



*Общество с ограниченной ответственностью
"ЭнергоСтройИнжиниринг"*

*ПС 220 кВ Кудьма.
Реконструкция собственных нужд с переводом
питания ТСН на АТ-1*

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

*Раздел 5 "Сведения об инженерном оборудовании, о
сетях инженерно-технического обеспечения,
перечень инженерно-технических мероприятий,
содержание технологических решений"*

Подраздел 1 "Система электроснабжения"

Книга 2. Релейная защита и автоматика, АСУТП

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

Том 4.1.2

2013

*Общество с ограниченной ответственностью
"ЭнергоСтройИнжиниринг"*

*ПС 220 кВ Кудьма.
Реконструкция собственных нужд с переводом
питания ТСН на АТ-1*

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

*Раздел 5 "Сведения об инженерном оборудовании, о
сетях инженерно-технического обеспечения,
перечень инженерно-технических мероприятий,
содержание технологических решений"*

Подраздел 1 "Система электроснабжения"

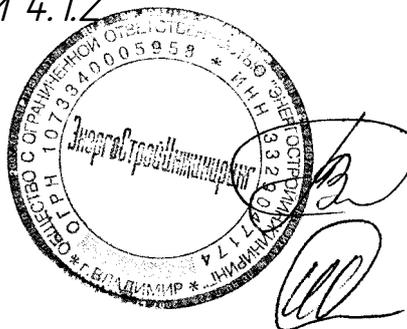
Книга 2. Релейная защита и автоматика, АСУТП

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

Том 4.1.2

Заместитель директора

Главный инженер проекта



А.В. Белов

И.В. Печников

<i>Изм.</i>	<i>№ док</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
1			05.13
2			06.13

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № докл.</i>
<i>Подп. и дата</i>	<i>Подп. и дата</i>

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
П2200152-12.12-03-СП	Состав проектной документации	Зам.
П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Релейная защита и автоматика, АИИСКУЭ и АСУТП	
	ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1	
Листы 1.1-1.20	Текстовая часть.	Зам.
Лист 2	Схема распределения устройств ИТС по ТТ и ТН	Зам.
Лист 3	Структурно-функциональная схема ДЗО НН АТ-1	
Лист 4	Структурно-функциональная схема защит, АУВ, УРОВ, АВР, ЛЗШ ячейки вводного выключателя 6 кВ АТ-1	
Лист 5	Структурно-функциональная схема защит, АУВ, УРОВ, АВР, ЛЗШ ячейки секционного выключателя 6 кВ	
Лист 6	Структурно-функциональная схема защит, АУВ, УРОВ ячейки отходящей линии 6 кВ	
Лист 7	Оперативная блокировка разъединителей стороны НН АТ-1. Схема принципиальная	Зам.
Лист 8	Структурная схема расширения АСУТП	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

1		Зам.			05.13	П2200152-12.12-03-ИОС1.2С			
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Стадия	Лист	Листов
Н.контрль		Каржина М. А.			03.13	Содержание тома 4.1.2	П		
Проверил		Чикалев И. М.			03.13				
Разработал		Зарин В.О.			03.13				
Утвердил		Печников И.В.			03.13				

Состав проектной документации

№ тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	П2200152-12.12-03-ПЗ	Раздел 1 "Пояснительная записка"	
1.2	П2200152-12.12-03-ИЗ1	Часть 1. Отчет по инженерно-геодезическим изысканиям	
1.3	П2200152-12.12-03-ИЗ2	Часть 2. Отчет по инженерно-геологическим изысканиям	
2	П2200152-12.12-03-ПЗУ	Раздел 2. Схема планировочной организации земельного участка	
3	П2200152-12.12-03-КР	Раздел 4 "Конструктивные и объемно-планировочные решения"	
4	П2200152-12.12-03-ИОС	Раздел 5 "Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений"	
4.1	П2200152-12.12-03-ИОС1	Подраздел 1. Система электроснабжения	
4.1.1	П2200152-12.12-03-ИОС1.1	Книга 1. Силовое электрооборудование	
4.1.2	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Книга 2. Релейная защита и автоматика, АСУ ТП	
4.1.3	П2200152-12.12-03-ИОС1.3	Книга 3. АИИС КУЭ	
4.2	П2200152-12.12-03-ИОС7	Подраздел 7. Технологические решения	
5	П2200152-12.12-03-ПОС	Раздел 6 Проект организации строительства	
6	П2200152-12.12-03-ООС	Раздел 8 "Перечень мероприятий по охране окружающей среды"	
7	П2200152-12.12-03-ПБ	Раздел 9 "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности"	
8	П2200152-12.12-03-ОДИ	Раздел 10 "Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов"	
9	П2200152-12.12-03-ЭЭ	Раздел 10(1) "Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов"	
10	П2200152-12.12-03-БЭ	Раздел 10(2) "Требования к обеспечению безопасной эксплуатации объектов капитального строительства"	
11	П2200152-12.12-03-СМ	Раздел 11 "Смета на строительство объектов капитального строительства"	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

1		Зам.			05.13
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Н.контрль		Каржина М. А.			03.13
Проверил		Чикалев И. М.			03.13
Разработал		Зарин В.О.			03.13
Утвердил		Печников И.В.			03.13

П2200152-12.12-03-СП

Состав проектной документации

Стадия	Лист	Листов
П	1	2


ЭнергоСтройИнжиниринг

Справка главного инженера

Проектная документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий.

Главный инженер проекта



И.В. Печников

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-СП	

Содержание

1. Основание для проектирования	6
2. Введение	7
3. Релейная защита и автоматика	8
3.1. Состав и объем ПТС РЗА	8
3.2. Состав проектируемых комплексов защиты и автоматики	8
3.2.1. Дифференциальная защита ошиновки на стороне низшего напряжения автотрансформатора АТ-1 (ДЗО НН)	8
3.2.2. Максимальная токовая защита на стороне низшего напряжения автотрансформатора МТЗ НН	9
3.2.3. Сигнализация замыканий на землю на стороне 6кВ автотрансформатора (СЗЗ НН)	9
3.2.4. Контроль исправности трансформатора напряжения 6кВ (КИ ТН 6кВ)	9
3.2.5. Состав проектируемых комплексов защиты и автоматики элементов КРУ 6кВ	10
3.2.6. Основные технические решения по РАС	11
3.2.7. Установка шкафов РЗА АТ-1	12
3.2.8. Сопоставление устройств релейной защиты и автоматики разных производителей	12
3.2.9. Интеграция устройств РЗА в АСУТП	12
3.2.10. Цепи ТН ввода 6 кВ АТ-1	13
3.3. Ориентировочный расчет уставок вновь устанавливаемых устройств РЗА	13
3.4. Проверка трансформаторов тока по нагрузке и на 10% погрешность	20
3.5. Центральная сигнализация	22
3.6. Оперативное управление разъединителями. Оперативная блокировка	22
4. АСУ ТП	23

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2		Зам.			06.13
1		Зам.			05.13
Изм.	Кол.лч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Н. контроль		Каржина М. А.			03.13
Проверил		Чикалев И. М.			03.13
Разработал		Зарин В.О.			03.13
Утвердил		Печников И.В.			03.13

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

Релейная защита и автоматика,

АИИСКУЭ и АСУТП

Стадия	Лист	Листов
П	1.1	8
 ЭнергоСтройИнжиниринг		

1. Основание для проектирования

Проектная документация по титулу "ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1" разработана на основании:

- договора на проектирование;
- технического задания;
- материалов обследования, выполненного ООО «ЭСИ» в 2012 г.;
- действующих нормативных документов по проектированию;
- исходных данных, предоставленных заказчиком.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	

2 Введение

Настоящий том является составной частью проектной документации "ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1".

В данном томе представлены технические требования к МП устройствам релейной защиты и автоматики (РЗА) и схема распределения устройств ИТС по трансформаторам тока и напряжения, выполненные в соответствии с главной схемой электрических соединений ПС 220 кВ Кудьма. Кроме этого, выполнены структурно-функциональные схемы новых устройств РЗА 6 кВ автотрансформатора АТ-1.

Приведены технические решения по выполнению комплексов РЗА с использованием современных микропроцессорных (МП) устройств. Приведён ориентировочный расчёт уставок новых устройств РЗА автотрансформатора АТ-1.

В данном разделе проектной документации всё новое оборудование релейной защиты и автоматики автотрансформатора АТ-1 выполнено с использованием современных микропроцессорных устройств, разработаны требования к техническим характеристикам оборудования РЗА.

Определяющим при выборе принципов и типов устройств РЗА являлось выполнение основных требований, предъявляемых к их функционированию (селективность, быстродействие, чувствительность и надёжность), а также выполнение действующих нормативных и директивных документов.

Разработанные технические требования к устройствам РЗА и управления необходимы и достаточны для реализации намеченных в проектной документации технических решений.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	

3. Релейная защита и автоматика

3.1. Состав и объем ПТС РЗА

Устройствами РЗА должно быть обеспечено следующее основное оборудование:

- автотрансформатор 220/110/6 кВ мощностью 125 МВА (АТ-1);
- элементы КРУ 6 кВ.

Устанавливаемые устройства РЗА выполняются с использованием микропроцессорной техники в соответствии с «Положением о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС» от 14.02.2011 и «Нормами технологического проектирования подстанция переменного тока с высшим напряжением 35– 750кВ (НТП ПС)» (СТО 5694 7007–29.240.10.028–2009).

