

# ПРОДОЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С КАНАЛАМИ СВЯЗИ

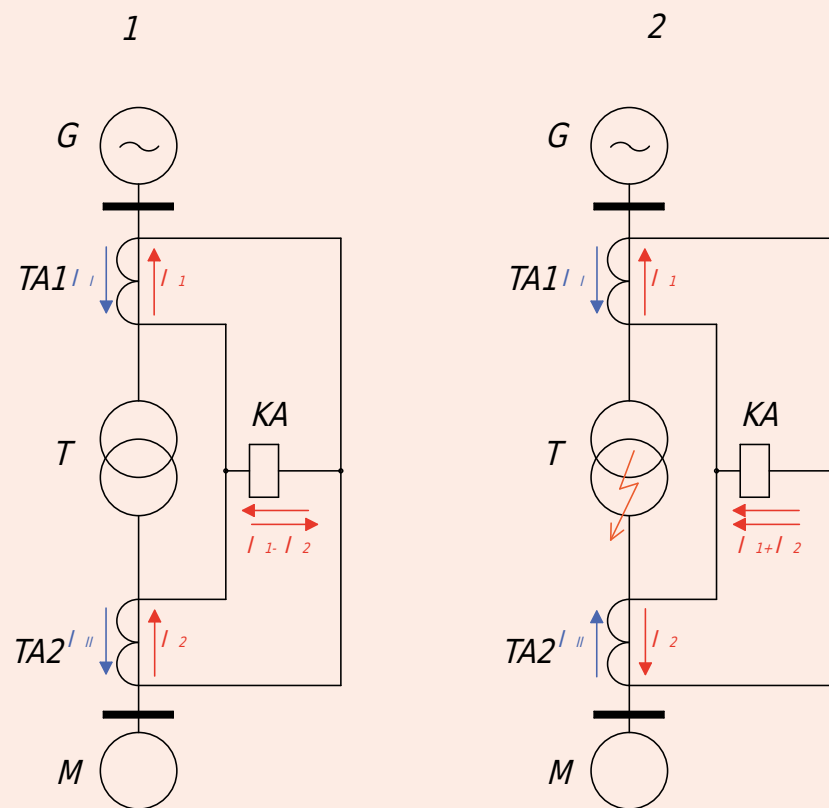
АВТОР:

ЛЕВИУШ А.И.,  
Д.Т.Н., ПРОФЕССОР,  
МОСКВА, РОССИЯ

**В** качестве быстродействующей защиты воздушной или кабельной линии электропередачи возможно применение дифференциальной

защиты. Из существующих принципов выполнения защит линии только дифференциальный имеет возможность измерения тока в месте повреждения.

**Ключевые слова:** мощные электрические системы, релейная защита, дифференциально-токовая защита, высоковольтные линии электропередачи, каналы связи.



Цифровая ДЗЛ ТОР-200.  
Дифференциальная защита  
силового трансформатора

# ПРОДОЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ЛИНИЙ С ПРОВОДНЫМИ КАНАЛАМИ СВЯЗИ

В начале 30-х годов фирмой «Вестингауз» была разработана защита НСВ, а в конце 30-х годов XX века Харьковский электромеханический завод (ХЭМЗ) повторил ее под названием реле дифференциальное линий (РДЛ).

Сравнение токов по концам защищаемого участка осуществляется при помощи вспомогательных проводов, прокладываемых вдоль трассы линий электропередачи. Для сокращения числа используемых вспомогательных проводов и упрощения схем защиты сравниваются не токи в фазах, а токи, полученные на выходных значениях сумматоров или комбинированных фильтров, устанавливаемых на концах защищаемого участка и преобразующих трехфазную систему токов в однофазную  $I_1 + kI_2$  или  $I_1 + kI_0$  [5]. Сразу после Великой Отечественной войны релейщики СССР проявили большой интерес к защите НСВ [6] (Иван Иванович Соловьев<sup>1</sup>, Михаил Арнольдович Беркович<sup>2</sup>, Николай Васильевич Чернобровов<sup>3</sup>).

