords: improving the reliability of relay protection; reserve autotransformer protection; near the reservation.

I. ВВЕДЕНИЕ

Отказ релейной защиты (РЗ) при коротких замыканиях является наиболее опасным нарушением, приводящим к недоотпуску электроэнергии потребителям, уменьшению технико-экономических показателей электроснабжения и надежности работы энергосистем, повреждению силового оборудования и устройств вторичной коммутации. Уменьшить последствия подобных событий позволяют системы защит ближнего и дальнего резервирования релейной защиты.

Осуществление ближнего и дальнего резервирования РЗ автотрансформаторов (АТ) относится к наиболее сложным решениям из-за конструктивных особенностей выполнения обмоток.

Резервирование междуфазных КЗ на стороне низкого напряжения (НН) автотрансформатора защитами питающих линий в ряде случаев может оказаться неэффективной из-за недостаточной

чувствительности и большого времени ликвидации аварии.

Для повышения эффективности защиты в условиях отказа или вывода из работы дифференциальной защиты автотрансформатора одним из решений является установка дополнительного комплекта релейной защиты.

II. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРА

Резервной защитой АТ служат максимальная токовая защита, токовая отсечка и трехступенчатая (пятиступенчатая для микропроцессорных (МП) защит) дистанционная защита, трехступенчатая (шестиступенчатая для МП) токовая направленная защита нулевой последовательности, которые подключены к трансформаторам тока (ТТ) на стороне высокого и среднего напряжения (ВН и СН). Опыт эксплуатации и расчетов уставок показал, что при междуфазном повреждении на стороне НН чувствительность данных защит в ряде случаев недостаточна. Для устранения этих недостатков

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>А.С. Ведерников, В.Г. Гольдштейн, А.Л. Фролов</i> Развитие теории анализа установившихся режимов многопроводных несимметричных воздушных ЛЭП	22
<i>А.Г. Фишов А.Г., А.К. Ландман А.К., О.В. Сердюков</i> SMART технологии для подключения к электрическим сетям и управления режимами малой генерации	27
<i>С.Е. Кокин, А.В. Паздерин</i> Создание интеллектуальной технологической платформы для повышения энергоэффективности и надежности транспорта, распределения и потребления электроэнергии мегаполисов	35
<i>А. Б. Лоскутов, А. А. Лоскутов, Д. В. Зырин, Е. Н. Соснина</i> Современные подходы к построению систем энергоснабжения мегаполисов	39
<i>Н.И. Воронцов, Ю.В. А. Стенников</i> Инновационные технологии и направления развития систем энергоснабжения мегаполисов	49
<i>П.И. Бартоломей, А.О. Егоров, П.М. Ерохин, Ю.А. Куликов</i> Электроэнергетическое инженерное образование в России. Обсуждение проблемы и результаты	53
<i>С.П. Чеклецова, П.О. Шарыпанов, А.А. Шутенко, И.А. Москвин</i> Опыт АО «СО ЕЭС» по организации специализированной подготовки бакалавров и магистров на профильных кафедрах базовых российских вузов	58
<i>С.П. Чеклецова, П.О. Шарыпанов, А.О. Егоров, А.А. Шутенко, И.А. Москвин</i> Концепция и первоочередные задачи ММСЭ по организации и учебно-методическому сопровождению специализированной подготовки бакалавров и магистров для электроэнергетических компаний на профильных кафедрах базовых российских вузов	64

1. ОСНОВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

<i>М.А. Садохина, М.А. Чекан, Г.Г. Константинов</i> Особенности проектирования турбогенератора для АЭС и автоматизация электромагнитных расчетов	70
<i>А.А. Сатаев, А.В. Дунцев</i> Исследование процессов смешения неизотермических потоков оборудования ядерных энергетических установок	74
<i>А.С. Петров, И.А. Ростунцова</i> Повышение эффективности парогазовой установки 420 МВт Няганской ГРЭС	76
<i>М.Е. Гольдштейн, А.А. Поснов, А.Д. Поснова</i> Форсировка синхронных генераторов с тиристорными системами самовозбуждения при близких коротких замыканиях в энергосистеме	78
<i>Д.М. Баннов, С.В. Малышев</i> Совершенствование метода диагностирования повреждений обмотки ротора асинхронных двигателей	82
<i>С.В. Новичков, А.А. Глебов</i> Анализ характеристик котельного агрегата при сбросе уходящих газов ГТУ типа V64.3A	86
<i>В.И. Полищук, В.Д. Можжаев, Д.А. Гнетова, А.М. Биктурганов</i> Совершенствование технической диагностики обмотки ротора синхронного генератора	88
<i>Н.Д. Батеев, И.А. Ростунцова</i> Повышение энергоэффективности ПГУ КЭС	91
<i>А.А. Нусенкис, М.В. Охотников</i> Обоснование применения современных программных комплексов при разработке и оптимизации конструкции электрофильтров нового поколения	93
<i>С.В. Малышев, Д.М. Баннов, В.И. Полищук</i> Совершенствование методики определения эффективности разрабатываемых защитно-диагностических устройств диагностирования цепей ротора асинхронного двигателя	97
<i>М.В. Крицкий, В.И. Полищук, А.Р. Игамов</i> Методика определения места установки датчика магнитного потока защитно-диагностической системы обмотки ротора турбогенератора	99
<i>М.А. Вольман, В.К. Семенов</i> Определение нейтронно-физических характеристик на основе обращенных решений уравнений динамики реактора	102
<i>Т.С. Тайлашева, Е.С. Воронцова, Д.А. Крюков, С.Н. Дронова</i> Функциональное представление работы подразделений объекта энергетики по приемке и контролю топлива	104
<i>И.Д. Абрамов, И.А. Ростунцова</i> Совершенствование системы технического водоснабжения	108

АЭС

<i>И. Р. Мухаметгалеев</i> Сокращение перетоков (присосов) воздуха из воздушного тракта в газовый в хвостовой части котлоагрегатов	110
<i>Н.А. Бурмистров, Р. А. Осипов</i> Перспективные направления перевооружения действующих ТЭС на базе газовых надстроек	112
<i>И.Н. Мадьшиев, О.С. Дмитриева, А.В. Дмитриев</i> Определение эффективности контактной ступени декарбонизатора ТЭС со струйно-плёночными устройствами	114

2. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И СИСТЕМ

<i>В.В. Ивонин</i> Математическая модель импульсного сопротивления вертикального заземлителя	120
<i>Л.Ф.Зиялдинова., Е.М. Федосов, А.И. Раскулова</i> Моделирование дефекта в изоляции кабельной линии с использованием программного обеспечения MathLAB	124
<i>О.В. Залесова</i> Расчет наведенного напряжения на отключенных линиях электропередачи, вызванных электромагнитным влиянием железных дорог переменного тока, в зоне высокоомных грунтов	126
<i>Е.А. Кротков, Г.И. Точилкин, Д.В. Лозовой</i> Быстродействующее шунтирование однофазных замыканий на землю в кабельных сетях 6 – 10 кВ с изолированной нейтралью	128
<i>В.С. Исаков</i> Моделирование управляемого шунтирующего реактора в расчетах уставок дистанционной защиты воздушных линий электропередачи	132
<i>А.Ю. Янкович, И.Н. Шушпанов</i> Анализ работы трансформатора для расчета компенсации реактивной мощности на стороне низкого напряжения	136
<i>В.М. Мякишев, Е.А. Керженцева, М.П. Кашина, Д.Н. Чугунов</i> О согласовании динамических параметров объектов энергосистемы	140
<i>А.Л. Фролов, В.Г. Гольдштейн, А.Б. Мадениятов</i> Анализ пропускной способности разомкнутых самокомпенсирующихся ЛЭП использующих стандартные конструкции проводов и опор	144
<i>В.П. Закарюкин, А.В. Крюков, И.М. Авдиенко</i> Снижение несимметрии в электрических сетях, питающих тяговые подстанции железных дорог	146
<i>Д.О. Крюков, В.З. Манусов</i> Разработка сверхпроводящего трансформатора с функцией токоограничения. Исследование перенапряжений в обмотках	150
<i>А.А. Воронин, В.А. Одрузова, Т.Б. Наурзов</i> Система автоматизированного выбора гибких сборных шин распределительных устройств	154
<i>Ю. П. Кубарьков, И. С. Кулаев, М. Р. Баталова, Я.М. Саматов</i> Регулирование напряжения в сетях с активно-адаптивными элементами	158
<i>А.С. Подгорный, П.А. Николаев, А.Д. Николаев</i> Выбор шага перестройки по частоте при испытаниях электромобилей на внешнее электромагнитное воздействие	162
<i>А.И.Орлов, Д.В.Бортник</i> Перспективы применения параллельных активных фильтров гармоник в распределительных сетях низкого напряжения	164
<i>Д.В. Гуков, С.А. Новиков, С.Д. Загуляев</i> Исследование возможности снижения сечения магнитопровода асинхронного двигателя за счёт исключения режима холостого хода	168
<i>Д. А. Поляков, К. И. Никитин, И. В. Комаров, В. Н. Пугач, А. С. Татевосян</i> Определение критерия возникновения пробоя СПЭ-изоляции кабелей для исследования процессов ее старения	172
<i>В.В. Вахнина, А.В. Дайнеко</i> Влияние насыщения стали магнитопровода силового трансформатора при включении в режим холостого хода на искажение синусоидальной формы кривых напряжения и тока	176
<i>К.В. Желнина, М.Е. Гольдштейн</i> Функциональные различия в управлении режимами электрических сетей с передачей постоянного тока на базе преобразователей тока и напряжения	180
<i>В.Е. Антропов, А.В. Канивец, И.А. Шишкин</i> Особенности проектирования измерительных трансформаторов напряжения для современных устройств защиты и автоматики	184