Требования к однотипным устройствам РЗА, размещаемым на всех указанных в таблице объектах, идентичны. Состав и объем поставляемых функциональных устройств РЗА элементов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав и объем поставляемых функциональных устройств РЗА элементов ПС

	Наименование устройства (функции)	Место размещения	Количество
1	Устройства РЗА автотрансформатора 220/110/6 кВ		
1.1	Основная защита АТ-1	ОПУ	1 (сущ.)
1.2	Дифференциальная защита ошиновки НН + МТЗ НН	ОПУ	1
1.3	Резервные защиты на стороне ВН	ОПУ	1 (сущ.)
1.4	Резервные защиты на стороне СН	ОПУ	1 (сущ.)
1.5	Автоматика РПН	ОПУ	1 (сущ.)
2	Устройства РЗА КРУ 6кВ		
2.1	Вводная ячейка	КРУ 6 кВ	1
2.2	Ячейка ТН ввода	КРУ 6 кВ	1
2.3	Ячейка СВ	КРУ 6 кВ	1
2.4	Ячейка СР	КРУ 6 кВ	1
2.5	Ячейка отходящей линии	КРУ 6 кВ	4
2.6	Ячейка ТН	КРУ 6 кВ	1
2.7	Дуговая защита	КРУ 6 кВ	(Зависит от типа дуговой защиты)

3.2. Состав проектируемых комплексов защиты и автоматики

3.2.1. Дифференциальная защита ошиновки на стороне низшего напряжения автотрансформатора АТ-1 (ДЗО НН)

Дифференциальная защита ошиновки на стороне низшего напряжения автотрансформатора

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Лист
							1.4

предназначена для защиты от всех видов КЗ на стороне низшего напряжения. Защита подключена по токовым цепям к встроенным во ввода низкого напряжения трансформаторам тока АТ-1 и к трансформаторам тока вводной ячейки 6 кВ АТ-1. Защита действует без выдержки времени на отключение АТ-1 со всех сторон с пуском УРОВ и запретом АПВ отключаемых выключателей, с пуском АВР 6 кВ через терминал защит ввода 6 кВ АТ-1.

3.2.2. Максимальная токовая защита на стороне низшего напряжения автотрансформатора МТЗ НН

Максимальная токовая защита от междуфазных КЗ на стороне низшего напряжения автотрансформатора АТ-1 предусматривается для резервирования действия защит от междуфазных КЗ, установленных на стороне НН.

Цепи тока МТЗ НН подключаются к встроенным трансформаторам тока во ввода 6 кВ АТ-1.

Орган тока защиты выполняется в трехфазном исполнении и реагировать на максимальный ток одной из трех фаз.

МТЗ НН выполняется с блокировкой по напряжению ввода 6кВ и имеет две выдержки времени. Уставки по выдержкам времени для каждой ступени имеют независимое регулирование. МТЗ НН с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя стороны НН автотрансформатора АТ-1, со второй на отключение автотрансформатора АТ-1 со всех сторон с пуском УРОВ и запретом АПВ.

3.2.3. Сигнализация замыканий на землю на стороне 6кВ автотрансформатора (СЗЗ НН)

СЗЗ НН подключается к обмотке трансформатора напряжения секции шин НН и имеет возможность измерять или вычислять напряжения нулевой последовательности.

СЗЗ НН по напряжению нулевой последовательности имеет диапазон срабатывания от 3 до 40 В.

СЗЗ НН действует на сигнал с выдержкой времени, регулируемой в диапазоне (0,1 -10) с.

Предусмотрено блокирование действия СЗЗ НН при обнаружении неисправности в цепях трансформатора напряжения на секции шин НН, например, при обрыве (перегорании плавких вставок предохранителей) первичных цепей ТН.

3.2.4. Контроль исправности трансформатора напряжения 6кВ (КИ ТН 6кВ)

– подключается к трансформатору напряжения в ячейке ввода НН АТ-1, и к трансформатору напряжения в ячейке ТН 1 с.ш. и может вычислять напряжения прямой и обратной последовательностей;

– выявляет повреждения во вторичных цепях;

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Лист
							15

- действует на сигнал с выдержкой времени, регулируемой в диапазоне (0,1 –10) с;
- отличает режимы коротких замыканий в сетях, а также замыканий на землю на стороне НН от случаев неисправности самих цепей ТН.

3.2.5. Состав проектируемых комплексов защиты и автоматики элементов КРУ 6кВ

Для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации ввода 6кВ применено микропроцессорное устройство РЗА со следующими функциями:

- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов;
- защита минимального напряжения;
- логическая защита шин (ЛЗШ);
- УРОВ;
- формирование сигнала АВР на включение секционного выключателя;
- защита от многократных включений выключателя;
- автоматическое восстановление схемы нормального режима после АВР секционного выключателя.

Для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации ячейки отходящей линии 6кВ применено микропроцессорное устройство РЗА со следующими функциями защиты:

- токовая отсечка;
- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов;
- автоматический ввод ускорения любых ступеней МТЗ при включении выключателя;
- защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) по сумме высших гармоник;
- защита от однофазных замыканий на землю по току основной частоты;
- выдача сигнала пуска МТЗ для организации логической защиты шин;
- операции отключения и включения выключателя по внешним командам;
- защита от многократных включений выключателя;
- формирование сигнала УРОВ при отказах своего выключателя;
- регистратор событий.

Для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации ячейки секционного выключателя 6кВ применено микропроцессорное устройство РЗА со следующими функциями защиты:

- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов;
- автоматический ввод ускорения любых ступеней МТЗ при включении выключателя;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
			П2200152-12.12-03-ИОС1.2				
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

- прием сигнала АВР и ВНР от вводных выключателей;
- операции отключения и включения выключателя по внешним командам;
- защита от многократных включений выключателя;
- логическая защита шин (ЛЗШ);
- УРОВ;
- формирование сигнала УРОВ при отказах своего выключателя;
- регистратор событий.

В ячейке ТН-6кВ применено микропроцессорное устройство РЗА со следующими функциями защиты, выполняемые устройством:

- трехступенчатая защита минимального напряжения;
- защита от понижения напряжения с контролем трех линейных напряжений;
- защита от однофазных замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности, для контроля изоляции стороны НН;
- формирование сигнала разрешения пуска МТЗ (вольтметровая блокировка или комбинированный пуск по напряжению) для других устройств защит;
- контроль исправности трансформатора напряжения (ТН);
- формирование сигналов наличия и отсутствия напряжения на секции.

Для микропроцессорных терминалов РЗА предусмотрена регистрация событий и выдача информации по каналам внешних интерфейсов.

Для защиты секций шин 6кВ от дуговых замыканий использовано устройство на основе волоконной оптики и микропроцессорной техники, применяемых для защиты ячеек КРУ высоковольтных электрических подстанций.

Оперативная блокировка стороны НН 6кВ проектируемого КРУ-6кВ реализована в панели оперативной блокировки. Используется логика на концевых выключателях модернизированных электромагнитных блокировок с электромагнитными ключами для предотвращения ошибочных действий обслуживающего персонала при производстве переключений.

3.2.6. Основные технические решения по РАС

Для обеспечения ДЦ ОАО «СО ЕЭС» (Нижегородское РДУ) и ЦУС ОАО «ФСК ЕЭС» (Нижегородский ПМЭС) информацией об аварийных, переходных и установившихся процессах, а также для проведения различного вида измерений и исследований в электросети ПС Кудьма, использован автономный регистратор аварийных событий и процессов (РАС), работающий в составе системы аварийной регистрации АСУ ТП. Проектом предусматривается установка необходимого количества дополнительных модулей РАС для регистрации токов сторон НН АТ-1, напряжения на вводе 6кВ АТ-1 и секции шин КРУ-6кВ, а также дискретных сигналов от защит АТ-1 и КРУ-6кВ. По токовым цепям модули РАС подключаются к кернам измерительных трансформаторов тока 10Р.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
			П2200152-12.12-03-ИОС1.2				
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

3.2.7. Установка шкафов РЗА АТ-1

По проекту предусматривается установить 1 шкаф РЗА в здании ОПУ на свободное место. Будет установлен шкафы РЗА – дифференциальная защита ошиновки НН + МТЗ НН.

Терминалы РЗА ячеек КРУ-6кВ устанавливаются непосредственно в релейных отсеках этих ячеек.

3.2.8. Сопоставление устройств релейной защиты и автоматики разных производителей

Современный рынок устройств релейной защиты широко представлен как отечественными, так и зарубежными производителями. В виду требований по обеспечению реконструируемых и вновь вводимых подстанций новыми микропроцессорными защитами («Положение о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС» от 14.02.2011) в нижеприведенной табл. 2 не представлены производители устройств РЗА на электромеханической базе. Предпочтительно применение устройств РЗА аналогичных установленных на АТ-1, АТ-2 и защит ОРУ 220 кВ в целях: единообразия порядка оперативного и эксплуатационного обслуживания устройств; аппаратной, программной и логической совместимости устройств.

Таблица 2

Производители устройств РЗА на электромеханической базе

Функция	Siemens	Alstom	ABB	GE	Экра
ДЗО НН	7UT6xx	P63x	RET670	T35	В составе ШЭ2607 043_200 (серии 200)
МТЗ НН				F35	
РЗА КРУ-6	7SJxxx	P12x	REF6xx	F650	БЭ2502А01, БЭ2502А02, БЭ2502А03, БЭ2502А04

3.2.9. Интеграция устройств РЗА в АСУТП

Проектом предусматривается интеграция терминалов РЗА в АСУТП. Предпочтение отдается протоколу передачи данных МЭК 61850 на основании Распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» №293р от 31.05.2010 «Рекомендации по применению основных структурных схем и требования к организации АСУ ТП подстанций 110 – 750 кВ с учётом функциональной достаточности и надежности» (в редакции распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.04.2012 №286р).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	2				Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	06.13	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Лист
			2	Зам.											

3.2.10 Цепи ТН ввода 6 кВ АТ-1

Предусмотреть подключение цепей ТН ввода 6 кВ АТ-1 к существующим шкафам резервной защиты сторон 220 кВ и 110 кВ АТ-1 для контроля напряжения АТ-1 в логике ускорения этих защит. В существующих шкафах предусмотрен вход для контроля напряжения ТН ввода 6 кВ АТ-1 через испытательный блок SG4.

3.3. Ориентировочный расчет уставок вновь устанавливаемых устройств РЗА

На рис. 1 представлена расчетная схема замещения сети 6 кВ за автотрансформатором АТ-1. Результаты расчета токов КЗ сведены в табл. 3.