<sup>1</sup> Соловьев Иван Иванович занимал должности: начальника службы релейной защиты и автоматизации Мосэнерго, зав. лаборатории РЗ Центральной научно-исследовательской электротехнической лаборатории Министерства электростанции, зав. кафедрой РЗА Московского энергетического института, зам. директора по науке МЭИ. До Великой Отечественной войны продолжал энергетическое образование в США, однокурсники присвоили ему звание «красный монтер», в молодости был электромонтером.

<sup>2</sup> Беркович Михаил Арнольдович — начальник службы РЗ и автоматизации Центрального диспетчерского управления СССР.

<sup>3</sup> Чернобровов Николай Васильевич — зам. главного инженера по электротехнической части Мосэнерго.

Продольные дифференциальные токовые защиты линии применяются на коротких линиях до 20 км.

Существуют две основные разновидности продольной дифференциальной защиты линий электропередач:

- с циркулирующими токами;
- с уравновешенными напряжениями.

В случае повреждения вспомогательных проводов продольные ДЗЛ работают неправильно.

Защита с циркулирующими токами отказывает в действии при коротком замыкании в защищаемой зоне, если вспомогательные провода закорочены, и отключает неповрежденную линию под действием тока нагрузки, если провода разомкнуты.

В защите с уравновешенными напряжениями всё происходит наоборот.

Во избежание неправильного действия продольной ДЗЛ при повреждении вспомогательных проводов на практике предусматривают контроль проводов с наложенным постоянным током [7].

После войны, в 50-х годах XX века, на ЧЭАЗ началась конструктивная разработка и подготовка к производству ДЗЛ-1. По воспоминаниям **Сергея Яковлевича Петрова**<sup>4</sup>, все вопросы, связанные с этой защитой, обсуждались с куратором этой разработки **Сергеем Борисовичем Евстроповым** в его бытность начальником конструкторского бюро, а потом, для принятия окончательного решения,

<sup>4</sup> Петров Сергей Яковлевич — бывший зам. главного инженера института ЭСП и сейчас, в 92 года, активно работает в области релейной защиты, участник Великой Отечественной войны. Отличается остротой технического мышления, которому могут позавидовать более молодые инженеры, энциклопедист по РЗ и ПА.

## ИНФОРМАЦИЯ

### АСИММЕТРИЯ ЗАДЕРЖКИ КАНАЛОВ

При организации каналов ДЗЛ по цифровым системам передачи информации (ЦСПИ) существует проблема, связанная с асимметрией их задержки (разность величин задержки в противоположных направлениях канала). Величина асимметрии зависит от целого ряда факторов и может меняться при изменении в ЦСПИ пути, по которому организован канал, при перезагрузках сетевого оборудования и восстановления канала после его прерывания.

При наличии асимметрии метод «эхо-сигнала» дает погрешность измерения задержки, что приводит к ошибке вычисления дифференциального тока. Наблюдались ложные отключения из-за выхода асимметрии за пределы допустимых значений.

На объектах измерить величину асимметрии каналов по ЦСПИ без синхронизации, например, от ГЛОНАСС/GPS, невозможно. Поэтому реализация каналов ДЗЛ по ЦСПИ требует оценки возможной величины асимметрии при проектировании и корректной конфигурация ЦСПИ при наладке.

Харламов В. А., к.т.н.,  
ЗАО «Юнител  
Инжиниринг»

ИНФОРМАЦИЯ

## ПРОДОЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА

Принцип действия продольной дифференциальной защиты основан на сравнении токов, протекающих через участки между защищаемым участком линии или защищаемым аппаратом. Для измерения значения силы тока на концах защищаемого участка используются трансформаторы тока. Вторичные цепи этих трансформаторов соединяются с токовым реле таким образом, чтобы на обмотку реле попадала разница токов от первого и второго трансформаторов.

При применении микропроцессорных защит вторичные обмотки измерительных трансформаторов, как правило, соединяются звездой.

