

**Республика Казахстан
ТОО «ЛБСтрой»**

**Объект: «Проектирование устройств релейной защиты ВЛ-110 кВ
Л-105/106»**

Заказчик: ТОО «ЭлектроСнабПроект»

Стадия: Рабочий проект (РП)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**ТОМ I
КНИГА I**

Усть-Каменогорск 2020г.

**Республика Казахстан
ТОО «ЛБСтрой»**

**Объект: «Проектирование устройств релейной защиты ВЛ-
110 кВ Л-105/106»**

Заказчик: ТОО « ЭлектроСнабПроект»

Стадия: Рабочий проект (РП)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**ТОМ I
КНИГА I**

Директор

К.М. Крыкбаев

ГИП

А.А. Альтаев



Усть-Каменогорск 2020г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Общая часть	3
2 Релейная защита и автоматика элементов 110 кВ ПС-5С, ПС-10С и прилегающей сети	4
2.1 Расчет токов короткого замыкания	4
2.2 Основные технологические решения	4
3 Релейная защита и автоматика	6
3.1 Введение	6
3.2 Выбор и описание принципов релейной защиты и автоматики	9
3.3 ВЛ-110 кВ W1(2,3,4)G	10
3.4 ДЗШ-110 кВ	16
3.5 Секционный выключатель 110 кВ	18
3.6 УРОВ	20
3.7 Вторичные цепи ТТ и ТН 110 кВ	21
3.7.1 Трансформаторы напряжения 110 кВ	21
3.7.2 Трансформаторы тока 110 кВ	23
3.8 Управление коммутационными аппаратами, оперативная блокировка	23
3.8.1 Управление аппаратами 110 кВ	23
3.8.2 Оперативная блокировка	24
3.9 Связь и интеграция в систему управления	26
4 Сигнализация	27
5 Противоаварийная автоматика	29
5.1 АЧР	29
5.2 АОПО	29
5.3 Прочие устройства ПА	30
6 Измерения	31
7 Вторичные цепи	32
8 Перечень устанавливаемого оборудования	33
Перечень принятых сокращений	34
Список литературы	35

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Рабочий проект выполнен на основании задания на проектирование

Рабочий проект выполнен в соответствии с действующими в Республике Казахстан нормативными документами:

- инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектно-сметной документации на строительство СН РК 1.02-03-2011;
- правилами устройства электроустановок Республики Казахстан 2015 г. (ПУЭ РК);
- нормами технологического проектирования подстанций с высшим напряжением 35-750 кВ 1979 г. ОНТП 5-78 1979г.

2 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭЛЕМЕНТОВ 110 КВ ПС-5С, ПС-10С И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СЕТИ

2.1 Расчёт токов короткого замыкания

Для получения исходных данных для выбора оборудования, а также расчета уставок релейной защиты и автоматики, были выполнены расчёты уровней токов КЗ для максимального и минимального режимов сети 110 кВ. Расчет токов короткого замыкания произведен в объеме, достаточном для определения уставок защит и выбора оборудования.

Принятое оборудование выбрано по номинальным параметрам (току, напряжению и отключающей способности) и проверено на термическую и динамическую устойчивость.

2.2 Основные технологические решения

Проектом предусматривается установка на ОРУ 110 кВ подстанций ПС-5С, ПС-10С, ПС-2 и ПС-18 выключателей, и трансформаторов тока для обеспечения возможности оперирования четырьмя линиями, подключенными к каждой из подстанций.

Существующее оборудование ОРУ 110 кВ остается в работе, как и его релейная защита. Изменения в существующих РЗ и А не производятся.

Вновь устанавливаемые шкафы релейной защиты и автоматики на ПС-5С, и ПС-10С устанавливаются в новом блочно-модульном здании ОПУ. Вновь устанавливаемые шкафы релейной защиты и автоматики на ПС-2 и ПС-18 устанавливаются в существующих помещениях ОПУ на свободной площади. В проектируемых БМЗ ОПУ так же предусматриваются резервные места для установки новых панелей устройств РЗА при последующих модернизациях ПС-5С и ПС-10С и прилегающей сети.

Все устанавливаемые комплекты защит имеют цифровое микропроцессорное исполнение и многофункциональный принцип построения защит, обеспечивающий компактность и малые габариты при установке защит, низкий уровень потребления в измерительных и оперативных цепях и удобство в эксплуатации.

Схемы распределительных устройств:

1. На ПС-5С схема ОРУ 110 кВ принята нетиповая по типу № 110-4, но с дополнительным подключением воздушных линий к каждой секции шин 110 кВ;
2. На ПС-10С схема ОРУ 110 кВ принята нетиповая по типу № 110-4, но с дополнительным подключением воздушных линий к каждой секции шин 110 кВ;
3. На ПС-2 и ПС-18 существующая типовая схема №110-14.

В нормальном режиме силовые трансформаторы на напряжении 110 кВ и 10 кВ работают отдельно. В случае отключения одного из трансформаторов, автоматический ввод резерва (АВР) обеспечивает включение секционных выключателей 110 кВ.

ОПУ – блочно-модульное здание со щитами управления, релейной защиты, автоматики, аппаратура оптоволоконной связи и аппаратура АСКУЭ.

Оборудование ОРУ-110 кВ устойчиво к воздействию токов КЗ, по своим техническим параметрам удовлетворяет нормам МЭК, ГОСТ и климатическим условиям, а также сертифицировано на территории Республики Казахстан.

Щиты СН переменного тока на всех ПС существующие и установлены в помещении ОПУ. Секции панелей СН соединены секционным автоматом. В нормальном режиме секционный автомат находится в отключенном положении.

Напряжение потребителей собственных нужд ПС – 380/220 В, переменного тока.

Оперативный ток на ПС-5С и ПС-10С – постоянный 220 В, от аппарата управления оперативным током типа ШУОТ с аккумуляторной батареей 220 В ёмкостью 150 А·час, установленного в БМЗ-ОПУ. Напряжение питания 220 В.

Оперативный ток на ПС-2 и ПС-18 – постоянный 220 В, от существующего щита собственных нужд постоянного тока. Напряжение питания 220 В.

Распределение нагрузок постоянного тока на ПС-5С и ПС-10С выполнено от встроенных в ШУОТ щитов собственных нужд постоянного тока 220 В. Распределение нагрузок постоянного тока на ПС-2 и ПС-18 выполнено от существующих щитов собственных нужд постоянного тока 220 В.

Для обеспечения максимальной надежности питания комплекса РЗА, цепи основных и резервных защит, 1 и 2 комплексов защит присоединения, цепи первого и второго электромагнита отключения разделены по различным секциям щитов постоянного тока.

Ввиду особенностей выполнения традиционной схемы контроля изоляции сети постоянного тока, а также принимая во внимание большое входное сопротивление дискретных входов цифровых устройств РЗА, проектом предусмотрено шунтирование наиболее ответственных дискретных входов резисторами. Целесообразно шунтировать входы и высокоомные промежуточные реле, замыкание на землю в цепи которых может привести к ложному отключению оборудования. В данном проекте предусмотрено шунтирование только тех отключающих входов, а также промежуточных реле, к которым подключены кабельные связи. Внутрипанельные связи не шунтированы.

3 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

3.1 Введение

На всех реконструируемых ПС предусматривается современная комплексная система управления, автоматики, сигнализации и учета электроэнергии на основании многофункциональных микропроцессорных устройств релейной защиты, автоматики, приборов учета и системы АСКУЭ. Релейная защита и автоматика (РЗА) реконструируемых ПС запроектирована в объеме, предусмотренном ПУЭ РК, действующими директивными и руководящими указаниями, с учетом требований технических условий (приложение Б).

Оперативный ток – постоянный, напряжением 220 В от системы гарантированного питания, имеющей в своем составе:

1. не обслуживаемую герметизированную аккумуляторную батарею емкостью 150 А·ч;
2. аппарат управления оперативным током типа ШУОТ.