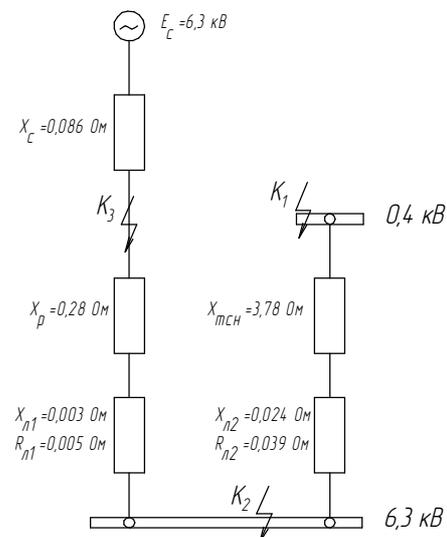


Рис. 1. Расчетная схема замещения сети 6 кВ за автотрансформатором АТ-1

Таблица 3

Результаты расчета токов КЗ

Вид КЗ	K ₁	K ₂	K ₃
K _i ⁽³⁾	0,872 кА	9,856 кА	42,294 кА
K _i ⁽²⁾	0,755 кА	8,536 кА	36,628 кА

Максимальный рабочий ток ТСН-1 и рабочий ток через СВ 6 кВ определяется по формуле:

$$I_{\text{раб макс}} = \frac{S_{\text{ТСН}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 57,735 \text{ А.}$$

Максимальный рабочий ток ввода 6 кВ определяется по формуле:

$$I_{\text{раб макс}} = \frac{2 \cdot S_{\text{ТСН}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = \frac{2 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 115,47 \text{ А.}$$

Методика выбора параметров срабатывания защиты фидера ТСН-1 приведена в табл. 4. Расчет параметров срабатывания защиты фидера ТСН-1 сведен в табл. 5.

Методика выбора параметров срабатывания защиты СВ 6 кВ приведена в табл. 6. Расчет

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

2		Зам.			06.13	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Лист
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		19

Таблица 4

Методика выбора параметров срабатывания защиты фидера ТСН-1

Параметр срабатывания	Задаваемая функция	Расчетное условие	Расчетное выражение	Примечание
I_{T0}	Несрабатывание при внешних КЗ	1. Отстройка от КЗ на шинах 0,4 кВ за ТСН-1	$I_{T0} \geq K_{отс} \cdot I_{КЗ}^{макс}$ (1)	$K_{отс} = 1,3$
t_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	2. Отстройка от времени срабатывания вводного автомата 0,4 кВ за ТСН-1	$t_{MT3} \geq t_{cp}^{AB \text{ ввода}} + \Delta t$ (2)	$\Delta t = 0,3 \text{ с}$ $t_{cp}^{AB \text{ ввода}} = 0,05 \text{ с}$
I_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	3. Согласование с уставкой защиты вводного автомата 0,4 кВ за ТСН-1	$I_{MT3} \geq K_{отс} \cdot I_{cp}^{AB \text{ ввода}}$ (3)	$K_{отс} = 1,1$ $I_{cp}^{AB \text{ ввода}} = 7 \text{ кА}$ (прив. к 0,4 кВ)
	Несрабатывание в режимах без КЗ	4. Обеспечение устойчивого возврата измерительного органа защиты после отключения внешнего КЗ	$I_{MT3} \geq \frac{K_{отс} \cdot K_{зап}}{K_{\delta}} \cdot I_{рад макс}$ (4)	$K_{отс} = 1,2$ $K_{зап} = 2$ $K_{\delta} = 0,95$
	Срабатывание при внутренних КЗ	5. Обеспечение требуемой чувствительности к КЗ за ТСН-1	$I_{MT3} \leq \frac{I_{КЗ}^{мин}}{K_{\chi}}$ (5)	$K_{\chi} = 1,5$
$t_{пер}$	Несрабатывание при КЗ	6. Отстройка от времени срабатывания всех защит	$t_{пер} = 9 \text{ с}$ (6)	
$I_{пер}$	Несрабатывание без перегрузки	7. Отстройка от максимального рабочего тока	$I_{пер} \geq K_{отс} \cdot I_{рад макс}$ (7)	$K_{отс} = 1,25$

Таблица 5

Расчет параметров срабатывания защиты фидера ТСН-1

Параметр срабатывания	РУ по табл. 4	РВ по табл. 4	Расчет	Принятое значение
I_{T0}	1	(1)	$I_{T0} \geq 1,3 \cdot 0,872 = 1,134$	1,2 кА
t_{MT3}	2	(2)	$t_{MT3} \geq 0,05 + 0,3 = 0,35$	0,35 с
I_{MT3}	3	(3)	$I_{MT3} \geq 1,1 \cdot \frac{7 \cdot 0,38}{6,3} = 0,464$	0,5 кА
	4	(4)	$I_{MT3} \geq \frac{1,2 \cdot 2}{0,95} \cdot 0,058 = 0,146$	
	5	(5)	$I_{MT3} \leq \frac{0,755}{1,5} = 0,503$	
$t_{пер}$	6	(6)	Принимаем $t_{пер} = 9$	9 с
$I_{пер}$	7	(7)	$I_{пер} \geq 1,25 \cdot 0,058 = 0,073$	0,075 кА

параметров срабатывания защиты СВ 6 кВ сведен в табл. 7.

Методика выбора параметров срабатывания защиты ввода 6 кВ приведена в табл. 8. Расчет параметров срабатывания защиты ввода 6 кВ сведен в табл. 9.

Методика выбора параметров срабатывания защиты МТЗ НН с пуском по напряжению приведена в табл. 10. Расчет параметров срабатывания защиты МТЗ НН с пуском по напряжению сведен в табл. 11.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.					Лист
			2	Зам.		06.13	
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Таблица 6

Методика выбора параметров срабатывания защиты СВ 6 кВ

Параметр срабатывания	Задаваемая функция	Расчетное условие	Расчетное выражение	Примечание
t_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	1. Отстройка от времени срабатывания МТЗ фидера ТСН-1	$t_{MT3} \geq t_{MT3}^{\phi.TMH-1} + \Delta t$ (8)	$\Delta t = 0,3$ с $t_{MT3}^{\phi.TMH-1} = 0,35$ с
I_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	2. Согласование с уставкой защиты МТЗ фидера ТСН-1	$I_{MT3} \geq K_{отс} \cdot I_{MT3}^{\phi.TMH-1}$ (9)	$K_{отс} = 1,1$ $I_{MT3}^{\phi.TMH-1} = 0,5$ кА
	Несрабатывание в режимах без КЗ	3. Обеспечение устойчивого возврата измерительного органа защиты после отключения внешнего КЗ	$I_{MT3} \geq \frac{K_{отс} \cdot K_{зап}}{K_{\phi}} \cdot I_{рад макс}$ (10)	$K_{отс} = 1,2$ $K_{зап} = 2$ $K_{\phi} = 0,95$
	Срабатывание при внутренних КЗ	4. Обеспечение требуемой чувствительности к КЗ на шинах 6 кВ	$I_{MT3} \leq \frac{I_{КЗ}^{мин}}{K_{\phi}}$ (11)	$K_{\phi} = 1,5$
$t_{пер}$	Несрабатывание при КЗ	5. Отстройка от времени срабатывания всех защит	$t_{пер} = 9$ с (12)	
$I_{пер}$	Несрабатывание без перегрузки	6. Отстройка от максимального рабочего тока	$I_{пер} \geq K_{отс} \cdot I_{рад макс}$ (13)	$K_{отс} = 1,25$

Таблица 7

Расчет параметров срабатывания защиты СВ 6 кВ

Параметр срабатывания	РУ по табл. 6	РВ по табл. 6	Расчет	Принятое значение
t_{MT3}	1	(8)	$t_{MT3} \geq 0,35 + 0,3 = 0,65$	0,65 с
I_{MT3}	2	(9)	$I_{MT3} \geq 1,1 \cdot 0,5 = 0,55$	1 кА
	3	(10)	$I_{MT3} \geq \frac{1,2 \cdot 2}{0,95} \cdot 0,058 = 0,146$	
	4	(11)	$I_{MT3} \leq \frac{8,536}{1,5} = 5,691$	
$t_{пер}$	5	(12)	Принимаем $t_{пер} = 9$	9 с
$I_{пер}$	6	(13)	$I_{пер} \geq 1,25 \cdot 0,058 = 0,073$	0,075 кА

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	
						1.11	

Таблица 8

Методика выбора параметров срабатывания защиты ввода 6 кВ

Параметр срабатывания	Задаваемая функция	Расчетное условие	Расчетное выражение	Примечание
t_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	1. Отстройка от времени срабатывания МТЗ СВ 6 кВ	$t_{MT3} \geq t_{MT3}^{СВ\ 6кВ} + \Delta t$ (14)	$\Delta t = 0,3\ с$ $t_{MT3}^{СВ\ 6кВ} = 0,65\ с$
I_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	2. Согласование с уставкой защиты МТЗ СВ 6 кВ	$I_{MT3} \geq K_{отс} \cdot I_{MT3}^{СВ\ 6кВ}$ (15)	$K_{отс} = 1,1$ $I_{MT3}^{СВ\ 6кВ} = 0,6\ кА$
	Несрабатывание в режимах без КЗ	3. Обеспечение устойчивого возврата измерительного органа защиты после отключения внешнего КЗ	$I_{MT3} \geq \frac{K_{отс} \cdot K_{зап}}{K_{\theta}} \cdot I_{раб\ макс}$ (16)	$K_{отс} = 1,2$ $K_{зап} = 2$ $K_{\theta} = 0,95$
	Срабатывание при внутренних КЗ	4. Обеспечение требуемой чувствительности к КЗ на шинах 6 кВ	$I_{MT3} \leq \frac{I_{КЗ}^{мин}}{K_{\chi}}$ (17)	$K_{\chi} = 1,5$
$t_{пер}$	Несрабатывание при КЗ	5. Отстройка от времени срабатывания всех защит	$t_{пер} = 9\ с$ (18)	
$I_{пер}$	Несрабатывание без перегрузки	6. Отстройка от максимального рабочего тока	$I_{пер} \geq K_{отс} \cdot I_{раб\ макс}$ (19)	$K_{отс} = 1,25$