В нормальном режиме значения величины силы тока вычитаются друг из друга и, в идеальном случае, ток в цепи обмотки реле будет равен нулю. В случае возникновения короткого замыкания на защищенном участке на обмотку реле поступит уже сумма токов, что заставит реле замкнуть свои контакты и выдать команду на отключение поврежденного участка.

чательного решения, выносились «на суд» Главного конструктора по релейной защите ЧЭАЗ **Германа Филипповича Эдельштейна**, а после его ухода на пенсию — **Матвея Борисовича Цфасмана**. Оба они — бывшие ХЭМЗовцы. Техническое задание на разработку всех этих защит создавалось в институте «Теплоэлектропроект», а потом, после его выделения, — в «Энергосетьпроект» (ЭСП).

Большой вклад в развитие теории и практики продольных ДЗЛ внесли советские ученые: **Григорий Иосифович Атабеков, Александр Дмитриевич Дроздов, Вениамин Львович Фабрикант, Сергей Яковлевич Петров, Абрам Борисович Чернин, Георгий Терентьевич Грек** и другие.

В конце 60-х годов прошлого века во ВНИИР началась разработка защиты ДЗЛ-2, которой руководил **Владимир Алексеевич Борисов**. Затем она была передана на ЧЭАЗ, где далее вела доработку и производство этих защит **Нина Стахиевна Короткова**, отдавшая много сил заводу. **Рахиль Зельмановна Розенблюм** также принимала активное участие во всех «баталиях» по ДЗЛ-2 с ЭСП, ВНИИР и эксплуатацией.

Уже штучно панели ДЗЛ-2 на ЧЭАЗ выпускались по заказам вплоть до 2012 г. Дело в том, что когда еще во времена СССР сняли с производства поляризованные реле РП-7, использовавшиеся в пусковых и измерительных органах этой защиты, на заводе был небольшой запас поляризованных реле. Со временем он был израсходован.

Хотя во всех изделиях ЧЭАЗ РП-7 заменили на полупроводниковые нуль-индикаторы, только в ДЗЛ-2 не смогли этого сделать.

Эксплуатация защиты ДЗЛ-2 продолжается по сию пору и уже составляет более 50 лет.

В 1988, г. с выходом книги **Борисова В. А. и Орехова Л. А.** [8], был как бы подведен итог развиту электромеханической ДЗЛ. В книге рассматриваются проблемы выполнения и вопросы функционирования продольных дифференциальных защит с проводными каналами связи. Также освещаются вопросы защиты многоконцевых линий при отстройке от бросков тока намагничивания силовых трансформаторов на отпайках.

Использование в защите промежуточных ТТ позволяет снизить циркулирующие токи в соединительных проводах с ампер до миллиампер, уменьшить их сечение и значительно уменьшить нагрузку на измерительные ТТ. Для обеспечения правильной работы защиты в условиях больших токов КЗ (с возможным насыщением ТТ) используется сравнение не векторов, а только фаз токов. Таким образом, при больших токах защита переходит с дифференциального принципа на дифференциально-фазный.

## ПРОДОЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ЗАЩИТЫ С ЦИФРОВЫМИ КАНАЛАМИ СВЯЗИ

Такие защиты в отечественных энергосистемах пока встречаются относительно редко. Освоение и внедрение данного типа защит пока только начинается. В 1992 г. на SIGRE в докладах японских специалистов появились сообще-

ИНФОРМАЦИЯ

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Устанавливается в качестве основной для трансформаторов и автотрансформаторов.

Одним из недостатков такой защиты является сложность ее исполнения: в частности, требуется наличие надежной, помехозащищенной линии связи между двумя участками, на которых установлены трансформаторы тока.

В связи с этим, эту защиту в основном применяют для защиты одиночно работающих трансформаторов и автотрансформаторов мощностью 6300 кВА и выше, параллельно работающих трансформаторов мощностью 4000 кВА и выше и на трансформаторах мощностью 1000 кВА и выше, если токовая отсечка не позволяет добиться необходимой чувствительности при коротком замыкании на выводах высокого напряжения, а максимальная токовая защита имеет выдержку времени более 0,5 с.