Выключатели 110 кВ - элегазовые с пружинным приводом.

В настоящий момент от шин ПС 110 кВ ПС-5С отходят следующие воздушные линии 110 кВ:

- ВЛ–110 ЛЭП1051С (проектное обозначение W1G);
- ВЛ–110 ЛЭП106С (проектное обозначение W2G);
- ВЛ–110 ЛЭП151С (проектное обозначение W3G);
- ВЛ–110 ЛЭП152С (проектное обозначение W4G).

В свою очередь от шин подстанции 110 кВ ПС-10С отходят следующие воздушные линии:

- ВЛ–110 ЛЭП105С (проектное обозначение W1G);
- ВЛ–110 ЛЭП106С (проектное обозначение W2G);
- ВЛ–110 ЛЭП101С (проектное обозначение W3G);
- ВЛ–110 ЛЭП102С (проектное обозначение W4G).

В свою очередь от шин подстанции 110 кВ ПС-2 отходят следующие воздушные линии:

- ВЛ–110 ЛЭП155С (проектное обозначение W1G);
- ВЛ–110 ЛЭП156С (проектное обозначение W2G);
- ВЛ–110 ЛЭП101С (проектное обозначение W3G);
- ВЛ–110 ЛЭП102С (проектное обозначение W4G).

В свою очередь от шин подстанции 110 кВ ПС-18 отходят следующие воздушные линии:

- ВЛ–110 ЛЭП155С (проектное обозначение W1G);
- ВЛ–110 ЛЭП156С (проектное обозначение W2G);
- ВЛ–110 ЛЭП151С (проектное обозначение W3G);
- ВЛ–110 ЛЭП152С (проектное обозначение W4G).

Для защиты каждой из них на всех подстанциях применяются комплекты основных дифференциально-фазных защит, на основе панелей ЭКРА. На ПС-5С и ПС-10С применяются комплекты резервных ступенчатых защит на основе микропроцессорных блоков типа SIEMENS.

Шкаф основной защиты ВЛ реализует функцию дифференциально-фазной токовой защиты (ДФЗ) от всех видов КЗ на ВЛ.

ДФЗ состоит из нескольких полуккомплектов, устанавливаемых по концам ВЛ. Устройство полуккомплекта защиты для одной стороны ВЛ состоит из терминала защиты (релейная часть) и соответствующей аппаратуры ВЧ-связи (высокочастотная часть), обеспечивающей передачу высокочастотных сигналов (ВЧ-сигналов) на другую сторону защищаемой линии по фазным проводам или по проводящим тросам.

По принципу действия ДФЗ является защитой с абсолютной селективностью, отстроенная от КЗ вне защищаемой ВЛ, или на отпайках с помощью дистанционного органа.

Шкаф резервных защит линий реализует следующие функции:

- дистанционная защита (ДЗ);
- токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП);
- максимальная токовая защита (МТЗ) и токовая отсечка (ТО);
- УРОВ;
- блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН);
- защита от обрыва токоведущего проводника (ЗОП);
- автоматики управления выключателем 110 кВ;
- автоматического повторного включения.

АУВ включает в себя:

- местное управление выключателем, используя кнопки с лицевой панели терминала или выносных ключей управления, расположенных на фасаде шкафа;
- дистанционное (через АСУ ТП) управление выключателем, посредством передачи команд управления по цифровым каналам связи, либо дискретными входными сигналами;
- блокировка от многократных включений выключателя;
- расчет коммутационного и механического ресурса;

- контроль времени включения/отключения, времени взвода пружины;
- контроль цепей управления (РПО, РПВ, автомата питания цепей управления выключателем);
- защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока.

Дистанционная защита используется для защиты от междуфазных замыканий и замыканий на землю, с использованием для разных видов КЗ отдельные измерительные органы. Защита срабатывает при снижении замера сопротивления сети, т.е. по принципу действия является минимальной.

ДЗ имеет в своем составе до 5 ступеней, с выставлением для каждой отдельной характеристики срабатывания.

Для предотвращения неправильной работы ДЗ при возникновении качаний в энергосистеме в терминале предусмотрена блокировка ДЗ при качаниях.

ТНЗНП используется для защиты от замыканий на землю. Защита резервирует действие основной защиты ВЛ на всем участке, и обеспечивает дальнейшее резервировании смежных участков.

ТНЗНП работает при превышении уставки тока нулевой последовательности и фиксации направления аварийной мощности от защищаемого объекта к шинам, т.е. по принципу действия является максимальной направленной защитой. Защита применяется совместно с ДЗ и срабатывает при «земляных» КЗ, обладая большей чувствительностью к этим видам повреждений. ТНЗНП селективно срабатывает при всех видах замыканий на землю в защищаемом объекте и резервирует действие защит смежных участков при внешних замыканиях. Предусматривается до 5 ступеней, с возможностью выставления для каждой направленности и зоны охвата. Селективность защиты смежных объектов обеспечивается введением ступенчатых выдержек времени.

Блокировка защит при неисправностях в цепях напряжения (БНН), реагирует на все виды обрывов и замыканий во вторичных цепях трансформаторов напряжения. При обнаружения неисправности БНН выдает сигнал блокировки на все защитные функции, использующие цепи напряжения.

Максимальная токовая защита и ТО предназначены для резервирования действия основных и резервных защит от междуфазных и однофазных КЗ при неисправности цепей напряжения.

3.2 Выбор и описание принципов релейной защиты и автоматики

Выбор принципов выполнения РЗА продиктован принятой схемой подстанции на стороне высокого напряжения. При названной схеме каждая линия 110 кВ коммутируется одним выключателем. При выводе в ремонт автоматически включается секционный выключатель 110 кВ.

В нормальном режиме работы подстанции токовые защиты линий 110 кВ подключены к трансформаторам тока в цепи выключателя 110 кВ. Основной и резервный комплекты защиты подключаются к разным вторичным обмоткам трансформатора тока.

Цепи напряжения основного и резервного комплектов защиты линии 110 кВ подключаются к трансформатору напряжения своей секции, а при его повреждении - с помощью переключателя - к трансформатору напряжения другой секции.

Для защиты, автоматики и управления присоединений 110кВ применены цифровые устройства («терминалы»). Проектом предусмотрены следующие терминалы для:

1. основной защиты линии 110 кВ;
2. резервной защиты линии 110 кВ;
3. управление аппаратами ячейки выключателя линий 110 кВ;
4. дифференциальная защита шин 110 кВ;
5. управление аппаратами ячейки секционного выключателя 110 кВ;

Для обеспечения удобного и безопасного обслуживания аппаратуры РЗА, проведения периодических проверок и прочее, во входных аналоговых и выходных дискретных цепях предусмотрена установка тестовых блоков и оперативных переключателей. В цепях действия на электромагниты управления силовых выключателей применены мощные промежуточные реле с системой "магнитного дутья" (реле "подхвата и продления"). Схема управления выключателем построена таким образом, что любое действие на отключение либо включение выключателя сопровождается действием на указанные реле. Данные реле размыкают свои контакты позже, чем терминал защиты, таким образом, предохраняя выходные реле терминалов от возможного разрыва тока электромагнитов управления.

Аппаратура РЗА размещается в специализированных шкафах. Шкафы защит и автоматики унифицированные, модульной конструкции закрытого типа с передней прозрачной дверью, одностороннего обслуживания. Вся аппаратура защиты для данного присоединения размещена в отдельном шкафу, что обеспечивает безопасную и удобную его эксплуатацию.

Реализация системы РЗА позволяет выполнить все возложенные на него функции, а также имеет необходимый технологический функциональный запас для обеспечения дальнейшего развития объекта, изменения конфигурации либо предъявлении более жестких требований.

Далее приведено описание внутренних функций вышеуказанных терминалов, за исключением логических функций, параметрирование которых выполняется заводом-изготовителем шкафов РЗА ОПУ, в соответствии с заводской схемой.