Таблица 9

Расчет параметров срабатывания защиты ввода 6 кВ

Параметр срабатывания	РУ по табл. 8	РВ по табл. 8	Расчет	Принятое значение
t_{MT3}	1	(14)	$t_{MT3} \geq 0,65 + 0,3 = 0,95$	1 с
I_{MT3}	2	(15)	$I_{MT3} \geq 1,1 \cdot 0,6 = 0,66$	0,7 кА
	3	(16)	$I_{MT3} \geq \frac{1,2 \cdot 2}{0,95} \cdot 0,116 = 0,293$	
	4	(17)	$I_{MT3} \leq \frac{8,536}{1,5} = 5,691$	
$t_{пер}$	5	(18)	Принимаем $t_{пер} = 9$	9 с
$I_{пер}$	6	(19)	$I_{пер} \geq 1,25 \cdot 0,116 = 0,145$	0,145 кА

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

1.12

Изм. Кол.ч. Лист № док. Подп. Дата

Таблица 10

Методика выбора параметров срабатывания защиты МТЗ НН с пуском по напряжению

Параметр срабатывания	Задаваемая функция	Расчетное условие	Расчетное выражение	Примечание
t_{MT3}	Несрабатывание при внешних КЗ	1. Отстройка от времени срабатывания МТЗ ввода 6 кВ АТ-1	$t_{MT3.1} \geq t_{MT3}^{вв. 6кВ} + \Delta t$ (20) $t_{MT3.2} \geq t_{MT3.1} + \Delta t$ (21)	$\Delta t = 0,3$ с $t_{MT3}^{вв. 6кВ} = 1$ с
I_{MT3}	Несрабатывание в режимах без КЗ	2. Обеспечение устойчивого возврата измерительного органа защиты после отключения внешнего КЗ при номинальном токе АТ-1	$I_{MT3} \geq \frac{K_{отс}}{K_{\delta}} \cdot I_{ном АТ-1}$ (22)	$K_{отс} = 1,1$ $K_{\delta} = 0,95$
	Срабатывание при внутренних КЗ	3. Обеспечение требуемой чувствительности к КЗ на шинах 6 кВ	$I_{MT3} \leq \frac{I_{кз}^{мин}}{K_{\psi}}$ (23)	$K_{\psi} = 1,2$
U_{2cp}	Несрабатывание в режимах без КЗ	4. Отстройка от напряжения небаланса в нагрузочном режиме	$U_{2cp} = 0,06 \cdot U_{ном}$ (24)	
$U_{сз}$	Несрабатывание в режимах без КЗ	5. Обеспечение возврата реле после отключения внешнего КЗ	$U_{сз} \leq \frac{0,85 \cdot U_{ном}}{K_{отс} \cdot K_{\delta}}$ (25)	$K_{отс} = 1,1$ $K_{\delta} = 1,05$
		6. Отстройка от напряжения самозапуска двигателя	$U_{сз} \leq \frac{0,7 \cdot U_{ном}}{K_{отс}}$ (26)	

Таблица 11

Расчет параметров срабатывания защиты МТЗ НН с пуском по напряжению

Параметр срабатывания	РУ по табл. 10	РВ по табл. 10	Расчет	Принятое значение
$t_{MT3.1}$	1	(20)	$t_{MT3.1} \geq 1 + 0,3 = 1,3$	1,3 с
$t_{MT3.2}$	1	(21)	$t_{MT3.2} \geq 1,3 + 0,3 = 1,6$	1,6 с
I_{MT3}	2	(22)	$I_{MT3} \geq \frac{1,1}{0,95} \cdot 5,728 = 6,632$	6,65 кА
	3	(23)	$I_{MT3} \leq \frac{8,536}{1,2} = 7,113$	
U_{2cp}	4	(24)	$U_{2cp} = 0,06 \cdot 6,3 = 0,378$	0,378 кВ
$U_{сз}$	5	(25)	$U_{сз} \leq \frac{0,85 \cdot 6,3}{1,1 \cdot 1,05} = 4,636$	4 кВ
	6	(26)	$U_{сз} \leq \frac{0,7 \cdot 6,3}{1,1} = 4,009$	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

Лист

1.13

Расчет ДЗО НН

В табл. 12 сведен расчет уставок, определяющих вторичные токи в плечах защиты, соответствующие номинальной мощности АТ-1.

Таблица 12

Расчет уставок, определяющих вторичные токи в плечах защиты

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение для стороны	
		Ввод 6 кВ АТ-1	Ячейка ввода 6 кВ
Первичный ток на сторонах защищаемого трансформатора, соответствующий его номинальной мощности, А	$I_{\text{ном.перв.}} = \frac{S_{\text{ном.АТ}} \cdot 0,5}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}$	$\frac{125 \cdot 0,5}{\sqrt{3} \cdot 6300} = 5728$	$\frac{125 \cdot 0,5}{\sqrt{3} \cdot 6300} = 5728$
Коэффициент трансформации трансформатора тока	$K_{\text{ТТ}}$	6000/5	1000/5
Схема соединения трансформаторов тока (электрических)	Y, D	Y	Y
Вторичный ток в плечах защиты, соответствующий номинальной мощности защищаемого трансформатора, А	$I_{\text{ном.втор.}} = \frac{I_{\text{ном.перв.}}}{K_{\text{ТТ}}} \cdot K_{\text{СХ}}$	$\frac{5728}{6000/5} \cdot 1 = 4,773$	$\frac{5728}{1000/5} \cdot 1 = 28,64$
Принятые значения уставок		4,77	28,64

В табл. 13 сведен расчет уставок ДЗО НН АТ-1.

Таблица 13

Расчет параметров срабатывания ДЗО НН АТ-1.

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение	Примечание
Расчетный ток небаланса при протекании тока равного базисному (в относительных единицах)	$I_{\text{нд.расч.}}^* = K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + I_{\text{нд.выр}}$	1,0 · 0,1 + 0,03 = 0,13	$K_{\text{одн}} = 1$ $\varepsilon = 0,1$ $I_{\text{нд.выр}} = 0,03$
Выбор уставки срабатывания	$I_{\text{до.расч.}}^* \geq I_{\text{нд.расч.}}^* \cdot K_{\text{отс}}$	0,13 · 1,5 = 0,195	$K_{\text{отс}} = 1,5$
Принятое значение базовой уставки срабатывания		0,2	
Расчетный коэффициент торможения	$K_{\text{т.расч.}} = K_{\text{отс}} \cdot (K_{\text{пер}} \cdot \varepsilon + I_{\text{нд.выр}})$	1,2 · (2,0 · 0,1 + 0,03) = 0,276	$K_{\text{отс}} = 1,2$ $K_{\text{пер}} = 2$
Принятое значение коэффициента торможения		0,28	
Ток начала торможения	$I_{\text{т.о.}} = 1,0$	1,0	
Ток торможения блокировки ДЗО	$I_{\text{торм.бл.}} = 1,5$	1,5	
Максимальный ток внешнего КЗ, приведенный к стороне ВН, А	$I_{\text{кз.внешн.макс}}$	9856	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

Лист

1.14

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение	Примечание
Максимальный ток внешнего КЗ, приведенный к стороне ВН, А	$I_{кз.внешн.макс}$	9856	
Расчетный ток максимального внешнего КЗ, приведенный к номинальному току	$I_{кз.внешн.макс}^* = \frac{I_{кз.внешн.макс}}{I_{ном.перв.ВН}}$	$\frac{9856}{5728} = 1,721$	
Выбор уставки срабатывания дифференциальной отсечки с учетом отстройки от броска тока намагничивания	$I_{отс.} \geq 6,5$	6,5	
Выбор уставки срабатывания дифференциальной отсечки с учетом отстройки от расчетного тока небаланса при внешнем КЗ	$I_{отс.} \geq K_{отс} \cdot I_{кз.внешн.макс}^* \cdot (K_{пер} \cdot \epsilon + I_{но.выр})$	$1,5 \cdot 1,721 \cdot (2,0 \cdot 0,1 + 0,03) = 0,59$	$K_{отс} = 1,5$
Принятое значение уставки		6,5	

Оценка чувствительности защиты производится при минимальном токе КЗ в зоне действия ДЗО НН. Приведем ток к номинальному току стороны НН АТ-1:

$$I_{кз.внутр.мин}^* = \frac{I_{кз.внутр.мин}}{I_{ном.перв.}} = \frac{8536}{5728} = 1,49$$

Коэффициент чувствительности ДЗО должен быть больше 2 (по ПУЭ). Чувствительность дифференциальной защиты проверяется по формуле:

$$K_{ч} = \frac{I_{кз.внутр.мин}^*}{I_{до.расч}} \geq K_{ч \text{ мин. доп.}}$$

где $K_{ч \text{ мин. доп.}}$ – минимально допустимый коэффициент чувствительности ($K_{ч \text{ мин. доп.}} = 2$).

$$K_{ч} = \frac{1,49}{0,2} = 7,45 \geq K_{ч \text{ мин. доп.}}$$

ДЗО чувствительна к внутренним КЗ.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	

3.4. Проверка трансформаторов тока по нагрузке и на 10% погрешность

Сечение жил контрольного кабеля выбирается из стандартного ряда сечений. Выбранное сечение жилы должно быть не менее рассчитанного значения, а также удовлетворять условию по механической прочности (п. 3.4.4 седьмого издания ПУЭ): для токовых цепей: не менее 2,5 мм² для меди и 4 мм² для алюминия;

Сопротивление проводов и кабелей в зависимости от схемы соединения трансформаторов тока рассчитывается по формуле:

$$R_{пр} = k_{сх} \cdot \rho \cdot \frac{l}{S},$$

где: $k_{сх}$ – коэффициент схемы включения (включение приборов в три фазы по схеме полной звезды – $k_{сх}=1$; включение приборов в две фазы по схеме неполной звезды – $k_{сх}=\sqrt{3}$);

ρ – удельное электрическое сопротивление материала провода, Ом·мм²/м (для кабеля с медными жилами $\rho=0,0175$ Ом·мм²/м);

l – длина кабеля, м;

S – сечение кабеля, мм².

Сопротивление нагрузки приборов и устройств вторичной цепи рассчитывается по формуле:

$$R_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_{2н}^2},$$

где: $S_{приб}$ – суммарная нагрузка приборов и устройств РЗА (счетчиков или измерительных преобразователей), подключенных во вторичной цепи трансформатора тока (потребляемая мощность определяется из документации на соответствующую аппаратуру);

$I_{2н}$ – номинальный ток вторичной обмотки.