<i>М.Д.Сенюк, А.И. Хальясмаа, С.А. Ерошенко</i> Модель расчетов токов коротких замыканий для комплексного прогнозирования остаточного ресурса коммутационного оборудования	188
<i>А.Ю. Андреев, Л.М. Инаходова, И.А. Сенчев, А.А. Казанцев</i> Экономические показатели применения новых силовых трансформаторов в современных электрических сетях	192
<i>К.С. Аверьянова, Н.В. Безменова, В.П. Степанов, С.Г. Фаттахлы</i> Защитные экраны в распределительных устройствах напряжением 6(10) кВ	196
<i>А.Ю. Андреев, А.В. Назарова, Л.М. Инаходова, А.А. Казанцев</i> Анализ применения азота в качестве средства защиты масляной системы в современных силовых трансформаторах	198
<i>А.А.Комухов, М.С.Кустикова, А.А.Мартиросян, И.А.Москвин</i> Применение управляемого устройства продольной компенсации с целью повышения выдачи мощности Саяно-Шушенской ГЭС	200
<i>Д.А. Ивановский</i> Исследование диагностических параметров опорных изоляторов комплектных экранированных генераторных токопроводов	204
<i>А.Ю. Андреев, М.А. Ветер, Л.М. Инаходова, А.А. Казанцев</i> Токи короткого замыкания в силовых трансформаторах инновационных конструкций	208
<i>А.В. Иванов, Н.В. Безменова</i> Совершенствование расчета магнитных полей от токоведущих шин КРУ 6(10) кВ с учетом защитных экранов	211
<i>И.А. Сунчелеев, В.М. Дашков, А.В. Чемпинский</i> Анализ способов определения места повреждения силовых кабелей	213
<i>А.И. Хальясмаа</i> Модель управления жизненным циклом электросетевого оборудования с учетом анализа технических рисков	215
<i>Ю.С. Чебрякова</i> Исследование манипуляционно-исполнительного модуля диагностического комплекса для высоковольтного оборудования	219
<i>А.О. Егоров, А.А. Ларионова</i> Объемная 3D печать элегазовых трансформаторов тока 35, 110, 220, 330 и 500 кВ серии ТРГ УЭТМ	223
<i>А.А. Максименко, Д.А. Гусев</i> Расчет электрической прочности и отключающей способности высоковольтного элегазового выключателя	227
<i>Г.В. Аверьянов, И. В. Колесник, А. А. Тишков</i> Система контроля состояния электрической изоляции в сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью	231
<i>О.Н. Калачева, Н.С. Кофтаев, А.М. Сахаров</i> Обоснование секционирования шин полуторной схемы распределительных устройств электростанций	235
<i>Э.А.-З. Джэндубаев, А.-З.Р. Джэндубаев</i> Постоянный ток как основа электроэнергетики будущего	239
<i>А.И. Раскулова, А.Р. Валеев, Л.Ф. Зиялtdинова</i> Исследование потерь электрической энергии при различной нагрузке трансформаторов	243
<i>В.М. Дашков., А.В. Пиманов, Т.А. Хасиев</i> Инструментальная оценка успешности срабатывания автоматических выключателей в системе электроснабжения 0,4 кВ при однофазных коротких замыканиях	245
<i>В.Р. Басенко, В.В. Максимов</i> Метод спектрального анализа поребляемого тока статора для диагностики неисправностей асинхронных двигателей	247
<i>А.В. Проничев, Е.О. Солдусова, Е.М. Шишков, В.Г. Гольдштейн</i> Анализ пропускной способности самокомпенсированных воздушных линий электропередачи	249
<i>К.А. Осинцев, М.М. Зуев, В.С. Смирнов</i> Применение низкоомного резистивного заземления нейтрали в кабельных и воздушных электрических сетях 20 кВ	253
<i>О.С. Дмитриева, А.В. Дмитриев</i> Совершенствование работы системы охлаждения масляных трансформаторов	259
<i>Д. А. Поляков, К. И. Никитин, Д. А. Юрчук, Г. А. Коцук</i> Исследование процесса старения СПЭ-изоляции кабелей под воздействием температуры	261
<i>G.A. Evdokunin, N.N. Petrov</i> Damage of overhead transmission line due to indirect lightning	265
<i>Н.М. Александров, И.Т. Галиев, Р.В. Мажурин, П.С. Радин, И.А. Шкуронат, А.Ю. Хренников</i> Диагностика механического состояния обмоток силовых трансформаторов	269