Контрольные кабели к шкафам защиты и автоматики с цифровыми приборами защиты и управления выбраны экранированными марки КВВГЭ, остальные – марки КВВГнг с наружной оболочкой, не распространяющей горение.

3.3 ВЛ-110 кВ W1(2,3,4)G

Рекомендуемые проектом к установке цифровые микропроцессорные устройства релейной защиты линий 110 кВ содержат дистанционную защиту от всех видов КЗ, имеющую пять ступеней, четыре ступени токовой защиты нулевой последовательности и ненаправленную аварийную защиту, имеющую две ступени.

Назначение внутренних функций первого комплекта устройства:

- ANSI 21, 21N - дистанционная направленная защита, имеет 5 ступеней по сопротивлению срабатывания при междуфазных и однофазных КЗ в защищаемых зонах, с автоматической блокировкой (выводом) действия, в случаях:

- неисправности и исчезновении одной или нескольких фаз цепей напряжения для всех ступеней защиты;
- качаний в высоковольтной сети (ANSI 68) - для заданных ступеней защиты.

Для отдельной ступени защиты может быть выполнено автоматическое ускорение действия в течение заданного времени, после включения выключателя.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение выключателей мостика или трансформатора (в ремонтном режиме), пуск УРОВ и АПВ.

В качестве основной быстродействующей защиты линии применена функция телеускорения защиты (ANSI 85) с использованием высокочастотного и оптоволоконного канала передачи сигналов РЗА по ЛЭП, действующая на отключение линии без выдержки времени при КЗ по всей её длине.

Предусматривается действие отдельной ступени защиты с направлением в сторону защищаемой линии (чувствительная при КЗ по всей длине линии, с надежным охватом по сопротивлению срабатывания) без выдержки времени на пуск телесигнала для ускорения действия аналогичной ступени защиты на противоположном конце линии.

При получении телесигнала ускорения, от аналогичной ступени защиты с противоположного конца линии, действует без выдержки времени на отключение СВ и выключателей линии, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 50N, 51N, 67N - токовая направленная защита нулевой последовательности, имеет 4 ступени по току срабатывания при КЗ на землю в защищаемых зонах.

Для третьей (или четвертой) ступени защиты может быть выполнено автоматическое ускорение действия в течение заданного времени, после включения выключателя.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

В качестве основной быстродействующей защиты линии применена функция телеускорения защиты (ANSI 85) с использованием высокочастотного и оптоволоконного канала передачи сигналов РЗА по ЛЭП, действующая на отключение линии без выдержки времени при КЗ по всей её длине.

Предусматривается действие отдельной ступени защиты с направлением в сторону защищаемой линии (чувствительная при КЗ на всей длине линии, с надежным охватом по току срабатывания) без выдержки времени на пуск телесигнала для ускорения действия аналогичной ступени защиты на противоположном конце линии;

При получении телесигнала ускорения, от аналогичной ступени защиты с противоположного конца линии, действует без выдержки времени на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 50, 51 - Максимальная токовая защита (аварийная), имеет 4 ступени по току срабатывания при междуфазных и однофазных КЗ в защищаемых зонах, может быть нормально введена, либо выведена из работы. В последнем случае МТЗ автоматически вводится в действие при неисправности и блокировании дистанционной защиты и автоматически выводится из действия при ее восстановлении.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 85 - Функция телеотключения при получении телесигнала с противоположного конца линии, действует без выдержки времени:

- на отключение СВ или выключателя линии;
- на пуск УРОВ;
- на запрет действия АПВ.

- ANSI 79 - Устройство автоматического повторного включения линии, пускается по факту срабатывания заданных защит на отключение выключателя линии, с проверкой его отключенного положения и наличия заданных условий срабатывания АПВ (контроль наличия/отсутствия напряжения линии). С заданной независимой выдержкой времени действует на включение выключателя.

- ANSI 25 - Устройство контроля наличия (отсутствия) и синхронизма напряжений, имеет заданные минимальные и/или максимальные уставки контролируемых параметров. Действует на разрешение действия АПВ выключателя, при наличии заданных условий (контроль наличия/отсутствия напряжения на линии 110 кВ, или контроль наличия синхронизма напряжений линий 110 кВ).

- MV - Устройство измерения аналоговых величин: токов, активной, реактивной и полной мощности линии, напряжений и частоты линии 110 кВ, с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

- FL - Указатель (локатор) места повреждения линии, определяет первичное сопротивление (Ом) и расстояние (км; %) до места КЗ с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

- FR - Регистратор аварийных событий, фиксирует с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных:

- фазные токи; ток нулевой последовательности линии;
- фазные напряжения.

- ER - Регистратор внутренних событий (устройства) для запоминания, отображения на дисплее устройства событий срабатывания и неисправности внутренних функций и пусковых сигналов бинарных входов (по заданному перечню), с возможностью их дистанционной передачи.

Переключение групп уставок защит (с помощью клавиатуры устройства или через системный интерфейс).

Назначение внутренних функций второго комплекта устройства:

- ANSI 21, 21N - Дистанционная направленная защита, имеет 5 ступеней по сопротивлению срабатывания при междуфазных и однофазных КЗ в защищаемых зонах, с автоматической блокировкой (выводом) действия, в случаях:

- неисправности и исчезновении одной или нескольких фаз цепей напряжения - для всех ступеней защиты;

- качаний в высоковольтной сети (ANSI 68) - для заданных ступеней защиты.

Для отдельной ступени защиты может быть выполнено автоматическое ускорение действия в течение заданного времени, после включения выключателя.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

В качестве основной быстродействующей защиты линии применена функция телеускорения защиты (ANSI 85) с использованием высокочастотного канала передачи сигналов

РЗА по ЛЭП, действующая на отключение линии без выдержки времени при КЗ по всей её длине.

Предусматривается действие отдельной ступени защиты с направлением в сторону защищаемой линии (чувствительная при КЗ по всей длине линии, с надежным охватом по сопротивлению срабатывания) без выдержки времени на пуск телесигнала для ускорения действия аналогичной ступени защиты на противоположном конце линии;

При получении телесигнала ускорения, от аналогичной ступени защиты с противоположного конца линии, действует без выдержки времени на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 50N, 51N, 67N - Токовая направленная защита нулевой последовательности, имеет 4 ступени по току срабатывания при КЗ на землю в защищаемых зонах.

Для третьей (или четвертой) ступени защиты может быть выполнено автоматическое ускорение действия в течение заданного времени, после включения выключателя.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

В качестве основной быстродействующей защиты линии применена функция телеускорения защиты (ANSI 85) с использованием высокочастотного канала передачи сигналов РЗА по ЛЭП, действующая на отключение линии без выдержки времени при КЗ по всей её длине.

Предусматривается действие отдельной ступени защиты с направлением в сторону защищаемой линии (чувствительная при КЗ на всей длине линии, с надежным охватом по току срабатывания) без выдержки времени на пуск телесигнала для ускорения действия аналогичной ступени защиты на противоположном конце линии;

При получении телесигнала ускорения, от аналогичной ступени защиты с противоположного конца линии, действует без выдержки времени на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 50, 51 - Максимальная токовая защита (аварийная), имеет 4 ступени по току срабатывания при междуфазных и однофазных КЗ в защищаемых зонах, может быть нормально введена, либо выведена из работы. В последнем случае МТЗ автоматически вводится в действие при неисправности и блокировании дистанционной защиты и автоматически выводится из действия при ее восстановлении.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение СВ или выключателя линии, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 85 - Функция телеотключения при получении телесигнала с противоположного конца линии, действует без выдержки времени:

- на отключение СВ или выключателя линии;
- на пуск УРОВ;
- на запрет действия АПВ.

- MV - Устройство измерения аналоговых величин: токов, активной, реактивной и полной мощности линии, напряжений и частоты линии 110 кВ, с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

Указатель (локатор) места повреждения линии, определяет первичное сопротивление (Ом) и расстояние (км; %) до места КЗ с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

Регистратор аварийных событий, фиксирует с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных:

- фазные токи; ток нулевой последовательности линии;
- фазные напряжения.

