

Общество с ограниченной ответственностью



Свидетельство П-019-7728670290 от 29.12.2017 года

Заказчик – ОГУЭП «Облкоммунэнерго»

**«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г.
Усолье-Сибирское»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 3. Релейная защита и автоматика

32110640565/620/2021. ИОС 1.3

Общество с ограниченной ответственностью



Свидетельство П-019-7728670290 от 29.12.2017 года

Заказчик – ОГУЭП «Облкоммунэнерго»

«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г.
Усолье-Сибирское»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о се-тях
инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-
технических мероприятий, содержание технологических
решений

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 3. Релейная защита и автоматика

32110640565/620/2021. ИОС 1.3

Генеральный директор

Н.Н. Синюков

ГИП

А.М. Головачев

2022

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

ОГЛАСОВАНО				

Содержание текстовой части

1.	Введение.....	4
2.	Основные технические решения по РЗА.....	5
2.1.	Защита трансформаторов	5
2.1.1.	Основной комплект защиты	5
2.1.2.	Резервный комплект защиты.....	7
2.1.3.	Комплект регулирования напряжения	10
2.2.	Защита присоединений 6кВ	11
2.3.	Защита ввода 6кВ и СВ-6кВ	12
2.4.	Защита трансформатора напряжения 35кВ	13
2.5.	Защита трансформатора напряжения 6кВ	13
2.6.	Управление СВ-35кВ.....	14
2.7.	Управление выключателями 35 и 6кВ.....	15
3.	Основные технические решения по противоаварийной автоматике	16
4.	Регистрация аварийных событий и синхронизация времени	16
5.	Решения по организации оперативной блокировки разъединителей.....	19
6.	Центральная сигнализация	20
7.	Связь для целей РЗА	21
8.	Состав оборудования РЗА	21
9.	Данные по токам короткого замыкания для выбора уставок РЗА	22
10.	Расчет уставок защит	25
10.1.	Основная защита трансформатора	25
10.1.1.	Дифференциальная защита трансформатора.....	25
10.1.2.	Устройство резервирования выключателя.....	30
10.1.3.	Таблица уставок.....	31
10.2.	Резервные защиты трансформатора.....	31

Согласовано							Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № подл.
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Изм.</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Кол. уч.</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Лист</div> <div style="margin-bottom: 5px;">№ док.</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Подп.</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Дата</div> </div> <div style="text-align: center; flex-grow: 1;"> <h3 style="margin: 0;">32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ</h3> </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-end;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Стадия</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Лист</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Листов</div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; padding: 5px;"> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Разраб.</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Пров.</div> <div style="margin-bottom: 5px;">ГИП</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Н. контр.</div> </div> <div style="text-align: center; flex-grow: 1;"> <p>Текстовая часть</p> </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-end;"> <div style="margin-bottom: 5px;">П</div> <div style="margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="margin-bottom: 5px;">46</div> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>ООО "Союзэнергопроект"</p> </div>									

10.2.1.	Максимальная токовая защита (МТЗ).....	31
10.2.2.	Комбинированный пуск по напряжению	33
10.2.3.	Токовая защита нулевой последовательности	34
10.2.4.	Защита от перегрузки	34
10.2.5.	Защита от перегрева.....	34
10.2.1.	Блокировка РПН.....	35
10.2.1.	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	35
10.2.2.	Таблица уставок.....	36
10.3.	Расчет уставок защит ввода НН	36
10.3.1.	Максимальная токовая защита (МТЗ).....	36
10.3.2.	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	37
10.4.	Расчет уставок защит СВ-6.....	37
10.4.1.	Максимальная токовая защита (МТЗ).....	37
10.4.2.	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	38
10.5.	Расчет уставок защит ДГК.....	38
10.5.1.	Максимальная токовая защита (МТЗ).....	38
10.5.1.	Токовая отсечка (ТО).....	39
10.5.2.	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	39
10.6.	Расчет уставок защит УКРМ.....	39
10.6.1.	Максимальная токовая защита (МТЗ).....	40
10.6.2.	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	40
10.7.	Уставки защит отходящих линий	40
10.7.1.	Максимальная токовая защита (МТЗ).....	40
10.7.2.	Токовая отсечка (ТО).....	41
10.7.1.	Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	41
10.7.2.	Защита от однофазных замыканий на землю	42
10.7.3.	Логическая защита шин.....	42
10.8.	Таблица уставок.....	42
10.9.	Карта селективности защит	43

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

2

10.10.	Уставки определения мест повреждения (ОМП)	43
11.	Проверка трансформаторов тока по допустимой погрешности	43
	Лист регистрации изменений	46

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ			3

1. Введение

Проектная документация по титулу «Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское» разработана на основании:

- Задания на проектирование.
- Инвестиционная программа ОГУЭП «Облкоммунэнерго» 2020-2024 гг.

Нормативно-технические документы, на основании которых разрабатывались основные технические решения:

- Нормы технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС) СТО 56947007-29.240.10.028-2009;
- Правила устройства электроустановок (действующие разделы 6 и 7 изданий);
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (действующее издание);
- «Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию», утвержденное Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.2008;

Согласно технического задания целью проекта является строительство трансформаторной подстанции 35/6кВ с ВЛ-35кВ.

Проектом предусматривается установка устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА) с применением микропроцессорных (МП) устройств, а именно:

- установка защит и автоматики силовых трансформаторов;
- установка защит и автоматики ячеек 6кВ;
- установка шкафа центральной сигнализации;
- установка устройств оперативной блокировки разъединителей;
- установка устройств регистрации аварийных процессов (РАС).

Устройства защиты и автоматики и подстанционные устройства устанавливаются в шкафах в ОПУ. Устройства защиты и автоматики 6кВ размещаются в релейных отсеках ячеек 6кВ.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ			4

2. Основные технические решения по РЗА

2.1. Защита трансформаторов

Согласно требованиям ПУЭ для защиты трансформаторов с обмоткой высшего напряжения 3 кВ и выше требуется следующий состав защит:

- Защита от многофазных замыканий в обмотках и на выводах
- Защита от однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью
- Защита от витковых замыканий в обмотках
- Защита от токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ
- Защита от токов в обмотках, обусловленных перегрузкой
- Защита от понижения уровня масла

В качестве основной защиты от многофазных замыканий в обмотках и на выводах и витковых замыканий в обмотках на трансформаторах применяется дифференциальная защита (ДЗ). Для защиты от токов перегрузки и токов обусловленных внешними КЗ должны применяться максимальные токовые защиты (МТЗ, ТО). Для защиты от понижения уровня масла должна применяться газовая защита с двумя уставками на сигнализацию и на отключение трансформатора. Так как сеть 35кВ с изолированной нейтралью то защита от замыканий на землю в обмотке и на выводах не применяется.

В качестве шкафа защиты трансформатора устанавливается шкаф типа ШЭ-МТ-022 фирмы «Механотроника».

Состав комплектов шкафа:

- Комплект основной защиты трансформатора
- Комплект резервной защиты и АУВ ВН трансформатора
- Комплект регулирования напряжения трансформатора

2.1.1. Основной комплект защиты

Комплект основной защиты трансформатора выполнен на базе МП блока типа БМРЗ-ТД-

01

Основные функции комплекта:

Цифровое выравнивание токов дифференциальных защит	- Компенсация поворота фазы при различных комбинациях соединений обмоток силового трансформатора — операция "цифровой треугольник", включаемая автоматически для требуемой стороны при задании уставкой соответствующей группы соединения обмоток трансформатора.				
	- Цифровое выравнивание токов сторон трансформатора				
Цифровое суммирование токов	- Исключение токов нулевой последовательности для любых обмоток силового трансформатора, соединенных по схеме «Звезда»				
	При включении в зону ДЗТ ошиновок сторон силового				

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ	Лист 5
Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата		

плеч	трансформатора позволяет избежать ложных срабатываний ДЗТ при внешних КЗ путем учета в расчете тормозного тока модули векторов вторичных токов всех сторон контура дифференциальной защиты.
Дифференциальная токовая отсечка (ДТО)	ДТО предназначена для быстрого и селективного отключения короткого замыкания со значительным дифференциальным током
Дифференциальная защита с торможением (ДЗТ)	ДЗТ предназначена для быстрого и селективного отключения короткого замыкания с дифференциальным током малой кратности. обеспечивается блокирование срабатывания защиты при бросках тока намагничивания в условиях включения трансформатора на холостой ход и при внешних КЗ, сопровождающихся значительным насыщением первичных трансформаторов тока
Сигнализация небаланса (НБ) в плечах дифференциальной защиты	Функция осуществляет диагностику исправности токовых цепей, действуя на вызывную сигнализацию.
Токовая защита нулевой последовательности с торможением (ТЗНПТ)	Функция обеспечивает защиту от коротких замыканий на землю одной фазы вблизи зоны заземления нейтрали обмоток трансформатора при условии заземления нейтрали трансформатора и измерения тока нейтрали.
Блокировка ДЗТ и ТЗНПТ при бросках тока намагничивания	Блок обеспечивает эффективное блокирование срабатывания ДЗТ, ТЗНПТ при бросках тока намагничивания в условиях включения трансформатора на холостой ход и при внешних КЗ, сопровождающихся значительным насыщением первичных ТТ. Информационный признак блокирования (ИПБ) рассчитывается как отношение действующего значения второй гармоники к действующему значению первой гармоники дифференциального тока и тока нейтрали соответственно.
Газовая защита трансформатора (ГЗ) и устройства РПН (ГЗ РПН)	Обеспечивается прием сигналов срабатывания двух ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗ) с действием на сигнал и отключение соответственно, а также сигнала срабатывания газовой защиты устройства РПН (ГЗ РПН) с действием на отключение. Обеспечивается перевод действия второй ступени газовой защиты трансформатора на сигнал. Обеспечена возможность организации питания цепей газовой защиты от отдельного автоматического выключателя. Также обеспечивается контроль питания цепей Газовой защиты.
Технологические защиты трансформатора	Обеспечивается прием сигналов срабатывания датчиков неисправности системы охлаждения, перегрева (на сигнал и отключение), минимального и максимального уровня масла, минимального уровня масла в баке РПН, блокировки РПН по температуре, предохранительного клапана. Обеспечивается возможность орга-

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

6

	низации питания цепей технологических защит от отдельного автоматического выключателя. Обеспечивается возможность действия технологических защит через другой комплект в полном объеме. Также обеспечивается контроль питания цепей технологических защит.
Прием и исполнение сигналов внешних защит	Обеспечивается исполнение сигналов от внешних защит и УРОВ с действием на отключение выключателей соответствующих зон защиты.
Пуск охлаждения	Обеспечивается формирование сигнала «Пуск охлаждения»
Управление программами уставок	Обеспечивается ввод и хранение двух программ уставок.
Контроль фазировки токовых цепей	Обеспечивается контроль правильности фазировки подключения токовых цепей, а также контроль соответствия уставок часовых групп силового трансформатора.

2.1.2. Резервный комплект защиты

Комплект выполнен на базе МП блока типа БМРЗ-ТР-01

Основные функции комплекта:

Токовая отсечка (ТО)	Одноступенчатая ТО предназначена для защиты от КЗ в зоне ошиновки питающей стороны силового трансформатора. Выполнена с независимой времятоковой характеристикой.
Максимальная токовая защита (МТЗ)	Трехступенчатая МТЗ обеспечивает защиту от междупазных коротких замыканий. Выполнена с независимой времятоковой характеристикой. С возможностью пуска по напряжению (МТЗ ПОН)
Удаление токов нулевой последовательности в МТЗ	Применен алгоритм "цифрового треугольника" для удаления тока нулевой последовательности, что обеспечивает отстройку пусковых органов МТЗ от токов нулевой последовательности при КЗ на землю в питающей сети, которые могут приводить к излишнему срабатыванию защиты. При выполнении расчета уставок МТЗ следует применять коэффициент схемы $K_{сх} = \sqrt{3}$
Ускорение МТЗ	Обеспечивается выполнение автоматического и оперативного ускорения первой ступени МТЗ (УМТЗ)
Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)	ТЗНП предназначена для защиты от однофазных КЗ, действует по измеренному или расчетному току нулевой последовательности.
Блокирование ТЗНП при бросках тока намагничивания	Предусмотрена возможность блокировки ТЗНП при броске тока намагничивания в условиях включения силового трансформатора на холостой ход и при внешних КЗ. Информационный признак блокировки (ИПБ) рассчитывается, как отношение действующего

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

7

	значения второй гармоники к действующему значению первой гармоники тока нулевой последовательности (3I0).
Защита от перегрузки	Предусмотрена функция двухступенчатой защиты от перегрузки трансформатора по току с действием на вызывную сигнализацию
Пуск ДГЗ по току	Обеспечивается формирование сигнала «Пуск МТЗ для ДГЗ НН1(2)»
Блокировка РПН	Обеспечивается формирование сигнала «Блокировка РПН»
Газовая защита трансформатора (ГЗ) и устройства РПН (ГЗ РПН)	Обеспечивается прием сигналов срабатывания двух ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗ) с действием на сигнал и отключение соответственно, а также сигнала срабатывания газовой защиты устройства РПН (ГЗ РПН) с действием на отключение. Обеспечивается перевод действия второй ступени газовой защиты трансформатора на сигнал. Обеспечена возможность организации питания цепей газовой защиты от отдельного автоматического выключателя. Также обеспечивается контроль питания цепей Газовой защиты.
Технологические защиты трансформатора	Обеспечивается прием сигналов срабатывания датчиков неисправности системы охлаждения, перегрева (на сигнал и отключение), минимального и максимального уровня масла, минимального уровня масла в баке РПН, блокировки РПН по температуре, предохранительного клапана. Обеспечивается возможность организации питания цепей технологических защит от отдельного автоматического выключателя. Обеспечивается возможность действия технологических защит через другой комплект в полном объеме. Также обеспечивается контроль питания цепей технологических защит.
Управление программами уставок	Обеспечивается ввод и хранение двух программ уставок.
Прием и исполнение сигналов внешних защит	Обеспечивается исполнение сигналов от внешних защит и УРОВ с действием на отключение выключателей соответствующих зон защиты.
Функции автоматики и управления выключателем	
Оперативное управление выключателем	Предусмотрено три режима управления Управление выключателем (включение и отключение) возможно только в одном режиме управления в один момент времени: местное управление кнопками на пульте (МУ); дистанционное управление по дискретным сигналам (ДУ-ДС); дистанционное управление по сигналам АСУ (ДУ-АСУ).
Включение выключателя	Включение выключателя осуществляется по командам оперативного управления, при срабатывании АПВ

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

8

	или при поступлении сигнала включения от внешних устройств. Включение выключателя блокируется при: действии защит и автоматики на отключение; выявлении неисправности выключателя; неготовности выключателя к включению ; поступлении сигнала «Рем. Реж. Q»
отключение выключателя	Отключение осуществляется по командам оперативного управления, срабатывании защит, в том числе внешних, с действием на отключение
Функция контроля давления элегаза	обеспечивается выполнение алгоритма контроля сигналов датчиков снижения давления элегаза в ТТ и в выключателе. Датчики первой ступени снижения давления элегаза в ТТ и в выключателе действуют на сигнал. В зависимости от конфигурации алгоритма контроля сигналов датчиков снижения давления элегаза датчик аварийного снижения давления элегаза в ТТ действует на вызывную сигнализацию, на блокирование включения выключателя или на отключение выключателя. Датчик аварийного снижения давления элегаза в выключателе действует на вызывную сигнализацию, на формирование сигнализации неисправности выключателя, блокировку включения выключателя или с контролем допустимого тока отключения выключателя действует на отключение выключателя.
Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	Осуществляет выдачу команды УРОВ для отключения смежных присоединений при отказе своего выключателя с целью локализации короткого замыкания на присоединении с действием на отключение вышестоящих присоединений
Диагностика цепей выключателя	Обеспечивается диагностика исправности цепей выключателя. Сигнал неисправности формируется в следующих случаях: несоответствие сигналов положения выключателя "РПО", "РПВ", "РПВ 2"; неготовность привода выключателя или срабатывание УРОВ; невыполнение команды включения выключателя при подаче сигнала включения длительностью более 1 с; невыполнение команды отключения выключателя при подаче сигнала отключения длительностью более 0,25 с; аварийное снижение давления элегаза в выключателе. Сигнал неисправности выключателя действует на вызывную сигнализацию и блокирует включение выключателя.
Функции защиты и диагностики электромагнитов управления выключателем	Предусмотрено измерение и регистрация значения постоянного тока электромагнита включения (ЭВ) и электромагнитов отключения выключателя (ЭО1,

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

9

	<p>ЭО2) при подключении цепей электромагнитов к соответствующим входам измерения тока.</p> <p>Подключение осуществляться через шунт измерительный (RS1, RS2, RS3).</p> <p>Система диагностики ЭМУ выявляет следующие виды неисправностей:</p> <p>перегрузка по току — при превышении током ЭМУ значения 1,2 I_{НОМ} в течение 0,1 с.;</p> <p>неисправность цепей управления — наличие тока ЭМУ без команды на включение или отключение выключателя;</p> <p>неисправность цепей управления — отсутствие тока ЭМУ при выполнении включения или отключения выключателя.</p> <p>Защита электромагнитов от длительного протекания токов действует на отключение автоматов шин питания через независимые расцепители. Срабатывание защиты ЭМУ от длительного протекания тока действует на вызывную сигнализацию.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.1.3. Комплект регулирования напряжения

Комплект выполнен на базе МП блока типа БМР3-156(166)-ЦРН-01

Основные функции комплекта

Регулирование напряжения трансформатора (РНТ)	Функция в автоматическом режиме обеспечивает регулирование коэффициента трансформации силового трансформатора, управляя приводом РПН по регулируемому напряжению.
Блокировка работы РНТ	Обеспечивается блокировка регулирования при превышении температуры масла в баке РПН, снижении уровня масла в баке РПН, при обнаружении неисправности электропривода РПН, а также при перегрузке трансформатора.
Управление электроприводом РПН	Обеспечиваются следующие режимы управления электроприводом РПН: А) В режиме оперативного управления (ОУ): 1. С пульта (ОУ-П) 2. По каналу связи (ОУ-АСУ) 3. По дискретным входам (ОУ-ДВх) Б) Автоматическое управление (АУ-РНТ)
Контроль исправности привода РПН.	Функция выявляет неисправности привода РПН, действуя на отключение привода РПН с выдачей сигналов: “РПН не пошел” – если относительно сигнала “Прибавить” или “Убавить” сигнал “Перекл.” не появился в течение времени, определяемого уставкой. “РПН застрял” – если превышено время допустимой длительности сигнала “Перекл.”. “РПН побежал” – при появлении сигнала “Перекл.”

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

10

2.3.Защита ввода 6кВ и СВ-6кВ

Защита ввода выполнена на терминале БМРЗ-120-BB

Защита СВ-6кВ выполнена на терминале БМРЗ-120-СВ

Функции защиты

ТО – токовая отсечка

МТЗ — максимальная токовая защита

УМТЗ – ускорение МТЗ

ЛЗШ – логическая защита шин

ДгЗ – дуговая защита

ЗОФ – защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки

ЗМН – защита минимального напряжения

ЗПН – защита от повышения напряжения

ЗПП – защита от потери питания

ВМБ – вольтметровая блокировка

Функции автоматики

ОУ – оперативное управление выключателем

УРОВ – резервирование при отказах выключателей с контролем тока

АВР – автоматическое включение резерва

РАВР – разрешение АВР

ВНР – автоматическое восстановление схемы нормального режима

Функции сигнализации

Контроль цепей положения выключателя

Контроль выполнения операций включения и отключения

Контроль положения автоматического выключателя цепи питания включения выключателя
или превышения времени взвода пружины

Срабатывание защит

Неисправность блока

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

12

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Изм Кол.у Лист №док Подп. Дата

2.4.Защита трансформатора напряжения 35кВ

Для ТН-35кВ устанавливается шкаф типа ШЭ-МТ-141-202

В шкафу ТН-35кВ устанавливаются электронные реле:

- Реле напряжения РСН50
- Реле напряжения обратной последовательности РСН-13

На данных реле выполняются следующие функции:

ОЗЗ – защита от однофазных замыканий на землю

КЦН – контроль цепей напряжения.

2.5.Защита трансформатора напряжения 6кВ

Защита ТН-6кВ выполнена на терминале БМРЗ-104-ТН

Функции защиты

ОЗЗ – защита от однофазных замыканий на землю

ЗМН – защита минимального напряжения

ЗПН – защита от повышения напряжения

ВМБ – вольтметровая блокировка

Функции автоматики

АЧР/ЧАПВ (автоматическая частотная разгрузка / автоматическое повторное включение по частоте) – по вычисляемой частоте или выполнение команд внешнего устройства. Контроль частоты

КЦН – контроль цепей напряжения.

Функции сигнализации

Срабатывание защит

Неисправность блока

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

Изм	Кол.у	Лист	№док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ	Лист
	13

2.6. Управление СВ-35кВ

Для управления СВ-35кВ проектом предусматривается шкаф типа ШЭ-МТ-013

Комплект выполнен на базе микропроцессорного блока типа БМРЗ-152(162)-КСЗ-01

Основные функции шкафа

Функции защит	
Токовая отсечка (ТО)	ТО предназначена для быстрой ликвидации междуфазных коротких замыканий. Выполняется с контролем трёх фазных токов и реле направления мощности (РНМ)
Максимальная токовая защита (МТЗ)	МТЗ обеспечивает защиту от междуфазных коротких замыканий и перегрузки защищаемого присоединения. Выполняется с контролем трёх фазных токов и реле направления. Возможен выбор одной из четырёх зависимых времятоковых характеристик. Предусмотрена возможность ускорения ступеней (УМТЗ)
Логическая защита шин (ЛЗШ)	Предназначена для ускорения действия МТЗ выключателя при коротком замыкании на шинах присоединения. Возможно применение параллельного или последовательного подключения датчиков ЛЗШ.
Дуговая защита (ДгЗ)	Осуществляет выполнение команды на отключение при фиксации дуговых замыканий в отсеках ячеек распределительного устройства. Возможно выполнение с контролем по току.
Функции автоматики и управления выключателем	
Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	Осуществляет выполнение команды от датчика УРОВ смежных присоединений. Применяется для отключения выключателя ввода, при отказе выключателя смежного присоединения с целью локализации короткого замыкания на присоединении. Осуществляет выдачу команды УРОВ на отключение вышестоящих присоединений.
Автоматическое повторное включение (АПВ)	Функция выполняет повторное включение присоединения после отключения от защит и устранения причины короткого замыкания.
Автоматическое включение резерва (АВР) и восстановление нормального режима (ВНР)	Функция обеспечивает выполнение команды включения по АВР или отключения по ВНР от вводных терминалов защит.
Оперативное управление выключателем	Управление выключателем возможно в трёх режимах управления: 1. Местное с кнопок на пульте (МУ) 2. Дистанционное по дискретным входам (ДУ-ДС) 3. Дистанционное по АСУ (ДУ-АСУ) Осуществляется функция блокировки команды включения:

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инов. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

14

	- При отключении автомата шин питания или при невведенной пружине включения. - При снижении давления элегаза. - При обнаружении системой диагностики неисправности выключателя Осуществляется функция блокировки команды отключения: - При снижении давления элегаза.
Контроль длительности протекания тока в цепях электромагнитов (ЭВ, ЭО1, ЭО2) (Защита ЭВ, ЭО1, ЭО2)	Осуществляется контроль длительности протекания тока в цепях электромагнита включения (ЭВ) и электромагнитов отключения (ЭО1, ЭО2). При превышении длительности протекания тока, производится отключение автоматов питания электромагнитов.
Контроль цепей электромагнитов (ЭВ, ЭО1, ЭО2)	Осуществляется контроль целостности цепей электромагнитов отключения (ЭО1, ЭО2) и электромагнита включения (ЭВ). При совпадении сигналов РПО и РПВ происходит срабатывание вызывной сигнализации о неисправности выключателя.
Контроль цепей напряжения (КЦН)	Функция осуществляет контроль неисправностей во вторичных цепях трансформаторов напряжения до и после вводного выключателя.
Контроль синхронизма (КС)	Функция обеспечивает контроль синхронности напряжений между секциями шин при: -оперативном включении -АПВ -ВНР

2.7. Управление выключателями 35 и 6кВ

Для управления выключателями 35кВ, вводами 6кВ и СВ-6кВ устанавливаются два шкафа ШЭ-МТ-191.

На данных шкафах устанавливаются ключи управления выключателями, ключи управления и сигнализация положения разъединителями, измерительные приборы, управление РПН и указатель РПН.

Со шкафа №1 осуществляется управление:

- Выключатель В-35 Т-1
- Выключатель В-6 Т-1
- РПН Т-1
- Выключатель СВ-6

Со шкафа №2 осуществляется управление:

- Выключатель В-35 Т-2
- Выключатель В-6 Т-2
- РПН Т-2
- Выключатель СВ-35

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

15

3. Основные технические решения по противоаварийной автоматике

В качестве устройств противоаварийной автоматики на ПС35/6кВ используется автоматическая частотная разгрузка (АЧР).

АЧР устанавливается на присоединениях 6кВ. Реализация АЧР осуществляется на терминалах ТН-6кВ соответствующих секций БМРЗ-104-ТН.

АЧР выполняется двумя очередями. Для восстановления электроснабжения потребителей после восстановления частоты используется очередь ЧАПВ.

Уставки АЧР выдаются РДУ района и в данном проекте не рассчитываются.

4. Регистрация аварийных событий и синхронизация времени

В качестве регистраторов аварийных событий на напряжении 35кВ устанавливается шкаф РАС типа ШЭ-МТ-135

Функционал шкафа РАС

Особенности конструкции и исполнения

- многоканальность, подключение к основному регистрирующему блоку по оптоволоконным кабелям до 9 преобразующих устройств ПУ/ БПД (с возможностью подключения до 144 аналоговых и 1152 дискретных каналов) (каждое 16 аналоговых/ 32 дискретных сигнала)
- Web-интерфейс
- Ethernet (2 порта), USB 2.0, RS232
- протоколы связи с АСУ ТП: OPC, МЭК 870-5-104, МЭК 61850-8.1MMS
- регистрация «цифровых» сообщений по протоколам МЭК61850-9.2 SV и МЭК61850-8.1GOOSE
- распределенная по объекту установки структура и алгоритмическая обработка

Отличительные особенности

- регистрация аварий, в том числе длительных, каскадных, с привязкой измерений к астрономическому времени с погрешностью 1 мкс
- функции: РАС, УВИ/PMU, ОМП, МИП
- широкий диапазон аналоговых входов: AC 0–200А, 0–460В, DC 0–25А, 0–650В
- метрологически аттестованные высокие точности измерений с категорией качества по А по ЭМС
- частота дискретизации до 19200 Гц
- применение для аварийной регистрации токов датчиков Vacuum Schmelese, передающих сигнал в широком частотном диапазоне, с малой угловой погрешностью, без потери постоянной составляющей
- возможность удаленного и местного управления

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ	Лист
							16

- гибкая логика уставок записи аварийных процессов
- групповой пуск по сети

Функционал УВИ/PMU

- поддерживает вычисление и передачу данных в режиме on-line по протоколу С37.118-2011
- имеет 2 встроенных интерфейса Ethernet для подключения к ЛВС объекта установки
- сохраняет данные для последующего доступа по FTP – режим off-line
- подключение до 9 присоединений к одному устройству с возможностью распределенной по объекту установки

Аналоговые сигналы, подключенные к РАС

№	Наименование	№	Наименование
1.	Ток фазы А ТТ В-35кВ Т-1	2.	Напряжение фазы "А" ТН-6 1С
3.	Ток фазы В ТТ В-35кВ Т-1	4.	Напряжение фазы "В" ТН-6 1С
5.	Ток фазы С ТТ В-35кВ Т-1	6.	Напряжение фазы "С" ТН-6 1С
7.	Ток фазы N ТТ В-35кВ Т-1	8.	Напряжение "3U0" ТН-6 1С
9.	Ток фазы А ТТ В-35кВ Т-2	10.	Напряжение "U2" ТН-6 1С
11.	Ток фазы В ТТ В-35кВ Т-2	12.	Частота 1С 6кВ
13.	Ток фазы С ТТ В-35кВ Т-2	14.	Напряжение фазы "А" ТН-6 2С
15.	Ток фазы N ТТ В-35кВ Т-2	16.	Напряжение фазы "В" ТН-6 2С
17.	Ток фазы А ТТ СВ-35кВ	18.	Напряжение фазы "С" ТН-6 2С
19.	Ток фазы В ТТ СВ-35кВ	20.	Напряжение "3U0" ТН-6 2С
21.	Ток фазы С ТТ СВ-35кВ	22.	Напряжение "U2" ТН-6 2С
23.	Ток фазы N ТТ СВ-35кВ	24.	Частота 2С 6кВ
25.	Напряжение фазы "А" ТН-35 1С	26.	±Uшу
27.	Напряжение фазы "В" ТН-35 1С	28.	
29.	Напряжение фазы "С" ТН-35 1С	30.	
31.	Напряжение "3U0" ТН-35 1С	32.	
33.	Напряжение "U2" ТН-35 1С	34.	
35.	Частота 1С 35кВ	36.	
37.	Напряжение фазы "А" ТН-35 2С	38.	
39.	Напряжение фазы "В" ТН-35 2С	40.	
41.	Напряжение фазы "С" ТН-35 2С	42.	
43.	Напряжение "3U0" ТН-35 2С	44.	
45.	Напряжение "U2" ТН-35 2С	46.	
47.	Частота 2С 35кВ	48.	

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

17

Дискретные сигналы, подключенные к РАС

№	Наименование
1.	РПВ В-35 Т-1
2.	РПО В-35 Т-1
3.	РПВ В-35 Т-2
4.	РПО В-35 Т-2
5.	РПВ СВ-35
6.	РПО СВ-35
7.	Работа основной защиты Т-1
8.	Работа резервной защиты Т-1
9.	Неисправность основной защиты Т-1
10.	Неисправность резервной защиты Т-1
11.	Работа основной защиты Т-2
12.	Работа резервной защиты Т-2
13.	Неисправность основной защиты Т-2
14.	Неисправность резервной защиты Т-2

В качестве регистраторов аварийных событий на РУ-6кВ используются функции встроенные в терминалы защиты трансформаторов.

Аварийный осциллограф позволяет записывать во внутреннюю память устройства осциллограммы всех измеряемых токов, а также состояние дискретных входов и выходов. Пуск осциллографа гибко настраивается и может происходить как при срабатывании устройства, так и по дополнительным условиям.

Сигналы регистрируемые встроенным РАС. Сигналы не подлежат изменению в терминале.

Псевдоним сигнала в программном комплексе "Конфигуратор - МТ"		Описание
1	I _A	Ток фазы А
2	I _C	Ток фазы С
3	3I ₀	Ток 3I ₀
4	3U ₀	Напряжение 3U ₀
5	I _B	Ток фазы В
6	[Я1] РПО	Дискретный вход (3/1, 3/2)
7	[Я2] РПВ	Дискретный вход (3/3, 3/2)
8	[Я3] ОУ Отключить	Дискретный вход (3/5, 3/6)
9	[Я4] ОУ Включить	Дискретный вход (3/7, 3/6)
10	[Я8] Ав. ШП/Пружина	Дискретный вход (3/14, 3/15)
11	ТО	Срабатывание токовой отсечки
12	ТО 2 пуск	Пуск токовой отсечки с выдержкой времени
13	МТЗ пуск 1 ст.	Пуск первой ступени МТЗ

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

18

Псевдоним сигнала в программном комплексе "Конфигуратор - МТ"		Описание
14	МТЗ пуск 2 ст.	Пуск второй ступени МТЗ
15	УМТЗ пуск	Пуск УМТЗ
16	ДгЗ сраб.	Срабатывание ДгЗ
17	ОЗЗ 1 ст. пуск	Пуск ОЗЗ первой ступени
18	ОЗЗ 2 ст. откл.	Срабатывание второй ступени ОЗЗ
19	ЗОФ пуск	Пуск ЗОФ
20	УРОВ сраб.	Срабатывание УРОВ
21	АПВ 1 пуск	Пуск первого цикла АПВ
22	АПВ 2 пуск	Пуск второго цикла АПВ
23	АЧР-А пуск	Пуск АЧР
24	АЧР-Б пуск	
25	ЧАПВ-А пуск	Пуск ЧАПВ
26	ЧАПВ-Б пуск	
27	Опер. вкл.	Команда оперативного включения выключателя
28	Опер. откл.	Команда оперативного отключения выключателя
29	Реле Включить	Дискретный выход (4/3, 4/2)
30	Реле Отключить	Дискретный выход (4/1, 4/2)
31	Реле Авар. отключение	Дискретный выход (4/5, 4/6)
32	Реле Вызов	Дискретный выход (4/9, 4/10)
33	Неиспр. выкл.	Неисправность выключателя
34	Реле Отказ БМРЗ	Дискретный выход (4/7, 4/6)
35	Программа уставок 1	Действует первая программа уставок
36	Программа уставок 2	Действует вторая программа уставок

5. Решения по организации оперативной блокировки разъединителей

Оперативная блокировка разъединителей осуществляется на терминале Сириус-2-ОБ размещенном в шкафу ШЭ-МТ-134.

Сириус-2-ОБ имеет возможность осуществлять блокировку до 64 коммутационных аппаратов (КА)

Устройство обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль и индикацию положений КА;
- контроль исправности цепей блок-контактов КА;
- выдачу разрешения на переключение КА;
- возможность программного задания внутренней конфигурации устройства на месте установки с помощью ПЭВМ или дистанционно по каналу связи с АСУ, хранение заданной конфигурации в течение всего срока службы;
- сигнализацию неисправностей с помощью светодиодов, по релейным каналам или по каналу АСУ;
- сброс сигнализации с пульта устройства, дистанционно по каналу АСУ или подачей сигнала на дискретный вход «Сброс»;
- регистрацию и хранение параметров КА;
- ведение подробных журналов переключений, как по каждому КА, так и общего журнала событий с меткой времени, регистрацию накопительной информации;

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

19

- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;
- гальваническую развязку входов и выходов, включая питание, для обеспечения высокой помехозащищенности;
- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой;
- защиту от ложных срабатываний дискретных входных цепей устройства при помехах и нарушениях изоляции в цепях оперативного тока.

В устройстве предусмотрены календарь и часы астрономического времени с энергонезависимым питанием с отсчетом числа, месяца, года, часа, минуты и секунды, с автоматическим переходом на летнее и зимнее время. Обеспечивается возможность синхронизации хода часов по каналу АСУ и по отдельному входу синхронизации.

6. Центральная сигнализация

Центральная сигнализация на подстанции выполняется в шкафу ШЭ-МТ-131. В шкафу ЦС размещен блок БМЦС-40.

Блок микропроцессорный центральной сигнализации БМЦС-40 предназначен для выполнения функций общесекционного устройства центральной сигнализации электрических подстанций и электростанций, оборудованных цифровыми или электромеханическими устройствами релейной защиты и автоматики.

Блок представляет собой комбинированное многофункциональное устройство, обеспечивающее прием сигналов аварийной и предупредительной сигнализации и их отображение с помощью светодиодов, выдачу дискретных сигналов обобщенной сигнализации, фиксацию и хранение информации о времени приема сигналов и передачу этой информации по последовательным каналам связи. Использование в блоке микропроцессорной элементной базы обеспечивает программируемую конфигурацию, большой объем обрабатываемой информации, высокую разрешающую способность, надежность работы и постоянство характеристик.

Функциональные возможности:

- прием, отображение, регистрация импульсных и длительных сигналов аварийной и предупредительной сигнализации без вдержки или с выдержкой времени, с обеспечением повторности действия;
- световая индикация состояния входов;
- выдача сигналов обобщенной сигнализации, в том числе импульсных;
- управление звуковой сигнализацией с возможностью автоматического квитирования;
- прием и обработка "местных" и "дистанционных" сигналов квитирования;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист 20
			32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ						
			Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	

- формирование журналов событий с возможностью блокировки записи отдельных событий, счетчик событий;
- осциллографирование всех принимаемых и выдаваемых сигналов;
- самодиагностика и диагностика исправности датчиков;
- встроенные часы — календарь.

Шкаф обеспечивает питание цепей ЦС 3-х участков ПС

Первый участок – РУ-35кВ

Второй участок – РУ-6кВ

Третий участок - резерв

7. Связь для целей РЗА

Для связи устройств РЗА с АСУ ТП подстанции в каждом терминале имеются следующие интерфейсы

MODBUS-RTU ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005	RS-485
MODBUS – TCP ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	Ethernet 10/100 BASE-TX

8. Состав оборудования РЗА

№	Наименование	Тип	Количество, шт
1.	Шкаф защиты и автоматики трансформатора	ШЭ-МТ-022	2
2.	Шкаф защиты и автоматики секционного выключателя	ШЭ-МТ-013	1
3.	Шкаф центральной сигнализации	ШЭ-МТ-131	1
4.	Шкаф оперативной блокировки разъединителей	ШЭ-МТ-134	1
5.	Шкаф трансформатора напряжения 35 кВ	ШЭ-МТ-141	1
6.	Шкаф регистратора аварийных событий	ШЭ-МТ-135	1
7.	Шкаф управления	ШЭ-МТ-191	2
8.	Шкаф управления дугогасящей катушкой	УАРК	2
	Общее количество шкафов в ОПУ		11

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

21

Изм Кол.у Лист №док Подп. Дата

9. Данные по токам короткого замыкания для выбора уставок РЗА

Исходные данные

Ток короткого замыкания шинах 35 кВ ТЭЦ-11

Максимальный режим:

$$I^{(3)}_{\text{MAX}} = 25736 \text{ А}$$

Минимальный режим:

$$I^{(3)}_{\text{MIN}} = 4986 \text{ А}$$

ВЛ от ТЭЦ-11 до ПС «Усолъе-Сибирское»

АС-185 6,4км

Трансформатор ПС «Усолъе-Сибирское» типа ТДНС-32000/35

$S_{\text{ном}} = 32 \text{ МВА}$

$U_{\text{ном}} = 35/6,3 \text{ кВ}$

Схема и группа соединения обмоток:

У/ Д-11

$$\Delta U_{\text{рег}}\% = \pm 1,5\% \cdot 8 = 12\%$$

$U_{\text{к}} = 12,7\%$;

Трансформаторы тока стороны ВН 500/5А

Трансформаторы тока стороны НН 4000/5А

Данные по отходящим линиям 6кВ

№ ячейки согласно гл. схеме	Наименование присоединения	Марка кабеля	Длина линии, км	Перспективная нагрузка, А
1 с.ш.				
633	ТП-19, яч.2	АСБ-6-3х120	1,07	220
631	ТП-99, яч.3	ААШв-6-3х185	1,25	220
617	ТП-20, яч.2	АСБ-6-3х120	1,355	165
619	РП-1, яч.17	4хАСБ-6-3х185	1,72	800
629	ТП-1 яч.5	АСБ-6-3х95	0,69	400
603	ТП-79, яч.7	АСБ-6-3х185	1,47	165
605	ТП-144, яч.4	АСБ-6-3х185	2,26	400
607	РП-3, яч.13	ААБЛгу-6-3х120	2,457	440
609	ТП-86, яч.3	АСБ-6-3х185	0,68	165
611	ТП-21, яч.4	АСБ-6-3х95	0,99	220
613	РП-2, яч.9	2хАСБ-6-3х150	3,22	600
637	ТП-281, яч.1	АСБ-6-3х185	0,89	55
615	ТП-287, яч.1	АСБ-6-3х50	0,765	55
2 с.ш.				
612	ТП-17 яч.3, ТП-28 яч.2	АСБ-6-3х120	0,45	220
626	ТП-28, яч.3	АСБ-6-3х95	0,82	55
630	РП-1 яч.4	2хАСБ-6-3х185	1,52	600

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

22

628	ТП-18, яч.3	ААШВ-6-3х150	0,73	220
634	ТП-99 яч.1	ААШВ-6-3х185	1,25	220
614	РП-1, яч.14	4хАСБ-6-3х185	1,52	800
636	ТП-79, яч.8	АСБ-6-3х185	1,47	165
616	РП-3, яч.6	ААШВ-6-3х150	2,457	400
618	ТП-22, яч.2	АСБ-6-3х95	0,99	220
620	ТП-153, яч.3/6	ААБ-6-3х150	1,94	400
622	ТП-139, яч.1	АСБ-6-3х185	0,61	55
624	ТП-1 Кирзавод яч.1	2*АСБ-6-3х185	0,61	55
638	ТП-36 яч.2, ТП-321 яч.1	ААШВ-6-3х120	0,97	143
640	ТП-162, яч.2	ААШВ-6-3х150	1,71	220
642	ТП-144, яч.7	АСБ-6-3х120	0,45	400

Расчет токов кз

Место КЗ	Максимальный режим		Минимальный режим	
	I ⁽³⁾ _{кз} , кА	I ⁽²⁾ _{кз} , кА	I ⁽³⁾ _{кз} , кА	I ⁽²⁾ _{кз} , кА
Шины 35кВ ПС Усолье Сибирское	6,11	5,3	3,12	2,7
Шины 6,3кВ ПС Усолье Сибирское (приведено к стороне 35кВ)	2,5	2,16	1,78	1,54
Шины 6,3кВ ПС Усолье Сибирское (приведено к стороне 6кВ)	13,9	12,0	9,9	8,6
Трансформатор ДГРК	3,3	2,88	3,3	2,86
ТП-19, яч.2	7,84	6,8	6,7	5,8
ТП-99, яч.3	8,46	7,33	7,0	6,1
ТП-20, яч.2	6,85	5,93	6,0	5,2
РП-1, яч.17	11,7	10,1	8,84	7,66
ТП-1 яч.5	8,88	7,7	7,35	6,37
ТП-79, яч.7	7,82	6,77	6,6	5,7
ТП-144, яч.4	6,1	5,3	5,4	4,7
РП-3, яч.13	4,5	3,9	4,2	3,6
ТП-86, яч.3	10,5	9,1	8,2	7,1
ТП-21(22), яч.4	7,36	6,37	6,4	5,5
РП-2, яч.9	6,85	5,93	6,0	5,1
ТП-281, яч.1	9,7	8,4	7,75	6,7
ТП-287, яч.1	6,0	5,2	5,44	4,7
ТП-17 яч.3, ТП-28 яч.2	11,0	9,5	8,5	7,36
ТП-28, яч.3	8,16	7,1	6,9	6,0
РП-1 яч.4	10,2	8,84	8,05	7,0
ТП-18, яч.3	9,9	8,6	7,9	6,85
РП-3, яч.6	5,2	4,5	4,7	4,1
ТП-153, яч.3/6	6,1	5,3	5,4	4,7
ТП-139, яч.1	11,0	9,4	8,4	7,3
ТП-1 Кирзавод яч.1	12,3	10,7	9,16	8,0
ТП-36 яч.2, ТП-321 яч.1	8,24	7,14	6,9	6,0
ТП-162, яч.2	6,6	5,7	5,8	5,0
ТП-144, яч.7	11,0	9,5	8,5	7,36

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

23

Расчет номинального тока трансформатора и токов самозапуска нагрузки

Трансформатор

Номинальный ток

$$I_{н.в} = S_H / (1,73 * U_{нв}) = 32000 / (1,73 * 35) = 530 \text{ A}$$

$$I_{н.н} = S_H / (1,73 * U_{нн}) = 32000 / (1,73 * 6,3) = 2936 \text{ A}$$

Максимальный нагрузочный ток трансформатора с учетом регулирования напряжения

$$I_{н.в} = S_H / (1,73 * U_{нв} (1 - \Delta U)) = 32000 / (1,73 * 35 (1 - 0,12)) = 600 \text{ A}$$

$$I_{н.н} = S_H / (1,73 * U_{нн} (1 - \Delta U)) = 32000 / (1,73 * 6,3 (1 - 0,12)) = 3336 \text{ A}$$

Принимаем, что нагрузка трансформатора является обобщенной с $X^*_{нагр} = 0,35$. Для определения тока самозапуска такой нагрузки определяем сопротивление трансформатора

$$X_{тр. мин} = \frac{u_{к. мин} (U_{ср. вн} (1 - \Delta U_{рпн}))^2}{100 S_H} = \frac{12,7 (35 (1 - 0,12))^2}{100 * 32} = 3,76 \text{ Ом}$$

Сопротивление системы в максимальном режиме

$$Z_{с. макс} = j0,785 \text{ Ом}$$

Сопротивление ВЛ

$$Z_{вл} = 1,06 + j2,35$$

Сопротивление нагрузки

$$X_{нагр} = X^*_{нагр} * U_{мин}^2 / S_H = 0,35 * 30,8^2 / 32 = 10,4 \text{ Ом}$$

Ток самозапуска по стороне ВН трансформатора

$$I_{сз. вн} = \frac{U_H}{\sqrt{3} * (Z_{с. макс} + Z_{вл} + X_{тр. мин} + X_{нагр})} = \frac{35000}{\sqrt{3} (j0,785 + 1,06 + j2,35 + j3,76 + j10,4)} = 1167 \text{ A}$$

Коэффициент самозапуска трансформатора

$$K_{сзп} = I_{сз. вн} / I_{н. вн} = 1167 / 530 = 2,2$$

Ток самозапуска по стороне НН трансформатора

$$I_{сз. нн} = K_{сзп} * I_{н. нн} = 2,2 * 2936 = 6462 \text{ A}$$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

24

10. Расчет уставок защит

10.1. Основная защита трансформатора

10.1.1. Дифференциальная защита трансформатора

Терминал БМРЗ-ТД. ДТЗ предназначена для отключения практически всех видов замыканий внутри защищаемой зоны, в том числе с малым током замыкания. В ДТЗ для каждой фазы предусмотрены орган дифференциальной токовой отсечки и дифференциальный орган с торможением.

ДТЗ необходимо отстраивать от максимального тока небаланса, а также от броска намагничивающего тока (БНТ). Отстройка от токов небаланса производится, как правило, за счет выбора уставок тормозной характеристики (ТХ). Отстройка от режимов БНТ обеспечивается с помощью торможения от блокировки по второй гармонике и блокировки по форме тока.

Тормозная характеристика состоит из трех участков и характеризуется следующими уставками:

- начальный дифференциальный ток срабатывания « $I_{\text{днач}}$ »;
- начальный тормозной ток второго участка « $I_{\text{торм2}}$ »;
- коэффициент торможения второго участка « $K_{\text{торм2}}$ »;
- начальный тормозной ток третьего участка « $I_{\text{торм3}}$ »;
- коэффициент торможения третьего участка « $K_{\text{торм3}}$ ».

Выбор рабочих ответвлений токовых входов терминала

Вторичный номинальный ток защищаемого трансформатора со стороны ВН.

$$I_{\text{н.вт.в}} = I_{\text{н.в}} / K_{\text{тт.в}} = 530 / (800/5) = 3,3 \text{ А}$$

Номинальный ток ответвления токового входа терминала $I_{\text{ном,птт,в}}$, к которому производится подключение вторичных токовых цепей ИТТ со стороны ВН принимаем равным $I_{\text{ном,птт,в}} = 5 \text{ А}$.

Вторичный номинальный ток защищаемого трансформатора со стороны НН

$$I_{\text{н.вт.н}} = I_{\text{н.н}} / K_{\text{тт.н}} = 2936 / (4000/5) = 3,67 \text{ А}$$

Номинальный ток ответвления токового входа терминала $I_{\text{ном,птт,н}}$, к которому производится подключение вторичных токовых цепей ИТТ со стороны НН принимаем равным $I_{\text{ном,птт,н}} = 5 \text{ А}$.

Выбор тока срабатывания ДТО

Ток срабатывания ДТО выбирается из двух условий отстройки: от небаланса при максимальном сквозном токе через трансформатор и от броска тока намагничивания силового трансформатора. Ток срабатывания ДТО по условию отстройки от тока небаланса максимального тока внешнего КЗ:

$$I_{\text{дто}} = K_{\text{отс}} * (k_{\text{пер}} * \varepsilon + \Delta U_{\text{рег}} + K_{\text{выр}}) * I_{\text{кз max}} / I_{\text{н.тр}} = 1,2 * (2 * 0,1 + 0,12 + 0,05) * 2500 / 530 = 2,1$$

Инов. № инв. №	
Подп. и дата	
Инов. № подл.	

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

25

$I_{кз\ max} = 2500A$, максимальный ток кз за трансформатором приведенный к стороне ВН
 $I_{н.тр} = 530A$, номинальный ток трансформатора стороны ВН.
где $k_{отс} = 1,2$ – коэффициент отстройки, учитывающий ошибки расчета и необходимый запас;

$k_{пер} = 2,0$ – коэффициент, учитывающий переходный режим (наличие апериодической составляющей тока);

$\epsilon = 0,1$ – относительное значение полной погрешности ТТ, соответствующее установившемуся режиму КЗ или качаний;

$\Delta U_{рег} = 0,12$ – погрешность, обусловленная РПН на сторонах защищаемого трансформатора и принимается равной половине используемого диапазона регулирования;

$K_{выр} = 0,05$ – погрешность выравнивания токов плеч в терминале защиты;

По условию отстройки от броска тока намагничивания ток срабатывания ДТО $4I_{ном\ тр1}$
Из двух условий выбирается наибольшее значение тока срабатывания. Таким образом, расчетным условием для выбора тока срабатывания ДТО является условие отстройки от броска тока намагничивания:

Принимаем $I_{ДТО} = 4,0$.

Группа грубых уставок

Расчет дифференциальной токовой защиты с торможением

Начальный дифференциальный ток срабатывания выбирается по условию отстройки от тока небаланса в нормальном режиме работы трансформатора

$I_{дзт.нач} = K_{отс} \cdot I_{нб.рас} = 1,2 \cdot 0,11 = 0,132$

где $k_{отс} = 1,2$ – коэффициент отстройки, учитывающий ошибки расчета и необходимый запас;

$I_{нб.расч*} = 0,5(k_{пер} \cdot \epsilon + \Delta U_{рег} + K_{выр}) = 0,5(1,0 \cdot 0,05 + 0,12 + 0,05) = 0,11$ – расчетный ток небаланса, определяемый для режима, соответствующего началу торможения;

$k_{пер} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий переходный режим (наличие апериодической составляющей тока);

$\epsilon = 0,05$ – относительное значение полной погрешности ТТ, соответствующее установившемуся режиму КЗ или качаний;

$\Delta U_{рег} = 0,12$ – погрешность, обусловленная РПН на сторонах защищаемого трансформатора и принимается равной половине используемого диапазона регулирования;

$K_{выр} = 0,05$ – погрешность выравнивания токов плеч в терминале защиты;

Наименьшая уставка по начальному току ДЗТ 0,2, то $I_{ДЗТ\ нач}$ без учета РПН принимаем 0,2.

Выбор коэффициента торможения второго участка характеристики ДЗТ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ				26

Относительное значение расчетного тока небаланса, соответствующего току торможения $1,5I_{ном}$ без учета РПН

$$I_{нб.расч}^* = 1,5(k_{пер} \cdot \varepsilon + \Delta U_{рег} + K_{выр}) = 1,5(2,0 \cdot 0,1 + 0,12 + 0,05) = 0,555$$

Коэффициент торможения $K_{торм 2}$ без учета РПН:

$$K_{торм 2} = K_{отс} \cdot I_{нб расч} - I_{ДЗТ нач} = 1,2 \cdot 0,555 - 0,2 = 0,466$$

Принимаем $K_{торм 2} = 0,47$

Выбор коэффициента торможения третьего участка характеристики ДЗТ

Выбор коэффициента торможения третьего участка тормозной характеристики выбирается по условию отстройки от тока небаланса при максимальном внешнем сквозном токе.

Ток срабатывания ДЗТ на третьем участке отстраивается от тока небаланса при максимальном сквозном токе внешнего КЗ, аналогично ДТО, то

$$I_{ДЗТ 3} = I_{ДТО} = 2,1$$

Тормозной ток при максимальном внешнем КЗ (при условии, что отношение тока КЗ к номинальному току трансформатора тока не превышает номинальной предельной кратности)

$$I_{к.торм} = (1 - K_{ап} \cdot \varepsilon) \cdot I_{кз макс} / I_{н.тр} = (1 - 2,5 \cdot 0,1) 2500 / 530 = 3,54$$

$K_{ап}$ - коэффициент, учитывающий наличие апериодической составляющей в токе КЗ в переходном режиме, 2,5;

ε - полная погрешность трансформаторов тока, 0,1;

$I_{кз макс}$ - максимальный сквозной ток внешнего КЗ;

$I_{н.тр}$ - номинальный ток трансформатора стороны ВН.

Ток срабатывания ДЗТ при тормозном токе $1,5I_{ном}$

$$I_{ДЗТ 2} = K_{торм 2} \cdot (I_{торм 2} - I_{торм 1}) + I_{ДЗТ.нач} = 0,426 \cdot (1,5 - 0,5) + 0,2 = 0,626$$

$K_{торм 2}$ - коэффициент торможения на втором участке тормозной характеристики;

$I_{торм 2}$ - тормозной ток второго излома тормозной характеристики, 1,5;

$I_{торм 1}$ - тормозной ток первого излома тормозной характеристики, 0,5;

$I_{ДЗТ нач}$ - начальный ток срабатывания ДЗТ.

Коэффициент торможения на третьем участке тормозной характеристики

$$K_{торм 3} = (I_{ДЗТ 3} - I_{ДЗТ 2}) / (I_{торм} - I_{торм 2}) = (2,1 - 0,626) / (3,54 - 1,5) = 0,72 \approx 0,75$$

Принимаем $K_{торм 3} = 0,75$

Группа чувствительных уставок

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

27

Относительное значение расчетного тока небаланса, соответствующего току начала торможения $0,5I_{ном}$ с учетом РПН

$$I_{дзт.нач} = K_{отс} \cdot I_{нб.рас} = 1,2 \cdot 0,0725 = 0,087$$

где $k_{отс} = 1,2$ – коэффициент отстройки, учитывающий ошибки расчета и необходимый запас;

$$I_{нб.расч} = 0,5(k_{пер} \cdot \varepsilon + \Delta U_{рег} + K_{выр}) = 0,5(1,0 \cdot 0,05 + 0,045 + 0,05) = 0,0725$$

$U_{рег}$ – относительная погрешность, обусловленная наличием регулятора напряжения, принимается равным трем ступеням (шагам) регулирования РПН при учете реального коэффициента трансформации; $3 \cdot 1,5/100 = 0,045$

Наименьшая уставка по начальному току ДЗТ 0,2, то $I_{ДЗТ нач}$ с учетом РПН принимаем 0,2.

Выбор коэффициента торможения второго участка характеристики ДЗТ

Относительное значение расчетного тока небаланса, соответствующего току торможения $1,5I_{ном}$ с учетом РПН

$$I_{нб.расч} = 1,5(k_{пер} \cdot \varepsilon + \Delta U_{рег} + K_{выр}) = 1,5(2,0 \cdot 0,1 + 0,045 + 0,05) = 0,44$$

Коэффициент торможения $K_{торм 2}$ без учета РПН:

$$K_{торм 2} = K_{отс} \cdot I_{нб расч} - I_{ДЗТ нач} = 1,2 \cdot 0,44 - 0,2 = 0,33$$

Принимаем $K_{торм 2} = 0,33$

Выбор коэффициента торможения третьего участка характеристики ДЗТ

Выбор коэффициента торможения третьего участка тормозной характеристики выбирается по условию отстройки от тока небаланса при максимальном внешнем сквозном токе.

$$I_{ДЗТ 3} = K_{отс} \cdot (k_{пер} \cdot \varepsilon + \Delta U_{рег} + K_{выр}) \cdot I_{кз max} / I_{н.тр} = 1,2 \cdot (2 \cdot 0,1 + 0,045 + 0,05) \cdot 2500 / 530 = 1,7$$

Ток срабатывания ДЗТ при тормозном токе $1,5I_{ном}$

$$I_{дзт2} = K_{торм2} \cdot (I_{торм2} - I_{торм1}) + I_{дзт.нач} = 0,33 \cdot (1,5 - 0,5) + 0,2 = 0,53$$

$K_{торм 2}$ – коэффициент торможения на втором участке тормозной характеристики;

$I_{торм 2}$ – тормозной ток второго излома тормозной характеристики, 1,5;

$I_{торм 1}$ – тормозной ток первого излома тормозной характеристики, 0,5;

$I_{ДЗТ нач}$ – начальный ток срабатывания ДЗТ.

Коэффициент торможения на третьем участке тормозной характеристики

$$K_{торм3} = (I_{дзт3} - I_{дзт2}) / (I_{торм} - I_{торм2}) = (1,7 - 0,53) / (3,54 - 1,5) = 0,57$$

Принимаем $K_{торм3} = 0,6$

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

28

Проверка чувствительности ДЗТ

В рассматриваемом случае расчетным по чувствительности является двухфазное КЗ на стороне 6 кВ в зоне дифзащиты. В минимальном режиме работы питающей системы и при максимальном сопротивлении защищаемого трансформатора относительно номинального тока стороны ВН

Относительный ток КЗ

$$I_{кз.мин.отн} = I_{кз.мин} / I_{н.тр} = 1540 / 530 = 2,9$$

Коэффициент чувствительности ДТО равен

$$Kч = I_{кз.мин.отн} / I_{дзт.нач} = 2,9 / 0,2 = 14,5 > 2$$



Рисунок 3.1 - Характеристика срабатывания ДЗТ

Расчет блокировки ДЗТ

Расчет $K_{ипб}$

Величина ИПБ $K_{ипб}$ выбирается по условию срабатывания ИПБ при включении силового трансформатора на холостой ход и возникновении апериодического БТН.

$$K_{ибп} = 0,15(1 + K_g) / K_{отс} = 0,15(1 + 0,2) / 1,1 = 0,16$$

K_g — коэффициент гармонических искажений, принимается равным 0,2 – 0,65;

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

29

$K_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,1 - 1,5.

Расчет $T_{ПБ}$ Длительность перекрестной блокировки

Активное сопротивление обмотки трансформатора:

$$R_T = \frac{1}{2} * \frac{\Delta P_{КЗ} * U_{ном}^2}{S_{ном}^2} * 10^{-3} = \frac{1}{2} * \frac{150 * 35^2}{32^2} * 10^{-3} = 0.09 \text{ Ом}$$

где $\Delta P_{КЗ}$ – потери КЗ, кВт;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение трансформатора, кВ;

$S_{ном}$ – номинальная мощность трансформатора, МВА.

Принимаем $K_{иП} = 0,16$

Реактивное сопротивление обмотки трансформатора

$$X_T = X_T^{(1)} * \frac{U_{ном}^2}{S_{ном}} = 0,2 * \frac{35^2}{32} = 7,65 \text{ Ом}$$

$X_T^{(1)}$ – сопротивление трансформатора при однофазном включении под напряжение

Постоянная затухания броска тока намагничивания при включении трансформатора:

$$\tau = \frac{X_c + X_T}{\omega (R_c + R_T)} = \frac{0,785 + 7,65}{2 * 3,14 * 50 (0,765 + 0,09)} = 0,0315 \text{ с}$$

где x_c – реактивное сопротивление питающей системы в максимальном режиме работы;

R_c – активное сопротивление питающей системы в максимальном режиме работы. При отсутствии данных принимается $0,1 X_c$

Длительность перекрестной блокировки

$$T_{ПБ} = K_{отс} * \tau * \ln \left(\frac{K_b}{I_{ДЗТ.нач}} \right) = 1,15 * 0,0315 * \ln \left(\frac{8}{0,2} \right) = 0,14 \text{ с}$$

где K_b – кратность БТН, принимается равной $6 - 8 I_{ном}$;

$I_{ДЗТ.нач}$ – начальный ток срабатывания ДЗТ для группы грубых уставок;

$K_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,15 - 1,3;

τ – постоянная затухания БТН.

Принимаем $T_{ПБ} = 0,14 \text{ с}$

10.1.2. Устройство резервирования выключателя

УРОВ формирует сигнал на отключение СВ-35 при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны ВН в течение времени «Тсраб».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{уров} = 0,2 I_n = 0,2 * 530 = 106 \text{ А}$$

$$I_{уров.вт} = I_{уров} / K_{тт} = 106 / (800/5) = 0,66 \text{ А}$$

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ	Лист
							30

Уставка «I_{уров}» принимается равной 0,66А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{сз} = t_{вых.реле} + t_{откл.Q} + t_{воз.уров} + t_{зап} = 10 + 50 + 20 + 100 = 180 \text{ мс}$$

где $t_{вых.реле} = 10 \text{ мс}$ – время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$t_{откл.Q} = 50 \text{ мс}$ – время отключения «своего» выключателя;

$t_{воз.УРОВ} = 20 \text{ мс}$ – максимальное время возврата реле тока УРОВ;

$t_{зап} = 100 \text{ мс}$ – время запаса.

Уставка «T_{уров}» принимается равной 0,18 с

10.1.3. Таблица уставок

Защита	Наименование уставки	Значение первичное	Значение вторичное
Дифференциальная отсечка ДТО	Idто	-	4
Дифференциальная защита. Грубые уставки	Idзт	-	0,2
	Kт2	-	0,47
	Kт3	-	0,75
Дифференциальная защита. Чувствитель- ные уставки	Idзт	-	0,2
	Kт2	-	0,33
	Kт3	-	0,6
Блокировка ДЗТ	Киbp	-	0,16
	Tпб	-	0,14с
УРОВ	Iуров	106	0,66
	Tсз	-	0,18

10.2. Резервные защиты трансформатора

Терминал БМРЗ-ТР

10.2.1. Максимальная токовая защита (МТЗ)

Выбор уставок и проверка чувствительности МТЗ ВН 1 степени

Первая степень МТЗ рассчитывается как токовая отсечка

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока кз за трансформатором.

$$I_{сз} = K_n \cdot I_{кз} = 1,1 \cdot 2500 = 2750 \text{ А}$$

где $k_z = 1,1$ – коэффициент надежности;

$I_{кз}$ – ток короткого замыкания по стороне НН в максимальном режиме.