ния о цифровых ДЗЛ с передачей мгновенных значений токов по цифровому каналу связи и несколько позже, в сообщениях британцев, — с передачей векторов.

В иностранных энергосистемах применение ДЗЛ началось достаточно давно, и они широко используются:

- фирма ABB5: REL-551 (рис. 1. В швейцарском филиале выпуск начался с середины 90-х годов XX века), RED-670 (в Швеции — с середины первого десятилетия 2000-х годов);
- фирма Siemens: SIPROTEC 7SD52 (рис. 2, двухконцевые ВЛ в корпусе I/I, 7SD53 — многоконцевые ВЛ в корпусе I/II), 7SD60;
- фирма General Electric (GE): MultilinL60 (г. Торонто);
- фирма Areva (Alstom): P521, P543-P546 (рис. 3. Начало промышленного выпуска — 1998 г., поставки в Россию — 2004 г.);
- фирма NR (Nari) Electric Co.Ltd (Китай): RCS-931 (начало промышленного производства — 2000 г.);
- фирма Schweizer (США): Sel 311L, 378L (эта молодая фирма уже соперничает по производству оборудования РЗ с GE) [9].

Некоторые ДЗЛ для обслуживания линии с отпайками могут работать на скоростях до 512 кбит/с (8 тайм-слотов по 64 кбит/с, 64 кбит/с — минимально необхо-

<sup>5</sup> Приношу благодарность за предоставленную информацию:  
• Андрею Арсентьеву (российскому представителю фирмы ABB),  
• Сергею Варламову, Валерию Перевертову (российским представителям фирмы Siemens),  
• Алине Васильевой, Андрею Чулкову (российским представителям фирмы Areva),  
• Андрею Щукину (ООО НПП «ЭКРА»).

дима скорость работы цифрового канала ДЗЛ) [10].

В защитах 7SD52-53, например, применен адаптивный принцип расчета торможения вследствие насыщения ТТ [11].

Первой в России цифровую ДЗЛ разработали в компании «ИЦ «Бреслер» (**Владимир Сергеевич Шевелев, Дмитрий Викторович Блинов**). Первые отгрузки таких упрощенных терминалов серии TOP-200 датированы декабрем 2006 г. В ней канал связи был асинхронным: «точка-точка» по выделенному волоконно-оптическому кабелю, встроенному в грозовой трос. Резервный канал, как правило, проходит по другой трассе и находится в «горячем» резерве. Как только перестает поступать информация по основному каналу связи, происходит автоматический переход к использованию информации от резервного канала связи. Защиты TOP-200 предназначены для двухконцевых линий с отпайками без питания. Тираж этих защит — около двухсот терминалов.

В ООО НПП «ЭКРА» были разработаны микропроцессорные ДЗЛ серии ШЭ2607 091-093 для ВЛ 110-220 кВ. С 2007 г. освоено их серийное производство и начата промышленная эксплуатация. Цифровая информация между полуккомплектами защиты может передаваться как по выделенным оптическим каналам связи (КС), так и, впервые в практике РФ, через мультиплексированные цифровые сети (в том числе с использованием стандарта IEEE C37.94).

Разработка проводилась под руководством **Николая Анатольевича Дони**.

В терминалах ДЗЛ, установленных на разных концах защищаемой линии, осуществляется синхрони-

## РЗА СЕРИИ 670 СЕМЕЙСТВА RELION ФИРМЫ АВВ



Рис. 1

зация моментов взятия цифровых отсчетов аналоговых сигналов и синхронизация цифровой обработки сигналов. При наличии КС терминалы представляют собой одно устройство с единой системой сигналов. Цифровых каналов связи два — основной и резервный.

Переключение КС при неисправности одного из них производится автоматически.

Кроме ДЗЛ, в состав шкафов входит полноценный комплект ступенчатых защит (КСЗ), позволяющий организовать вторую основную защиту ВЛ при наличии дополнительной аппаратуры передачи команд по независимым КС.

В функциональную схему защиты введены элементы, обеспечивающие ее правильное функционирование на многоконцевых линиях при отсутствии комплектов защиты на ответвлениях без питания. Для такого применения защита отстроена от бросков тока намагничивания и при повреждениях на стороне низкого напряжения [12].