- ER - Регистратор внутренних событий (устройства) для запоминания, отображения на дисплее устройства событий срабатывания и неисправности внутренних функций и пусковых сигналов бинарных входов (по заданному перечню), с возможностью их дистанционной передачи.

Переключение групп уставок защит (с помощью клавиатуры устройства или через системный интерфейс).

Назначение внутренних функций устройства мониторинга и управления ячейки выключателя 110 кВ:

- ANSI 25 - Устройство контроля наличия (отсутствия) и синхронизма напряжений линий 110 кВ, имеет заданные минимальные и/или максимальные уставки контролируемых параметров и действует на разрешение оперативного (ручного) включения выключателя, при наличии синхронизма напряжений линий.

- ANSI 50BF - Устройство резервирования отказа выключателя 110 кВ линии.

Функция УРОВ имеет следующие заданные алгоритмы действия:

В нормальном режиме, при срабатывании защит линии на отключение и пуск УРОВ выключателя 110 кВ, с контролем наличия минимального тока в его цепи действует:

- на пуск сигнала ТО;
- на отключение, пуск УРОВ и запрет АПВ СВ 110 кВ.

MV - Устройство измерения аналоговых величин: токов, активной, реактивной и полной мощности выключателя, напряжений и частоты, с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

- ER - Регистратор внутренних событий (устройства) для запоминания, отображения на дисплее устройства событий срабатывания и неисправности внутренних функций и пусковых сигналов бинарных входов (по заданному перечню), с возможностью их дистанционной передачи.

- FR - Регистратор аварийных событий, фиксирует с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных:

- фазные токи; ток нулевой последовательности линии;
- фазные напряжения.

Терминалы первого и второго комплекта защит подключены к различным вторичным обмоткам измерительных трансформаторов тока и напряжения (шинных ТН-110), имеют питание от различных секций оперативного постоянного тока.

В нормальном режиме функции автоматики, управления выключателем и его АПВ введены только на одном из комплектов защит, перевод функций может осуществляться оперативным персоналом посредством системы управления подстанции либо переключателем на шкафу, либо кнопкой на лицевой панели терминала.

При действии защит на отключение выключателя 110 кВ производится отключение через оба электромагнита отключения, активизируется схема подхвата и продления импульса отключения, а также пускается встроенная функция УРОВ. При срабатывании УРОВ с выдержкой времени и контролем тока через выключатель 110 кВ производится отключение присоединений данной секции через схему первого и второго комплектов ДЗШ с запретом АПВ отключенных выключателей.

Терминалы автоматики 1 и 2 комплекта РЗА осуществляют также контроль исправности цепей отключения своих выключателей. Реализовать контроль исправности цепи включения для данных выключателей представляется сложной задачей ввиду необходимости подбора уравнивающих резисторов. Сложность вызвана "залипанием" реле блокировки от многократных включений в приводе выключателя через цепь контроля исправности, а также нелинейной вольт-амперной характеристикой дискретного входа терминала. Предложенная схема позволяет решить данную задачу на этапе наладки методом подбором резисторов без изменения электрической схемы шкафа.

Схема сигнализации предусматривает выдачу полной информации о состоянии устройств, возможных неисправностях внутренних и внешних, работе защит и т.п. по цифровому интерфейсу связи. В качестве резервной предусмотрена упрощенная схема сигнализации с формированием сигналов "Неисправность либо работа защит" для каждого из терминалов. При этом указанный сигнал подается на цифровой контроллер сигнализации данного присоединения (в шкафу управления), а также на лампу "Вызов к шкафу",

устанавливаемую в своем шкафу. Кроме того предусмотрена сигнализация положения переключателей выходных цепей "Выведено" с действием в схему сигнализации. Для каждого из терминалов предусмотрен переключатель ввода-вывода цепей сигнализации. При установке последнего в положение "Выведено" производится сигнализация на контроллер и на общую лампу в шкафу.

Помимо оперативных переключателей, устанавливаемых в шкафу защит, для управления режимами работы терминалов имеются функциональные кнопки на лицевой панели устройства. Каждая кнопка имеет свой индикатор состояния и может программироваться на различные режимы работы, например, режим "состояния", т.е. "введено" либо "выведено", или импульсный режим. Это позволяет оперативному персоналу даже без специальной подготовки производить изменения режимов работы устройств защиты и автоматики, например, ввод-вывод отдельных ступеней защит, изменение режимов контроля напряжений при АПВ, ввод-вывод оперативных ускорений и т.п., а также позволяет создавать различные наладочные и проверочные режимы.

3.4 ДЗШ-110 кВ

Для обеспечения функций защиты и автоматики ошиновок 110 кВ предусмотрено два независимых комплекта защит. Комплекты выполнены на базе цифрового терминала защиты шин.

Основные функции, выполняемые терминалами ANSI 87BB, ANSI 86 и ANSI 50BF 1 и 2 комплекта ДЗШ:

- трехфазная дифференциальная защита с торможением 1 секции 110 кВ с возможностью оперативного ввода-вывода;
- трехфазная дифференциальная защита с торможением 2 секции 110 кВ с возможностью оперативного ввода-вывода;
- дифференциальная защита "контрольной зоны" как пусковой фактор для отключения от дифференциальной функции;
- защита участка между трансформатором тока секционного выключателя 110 кВ и выключателя 110 кВ;
- индивидуальный двухступенчатый УРОВ для каждого присоединения 110 кВ с контролем протекания тока с пуском при работе дифзащиты;
- логика отключения присоединений секции при работе УРОВ;
- логика запрета АПВ шин при оперативном запрете, при повторной работе ДЗШ-110 либо при работе УРОВ присоединения;
- контроль исправности токовых цепей с действием на блокировку либо на сигнал;

- FR - Регистратор аварийных событий, фиксирует с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

Цифровые терминалы являются эффективным решением для осуществления задачи защиты ошинок двухтрансформаторной подстанции 110 кВ с различными видами схемы. Характеристика торможения дифференциальной функции имеет вид ступенчатой наклонной. Типичное время срабатывания дифференциальной функции составляет 12 мс.

При срабатывании дифференциальной защиты производится отключение присоединений секции с действием на оба электромагнита отключения их выключателей, а также на терминалы автоматики и УРОВ данных выключателей. При этом в терминалах автоматики производится подхват и продление команды отключения, а также пускается встроенная функция УРОВ. При введенном оперативном запрете либо повторном срабатывании дифзащиты производится отключение с запретом АПВ отключенных выключателей через их терминалы автоматики и УРОВ.

При работе УРОВ присоединений секции с пуском от защит присоединения производится отключение секции с запретом их АПВ через терминалы обоих комплексов ДЗШ.

Для секционного выключателя 110 кВ предусмотрена особая логика работы. На комплекты ДЗШ подана информация о текущем положении секционного выключателя 110 кВ от его блок-контактов. Логика работы и отключения от дифзащиты при повреждении между трансформатором тока и секционным выключателем 110 кВ изменяется в зависимости от положения секционного выключателя 110 кВ. Для исключения ложной работы такой защиты "мертвой зоны" в момент включения секционного выключателя 110 кВ, на терминалы ДЗШ-110 также подается упреждающая команда включения, которая выводит указанную функцию, не дожидаясь переключения блок-контактов секционного выключателя 110 кВ.

Схема сигнализации предусматривает выдачу полной информации о состоянии устройств, возможных неисправностях внутренних и внешних, работе защит и т.п. по цифровому интерфейсу связи. В качестве резервной предусмотрена упрощенная схема сигнализации с формированием сигналов "Неисправность либо работа защит" для каждого из терминалов. При этом указанный сигнал подается на цифровой контроллер сигнализации данного присоединения (в шкафу управления), а также на лампу "Вызов к шкафу", устанавливаемую в своем шкафу. Кроме того предусмотрена сигнализация положения переключателей выходных цепей "Выведено" с действием в схему сигнализации. Для каждого из терминалов предусмотрен переключатель ввода-вывода цепей сигнализации. При установке последнего в положение "Выведено" производится сигнализация на контроллер и на общую лампу в шкафу.