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

31

Уставка принимается— $I_{мтз1}=2880A$

Уставка во вторичных величинах

$$I_{мтз1.в}=I_{мтз1}/K_{тт} = 2880/(800/5) = 18A$$

Уставка « $I_{мтз1.в}$ » принимается равной 18A

Чувствительность первой ступени при кз на стороне ВН в максимальном режиме при КЗ на выводах 35кВ трансформатора

$$Kч=I^{(2)}_{кз.макс}/I_{мтз1} = 5300/2880=1,84>1.5$$

Выдержка времени для токовой отсечки принимается равной 0

Уставка « $T_{мтз1}$ » принимается равной 0 мс

Выбор уставок и проверка чувствительности МТЗ ВН 2 ступени

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока в месте установки защиты без учета тока самозапуска, так как защита имеет пуск по напряжению.

$$I_{сз}=Kз*I_{макс.в}/Kв=1,1*600/0,95=694,7A$$

где $kз= 1,1$ – коэффициент запаса по избирательности;

$kв= 0,95$ – коэффициент возврата;

$I_{макс.в}$ – максимальный ток нагрузки трансформатора с учетом регулирования

Необходимо произвести согласование по чувствительности МТЗ ВН с МТЗ рабочего ввода на секции НН

$$I_{сз}=K_{отс}*K_{ток}*I_{сз.ввода}=1,1*1*765,8=842,3A$$

где $k_{отс}= 1,1$ – коэффициент отстройки;

$k_{ток}= 1$ – коэффициент токораспределения, равный отношению тока в месте установки рассматриваемой защиты к току в смежном элементе, с защитой которого производится согласование;

$I_{с.з.ввода} = 4250/(35/6,3)=765,8A$ – ток срабатывания МТЗ ввода, приведенный к стороне ВН защищаемого трансформатора, с которой производится согласование.

Уставка принимается $I_{мтз2} = 845A$

Уставка во вторичных величинах

$$I_{мтз2.в}=I_{мтз}/K_{тт} = 845/(800/5) = 5,3A$$

Уставка « $I_{мтз2.в}$ » принимается равной 5,3A

Чувствительность второй ступени при кз на стороне НН

$$Kч=I_{кз.мин}/I_{мтз2} = 1540/845=1,82 > 1.5$$

Выдержка времени отстраивается от выдержки времени защит стороны НН на ступень селективности

$$t_{сз}=t_{сз.вв}+\Delta t=1,5+0,5=2,0с$$

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

32

Уставка «Тмтз2» принимается равной 2,0 с

Ускорение МТЗ Тмтз2.у = 0,1с

10.2.2. Комбинированный пуск по напряжению

Выбор уставки и проверка чувствительности ИО минимального линейного напряжения стороны НН

Уставку ИО минимального линейного напряжения рекомендуется выбирать исходя из следующих условий:

отстройка от минимального напряжения после отключения внешнего КЗ

$$U_{сз} = U_{мин.с} / (K_v \cdot K_{отс}) = 5,35 / (1,07 \cdot 1,2) = 4,17 \text{ кВ}$$

где $U_{мин.с} = 0,85 \cdot U_{ном.с} = 0,85 \cdot 6,3 = 5,35 \text{ кВ}$ – междуфазное напряжение в месте установки защиты в условиях самозапуска после отключения внешнего КЗ;

$U_{ном.сн} = 6,3 \text{ кВ}$ – номинальное напряжение стороны СН защищаемого трансформатора;

$k_{отс} = 1,2$ – коэффициент отстройки;

$k_v = 1,07$ – коэффициент возврата реле минимального напряжения

отстройка от напряжения самозапуска при включении от АПВ или АВР заторможенных двигателей нагрузки

$$U_{сз} = U_{зап} / K_{отс} = 4,725 / 1,2 = 3,94 \text{ кВ}$$

где $U_{зап} = 0,75 \cdot U_{ном} = 0,75 \cdot 6,3 = 4,725 \text{ кВ}$ – междуфазное напряжение в месте установки защиты в условиях самозапуска нагрузки при включении от АПВ или АВР;

$k_{отс} = 1,2$ – коэффициент отстройки

Принимаем уставку $U_{мин} = 3,94 \text{ кВ}$.

Уставка во вторичных величинах

$$U_{сз.уст} = \frac{U_{сз}}{K_{тн}} = \frac{3940}{100} = 39,4 \text{ В}$$

Уставка $U_{мин.в} = 39,4 \text{ В}$

Выбор уставки и проверка чувствительности ИО максимального напряжения обратной последовательности стороны НН.

Уставка ИО напряжения обратной последовательности выбирается по условию обеспечения отстройки от напряжения небаланса в расчетном (нагрузочном) режиме.

$$U_{2сз} = 0,06 U_{тн} = 0,06 \cdot 6300 = 378 \text{ В}$$

Уставка во вторичных величинах

$$U_{2сз.уст} = \frac{U_{2сз}}{K_{тн}} = \frac{378}{100} = 3,78 \text{ В}$$

Уставка « $U_{2макс}$ » = 5 В. (минимальная уставка в терминале)

Чувствительность данного ИО проверяется по выражению

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата	32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ			33

$$K_{\text{ч}} = U_{2\text{мин.н}} / U_{2.\text{сз}} = 1,82 / 0,5 = 3,64 > 1,5$$

где $U_{2\text{мин.н}} = U_{\text{н}} / 2\sqrt{3} = 6,3 / 2\sqrt{3} = 1,82 \text{ кВ}$ – значение междуфазного напряжения обратной последовательности в месте установки защиты при металлическом КЗ между двумя фазами в расчетной точке в режиме, обуславливающим наименьшее значение этого напряжения.

10.2.3. Токовая защита нулевой последовательности

Так как у трансформатора отсутствует питание со стороны НН, то данная защита не используется.

10.2.4. Защита от перегрузки

Защита от перегрузки со стороны ВН

Срабатывание защиты от перегрузки происходит при превышении максимальным фазным током уставки. Уставка ИО максимального фазного тока отстраивается от номинального тока трансформатора с учетом РПН

$$I_{\text{сз}} = K_{\text{отс}} * I_{\text{макс.в}} / K_{\text{в}} = 1,05 * 600 / 0,95 = 663 \text{ А}$$

где $k_{\text{отс}} = 1,05$ – коэффициент отстройки;

$k_{\text{в}} = 0,95$ – коэффициент возврата;

$I_{\text{макс.в}}$ – максимальный ток стороны ВН трансформатора с учетом регулирования напряжения.

$$\text{Принимаем } I_{\text{пер}} = 663 \text{ А}$$

Уставка во вторичных величинах

$$I_{\text{пер.в}} = I_{\text{пер}} / K_{\text{тг}} = 663 / (800/5) = 4,14 \text{ А}$$

$$\text{Уставка } I_{\text{пер.в}} = 4,14 \text{ А}$$

Выбор выдержек времени защиты от перегрузки

Защита срабатывает с выдержкой времени «Тсраб» и действует на сигнализацию.

Защита от перегрузки должна действовать на отключение только в том случае, когда перегрузка не может быть устранена персоналом или автоматически. Выдержка времени выбирается на ступень селективности больше времени срабатывания защиты трансформатора от внешних КЗ

$$t_{\text{сз}} = t_{\text{сз.мтз}} + \Delta t = 1,75 + 0,25 = 2,0 \text{ с}$$

$$\text{Уставка } T_{\text{пер}} = 2,0 \text{ с}$$

10.2.5. Защита от перегрева

Ток срабатывания защиты от перегрева выбирается по условию отстройки от номинального тока трансформатора стороны ВН

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

34

$$I_{\text{перегр}} = K_{\text{отс}} * I_{\text{ном.в}} = 0,75 * 530 = 397,5 \text{ А}$$

Принимаем $I_{\text{перегр}} = 400 \text{ А}$

Уставка во вторичных величинах

$$I_{\text{перегр.в}} = I_{\text{перегр}} / K_{\text{тт}} = 400 / (800/5) = 2,5 \text{ А}$$

Уставка $I_{\text{перегр.в}} = 2,5 \text{ А}$

Выдержка времени защиты от перегрева принимается равным 9с

$T_{\text{перегр}} = 9 \text{ с}$

10.2.1. Блокировка РПН

Ток срабатывания блокировки РПН согласно ГОСТ 24126-80 (СТ СЭВ 634-77) (Устройства регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой) п.2.4 - переключение допускается при номинальном напряжении и при токах до 200% номинального значения при коэффициенте мощности близком к 1.

$$I_{\text{бл}} = K_{\text{отс}} * I_{\text{ном.в}} = 2 * 530 = 1060 \text{ А}$$

Принимаем $I_{\text{бл}} = 1060 \text{ А}$

Уставка во вторичных величинах

$$I_{\text{бл.в}} = I_{\text{бл}} / K_{\text{тт}} = 1060 / (800/5) = 6,6 \text{ А}$$

Уставка $I_{\text{бл.в}} = 6,6 \text{ А}$

Выдержка времени блокировки принимается равным 1с

$T_{\text{бл}} = 1 \text{ с}$

10.2.1. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

УРОВ формирует сигнал на отключение СВ-35 при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны ВН в течение времени «Тсраб».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{\text{уров}} = 0,2 I_{\text{н}} = 0,2 * 530 = 106 \text{ А}$$

$$I_{\text{уров.вт}} = I_{\text{уров}} / K_{\text{тт}} = 106 / (500/5) = 0,66 \text{ А}$$

Уставка « $I_{\text{уров}}$ » принимается равной 0,66А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{\text{сз}} = t_{\text{вых.реле}} + t_{\text{откл. Q}} + t_{\text{возв.уров}} + t_{\text{зап}} = 10 + 50 + 20 + 100 = 180 \text{ мс}$$

где $t_{\text{вых.реле}} = 10 \text{ мс}$ – время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$t_{\text{откл. Q}} = 50 \text{ мс}$ – время отключения «своего» выключателя;

$t_{\text{возв. УРОВ}} = 20 \text{ мс}$ – максимальное время возврата реле тока УРОВ;

$t_{\text{зап}} = 100 \text{ мс}$ – время запаса.

Уставка « $T_{\text{уров}}$ » принимается равной 180 мс

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

35

10.2.2. Таблица уставок

Защита	Наименование уставки	Значение первичное	Значение вторичное
МТЗ 1 ступень	Імтз1	2880А	18А
	Тмтз1	-	0
МТЗ 2 ступень	Імтз2	845А	5,3А
	Тмтз2	-	2,0с
	Туск.мтз2	-	0,1с
Комбинированный пуск по напряжению	U	3,94кВ	39,4В
	U2	500В	5В
Перегрузка	Іпер	663А	4,14А
	Тпер	-	2с
Перегрев	Іперерг	400А	2,5А
	Тперегр	-	9с
Блокировка РПН	Ібл	1060А	6,6А
	Тбл	-	1с
УРОВ	Іуров	106	0,66
	Туров	-	0,18с

10.3. Расчет уставок защит ввода НН

БМРЗ-120-ВВ

10.3.1. Максимальная токовая защита (МТЗ)

Защита ввода выполняется при помощи МТЗ с пуском по напряжению.

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока в месте установки защиты без учета тока самозапуска, так как защита имеет пуск по напряжению.

$$I_{сз} = K_z * I_{макс.в} / K_v = 1,2 * 3336 / 0,95 = 4214 \text{ А}$$

где $k_z = 1,2$ – коэффициент запаса по избирательности;

$k_v = 0,95$ – коэффициент возврата;

$I_{макс.в}$ – максимальный ток нагрузки трансформатора с учетом регулирования.

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 4250А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в} = I_{сз} / K_{тт} = 4250 / (4000 / 5) = 5,3 \text{ А}$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 5,3А

Чувствительность МТЗ при кз на стороне НН

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

36

$$Kч=I_{кз.мин}/I_{сз} = 8600/4250 = 2,0 > 1.5$$

Выдержка времени отстраивается от выдержки времени защит СВ-6 на ступень селективности

$$T_{сз.вв}=t_{сз.св}+\Delta t=1,0+0,5=1,5с$$

Принимаем $T_{сз.вв}=1,5с$

10.3.2. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

УРОВ формирует сигнал на отключение В-35 трансформатора при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны НН в течение времени «Тсраб».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{уров}=0,2I_n = 0,2*2936 = 587,2А$$

$$I_{уров.вт} = I_{уров}/K_{тт} = 587,2/(4000/5) = 0,74А$$

Уставка « $I_{уров}$ » принимается равной 0,74А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{сз}=t_{вых.реле}+tot_{кл.Q}+t_{воз.уров}+t_{зап} = 10+50+20+100=180мс$$

где $t_{вых,реле}= 10$ мс– время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$tot_{кл,Q}= 50$ мс– время отключения «своего» выключателя;

$t_{воз,УРОВ}= 20$ мс– максимальное время возврата реле тока УРОВ;

$t_{зап}= 100$ мс– время запаса.

Уставка « $T_{уров}$ » принимается равной 0,18 с

10.4. Расчет уставок защит СВ-6

БМРЗ-120-СВ

10.4.1. Максимальная токовая защита (МТЗ)

Защита ввода выполняется при помощи МТЗ с пуском по напряжению.

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока в месте установки защиты без учета тока самозапуска, так как защита имеет пуск по напряжению.

$$I_{сз}=K_z*0,7*I_{макс.в}/K_v=1,2*0,7*3336/0,95=2949А$$

где $k_z= 1,2$ – коэффициент запаса по избирательности;

$k_v= 0,95$ – коэффициент возврата;

$I_{макс.в}$ – максимальный ток нагрузки трансформатора с учетом регулирования.

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 3000А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в}=I_{сз}/K_{тт} = 3000/(4000/5) = 3,75А$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 3,75А

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

37

Чувствительность МТЗ при кз на стороне НН

$$Kч=I_{кз.мин}/I_{сз} = 8600/3000 = 2,86 > 1.5$$

Выдержка времени отстраивается от выдержки времени защит отходящих линий на ступень селективности

$$T_{сз.св}=t_{сз.ол}+\Delta t=0,5+0,5=1,0с$$

Принимаем $T_{сз.св}=1,0с$

10.4.2. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

УРОВ формирует сигнал на отключение ВВ-6 трансформатора при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны НН в течение времени «Тсраб».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{уров}=0,2*0,7*I_N = 0,2*0,7*2936 = 411A$$

$$I_{уров.вт} = I_{уров}/K_{тт} = 411/(4000/5) = 0,51A$$

Уставка « $I_{уров}$ » принимается равной 0,51А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{сз}=t_{вых.реле}+t_{отк.Q}+t_{воз.уров}+t_{зап} = 10+50+20+100=180мс$$

где $t_{вых.реле}= 10$ мс– время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$t_{откл,Q}= 50$ мс– время отключения «своего» выключателя;

$t_{возв,УРОВ}= 20$ мс– максимальное время возврата реле тока УРОВ;

$t_{зап}= 100$ мс– время запаса.

Уставка « $T_{уров}$ » принимается равной 0,18 с

10.5. Расчет уставок защит ДГК

БМРЗ-120-КЛ

Ток КЗ за трансформатором ДГК $I_{кз} = 220A$

$$\text{Номинальный ток трансформатора } I_N = S/(1.73*U_N) = 100/(1.73*6) = 9,6A$$

10.5.1. Максимальная токовая защита (МТЗ)

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока в месте установки защиты

$$I_{сз}=K_з*I_N/K_в=1,2*9,6/0,95=12A$$

где $k_з= 1,2$ – коэффициент запаса по избирательности;

$k_в= 0,95$ – коэффициент возврата;

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 12А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в}=I_{сз}/K_{тт} = 12/(100/5) = 0,6A$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 0,6А

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

38

Чувствительность МТЗ при кз на стороне НН

$$Kч=I_{кз.мин}/I_{сз} = 220/12 = 18 > 1.5$$

Выдержка времени

Принимаем $T_{сз}=0,5с$

10.5.1. Токовая отсечка (ТО)

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока за трансформатором

$$I_{сз}=Kз*I_{кз}=1,1*220=242A$$

где $kз=1,1$ – коэффициент запаса по избирательности;

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 250А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в}=I_{сз}/K_{тт} = 250/(100/5) = 12,5A$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 12,5А

Чувствительность МТЗ при кз на стороне ВН

$$Kч=I_{кз.мин}/I_{сз} = 8600/250 = 34,4 > 1.5$$

Выдержка времени

Принимаем $T_{сз}=0с$

10.5.2. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

УРОВ формирует сигнал на отключение ВВ-6 и СВ-6 при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны НН в течение времени « $T_{сраб}$ ».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{уров}=0,2*I_n = 0,2*9,6 = 1,92A$$

$$I_{уров.вт} = I_{уров}/K_{тт} = 1,92/(100/5) = 0,096A. \text{ Минимальная уставка терминала } 0,25A$$

Уставка « $I_{уров}$ » принимается равной 0,25А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{сз}=t_{вых.реле}+totк.Q+t_{воз.уров}+t_{зап} = 10+50+20+100=180мс$$

где $t_{вых.реле}=10$ мс– время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$totкл,Q=50$ мс– время отключения «своего» выключателя;

$t_{воз,УРОВ}=20$ мс– максимальное время возврата реле тока УРОВ;

$t_{зап}=100$ мс– время запаса.

Уставка « $T_{уров}$ » принимается равной 0,18 с

10.6. Расчет уставок защит УКРМ

БМРЗ-120-КЛ

$$\text{Номинальный ток УКРМ } I_n = S/(1,73*U_n) = 450/(1,73*6) = 43,3A$$

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

39

10.6.1. Максимальная токовая защита (МТЗ)

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока в месте установки защиты

$$I_{сз} = K_z \cdot I_n / K_v = 1,3 \cdot 43,3 / 0,95 = 59,2 \text{ А}$$

где $k_z = 1,3$ – коэффициент запаса по избирательности;

$k_v = 0,95$ – коэффициент возврата;

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 60А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в} = I_{сз} / K_{тт} = 60 / (100/5) = 3 \text{ А}$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 3А

Чувствительность МТЗ при кз шинах НН

$$K_{ч} = I_{кз.мин} / I_{сз} = 8600 / 60 = 143 > 1,5$$

Выдержка времени

Принимаем $T_{сз} = 0,1 \text{ с}$

10.6.2. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

УРОВ формирует сигнал на отключение ВВ-6 и СВ-6 при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны НН в течение времени « $T_{сраб}$ ».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{уров} = 0,2 \cdot I_n = 0,2 \cdot 43,3 = 8,66 \text{ А}$$

$$I_{уров.вт} = I_{уров} / K_{тт} = 8,66 / (100/5) = 0,43 \text{ А.}$$

Уставка « $I_{уров}$ » принимается равной 0,43А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{сз} = t_{вых.реле} + t_{откл.Q} + t_{возв.уров} + t_{зап} = 10 + 50 + 20 + 100 = 180 \text{ мс}$$

где $t_{вых.реле} = 10 \text{ мс}$ – время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$t_{откл.Q} = 50 \text{ мс}$ – время отключения «своего» выключателя;

$t_{возв.УРОВ} = 20 \text{ мс}$ – максимальное время возврата реле тока УРОВ;

$t_{зап} = 100 \text{ мс}$ – время запаса.

Уставка « $T_{уров}$ » принимается равной 0,18 с

10.7. Уставки защит отходящих линий

Для примера приводится расчет уставок линии яч 631 до ТП-99. Для остальных ячеек расчет аналогичен. Результат сводится в таблицу

БМРЗ-120-КЛ

Расчетная нагрузка 220А

10.7.1. Максимальная токовая защита (МТЗ)

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

40

Уставка рассчитывается по условию отстройки от тока в месте установки защиты

$$I_{сз} = (K_z * K_{сзп} * I_n) / K_v = 1,2 * 1,3 * 220 / 0,95 = 361 \text{ A}$$

где $K_z = 1,2$ – коэффициент запаса по избирательности;

$K_{сзп} = 1,3$ – коэффициент самозапуска

$K_v = 0,95$ – коэффициент возврата;

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 362А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в} = I_{сз} / K_{тт} = 362 / (300/5) = 6,03 \text{ A}$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 6,03А

Чувствительность МТЗ при кз в конце линии

$$K_{ч} = I_{кз.мин} / I_{сз} = 6100 / 362 = 16,85 > 1,5$$

Выдержка времени

Принимаем $T_{сз} = 0,5 \text{ с}$

10.7.2. Токовая отсечка (ТО)

Для линий к ТП отсечка рассчитывается по условию чувствительности к току на шинах 6кВ

Для РП отсечка не используется

$$I_{сз} = I_{кз.мин} / K_{ч} = 8600 / 1,5 = 5733 \text{ A}$$

Уставка « $I_{сз}$ » принимается равной 5500А

Во вторичных величинах

$$I_{сз.в} = I_{сз} / K_{тт} = 5500 / (300/5) = 91,7 \text{ A}$$

Уставка « $I_{сз.в}$ » принимается равной 91,7А

Выдержка времени

Принимаем $T_{сз} = 0 \text{ с}$

10.7.1. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

УРОВ формирует сигнал на отключение ВВ-6 и СВ-6 при срабатывании защит и протекании тока через выключатель стороны НН в течение времени « $T_{сраб}$ ».

Ток срабатывания УРОВ принимается:

$$I_{уров} = 0,2 * I_n = 0,2 * 220 = 44 \text{ A}$$

$$I_{уров.вт} = I_{уров} / K_{тт} = 44 / (300/5) = 0,73 \text{ A.}$$

Уставка « $I_{уров}$ » принимается равной 0,73А.

Выдержка времени выбирается по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя и рассчитывается по выражению

$$T_{сз} = t_{вых.реле} + t_{откл.Q} + t_{воз.уров} + t_{зап} = 10 + 50 + 20 + 100 = 180 \text{ мс}$$

где $t_{вых.реле} = 10 \text{ мс}$ – время срабатывания выходных реле терминала, взятое с запасом;

$t_{откл.Q} = 50 \text{ мс}$ – время отключения «своего» выключателя;

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

Изм	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

41

твозв,УРОВ= 20 мс– максимальное время возврата реле тока УРОВ;
тзап= 100 мс– время запаса.

Уставка «Туров» принимается равной 0,18 с

10.7.2. Защита от однофазных замыканий на землю

По условию отстройки от собственного емкостного тока

$I_{сз} = K_{отс} / K_{в} * (K_{бр} * I_{каб})$

где котс – коэффициент отстройки, котс = 1,1; кбр – коэффициент броска, кбр = 1,2;
кв – коэффициент возврата, кв = 0,95; Iкаб– собственный емкостной ток кабеля к трансфор-

матору

Согласно расчету токов замыкания на землю 32110640565/620/2021. Приложение 1

$I_{каб}=1,5A$

$I_{сз}=1,1/0,95*(1,2*1,5)=2,08A$ Принимаем $I_{сз}=2,08A$

Время срабатывания

$t_{сз} = 1с$, на отключение.

Коэффициент чувствительности определяется при суммарном емкостном токе всех присоеди-
нений.

Емкостный ток сети за вычетом емкостного тока присоединения

$I_{сум}=29,38-1,5=27,88A$

Коэффициент чувствительности

$K_{ч}=I_{с}/I_{сз} = 27,88/ 2,08 = 13,4 > 1,5$

10.7.3. Логическая защита шин

Логическая защита шин реализуется путем блокировки работы МТЗ ввода и СВ-6кВ при
пуске МТЗ отходящих линий. В терминалах ввода и СВ-6кВ организуются входы блокировки от
пуска МТЗ присоединений. В схемах линий организованна цепи пуска МТЗ. ЛЗШ реализуется по
последовательной схеме. Уставка работы ЛЗШ по времени принимается равной 0,2с

10.8. Таблица уставок

Присоединение	Терминал	Защита	Наименова- ние уставки	Значе- ние пер- вичное	Значе- ние вто- ричное
Ввод 6кВ	БМРЗ-120-ВВ	МТЗ	Імтз	4250А	5,3А
			Тмтз	-	1,5с
		УРОВ	Іуров	587,2А	0,74А
			Туров	-	0,18с
СВ-6	БМРЗ-120-СВ	МТЗ	Імтз	3000А	3,75А
			Тмтз	-	1,0с
		УРОВ	Іуров	411А	0,51А
			Туров	-	0,18с
ДГК	БМРЗ-120-КЛ	ТО	Імтз	250А	12,5А

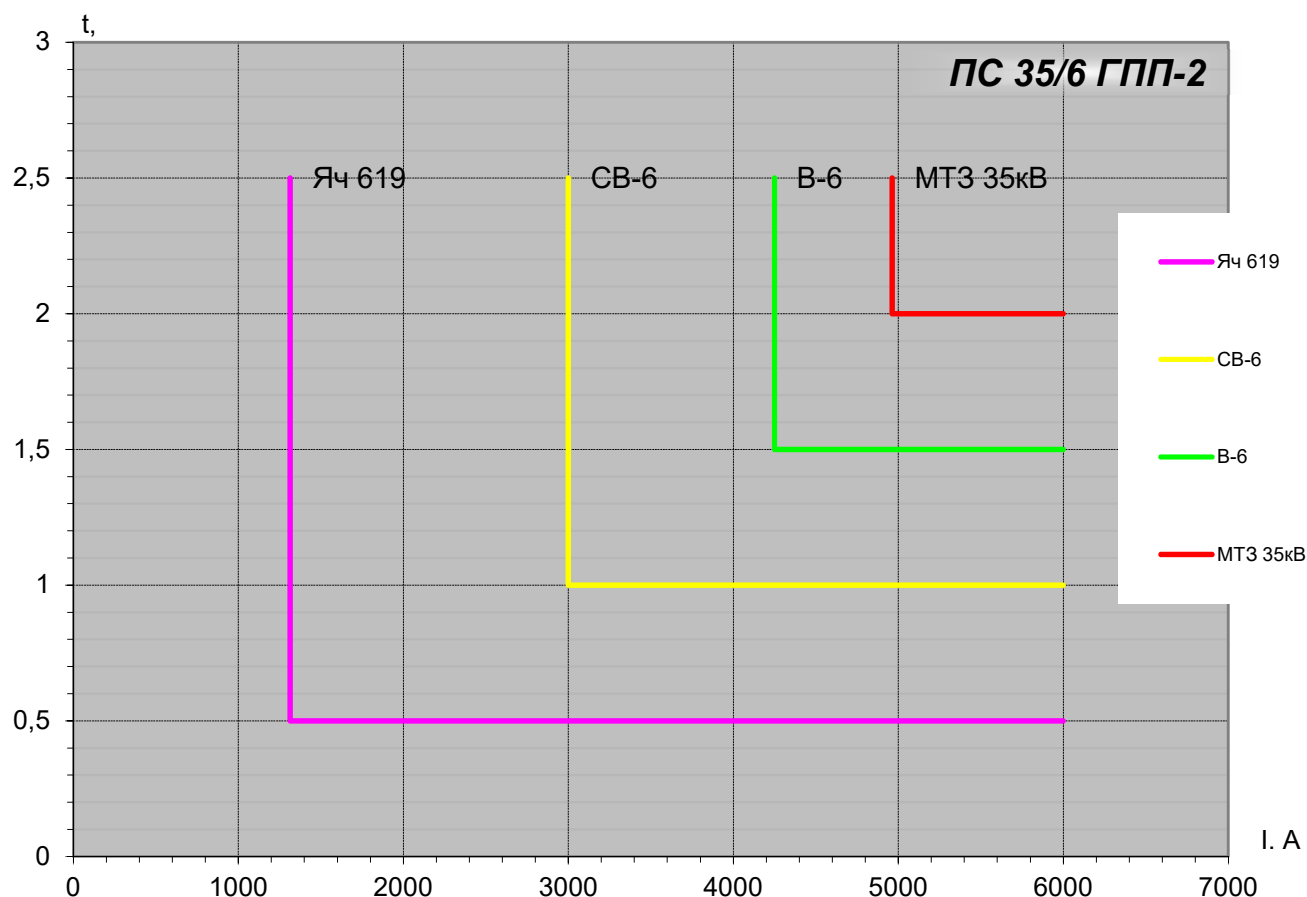
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Кол.у	Лист	№док	Подп.	Дата

УКРМ	БМРЗ-120-КЛ		ТМТЗ	-	0с
		МТЗ	ІМТЗ	12А	0,6А
			ТМТЗ	-	0,5с
		УРОВ	Іуров	5А	0,25А
			Туров	-	0,18с
		МТЗ	ІМТЗ	60А	3А
			ТМТЗ	-	0,1с
		УРОВ	Іуров	8,6А	0,43А
			Туров	-	0,18с

Уставки отходящих линий приведены в графической части

10.9. Карта селективности защит



10.10. Уставки определения мест повреждения (ОМП)

Уставки ОМП задаются двумя параметрами: длиной линии L (км) и удельным индуктивным сопротивлением X (Ом/км). Для кабельных линий отходящих от ПС удельное индуктивное сопротивление принимается равным 0,08Ом/км. Длина линий берется в соответствии с таблицей «Данные по отходящим линиям 6кВ» раздела 9.

11. Проверка трансформаторов тока по допустимой погрешности

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

43

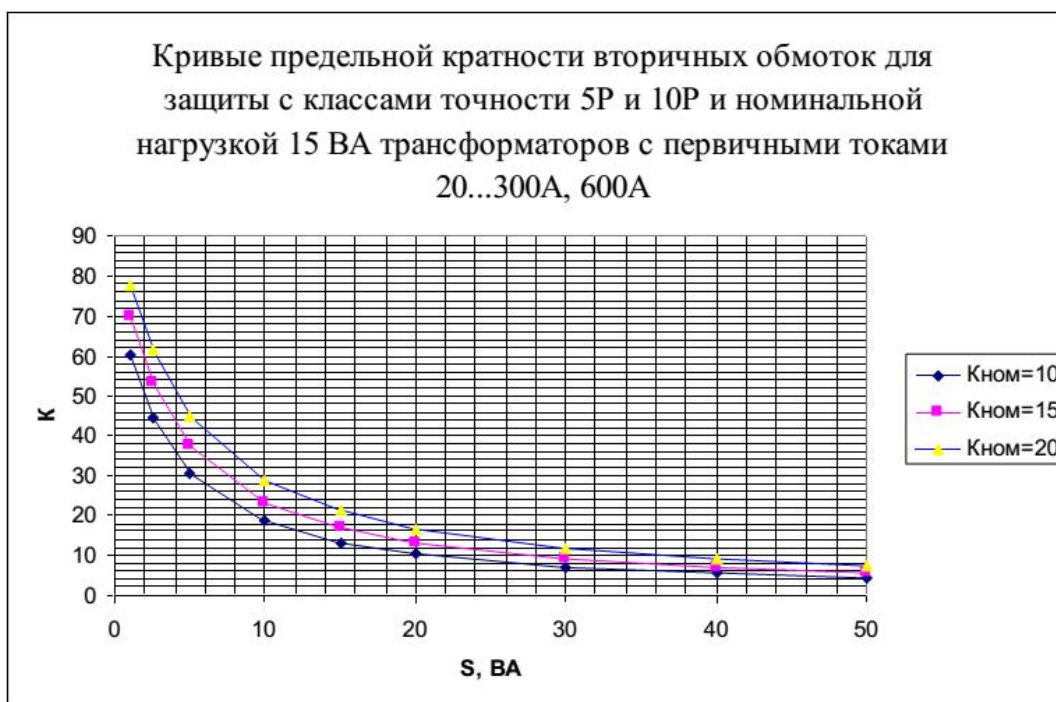
Выносные трансформаторы тока 35кВ.

Трансформатор тока тип ТОЛ-СЭЩ-35-IV $S_H=15\text{BA}$, $K_{ном}=15$ выключателя трансформатора

Определяем предельную кратность при максимальном токе короткого замыкания.

$$K_{мах}=I_{кз.мах} / I_{н.тг} = 6110 / 800 = 7,6$$

По кривой предельной кратности трансформатора ТОЛ-СЭЩ-35-IV с $K_{ном}=15$ определяем $S_H = 40\text{BA}$, отсюда $Z_{доп} = S_H/I_n^2 = 40/5^2 = 1,6 \text{ Ом}$



При схеме соединений полная звезда вторичная нагрузка определяется по формуле

$$Z_H = R_{пр} + Z_p + R_{пер}$$

Где $R_{пр}$ – сопротивление провода, кабеля.

Z_p – сопротивление нагрузки (терминал)

$R_{пер}$ – переходное сопротивление зажимов, принимается 0,05Ом.

Длина кабеля КВВГ 2,5мм² ориентировочно составляет – 50м

$$R_{каб} = L \cdot p / S = 50 \cdot 1,75 \cdot 10^{-8} / (2,5 \cdot 10^{-6}) = 0,35 \text{ Ом}$$

Потребляемая мощность терминала основной и резервной защиты составляет 0,2ВА. Терминалы подключены на различные обмотки.

$$Z_p = S_H/I_n^2 = 0,2/5^2 = 0,008 \text{ Ом}$$

Вторичная нагрузка составляет

$$Z_H = 0,35 + 0,02 + 0,008 = 0,4 \text{ Ом} < 1,6 \text{ Ом}$$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм Кол.у Лист №док Подп. Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

44

$Z_H < Z_{доп}$, следовательно погрешность трансформатора тока не больше 10%

Трансформаторы тока ввода 10кВ.

Трансформатор тока тип ТОЛ-10-М

Определяем предельную кратность при максимальном токе короткого замыкания.

$$K_{max} = I_{кз.мах} / I_{н.тт} = 13900 / 4000 = 3,5$$

По данным предельной кратности трансформатора ТОЛ-10-М определяем $S_H = 50\text{ВА}$, отсюда $Z_{доп} = S_H / I_n^2 = 50 / 5^2 = 2,0 \text{ Ом}$

Таблица А.3 - Расчетные значения номинальной предельной кратности вторичной обмотки для защиты в зависимости от номинальной вторичной нагрузки в классах точности 5Р и 10Р для трансформаторов тока ТОЛ-10-М

Тип трансформатора	Номинальная вторичная нагрузка, В·А	3	5	10	15	20	30	40	50
ТОЛ-10-М-2 (3, 4)	Коэффициент трансформации	Номинальная предельная кратность							
	2500/5	15	13	11	10	8	6	5	5
	3000/5	15	13	11	10	9	7	6	5
ТОЛ-10-М-2	4000/5	11	10,5	10	10	9	8,5	8	7
ТОЛ-10-М-3 (4)		9	8,5	8	8	7	6,5	5,5	4,5

При схеме соединений полная звезда вторичная нагрузка определяется по формуле

$$Z_H = R_{пр} + Z_p + R_{пер}$$

Где $R_{пр}$ – сопротивление провода, кабеля.

Z_p – сопротивление нагрузки (терминал)

$R_{пер}$ – переходное сопротивление зажимов, принимается 0,05Ом.

Длина кабеля КВВГ 2,5мм² ориентировочно составляет – 50м (до шкафа основной защиты)

$$R_{каб} = L \cdot p / S = 50 \cdot 1,75 \cdot 10^{-8} / (2,5 \cdot 10^{-6}) = 0,35 \text{ Ом}$$

Потребляемая мощность терминала основной защиты и защиты ввода 10кВ составляет 0,2ВА. Терминалы подключены на различные обмотки.

$$Z_p = S_H / I_n^2 = 0,2 / 5^2 = 0,008 \text{ Ом}$$

Вторичная нагрузка составляет

$$Z_H = 0,35 + 0,008 + 0,05 = 0,41 \text{ Ом} < 2,0 \text{ Ом}$$

$Z_H < Z_{доп}$, следовательно погрешность трансформатора тока не больше 10%

Проверка по напряжению во вторичных цепях

$$U_{2мах} = I_{кз.мах} / n_{тт} \cdot Z_H = 13900 / 800 \cdot 0,41 = 7\text{В} < 1000\text{В}$$

Аналогичным образом проверяются остальные трансформаторы тока. Результат расчетов сведен в таблицу и приведен в графической части.

Изм.	Кол.у	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

45

Лист регистрации изменений

Таблица регистрации изменений

[illegible]

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

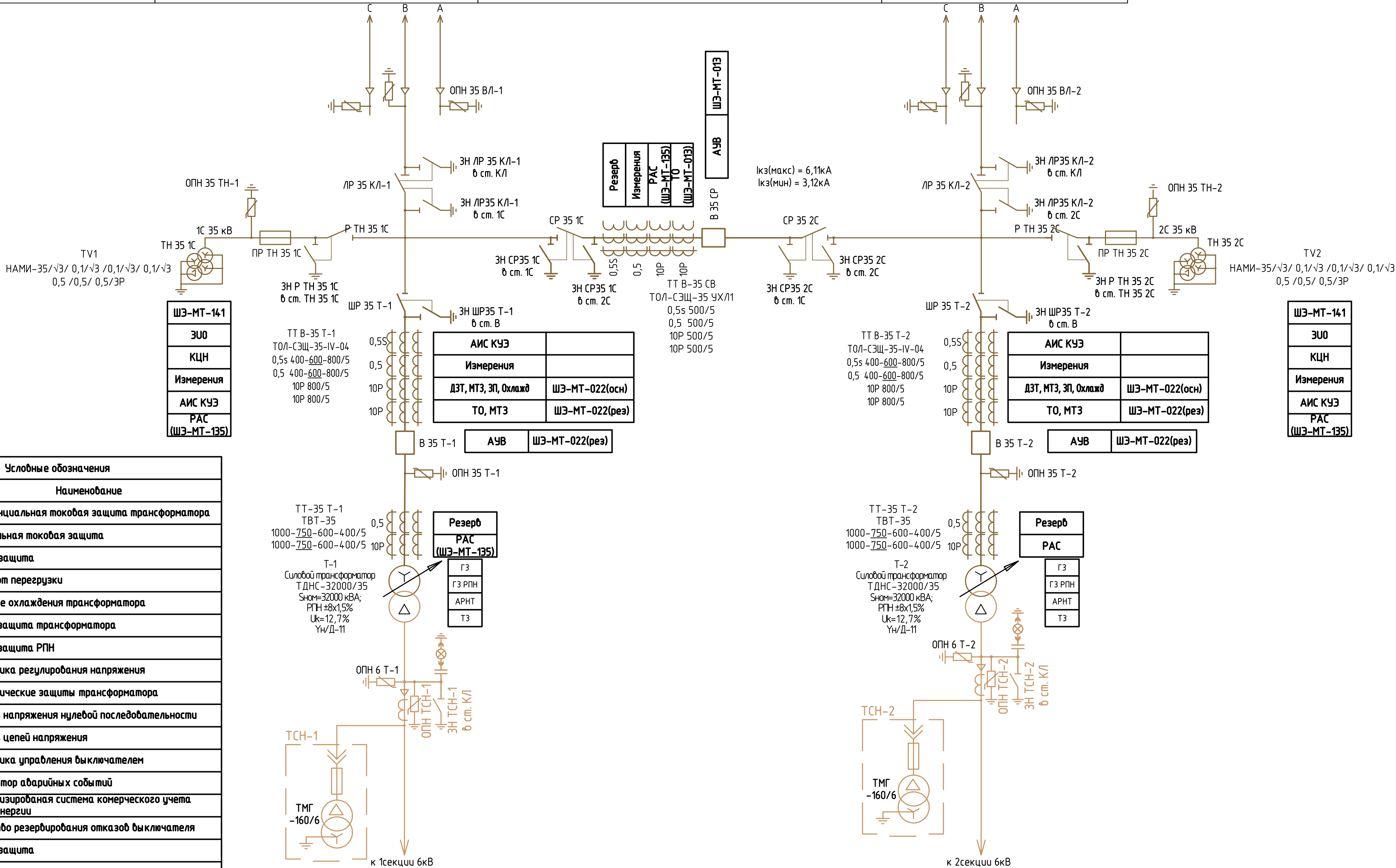
Изм.	Кол.у	Лист	№ док.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021 ИОС 1.3.ТЧ

Лист

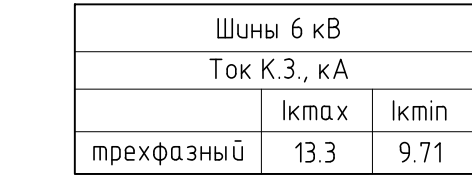
46

ОРУ 35 кВ Схема №35-4Н			
Наименование ячейки	ВЛ 35 кВ №1	Ремонтная перемычка	ВЛ 35 кВ №2
Номер ячейки	1	2	3
Маркировка	ВЛ35-1, ТН 35 1С	Рпер 35	ВЛ35-2, ТН 35 2С

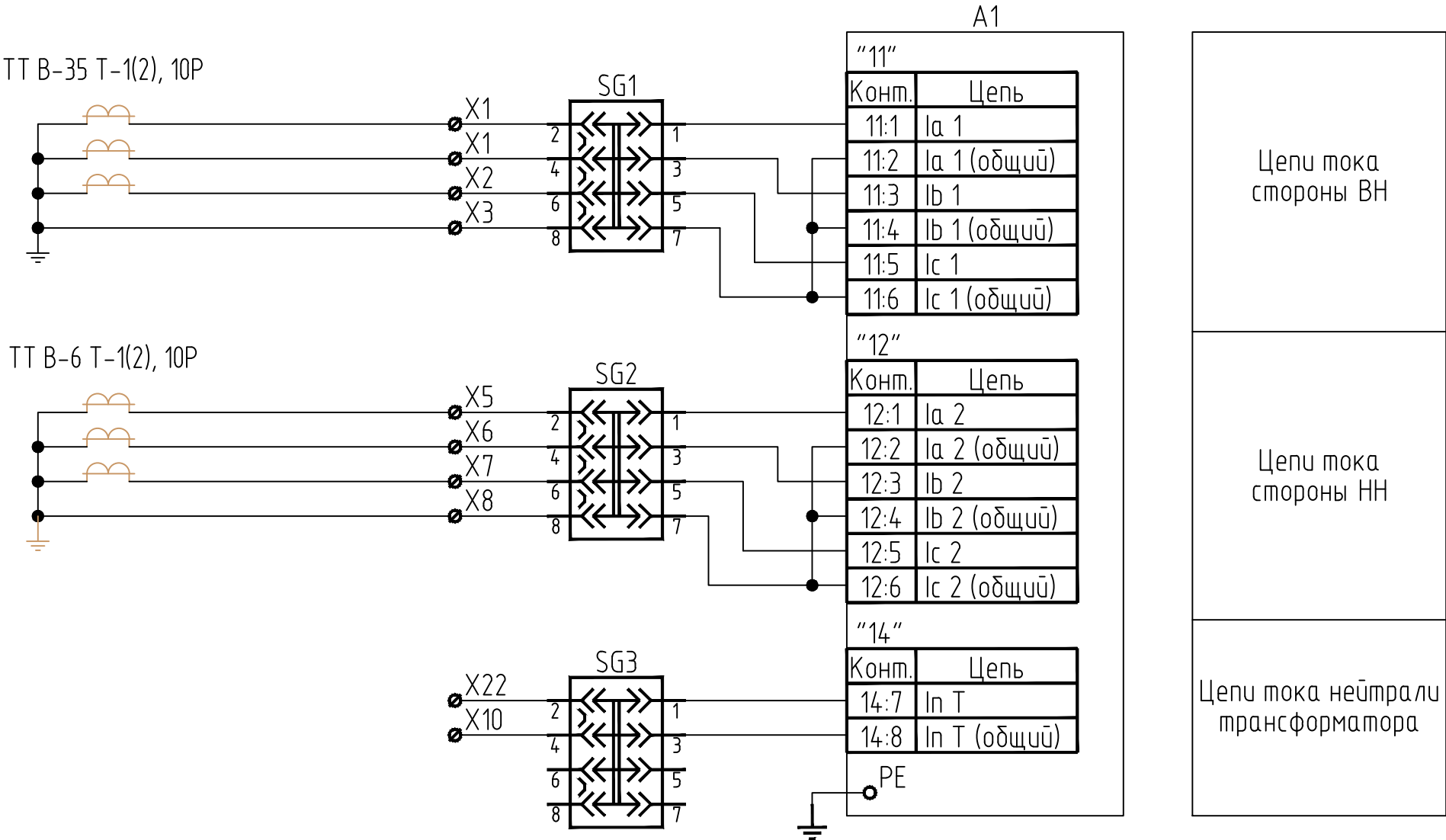


Условные обозначения	
Обознач	Наименование
ДЗТ	Дифференциальная токовая защита трансформатора
МТЗ	Максимальная токовая защита
ТО	Токовая защита
ЗП	Защита от перегрузки
Охлажд	Включение охлаждения трансформатора
ГЗ	Газовая защита трансформатора
ГЗ РПН	Газовая защита РПН
АРНТ	Автоматика регулирования напряжения
ТЗ	Технологические защиты трансформатора
ЗУО	Контроль напряжения нулевой последовательности
КЦН	Контроль цепей напряжения
АУВ	Автоматика управления выключателем
РАС	Регистратор аварийных событий
АИС КУЭ	Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии
УРОВ	Устройство резервирования отказов выключателя
ДЗЗ	Дуговая защита
ЛЗШ	Логическая защита шин
АЧР	Автоматическая частотная разгрузка
АВР	Автоматический ввод резерва
ВНР	Восстановление нормального режима после АВР
ОЗЗ	Защита от замыканий на землю





32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ					
«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»					
Изм.	Колуч	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.	Зиновьев	Зиновьев	06.22	06.22	
Проб.	Головачев	Головачев	06.22	06.22	
Н.конт	Головачев	Головачев	06.22	06.22	
ГИП	Головачев	Головачев	06.22	06.22	
Релейная защита и автоматика				Стадия	Лист
П				1.1	2
Схема распределения защит по трансформаторам тока и напряжения ОРУ-35кВ				ООО «Совэзэнергпроект»	



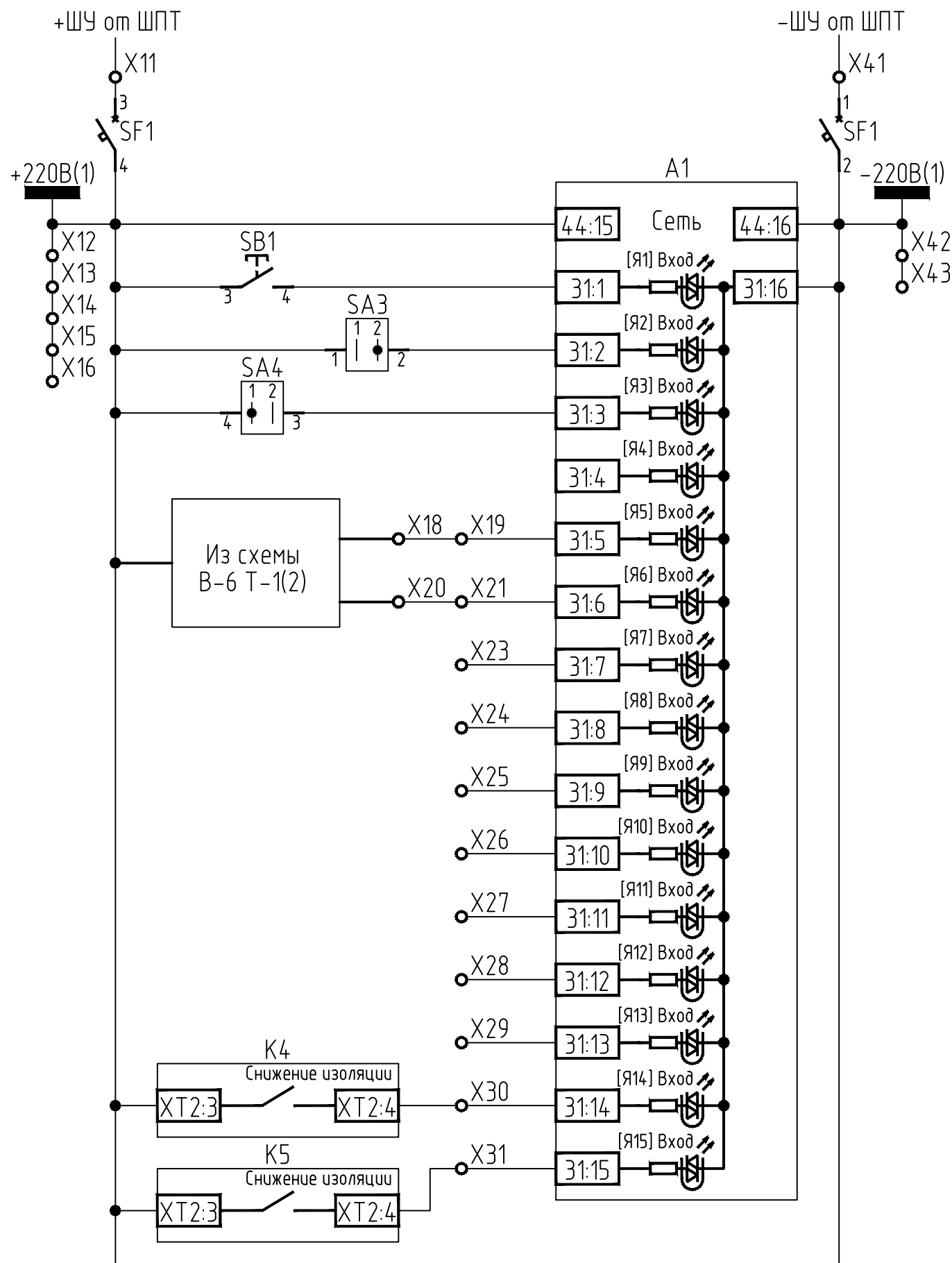
Комплект А01 (основная защита)
Цепи тока



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

						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев			06.22		П	2.1	18
Пров.		Головачев			06.22				
						Шкаф ШЭ-МТ-022. Защита и АУВ трансформатора. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев			06.22				
ГИП		Головачев			06.22				

Комплект А01 (основная защита)
Цепи оперативного тока



Автомат питания терминала и цепей оперативного тока
Питание терминала
Кбитирование сигнализации
Ввод 2 программы уставок
Выход ДЗТ
Резерв
Отключение от внешних защит
Отключение от УРОВ нижестоящих защит
Резерв
Неисправность цепи датчика перегрева на отключение
Неисправность цепи предохранительного клапана

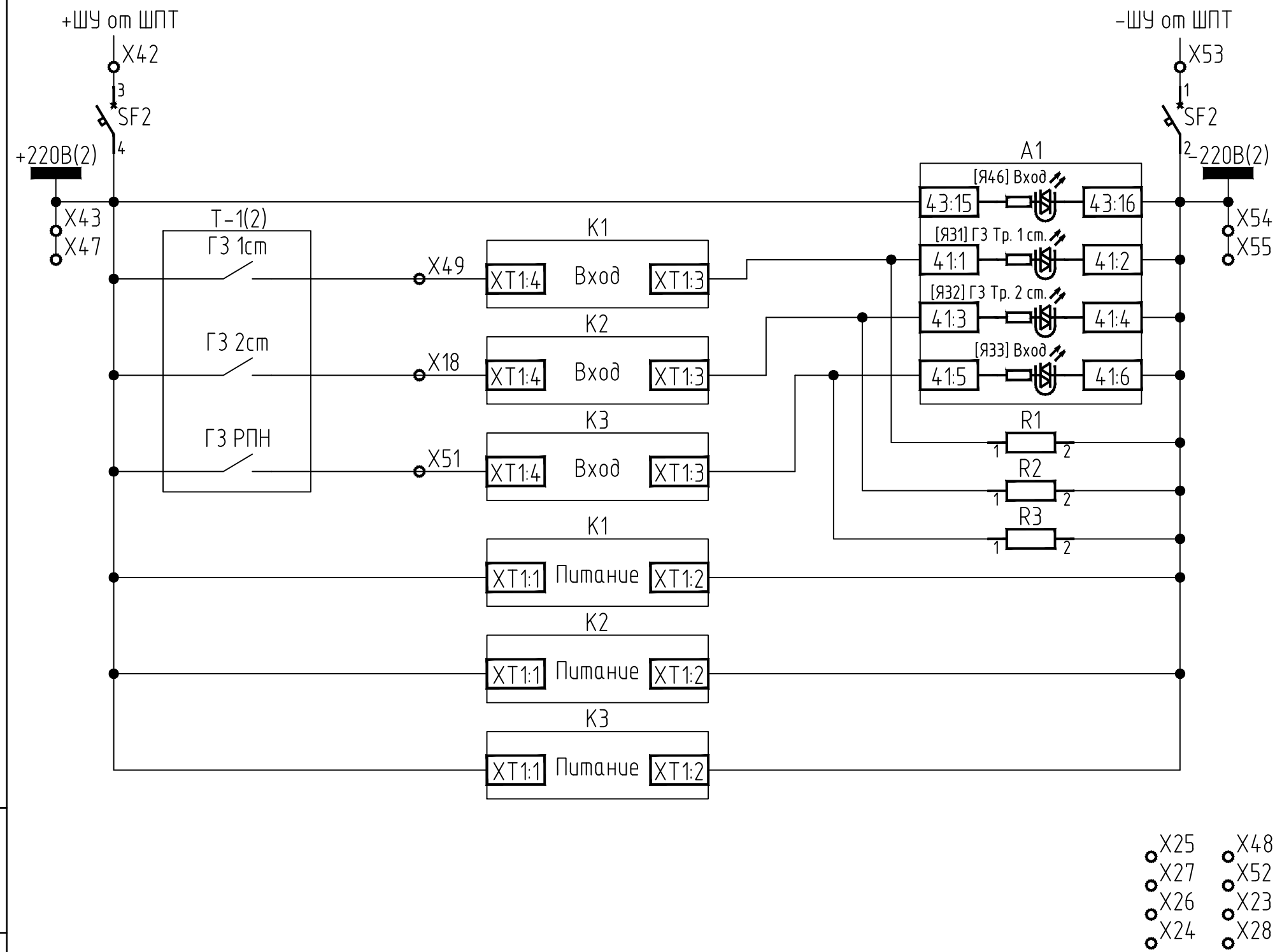
Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

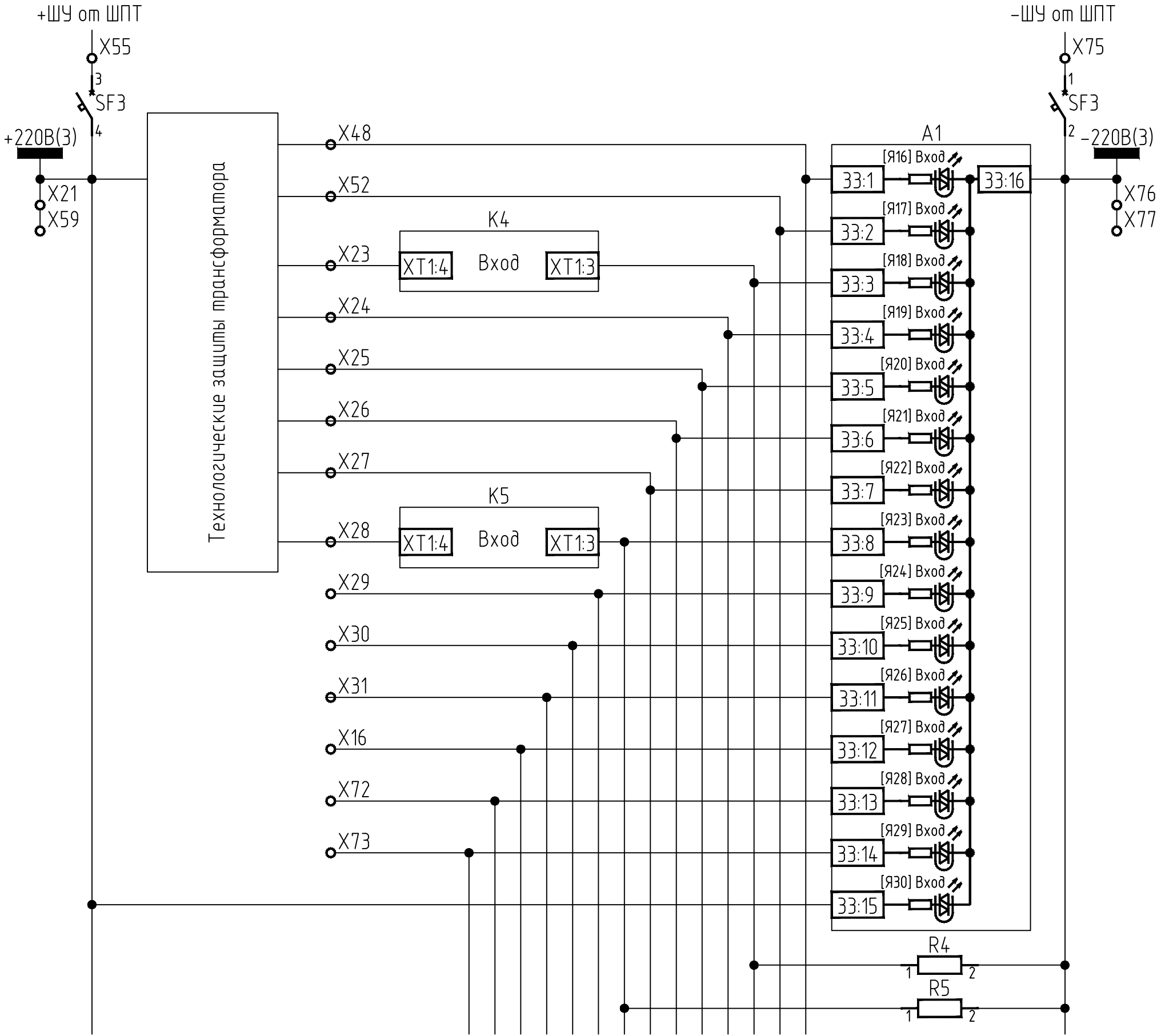
Лист
2.2

Комплект А01 (основная защита)
Цепи оперативного тока (газовой защиты)



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

Комплект А01 (основная защита)
Цепи оперативного тока (технологических защит)



Автомат питания цепей технологических защит
Неисправность системы охлаждения
Срабатывание датчика перегрева на сигнал
Срабатывание датчика перегрева на отключение
Срабатывание датчика мин. уровня масла
Срабатывание датчика макс. уровня масла
Срабатывание датчика мин. уровня масла РПН
Блокировка РПН по температуре
Срабатывание предохранительного клапана
Резерв
Контроль питания цепей технологических защит

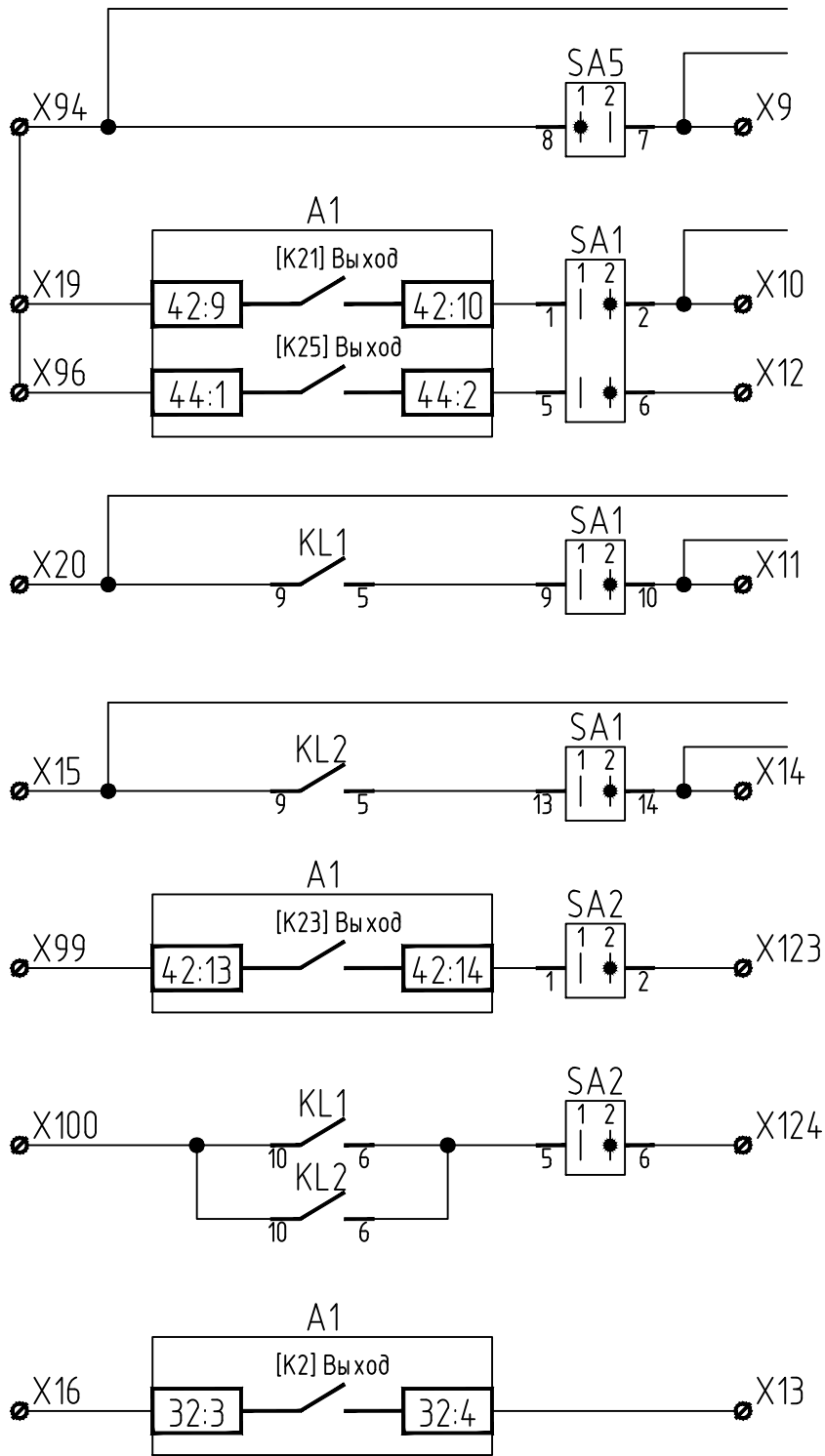
В цепи технологических защит комплекта А02 (резервные защиты)