С 2011 г. осуществлен ряд поставок и получен опыт эксплуатации варианта ДЗЛ для трехконцевых ВЛ с тремя источниками питания.

В настоящее время ООО НПП «ЭКРА» выпущено уже более 1200 шкафов серии ШЭ2607 091-093 (рис. 4).

В 2012 г. закончена разработка шкафа ДЗЛ для ВЛ 330-750 кВ типа ШЭ2710 591 (рис. 5). В состав устройства входят: ДЗЛ с цифровыми КС, КСЗ, устройство адаптивного ОАПВ с передачей команд по «своим» КС или через дополнительную аппаратуру передачи команд по независимым КС.

Токовые цепи ДЗЛ предназначены для подключения к трансформаторам тока двух выключателей и шунтирующего реактора.

За короткий период было выпущено более 30 таких шкафов.

ЗАО «РАДИУС-Автоматика» в 2010 г. разработало и установило в эксплуатацию цифровую ДЗЛ «Сириус-2-ДЗЛ-01» (рис. 6) для ВЛ 35-220 кВ. **Разработчик — Дмитрий Борисович Антонов.** Устройство поддерживает два независимых КС, один

## SIPROTEC 7SD52



Рис. 2

ХIII МОСКОВСКИЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ



XIII MOSCOW  
INTERNATIONAL  
ENERGY  
FORUM

# ТЭК РОССИИ В XXI ВЕКЕ

20 - 22 АПРЕЛЯ 2015 г.  
МОСКВА, ГОСТИНЫЙ ДВОР

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

10 МЕЖДУНАРОДНЫХ  
КОНФЕРЕНЦИЙ

X МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА

3000 УЧАСТНИКОВ

120 УНИКАЛЬНЫХ  
ДОКЛАДОВ

2500 МЕТРОВ  
ЭКСПОЗИЦИИ

Структурная модернизация национальной экономики:  
новая роль ТЭК России



ОРГАНИЗАТОРЫ

Комитет Совета Федерации  
по экономической политике

Комитет Государственной Думы  
по энергетике

Министерство энергетики  
Российской Федерации

Министерство природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации

РЕГИСТРАЦИЯ:

119019, Москва, а/я 76  
Тел./факс: +7 (495) 664-24-18  
info@mief-tek.com

www.mief-tek.com

ИНФОРМАЦИЯ

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА

Это один из видов релейной защиты, отличающийся абсолютной селективностью и выполняющийся быстродействующим. Применяется для защиты трансформаторов, автотрансформаторов, генераторных блоков, двигателей, сборных шин и воздушных линий электропередачи. Различают продольную и поперечную дифференциальные защиты. Защита состоит из пускового токового реле, которое включается на разность токов защищаемых линий и напряжение шин подстанций.

из которых в «горячем» резерве. Связь между полуккомплектами осуществляется только по выделенной ВОЛС, при этом не допускается наличия каких-либо промежуточных активных преобразователей и мультиплексоров. Длина КС защищаемой линии — до 80–120 км в зависимости от типа ВОЛС.

Устройство содержит продольную дифференциальную токовую защиту линии с пофазной обработкой:

- дифференциальную токовую отсечку, реагирующую на сумму мгновенных значений дифференциального тока (ДЗЛ-1);
- чувствительную ступень с торможением от сквозного тока (ДЗЛ-2);
- чувствительную ступень с торможением от сквозного тока с выдержкой времени для резервирования защит силовых трансформаторов на отвлечении (ДЗЛ-3).

Основная часть устройства — ступень ДЗЛ-2, являющаяся аналогом продольных электрохимических дифференциальных защит (например, защиты ДЗЛ-2). Ступень работает на основе токов, прошедших ортогональное преобразование (фильтр Фурье), что подразумевает обработку дискретных отсчетов тока не менее, чем за один период промышленной частоты. Тираж этих защит — около 100 терминалов. Они предназначены для двухконцевых линий с отпайками также без источников питания.