методом анализа частотного отклика (SFRA)

<i>А.Ю. Сыркин, М.Е. Гольдштейн</i> Особенности перевода двухцепной линии электропередач на постоянный ток	273
<i>М.В. Дубинин</i> Моделирование тока намагничивания силового трансформатора в условиях геомагнитного возмущения	275
<i>С.А. Петренко, Т.В. Корбакова, А.Г. Сошинов</i> Датчик измерения продольного тяжения фазного провода ВЛЭП	279
<i>А.О. Егоров, С.А. Ерошенко, М.Р. Загидуллин, К.А. Зиновьев, М.Д. Сенюк</i> Исследование уровней токов коротких замыканий в Свердловской энергосистеме	281
<i>А.Н. Мельник, В.Е. Шмелёв</i> Оценка необходимости транспозиции экранов кабельной линии 110 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена	285
<i>А.И. Хальясмаа, Я.В. Сандаков</i> Система оценки состояния воздушных линий электропередач	287

3. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ

<i>А.С. Верзилова, А.Е. Воевода, Е.В. Платонова</i> Методика оценки влияния вариаций геомагнитного поля на работу микропроцессорных релейных защит	292
<i>В.В. Гречушников, С.Н. Пашковский</i> Использование активной составляющей тока для обеспечения работы защиты от замыканий на землю в компенсированных сетях с учетом влияния угловых погрешностей трансформаторов тока	296
<i>А.Ю. Янкович, М.А. Садохина, И.Н. Шушпанов</i> Интеллектуальная система мониторинга сетей	300
<i>Н.С. Соколов</i> Актуальные подходы к реализации ближнего резервирования автотрансформаторов и линий 110-220 кВ	304
<i>А.Ф. Шарифуллин</i> Особенности реконструкции РЗА в рамках строительства ГТУ на примере Казанской ТЭЦ-3	308
<i>О.О. Ахмедова, А.Н. Шилин, А.Г. Сошинов</i> Исследование влияния условий окружающей среды на параметры воздушных линий электропередачи для корректировки уставок систем релейной защиты в реальном времени	310
<i>Е.В. Альмендеева</i> Особенности выбора параметров срабатывания ОАПВ линий 500 кВ при качаниях в режиме работы двумя фазами в цикле ОАПВ при больших углах качаний	314
<i>Т.С. Просвирякова, Е.С. Якупова, А.С. Федоров</i> Новые предложения по изменению алгоритма работы блокировки при качаниях	318
<i>Е.Л. Кокорин, С.А. Дмитриев</i> Оптимизация системы технического обслуживания релейной защиты и автоматики	321
<i>Л. Г. Мигунова, А. И. Тимофеева</i> Разработка технического задания для создания программно-технического комплекса автоматизированной системы управления технологическим процессом подстанции	325
<i>С.И. Страхов, Д.Н. Олейников, Д.Н. Гура, А.Л. Корольков</i> Создание программы автоматической проверки микропроцессорных устройств определения мест повреждений. Преимущества от внедрения	327
<i>М.В. Андреев, А.Е. Андрейченко</i> Разработка математической модели трансформатора тока с использованием метода направленных графов и ее исследование	329
<i>А.Д. Купчинов</i> Экспериментальное исследование установившихся и переходных процессов заряда аккумуляторов электростанций и подстанций	333
<i>П.А. Вивчарь, В.И. Лыхманова, А.Д. Дьяченко, Е.А. Захарова</i> Моделирование работы устройства Сириус-2-Л с помощью испытательного комплекса OMICRON CMC 356	337
<i>Н.А. Кечина Л.Г. Мигунова</i> Сравнительный анализ аналоговых и цифровых систем регистрации аварийных событий	339
<i>А.Е. Басова, В.А. Шуин</i> Анализ методики расчета тока небаланса в продольной дифференциальной токовой защите	341
<i>М.В. Савватин, Т.Г. Климова</i> Способы минимизации влияния низкочастотных колебаний на работу синхронных генераторов в энергосистеме	345