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

Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

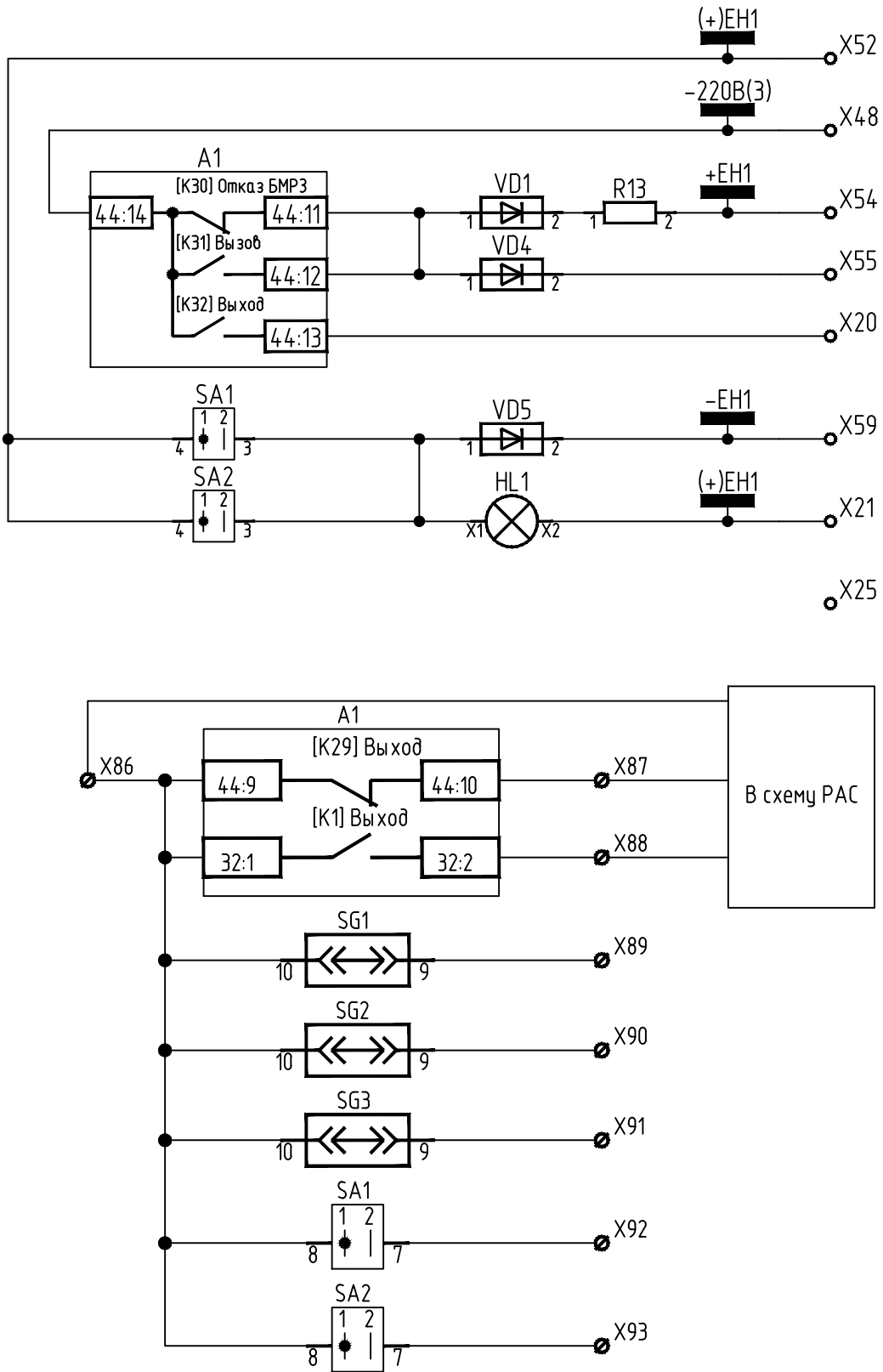
Комплект А01 (основная защита)
Цепи выходные



В цепи технологических защит комплекта А02 (резервные защиты)

Перевод 2 ст. ГЗ на сигнал	
Отключение через АУВ	Цепи выключателя ВН
Запрет АПВ	
Отключение через ЗО1	
Отключение через ЗО2	
Отключение через АУВ	Цепи выключателя НН
Отключение через ЗО1	
Пуск охлаждения по току (В схему обдува трансформатора)	

Комплект А01
Цепи сигнализации



Питание цепей сигнализации
Предупредительная сигнализация
К лампе "Вызов"
Срабатывание защит
Опробование ламп
Лампа "Выход"
Свободный зажим для разделения цепей

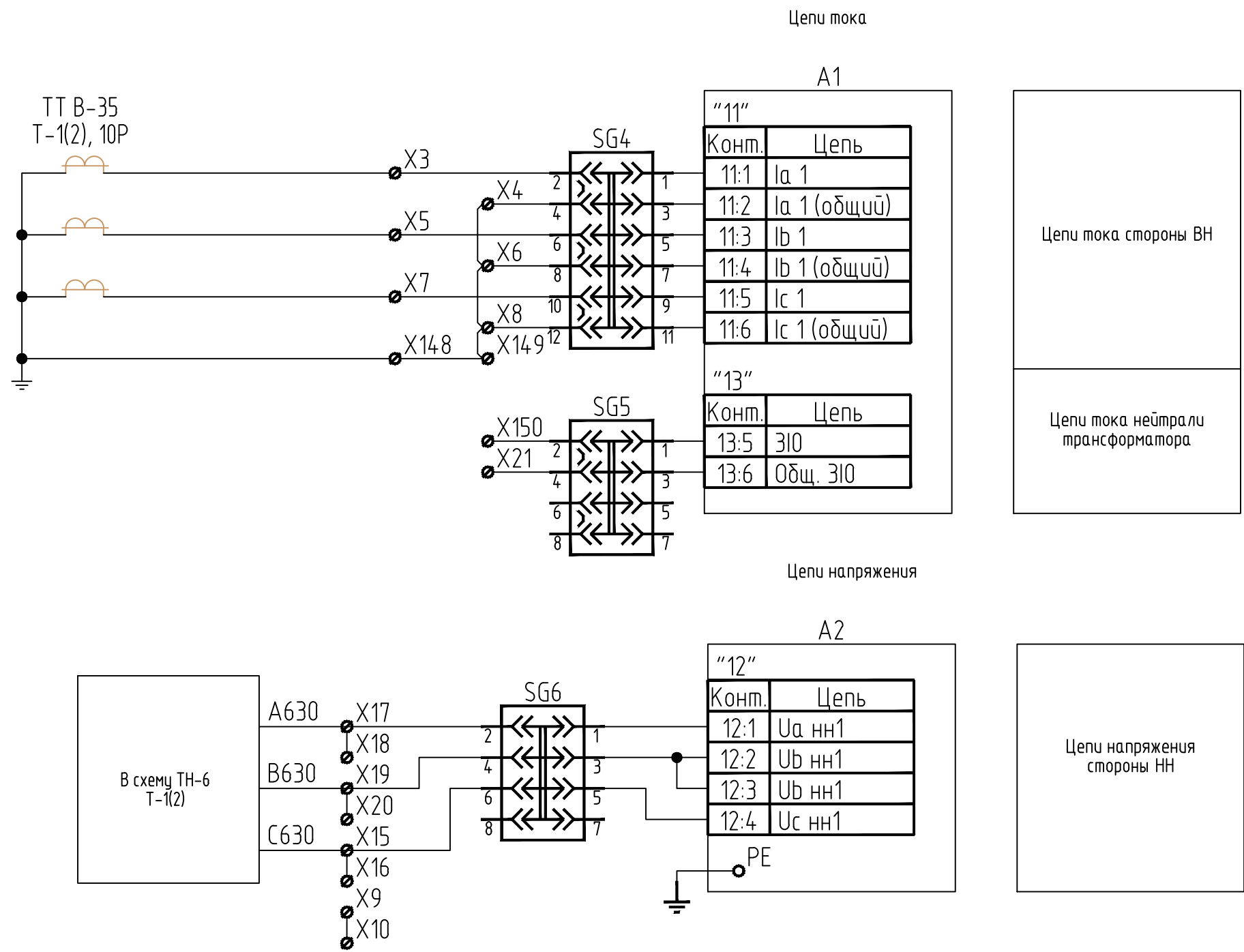
Отказ БМРЗ
Срабатывание защит
Контроль положения рабочих крышек испытательных блоков
Действие комплекта на выключатель ВН выведено
Действие комплекта на выключатель НН выведено

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

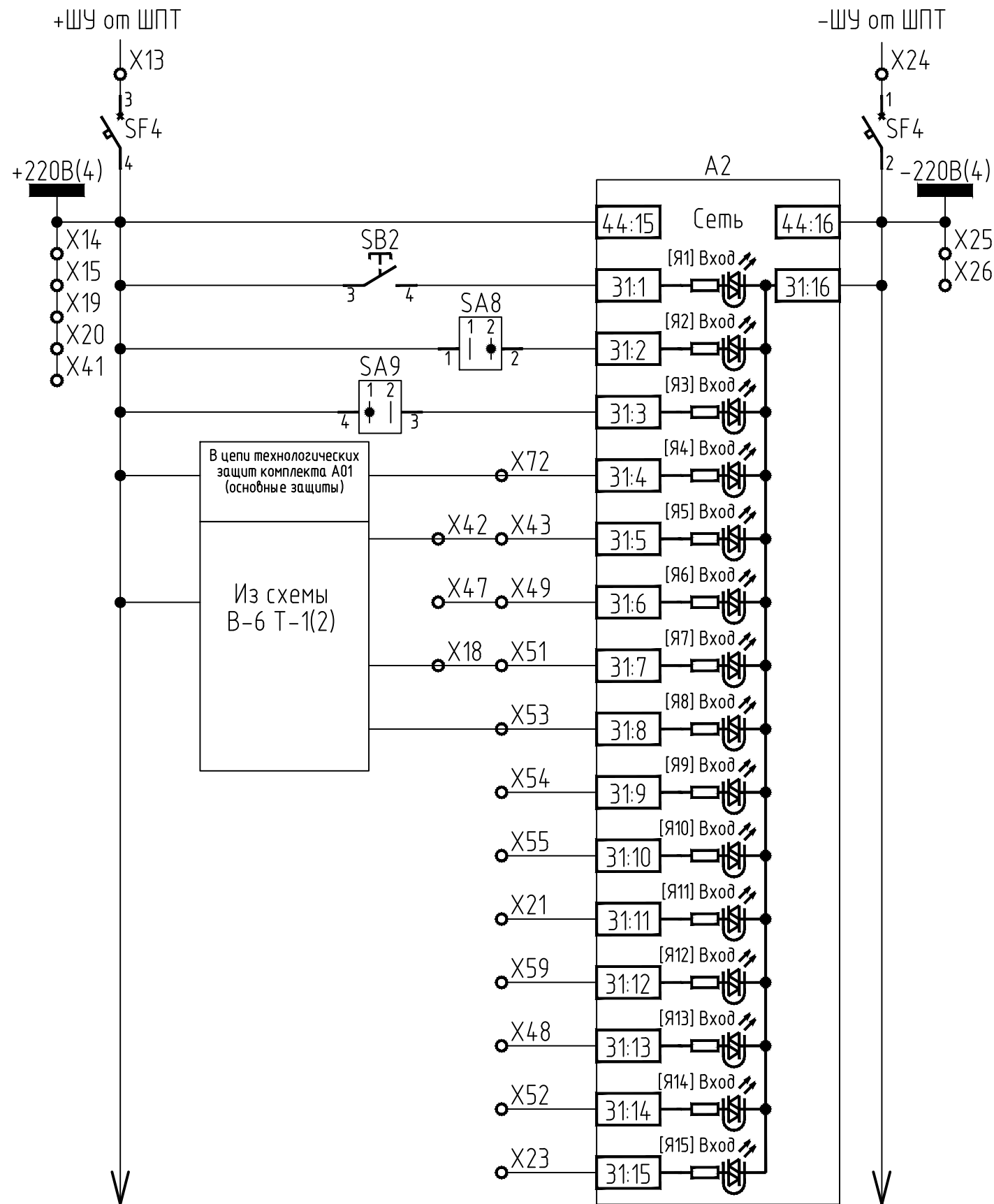
32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Комплект А02 (резервная защита)
Токовые цепи и цепи напряжения



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

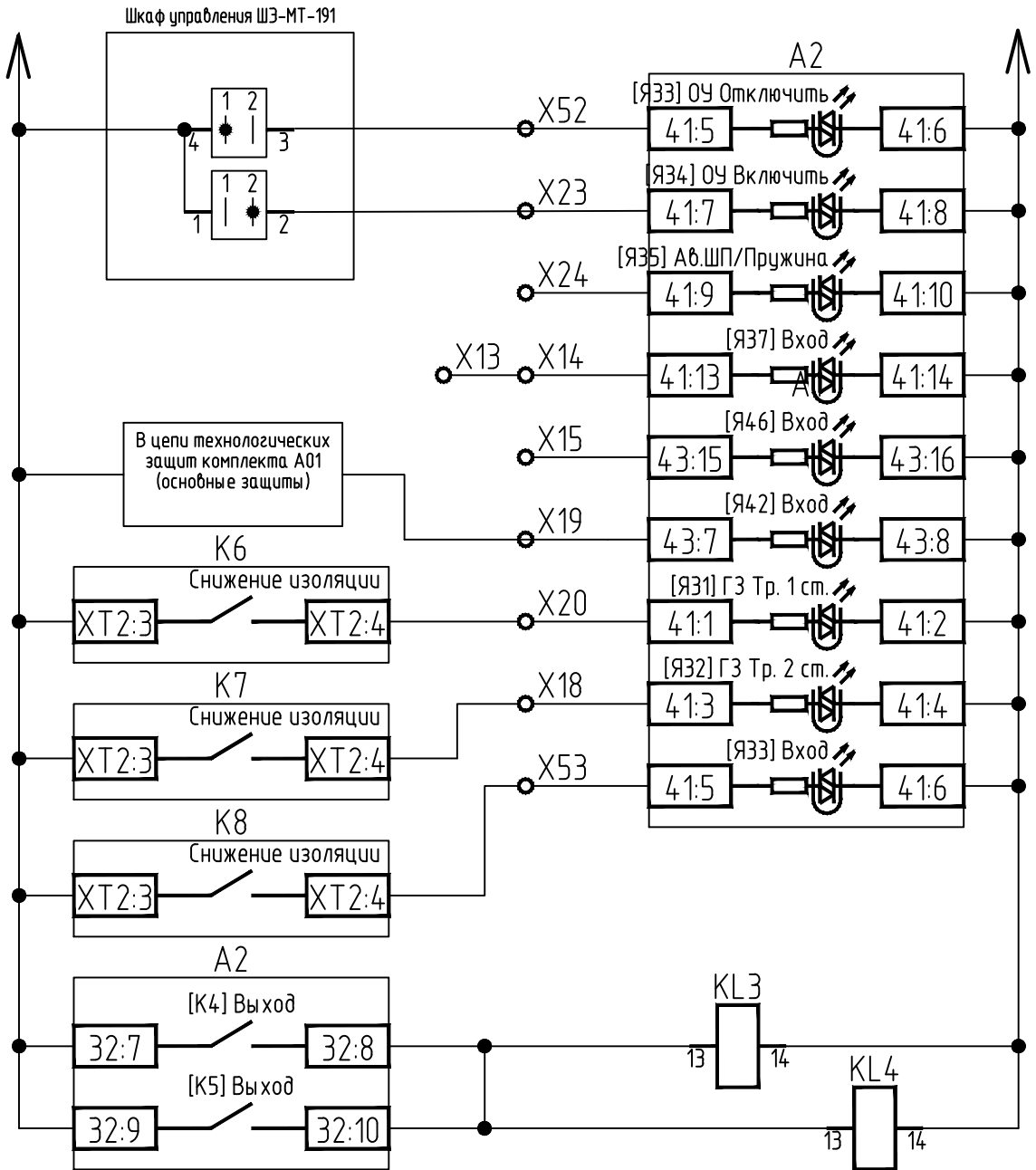
Комплект А02
Цепи оперативного тока



Автомат питания терминала и цепей оперативного тока
Питание терминала
Квитирование сигнализации
Ввод 2 программы уставок
Выход МТЗ
Отключение от комплекта основной защиты
Отключение от внешних защит
Отключение от защиты от дуговых замыканий
Отключение от УРОВ нижестоящих защит
РПВ НН1
Резерв
Ремонтный режим выключателя ВН
Предупр. сигнал снижения давления элегаза в выкл.
Авар. сигнал снижения давления элегаза в выкл.
Резерв

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

Комплект А02
Цепи оперативного тока



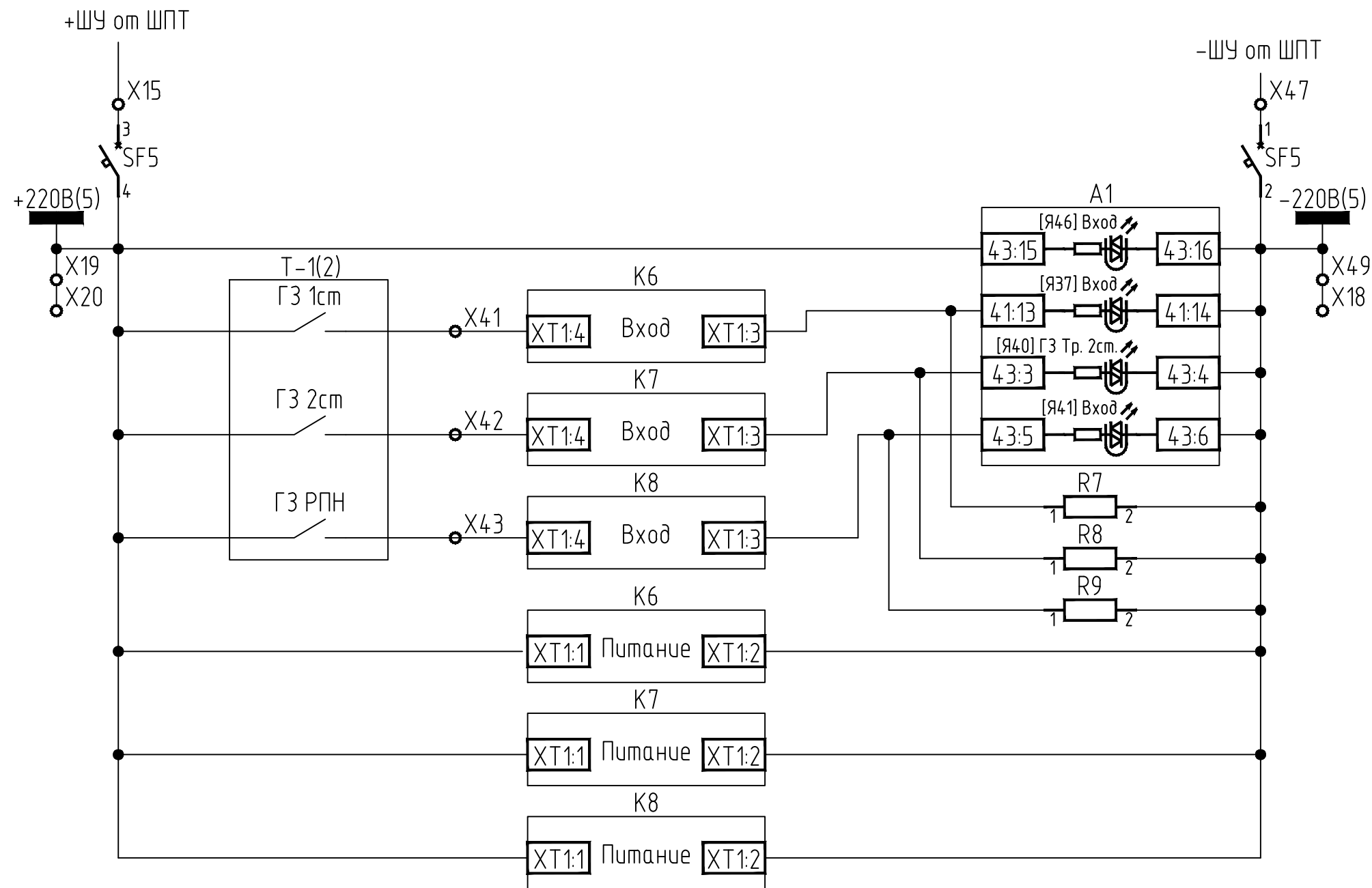
Оперативное отключение
Оперативное включение
Готовность выключателя
Ввод оперативного управления из АСУ
Резерв
Перевод 2 ст. ГЗ Т на сигнал
Неисправность цепи 1 ст. ГЗ трансформатора
Неисправность цепи 2 ст. ГЗ трансформатора
Неисправность цепи ГЗ РПН
Реле отключения трансформатора

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Комплект А02
Цепи оперативного тока



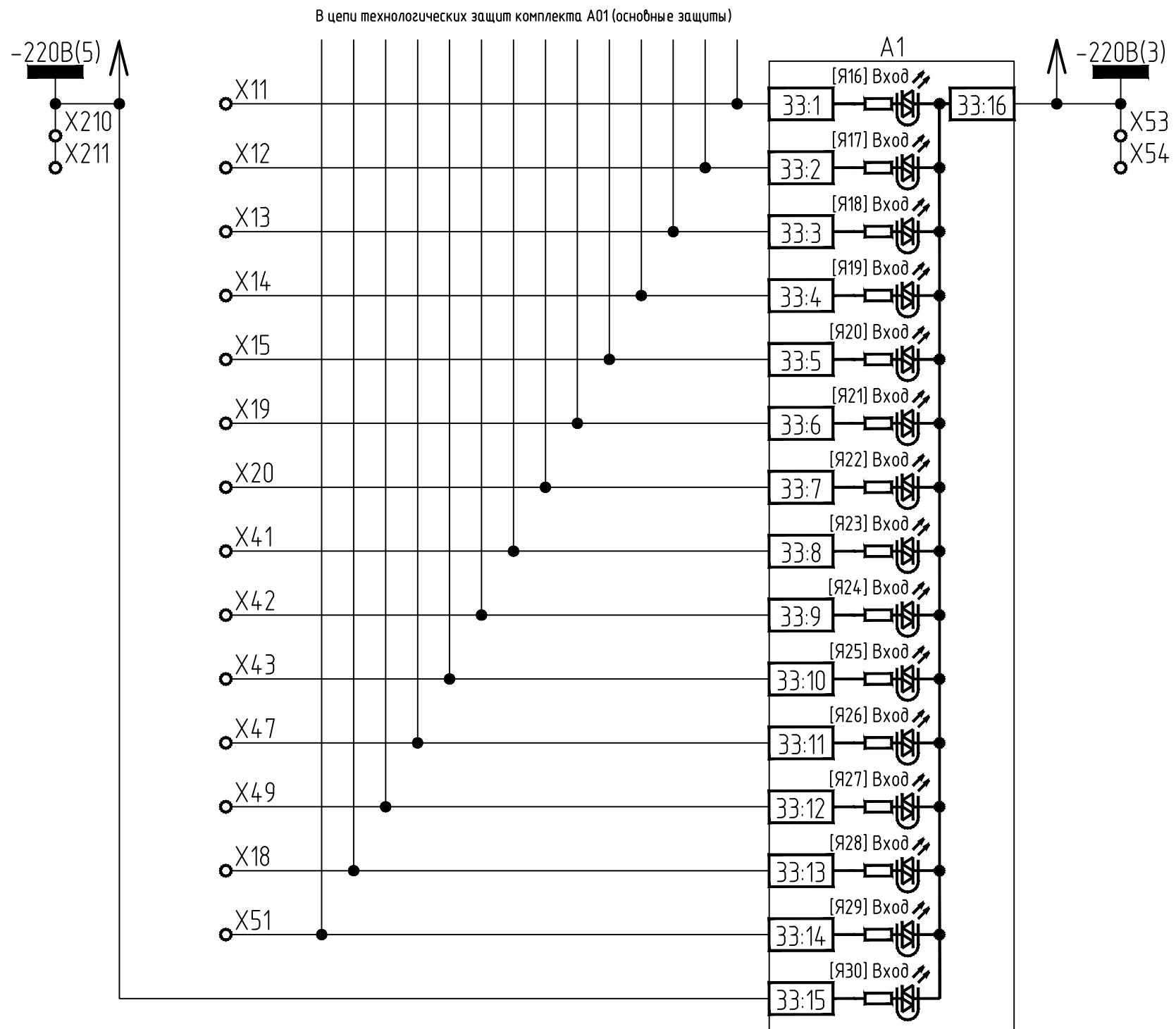
Автомат питания цепей газовой защиты
Контроль питания цепей ГЗ
ГЗ трансформатора 1 ст. (сигнал)
ГЗ трансформатора 2 ст. (отключение)
ГЗ РПН
Питание реле контроля изоляции цепи 1 ст. ГЗ трансформатора
Питание реле контроля изоляции цепи 2 ст. ГЗ трансформатора
Питание реле контроля изоляции цепи ГЗ РПН

Инд. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

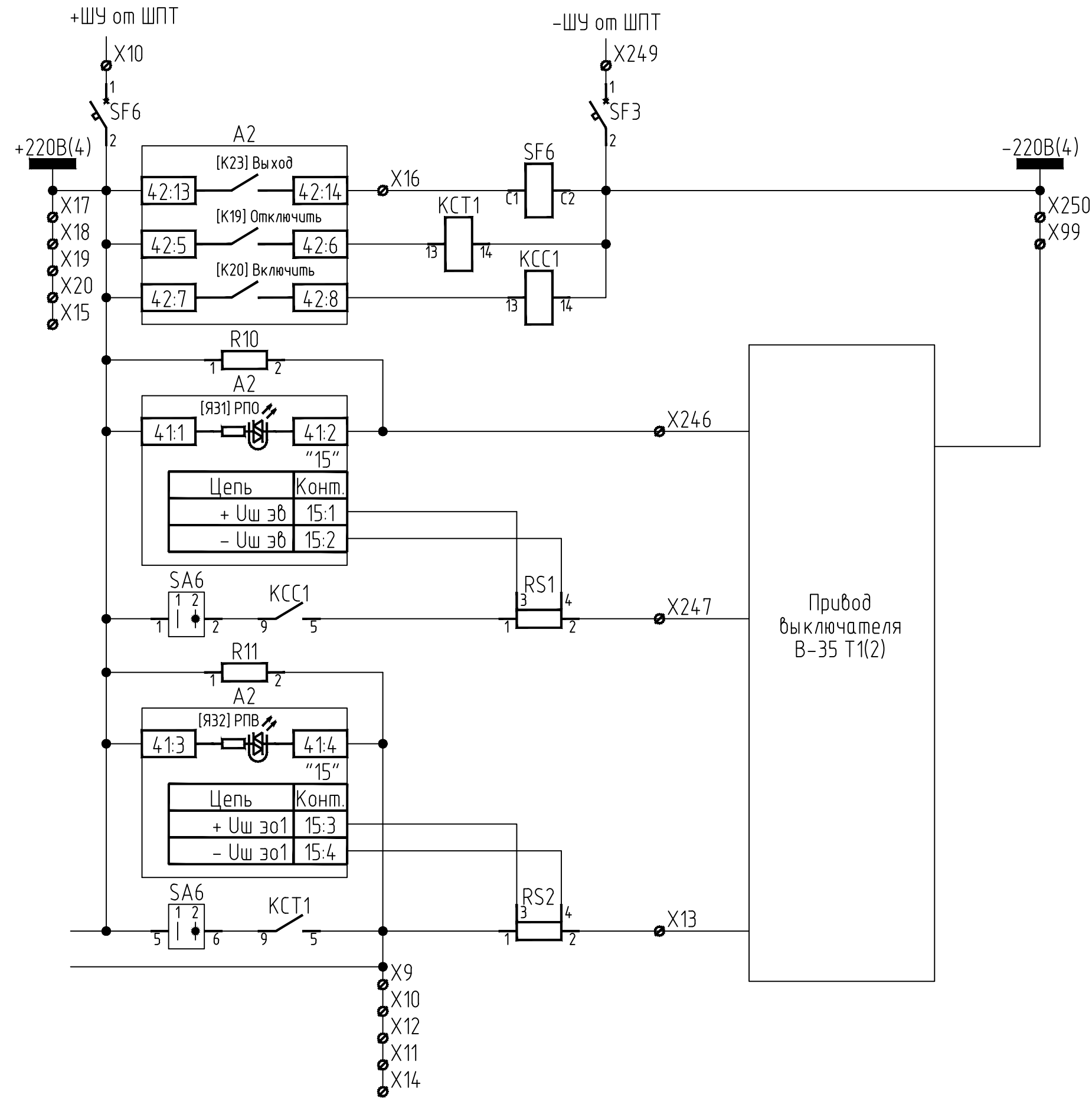
Комплект А02
Цепи оперативного тока



Неисправность системы охлаждения
Срабатывание датчика перегрева на сигнал
Срабатывание датчика перегрева на отключение
Срабатывание датчика мин. уровня масла
Срабатывание датчика макс. уровня масла
Срабатывание датчика мин. уровня масла РПН
Блокировка РПН по температуре
Срабатывание предохранительного клапана
Резерв
Контроль питания цепей технологических защит

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

Комплект А02
Цепи оперативного тока



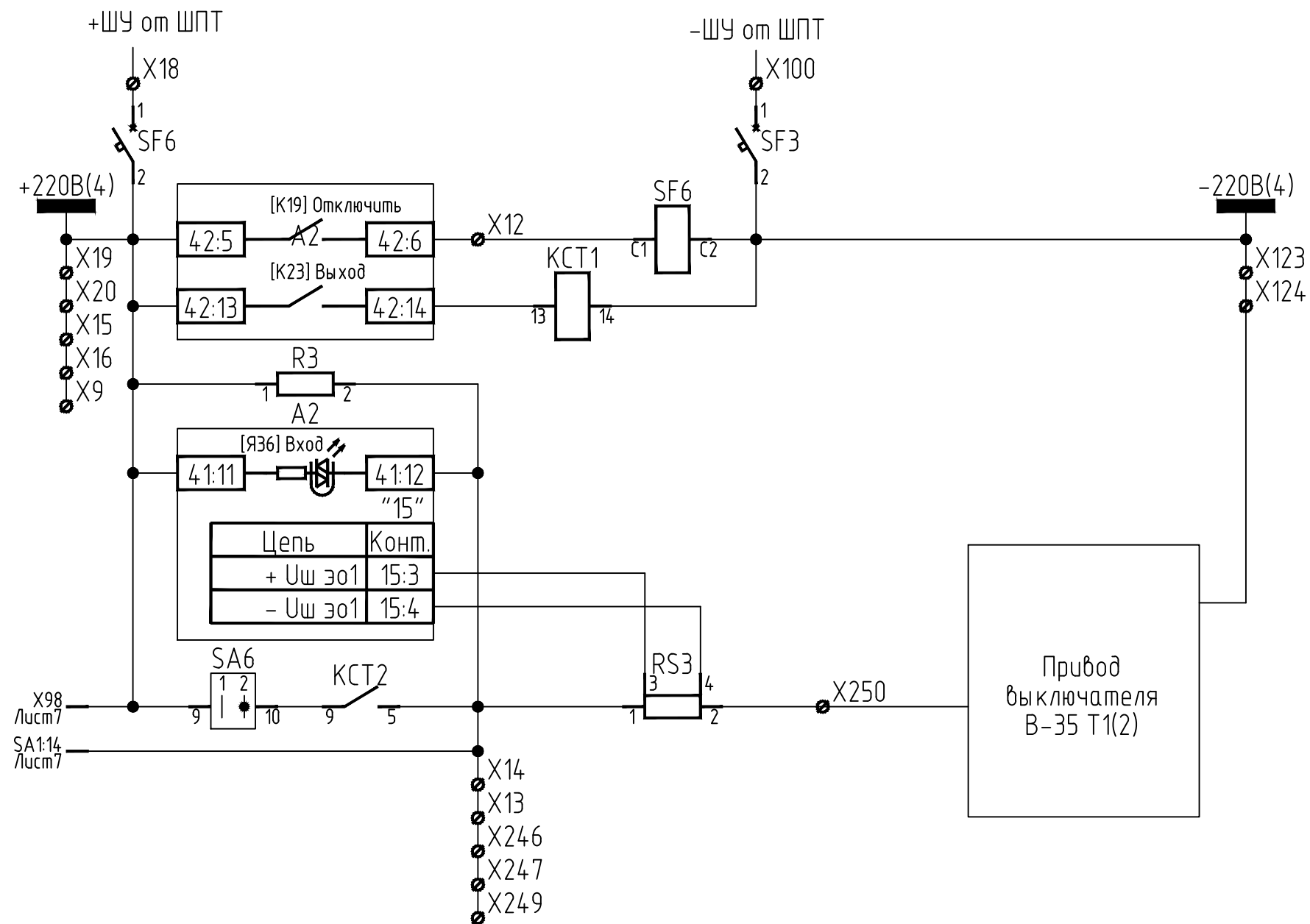
Автомат питания цепей ЭВ, Э01
Защита ЭВ, Э01 от длительного протекания тока
Реле команды "Отключить"
Реле команды "Включить"
Контроль отключенного положения выключателя
Контроль тока ЭВ
Цепь включения выключателя
Контроль включенного положения выключателя
Контроль тока Э01
Цепь отключения выключателя через Э01

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Комплект А02
Цепи оперативного тока



Автомат питания цепей Э02
Защита Э02 от длительного протекания тока
Реле команды "Отключить"
Контроль отключенного положения выключателя
Контроль тока Э02
Цепь отключения выключателя через Э02
Свободные зажимы для разделения цепей

Привод
выключателя
В-35 Т1(2)

○ X166	○ X205	⊗ X21	⊗ X11
○ X174	○ X209	⊗ X22	⊗ X99
○ X193	○ X226	○ X10	
○ X197	○ X42	⊗ X17	
○ X201	⊗ X150	⊗ X10	

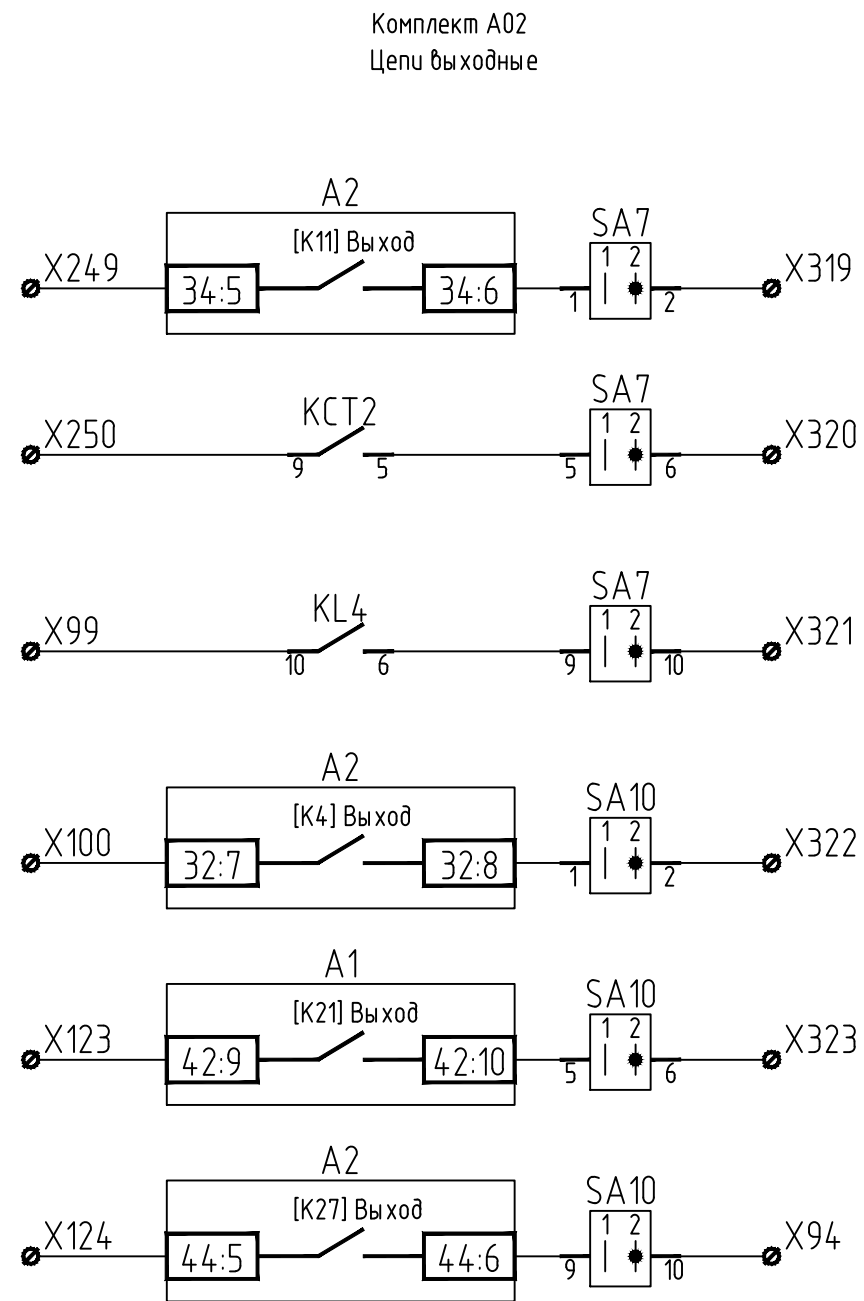
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

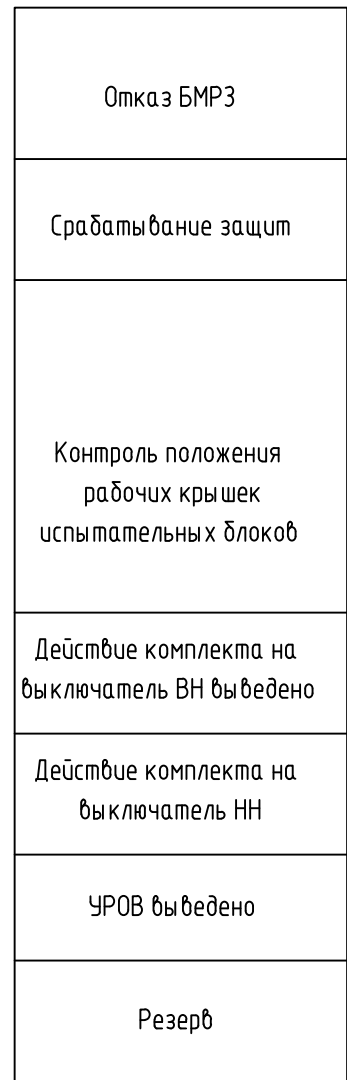
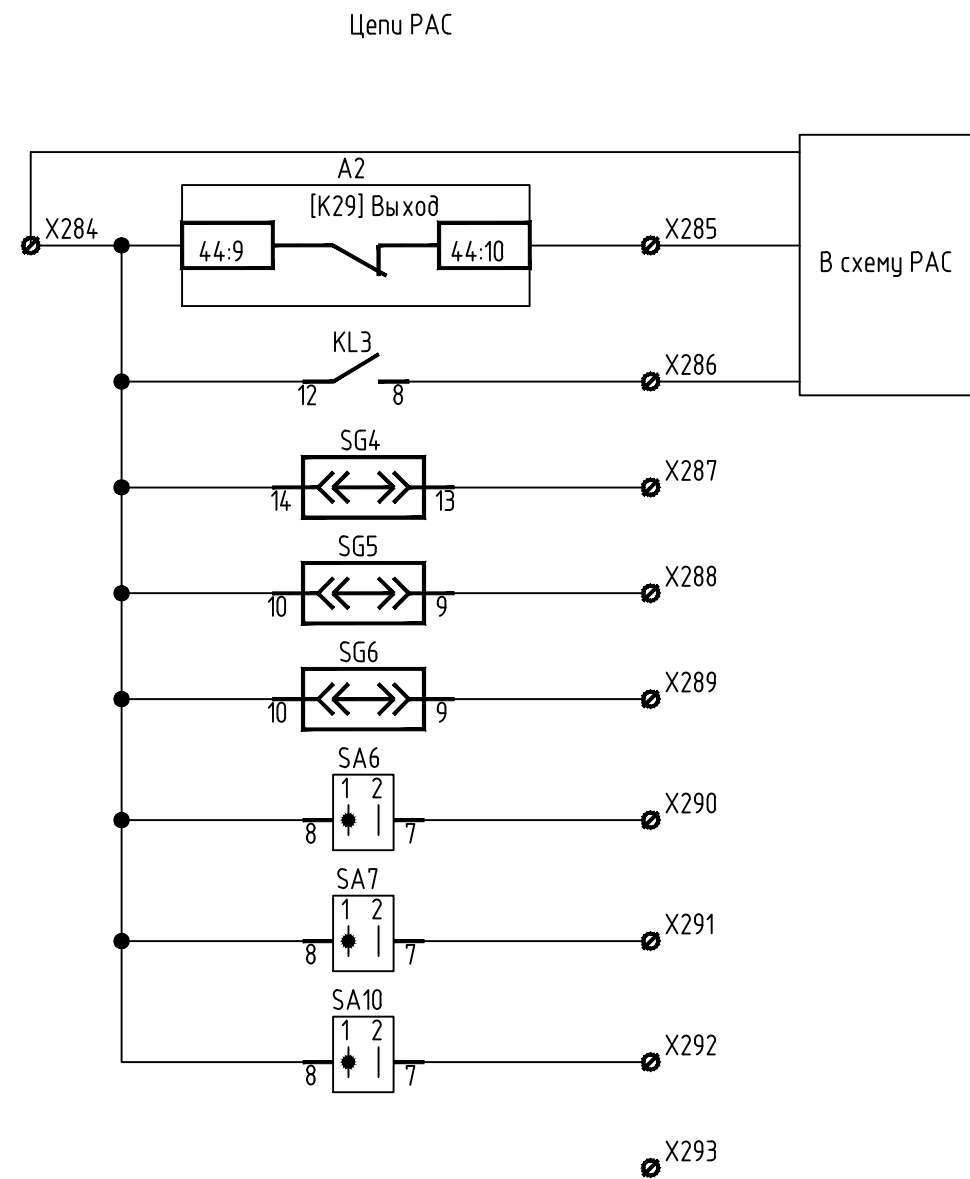
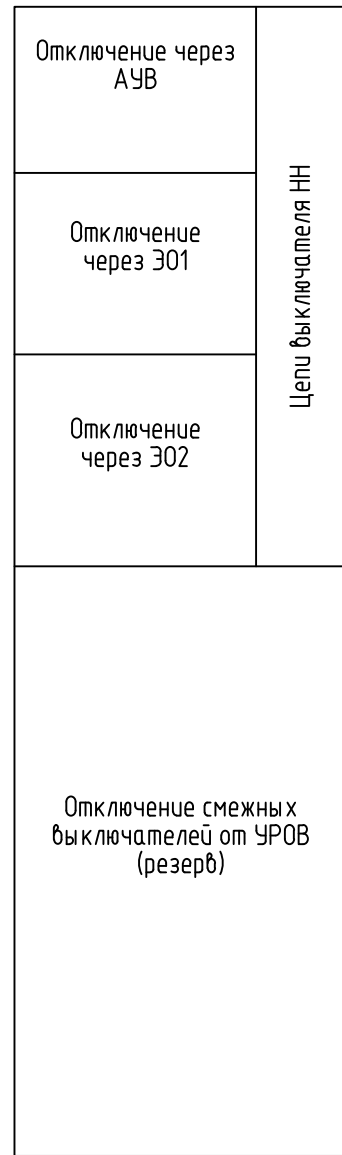
Лист
2.12

Формат АЗ

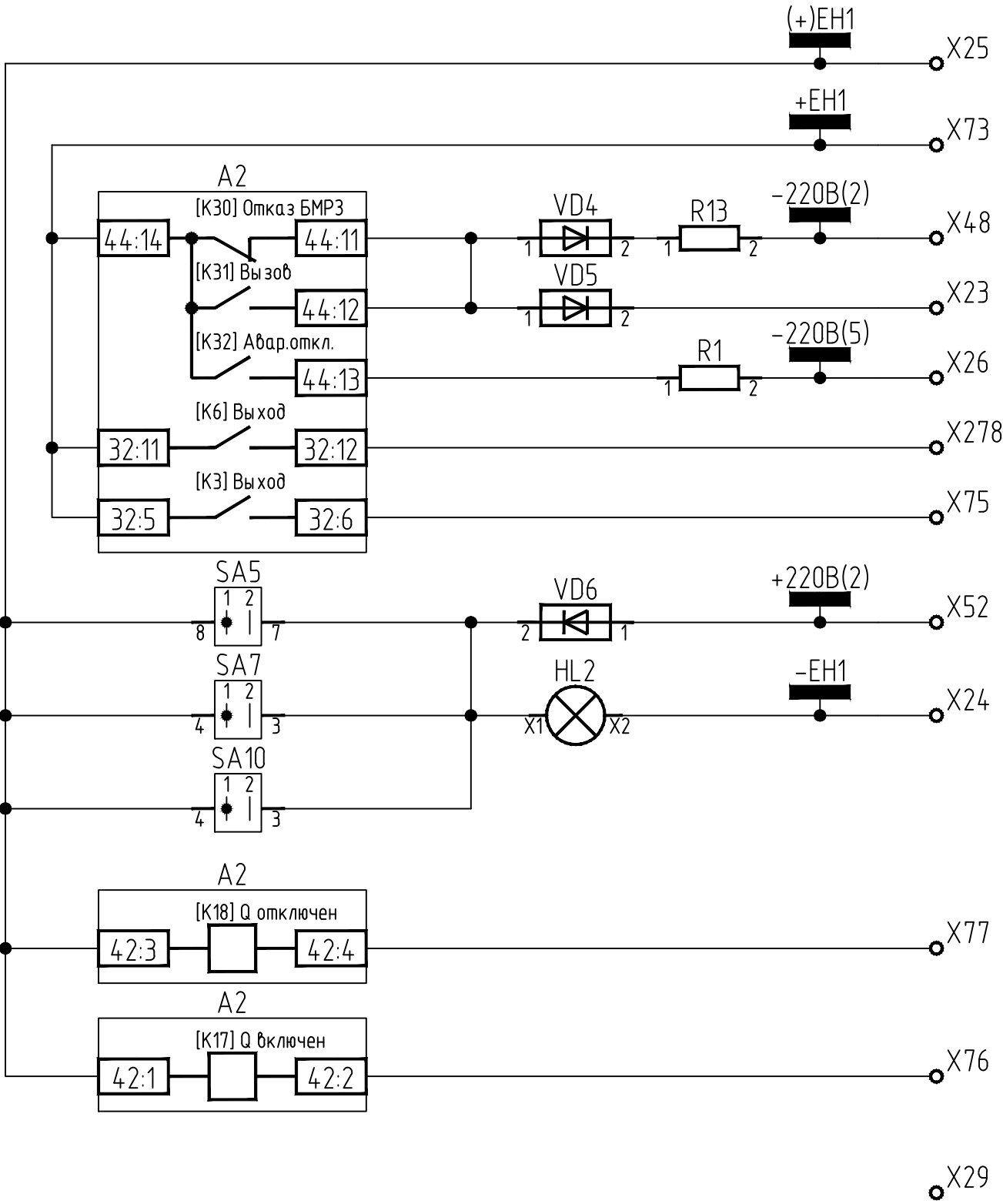
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



В схему В-6 Т-1(2)



Комплект А02
Цепи сигнализации

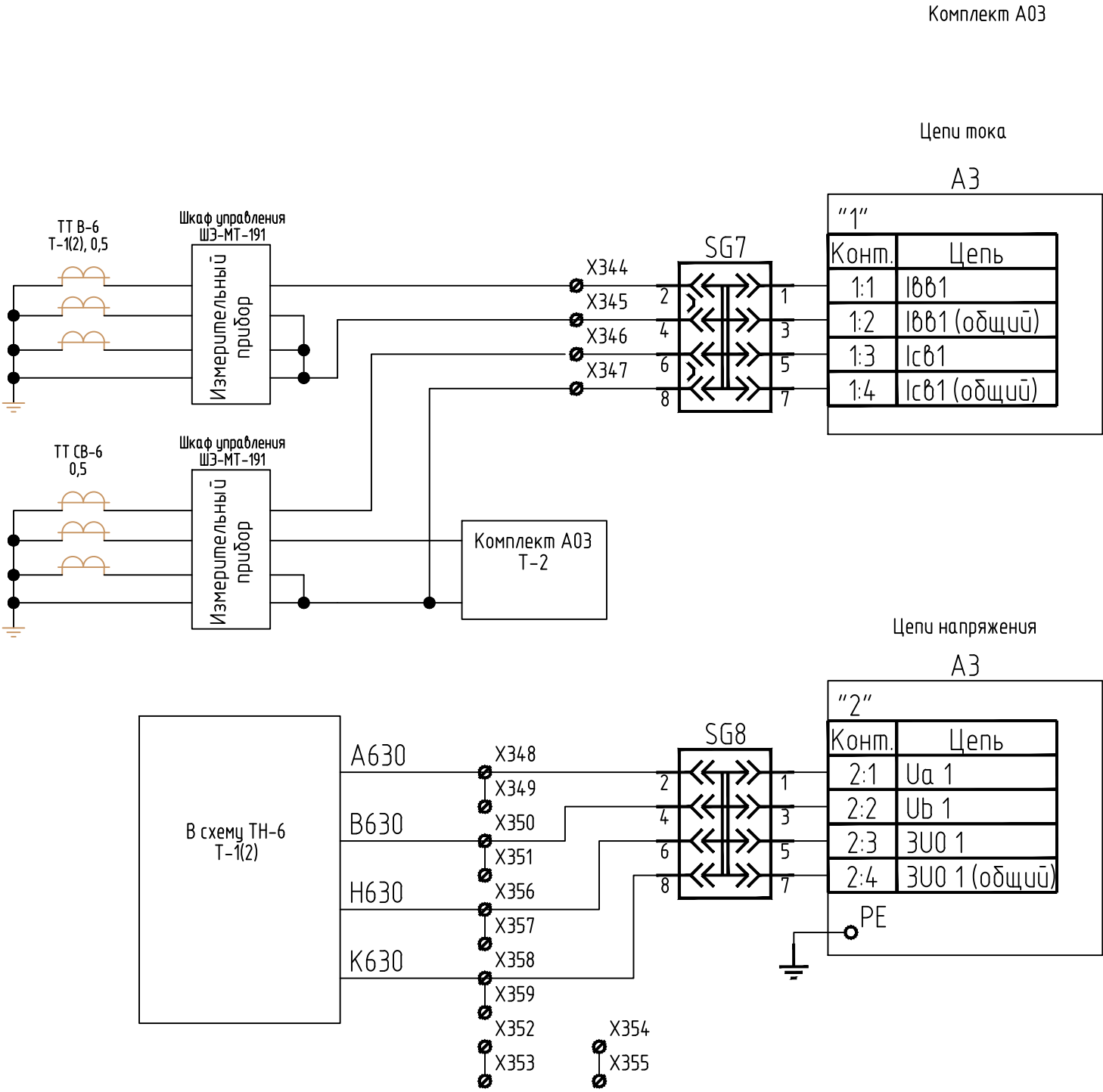


Питание цепей сигнализации
Предупредительная сигнализация
К лампе "Вызов"
Аварийная сигнализация
Срабатывание защит
Неисправность выключателя
Опробование ламп
Лампа "Выход"
Сигнализация отключенного положения выключателя
Сигнализация включенного положения выключателя
Свободный зажим для разделения цепей

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

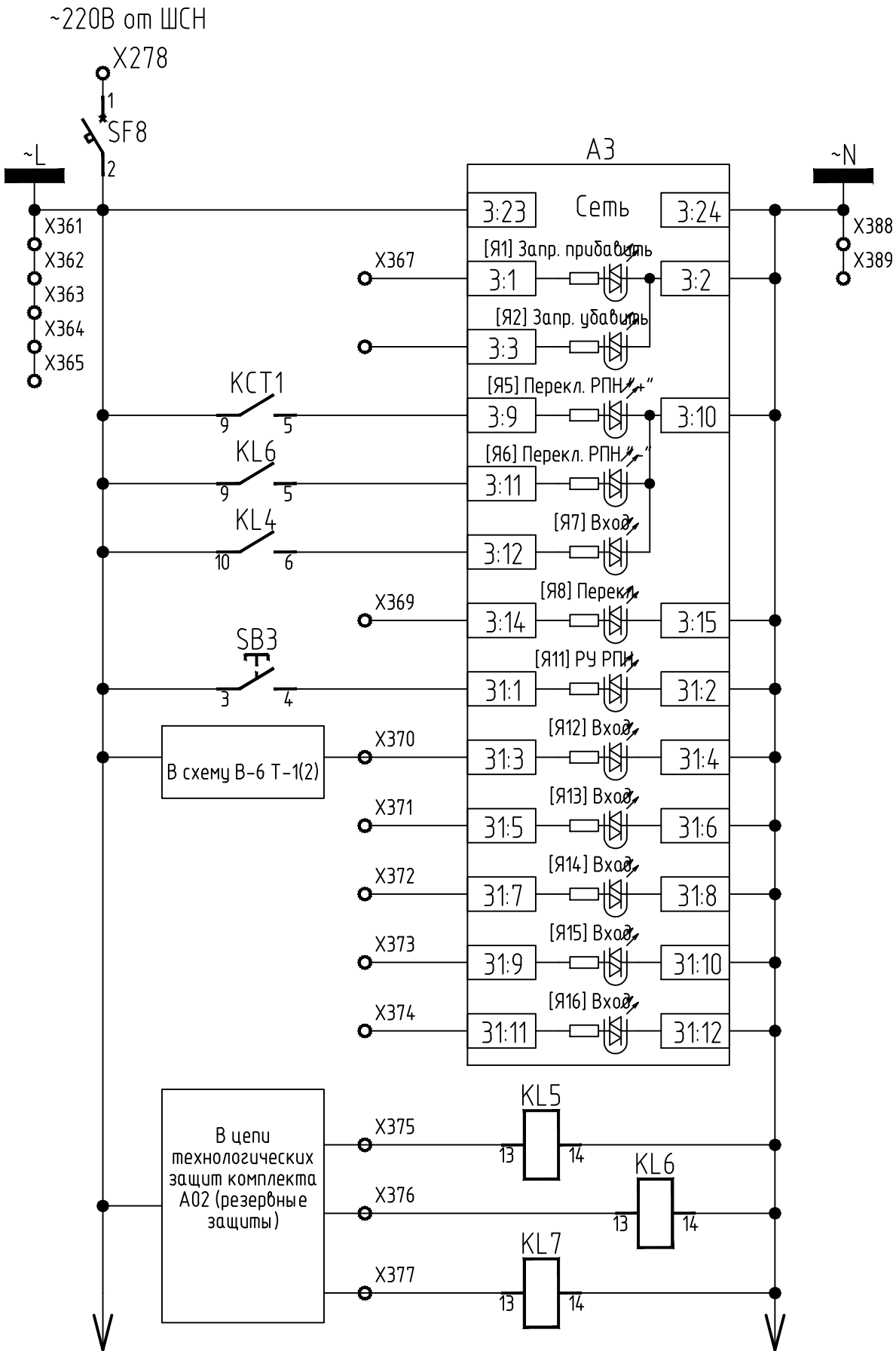


Цепи тока выключателя
ввода стороны НН

Цепи тока секционного
выключателя стороны НН

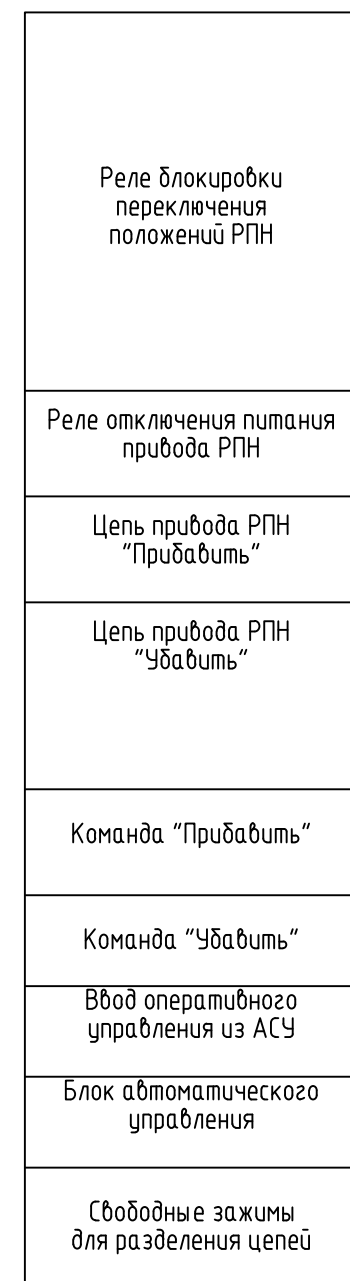
Цепи напряжения
стороны НН

Резерв



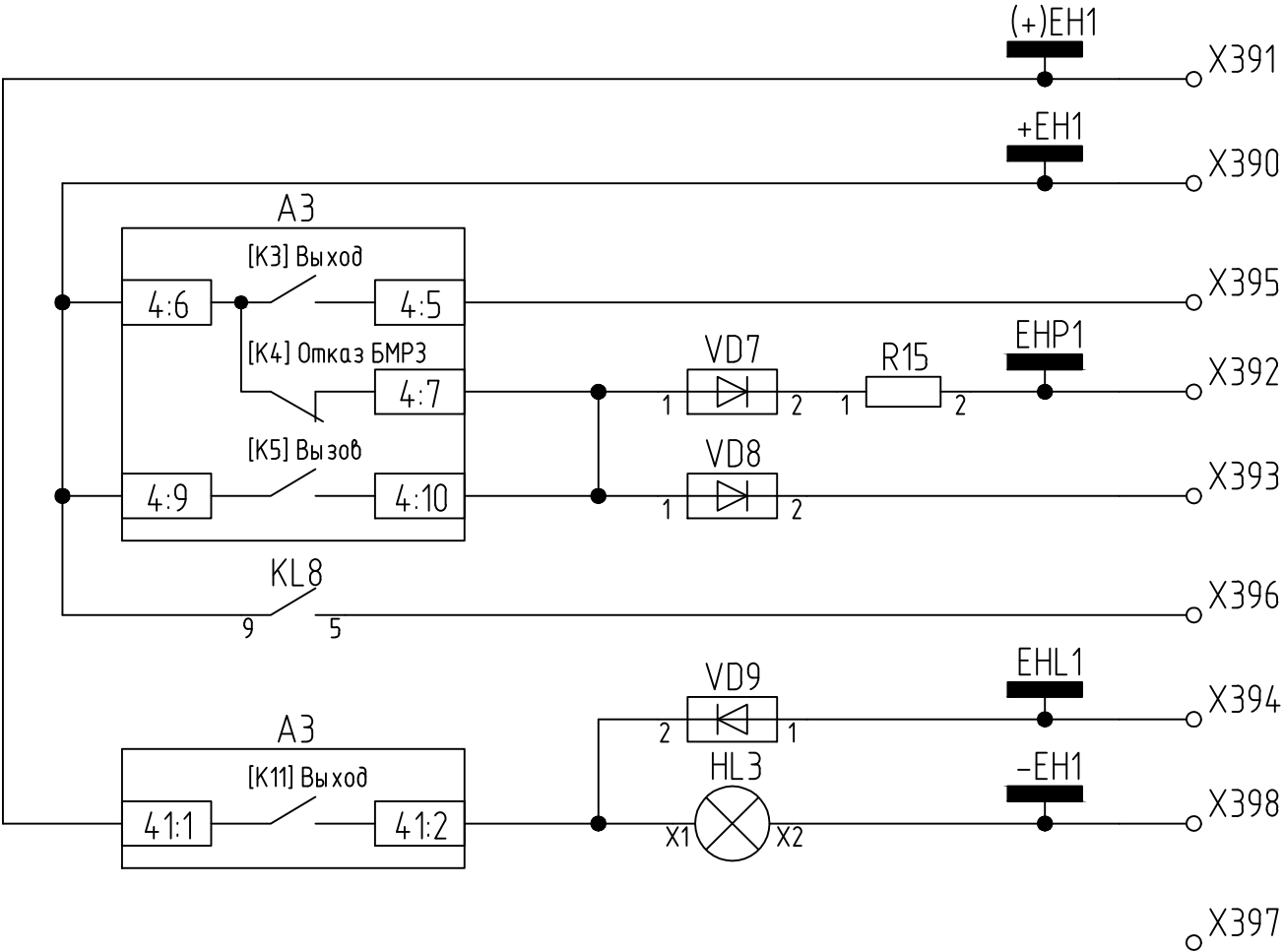
Автомат питания терминала и цепей оперативного тока
Питание терминала
Запрет команды "Прибавить"
Запрет команды "Убавить"
Блокировка переключения по температуре
Блокировка переключения при пониж. уровня масла
Блокировка переключения от защит
Переключение привода РПН
Квитирование сигнализации
Отключенное положения ВВ стороны НН
Резерв
Ручное управление с привода РПН
Реле блокировки переключения по температуре
Реле блокировки переключения при пониж. уровня масла
Реле блокировки переключения от защит