В 2012 г. ИЦ «Бреслер» начал выпуск защиты серии ШЛ 2605 ВЛ 110-220 кВ (рис. 7), в которой информация передается по мультиплексированным цифровым сетям. Разработчики — **Андрей Николаевич Подшивалин** и **Дмитрий Викторович Блинов**. В ИЦ «Бреслер» завершается разработка ДЗЛ ШЛ2705 для ВЛ 330 кВ и выше. В состав этих защит входит полноценный комплект ступенчатых защит (КСЗ).

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОРПУС ТЕРМИНАЛОВ ПРОДОЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТ



Рис. 3

### ШКАФ ШЭ2607 091



Рис. 4

Тираж таких защит — 10 шкафов. У «ИЦ «Бреслер» установлены опытные образцы ШЛ2705 со встроенным ОАПВ на ВЛ 330 кВ и выше.

И, наконец, началась разработка дифференциальной защиты ВЛ с цифровыми КС на ЧЭАЗ.

Все российские разработчики ДЗЛ с цифровым каналом (и, подозреваю, не только российские), — с энергетическим образованием — отнюдь не связисты, а просто талантливые люди.

Сегодня согласованы требования к каналам связи для передачи сигналов и команд РЗА, утвержденные Первым заместителем Председателя Правления ОАО «СО ЕЭС» **Н. Г. Шульгиновым** в декабре 2011 г. (любезно предоставлены начальником службы РЗА системного оператора ОАО «СО ЕЭС» **Виктором Станиславовичем Воробьевым**).

Согласно этим требованиям:

- должен быть дублированный режим передачи

### ШКАФ ШЭ2710 591



Рис. 5

- информации по двум независимым каналам связи, исключая возможность одновременного отказа (вывода из работы) по общей причине;
- коэффициент готовности устройств и комплексов РЗА, работающих в дублированном режиме, должен быть не ниже 0,9999 в год;
- время передачи сигналов и команд РЗА по ВОЛС — не более 10 мс;
- передача сигналов и команд РЗА должна осуществляться по выделенным каналам связи (смотри определения там же);
- вероятность ложного действия для передачи сигналов и команд РЗА должна составлять не более  $10^{-6}$ , вероятность пропуска команд не должна превышать  $10^{-4}$  [13];
- должен обеспечиваться контроль исправности каналов связи РЗА. На каналы связи по ВОЛС налагаются весьма



V  
Открытый шахматный турнир энергетиков памяти М. М. Ботвинника



2015

ноябрь 2015 года, г. Москва, конференц-зал ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Вот уже в пятый раз пройдет открытый шахматный турнир в память о великом шахматисте и талантливом энергетике Михаиле Ботвиннике.

Состоится личное и командное первенство по правилам ФИДЕ для быстрых шахмат.

ПРИГЛАШАЕМ КОМАНДЫ ЭНЕРГЕТИКОВ ПОДДЕРЖАТЬ НАШУ ДОБРУЮ ТРАДИЦИЮ И ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ЕЖЕГОДНОМ ОТКРЫТОМ ШАХМАТНОМ ТУРНИРЕ!

реклама



Отчет о IV Открытом шахматном турнире и условия участия смотрите на сайте турнира <http://turnir.ntc-power.ru>

## СИРИУС-2-ДЗЛ-01



Рис. 6

жесткие требования, поскольку ДЗЛ отказывает при нарушении связи, на что обратили мое внимание сотрудники Департамента РЗА и ПА ОАО «ФСК ЕЭС». **Дмитрий Иванович Шабанов** (ОАО «ФСК ЕЭС») кратко сформулировал принципы выполнения защиты линии электропередач 330 кВ и выше, относящиеся к ЕНЭС, которых придерживается ОАО «ФСК ЕЭС». ДФЗ с ВЧ-каналом при повреждении канала не отказывает в действии, и потому за их сочетание высказывается начальник того же **Департамента Виктор Иванович Пуляев**.