Переходное сопротивление контактов:

$$R_{пер} = 0,1 \text{ Ом};$$

Полная внешняя нагрузка на ТТ, подключенная к клеммным выводам вторичной обмотки ТТ, рассчитывается по формуле:

$$Z_{полн} = R_{приб} + R_{пр} + R_{пер}, \text{ Ом};$$

$$S_{2расч} = Z_{полн} \cdot I_{2н}^2.$$

Из условия работы ТТ для устройств РЗА с допустимой 10% погрешностью:

$$S_{2расч} \leq S_{2доп}.$$

где: $S_{2доп}$ – вторичная нагрузка ТТ, определяемая по кривой кратностей для данного ТТ.

Кратность тока определяется:

$$k_{10рас.} = \frac{I_{1кз \max}}{I_{1ном \text{ ТТ}}},$$

где: $I_{1кз \max}$ – максимальный ток короткого замыкания;

$I_{1ном \text{ ТТ}}$ – номинальный ток первичной обмотки ТТ.

Из условия работы ТТ для измерений и учета:

$$S_{2расч} \leq S_{2ном}.$$

где: $S_{2ном}$ – номинальная вторичная нагрузка ТТ.

Проверка трансформаторов тока по нагрузке и на 10% погрешность сведена в табл. 14.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Проверка трансформаторов тока по нагрузке и на 10% погрешность

	ТТ, встроенные в ввод 6 кВ АТ-1	ТТ, вводной ячейки 6 кВ АТ-1	ТТ, СВ 6 кВ	ТТ фидера
Коэффициент трансформации	6000/5	1000/5	1000/5	600/5
Максимальный ток КЗ	42,294 кА	9,856 кА	9,856 кА	9,856 кА
<i>Обмотка для АИМСКУЭ</i>				
Класс точности	-	0,5s	0,5s	0,5s
Номинальная мощность	-	10 ВА	10 ВА	10 ВА
Допустимая нагрузка	-	0,4 Ом	0,4 Ом	0,4 Ом
Суммарное сопротивление приборов (счетчиков)	-	0,0006 Ом (Счетчик)	0,0006 Ом (Счетчик)	0,0006 Ом (Счетчик)
Длина кабеля (провода)	-	10 м	10 м	10 м
Сечение кабеля (провода)	-	2,5 мм ²	2,5 мм ²	2,5 мм ²
Сопротивление кабеля	-	0,07 Ом	0,07 Ом	0,07 Ом
Суммарная нагрузка	-	0,17 Ом	0,17 Ом	0,17 Ом
Фактическая мощность	-	4,25 ВА	4,25 ВА	4,25 ВА
Условие $S_{2расч} \leq S_{2ном}$	-	Выполняется	Выполняется	Выполняется
<i>Обмотка для измерений</i>				
Класс точности	-	0,5	0,5	0,5
Номинальная мощность	-	10 ВА	10 ВА	10 ВА
Допустимая нагрузка	-	0,4 Ом	0,4 Ом	0,4 Ом
Суммарное сопротивление приборов (ИП ССПИ)	-	0,02 Ом (ИП ССПИ)	0,02 Ом (ИП ССПИ)	0,02 Ом (ИП ССПИ)
Длина кабеля (провода)	-	5 м	5 м	5 м
Сечение кабеля (провода)	-	2,5 мм ²	2,5 мм ²	2,5 мм ²
Сопротивление кабеля	-	0,035 Ом	0,035 Ом	0,035 Ом
Суммарная нагрузка	-	0,155 Ом	0,155 Ом	0,155 Ом
Фактическая мощность	-	3,875 ВА	3,875 ВА	3,875 ВА
Условие $S_{2расч} \leq S_{2ном}$	-	Выполняется	Выполняется	Выполняется
<i>Обмотка РЗА №1</i>				
Класс точности	10P	10P	10P	10P
Номинальная мощность	40 ВА	20 ВА	20 ВА	20 ВА
Номинальная предельная кратность	20	10	10	10
Расчетная кратность	7,049	9,856	9,856	16,427
Допустимая мощность по кривой предельной кратности	40 ВА	20 ВА	20 ВА	10 ВА
Допустимая нагрузка	1,6 Ом	0,8 Ом	0,8 Ом	0,4 Ом
Суммарное сопротивление приборов (РЗА)	0,02 Ом (ДЗО НН) +0,02 (РАС) = = 0,04 Ом	0,02 Ом (ДЗО НН)	0,02 Ом (Защита СВ)	0,02 Ом (Защита фид.)
Длина кабеля (провода)	200 м + 40 м	170 м	5 м	5 м
Сечение кабеля (провода)	4 мм ²	6 мм ²	2,5 мм ²	2,5 мм ²
Сопротивление кабеля	1,053 Ом	0,497 Ом	0,035 Ом	0,035 Ом
Суммарная нагрузка	1,093 Ом	0,617 Ом	0,155 Ом	0,155 Ом
Фактическая мощность	27,325 ВА	15,425 ВА	3,875 ВА	3,875 ВА
Условие $S_{2расч} \leq S_{2доп}$	Выполняется	Выполняется	Выполняется	Выполняется

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

1

Зам.

05.13

П2200152-12.12-03-ИОС1.2

Изм.

Кол.ч.

Лист

№ док.

Подп.

Дата

Лист

1.17

	ТТ, встроенные в ввод 6 кВ АТ-1	ТТ, вводной ячейки 6 кВ АТ-1	ТТ, СВ 6 кВ	ТТ фидера
Обмотка РЗА №2				
Класс точности	-	10Р	-	-
Номинальная мощность	-	20 ВА	-	-
Номинальная предельная кратность	-	10	-	-
Расчетная кратность	-	9,856	-	-
Допустимая мощность по кривой предельной кратности	-	20 ВА	-	-
Допустимая нагрузка	-	0,8 Ом	-	-
Суммарное сопротивление приборов (РЗА)	-	0,02 (МТЗ ввода) Ом	-	-
Длина кабеля (провода)	-	5м	-	-
Сечение кабеля (провода)	-	2,5 мм ² (5м)	-	-
Сопротивление кабеля	-	0,035 Ом	-	-
Суммарная нагрузка	-	0,055 Ом	-	-
Фактическая мощность	-	1,375 ВА	-	-
Условие $S_{расч} \leq S_{доп}$	-	Выполняется	-	-

3.5. Центральная сигнализация

Для отображения и звукового оповещения сигналов аварийной и предупредительной сигнализации шкафа ДЗО НН и КРУ 6 кВ предполагается использовать терминал центральной сигнализации, который устанавливается в шкафу ЦС по смежному титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2" и имеет резервные таблы.

3.6. Оперативное управление разъединителями. Оперативная блокировка

Оперативное управление вновь устанавливаемого разъединителя 6 кВ осуществляется со шкафа управления разъединителем, вынесенного от самого разъединителя. Заземляющие ножи ячеек КРУ 6 кВ оснащены ручными приводами, поэтому управление ими осуществляется непосредственно с ячеек.

Для предотвращения ошибочных действий оперативного персонала при производстве переключений предусмотрено выполнение оперативной блокировки разъединителей. Оперативная блокировка разъединителей 6 кВ выполняется в ЗРУ 6 кВ. Питание цепей оперативной блокировки осуществляется от существующей системы оперативного постоянного тока с гальванической развязкой от аккумуляторной батареи. Блокировка выкатного элемента с заземляющим разъединителем, расположенными в одном шкафу ЗРУ 6 кВ, выполнена механической и предусмотрена заводом-изготовителем. Блокировка между заземляющим разъединителем и выкатным элементом, расположенными в разных шкафах, выполняется с помощью электромагнитных блокировочных замков и приведена на листе 7.

Так же необходима корректировка алгоритмов блокировки разъединителей и заземляющих ножей 110 и 220 кВ АТ-1, для чего необходимо завести положение блок-контактов разъединителя и заземляющего ножа 6 кВ АТ-1 в существующий контроллер АСУ ТП.

Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
2		Зам.			06.13	Лист
1		Зам.			05.13	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС1.2
						118

4. АСУТП

Для сбора и передачи телеинформации в части реконструкции ПС 220 кВ Кудьма настоящей документацией предусматривается подключение вновь устанавливаемых МП-терминалов к ТК АСУ ТП, установленного по титулам "Реконструкция ПС 500 кВ Нижегородская и ПС 220 кВ Кудьма с учетом строительства ПП 220 кВ Русвинил и ЛЭП 220 кВ ПС Нижегородская ПС Кудьма с заходами на ПП 220 кВ Русвинил", "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2". Состав необходимого для расширения оборудования уточняется на стадии рабочей документации.

Система АСУ ТП (в объеме данного титула) должна соответствовать нормативно-техническим документам, перечисленным в приложении 3 к распоряжению ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.04.2012 № 286р.

Состав контролируемого и управляемого оборудования, установка которого предусматривается настоящей документацией, приведен в таблице 5.1.

Проектом предусматривается интеграция вновь устанавливаемых терминалов РЗА в АСУТП. Основным протоколом обмена информацией между устройствами, входящими в АСУ ТП и МП РЗА подстанции должен быть МЭК 61850 на основании Распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» №293р от 31.05.2010 "Рекомендации по применению основных структурных схем и требования к организации АСУ ТП подстанций 110 – 750 кВ с учётом функциональной достаточности и надежности" (в редакции распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.04.2012 №286р).

Структурная схема интеграции микропроцессорных терминалов РЗА в АСУ ТП приведена в П2200152-12.12-03-ИОС.1.2 лист 8.

Полный перечень сигналов от микропроцессорных устройств РЗА, передаваемых в АСУ ТП по цифровым интерфейсам связи, разрабатывается на стадии рабочей документации согласно Приложению 3 Распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» № 366р от 24.06.2010 "Об утверждении типового перечня сигналов, поступающих от РЗА, ПА, АИИС КУЭ и инженерных систем подстанции в АСУ ТП".

Подсистема передачи неоперативной технологической информации от вновь вводимых по данному титулу в работу МП терминалов РЗА, ТСН и ТН в ЦУС Нижегородского ПМЭС должна соответствовать требованиям СТО 56947007-29.240.036-2009.