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



Формат А3

Комплект А03
Цепи сигнализации

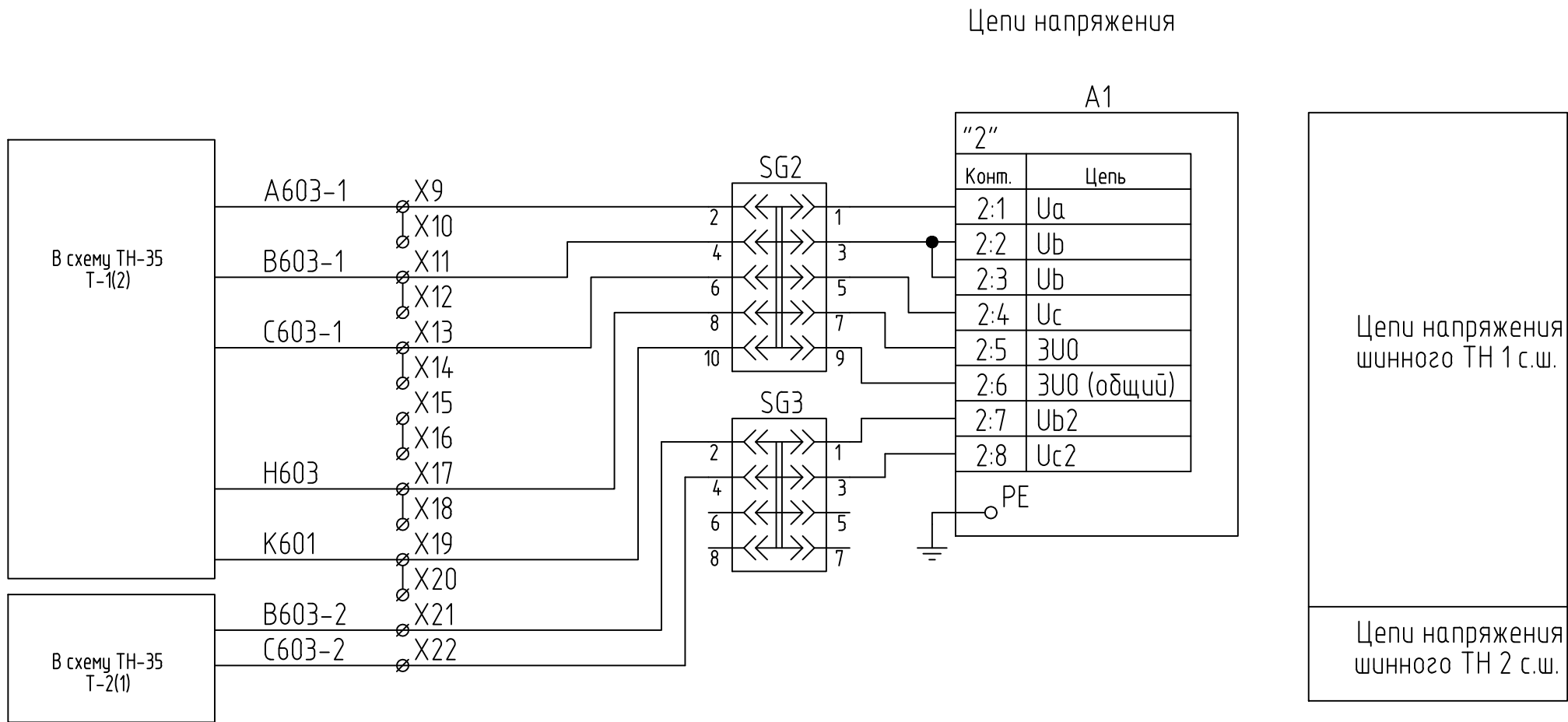
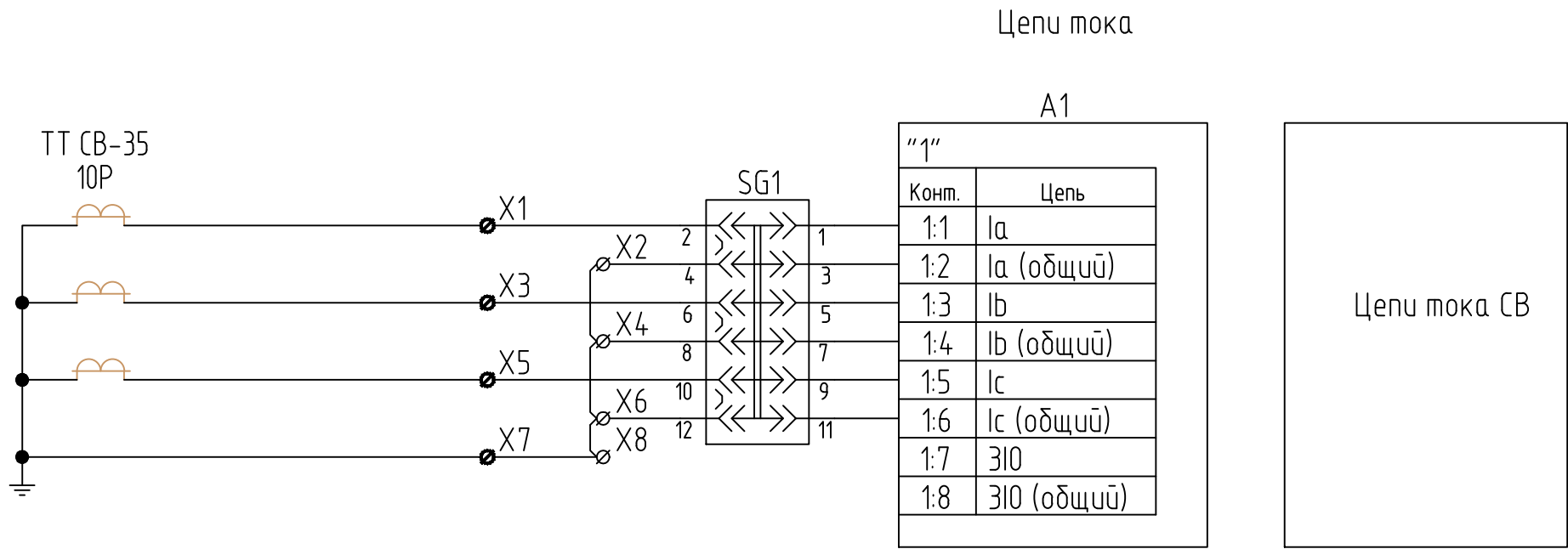


Питание цепей сигнализации
Отказ РПН
Предупредительная сигнализация
К лампе "Вызов"
Регулирование заблокировано
Опробование ламп
Лампа "Блокировка РПН"
Свободный зажим для разделения цепей

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

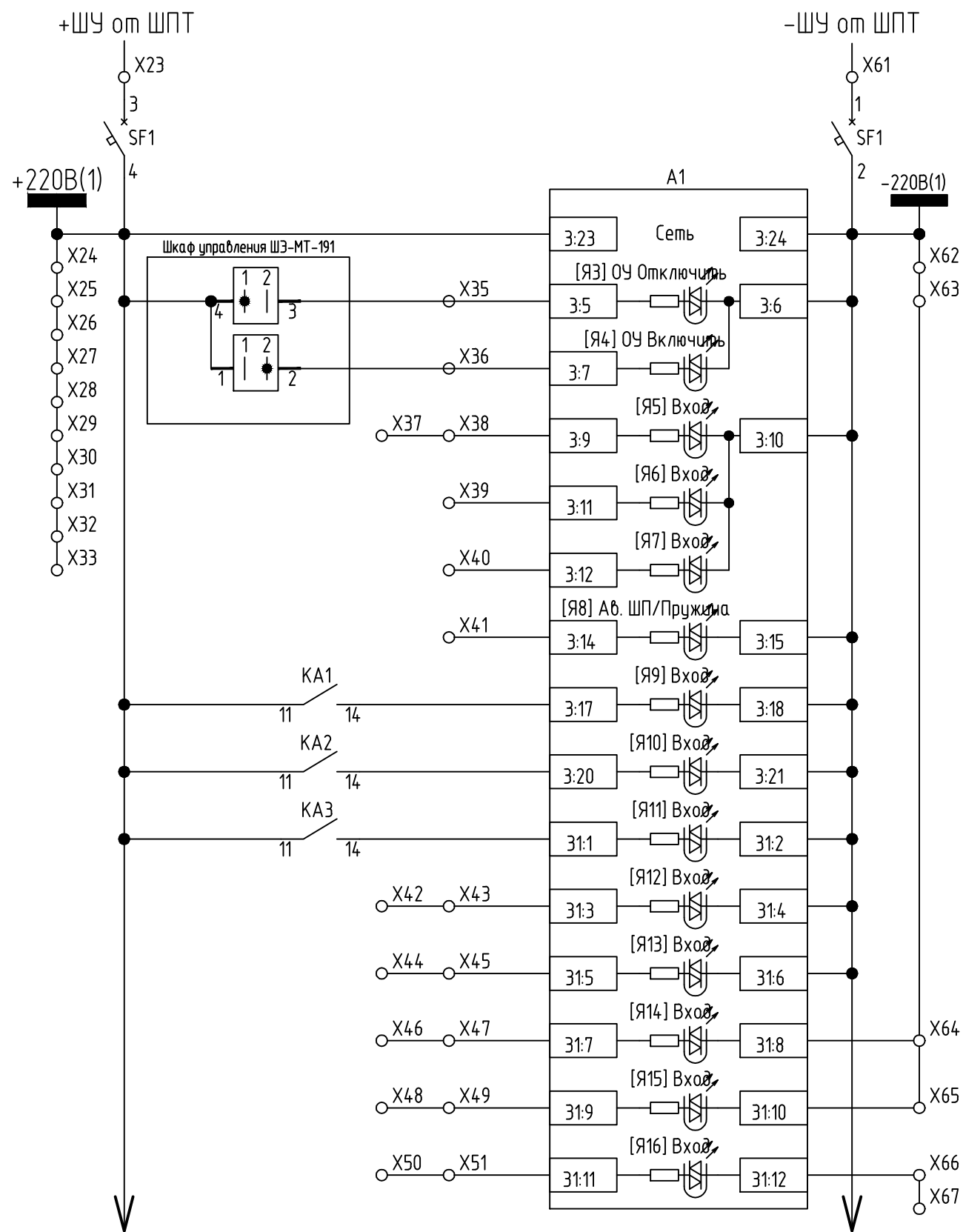
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ



						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев			06.22		П	3.1	6
Проб.		Головачев			06.22				
						Шкаф ШЭ-МТ-013. Защита и АУВ СВ-35. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев			06.22				
ГИП		Головачев			06.22				

Цепи оперативного тока

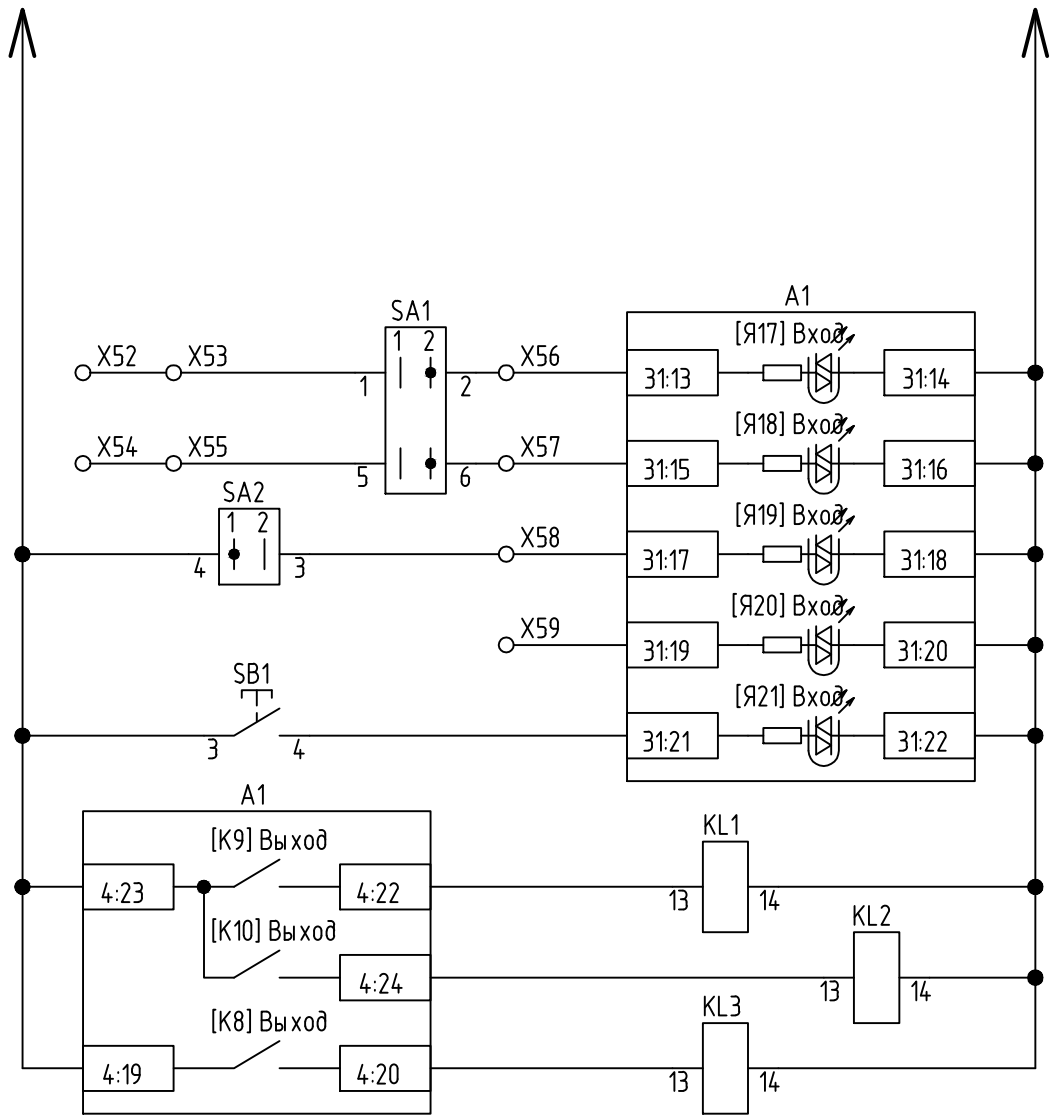


Автомат питания терминала и цепей оперативного тока
Питание терминала
Оперативное отключение
Оперативное включение
Ввод оперативного управления из АСУ
Предупр. сигнал снижения давления элегаза в выкл.
Авар. сигнал снижения давления элегаза в выкл.
Готовность выключателя
Контроль тока ЭВ1
Контроль тока ЭО1
Контроль тока ЭО2
Отключение от внешних защит
Отключение от УРОВ
Блокировка ЛЗШ1
Блокировка ЛЗШ2
Автомат ТН отключен

Инф. № подл.	Взам. инф. №
Подпись и дата	

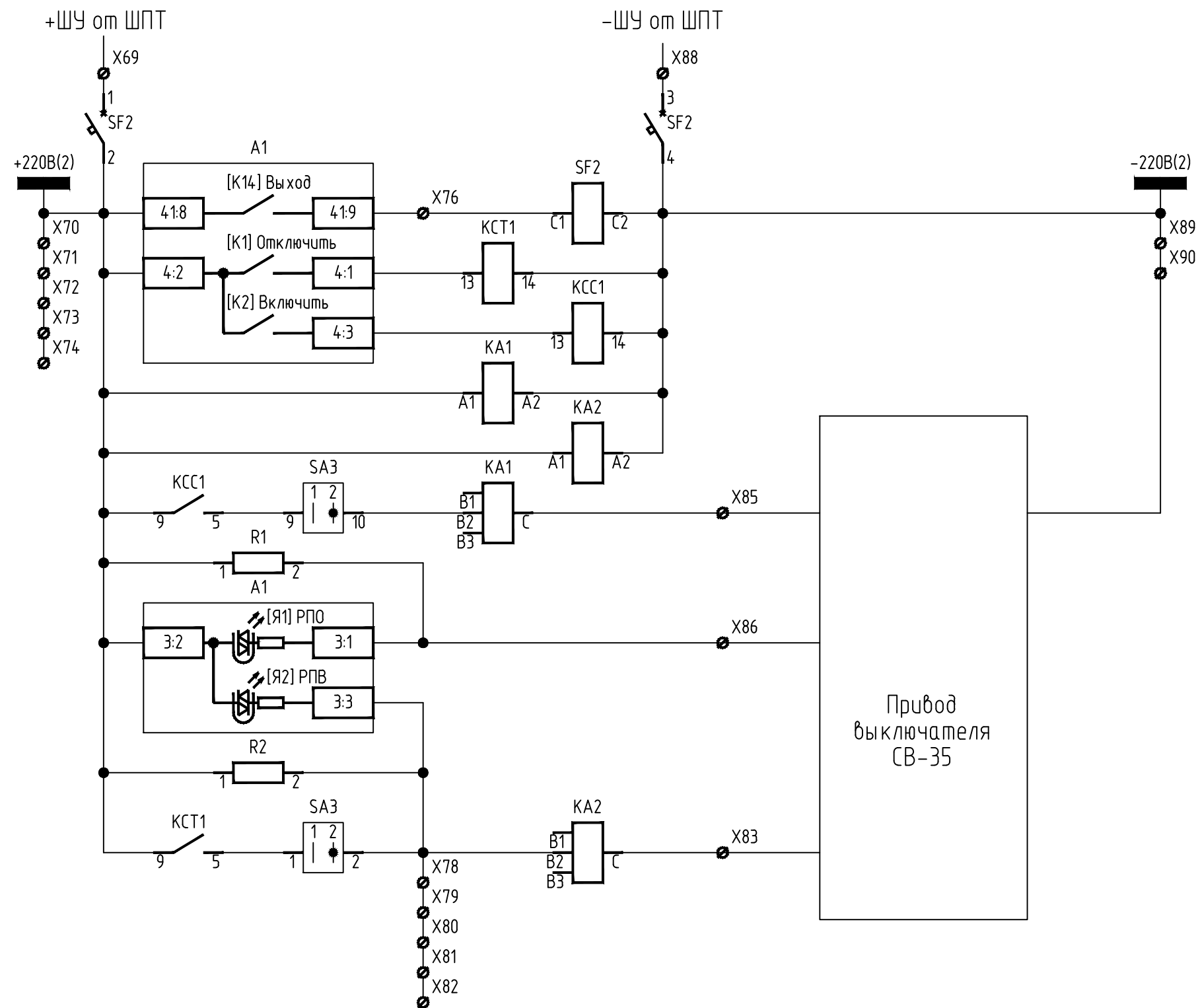
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Цепи оперативного тока



Включение СВ от АВР
Отключение СВ от АВР
Выход АПВ
Резерв
Кбитирование сигнализации
Реле отключения от защит
Реле отключения от УРОВ
Реле неисправности выключателя

Цепи оперативного тока

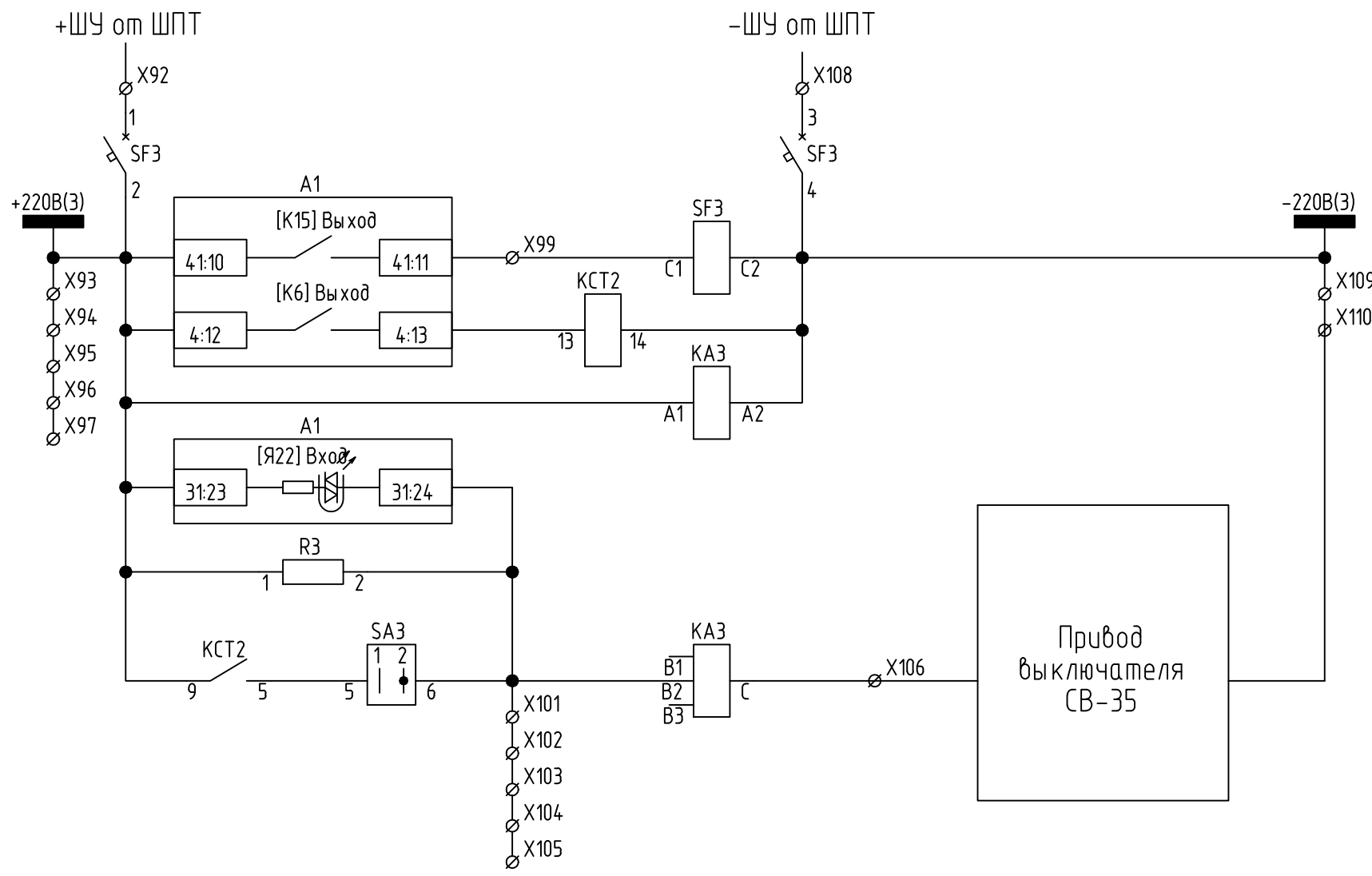


Автомат питания цепей ЭВ, ЭО1
Защита ЭВ, ЭО1 от длительного протекания тока
Реле команды "Отключить"
Реле команды "Включить"
Питание реле контроля тока ЭВ
Питание реле контроля тока ЭО1
Цепь включения выключателя
Контроль отключенного положения выключателя
Контроль включенного положения выключателя
Цепь отключения выключателя через ЭО1

Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ	Лист
						3.4

Цепи оперативного тока

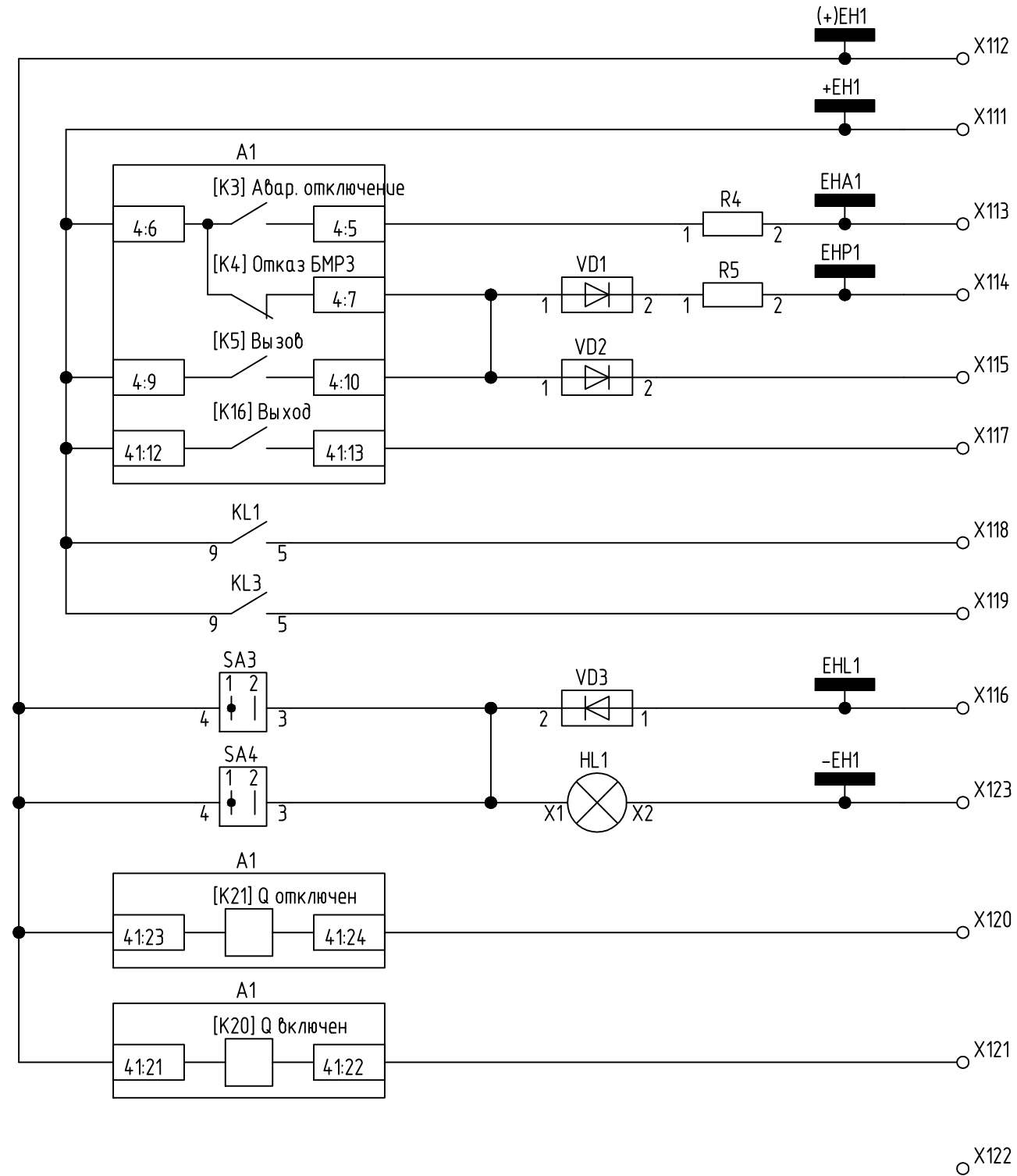


Автомат питания цепей ЭО2
Защита ЭО2 от длительного протекания тока
Реле команды "Отключить"
Питание реле контроля тока ЭО2
Контроль включенного положения выключателя
Цепь отключения выключателя через ЭО2
Свободные зажимы для разделения цепей

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

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ	Лист
						3.5

Цепи сигнализации



Питание цепей сигнализации
Аварийная сигнализация
Предупредительная сигнализация
К лампе "Вызов"
Работа АВР, АПВ
Срабатывание защит
Неисправность выключателя
Опробование ламп
Лампа "Выход"
Сигнализация отключенного положения выключателя
Сигнализация включенного положения выключателя
Свободный зажим для разделения цепей

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

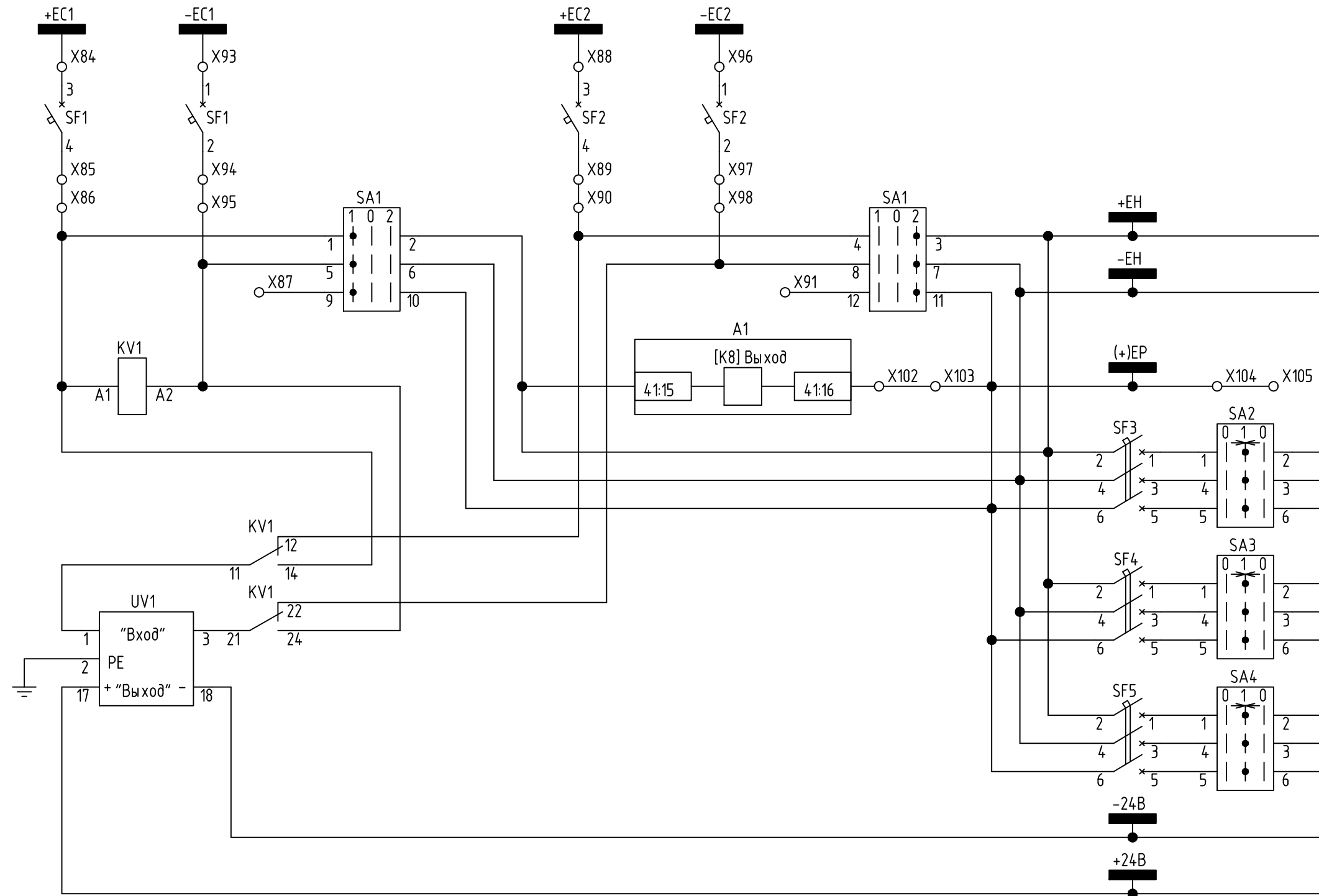
32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
3.6

Цепи питания ЦС

Ввод 1 om ШПТ

Ввод 2 от ШПТ



Ввод питания цепей сигнализации

Резервирование питания цепей сигнализации

Организация шинки мизання

Питание цепей сигнализации 1 участка

Питание цепей сигнализации 2 участка

Питание цепей сигнализации 3 участка

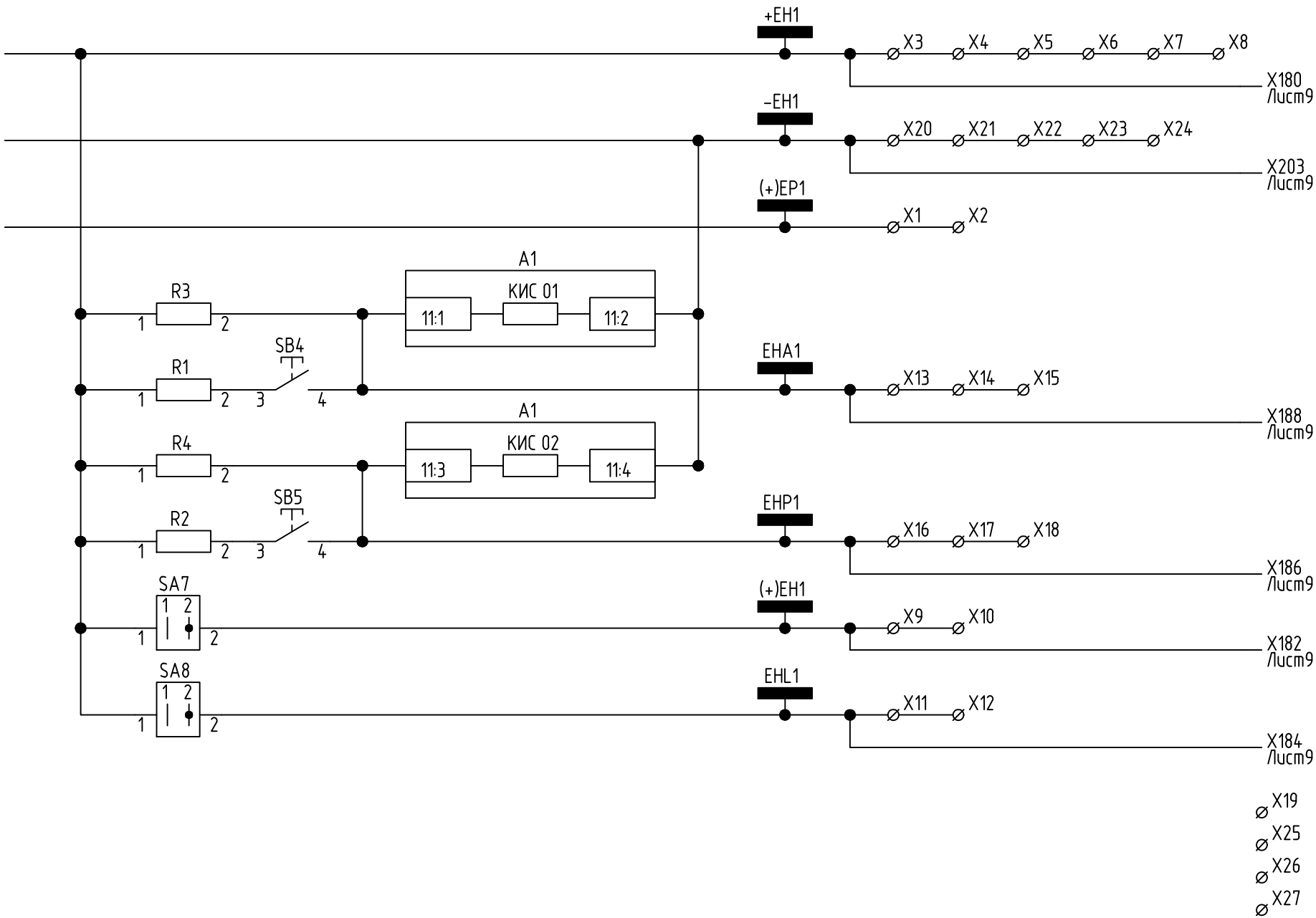
Питание цепей звуковой сигнализации

						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум	Подп.	Дата				
Разраб.		Зиновьев		<i>Зиновьев</i>	06.22	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22		П	4.1	3
Н.конт		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22	Шкаф ШЭ-МТ-131. Центральная сигнализация. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
ГИП		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				

Формат АЗ

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

Цепи сигнализации 1 участка



Организация шинки
сигнализации 1 участка

Шинка опробования ламп
сигнализации 1 участка

Свободные зажимы
для разделения цепей

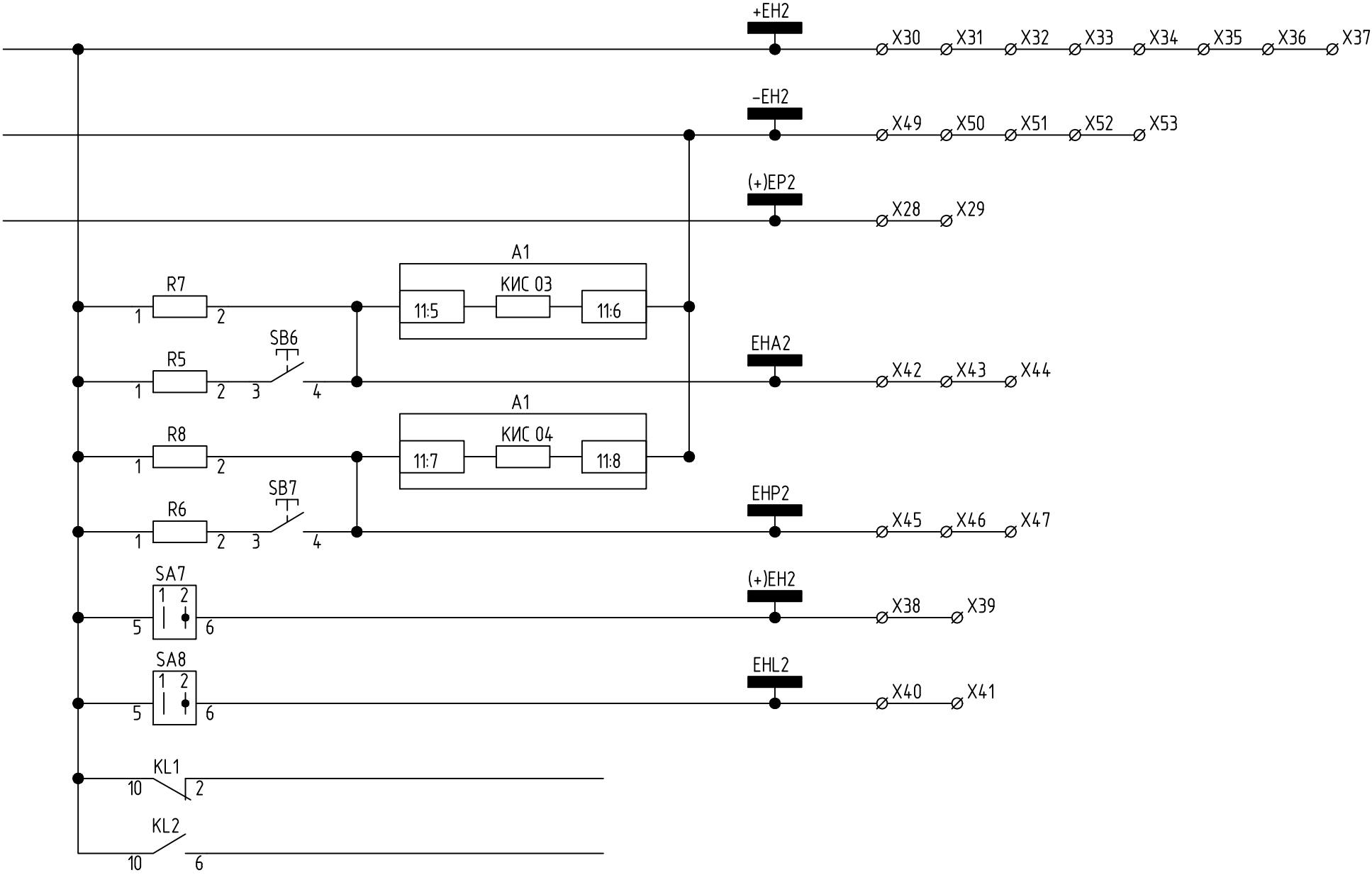
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
4.2

Цепи сигнализации 2 участка



Организация шинок
сигнализации 2 участка

Шинка опробования ламп
сигнализации 2 участка

Неисправность цепей
звуковой сигнализации

Земля на ЩПТ

Свободные зажимы
для разделения цепей

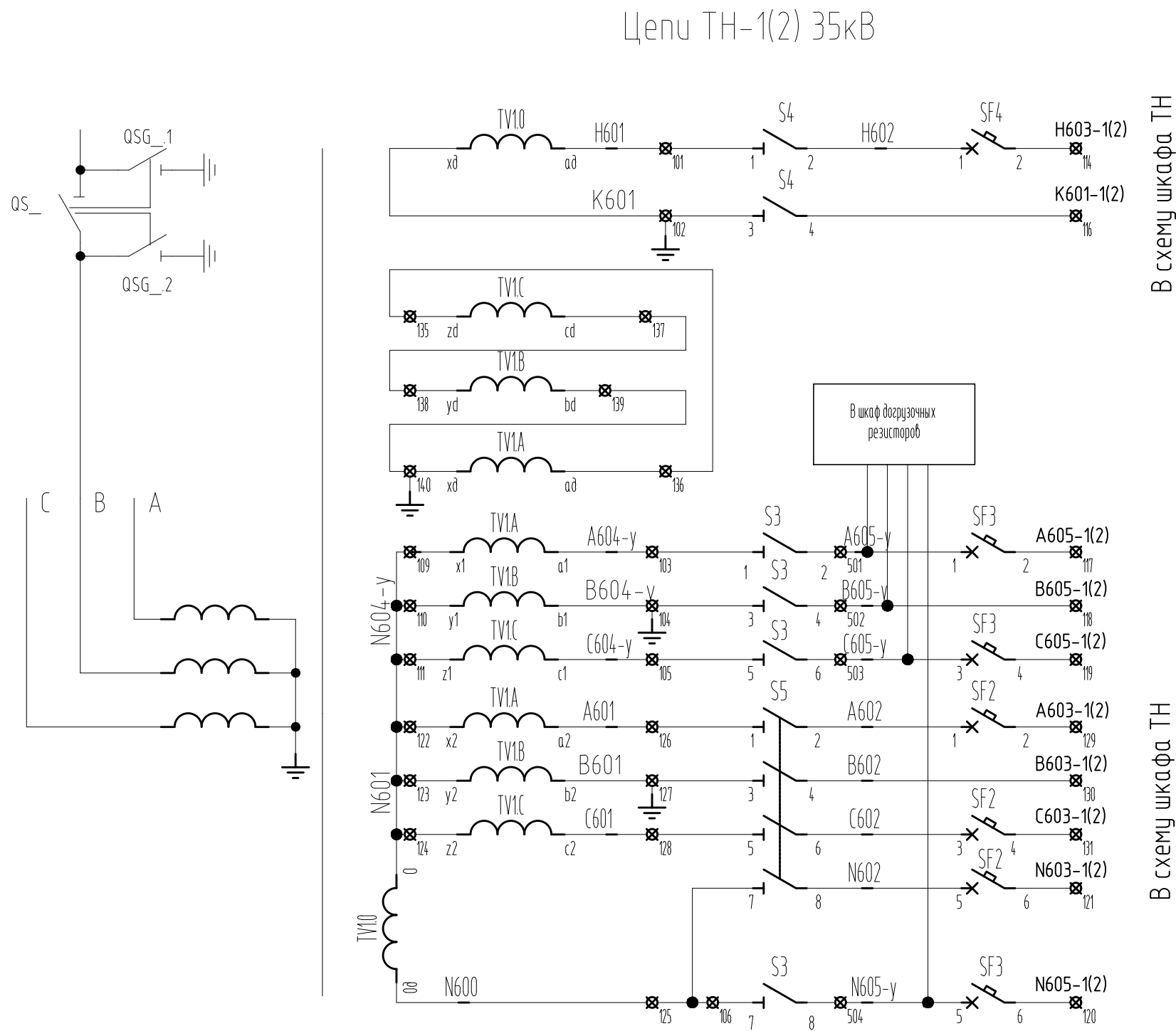
- Ø X48
- Ø X54
- Ø X55
- Ø X56

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

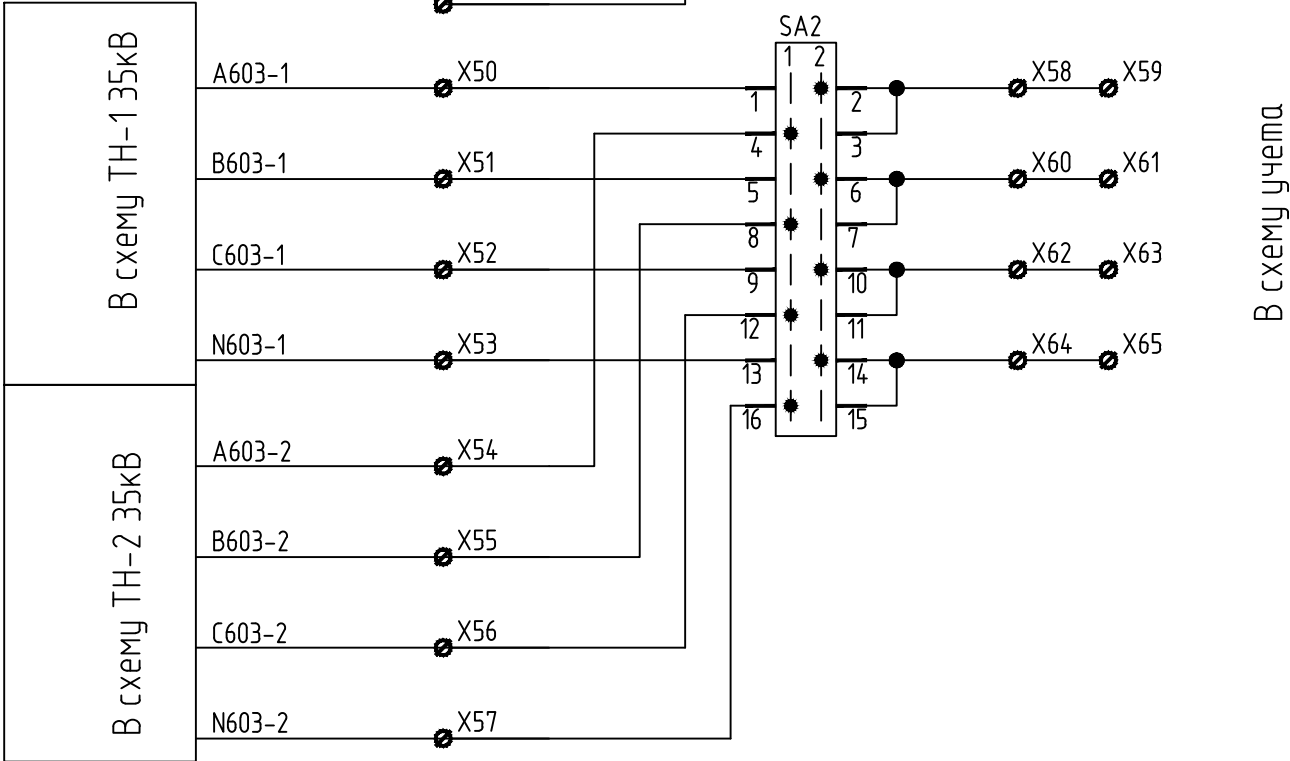
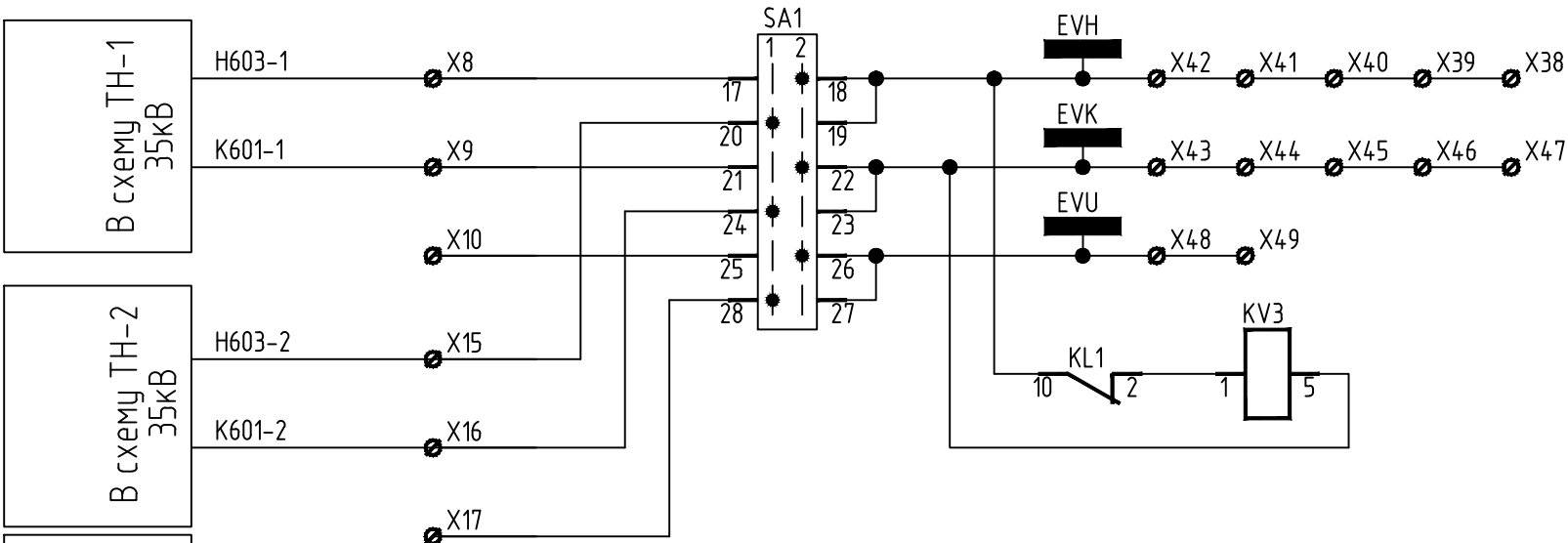
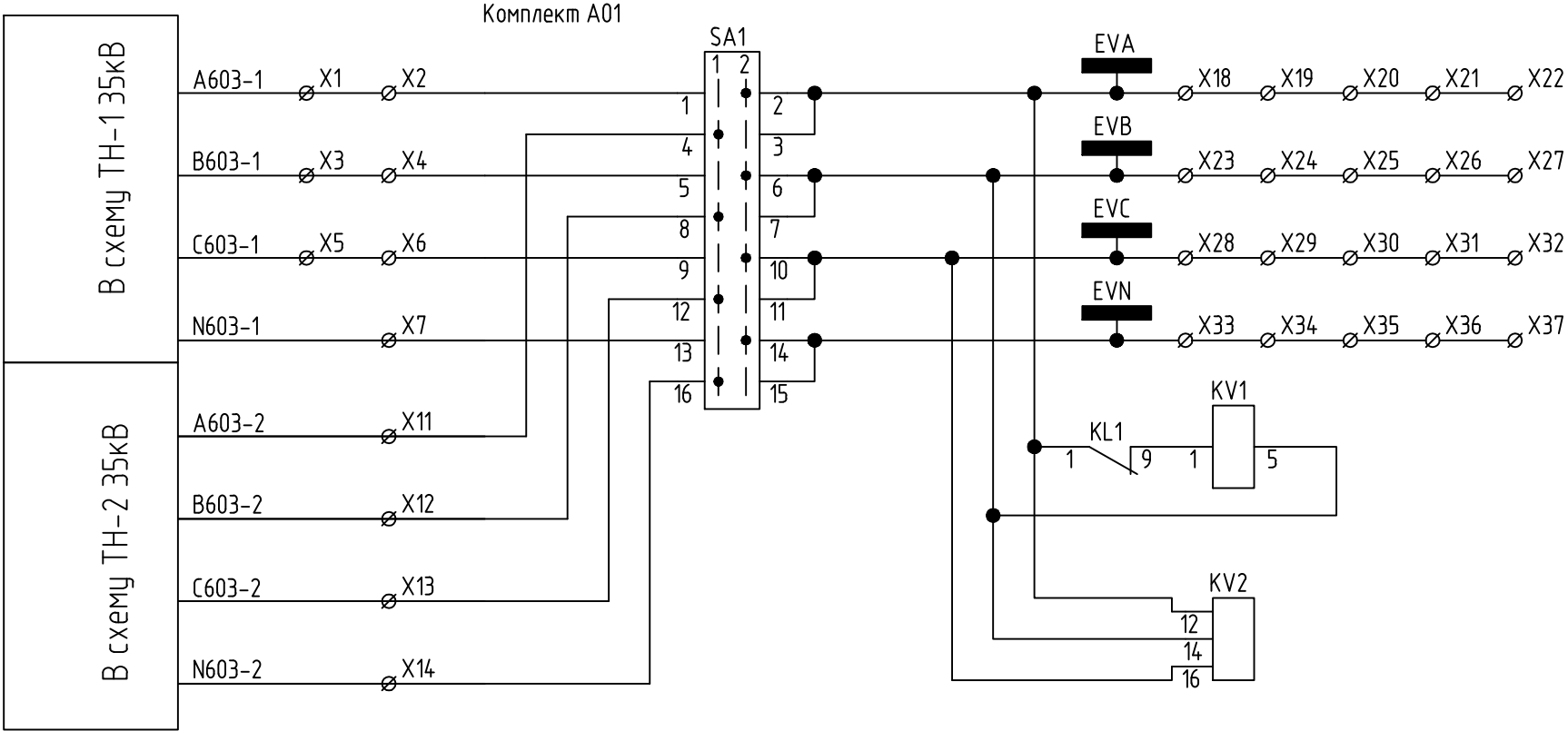
Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №



Цепи контроля земли в сети
Замкнутый треугольник
Цепи коммерческого учета
Цепи измерения и РЗА

						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев		<i>Зиновьев</i>	06.22		П	5.1	3
Пров.		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				
						Шкаф ШЭ-МТ-141. Шкаф трансформатора напряжения 35кВ. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				
ГИП		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				

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



Организация шин цепей
напряжения РЗА

Реле контроля
исправности
предохранителей ТН

Организация шин цепей
напряжения РЗА

Реле сигнализации
замыкания на землю
в сети 35 кВ

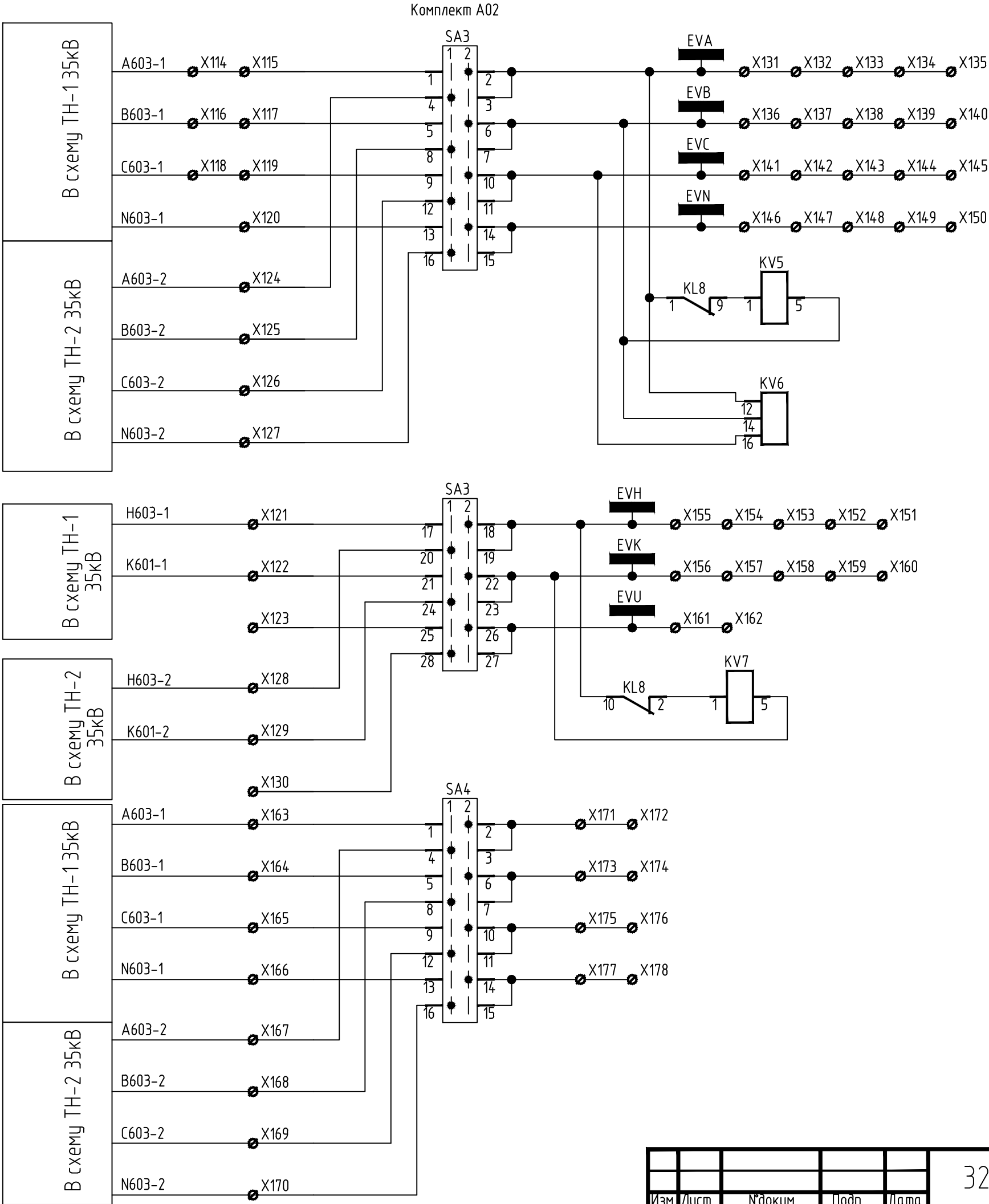
Организация шин цепей
напряжения учёта
электроэнергии

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
5.2

Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №

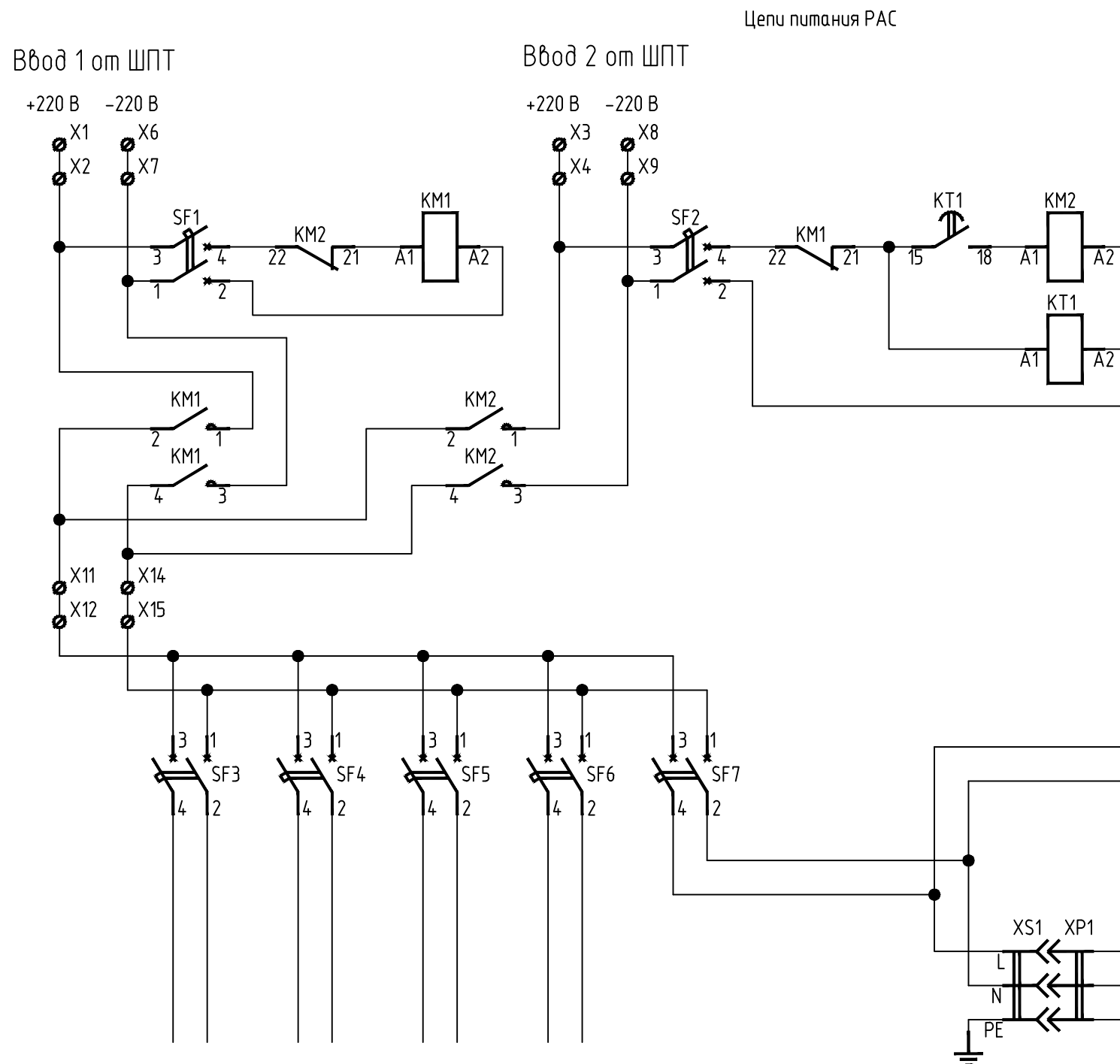


Организация шин цепей напряжения РЗА
Реле контроля исправности предохранителей ТН
Организация шин цепей напряжения РЗА
Реле сигнализации замыкания на землю в сети 35 кВ
Организация шин цепей напряжения учёта электроэнергии

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
5.3



Цепи питания РАС
Питание блока выходных дискретных сигналов БС-4
Питание блока регистрации
Свободные зажимы для разделения цепей