Ведущие российские фирмы разрабатывают и выпускают ДЗЛ с цифровым каналом связи (насколько позволяет финансирование) с передачей информации «точка-точка» или по мультиплексированным сетям с выделенными каналами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дони А.Н., Дони Н.А. Особенности продольной дифференциальной защиты линии с цифровыми каналами связи между полуккомплектами. Материалы SIGRE Relay protection and Substation Automation of Modern EHV Power System (Moscow – Cheboksary, September 10-12, 2007).
2. Кочетов В.В., Сапир Е.Д., Якубсон Б.Г. Настройка и эксплуатация релейной части дифференциально-фазных высокочастотных защит линии 400-500 кВ. / под общей редакцией Сапира Е.Д. — М. — Л.: Госэнергоиздат, 1962.
3. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 9. Дифференциально-фазная высокочастотная защита

- линий 110-330 кВ. — М.: Энергия, 1972.
4. Циглер Г. Цифровая дифференциальная защита под редакцией чл.-корр. РАН А.Ф. Дьякова. — М.: Знак, 2008.
5. Атабеков Г.И. Теоретические основы релейной защиты высоковольтных сетей. — М.Л. — Государственное энергетическое издание, 1957. — 344 с.
6. Соловьев И.И., Беркович М.А., Чернобровов И.В. Принципы действия быстродействующей продольной дифференциальной защиты балансной токовой защиты НСВ фирмы «Вестингауз»: Сборник «Релейная защита и системная автоматика Мосэнерго». — М.: ГЭИ, 1946.
7. Соловьев И.И., Беркович М.А. Автоматический контроль неисправности соединительных проводов продольной дифференциальной защиты: Сборник «Релейная защита и системная автоматика Мосэнерго». — М.: ГЭИ, 1946.
8. Борисов В.А., Орехов Л.А. Продольные дифференциальные защиты линий с проводными каналами. — М.: Энергоатомиздат. — 1988. — 168 с.
9. Каталоги фирм: ABB, Siemens, General Electric, Areva (Alstom), Nari, Schweizer.
10. Антонов Д.Б. Цифровые продольные дифференциальные защиты линий электропередач. — М.: Издательство МЭИ, 2012. — 83 с.
11. Шнеерсон Э.М. Быстродействующая комбинированная дифференциальная защита протяженных ВЛ // Электрические станции. — 2006. — № 11. — С. 60–65.
12. Дони А.Н., Дони Н.А. Особенности выполнения микропроцессорной ДФЗ ВЛ 110-750 кВ. Материалы SIGRE Relay protection and Substation of Modern EHV Systems (Moscow–Cheboksary, September 10–12, 2007).
13. Микуцкий Г.В. Каналы высокочастотной связи для релейной защиты и системной автоматизации. — М.-Л.: Энергия, 1977. — 312 с. ■

## ШКАФ ШЛ 2605



Рис. 7



**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ПАРТНЕРЫ, ДРУЗЬЯ!**

От имени коллектива ЗАО «Завод электротехнического оборудования» и от себя лично поздравляю Вас с ДНЕМ ЭНЕРГЕТИКА.

В современном мире трудно себе представить жизнь без надежного, стабильного работающего энергетического комплекса.

От вашего профессионализма, опыта, ответственности во многом зависит стабильность работы энергосистемы, а значит - социальное спокойствие, успешная деятельность предприятий, организаций и учреждений, состояние городского хозяйства, уют и комфорт в наших домах.

Сегодня я хочу поблагодарить всех, кто имеет отношение к данной отрасли за преданность энергетике, за кропотливый труд, ответственность и профессионализм!

Здоровья, удачи, безаварийной работы, благополучия, добра, неиссякаемой энергии Вам и Вашим близким!

С уважением,  
Генеральный директор ЗАО «ЗЭТО»

Козловский А. Н.

182113, Россия, Псковская обл., г. Великие Луки, пр. Октябрьский, 79. ЗАО «ЗЭТО». тел. +7(81153) 6-37-32, 6-37-73, факс +7 (81153) 6-38-45 email: info@zeto.ru, marketing@zeto.ru http://www.zeto.ru

**Делаем мир ярче**