Помимо оперативных переключателей, устанавливаемых в шкафу защит, для управления режимами работы терминалов имеются функциональные кнопки на лицевой панели устройства. Каждая кнопка имеет свой индикатор состояния и может программироваться на различные режимы работы, например, режим "состояния", т.е. "введено" либо "выведено", или импульсный режим. Это позволяет оперативному персоналу даже без специальной подготовки производить изменения режимов работы устройств защиты и автоматики, например, ввод-вывод функций дифзащиты либо отдельных ступеней токовых защит, защиты "мертвой зоны", а также позволяет создавать различные наладочные и проверочные режимы.

3.5 Секционный выключатель 110 кВ

В качестве первого и второго комплекта защит применены цифровые терминалы, подключенные к различным вторичным обмоткам измерительных трансформаторов тока и напряжения (шинных ТН-110), имеют питание от различных секций оперативного постоянного тока.

Назначение внутренних функций устройства мониторинга и управления ячейки секционного выключателя 110 кВ:

- ANSI 50N, 51N - Токовая направленная защита нулевой последовательности, имеет 4 ступени по току срабатывания при КЗ на землю в защищаемых зонах.

Для третьей (или четвертой) ступени защиты может быть выполнено автоматическое ускорение действия в течение заданного времени, после включения выключателя.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение выключателей линий и трансформаторов, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 50/51 - Максимальная токовая защита (аварийная), имеет 4 ступени по току срабатывания при междуфазных и однофазных КЗ в защищаемых зонах, может быть нормально введена, либо выведена из работы. В последнем случае МТЗ автоматически вводится в действие при неисправности и блокировании дистанционной защиты и автоматически выводится из действия при ее восстановлении.

Каждая из ступеней с заданной независимой выдержкой времени действует на отключение выключателя трансформатора, пуск УРОВ и АПВ.

- ANSI 86 - Блокировка включения.
- ANSI 46 - Токовая защита обратной последовательности
- ANSI 27 - Защита от понижения напряжения
- ANSI 59 - Защита от повышения напряжения

- ANSI 79 - Устройство автоматического повторного включения линии, пускается по факту срабатывания заданных защит на отключение выключателя трансформатора, с проверкой его отключенного положения и наличия заданных условий срабатывания АПВ (контроль наличия/отсутствия напряжения линии). С заданной независимой выдержкой времени действует на включение выключателя.

- ANSI 25 - Устройство контроля наличия (отсутствия) и синхронизма напряжений, имеет заданные минимальные и/или максимальные уставки контролируемых параметров. Действует на разрешение действия АПВ выключателя, при наличии заданных условий (контроль наличия/отсутствия напряжения на линии 110 кВ, или контроль наличия синхронизма напряжений линий 110 кВ).

- ANSI 81 – защита по частоте, используется для защиты от повышения частоты или от её понижения. Функция частотной защиты работает в широком диапазоне частот (25-70 Гц). Она выполняется по выбору, либо от повышения частоты, либо от понижения частоты четырехступенчатой; каждая ступень может иметь свою выдержку времени. Частотные ступени могут быть заблокированы через дискретный вход или с помощью ступени защиты от понижения напряжения.

- ANSI 50BF - Устройство резервирования отказа выключателя 110 кВ линии.

Функция УРОВ имеет следующие заданные алгоритмы действия:

- В нормальном режиме при срабатывании защит линии или трансформатора на отключение и пуск УРОВ секционного выключателя 110 кВ, с контролем наличия минимального тока в его цепи действует на пуск сигнала ТО;

- В ремонтном режиме (в работе секционный выключатель), при срабатывании защит линии, УРОВ выключателя на отключение и пуск УРОВ секционного выключателя 110 кВ, с контролем наличия минимального тока в его цепи действует:

1. на пуск сигнала ТО;
2. на отключение и запрет АПВ ШСВ;
3. на отключение, пуск УРОВ и запрет АПВ выключателей линий и трансформаторов;

- MV - Устройство измерения аналоговых величин: токов, активной, реактивной и полной мощности выключателя, напряжений и частоты, с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных.

- FR - Регистратор аварийных событий, фиксирует с отображением на дисплее устройства и возможностью дистанционной передачи данных:

- фазные токи; ток нулевой последовательности линии;
- фазные напряжения.

В нормальном режиме функции автоматики, управления выключателем и его АПВ введены только на одном из комплектов защит, перевод функций может осуществляться оперативным персоналом посредством системы управления подстанции либо переключателем на шкафу.

При действии защит на отключение выключателя 110 кВ производится отключение через оба электромагнита отключения, активизируется схема подхвата и продления импульса отключения, а также пускается встроенная функция УРОВ. При срабатывании УРОВ с выдержкой времени и контролем тока через выключатель 110 кВ производится отключение присоединений данной секции через схему первого и второго комплектов ДЗШ с запретом АПВ отключенных выключателей.

Терминалы автоматики 1 и 2 комплекта РЗА осуществляют также контроль исправности цепей отключения своих выключателей. Реализовать контроль исправности цепи включения для данных выключателей представляется сложной задачей ввиду необходимости подбора уравнивающих резисторов. Сложность вызвана "залипанием" реле блокировки от многократных включений в приводе выключателя через цепь контроля исправности, а также нелинейной вольт-амперной характеристикой дискретного входа терминала. Предложенная схема позволяет решить данную задачу на этапе наладки методом подбором резисторов без изменения электрической схемы шкафа.

Схема сигнализации предусматривает выдачу полной информации о состоянии устройств, возможных неисправностях внутренних и внешних, работе защит и т.п. по цифровому интерфейсу связи. В качестве резервной предусмотрена упрощенная схема сигнализации с формированием сигналов "Неисправность либо работа защит" для каждого из терминалов. При этом указанный сигнал подается на цифровой контроллер сигнализации данного присоединения (в шкафу управления), а также на лампу "Вызов к шкафу", устанавливаемую в своем шкафу. Кроме того предусмотрена сигнализация положения переключателей выходных цепей "Выведено" с действием в схему сигнализации. Для каждого из терминалов предусмотрен переключатель ввода-вывода цепей сигнализации. При установке последнего в положение "Выведено" производится сигнализация на контроллер и на общую лампу в шкафу.

3.6 УРОВ

В проекте применен принцип индивидуального УРОВ, реализованный в комплектах АУВ. Факт отказа выключателей выполняется с контролем по току и положением выключателя.

В случае срабатывания защит трансформатора и отказе отключения его выключателя

110 кВ, формируется сигнал на отключение секционного выключателя 110 кВ и воздействие в комплекты основных защит линий, подключенных к соответствующей системе шин 110 кВ, на передачу команды ТО с запретом АПВ на противоположный конец ЛЭП и останов ВЧ передатчика защиты на данном конце ЛЭП.

При работе защит присоединений, действующих на отключение секционного выключателя 110 кВ и его отказе, формируется сигнал на отключение ВЛ 110 кВ, подключенных к смежной системе шин 110 кВ, через комплекты основных и резервных защит.

При работе защит, действующих на отключение выключателя ВЛ 110 и отказе выключателя, предусматривается действие на отключение выключателя (ПС-5С) или блоков отделителей и короткозамыкателей 110 кВ (ПС-10С) и отключение противоположного конца линии.

УРОВ реализовано со ступенчатым действием:

- первая ступень – действие без выдержки времени и без контроля тока на отключение своего выключателя (действие «на себя»);
- вторая ступень – действие с выдержкой времени и с контролем тока на отключение смежных присоединений через их защиты с запретом АПВ.

Предусмотрена возможность оперативного вывода УРОВ переключателем комплекта АУВ в помещении ОПУ.