A2	
"X2"	
Конт.	Цепь
X2:1	L/+
X2:2	N/-

A1	
X1	
Конт.	Цепь
X1:L	L/+
X1:N	N/-
X1:PE	PE

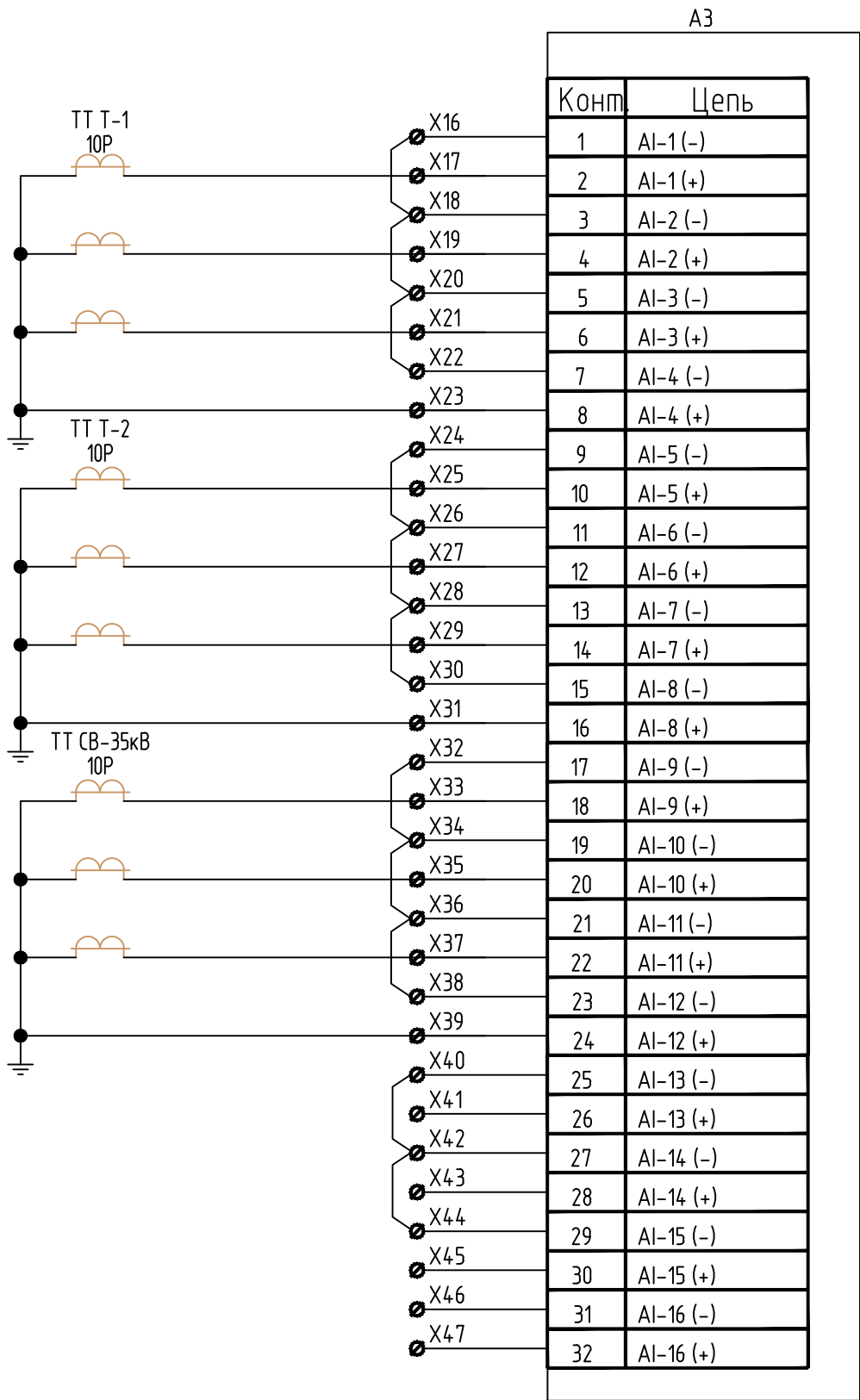
X5
X10
X13

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

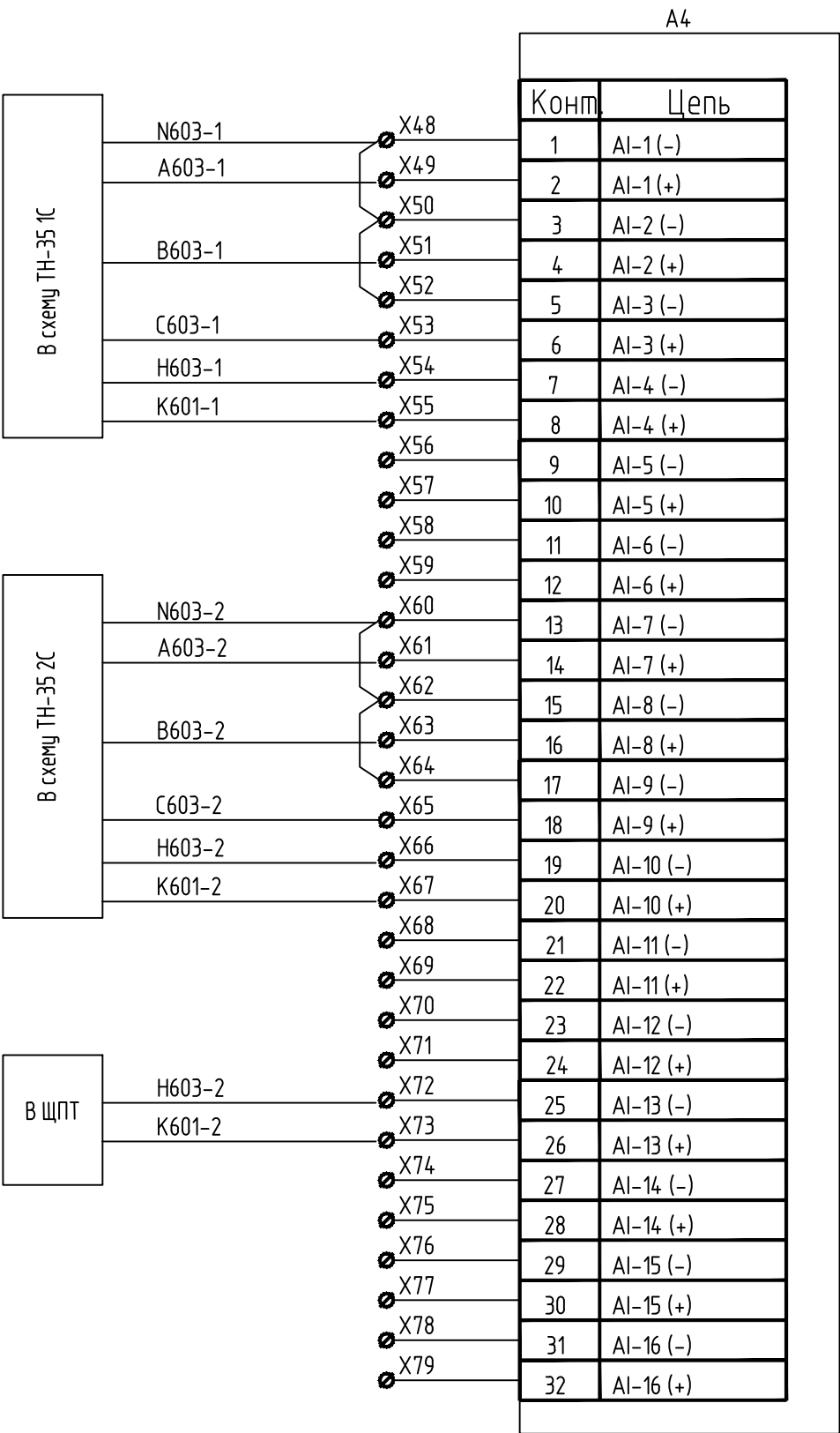
32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ					
«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Зиновьев	06.22			
Проб.	Головачев	06.22			
Релейная защита и автоматика					
Шкаф ШЭ-МТ-135. Шкаф регистратора аварийных событий. Схема электрическая принципиальная					
Н.конт.	Головачев	06.22			
ГИП	Головачев	06.22			
Стадия	Лист	Листов	ООО «Союзэнергoproject»		
П	6.1	4			

Цепи аналоговых сигналов РАС (начало)

Инф. № подл.	Взам. инф. №
Подпись и дата	



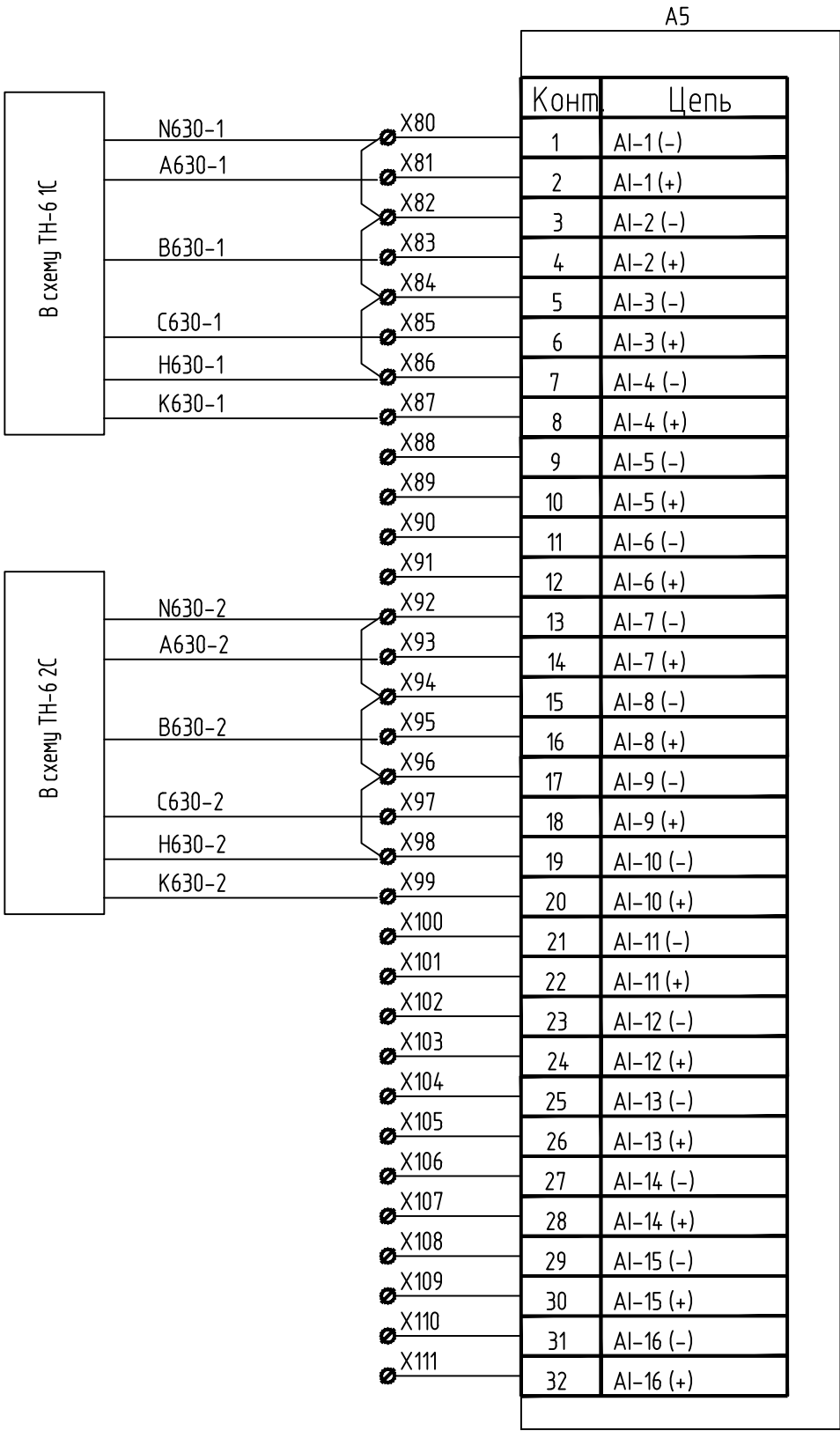
Блок ПУ16/32М4 №1	
Ia	
Ib	
Ic	
In	
Ia	
Ib	
Ic	
In	
Ia	
Ib	
Ic	
In	
Наименование сигнала AI-13	
Наименование сигнала AI-14	
Наименование сигнала AI-15	
Наименование сигнала AI-16	



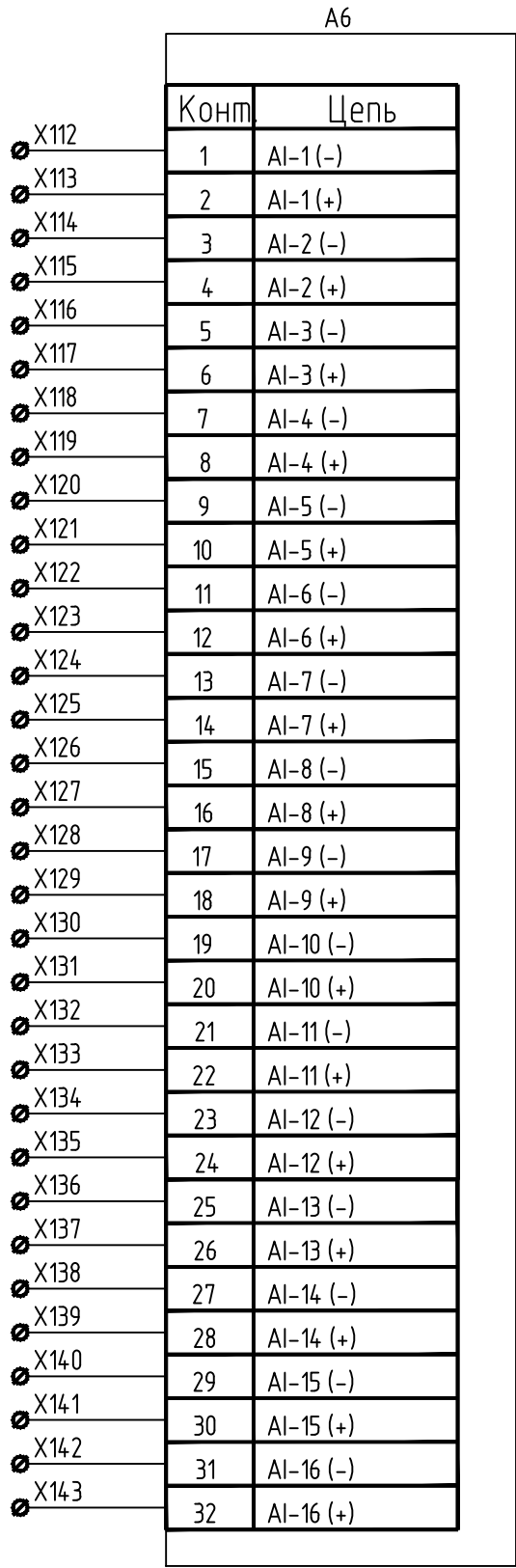
Блок ПУ16/32М4 №2	
Ua	
Ub	
Uc	
3U0	
Наименование сигнала AI-5	
Наименование сигнала AI-6	
Ua	
Ub	
Uc	
3U0	
Наименование сигнала AI-11	
Наименование сигнала AI-12	
+/- Uшy	
Наименование сигнала AI-14	
Наименование сигнала AI-15	
Наименование сигнала AI-16	

Цепи аналоговых сигналов РАС (окончание)

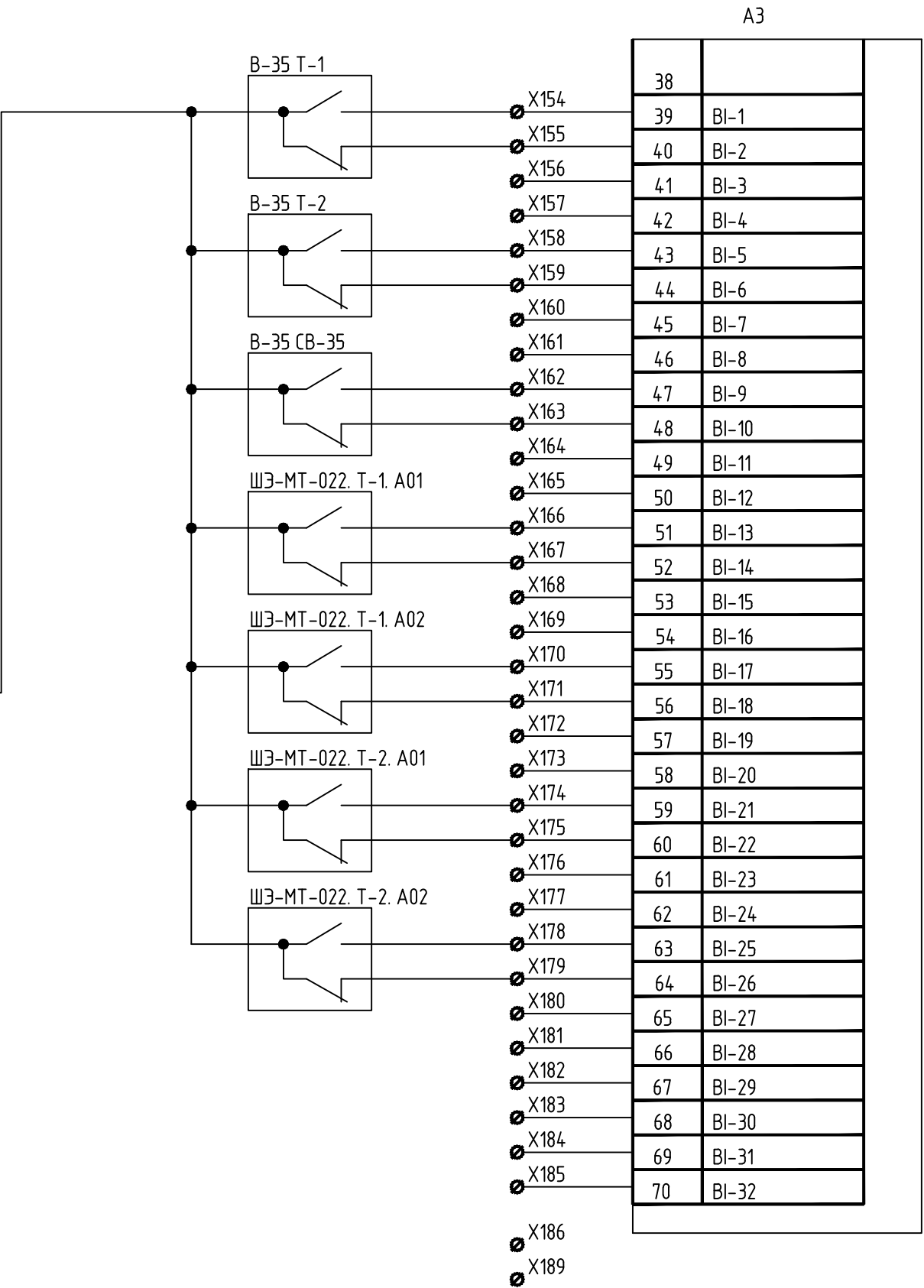
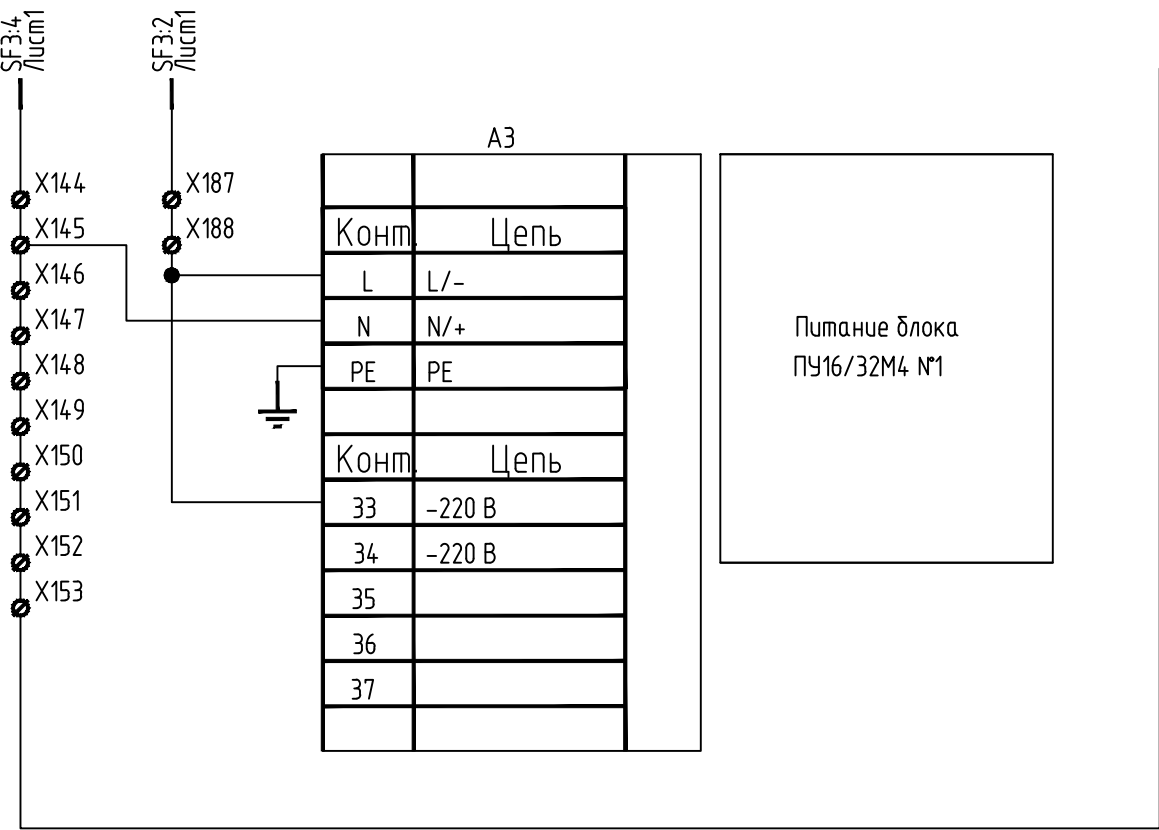
Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	



Блок ПУ16/32М4 №3
Ua
Ub
Uc
3U0
Наименование сигнала AI-5
Наименование сигнала AI-6
Ua
Ub
Uc
3U0
Наименование сигнала AI-11
Наименование сигнала AI-12
Наименование сигнала AI-13
Наименование сигнала AI-14
Наименование сигнала AI-15
Наименование сигнала AI-16



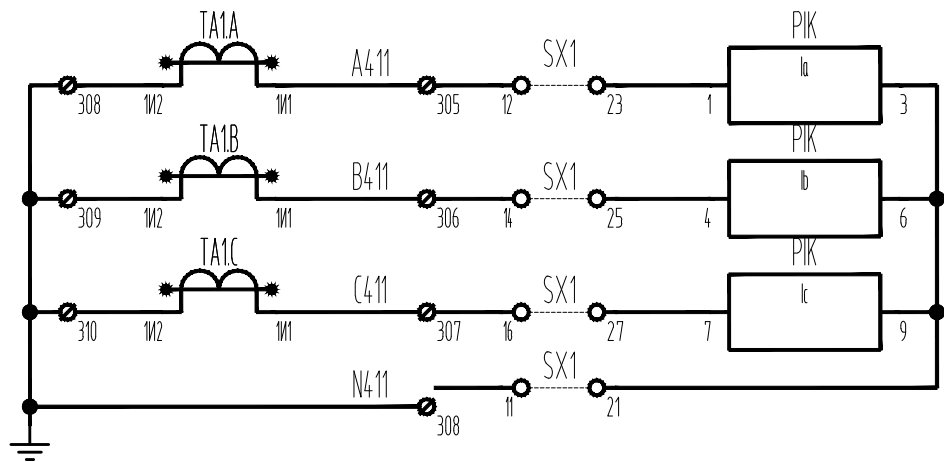
Блок ПУ16/32М4 №4
Наименование сигнала AI-1
Наименование сигнала AI-2
Наименование сигнала AI-3
Наименование сигнала AI-4
Наименование сигнала AI-5
Наименование сигнала AI-6
Наименование сигнала AI-7
Наименование сигнала AI-8
Наименование сигнала AI-9
Наименование сигнала AI-10
Наименование сигнала AI-11
Наименование сигнала AI-12
Наименование сигнала AI-13
Наименование сигнала AI-14
Наименование сигнала AI-15
Наименование сигнала AI-16



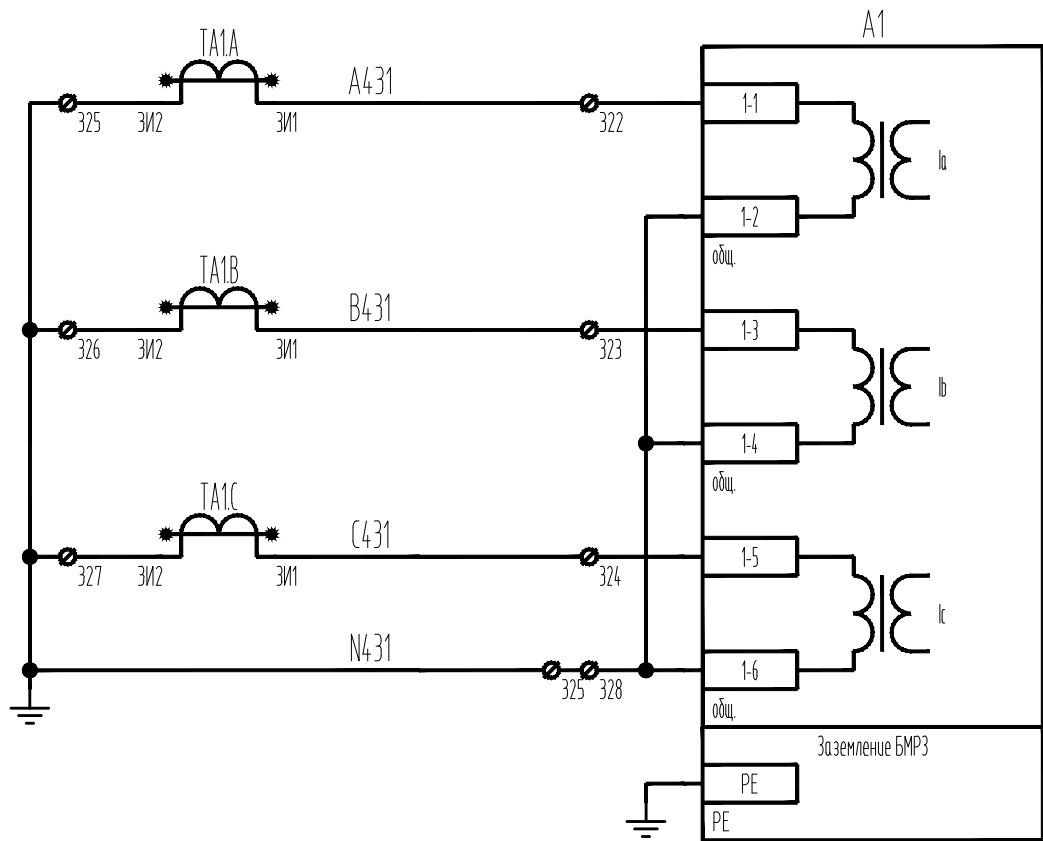
Положение В-35 Т-1
Положение В-35 Т-2
Положение СВ-35
Работа основной защиты Т-1
Неисправность основной защиты Т-1
Работа резервной защиты Т-1
Неисправность резервной защиты Т-1
Работа основной защиты Т-2
Неисправность основной защиты Т-2
Работа резервной защиты Т-2
Неисправность резервной защиты Т-2
Свободные зажимы для разделения цепей

Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №

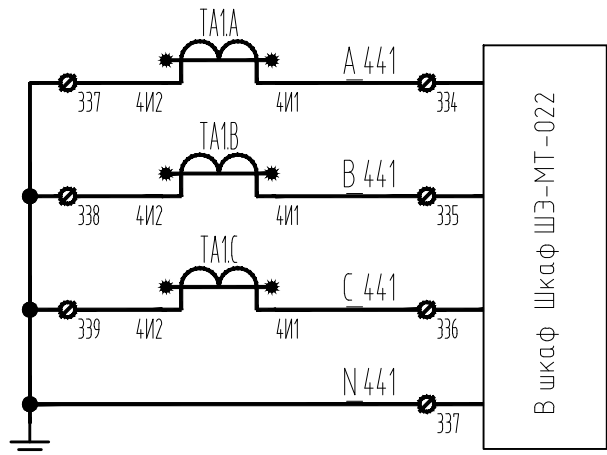
Токовые цепи учета



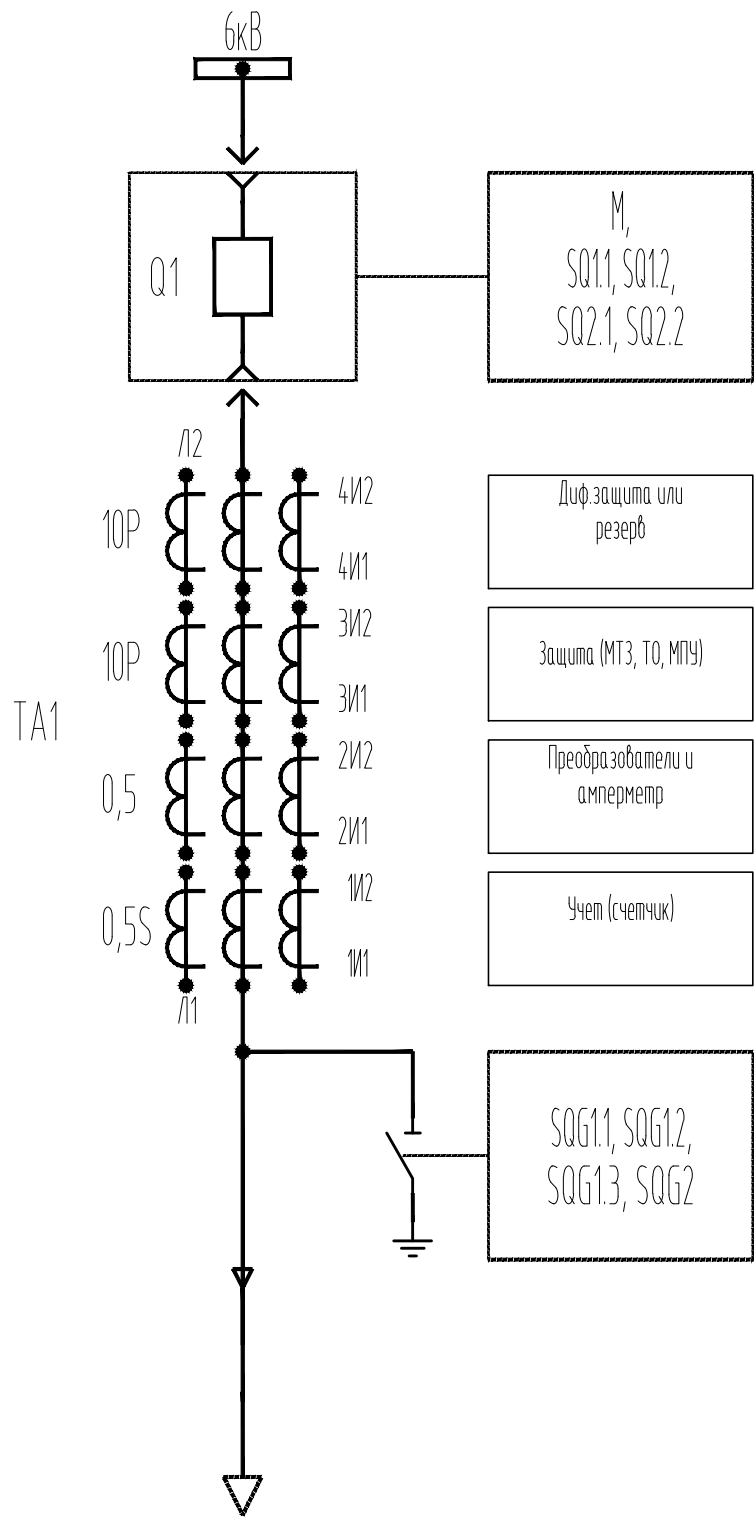
Токовые цепи МПЧ







Токовые цепи основной защиты трансформатора



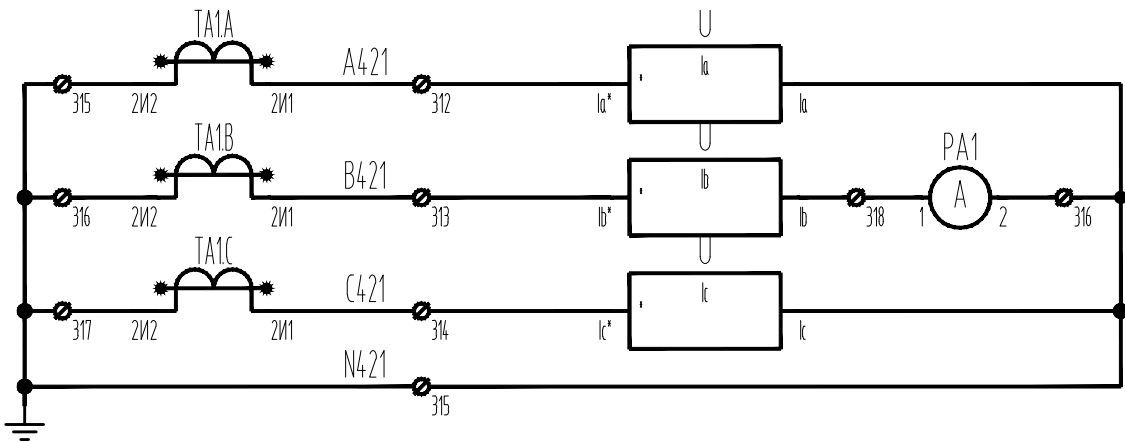
Поясняющая схема



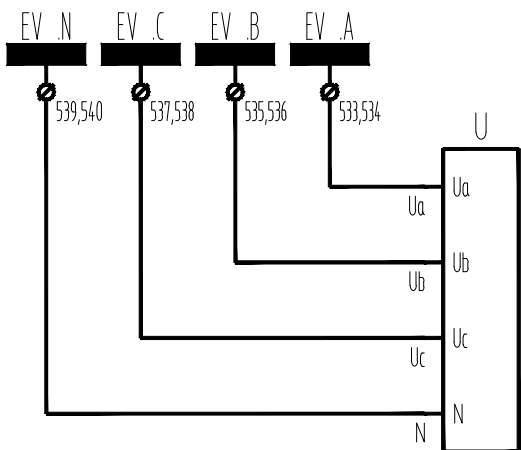
						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Зиновьев			06.22	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Головачев			06.22		П	7.1	8
						Ячейка ввода В-6 Т-1(2). Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев			06.22				
ГИП		Головачев			06.22				

Цепи подключения приборов измерения

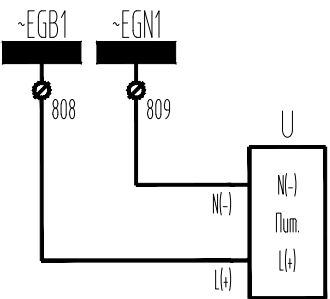
Токовые цепи



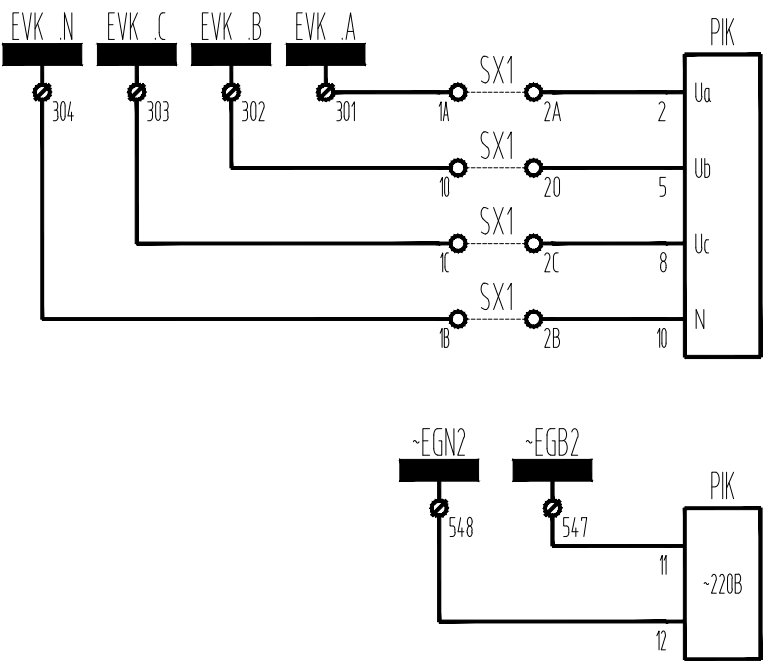
Цепи напряжения



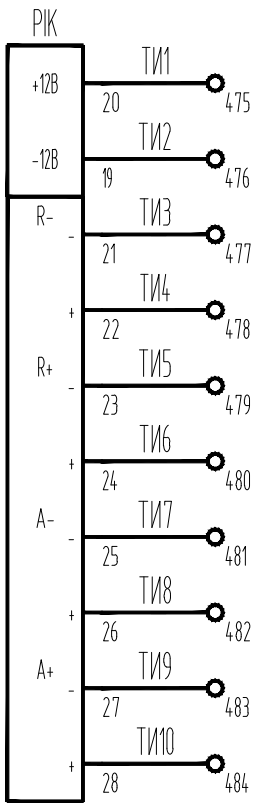
Цепи питания



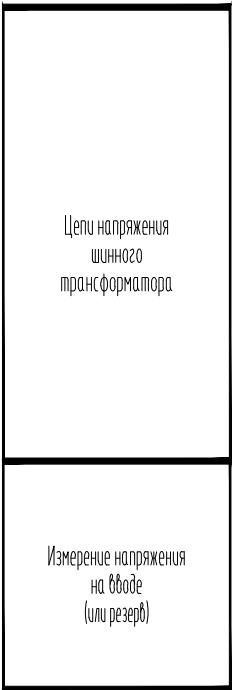
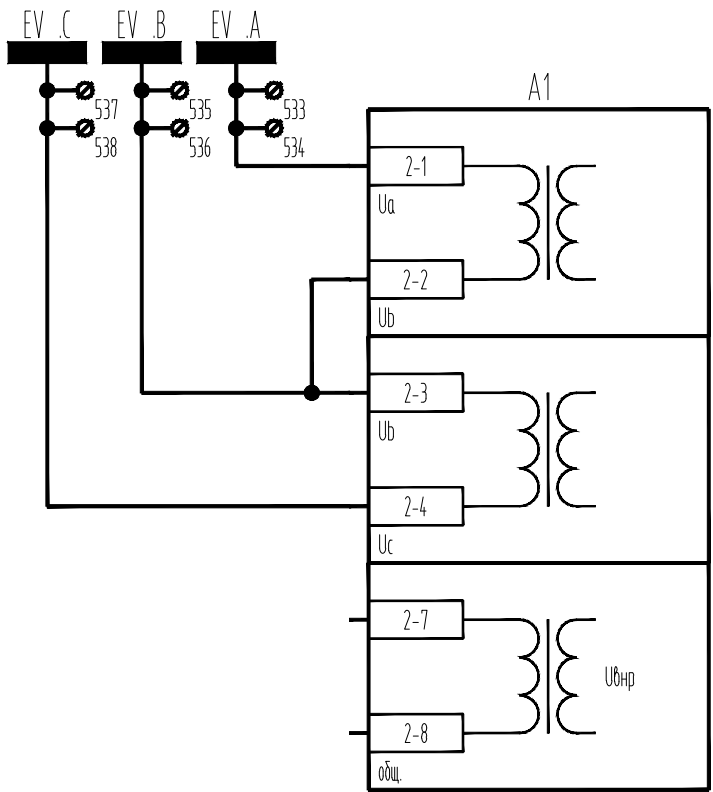
Цепи напряжения счетчика



Цепи телемеханики



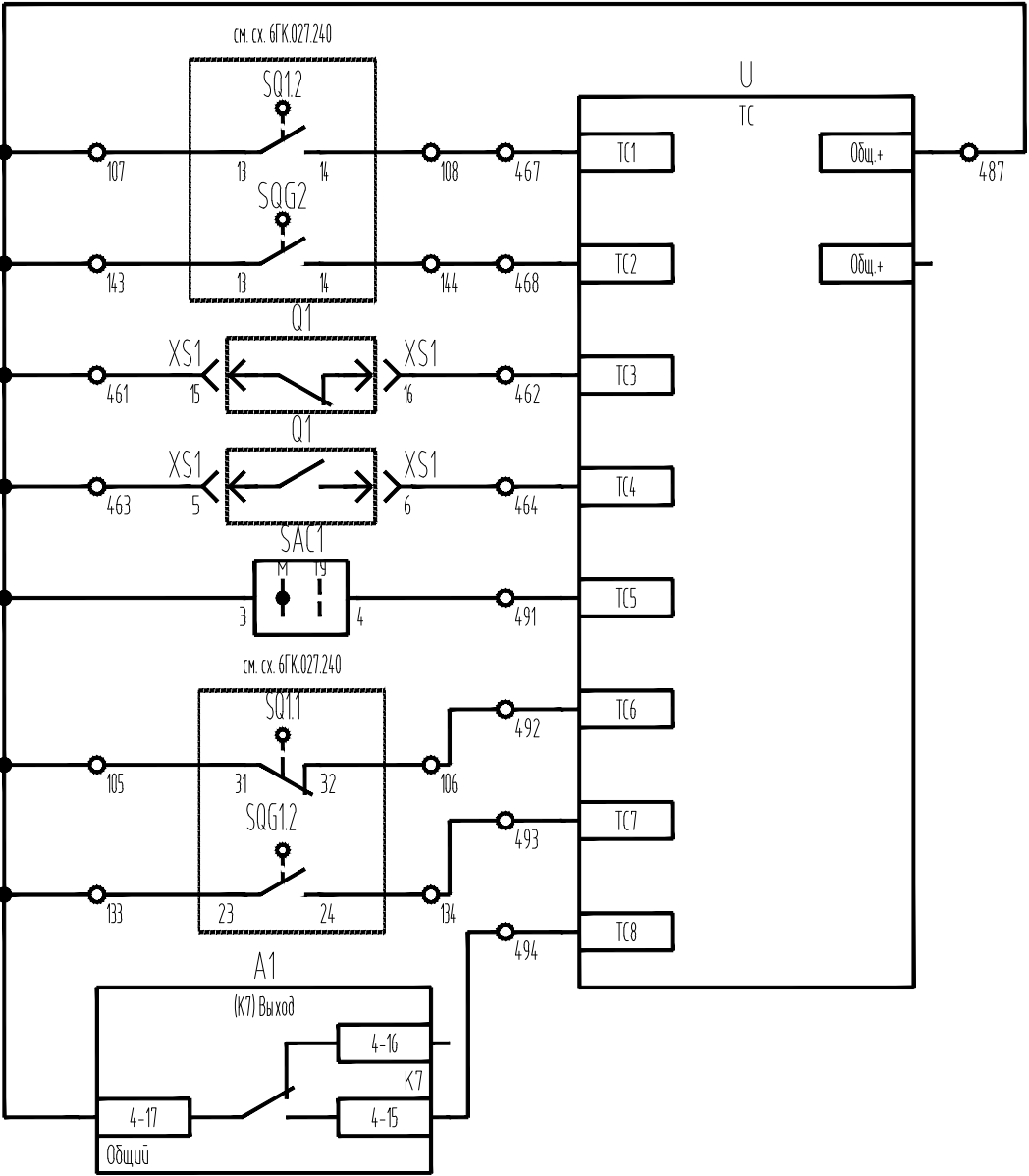
Цепи напряжения МПУ



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

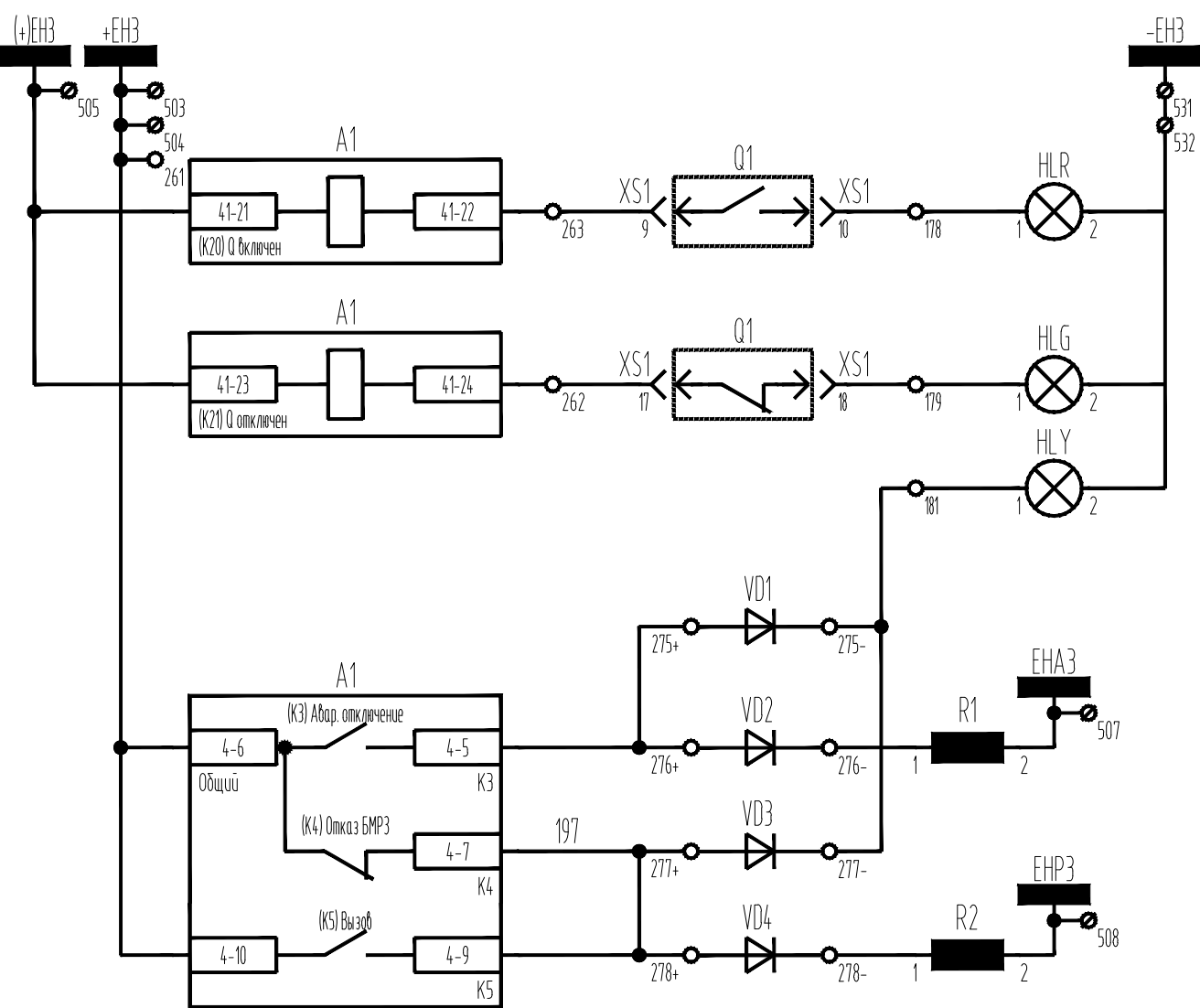
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ	Лист
						7.2

Цепи ЦС



Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)	
Сигнал "ЗН включен" (контакт замыкается)	
Сигнализация положения выключателя	"Откл."
Положение переключателя управления "Местное"	
Сигнал "ВЗ в контрольном положении"	
Сигнал "ЗН отключен" (контакт замыкается)	
Сигнал "Неисправность защиты"	

Цепи сигнализации



Шунки сигнализации	Воздушная сигнализация
"Включено"	
"Отключено"	
"Аварийная ситуация"	

Аварийное отключение выключателя
Предупредительная сигнализация

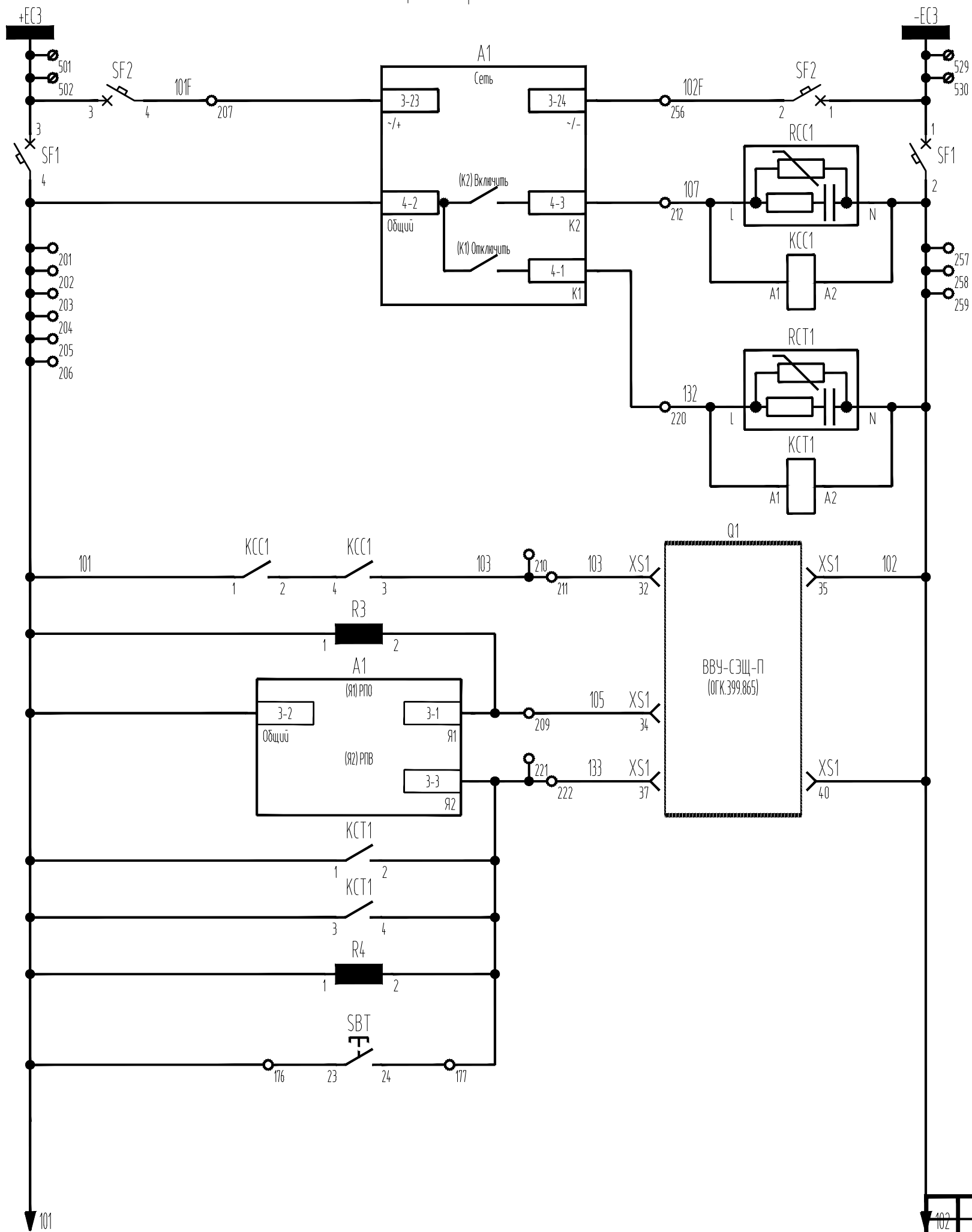
Инф. № подл.	Взам. инф. №
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

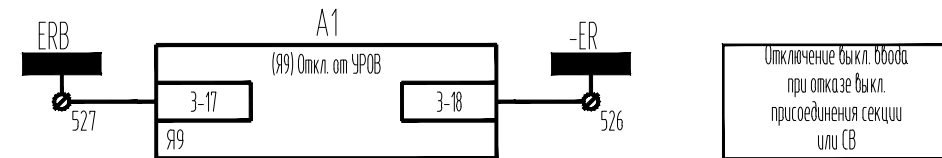
Лист
7.3

Цени оперативного тока

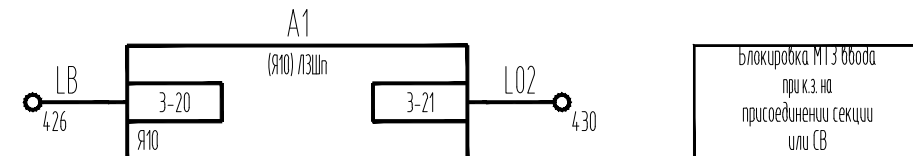


Шунки оперативных цепей
Питание МПУ
Реле команды "Включить"
Реле команды "Отключить"
Цепи включения и вход "РПВ"
Цепи отключения и вход "РПВ"

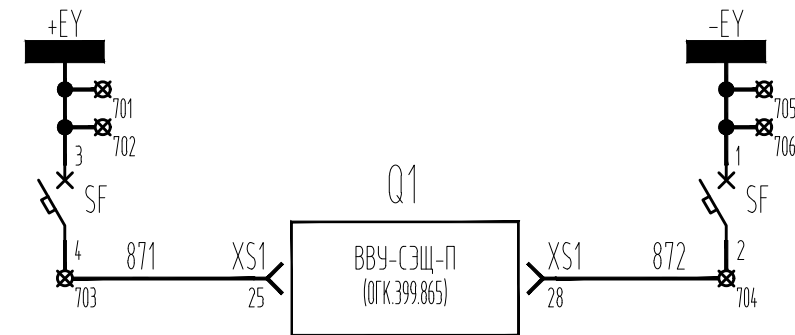
Цены УРОВ



Цены ЛЗШ



Цепи питания привода выключателя



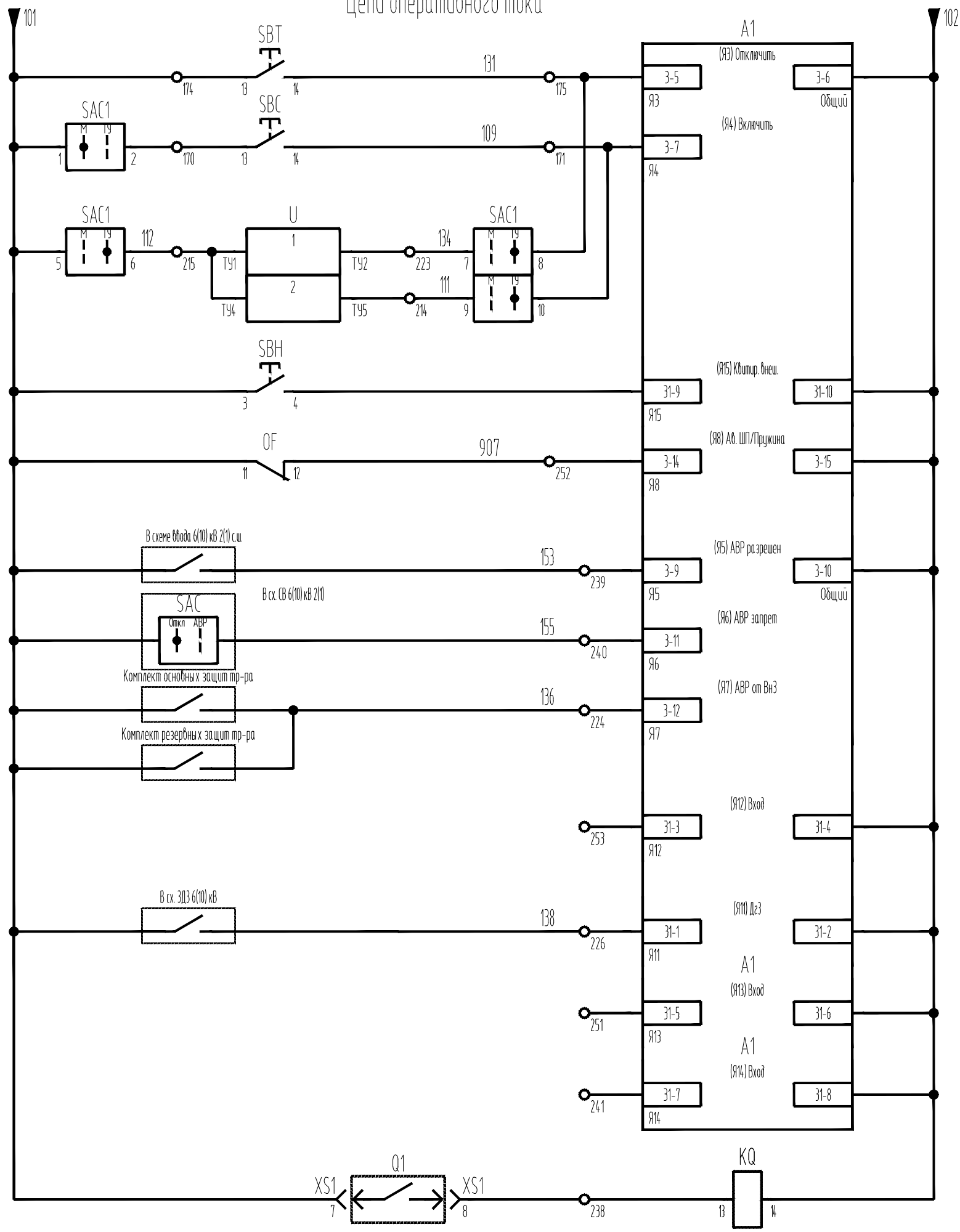
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

102				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
7.4

Цепи оперативного тока



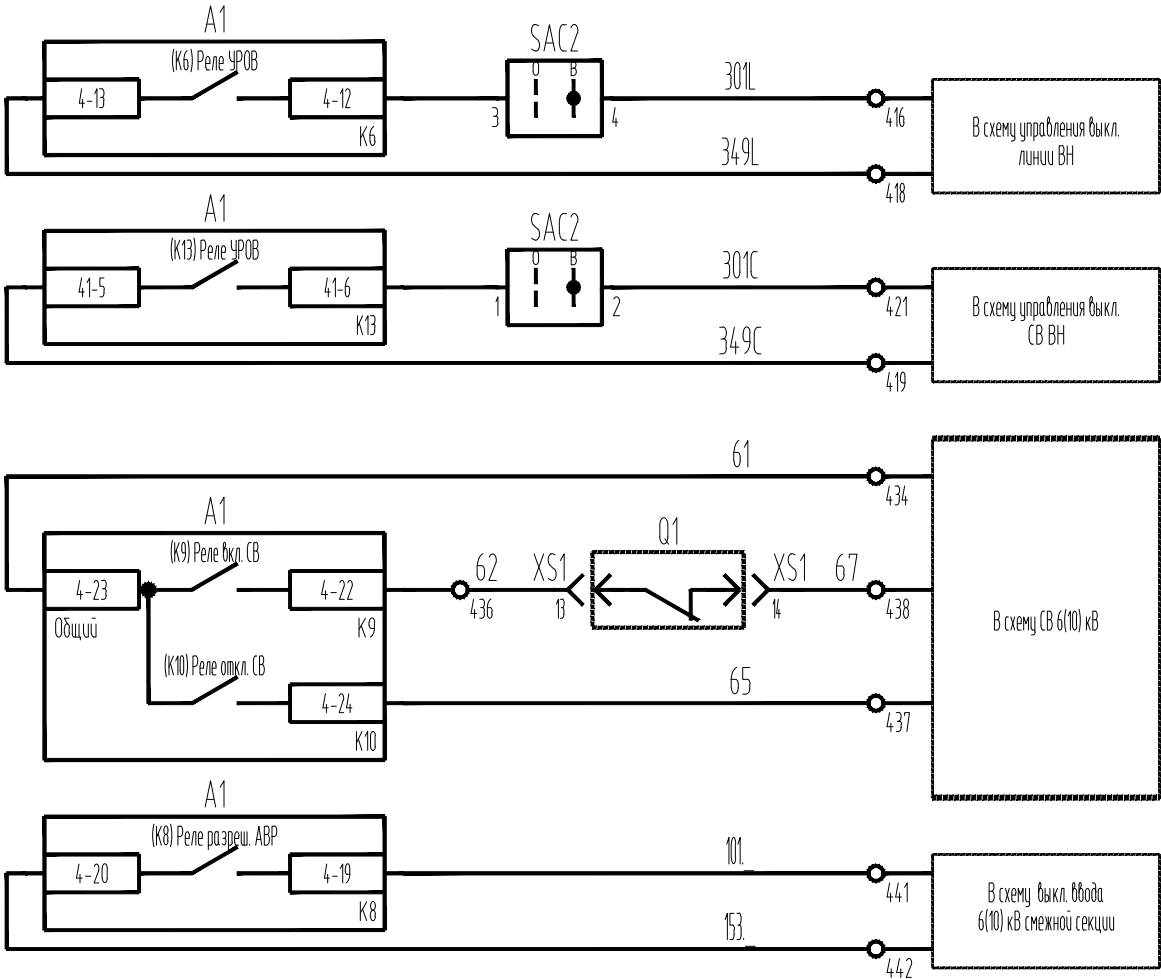
Кнопка "Отключить"
Кнопка "Включить"
Включение и отключение по ТУ
Сброс сигнализации
Отключен автомат питания привода выключателя
Разрешение пуска АВР с контролем встречного напряжения
Разрешение АВР возможн. блокировки АВР при ДЗ в отсеке выкл ячейки ввода
Отключение от защиты трансформатора с последующим АВР
Резерв
Отключение от ЗДЗ секции 6(10) кВ без послед. АПВ и АВР
Резерв
Реле-повторитель положения выключателя

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Выходные цепи



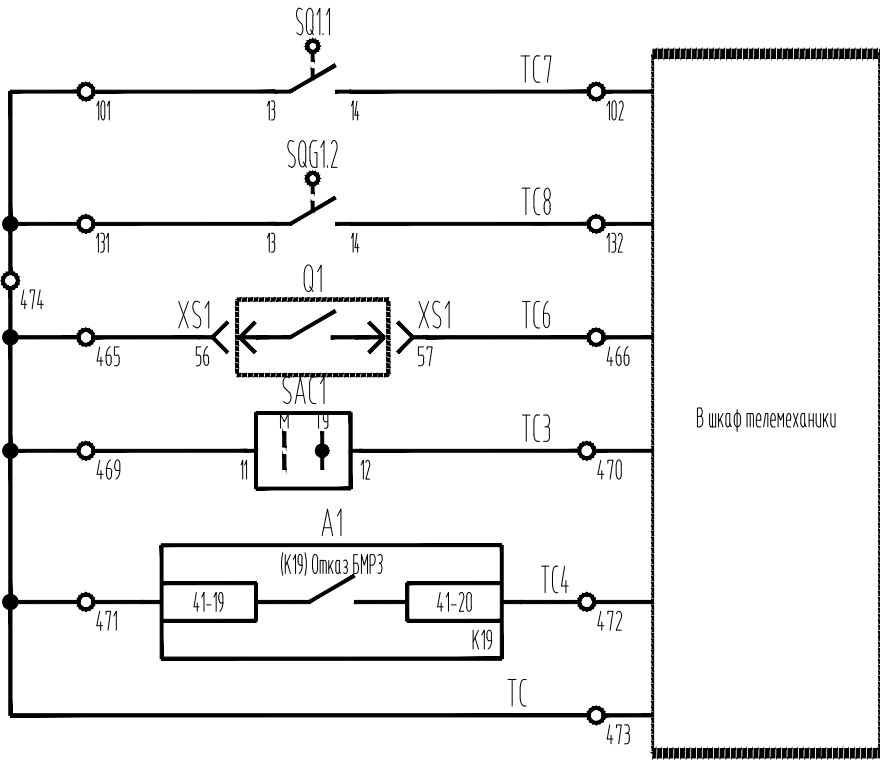
Отключение т-ра Т1(2) со стороны ВН от УРОВ
выкл ввода 6 (10)кВ