<i>С.Б. Здоренко</i> Модернизация резервных защит автотрансформатора для обеспечения ближнего резервирования при коротких замыканиях на стороне низкого напряжения	349
<i>Ф.Р. Сиразутдинов</i> Повышение надежности защиты автотрансформатора с учетом ближнего резервирования	351
<i>П.С. Полонянкин</i> Сравнительный анализ микропроцессорных устройств, реализующих дифференциальную защиту силовых трансформаторов и автотрансформаторов	353
<i>А.Л. Куликов, В.Ю. Вуколов, А.А. Колесников</i> Дифференциальная защита параллельных линий с применением метода двойной записи	357
<i>А.С. Беляев</i> Автоматическое регулирование частоты и активной мощности с использованием управления по прогнозным моделям	361
<i>А.Б. Аскаров, Н.Ю. Рубан, М.В. Андреев</i> Анализ возможностей Всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем в качестве программно-аппаратного комплекса сертификации устройств АРВ и АЛАР	365
<i>Б.М. Гиёев, Я.Л. Арцишевский, А. Масуд</i> Влияние запаздывания в канале АЧР на реализацию способа отключения нагрузки на уровне 0,4 кВ	369
<i>А.А. Шлепенков, Н.Д. Мухлынин</i> Оценка погрешности работы цифровой дифференциальной защиты силового трансформатора при заданных характеристиках срабатывания	373
<i>А.И. Марутов</i> Хронолог событий сложных аварийных отключений вл 110-220 кВ («Хронолог аварийных событий»)	377
<i>А.С. Корчанова, Д.С. Федосов, Т.Д. Яковлева</i> Разработка моделей и исследование работы дифференциальных реле с насыщающимися трансформаторами	381
<i>М.В. Андреев, Д.В. Антонов</i> Исследование фильтра низких частот баттерворта 3-его порядка с использованием метода направленных графов	385
<i>М.В. Андреев, С.С. Жидов</i> Моделирование алгоритмов аналого-цифрового преобразования релейной защиты	389
<i>А.С. Корчанова, Д.С. Федосов, Т.Д. Яковлева</i> Разработка моделей и исследование работы дифференциальных реле с насыщающимися трансформаторами	393
<i>А.М. Дмитренко, В.А. Наумов, А.В. Солдатов, Д.П. Журавлев</i> О расчете токов небаланса дифференциальных защит трансформаторов с использованием обобщенных параметров трансформаторов тока	397
<i>А.А. Волошин, Д.О. Благоразумов, Н.П. Грачева, Н.В. Тяпкин, А.В. Чаругина</i> Сравнение различных вариантов построения РЗА ЦПС	401
<i>А.Ю. Янкович, М.А. Садохина, И.Н. Шушпанов</i> Интеллектуальная система мониторинга сетей	405
<i>Л.Г. Мигунова, П.С. Белова</i> Разработка алгоритма озн в сетях 6-35 кВ на базе микропроцессорных защит	409
<i>Р.В. Майдак</i> Устранение срабатывания дистанционной защиты при регулировке под нагрузкой автотрансформаторов	413
<i>Д.Н. Гура, А.Л. Корольков</i> Сравнение традиционных и волнового методов определения места повреждения по итогам опытов натурных испытаний на ЛЭП 220-330 кВ	415
<i>К.Р. Бахтеев</i> Предотвращение провалов напряжения на промышленных предприятиях при помощи накопителей электроэнергии	419
<i>Н.А. Тойдеряков, И.А. Кошельков</i> Анализ работы дискретных входов устройств МП РЗА	421
<i>Э.Т. Уразов, П.С. Киреев</i> Способ передачи дискретных сигналов по существующим высокочастотным каналам связи для устройств резервной релейной защиты	425
<i>А.С. Ведерников, А.А. Щобак</i> Расчет токов короткого замыкания на ВЛ 110-220 кВ в фазных координатах	429

Научное издание

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ГЛАЗАМИ МОЛОДЕЖИ – 2017

Материалы VIII Международной молодежной
научно-технической конференции
02 – 06 октября 2017 года

Том 1

Печатается в авторской редакции.

Компьютерная верстка Е.М. Шишкова
Дизайн обложки П.О. Качинской

Подписано в печать 18.09.2017.
Формат 60х84/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 50,67. Уч.-изд. л. 54,48.
Тираж 60 экз. Рег. № 155/17. Заказ № 669

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8