3.7 Вторичные цепи ТТ и ТН 110 кВ

3.7.1 Трансформаторы напряжения 110 кВ

Существующие ТН 110 кВ имеют две вторичных обмотки, при этом цепи измерений, учета и РЗА питаются от одной вторичной обмотки. Проектом предусматривается замена ТН 110 кВ на ТН с 3-я вторичными обмотками:

- основная обмотка для питания цепей измерений и устройств РЗА, работающая в классе точности 0,2;
- вторая основная обмотка для питания цепей учета, работающая в классе точности 0,2;
- дополнительная обмотка для питания цепей измерений и устройств РЗА, работающая в классе точности 3,0.

Шкафы вторичных соединений ТН на ОРУ 110 кВ подлежат замене. Вновь устанавливаемые шкафы предусматривают в своем составе современные модульные автоматические выключатели, с дополнительными свободными контактами положения и срабатывания.

Основные и дополнительные обмотки ТН защищаются от коротких замыканий во

вторичных цепях отдельными автоматическими выключателями.

Автоматические выключатели устанавливаются во все незаземленные проводники. Заземление при этом устанавливается в шкафу вторичных соединений в фазе «В» собранных в «звезду» основных обмоток и выводе «К» соединенных в «разомкнутый треугольник» дополнительных обмоток.

Соединенные в «звезду» основные обмотки трансформаторов напряжения защищаются трехполюсными автоматическими выключателями с электромагнитными и тепловыми расцепителями.

Отдельные автоматические выключатели и сборки зажимов цепей АИИСКУЭ предусматривают возможность опломбирования.

В сетях с большими токами замыкания на землю длительное протекание тока в цепи обмоток, соединяемых в «разомкнутый треугольник» не может иметь места, такие повреждения отключаются соответствующими устройствами РЗА. В связи с указанным, автомат в цепи $3U_0$ (фаза Н и К) для ТН 110 кВ не устанавливается. Для защиты цепей выводов от разомкнутых вершин треугольника («И» и «Ф») ТН 110 кВ предусматривается отдельный автомат электромагнитным и тепловым расцепителями.

Контроль исправности цепей напряжения организуется с помощью сигналов положения и срабатывания автоматических выключателей, а так же сигналов от комплектов РЗА, сигнализирующих о неисправностях, при использовании цепей напряжения.

На подстанции предусматриваются сигналы о неисправности цепей напряжения:

- при отключении автоматических выключателей;
- при нарушении целостности предохранителей в цепи обмоток высшего напряжения.

Закладываются новые кабельные связи от трансформаторов напряжения 110 кВ до шкафов вторичных соединений, и далее до панели организации цепей напряжения ТН 110 кВ в ОПУ, новым панелям в ОПУ, устанавливаемым по данному титулу. Разводка по шкафам РЗА, РАС, АСУ ТП и д.р. осуществляется по радиальной схеме.

Первичной схемой данной подстанции предусмотрена установка ТН-110 кВ 1С и 2С. Организация их вторичных цепей позволяет осуществлять раздельное питание (через отдельные автоматические выключатели) следующих цепей:

- учет коммерческий и технический;
- первые комплекты защит и автоматики присоединений своей секции (1-й комплект РЗА ВЛ-220, 1-й комплект РЗА секционного выключателя 110 кВ, измерения);
- вторые комплекты защит и автоматики присоединений своей секции (2-й комплект РЗА ВЛ-110, 2-й комплект РЗА секционного выключателя 110 кВ1);

В шкафу РЗА секционного выключателя 110 кВ предусмотрена схема резервирования цепей напряжения между ТН-220 кВ 1С и 2С. Резервируются цепи 1 и 2 комплектов защит. Контроль исправности шинных ТН-110 кВ осуществляется в каждом устройстве, подключенном к его вторичным цепям (защиты секционного выключателя 110 кВ, ВЛ-110). Кроме того, отключенное положение автоматического выключателя вторичных цепей ТН-110 подано на терминалы защиты и автоматики ВЛ-110 кВ для дополнительной блокировки дистанционной защиты.

7.3.2 Трансформаторы тока 110 кВ

Для реализации отдельного подключения цепей измерений, устройств РЗА и АИИСКЭУ предусматривается замена существующих трансформаторов тока 110 кВ ремонтной перемычки на новые ТТ с 6-ю вторичными обмотками, а так же установка дополнительных ТТ 110 кВ с 6-ю вторичными обмотками в цепи секционного выключателя 110 кВ.

Цепи от существующих трансформаторов тока 110 кВ для защит ВЛ 110 кВ, нужд РАС, АСУ ТП, АИИС КУЭ, ввиду установки нового оборудования в сооружаемом здании ОПУ, подлежат замене. Объем заменяемых кабелей определяется на стадии разработки рабочей документации.

Для всех вновь устанавливаемых трансформаторов тока прокладываются новые кабельные связи, так же устанавливаются новые шкаф зажимов цепей тока на ОРУ 110 кВ для возможности подключения кабелей.

Токовые цепи учета, измерений и релейной защиты присоединяются к разным обмоткам трансформаторов тока с соответствующими классами точности. Помимо этого соблюдается условие отдельного подключения основных и резервных комплектов РЗА.

Контрольные кабели вторичных цепей тока и напряжения применяются с металлическими экранами (общим экраном или с экранированными жилами) или броней, для устранения либо снижения уровня помех во вторичных цепях до предельно допустимых значений, ввиду чувствительности микропроцессорных терминалов РЗА и цифровых измерительных устройств к наводкам.

3.8 Управление коммутационными аппаратами, оперативная блокировка

3.8.1 Управление аппаратами 110 кВ

В проекте принята следующая основная логика построения управления коммутационными аппаратами.

Организация основного управления коммутационными аппаратами реконструируемой части ПС-5С и ПС-10С, автоматики и сигнализации возлагается на АСУ ТП. Объем и

структура передаваемой информации предусмотрены документацией на АСУ ТП.

Формирование и выдача оперативных команд от АСУ ТП в схему управления к исполнительным механизмам выполняется через терминалы РЗА посредством дискретных сигналов.

Резервное управление (при неисправности основного) реализовано с помощью устройств комплектов РЗА.

Функции основного управления вновь устанавливаемых выключателей 110 кВ трансформаторов и заменяемых разъединителей 110 кВ осуществляются от системы АСУ ТП. Формирование и выдача оперативных команд от АСУ ТП в схему управления к исполнительным механизмам выполняется через контроллеры АСУ ТП, путем воздействия на терминалы АУВ и привода разъединителей.

Резервное управление вновь устанавливаемыми выключателями 110 кВ производится посредством комплектов АУВ, оснащенными встроенной панелью управления терминала и оперативными переключающими устройствами комплекта.

Резервное управление вновь устанавливаемыми разъединителями 110 кВ осуществляется с помощью выносных блоков управления, устанавливаемых на ОРУ 110 кВ, либо непосредственно со шкафов приводов разъединителей, оснащаемых электродвигательными приводами.

Управление заземлителем нейтрали трансформаторов 110 кВ осуществляется вручную с приводов электродвигательного типа.

Места и способ управления существующими разъединителями 110 кВ не изменяется.

3.8.2 Оперативная блокировка

Для предотвращения неправильных (ошибочных) действий при переключениях коммутационных аппаратов предусматривается оперативная блокировка, выполняемая программной (логической) в составе терминала, установленного в шкафу ОБР. Вновь организуемая ОБР является независимой системой и работает отдельно от системы АСУ ТП. Однако, предусматривается возможность интеграции сигналов, выдаваемых комплектом ОБР в систему АСУ ТП.

Положение коммутационных аппаратов посредством блок-контактов, соответствующих включенному и отключенному состоянию, подаются на дискретные входы терминала ОБР. При каждом изменении состояния входных сигналов производится расчет по заданным в терминале алгоритмам, проверка достоверности поданной информации. Условия блокировки программируются индивидуально для каждого коммутационного устройства. По результатам вычислений терминал выдает команды

разрешения оперирования коммутационными аппаратами присоединения.