Система отображения информации (в объеме расширения по данному титулу) на АРМ оперативного персонала подстанции должна соответствовать требованиям СТО 56947007-25.040.70.101-2011.

Отчетная документация (в объеме расширения по данному титулу) должна соответствовать требованиям распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» №366р от 24.06.2010 и распоряжению ОАО «ФСК ЕЭС» № 897р от 30.12.2010.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
1		Зам.			05.13	П2200152-12.12-03-ИОС.1.2	
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Средствами АСУ ТП должен осуществляться контроль заложенных изготовителями коммутационных ресурсов выключателей и разъединителей, учитывающий количество коммутаций при определенной нагрузке (для разъединителей – просто коммутаций), в том числе учет отключений по срабатыванию оборудования РЗА (для разъединителей – пропускания токов КЗ).

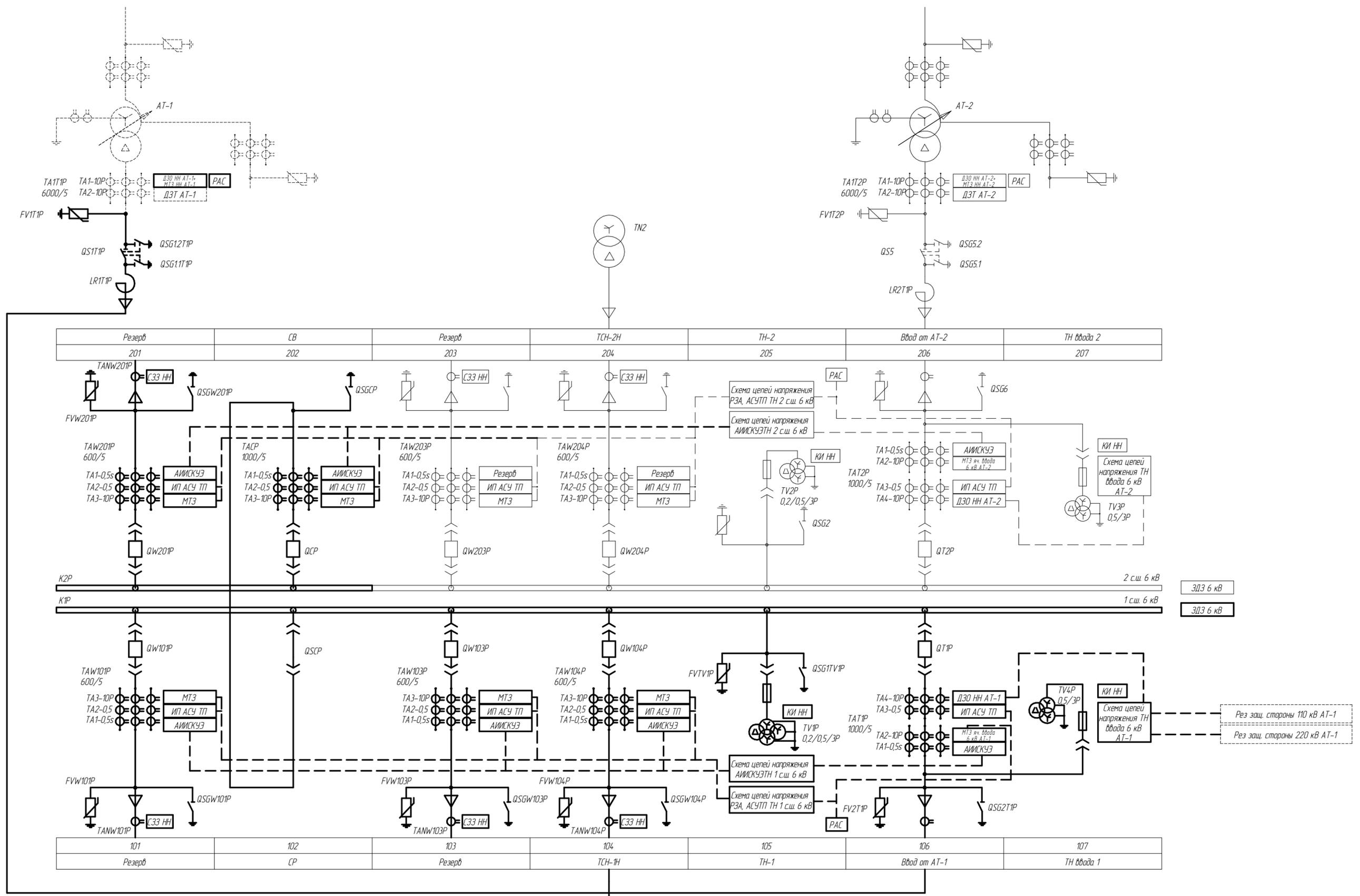
Мониторинг и учет ресурса КА (в объеме данного титула) должен соответствовать п. 1.3.15 распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.04.2012 № 286р и распоряжению ОАО «ФСК ЕЭС» от 30.12.2010 № 897р.

Таблица 5.1

Состав контролируемого и управляемого из ПТК АСУ ТП вновь устанавливаемого оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Количество, шт.	Контроль	Управление	Примеч.
1	Вакуумный выключатель 6 кВ	6	+	+	
2	Разъединитель 6 кВ	1	+	+	
3	Заземляющий нож разъединителя 6 кВ	2	+	+	
4	Заземляющий нож ячейки КРУ 6 кВ	7	+		
5	ТСН	1	+	+	
6	ТН	1	+		
7	Вводной выключатель ЩСН	1	+	+	
8	Секционный выключатель ЩСН	1	+	+	

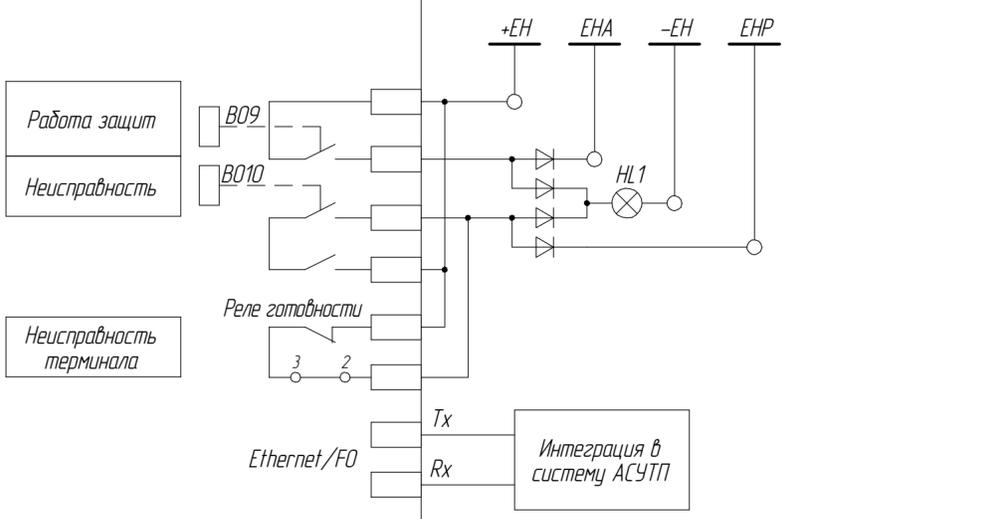
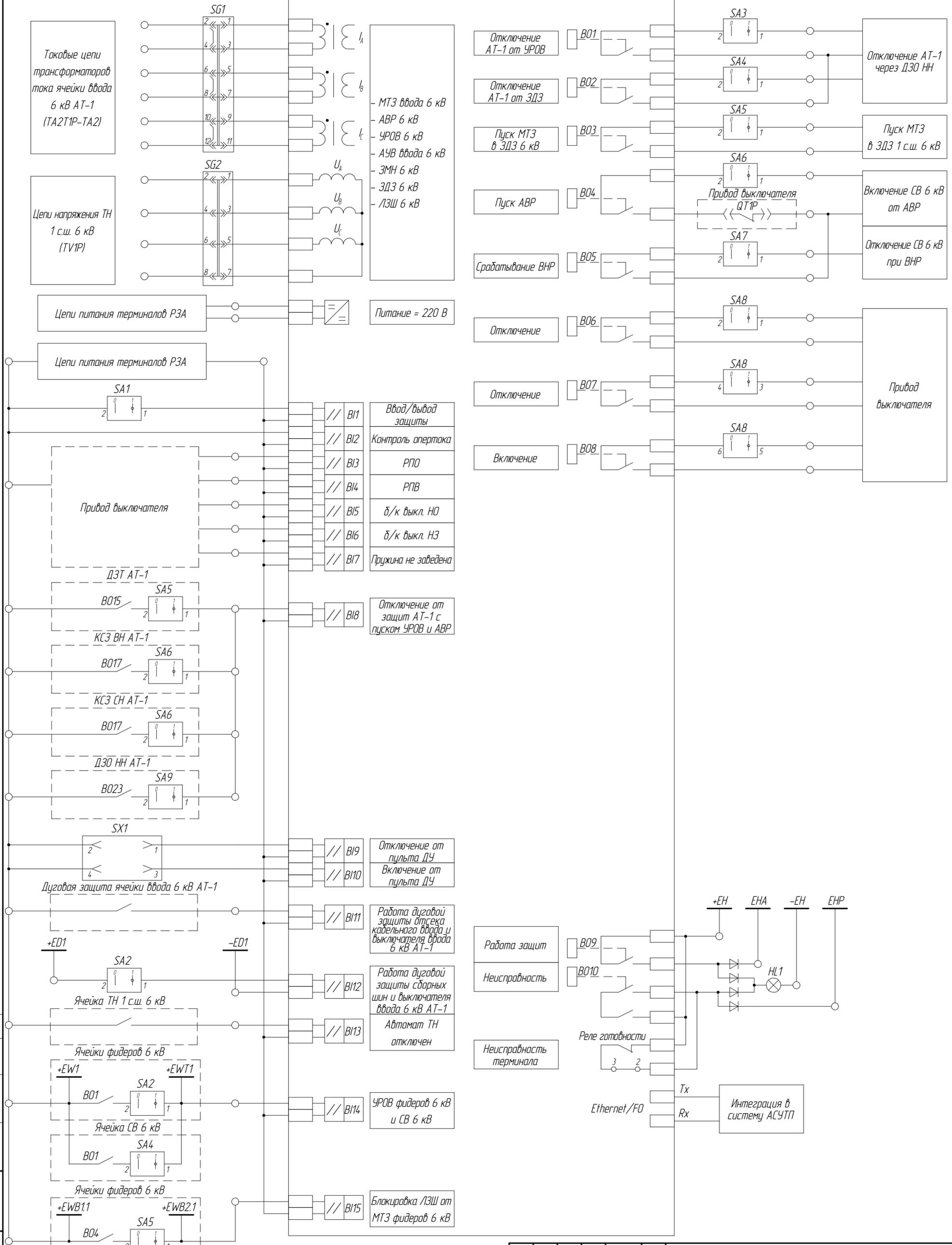
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
2			Зам.		06.13	П2200152-12.12-03-ИОС1.2	Лист
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		1.20



Условные обозначения:
 - - - - - существующее оборудование;
 ———— оборудование, устанавливаемое по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2";
 ———— вновь устанавливаемое оборудование.