Пуск АВР СВ 6 кВ с контролем напряжения на смежной секции

Восстановление нормального режима после АВР

Контроль встречного напряжения для АВР

Цепи телемеханики



Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)

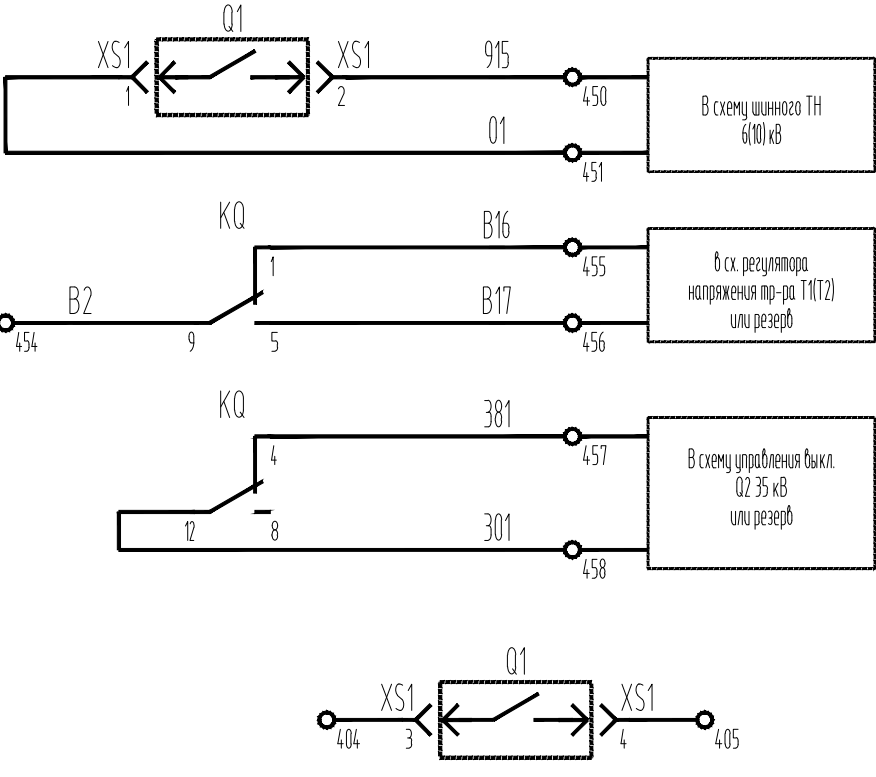
Сигнал "ЗН отключен" (контакт замыкается)

Сигнал "пружина взведена"

Ключ выбора управления (местное или ТУ)

Тестирование работы внутренних защит устройства

Общий "+"



Контроль вкл. положения выключателя ввода

Контроль положения выключателя ввода или резерв

Пуск МТЗ ВН по откл. вводу 6(10) кВ или резерв

Резерв

Инф. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

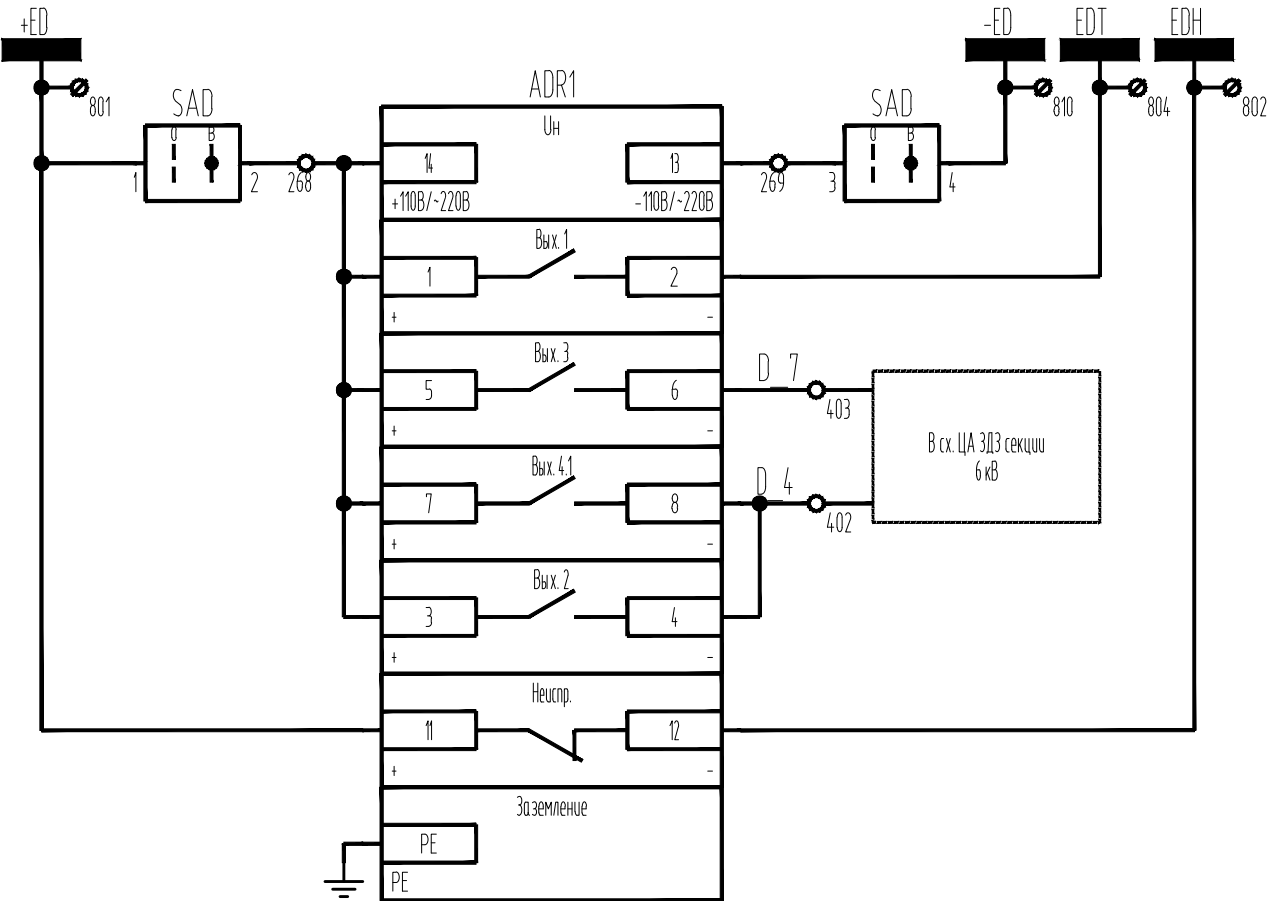
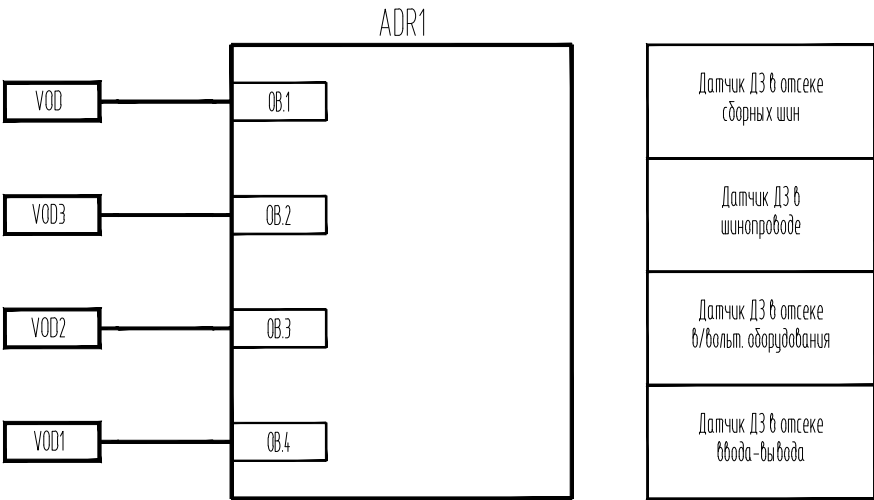
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
7.6

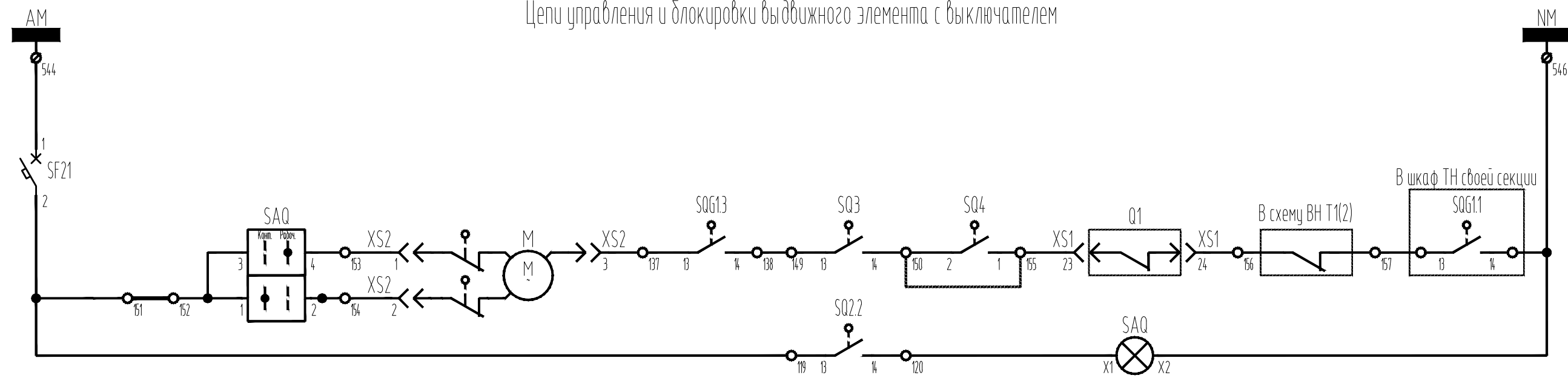
Формат А3

Цепи ЗДЗ



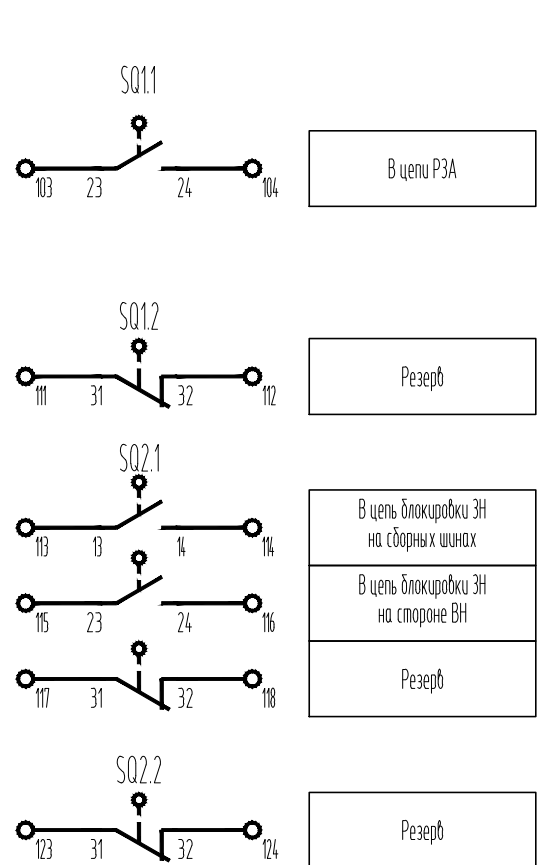
Шинки ЗДЗ секции 6 кВ	Срабатывание ДЗ
Переключатель ввода в работу устр-ва ADR1	
Отсек СШ	
Отсек в/вольт. оборудования	
Отсек ввода-вывода	Неисправность устройства ADR1
Шинопровод или резерв	
Заземление устройства ADR1	

Цепи управления и блокировки выдвижного элемента с выключателем

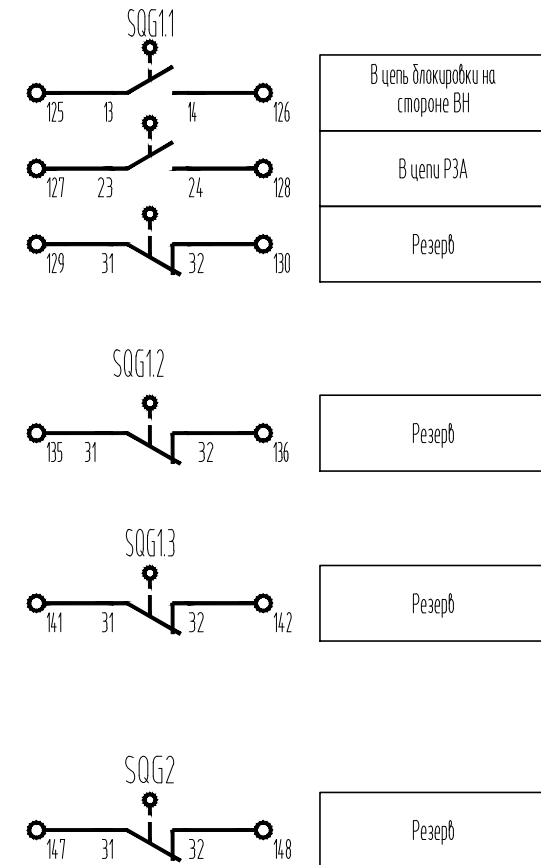


Шинки питания двигателя выдвижного элемента
Цепь дистанционного управления ВЗ
Цепь рабочего положения
Цепь контрольного положения
Лампа контрольного положения

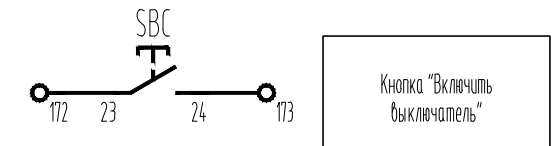
Контакты положения ВЗ



Контакты положения ЗН



Кнопки управления выключателем



Диаграммы работы контактов путевых выключателей

Положение выдвижного элемента	КВ ВЗ L21				Положение двери ОВЗ	КВ ВЗ L21		Фиксация ВЗ	ВКМО2		Положение ЗР	КВ ВЗ L21			
	SQ11, SQ12		SQ21, SQ22			SQ3			SQ4			SQG11, SQG12, SQG13		SQG2	
Рабочее	+		-		Дверь ОВЗ открыта	-		ВЗ расфиксирован	-		Отключен	+		-	
Контрольное	-		+		Дверь ОВЗ закрыта	+		ВЗ зафиксирован	+		Включен	-		+	

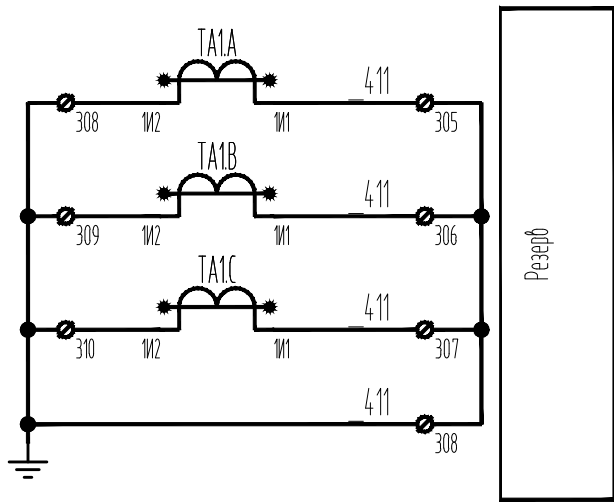
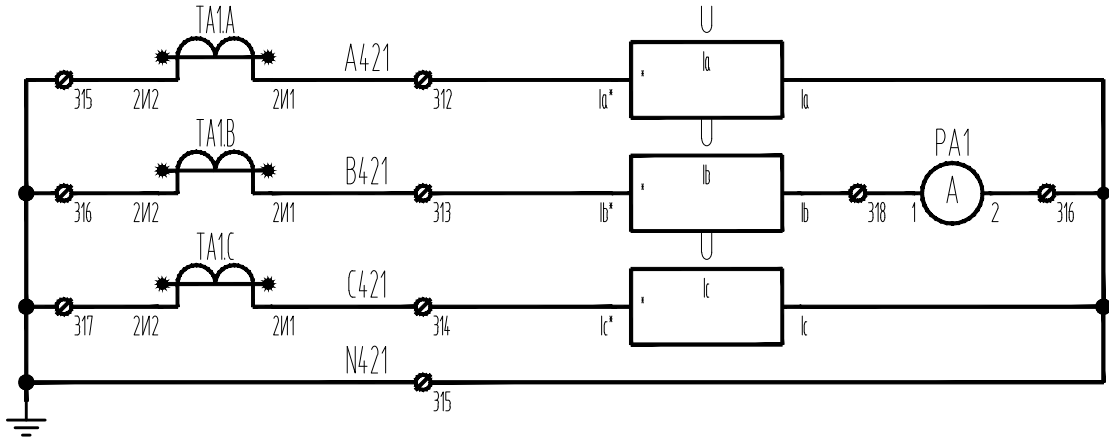
+ путевой выключатель в сработавшем положении (толкатель прижат)
- путевой выключатель в несработавшем положении (толкатель свободен)

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

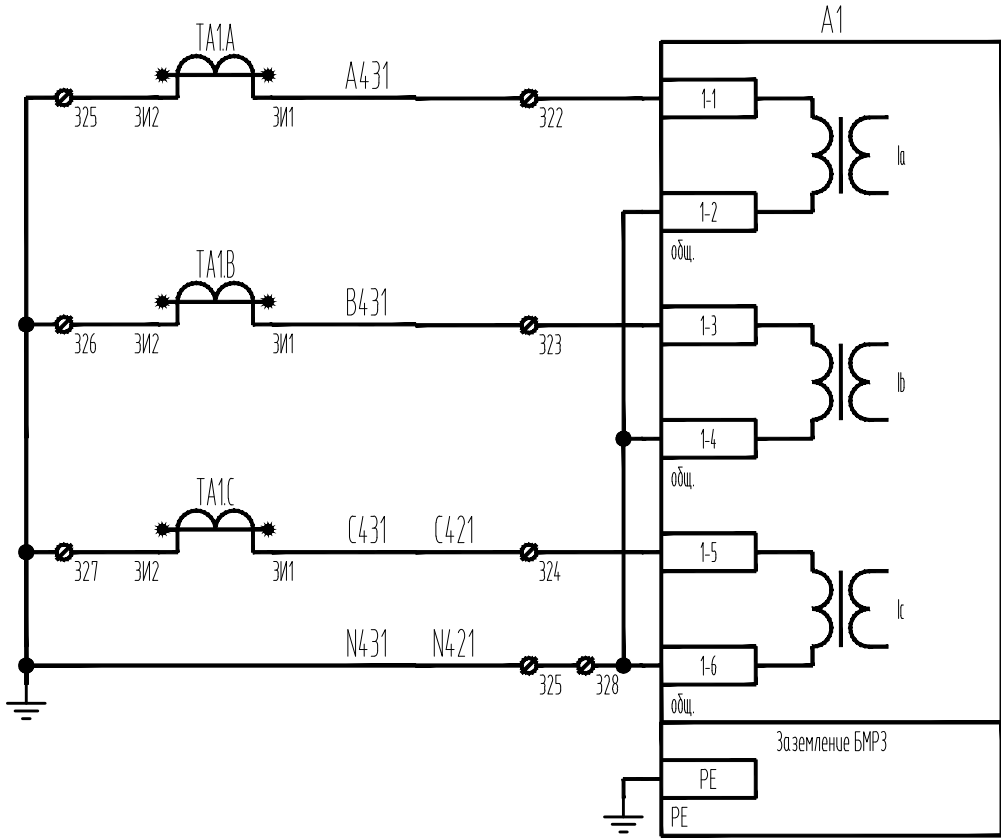
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

Цепи подключения приборов измерения

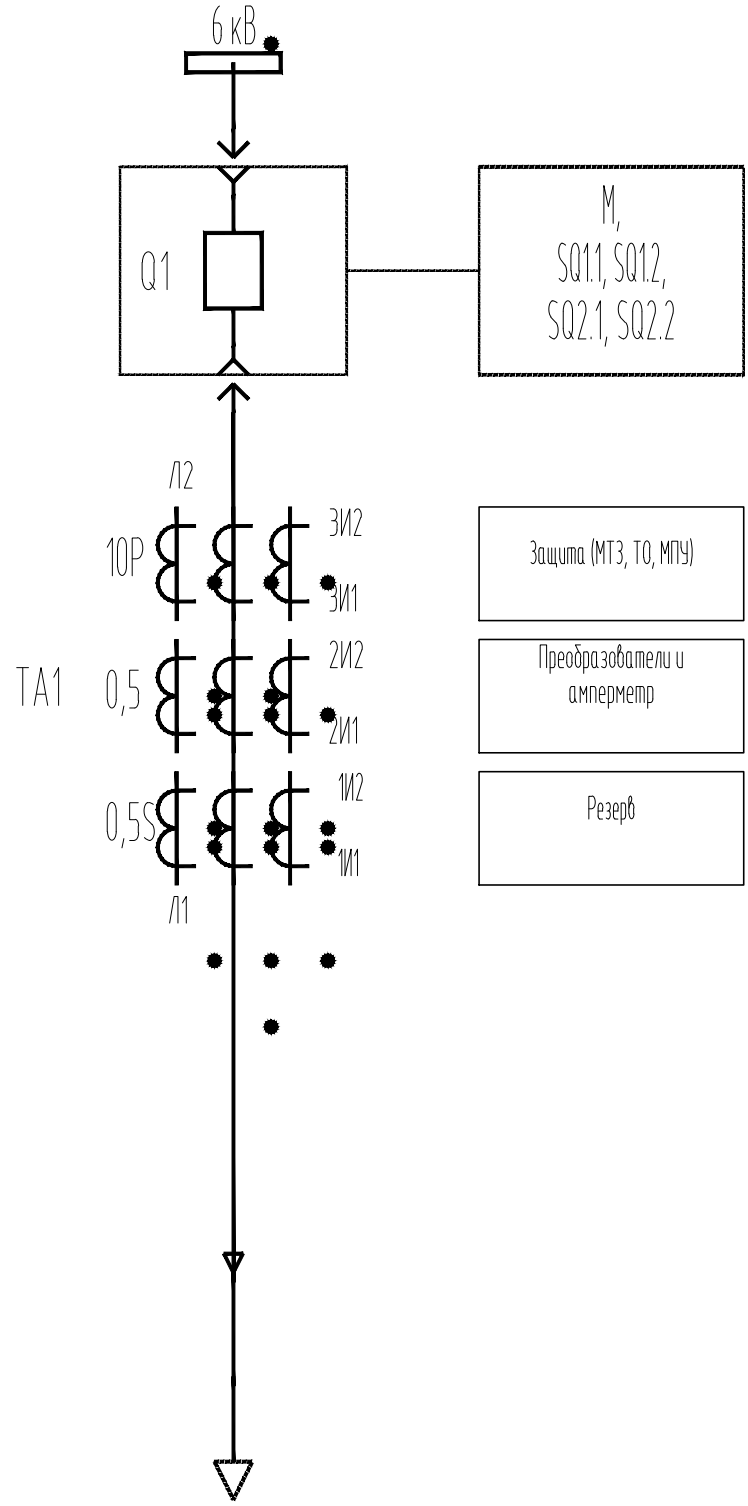
Токовые цепи



Токовые цепи МПУ



Поясняющая схема

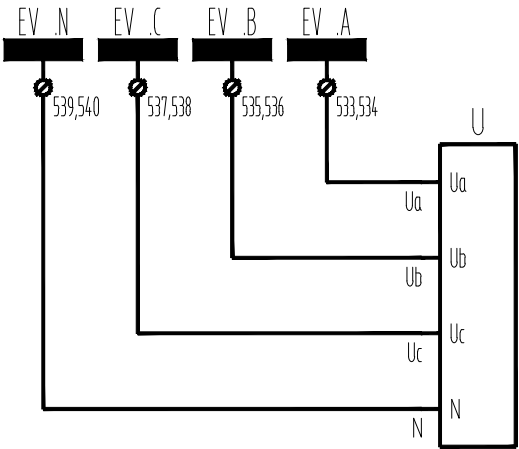


Инф. № подл.	Взам. инф. №
Подпись и дата	

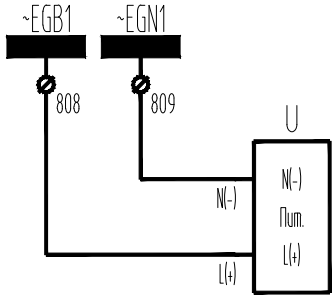
32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ					
«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Зиновьев	Зиновьев	06.22		
Пров.	Головачев	Головачев	06.22		
Н.конт	Головачев	Головачев	06.22		
ГИП	Головачев	Головачев	06.22		
Релейная защита и автоматика				Стадия	Лист
Ячейка СВ-6. Схема электрическая принципиальная				П	8.1
				Листов	9
ООО «Союзэнергопроект»					

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

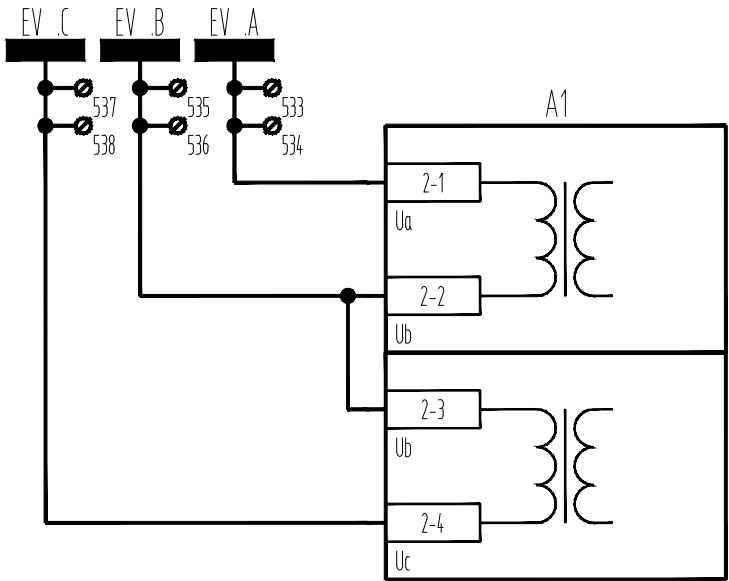
Цепи напряжения



Цепи питания

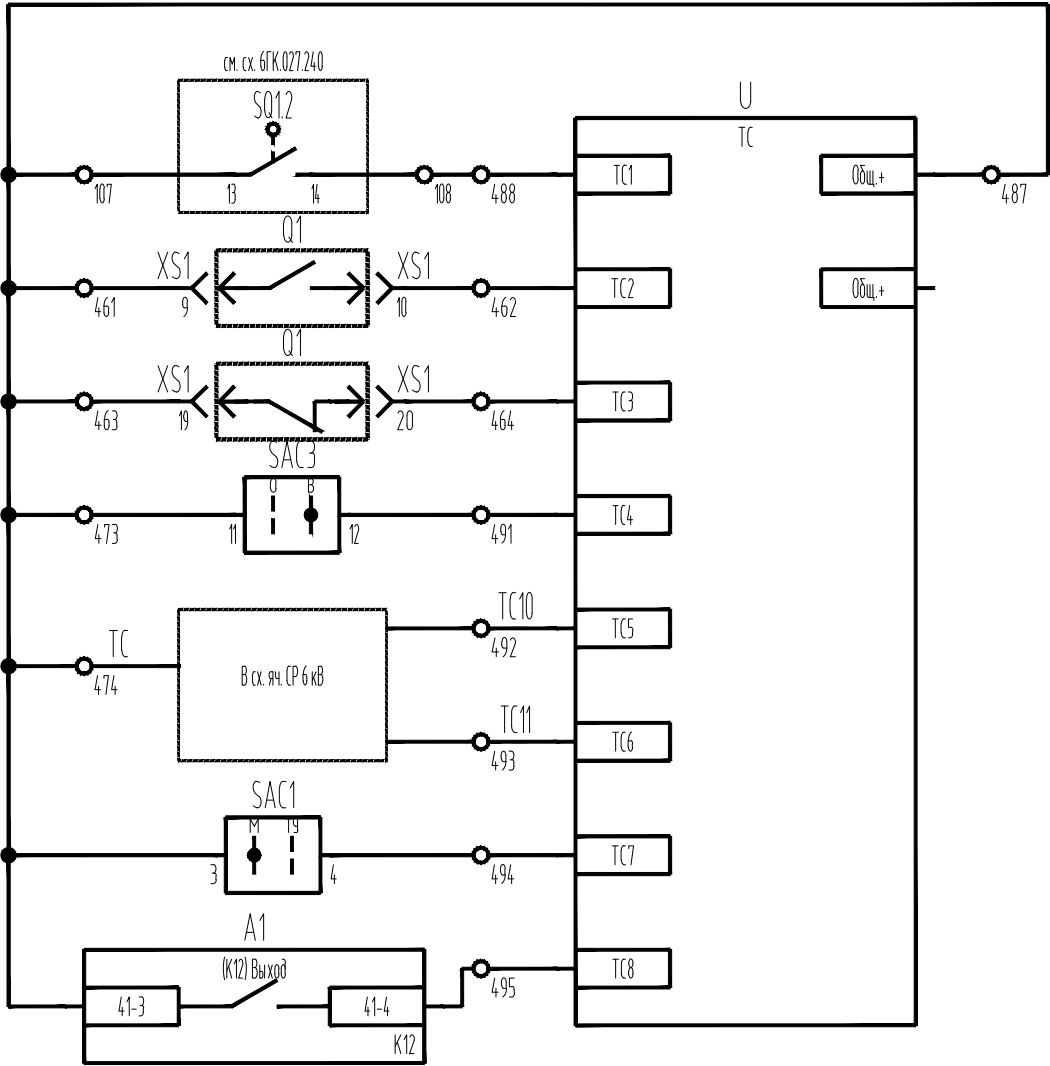


Цепи напряжения МПУ



Измерение линейных напряжений, контроль снижения напряжения (для пуска МТЗ и АВР)

Цепи ЦС



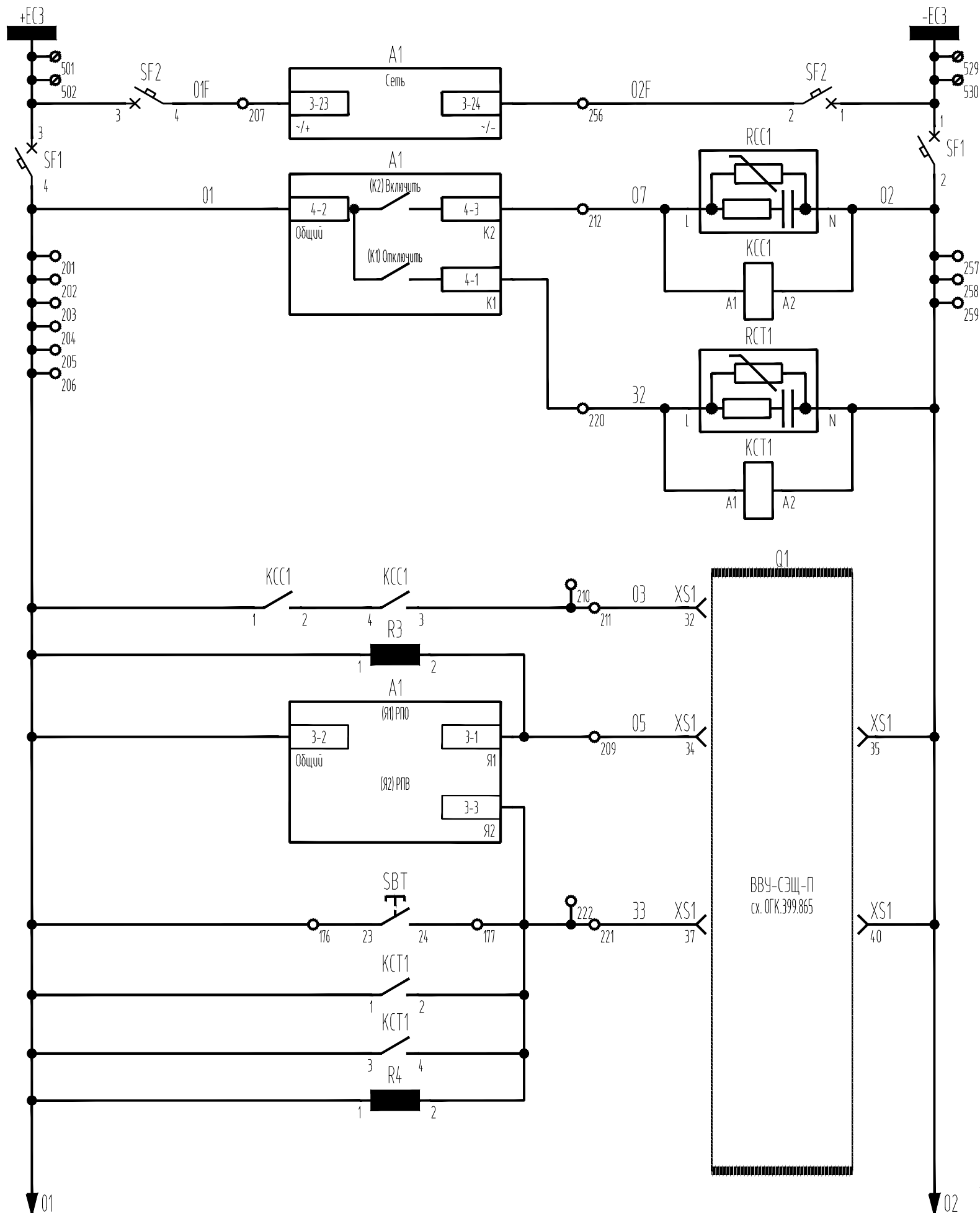
Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)	
Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)	"Вкл."
Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)	"Откл."
Сигнал "АВР 6 кВ введена"	
Включенное положение зем. ножа в ячейке СР	
Положение переключателя управления "Местное"	
Сигнал "Неисправность защиты"	

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Лист
8.2

Цепи оперативного тока



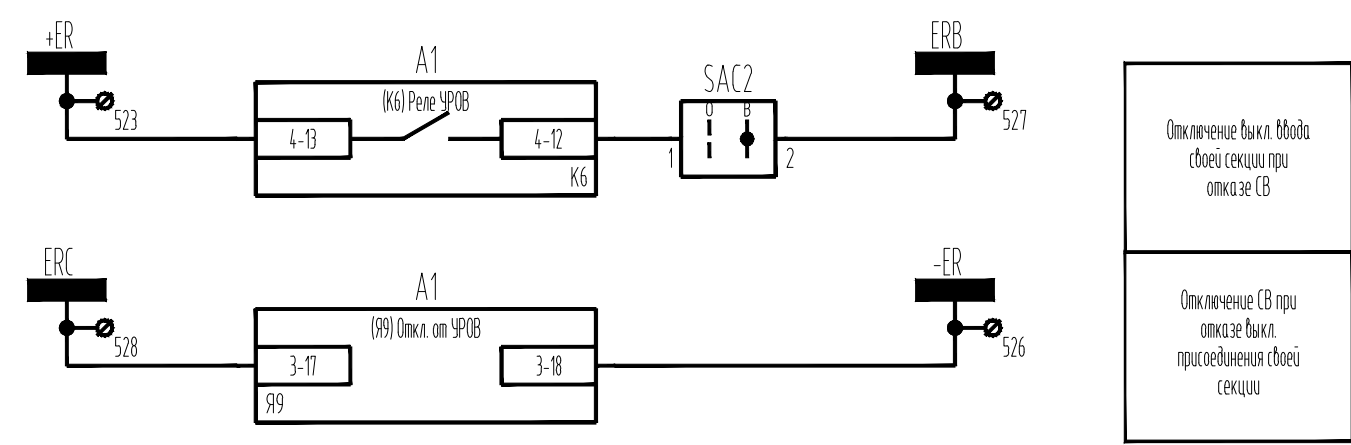
Шунты оперативных цепей
Питание МПУ
Реле команды "Включить"
Реле команды "Отключить"
Цепи включения и вход РПО
Цепи отключения и вход РПВ

Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №
--------------	----------------	--------------

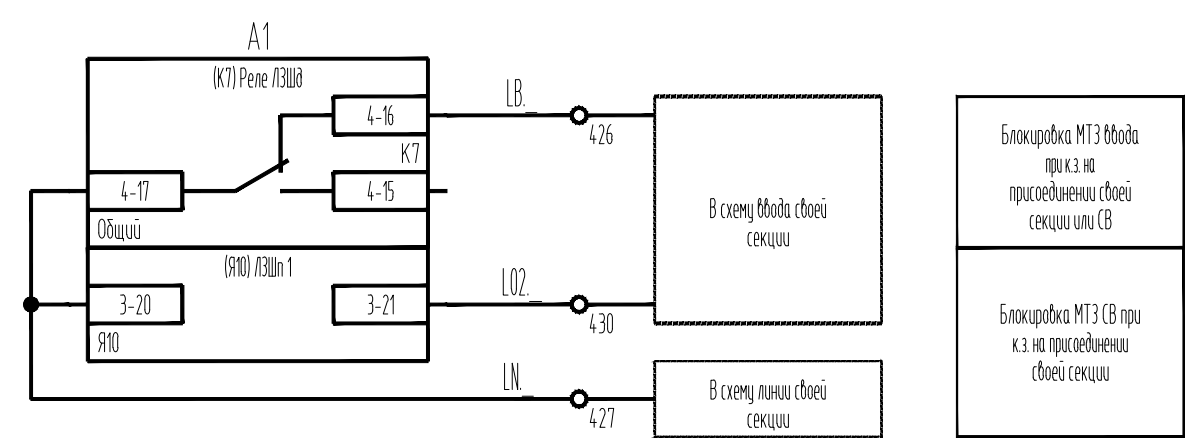
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

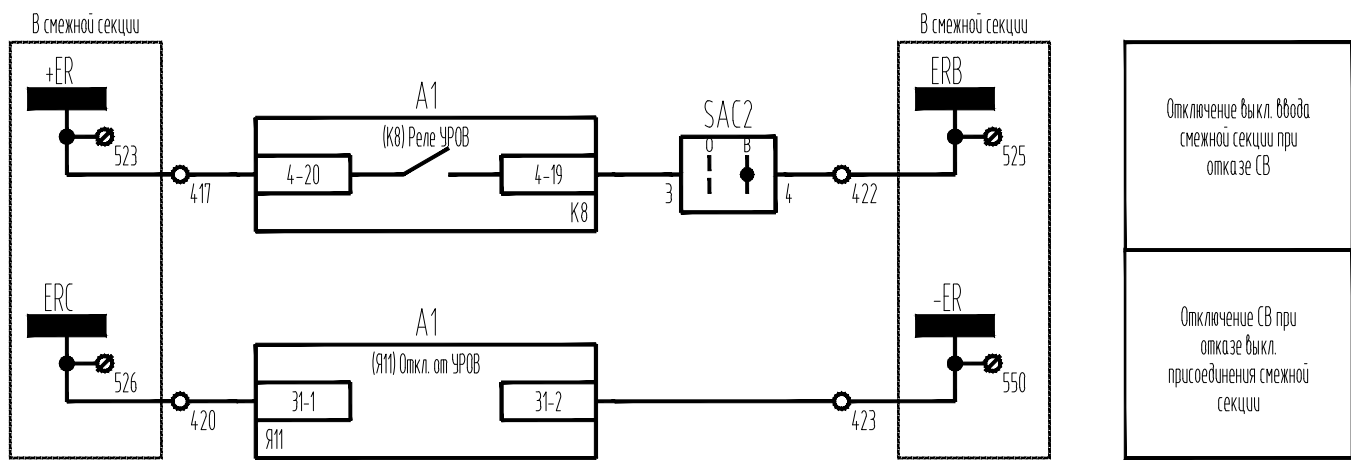
Цепи УРОВ своей секции



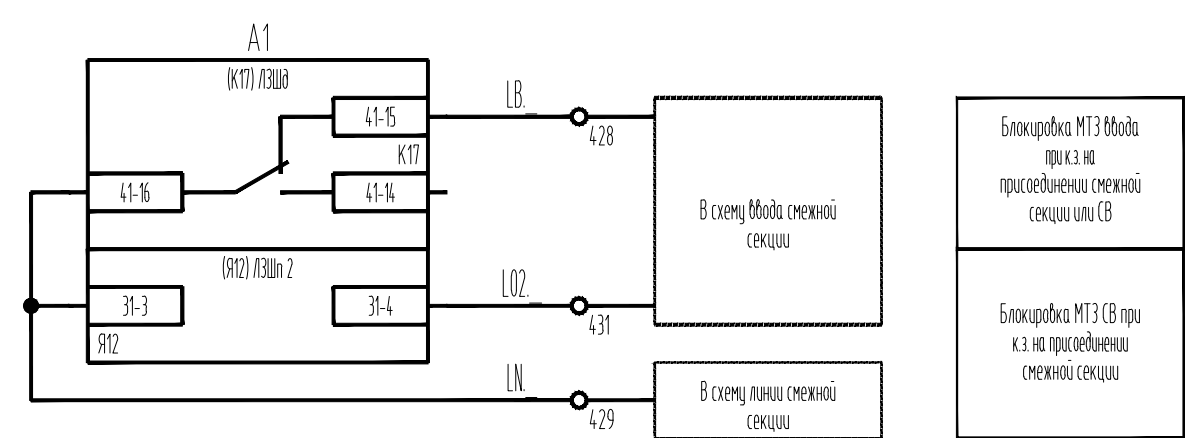
Цепи ЛЗШ своей секции



Цепи УРОВ смежной секции

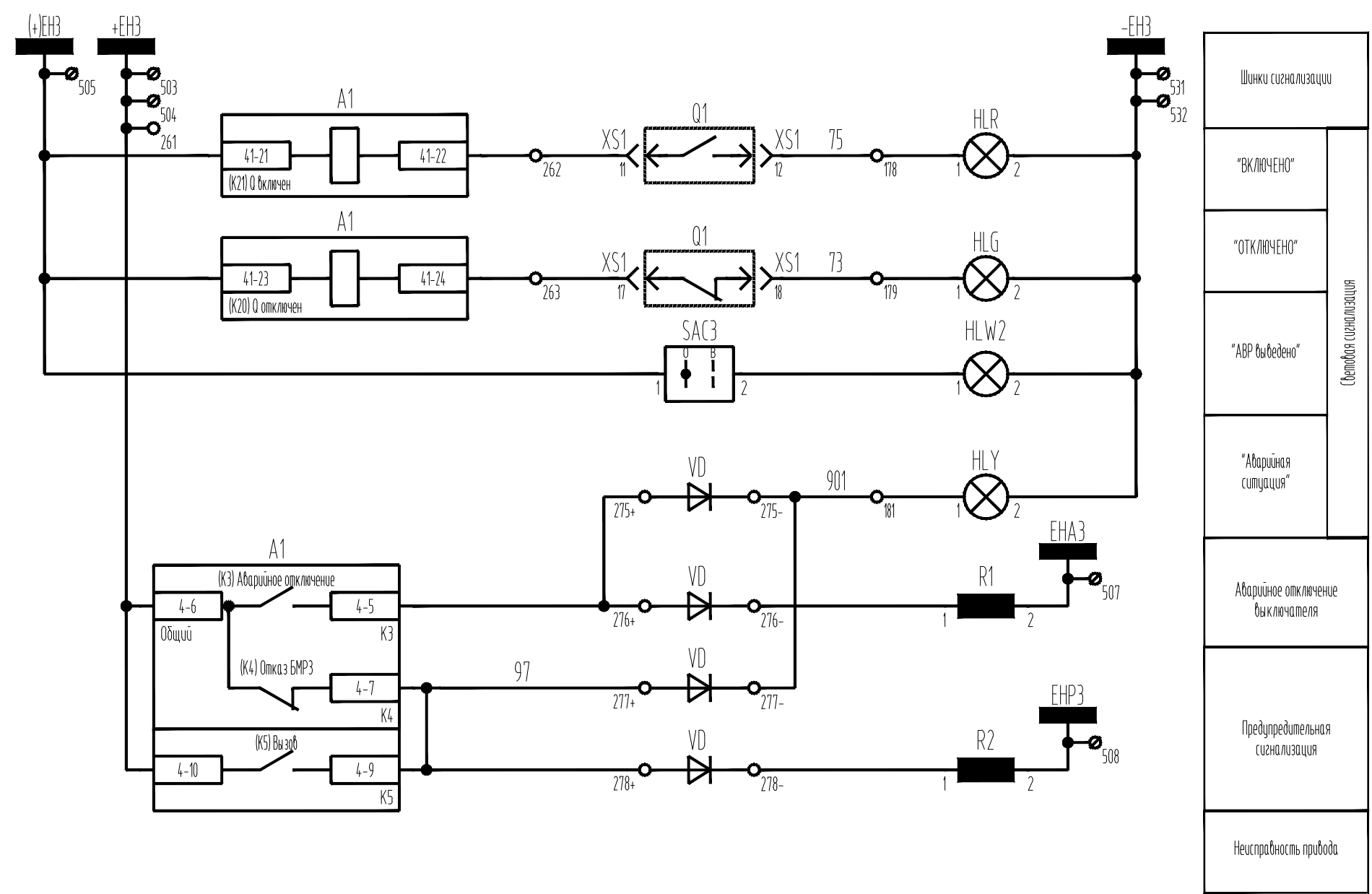


Цепи ЛЗШ смежной секции



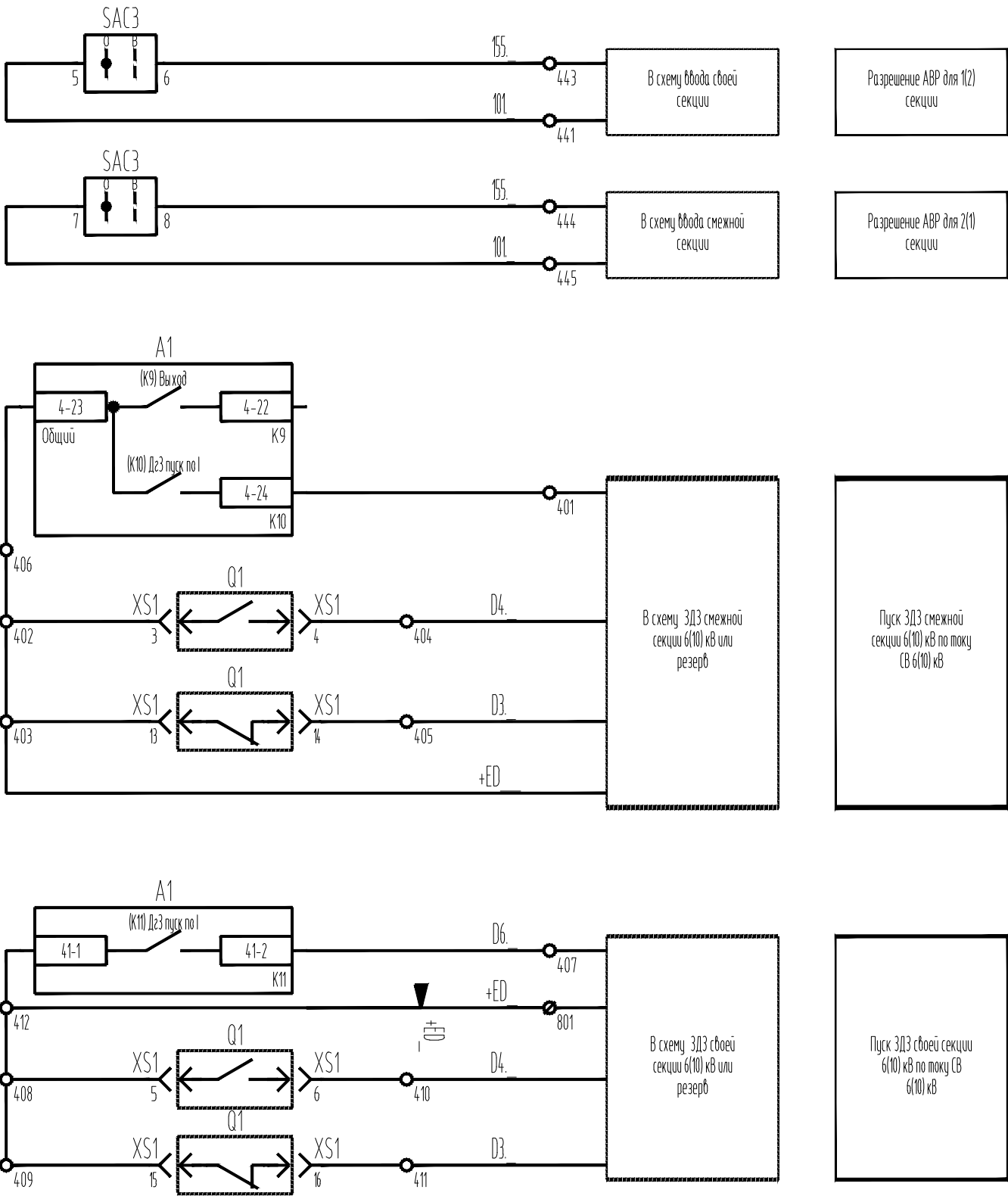
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Цепи сигнализации

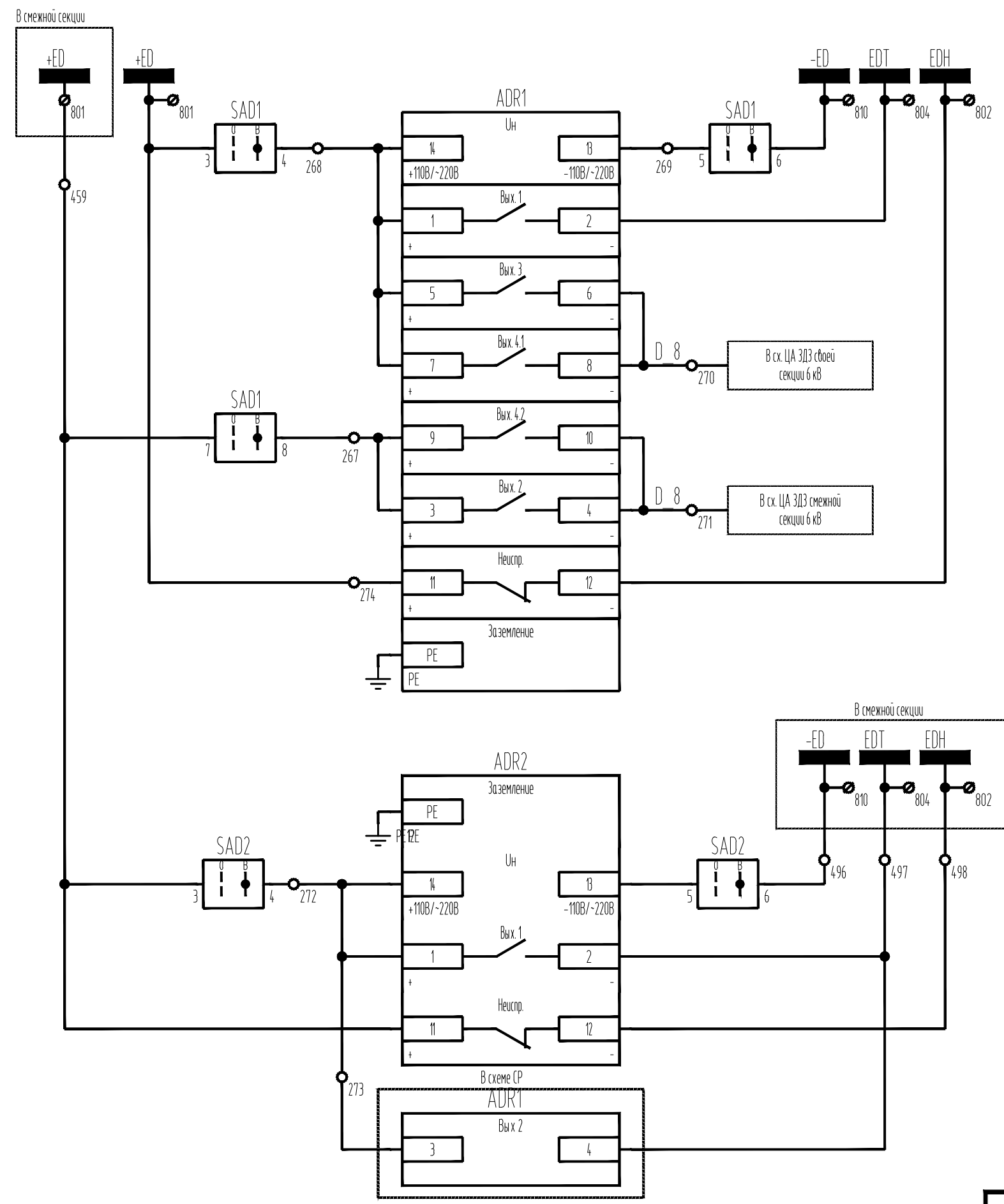


Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №

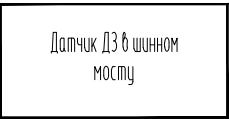
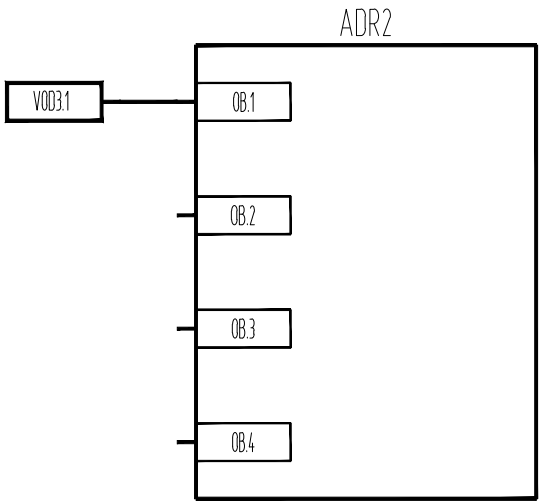
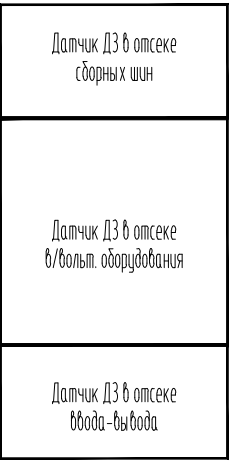
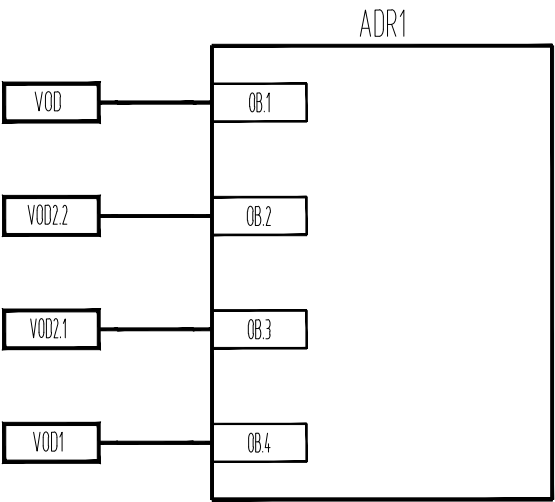
Выходные цепи



Цепи ЗДЗ

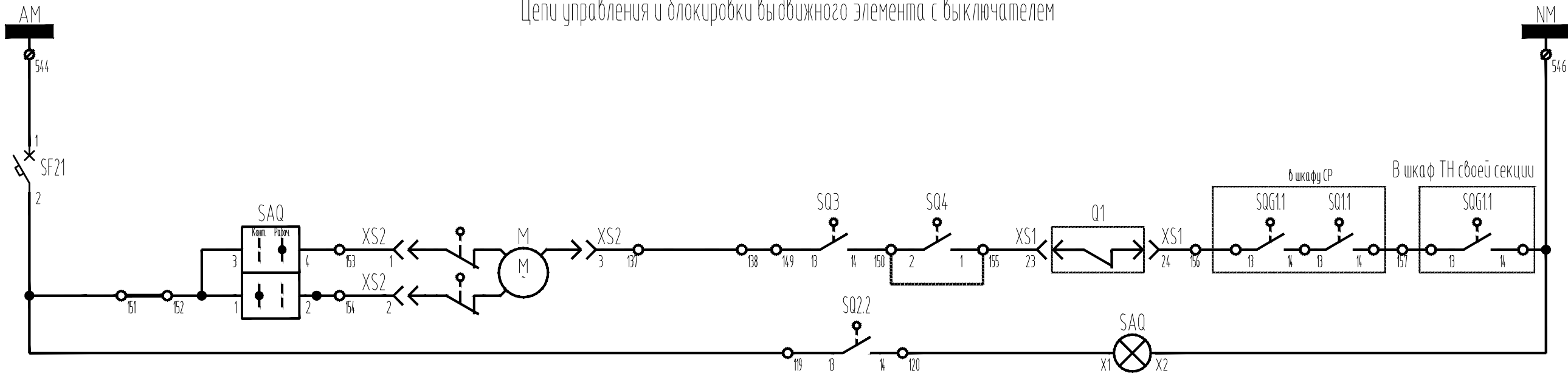


Шинки 3ДЗ 1 секции 6кВ
Переключатель ввода в работу устр-ва ADR1
Отсек СШ
Отсек в/вольт. оборудования
Отсек ввода-вывода
Отсек в/вольт. оборудования
Неисправность устройства ADR1
Заземление устройства ADR1
Шинки 3ДЗ 2 секции 6кВ
Заземление устройства ADR2
Переключатель ввода в работу устр-ва ADR2
Шинный мост
Неисправность устройства ADR2
Шинный мост (Дуга-0 в сх (Р))



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Цепи управления и блокировки выдвижного элемента с выключателем

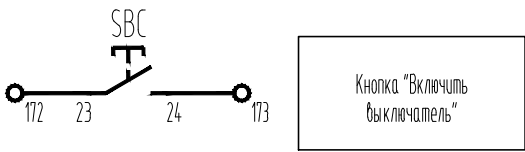


Шинки питания двигателя выдвижного элемента
Цепь дистанционного управления ВЭ
Цепь рабочего положения
Цепь контрольного положения
Лампа контрольного положения

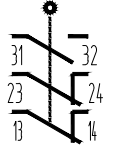
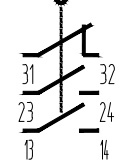
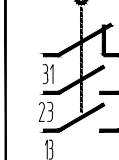

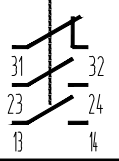
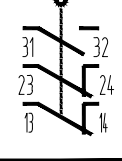
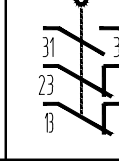
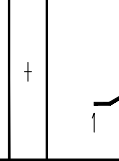
Контакты положения ВЭ

	Резерв
	В цепи РЗА
	Резерв
	Резерв
	В цепь блокировки ЗН на сборных шинах
	В цепь блокировки ВЭ в шкафу СР
	Резерв

Кнопки управления выключателем

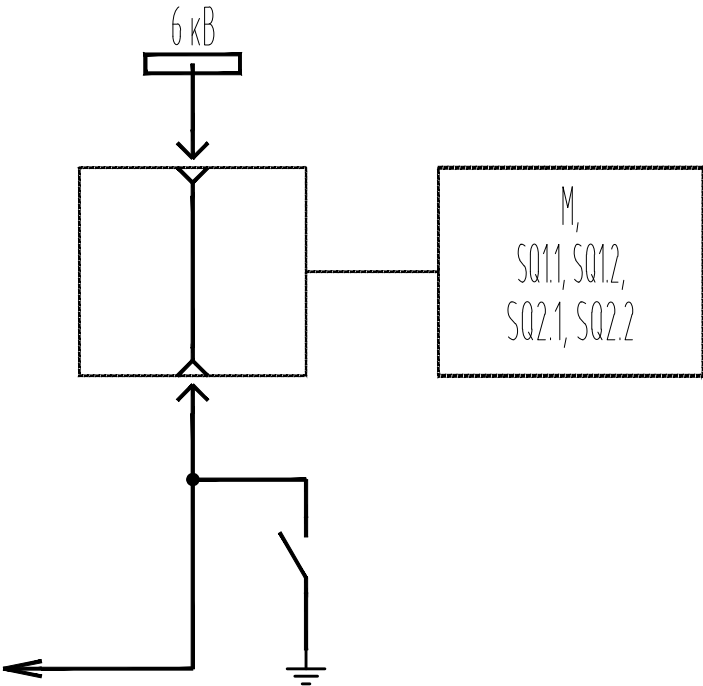


Диаграммы работы контактов путевых выключателей

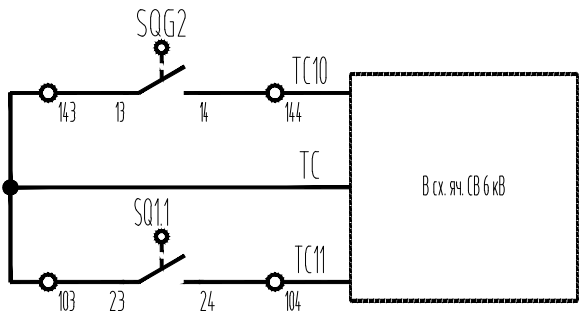
Положение выдвижного элемента	КВ В2 L21				Положение двери ВЭ3	КВ В2 L21		Фиксация ВЭ	ВКМ02	
	SQ11, SQ12		SQ21, SQ22			SQ3			SQ4	
Рабочее	+		-		Дверь ВЭ3 открыта	-		ВЭ расфиксирован	-	
Контрольное	-		+		Дверь ВЭ3 закрыта	+		ВЭ зафиксирован	+	