Блокировка не препятствует включению и отключению выключателей. При этом логика блокировки разъединителей с заземляющими ножами исключает возможность подачи напряжения на заземленные участки в случае включения выключателя.

Оперативная блокировка, независимо от способа ее организации, является дополнительным средством, препятствующим производству ошибочных операций.

Логика работы предусматривает блокирование всех неправильных операций, которые могут быть произведены разъединителями, со всех предусмотренных мест управления (АСУ ТП, ОПУ, по-месту).

ОБР исключает:

- подачу напряжения разъединителем на участок электрической схемы, заземленной включенным заземлителем, а также на участок электрической схемы, отделенной от включенных заземлителей только выключателем;
- включение заземлителя на участке схемы, не отделенном разъединителем от других участков, которые могут быть как под напряжением, так и без напряжения;
- отключение и включение разъединителями токов нагрузки.

Схемы оперативной блокировки разъединителей 110 кВ выполняются с учетом следующих условий:

- разъединители 110 кВ имеют механическую и электромагнитную блокировку со своими заземляющими ножами;
- устройство оперативной блокировки разъединителей выполнено с помощью реле блокировки, встроенного в привод;
- цепи оперативной блокировки питаются выпрямленным током.

Для возможности организации схемы ОБР необходимо дополнить существующие ручные привода разъединителей и заземляющих ножей 110 кВ коммутирующими устройствами и электромагнитными замками.

Питание цепей устройств оперативной блокировки разъединителей 110 кВ осуществляется от сети собственных нужд переменного тока напряжением 220 В через выпрямительные устройства.

В качестве резервного источника питания предусматривается питание цепей ОБР от цепей гарантированного источника постоянного тока (ЩПТ) со временем автономной работы не менее 2 часов.

Комплект питания оперативной блокировки может устанавливаться как в составе шкафа ОБР, так и в отдельно стоящем шкафу, в зависимости от применяемых решений заводом поставщиком оборудования РЗА.

В комплекте питания ОБР предусматривается два отдельных блока питания напряжением 220 В, что позволяет осуществить гальваническую развязку цепей оперативной блокировки от системы оперативного постоянного тока. Комплектом питания осуществляется контроль наличия напряжения и контроль изоляции. Питание отдельных групп оперативной блокировки осуществляется через автоматические выключатели.

Номинальные напряжения электромагнитов блокировок, блок-замков, реле команд управления, дискретных входов и выходов терминалов присоединений соответствуют напряжению питания схемы оперативной блокировки (постоянный ток напряжением 220 В).

3.9 Связь и интеграция в систему управления

Интеграция запроектированного комплекса РЗА в систему управления подстанции подразумевает, главным образом организацию цифровых каналов связи между терминалами РЗА и цифровыми контроллерами присоединения. Связь контроллера с местными устройствами подстанции осуществляется по сети Profibus. Цифровые контроллеры, в свою очередь подключены к локальному серверу системы управления, который управляет работой сети и осуществляет связь с удаленными точками, такими, как АРМ диспетчера электрических сетей, центральной диспетчерской службы, релейной службы и пр.

Примененная схема позволяет набором стандартных процедур осуществлять сбор информации - сигналов о состоянии и работе защит и их отдельных функций, измерения аналоговых величин, считывать осциллограммы, переключать группы уставок, выдавать команды управления коммутационными аппаратами и пр.

Примененные цифровые контроллеры могут иметь несколько коммуникационных плат и позволят осуществить интеграцию во многие системы управления объектами, поддерживающие стандартные протоколы обмена, такие как Modbus, IEC-60870-5-103 (101, 104), IEC-61850.

4 СИГНАЛИЗАЦИЯ

На подстанциях предусматриваются следующие виды сигнализации:

- основная – индивидуальная световая и обобщенная звуковая предупредительная и аварийная сигнализации отклонения от нормального режима работы оборудования, неисправностях и аварийных режимах энергосистемы в составе АСУ ТП;
- индивидуальная визуальная в составе шкафов и терминалов РЗА, обеспечивающая предварительный анализ ситуации;
- резервная – центральная звуковая и обобщенная световая сигнализация, обеспечивающая привлечение внимания персонала при выводе из работы или неисправности основной. Обеспечивает минимальный объем сигнализации, достаточный для определения присоединения, на котором произошло повреждение, и сработавшее устройство РЗА.

Для реализации резервной центральной сигнализации в здании ОПУ установлен существующий шкаф ЦС. Питание общих цепей и центральных шинок сигнализации осуществляется двумя кабелями от разных секций щита постоянного тока напряжением 220 В. Перевод питания шинок сигнализации с основного на резервное осуществляется вручную переключателем после получения сигнала об исчезновении напряжения.

Шкаф центральной сигнализации выполняет следующие функции:

- организация групповой сигнализации (4 участка);
- прием и отображение сигналов аварийной и предупредительной сигнализации (расшифровка сигналов с помощью светодиодов и дисплея терминала);
- визуальная (световая) индикация состояния входов;
- управление звуковой сигнализацией с возможностью автоматического квитирования по истечении заданного времени;
- квитирование сигналов, в том числе квитирование по последовательным каналам связи (из АСУ ТП);
- формирование и выдача сигналов обобщенной сигнализации (в АСУ ТП);
- фиксация, хранение и передача по последовательному каналу связи информации об изменении состояния входов, журнала событий;
- хранение параметров настройки терминала РЦС и журнала событий при отсутствии оперативного тока;
- непрерывный контроль работоспособности (самодиагностика).

На ЩПТ предусматривается световая сигнализация состояния всех коммутационных аппаратов – автоматов отходящих фидеров (включен, отключен, аварийное отключение), секционных и вводных разъединителей (включен, отключен). На ЩПТ формируется сигнал

«Вызов на ЩПТ», включающий в себя обобщенный сигнал неисправности оборудования на ЩПТ, и подается на дискретный вход терминала ЦС.

В шкафах распределения оперативного тока (ШРОТ) также формируется обобщенный сигнал «Вызов к ШРОТ» и подается на дискретный вход терминала ЦС.

Сигнализацию неисправностей на ЩСН 0,4 кВ подается в шкаф центральной сигнализации дискретным сигналом «Вызов в ЩСН».

Ревун устанавливается в здании ОПУ. Внешний звонок устанавливается на шкафу центральной сигнализации.

Для вывода сигнализации от устройств РЗА, не модернизируемых по данному титулу, и остающихся в существующем помещении ОПУ, предусматриваются отдельные резервные входы вызывной сигнализации в терминале, относящиеся к участку шинок сигнализации идущих на ОРУ-110 кВ.

5 ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА

5.1 АЧР

На ПС-5С и ПС-10С организуется автоматика АЧР на микропроцессорной базе с функциями: защита от снижения частоты, защита от повышения частоты, блокировка по скорости изменения частоты, частотное АПВ для каждой ступени. Терминалы АЧР устанавливаются в шкафу в здании ОПУ.

Применяемый шкаф АЧР имеет в своем составе 2 идентичных комплекта с терминалами АЧР. Каждый комплект осуществляет выдачу управляющих сигналов воздействия на 14 присоединений.

Измерения частоты осуществляются по цепям трансформаторов напряжения 110 кВ.

Выходное действие АЧР разделено на два вида – АЧРІ (включая спец. очередь) и АЧРІІ. Действие АЧР и ЧАПВ заводится напрямую на комплекты РЗА присоединений. Предусматривается возможность вывода воздействий АЧР и ЧАПВ из работы по каждому присоединению отдельно с помощью переключателей в составе шкафа автоматики.

Для исключения ложных срабатываний АЧР имеет блокировку срабатывания от исчезновения измеряемого напряжения на любой фазе: ожидание или режим срабатывания.

Для обеспечения быстрого восстановления электроснабжения потребителей, после восстановления частоты, отключенных от АЧР, предусмотрена функция ЧАПВ, при этом ЧАПВ блокируется при пониженном напряжении или повторном срыве частоты.