П2200152-12.12-03-ИОС.12				
ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1				
Изм.	Коллч.	Лист	№рек.	Подп.
2	Зам.			06.13
1	Зам.			05.13
Исполнитель	Каражна М. А.	Проверил	Чикалев И. М.	03.13
Разработал	Зорин В.О.			03.13
ПС 220 кВ Кудьма				
Схема распределения устройств ИТС по ТТ и ТН				
Этадия	Лист	Листов		
П	2			
ЭнергоСтройИнжиниринг				

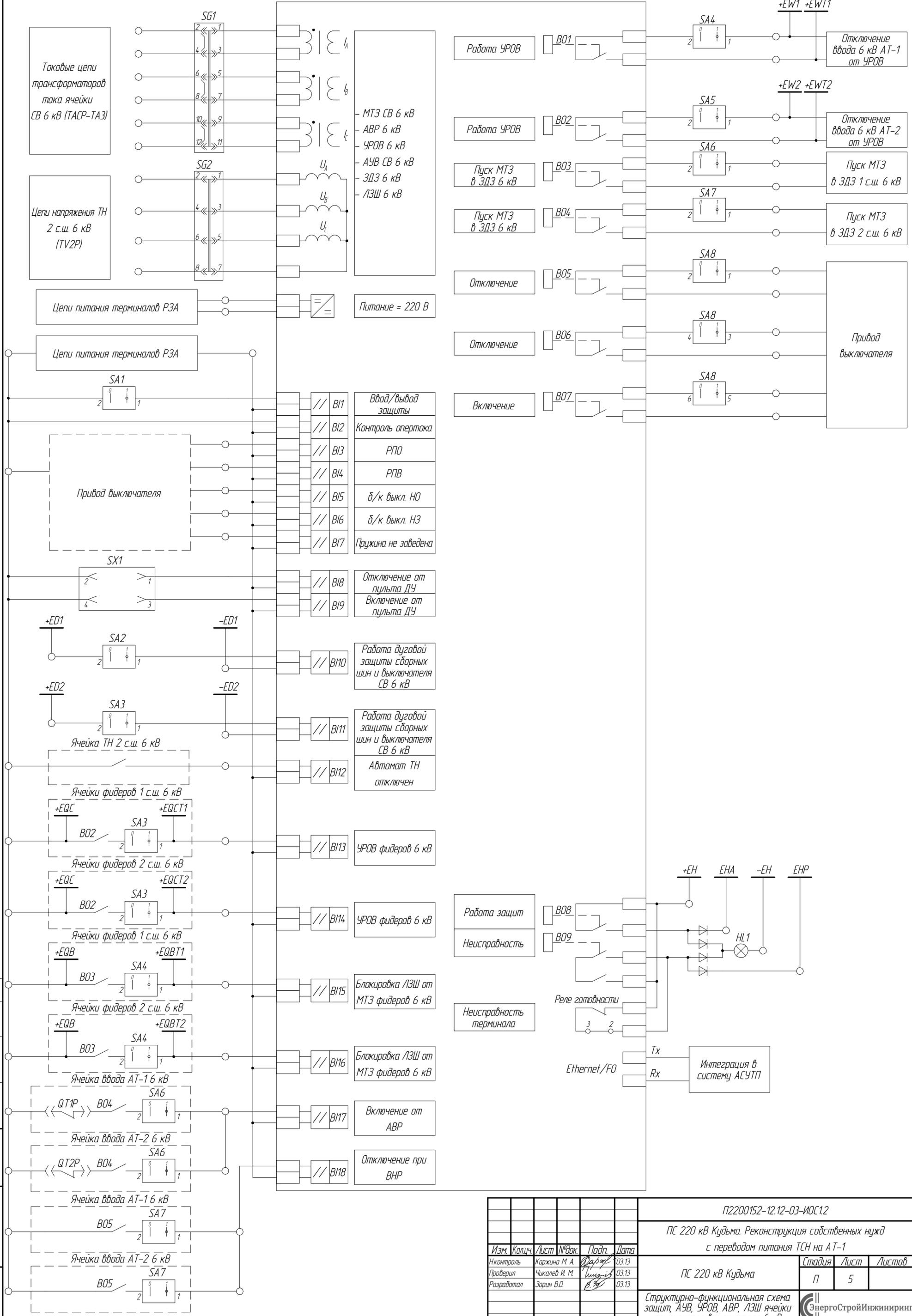
Согласовано
 Подп. и дата
 И-№, № подл.
 Взам. ин-в. №



Создано
 Изм. №
 Кол-во
 Дата
 Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № подл.

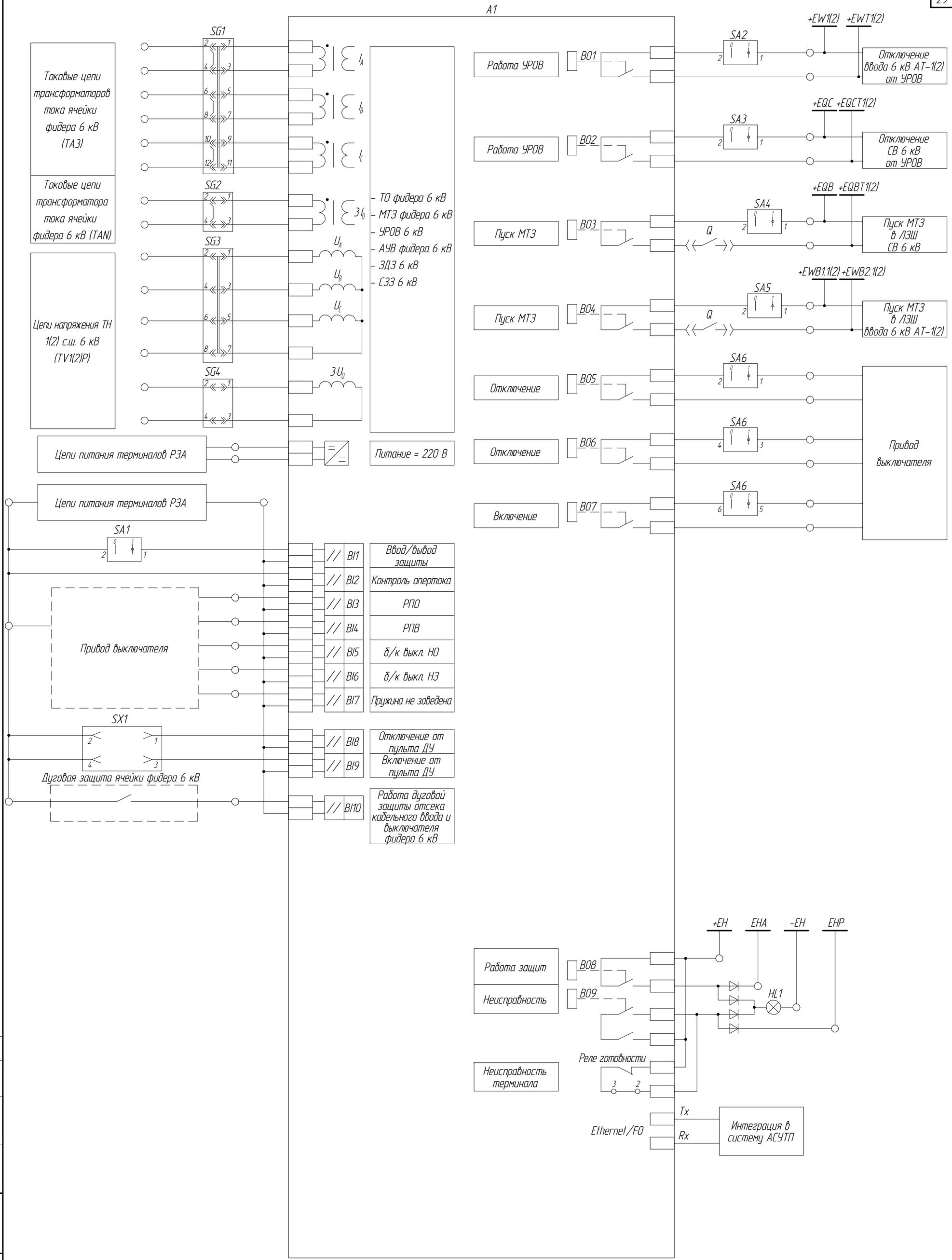
П2200152-12.12-03-ИОС.1.2				
ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1				
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.
Никто	Контроль	Каржина М. А.	03.13	
Проверил	Чикалев И. М.	03.13		
Разработал	Зарин В.О.	03.13		
ПС 220 кВ Кудьма			Страница	Лист
			П	4
Структурно-функциональная схема защит, АЧВ, УРОВ, АВР, ЛЗШ ячейки вводного выключателя 6 кВ АТ-1				ЭнергостройИнжиниринг