+ путевой выключатель в сработавшем положении (толкатель прижат)
- путевой выключатель в несработавшем положении (толкатель свободен)

Поясняющая схема



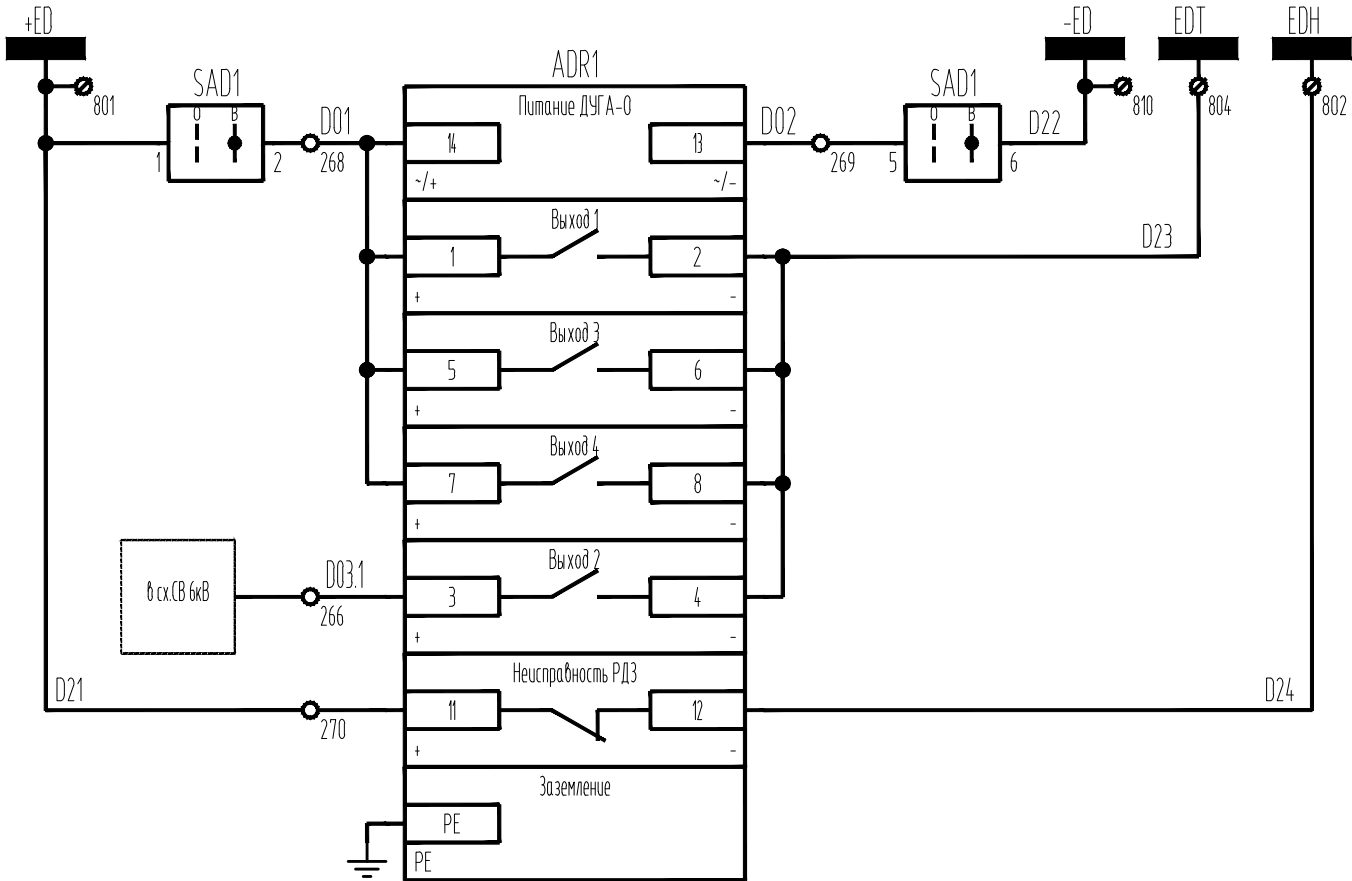
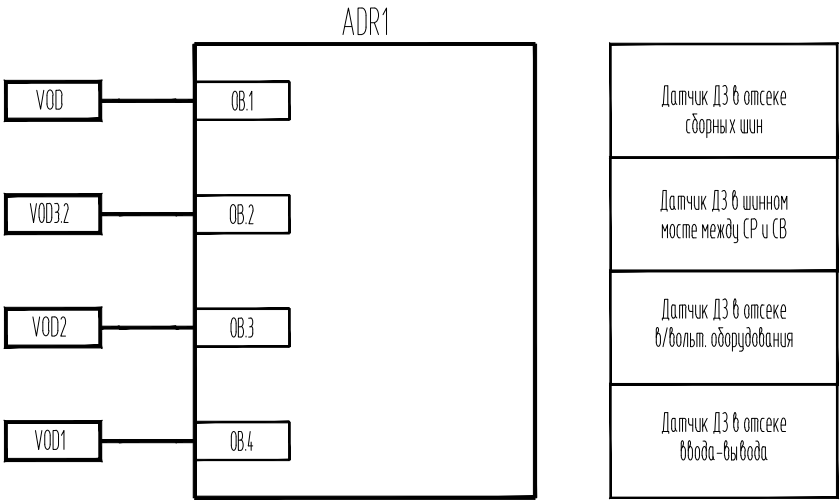
Цепи телемеханики



Сигнал "ЗН включен" (контакт замыкается)


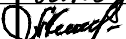

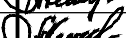
Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)

Цепи ЗДЗ

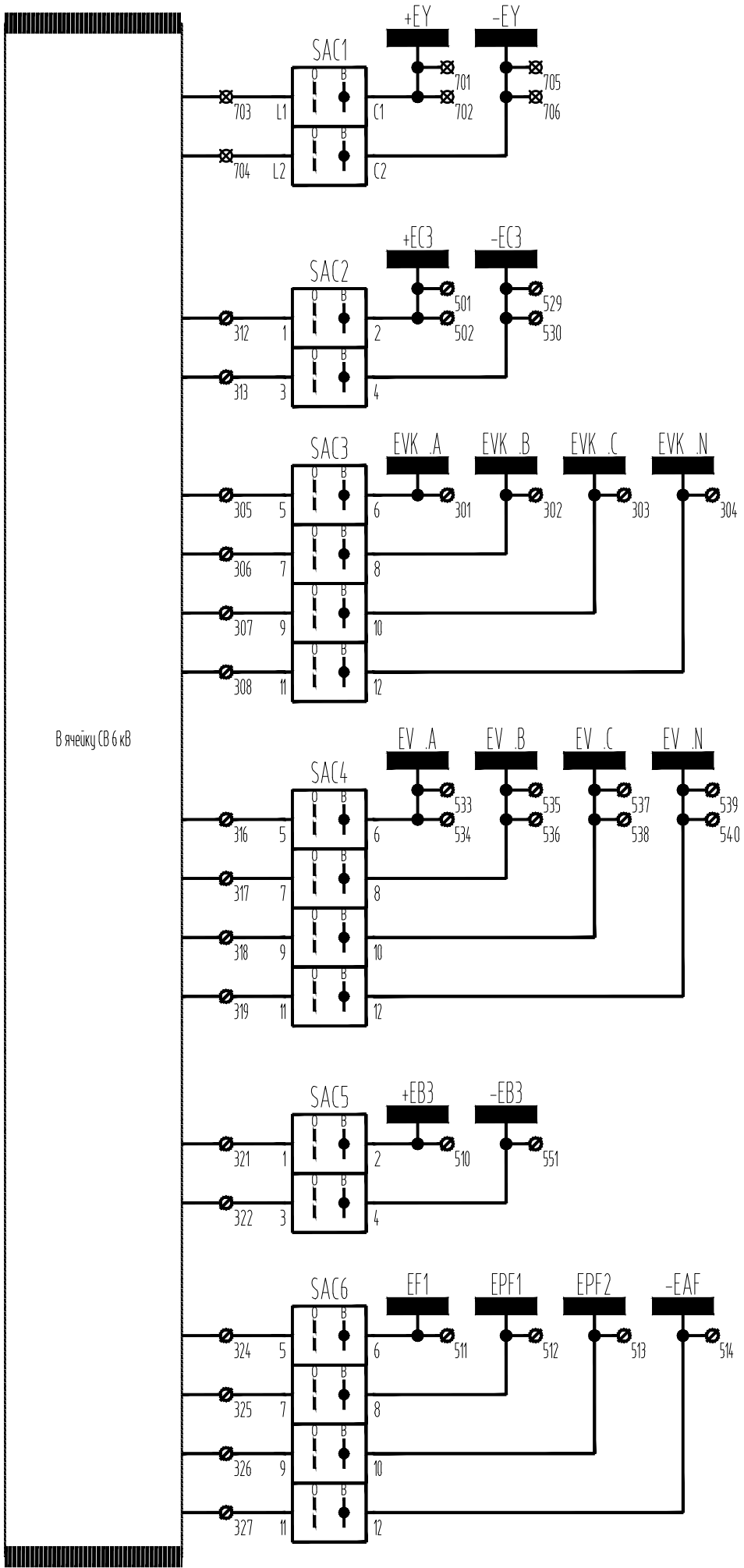


Шинки ЗДЗ секции 6 кВ	Среды обслуживания ДЗ
Переключатель ввода в работу устр-ва АDR1	
Отсек СШ	
Отсек в/вольт. оборудования	
Отсек ввода-вывода	
Шинопровод между СР и СВ 6(10) кВ	Среды обслуживания ДЗ
Неисправность устройства АDR1	
Заземление устройства АDR1	

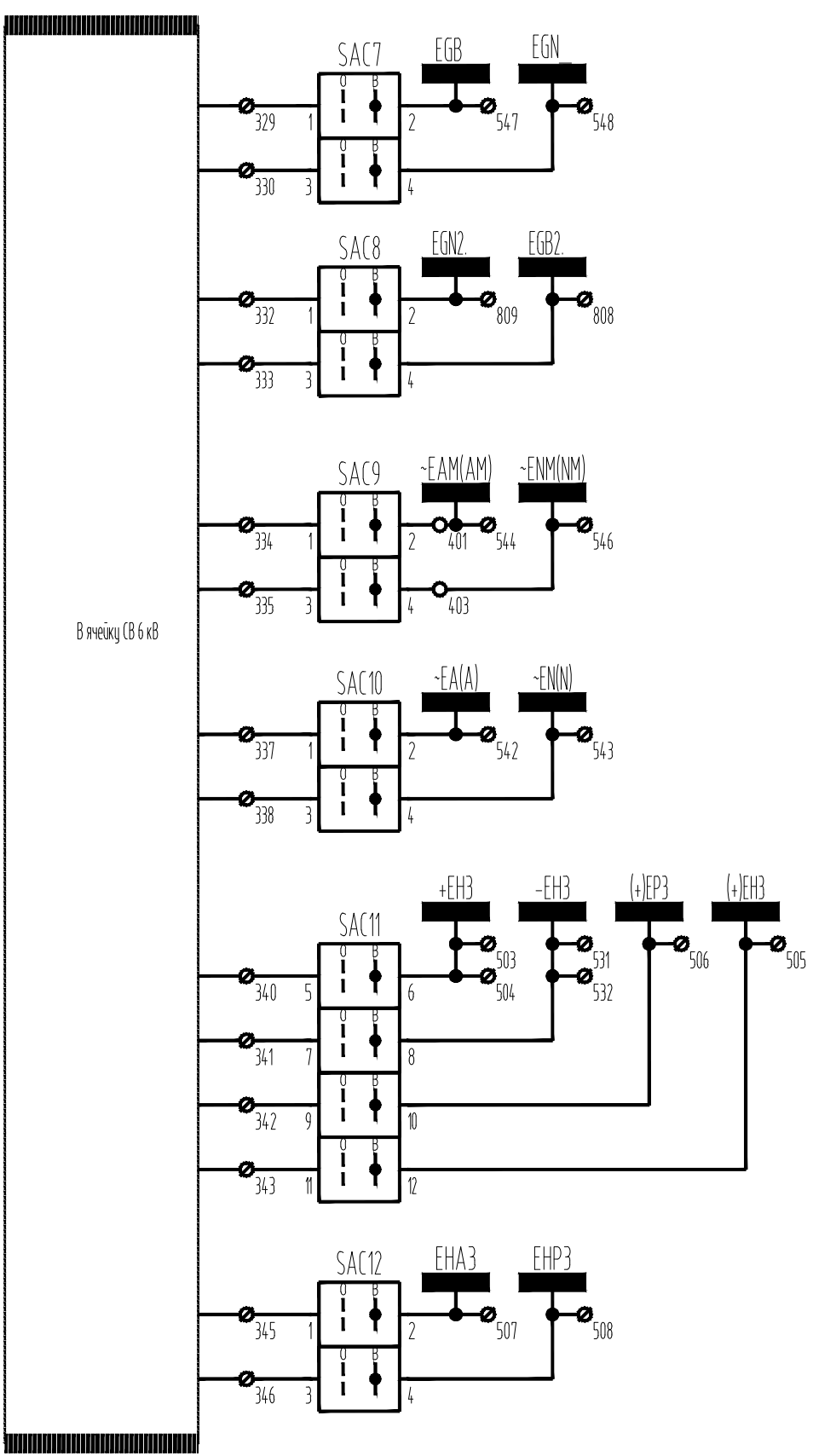
Инд. № подл.	Взам. инд. №
Подпись и дата	

						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Колуч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев			06.22		П	9.1	3
Пров.		Головачев			06.22				
						Ячейка СР-6. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев			06.22				
ГИП		Головачев			06.22				

Секционирование шин



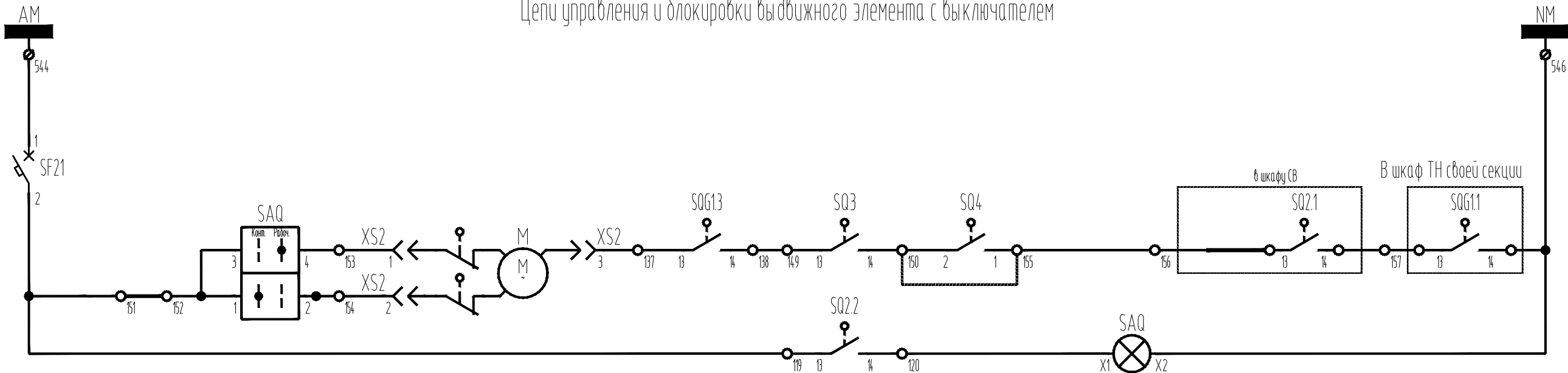
Шины питания приводов выключателей
Шины управления
Шины напряжения коммерческого учёта
Шины напряжения
Шины оперативной блокировки
Шины АЧР



Шины питания счётчиков
Шины питания преобразователей
Шины питания двигателя выдвигного
Шины питания устройств индикации наличия напряжения
Шины сигнализации

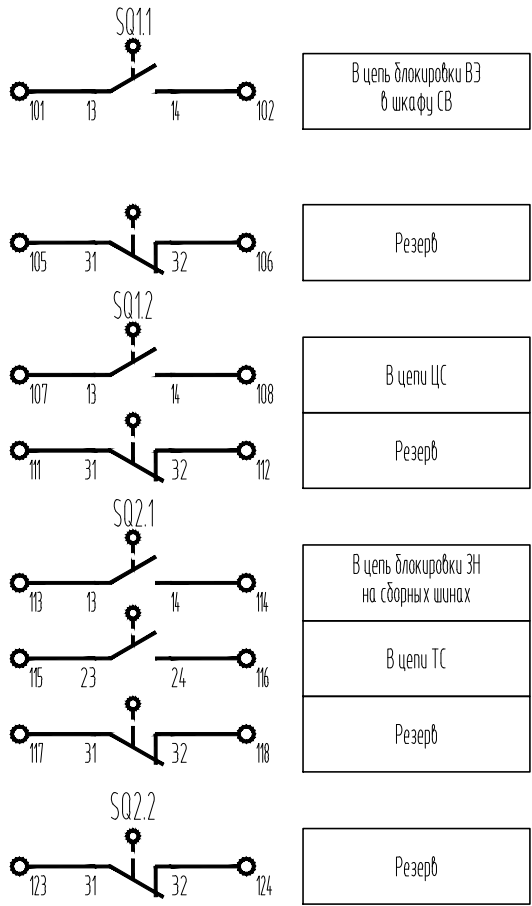
Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инф. №

Цепи управления и блокировки выдвижного элемента с выключателем

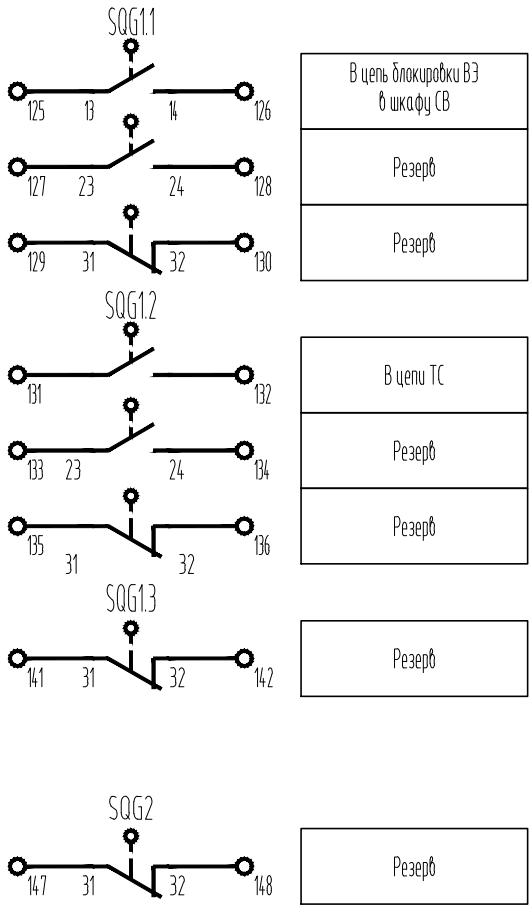


Шинки питания двигателя выдвижного элемента
Цепь дистанционного управления ВЭ
Цепь рабочего положения
Цепь контрольного положения
Лампа контрольного положения

Контакты положения ВЭ



Контакты положения ЗН

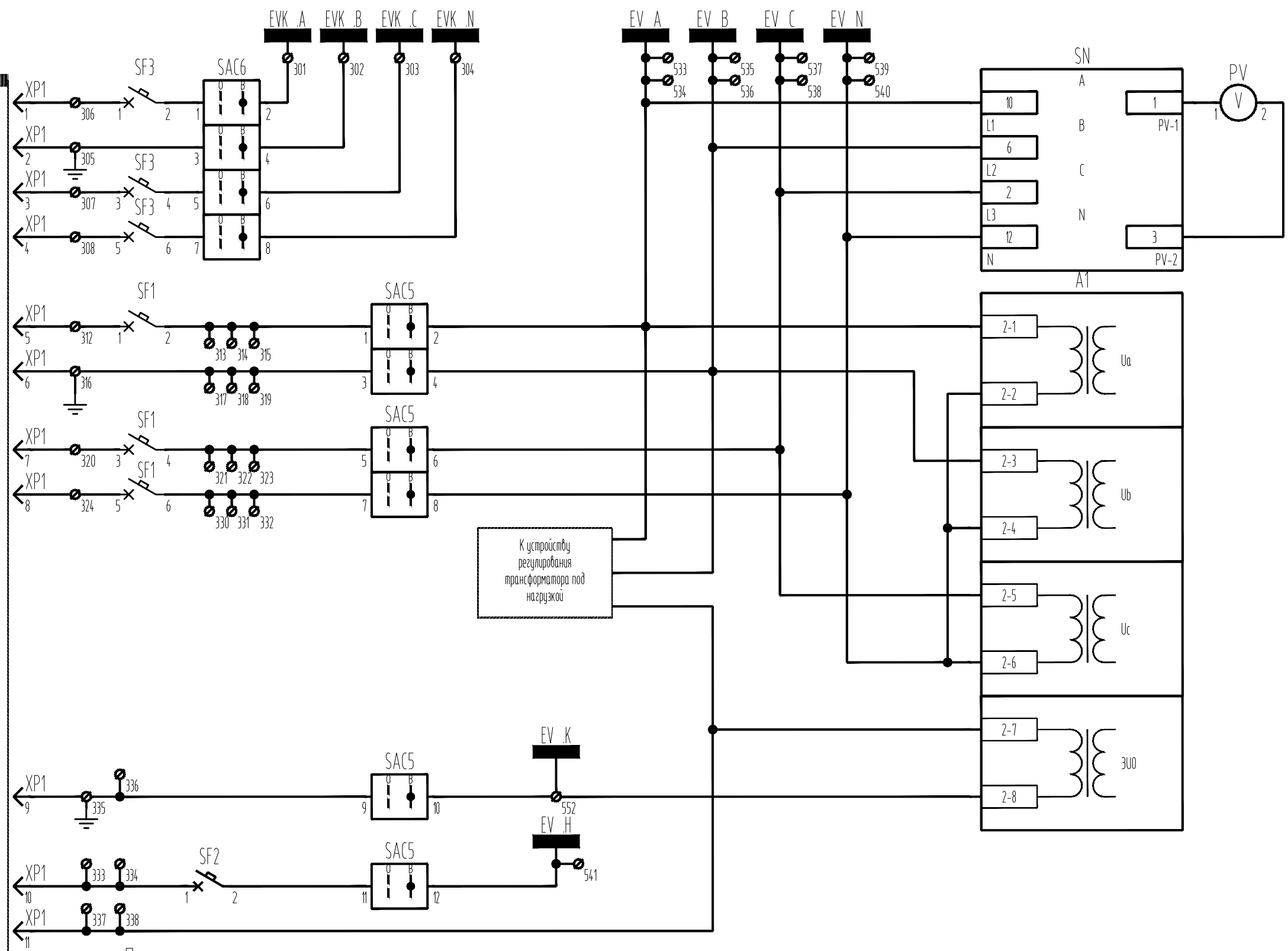


Диаграммы работы контактов путевых выключателей

Положение выдвижного элемента	КВ В2 L21		Положение двери ВЭ3	КВ В2 L21		Фиксация ВЭ	ВКМ02		Положение ЗР	КВ В2 L21					
	SQ11, SQ12	SQ21, SQ22		SQ3	SQ4		SQG11, SQG12, SQG13	SQG2							
Рабочее	+		-		Дверь ВЭ3 открыта	-		ВЭ расфиксирован	-		Отключен	+		-	
Контрольное	-		+		Дверь ВЭ3 закрыта	+		ВЭ зафиксирован	+		Включен	-		+	

+ путевой выключатель в сработавшем положении (толкатель прижат)
- путевой выключатель в несработавшем положении (толкатель свободен)

Цепи напряжения

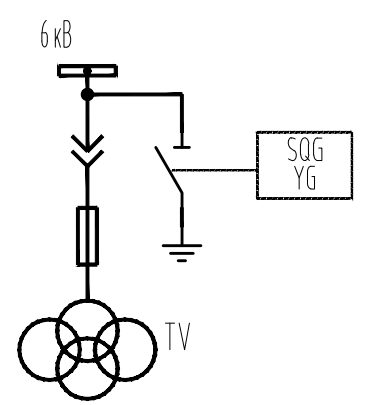


Измерение фазных и линейных напряжений

Измерение, контроль фазных и линейных напряжений

Измерение $3U_0$

Поясняющая схема



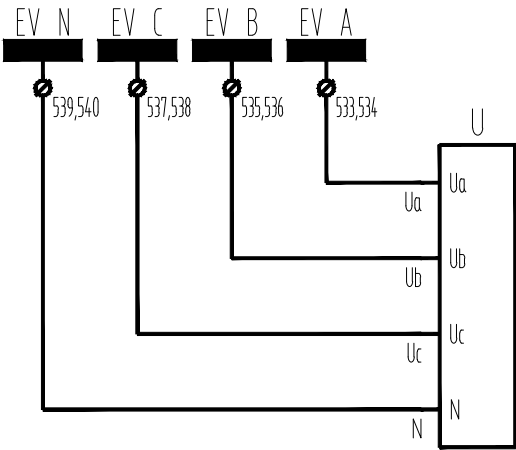
						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев		<i>Зиновьев</i>	06.22		П	10.1	7
Проб.		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				
						Ячейка ТН-6. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				
ГИП		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				

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

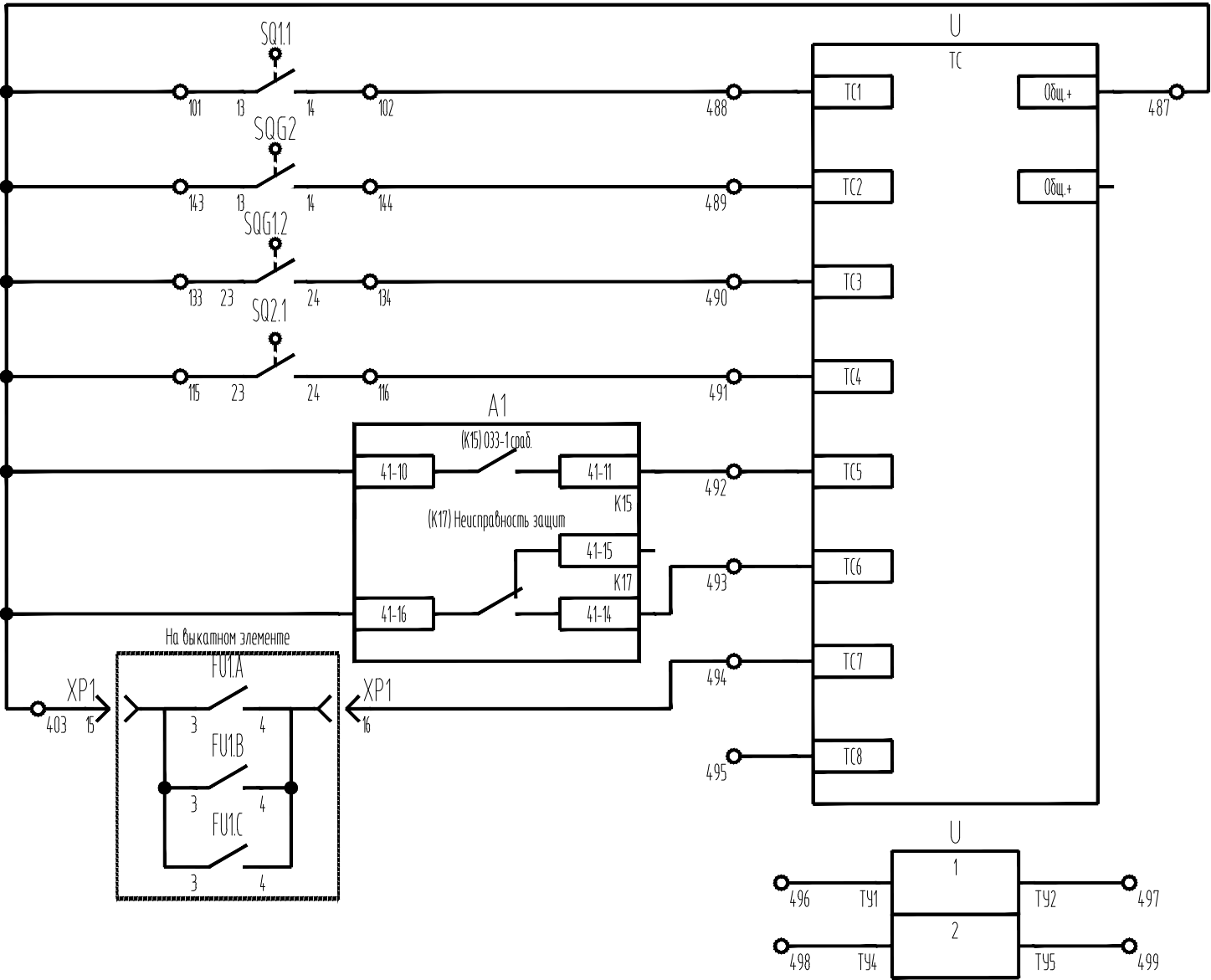
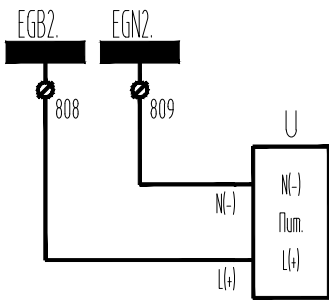
Цепи подключения приборов измерения

Цепи ЦС

Цепи напряжения



Цепи питания



Сигнал "ВЗ в рабочем положении" (контакт замыкается)
Сигнал "ЗН включен" (контакт замыкается)
Сигнал "ЗН отключен" (контакт замыкается)
Сигнал "ВЗ в контрольном положении" (контакт замыкается)
Сигнал "Земля в сети"
Сигнал "Неисправность защиты"
Сигнал о перегорании предохранителя
Резерв

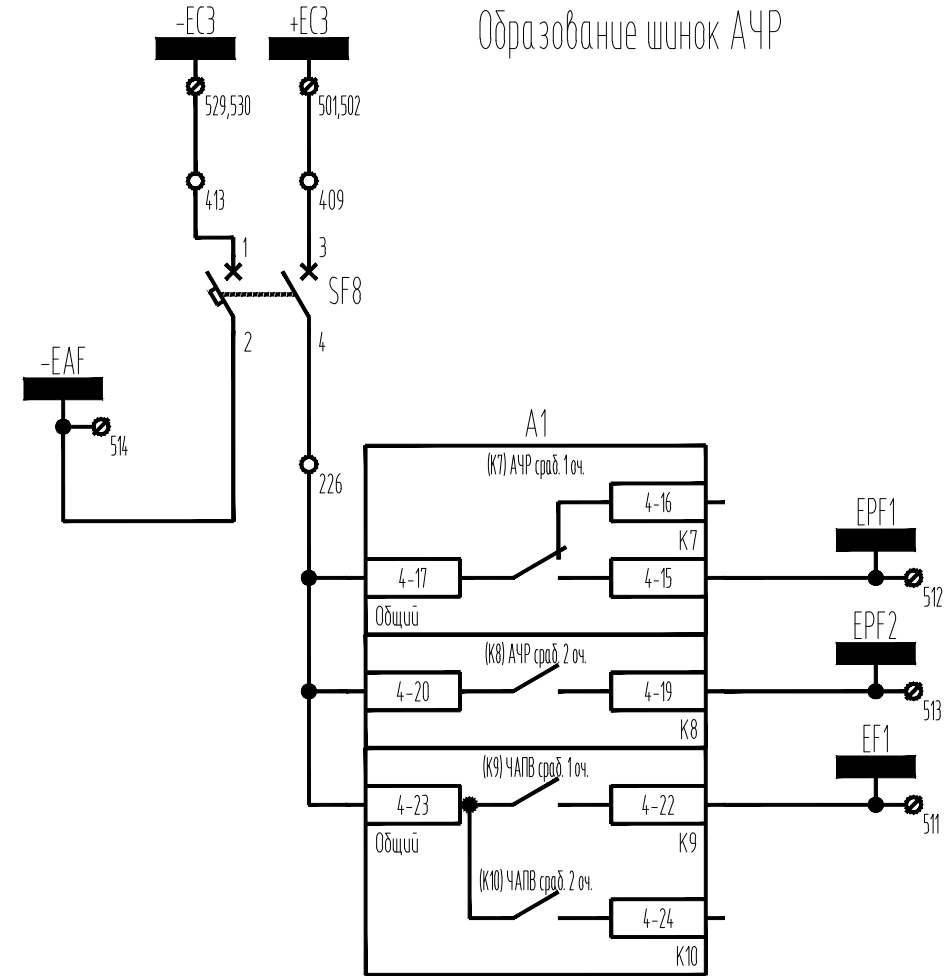
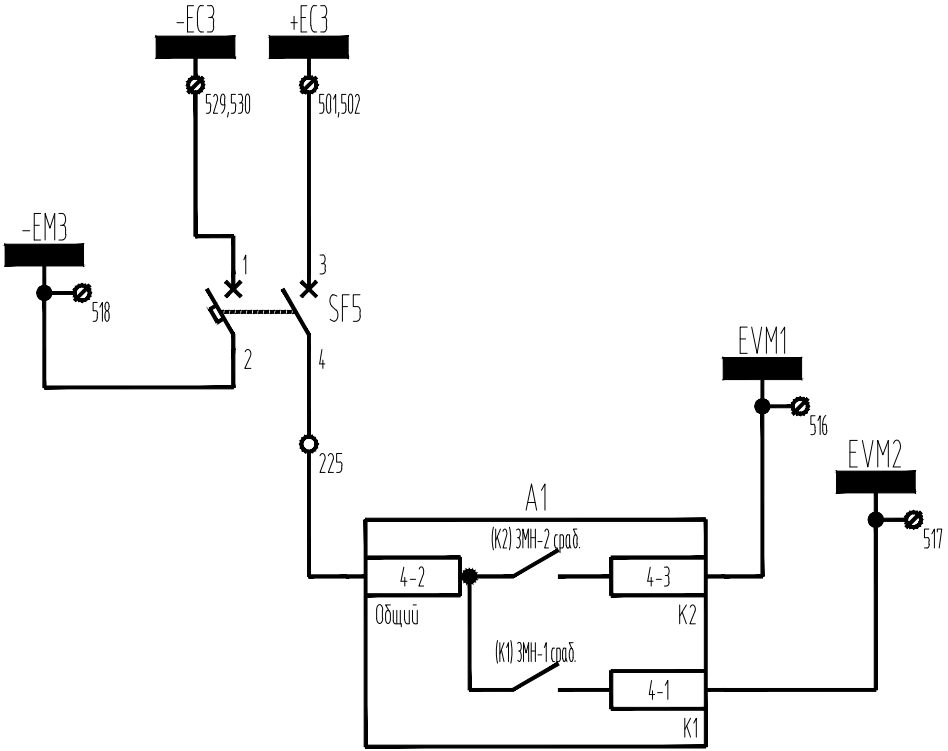
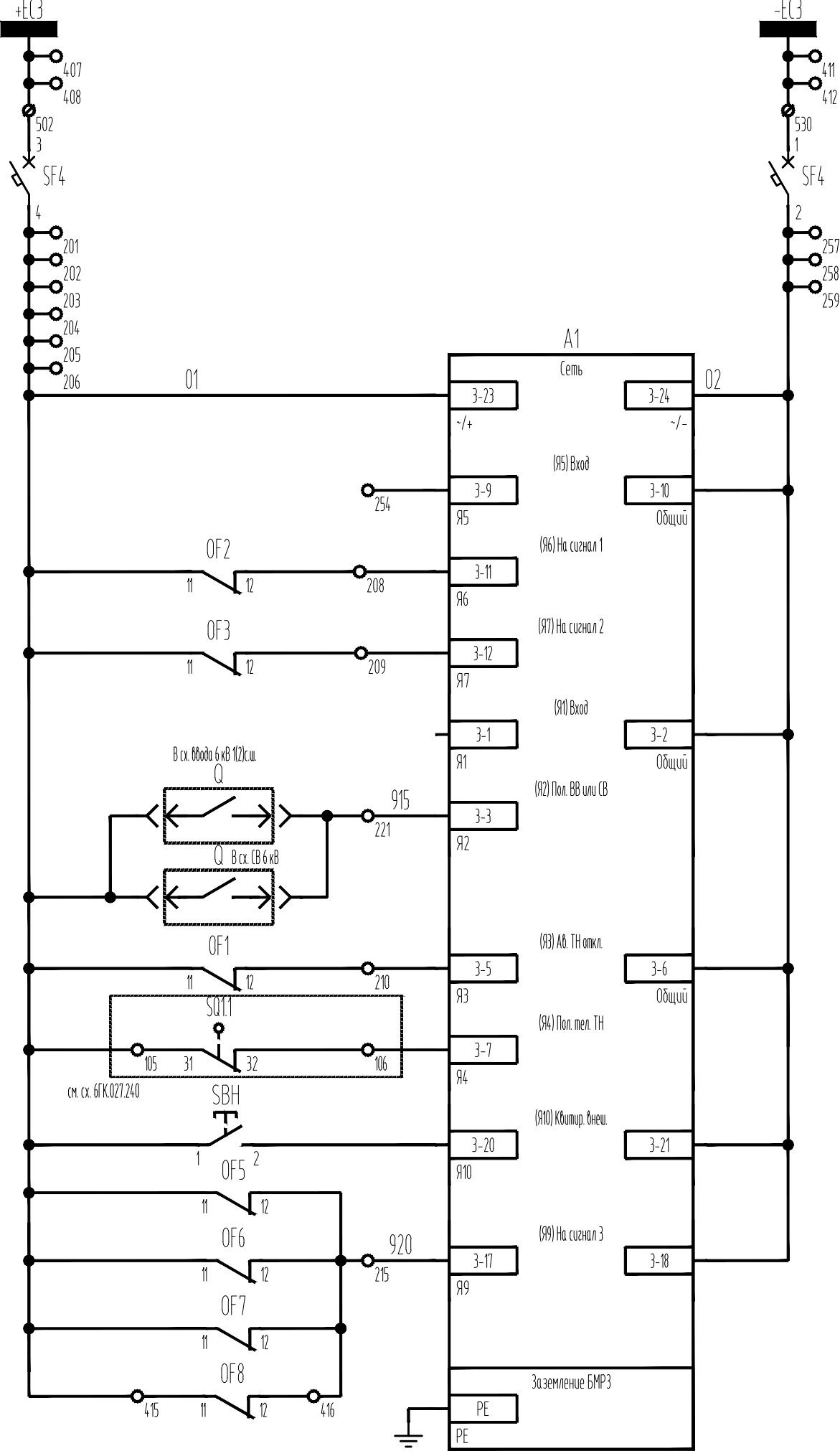
Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Цепи оперативного тока

Образование шин групповой ЗМН



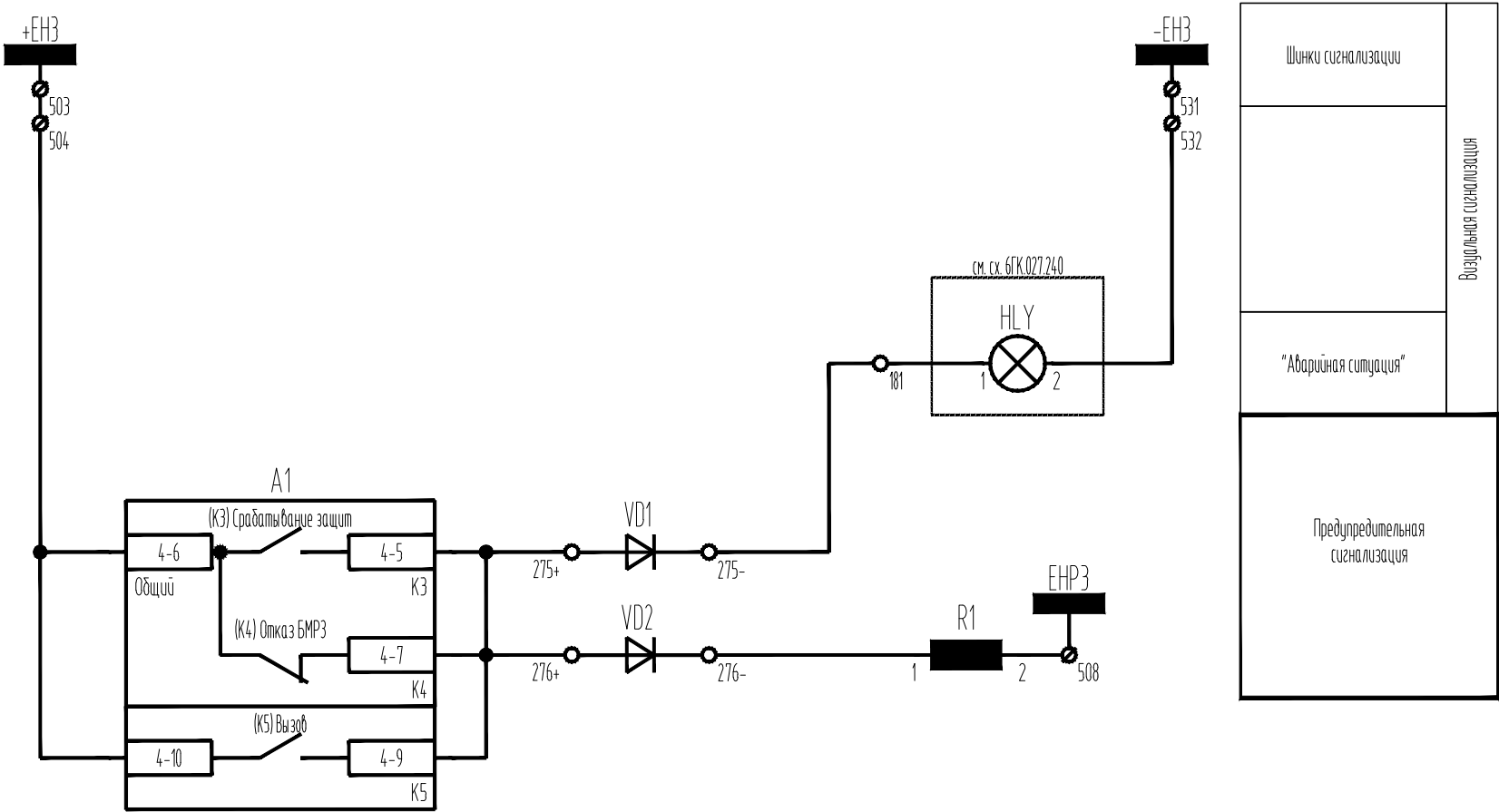
Шинки питания оперативных цепей и автоматов
Питание МПУ
Резерв
Отключен автомат цепей разомкнутого треугольника
Отключен автомат цепей напряжения счетчиков коммерческого учета
Контроль питания на секции 6 кВ
Отключен автомат цепей напряжения
Контроль положения выкатного элемента
Сброс сигнализации
Отключен автомат цепей ЛЭШ или УРОВ или ЗМН или АЧР
Заземление МПУ

Шинки питания
Шинка " - " ЗМН
Шинка EVM1 - ЗМН 1 очередь
Шинка EVM2 - ЗМН 2 очередь

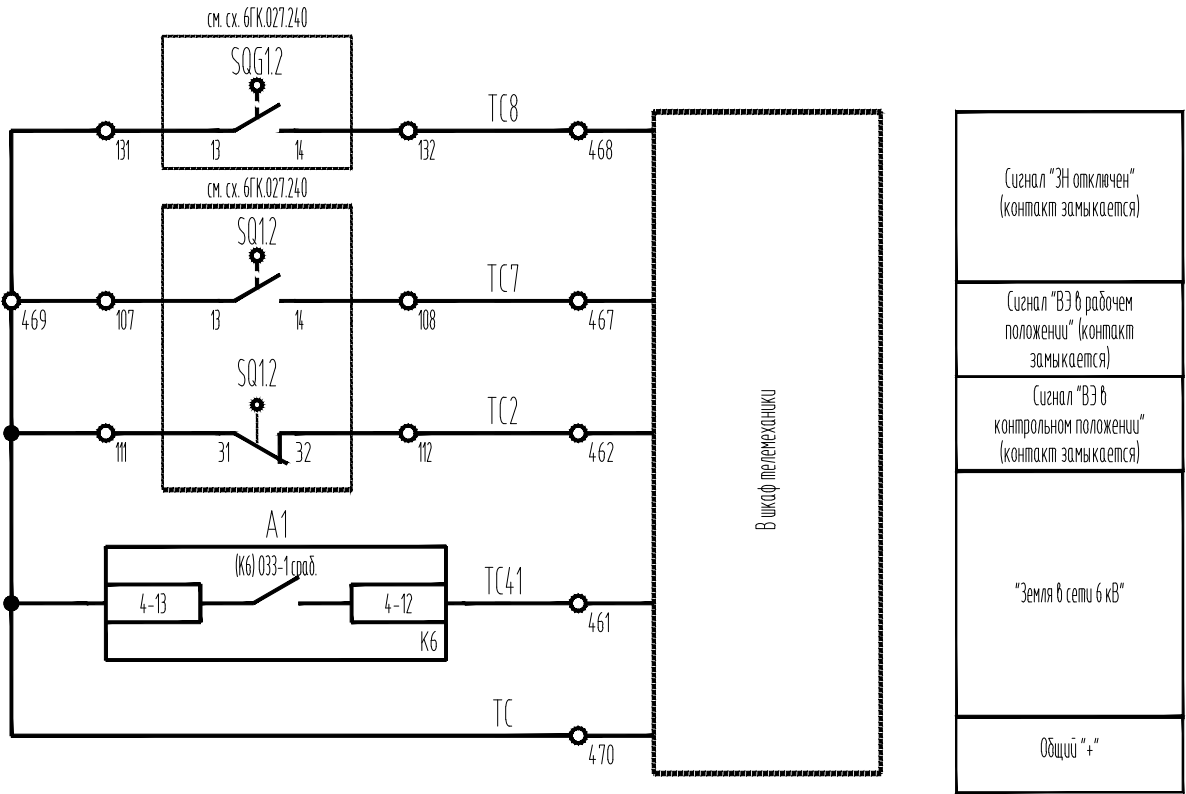
Шинки питания и автоматов
Шинка " - " АЧР
Шинка EPF1 - АЧР 1 очередь
Шинка EPF2 - АЧР 2 очередь
Шинка ЧАПВ - только при "внешнем" ЧАПВ на линиях 6(10) кВ

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

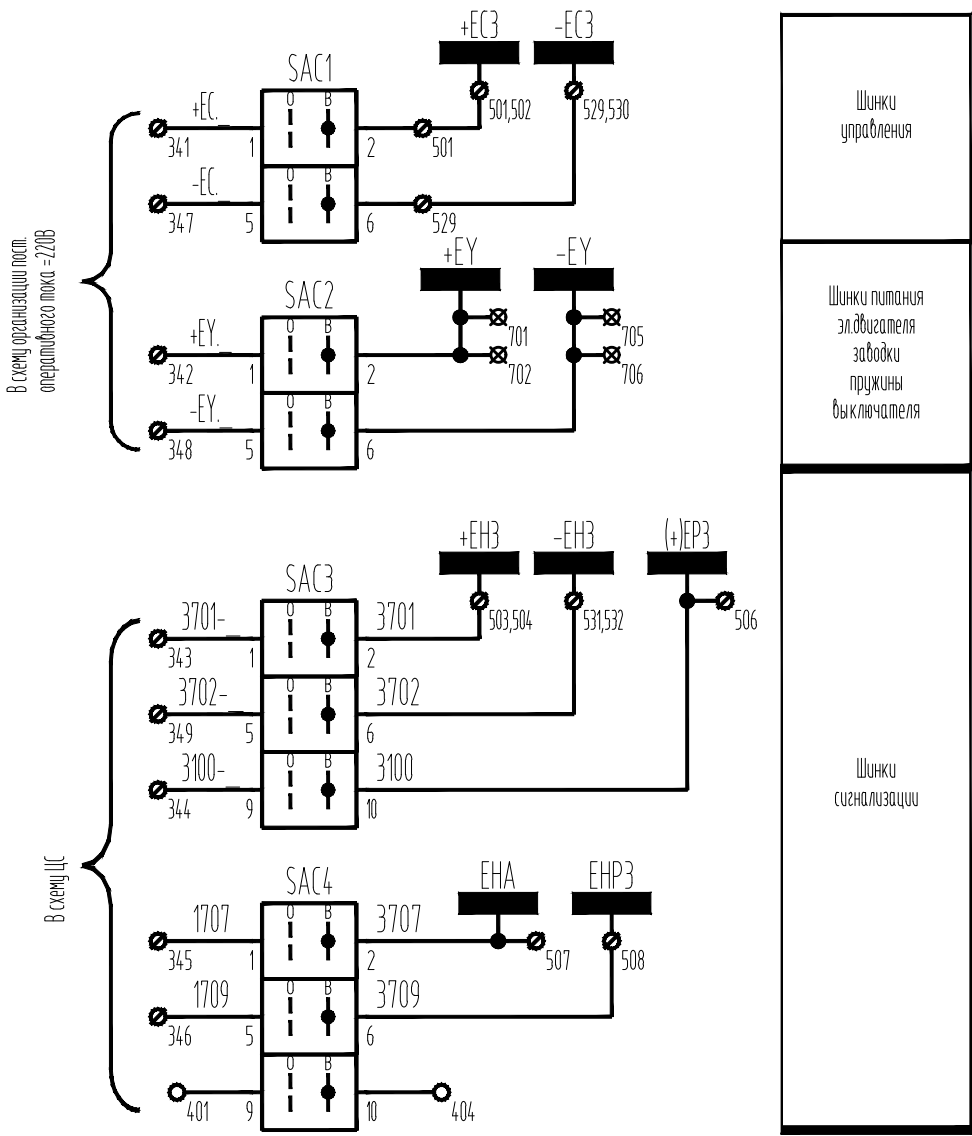
Цепи сигнализации



Цепи телемеханики

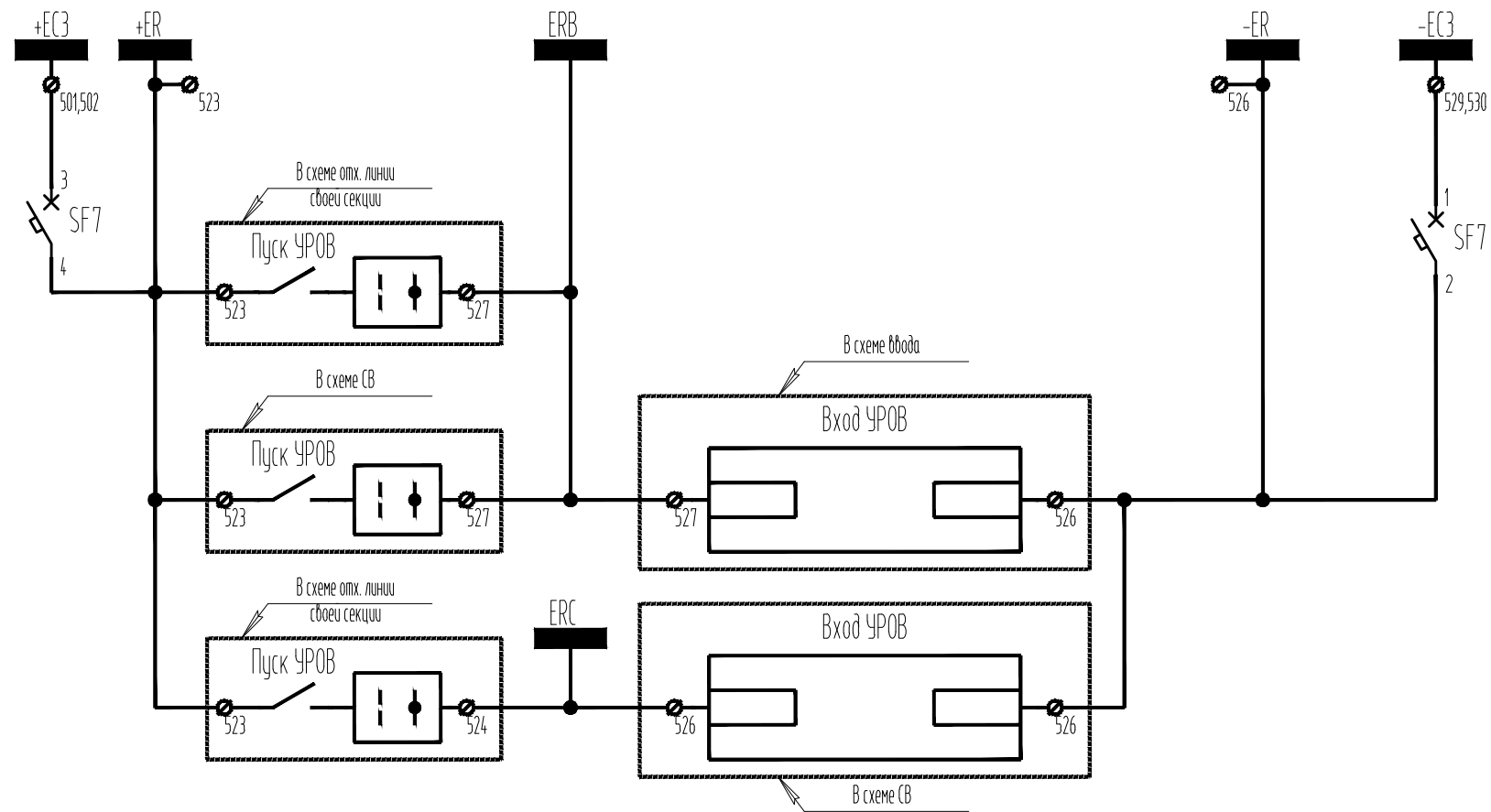


Ввод питания оперативных шин



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

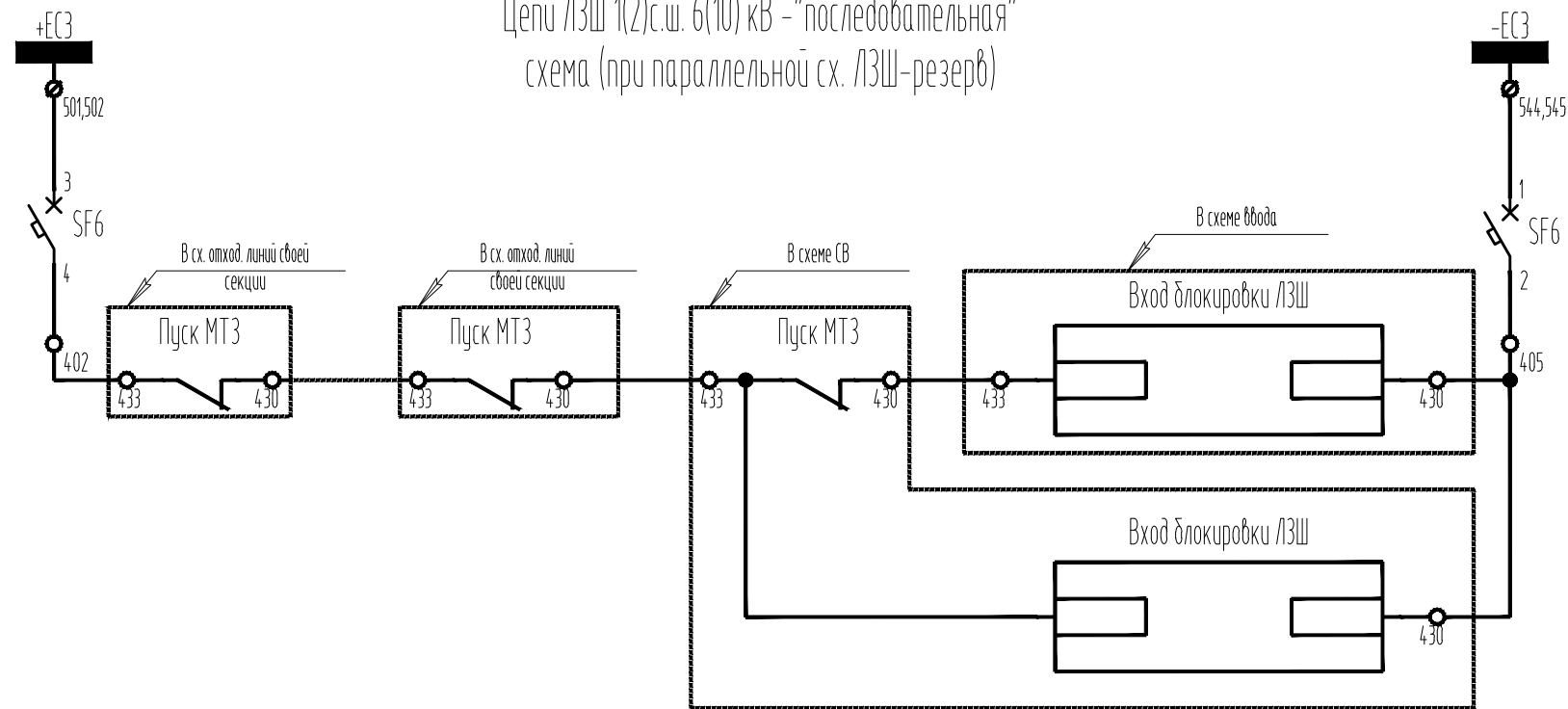
Цепи УРОВ 1(2)с.ш. 6(10) кВ с индивидуальным автоматом (или резерв)



Отключение ввода
секции при отказе
выключателя
присоединений своей
секции или СВ

Отключение СВ при
отказе выключателя
присоединений своей
секции

Цепи ЛЗШ 1(2)с.ш. 6(10) кВ – “последовательная”
схема (при параллельной сх. ЛЗШ-резерв)



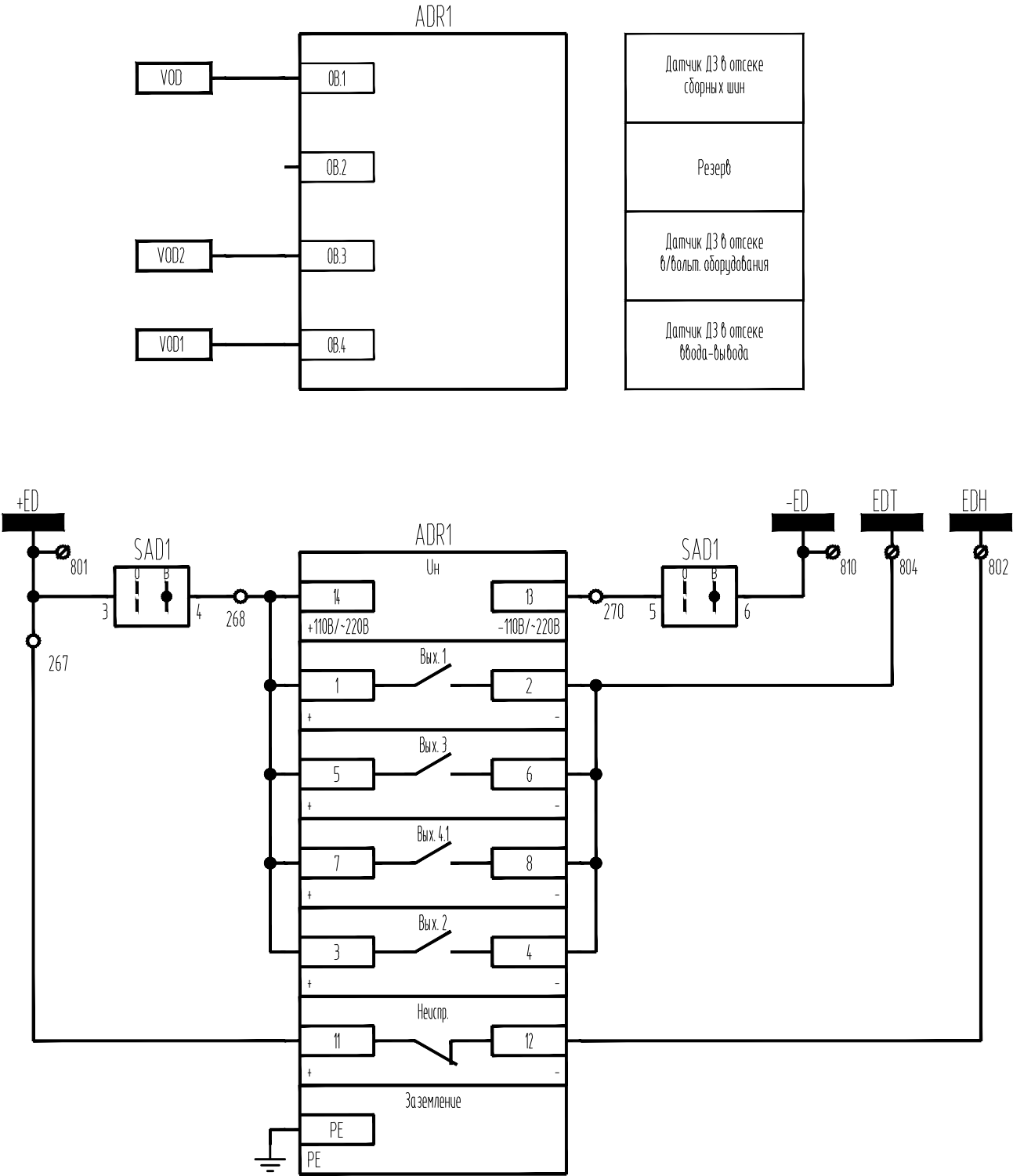
Цепи блокировки ЛЗШ
секции

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

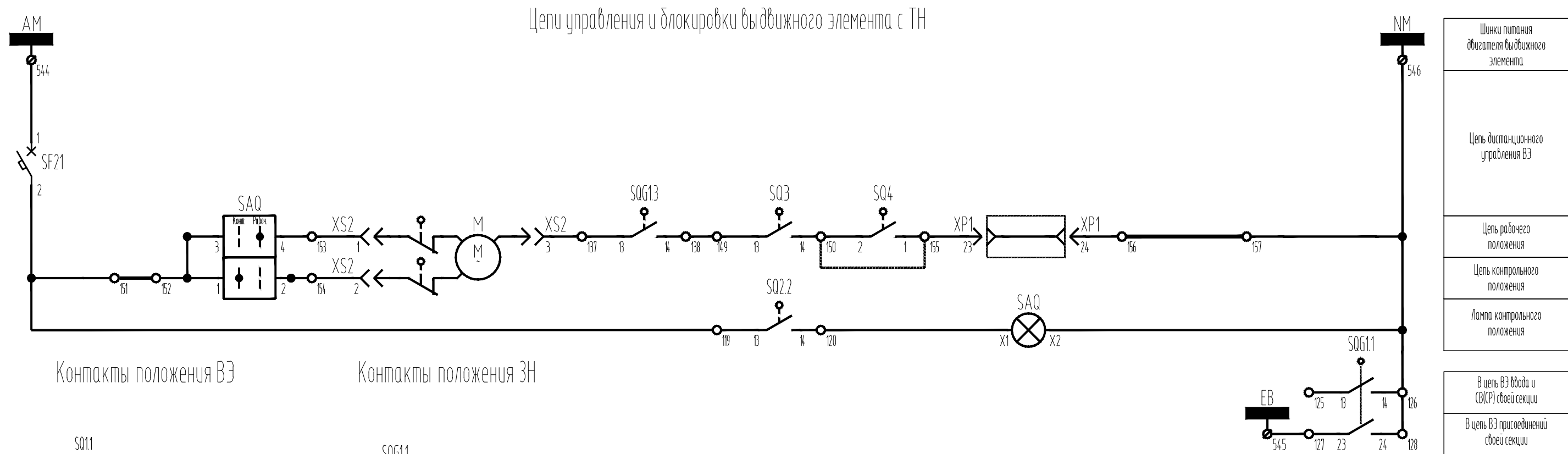
Лист
10.5

Цепи ЗДЗ



Датчик ДЗ в отсеке сборных шин
Резерв
Датчик ДЗ в отсеке в/вольт. оборудования
Датчик ДЗ в отсеке ввода-вывода