5.2 АОПО

Действие АОПО предусматривается двухступенчатым.

Первая ступень должна действовать с выдержкой времени, отстроенной от действия резервных защит и УРОВ защищаемого присоединения и смежных электросетевых элементов, на сигнал на пункты управления объекта.

Вторая ступень действует с выдержкой времени на отключение источника питания.

Предусматривается возможность отстройки действия АОПО от цикла АПВ элемента электрической сети, отключение которого обусловило возникновение перегрузки, выдержкой времени на срабатывание. Так же предусматривается сезонная перестройка уставок АОПО – летние и зимние уставки.

В комплекте АОПО предусматривается техническая возможность выставления дополнительных уставок и ступеней воздействия, часть из которых можно использовать для отключения нагрузки. Однако, согласно техническому заданию на проектирование,

организация и реализация дополнительных отключающих воздействий, установка устройств передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК) и передача сигналов воздействия АОПО на смежные энергообъекты не входит в объем проектирования по данному титулу.

5.3 Прочие устройства ПА

Установка дополнительных устройств противоаварийной автоматики на ПС-5С и ПС-10С не предусматривается.

В здании ОПУ закладываются резервные места для установки шкафов ПА в результате дальнейшей реконструкции ПС и сети.

6 ИЗМЕРЕНИЯ

В связи с тем, что на подстанции основное управление осуществляется устройствами АСУ ТП, мониторинг режима работы также выполняется этой системой.

Все применяемые измерительные приборы для отображения электрических величин сети 110 кВ свободно интегрируются в АСУ ТП.

Индикация контрольных измерений по месту резервного управления высоковольтных выключателей осуществляется на экранах терминалов РЗА, выполняющих функции АУВ.

Требуемый объем измерений электрических величин:

- В целях систематического контроля оборудования, а также визуального контроля наличия/отсутствия тока при управлении выключателем, измерение фазного тока производится в цепях выключателей 110 кВ;
- Измерение напряжения предусматривается на шинах 110 кВ (междуфазное);

Объем технологических измерений необходимых при эксплуатации электрооборудования, которые не предусмотрены нормативно технической документацией, определяется заводом-изготовителем этого оборудования.

7 ВТОРИЧНЫЕ ЦЕПИ

Вся кабельная продукция выполнена по ГОСТ. Применение кабелей, выпускаемых по ТУ не допустимо, ввиду возможного нарушения технологического процесса при производстве, погрешности в сечении жилы и изоляции, регламентированных по ГОСТ параметрам.

Контрольные кабели подключаются к шкафам и сборкам через сборки зажимов с винтовым креплением. Для исключения наводок в цепях управления, измерения и РЗА применяются контрольные кабели с общим экраном. Совмещение в одном кабеле цепей измерения с силовыми и управляющими цепями не допускается.

По условию механической прочности жилы контрольных кабелей для присоединения под винт к зажимам панелей и аппаратов должны иметь сечения не менее - 1,5 мм² для меди. По условию механической прочности для токовых цепей жилы контрольных кабелей для присоединения под винт к зажимам панелей и аппаратов должны иметь сечения не менее - 2,5 мм² для меди.

Для защиты от несанкционированного доступа подключение вторичных цепей учета выполняется через клеммы, предусматривающие пломбировку специализированной крышкой, а также выполняются пломбирование выводов ТТ и ТН.

Заземление вторичных обмоток трансформаторов напряжения и тока выполняется на ближайшей от трансформатора сборке зажимов или на зажимах трансформатора.

Вторичные обмотки ТН должны заземляться для обеспечения безопасности персонала. Заземление должно быть надежным и наглядным. В проводах, соединяющих точку заземления с обмотками ТН, не должно быть коммутационных и защитных аппаратов (рубильников, переключателей, автоматических выключателей, предохранителей и др.). Сечение заземляющего провода должно быть не менее 4 мм² (по меди).

Для видимого разрыва в цепях напряжения устанавливаются рубильники либо клеммы с размыканием.

Питание устройств РЗА должно осуществляться по отдельным распределительным линиям (фидерам) по радиальной схеме, для обеспечения требований ЭМС.

8 ПЕРЕЧЕНЬ УСТАНОВЛИВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Таблица 1 Перечень устанавливаемого оборудования РЗА на ПС-5С и ПС-10С

№ п/п	Наименование устройства (функции)	Количество МКПТ	Количество
	<u>Шкафы, устанавливаемые в ОПУ</u>		
1Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W1G»	1	1
2Р	Шкаф резервных защит ВЛ 110 кВ «W1G»	3	1
3Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W2G»	1	1
4Р	Шкаф резервных защит ВЛ 110 кВ «W2G»	3	1
5Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W3G»	1	1
6Р	Шкаф резервных защит ВЛ 110 кВ «W3G»	3	1
7Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W4G»	1	1
8Р	Шкаф резервных защит ВЛ 110 кВ «W4G»	3	1
9Р	Шкаф секционного выключателя 110 кВ	1	1
10Р	Шкаф ДЗШ 110 кВ	4	1
11Р	Шкаф трансформаторов напряжения 110 кВ	-	1
12Р	Шкаф учета линий 110 кВ	-	1
	Итого	21	12

Таблица 1 Перечень устанавливаемого оборудования РЗА на ПС-2 и ПС-18

№ п/п	Наименование устройства (функции)	Количество МКПТ	Количество
	<u>Шкафы, устанавливаемые в ОПУ</u>		
1Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W1G»	1	1
2Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W2G»	1	1
3Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W3G»	1	1
4Р	Шкаф основной защиты ВЛ 110 кВ «W4G»	1	1
	Итого	4	4

Перечень принятых сокращений

АВР	автоматический ввод резервного питания
АПВ	автоматическое повторное включение
АРМ	автоматизированное рабочее место
АРКТ	автоматика регулирования коэффициента трансформации
АСУ ТП	автоматизированная система управления технологическими процессами
АУВ	автоматика управления выключателем
БНН	блокировка при неисправности цепей напряжения
ВН, СН, НН	высшее, среднее и низшее напряжения соответственно (сторон трансформатора)
ВЛ	воздушная линия
ГЗТ	газовая защита трансформатора
ГЗ РПН Т	газовая защита РПН трансформатора
ДЗ	Дистанционная защита
ДЗТ	Дифференциальная защита трансформатора
ДГР	Дугогасящий реактор
ЗОЗЗ	Защита от замыканий на землю (направленная)
ИТС	Информационно-технологические системы
КА	Коммутационный аппарат
КЗ	Короткое замыкание
КЛ	Кабельная линия
КСЗ	Комплект ступенчатых защит
МТЗ	Максимальная токовая защита
МКПТ	Микропроцессорный терминал
НКУ	Низковольтное комплектное устройство
НТД	Нормативно-технический документ
ОПУ	Общеподстанционный пункт управления
ПА	Противоаварийная автоматика
ПС	подстанция
ПТК	Программно-технический комплекс
РАС	Регистрация аварийных событий и процессов
РД	Рабочая документация
РЗА	Релейная защита и автоматика
РУ	Распределительное устройство
РЦС	Резервная центральная сигнализация
СОПТ	Система оперативного постоянного тока
СВ	Секционный выключатель
СЗЗ	Сигнализация замыкания на землю
Т	трансформатор
ТН	Трансформатор напряжения
ТТ	трансформатор тока
УРОВ	устройство резервирования отказа выключателя
ЦС	центральная сигнализация
ШРОТ	шкаф распределения оперативного тока

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СН РК 1.02-03-2011. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство (с изменениями по состоянию на 17.01.2018 г.)
- 2 Правила устройства электроустановок 2015 г. (ПУЭ РК) (утверждены приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 230) (с изменениями по состоянию на 25.12.2017 г.)
- 3 РД 34.20.116-93. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций от импульсных помех
- 4 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 30 марта 2015 года № 246
- 5 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. Утверждены Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 253