A1



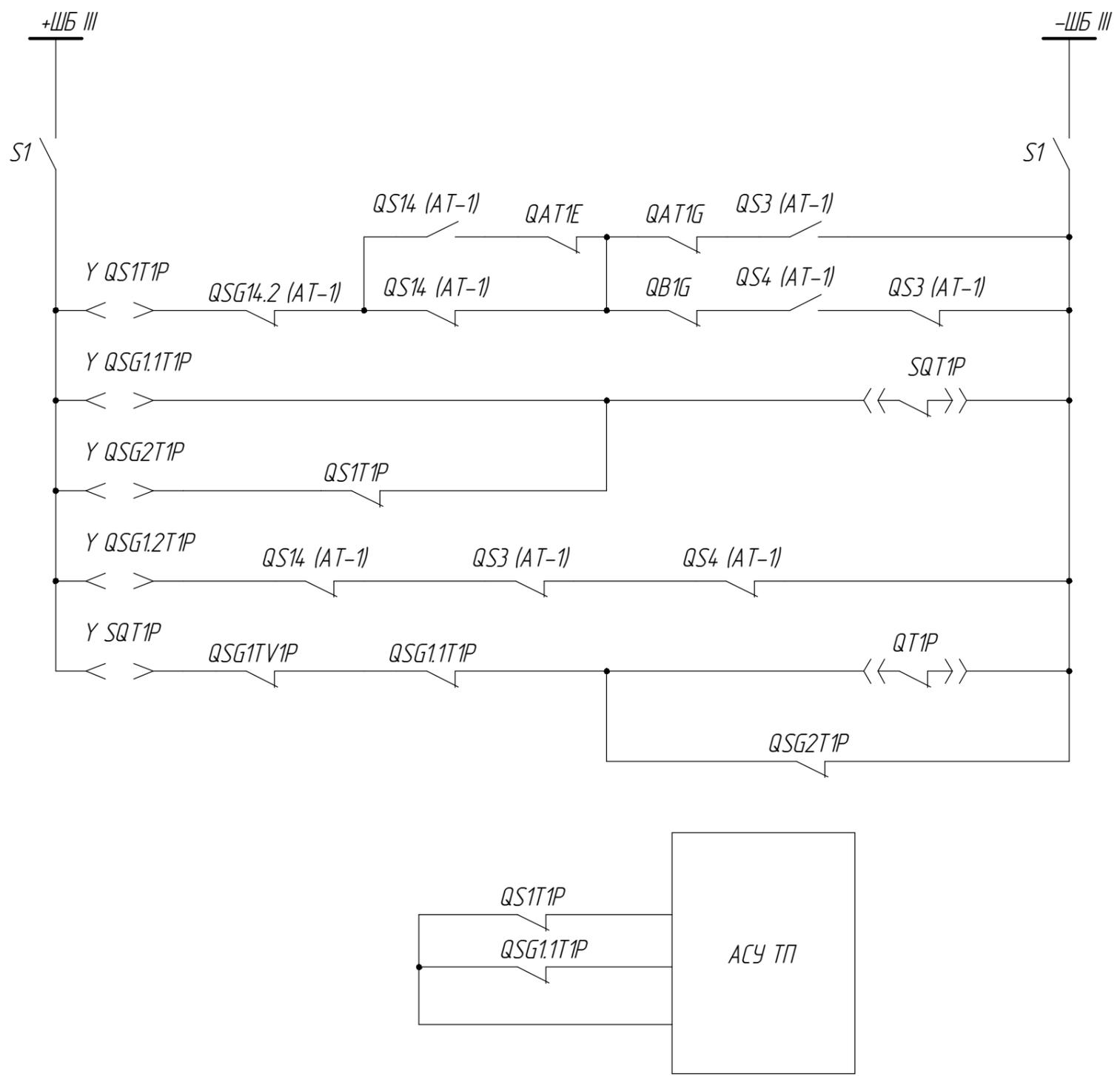
Создано: _____
 Проверено: _____
 Дата: _____
 Инв. № подл.: _____
 Взам. инв. №: _____
 Подп. и дата: _____

П2200152-12.12-03-ИОС.1.2					
ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Исполнил				Каржина М. А.	03.13
Проверил				Чикалев И. М.	03.13
Разработал				Зарин В.О.	03.13
				Стадия	Лист
				П	5
Структурно-функциональная схема защит, АЧВ, УРОВ, АВР, ЛЗШ ячейки секционного выключателя 6 кВ					



Согласовано
Изм. № подл.
Падл. и дата
Взам. инв. №

П2200152-12.12-03-ИОС1.2					
ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1					
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Исполнитель	Каржина М. А.	03.13			
Проверил	Чикалев И. М.	03.13			
Разработал	Зарин В.О.	03.13			
ПС 220 кВ Кудьма			Страница	Лист	Листов
			П	6	
Структурно-функциональная схема защит АЧВ, УРОВ ячейки отходящей линии 6 кВ			ЭнергостройИнжиниринг		



Шинки питания и рубильник

Главные ножи разъединителя QS1T1P

Заземляющие ножи QSG1.1T1P

Заземляющие ножи вводной ячейки QSG2T1P

Заземляющие ножи QSG1.2T1P

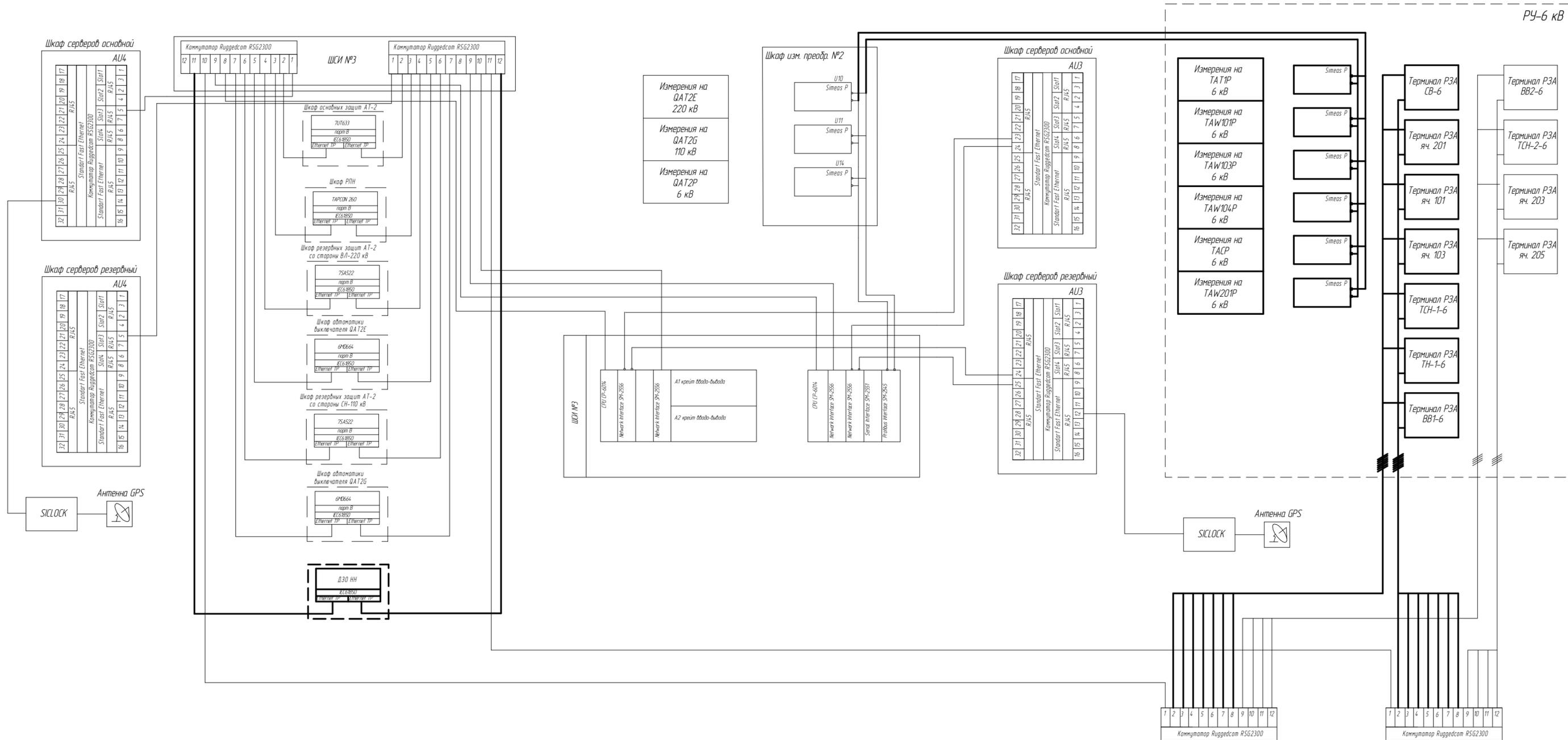
Выкатной элемент ячейки ввода 6 кВ АТ-1

В существующую схему оперативной блокировки разъединителей 110 и 220 кВ АТ-1

Согласовано

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

П2200152-12.12-03-ИОС1.2						
ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1						
1	Зам.				05.13	
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Н. контроль	Каржина М. А.				03.13	
Проверил	Чикалев И. М.				03.13	
Разработал	Зорин В.О.				03.13	
ПС 220 кВ Кудьма				Стадия	Лист	Листов
				П	7	
Оперативная блокировка разъединителей стороны НН АТ-1. Схема принципиальная						



Примечания:
 1. Условные обозначения:
 — существующее и устанавливаемое по другим титулам оборудование;
 — вновь устанавливаемое оборудование по данному титулу;
 — линии связи стандарта МЭК 61850;
 — линии связи Profibus DP.
 2. Структурная схема разработана на основании чертежа П220152-111/4.7369-ПД-ИОС-ЭС-Т5.1.2.СС, выполненного ООО "СТГ-Энерго" г. Москва.
 3. Вновь выполняемые линии связи показаны утолщенной линией.

				П2200152-12.12-03-ИОС.12			
				ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1			
1	Зам.	Подп.	Дата	ПС 220 кВ Кудьма	Стadia	Лист	Листов
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.		П	8	
Проверил	Чижалев И. М.	03.13		Структурная схема расширения АСУТП			ЭнергоСтройИнжиниринг
Разработал	Зорин В.О.	03.13					

И-№, № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №.

Согласовано