Шинки ЗДЗ секции 6 кВ	Срабатывание ДЗ
Переключатель ввода в работу устр-ва ADR1	
Отсек СШ	
Отсек в/вольт. оборудования	
Отсек ввода-вывода	
Шинный мост или резерв	Неисправность устройства ADR1
Неисправность устройства ADR1	
Заземление устройства ADR1	

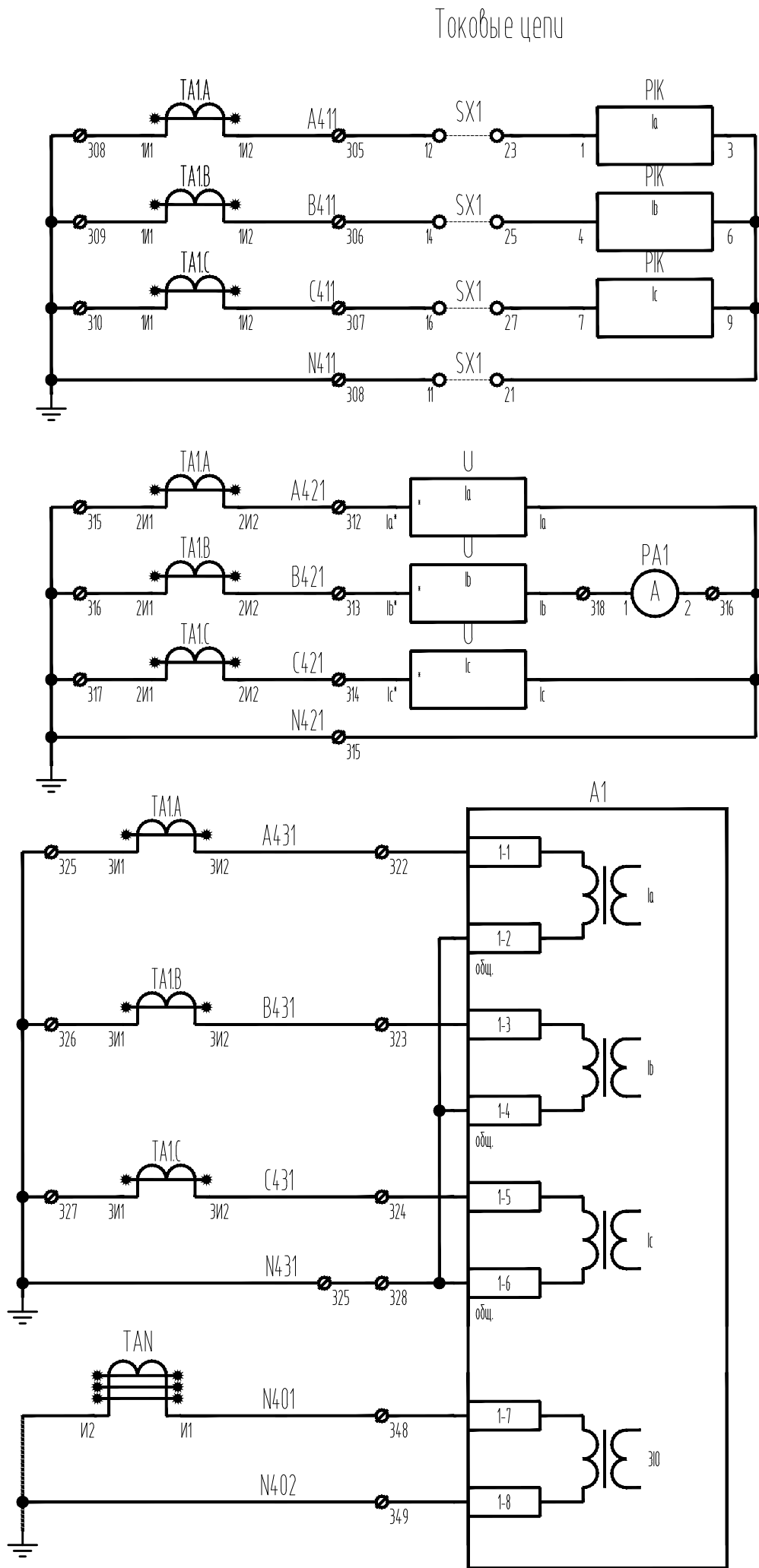


Диаграммы работы контактов путевых выключателей

Положение выдвижного элемента	КВ В2 L21				Положение двери ОВЭ	КВ В2 L21		Фиксация ВЭ	ВКМ02		Положение ЗН	КВ В2 L21			
	SQ11, SQ12		SQ21, SQ22			SQ3			SQ4			SQG11, SQG12, SQG13		SQG2	
Рабочее	+		-		Дверь ОВЭ открыта	-		ВЭ расфиксирован	-		Отключен	+		-	
Контрольное	-		+		Дверь ОВЭ закрыта	+		ВЭ зафиксирован	+		Включен	-		+	

+ путеой выключатель в сработанном положении (толкатель прижат)
- путеой выключатель в несработанном положении (толкатель свободен)

Инф. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------



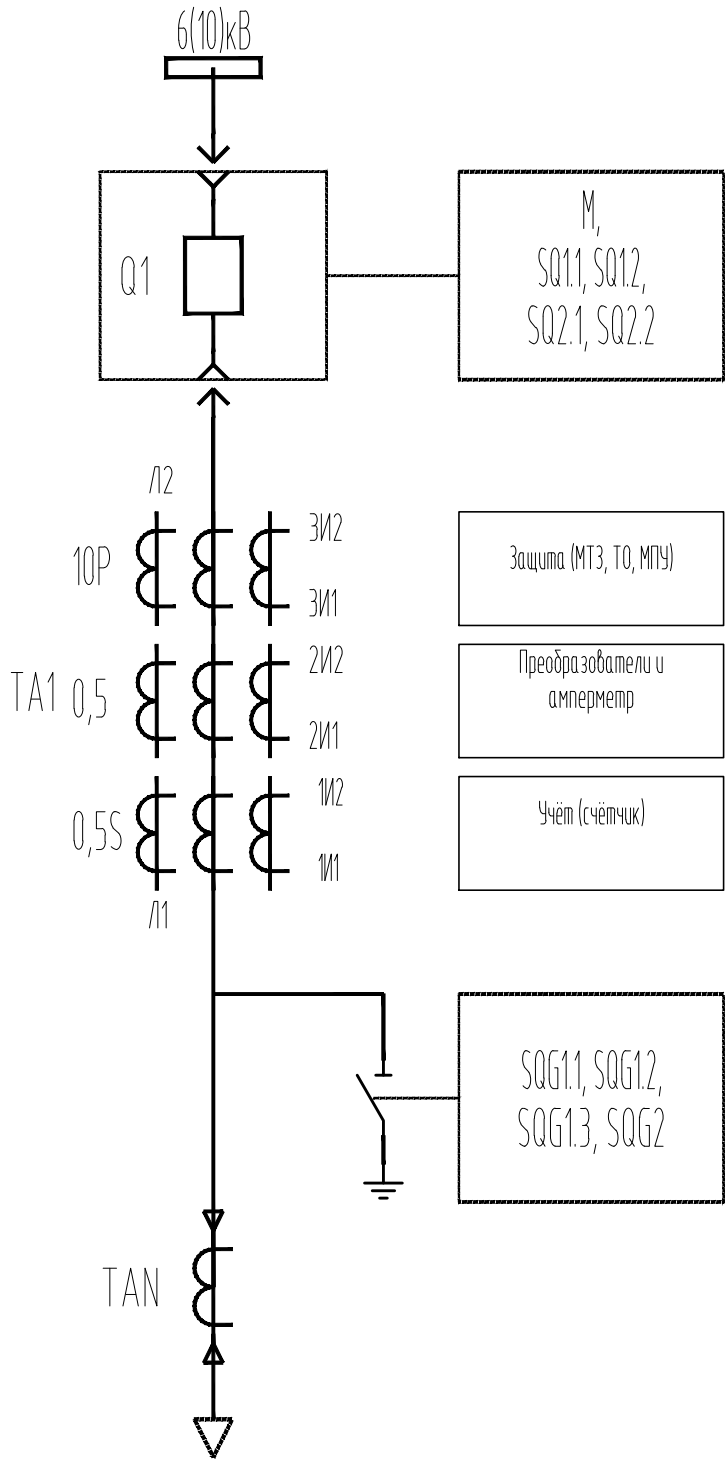
Учет (счетчик)
Q_(S)





Преобразователи и
амперметр Q_

Измерение тока, МТЗ,
УРОВ

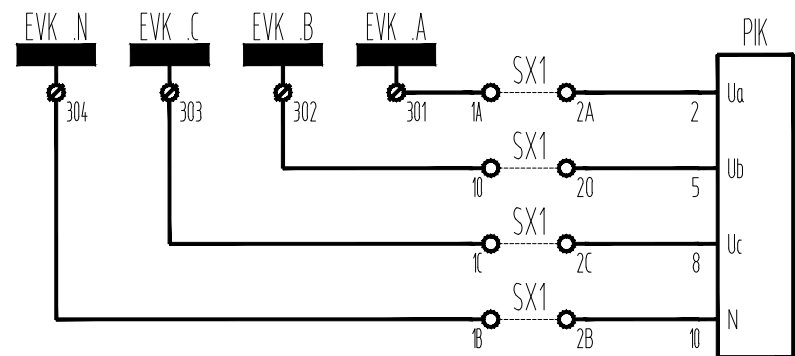
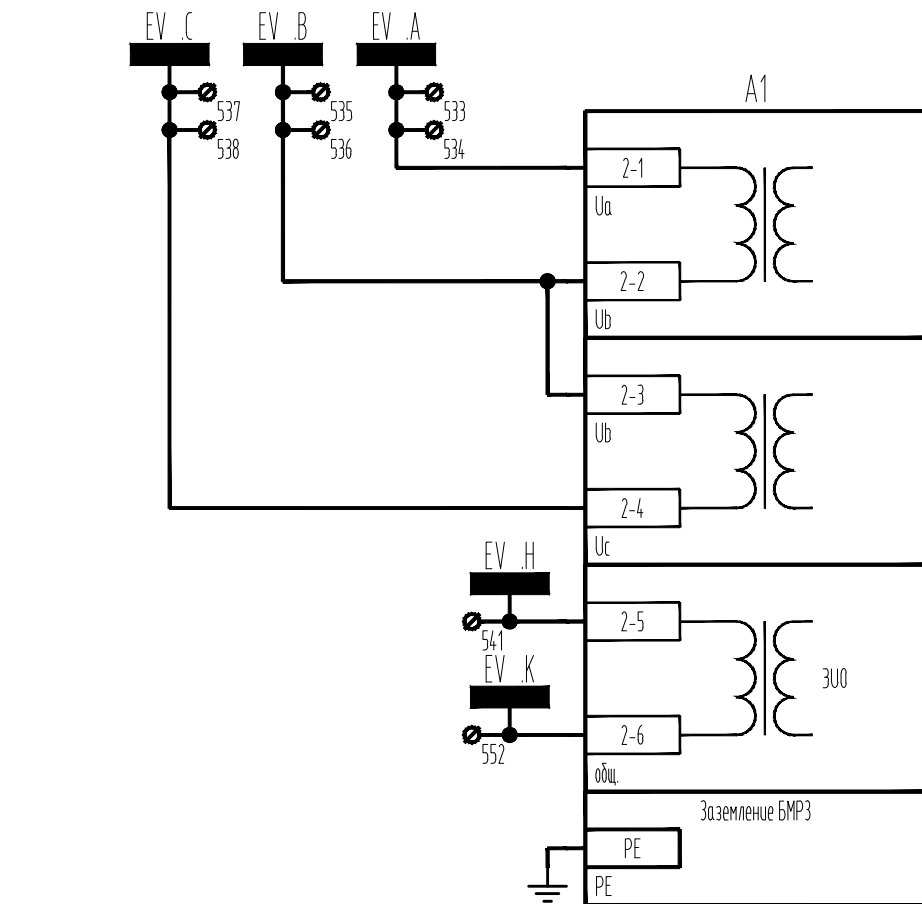
Защита от замыканий
на землю

Поясняющая схема

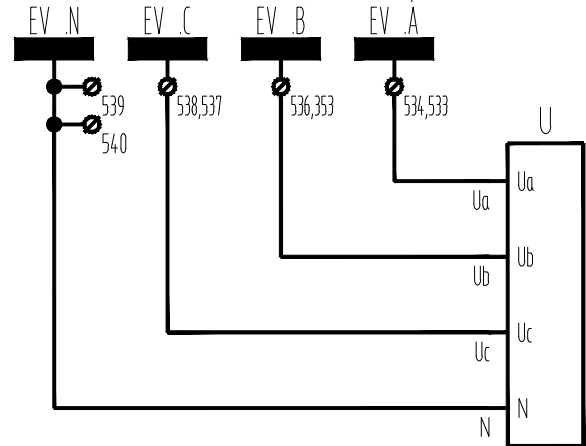


						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Колуч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев			06.22		П	11.1	8
Проб.		Головачев			06.22				
						Ячейка отходящей линии. Схема электрическая принципиальная	ООО "Союзэнергoproект"		
Н.конт		Головачев			06.22				
ГИП		Головачев			06.22				

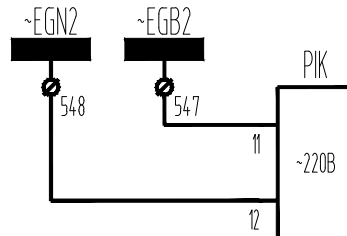
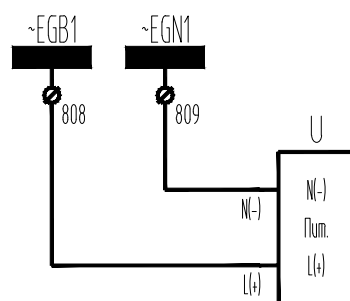
Цепи напряжения



Цепи напряжения

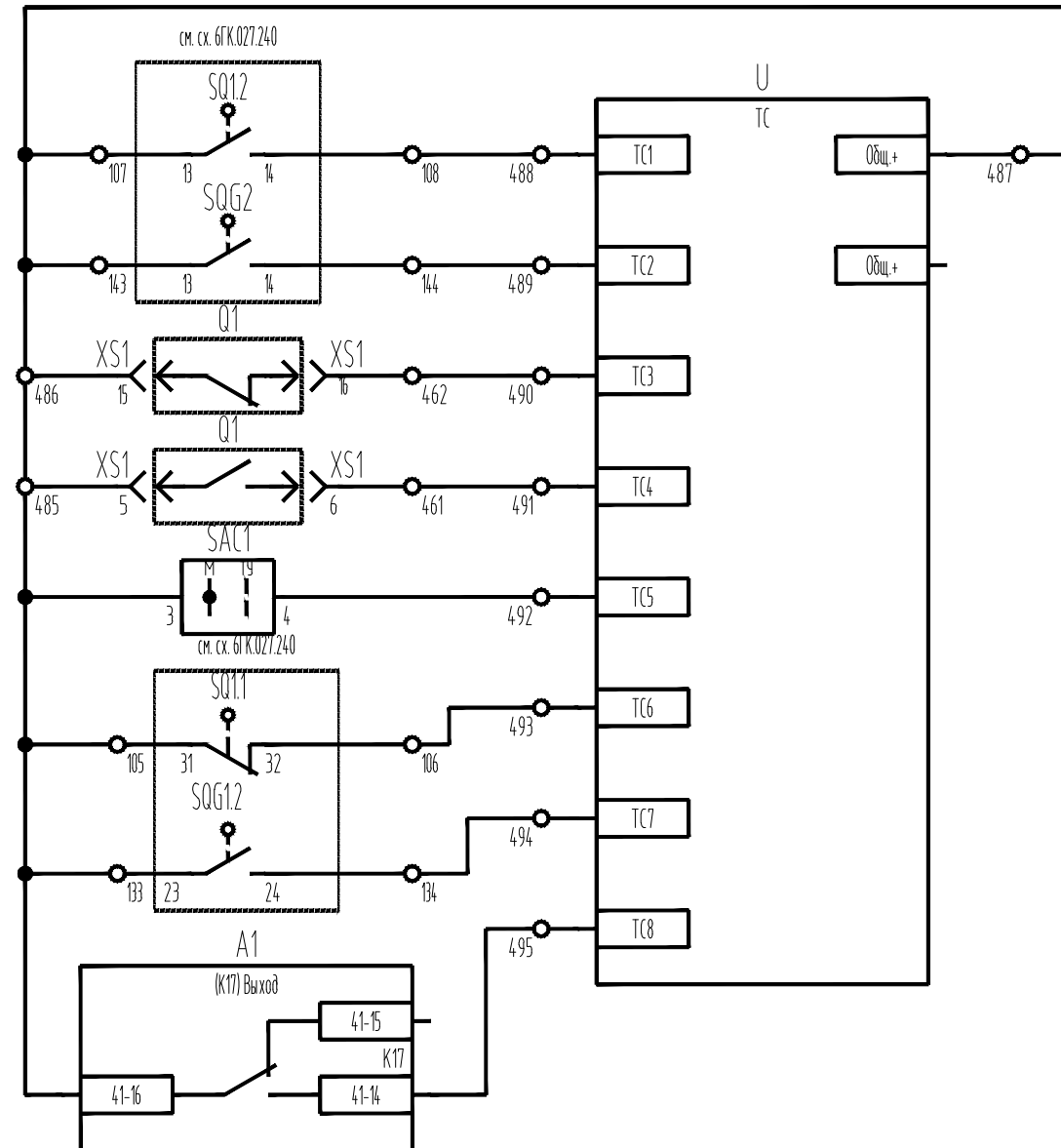


Цепи питания

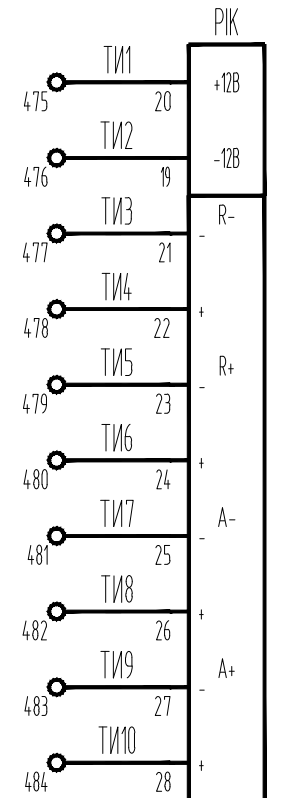


Цепи подключения приборов измерения

Цепи ЦС

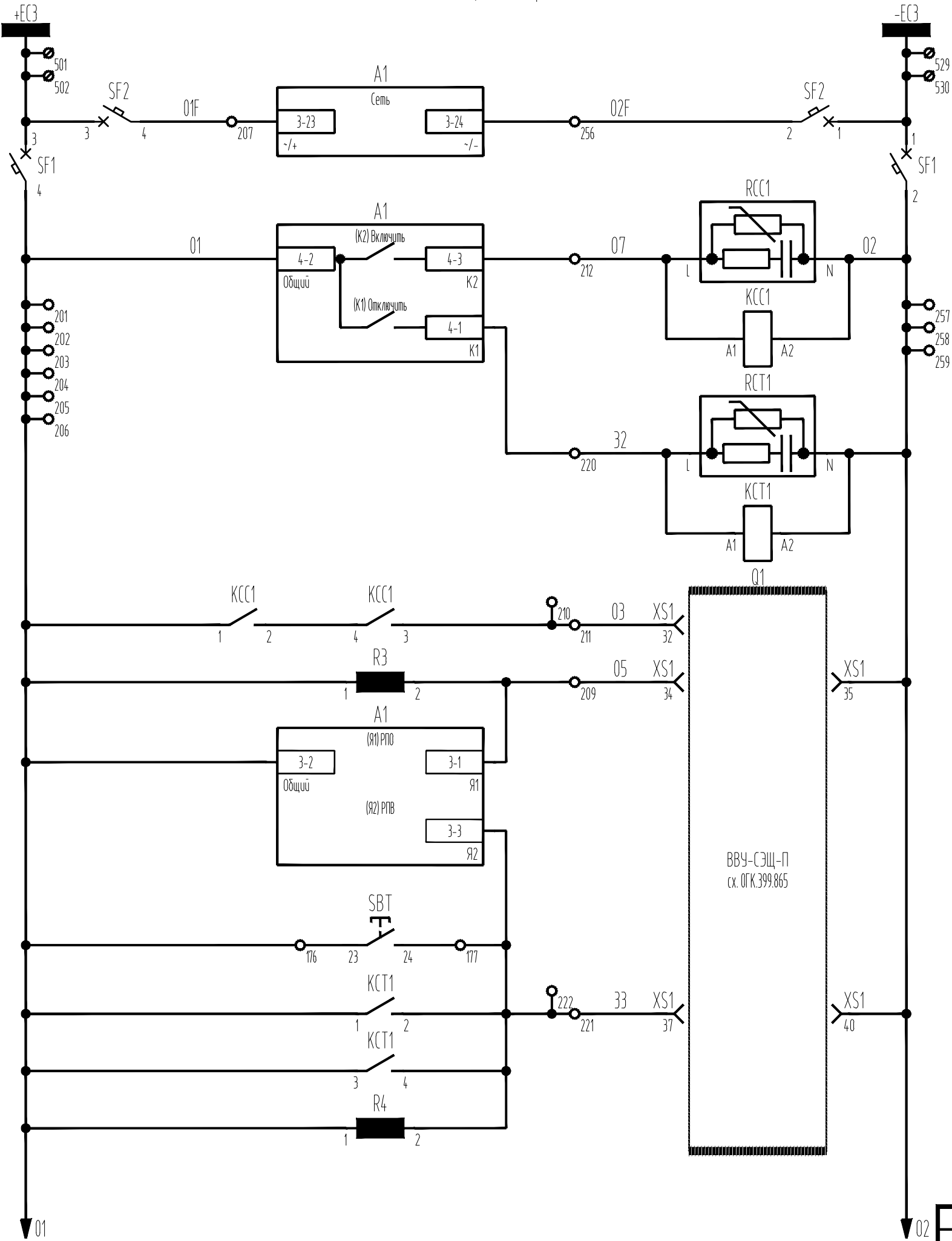


Цепи телемеханики

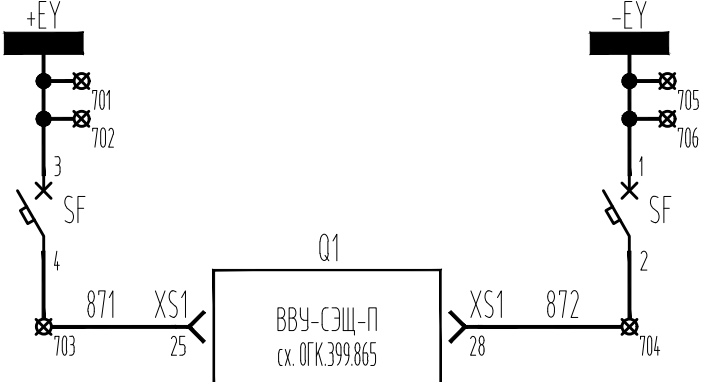


Цепи питания

Цепи оперативного тока



Цепи питания привода выключателя



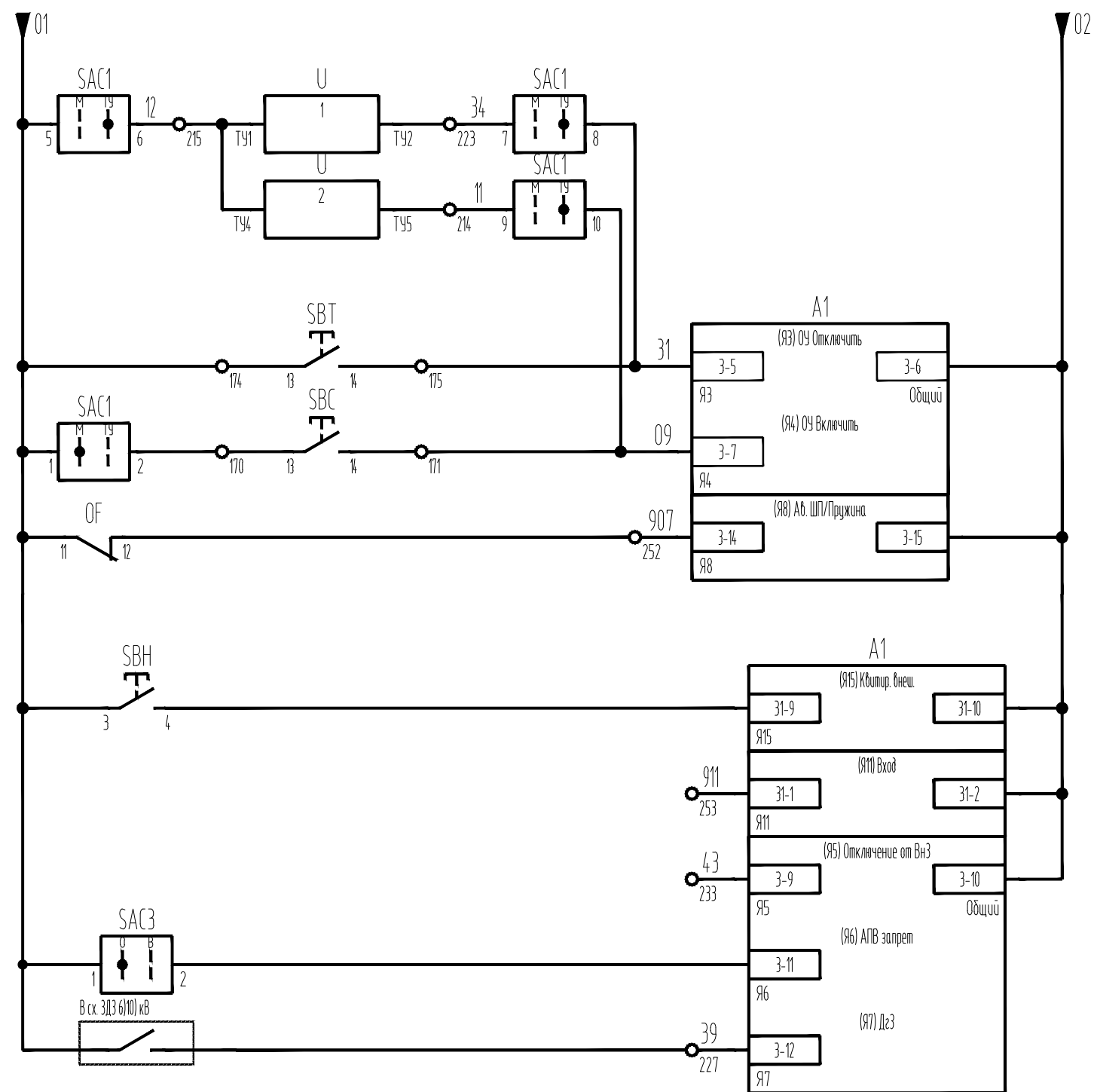
Шинки оперативных цепей
Питание МПУ
Реле команды "Включить"
Реле команды "Отключить"
Цепи включения и вход РПО
Цепи отключения и вход РПВ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

Цепи оперативного тока



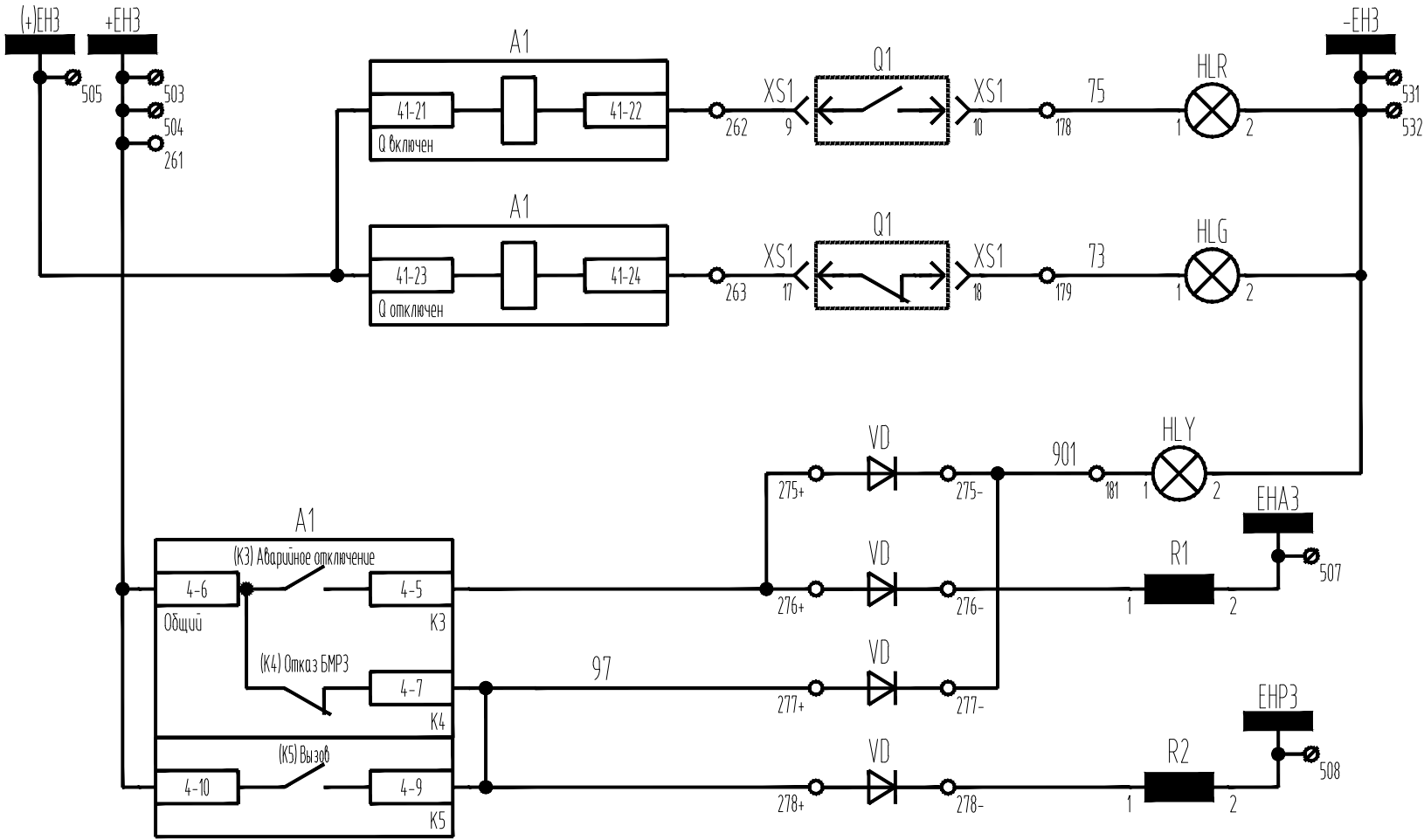
Включение и отключение по ТУ
Кнопка "Отключить"
Кнопка "Включить"
Отключен автомат питания привода выключателя

Сброс сигнализации
Резерв
Резерв
Ключ АПВ
Отключение с контролем по току при замыкании в отсеке ввода-вывода

Инф. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

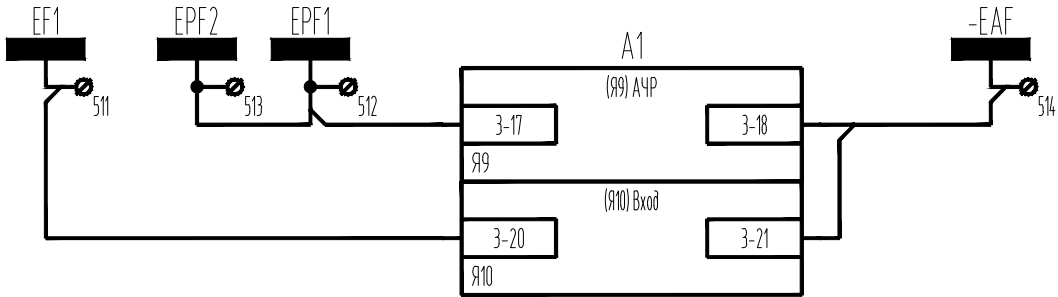
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Цепи сигнализации



Шунты сигнализации	
"ВКЛЮЧЕНО"	Световая сигнализация
"ОТКЛЮЧЕНО"	
"Аварийная ситуация"	
Аварийное отключение выключателя	
Предупредительная сигнализация	

Цепи АЧР



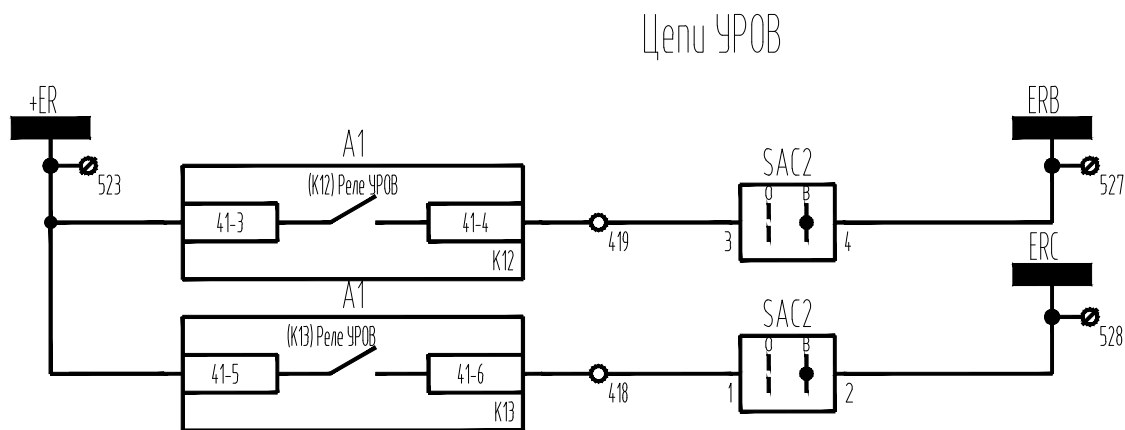
Отключение от АЧР
"Внешнее" ЧАПВ

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

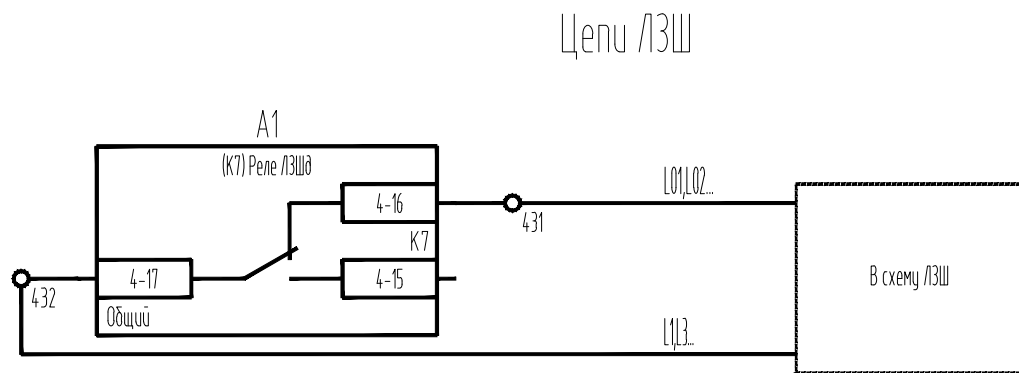
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

32110640565/620/2021/П.ИОС 1.1. ГЧ

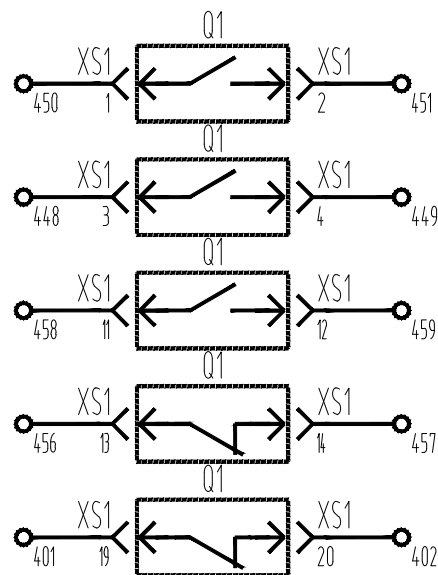
Лист
11.5



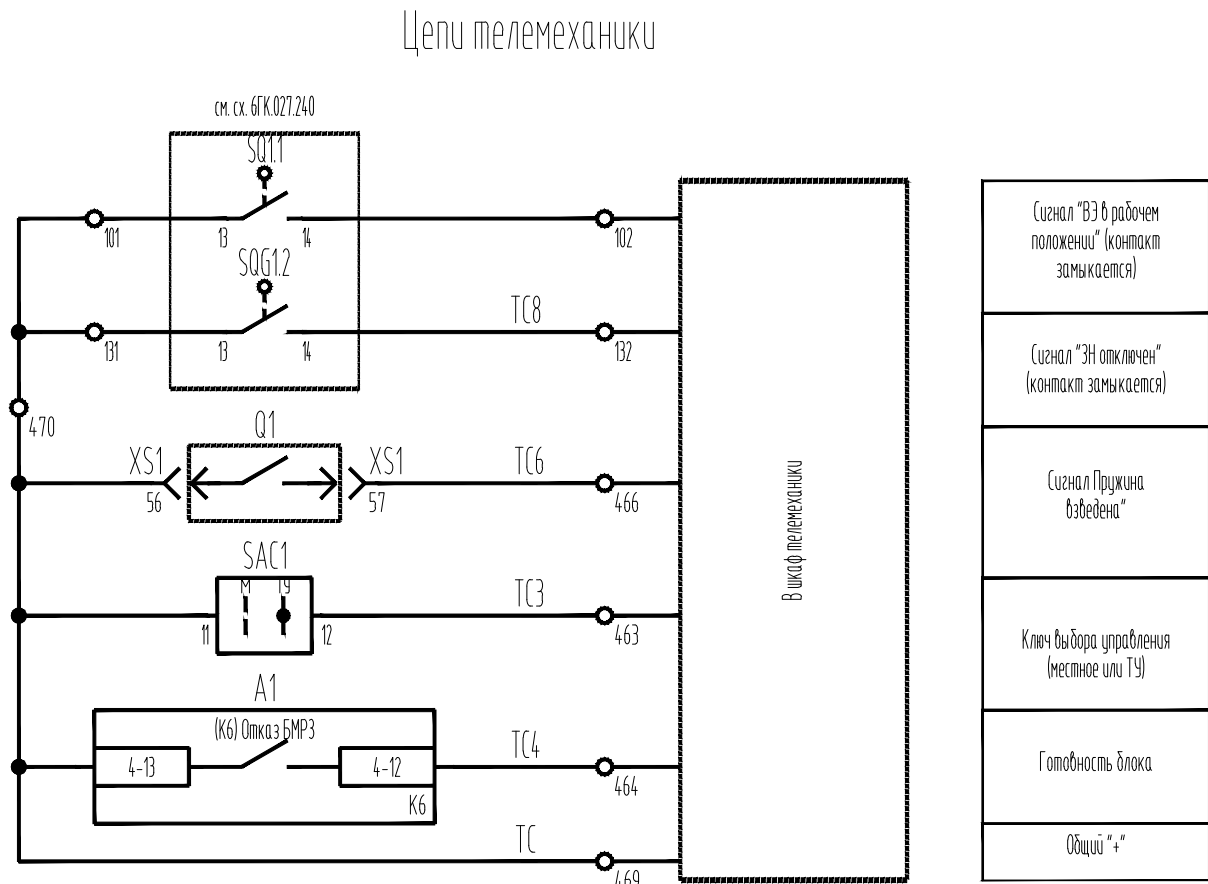
Отключение ввода и секционного выключателя 6(10) кВ от УРОВ линий



Блокировка защиты шин 6(10) кВ при КЗ на присоединениях

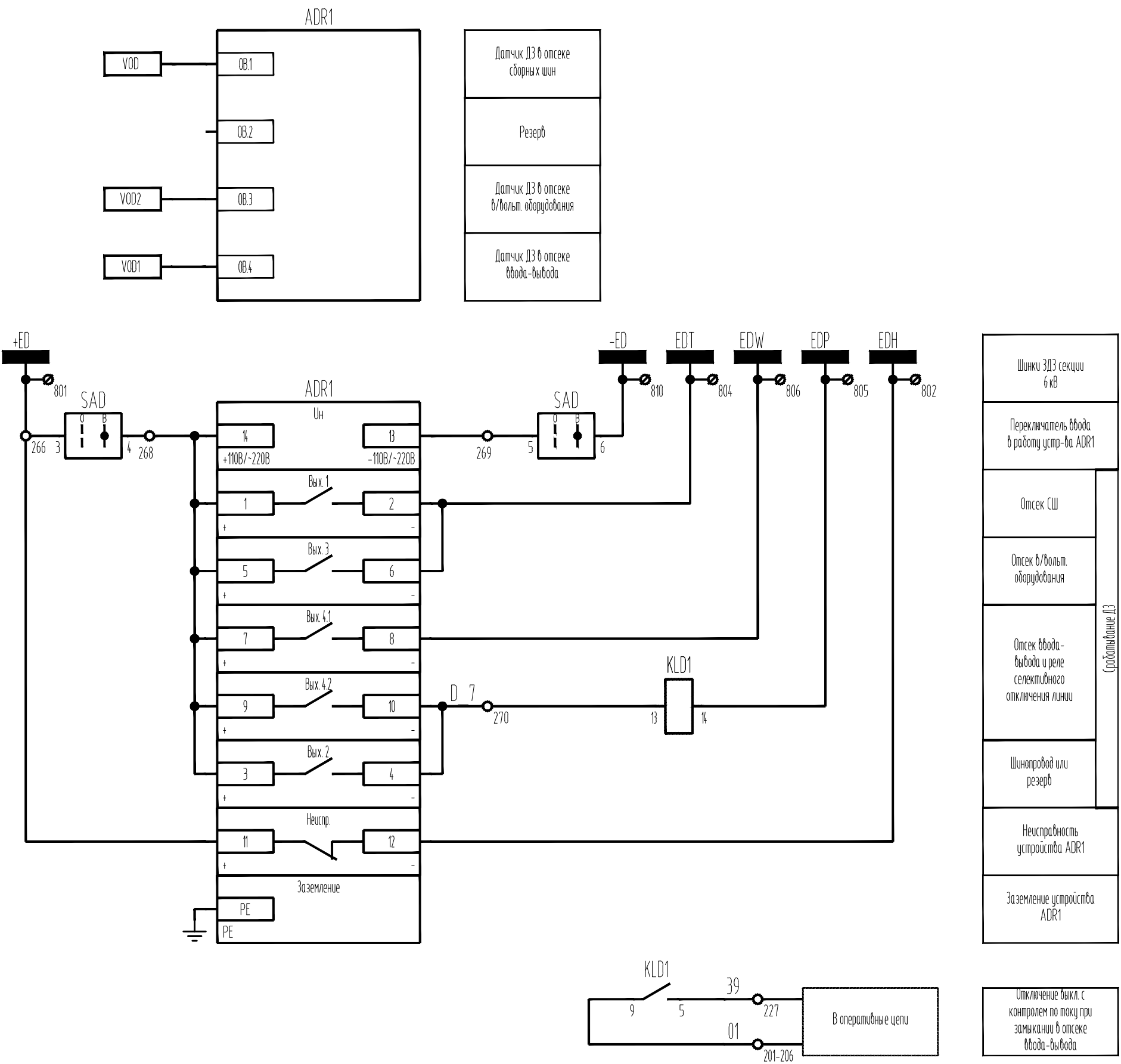


Резерв



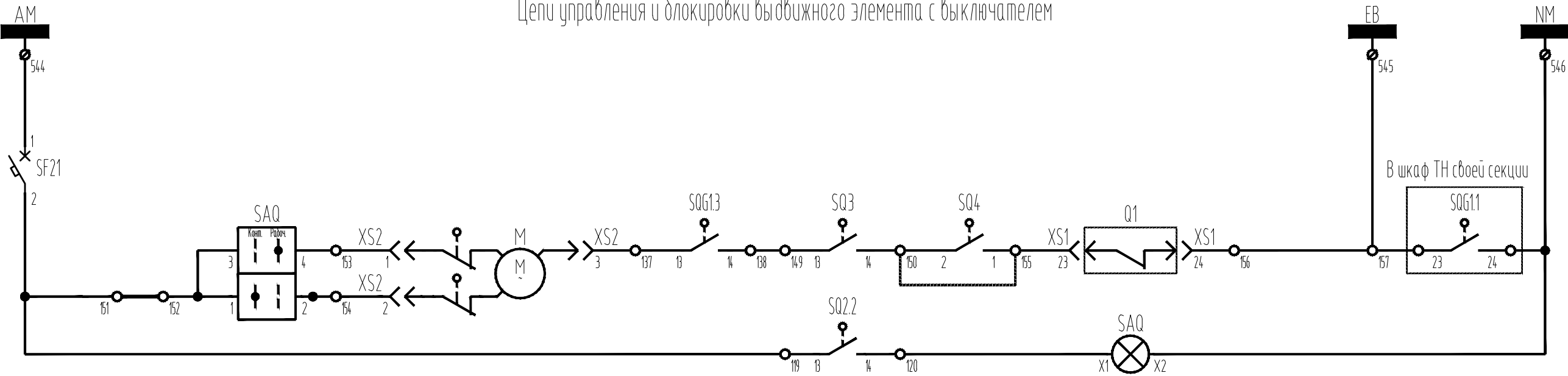
- Сигнал "ВЗ" в рабочем положении" (контакт замыкается)
- Сигнал "ЗН отключен" (контакт замыкается)
- Сигнал Пружина взведена"
- Ключ выбора управления (местное или ТУ)
- Готовность блока
- Общий "+"

Цепи ЗДЗ



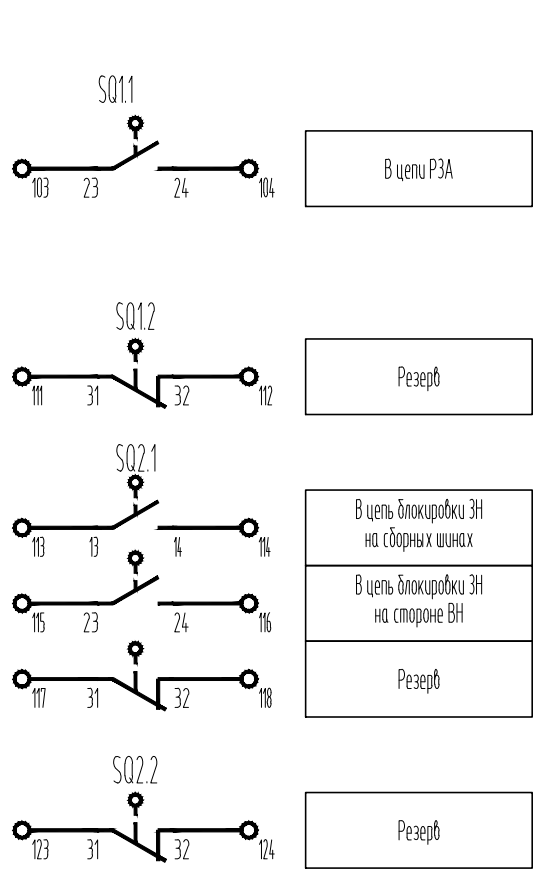
Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Цепи управления и блокировки выдвигного элемента с выключателем

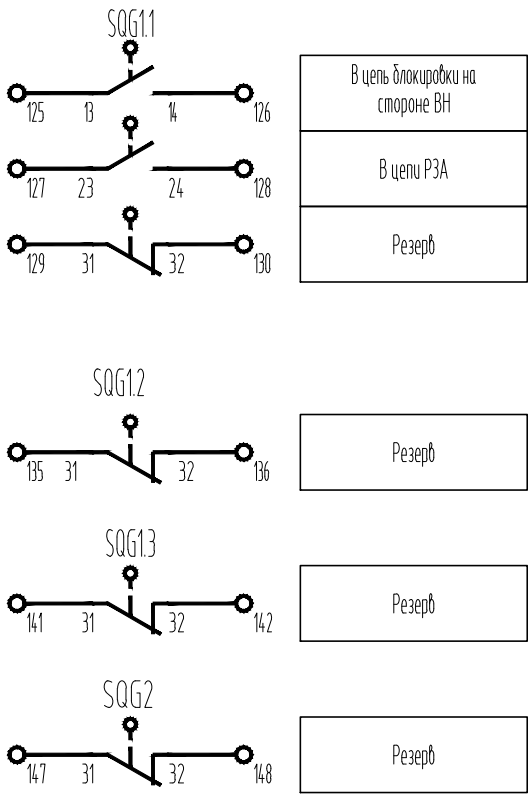


Шинки питания двигателя выдвигного элемента
Цепь дистанционного управления ВЭ
Цепь рабочего положения
Цепь контрольного положения
Лампа контрольного положения

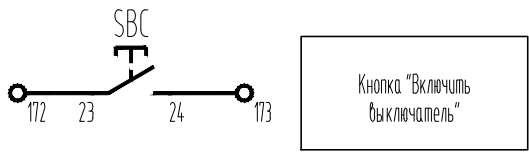
Контакты положения ВЭ



Контакты положения ЗН



Кнопки управления выключателем



Диаграммы работы контактов путевых выключателей

Положение выдвижного элемента	КВ В2 L21				Положение двери ОВЭ	КВ В2 L21		Фиксация ВЭ	ВКМ02		Положение ЗР	КВ В2 L21			
	SQ11, SQ12		SQ21, SQ22			SQ3			SQ4			SQG11, SQG12, SQG13		SQG2	
Рабочее	+		-		Дверь ОВЭ открыта	-		ВЭ расфиксирован	-		Отключен	+		-	
Контрольное	-		+		Дверь ОВЭ закрыта	+		ВЭ зафиксирован	+		Включен	-		+	

+ путевой выключатель в срабатанном положении (толкатель прижат)
- путевой выключатель в несрабатанном положении (толкатель свободен)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Отключен В-35 Т-1
Отключен СВ-35
Отключен ЗН СР35 1С
в ст. 1С



Разрешение ЛР 35 КЛ-1

Отключен ШР-35 Т-1
Отключен СР-35 1С
Отключен Р ТН-35 1С



Разрешение ЗН ЛР 35 КЛ-1 в ст. 1С

Отключен ЗН СР35 1С
в ст. 1С
ЗН ЛР 35 КЛ-1
в ст. 1С



Разрешение Р ТН-35 1С

Отключен В-35 Т-1
Отключен ЗН ТСН-1
в ст. КЛ
Отключен ЗН 6 Т-1
в ст. Т-1
Отключен ЗН ЛР35
КЛ-1 в ст. 1С
Отключен ЗН СР35 1С
в ст. 1С



Разрешение ШР-35 Т-1

Выкачен ВЭ ТСН-1
Выкачен ВЭ В 6 Т-1



Разрешение ЗН ШР35 Т-1
в ст. В

Выкачен ВЭ ТСН-1
Выкачен ВЭ В 6 Т-1
Отключен ШР 35 Т-1



Разрешение ЗН ТСН-1
в ст. КЛ

Выкачен ВЭ ТСН-1
Выкачен ВЭ В 6 Т-1
Отключен ШР 35 Т-1



Разрешение ЗН 6 Т-1
в ст. Т-1

Отключен В-35 Т-2
Отключен СВ-35
Отключен ЗН СР35 2С
в ст. 2С



Разрешение ЛР 35 КЛ-2

Отключен ШР-35 Т-2
Отключен СР-35 2С
Отключен Р ТН-35 2С



Разрешение ЗН ЛР 35 КЛ-2 в ст. 1С

Отключен ЗН СР35 2С
в ст. 2С
ЗН ЛР 35 КЛ-2
в ст. 2С



Разрешение Р ТН-35 2С

Отключен В-35 Т-2
Отключен ЗН ТСН-2
в ст. КЛ
Отключен ЗН 6 Т-2
в ст. Т-2
Отключен ЗН ЛР35
КЛ-2 в ст. 2С
Отключен ЗН СР35 2С
в ст. 2С



Разрешение ШР-35 Т-2

Выкачен ВЭ ТСН-2
Выкачен ВЭ В 6 Т-2



Разрешение ЗН ШР35 Т-2
в ст. В

Выкачен ВЭ ТСН-2
Выкачен ВЭ В 6 Т-2
Отключен ШР 35 Т-2



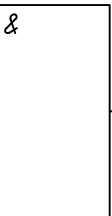
Разрешение ЗН ТСН-1
в ст. КЛ

Выкачен ВЭ ТСН-2
Выкачен ВЭ В 6 Т-2
Отключен ШР 35 Т-2



Разрешение ЗН 6 Т-2
в ст. Т-2

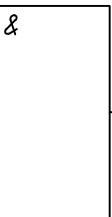
Отключен СВ-35



Разрешение СР 35 1С

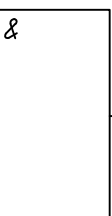
Отключен ЗН ЛР35
КЛ-1 в ст. 1С
Отключен ЗН СР35 2С
в ст. 1С

Отключен СР 35 2С
Отключен ШР 35 Т-1
Отключен ЗН ЛР 35 КЛ-1
Отключен Р ТН 35 1С



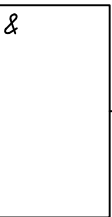
Разрешение ЗН СР35 1С
в ст. 1С

Отключен СР 35 2С



Разрешение ЗН СР35 1С
в ст. 2С

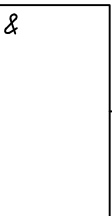
Отключен СВ-35



Разрешение СР 35 2С

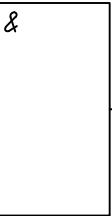
Отключен ЗН ЛР35
КЛ-1 в ст. 2С
Отключен ЗН СР35 2С
в ст. 2С

Отключен СР 35 1С
Отключен ШР 35 Т-2
Отключен ЗН ЛР 35 КЛ-2
Отключен Р ТН 35 2С



Разрешение ЗН СР35 2С
в ст. 2С

Отключен СР 35 1С



Разрешение ЗН СР35 2С
в ст. 1С

1. Электромагнитная блокировка не дублирует механическую блокировку
2. Логическая схема приведена для элементов 35кВ и выполняется в шкафу ОБР ШВ-МТ-134

						3211064.0565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев		Зиновьев	06.22		П	13	
Пров.		Головачев		Головачев	06.22				
Н.конт		Головачев		Головачев	06.22		ООО "Союзэнергопроект"		
ГИП		Головачев		Головачев	06.22				

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

№ ячейки	Наименование присоединения	Терминал	Перспективная нагрузка, А	Первичный ток тра тока,А	Ктт	Ток мин в конце линии, I(2), А	Емкостный ток линии, А	МТЗ (первичный), А	МТЗ (вторичный), А	Тмтз, сек	Кч мтз	ТО (первичный), А	ТО (вторичный), А	УРОВ (первичный), А	УРОВ (вторичный), А	ОЗЗ,А	Тозз,с	Кч ОЗЗ
1СШ							29,38											
33	ТП-19, яч.2	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	5800	0,95	362	6,03	0,50	16,02	5500	91,7	44,0	0,73	1,32	1,00	21,54
31	ТП-99, яч.3	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	6100	1,5	362	6,03	0,50	16,85	5500	91,7	44,0	0,73	2,08	1,00	13,38
17	ТП-20, яч.2	БМРЗ-120-КЛ	165	200	40	5200	1,21	271	6,78	0,50	19,19	5500	137,5	33,0	0,83	1,68	1,00	16,76
19	РП-1, яч.17	БМРЗ-120-КЛ	800	1000	200	7660	8,26	1314	6,57	0,50	5,83	-	-	160,0	0,80	11,48	1,00	1,84
29	ТП-1 яч.5	БМРЗ-120-КЛ	400	600	120	6370	0,57	657	5,48	0,50	9,70	5500	45,8	80,0	0,67	0,79	1,00	36,38
3	ТП-79, яч.7	БМРЗ-120-КЛ	165	200	40	5700	1,76	271	6,78	0,50	21,03	5500	137,5	33,0	0,83	2,45	1,00	11,29
5	ТП-144, яч.4	БМРЗ-120-КЛ	400	400	80	4700	2,71	657	8,21	0,50	7,15	5500	68,8	80,0	1,00	3,77	1,00	7,08
7	РП-3, яч.13	БМРЗ-120-КЛ	440	600	120	3600	2,19	723	6,03	0,50	4,98	5500	45,8	88,0	0,73	3,04	1,00	8,94
9	ТП-86, яч.3	БМРЗ-120-КЛ	165	200	40	7100	0,82	271	6,78	0,50	26,20	5500	137,5	33,0	0,83	1,14	1,00	25,07
11	ТП-21, яч.4	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	5500	0,81	362	6,03	0,50	15,19	5500	91,7	44,0	0,73	1,13	1,00	25,38
13	РП-2, яч.9	БМРЗ-120-КЛ	600	600	120	5100	7,08	986	8,22	0,50	5,17	-	-	120,0	1,00	9,84	1,00	2,27
37	ТП-281, яч.1	БМРЗ-120-КЛ	55	100	20	6700	1,07	91	4,55	0,50	73,63	5500	275,0	11,0	0,55	1,49	1,00	19,04
15	ТП-287, яч.1	БМРЗ-120-КЛ	55	100	20	4700	0,45	91	4,55	0,50	51,65	5500	275,0	11,0	0,55	0,63	1,00	46,27
2СШ							27,05											
12	ТП-17 яч.3, ТП-28 яч.2	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	7360	0,4	362	6,03	0,50	20,33	5500	91,7	44,0	0,73	0,56	1,00	47,95
26	ТП-28, яч.3	БМРЗ-120-КЛ	55	100	20	6000	0,67	91	4,55	0,50	65,93	5500	275,0	11,0	0,55	0,93	1,00	28,34
30	РП-1 яч.4	БМРЗ-120-КЛ	600	600	120	7000	3,65	986	8,22	0,50	7,10	-	-	120,0	1,00	5,07	1,00	4,61
28	ТП-18, яч.3	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	6850	0,8	362	6,03	0,50	18,92	5500	91,7	44,0	0,73	1,11	1,00	23,62
34	ТП-99 яч.1	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	6100	1,5	362	6,03	0,50	16,85	5500	91,7	44,0	0,73	2,08	1,00	12,26
14	РП-1, яч.14	БМРЗ-120-КЛ	800	1000	200	7660	7,3	1314	6,57	0,50	5,83	-	-	160,0	0,80	10,14	1,00	1,95
36	ТП-79, яч.8	БМРЗ-120-КЛ	165	200	40	5700	1,76	271	6,78	0,50	21,03	5500	137,5	33,0	0,83	2,45	1,00	10,34
16	РП-3, яч.6	БМРЗ-120-КЛ	400	400	80	4100	2,7	657	8,21	0,50	6,24	-	-	80,0	1,00	3,75	1,00	6,49
18	ТП-22, яч.2	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	5500	0,81	362	6,03	0,50	15,19	5500	91,7	44,0	0,73	1,13	1,00	23,31
20	ТП-153, яч.3/6	БМРЗ-120-КЛ	400	600	120	4700	2,13	657	5,48	0,50	7,15	5500	45,8	80,0	0,67	2,96	1,00	8,42
22	ТП-139, яч.1	БМРЗ-120-КЛ	55	100	20	7300	0,73	91	4,55	0,50	80,22	5500	275,0	11,0	0,55	1,01	1,00	25,95
24	ТП-1 Кирзавод яч.1	БМРЗ-120-КЛ	55	100	20	8000	1,46	91	4,55	0,50	87,91	5500	275,0	11,0	0,55	2,03	1,00	12,61
38	ТП-36 яч.2, ТП-321 яч.1	БМРЗ-120-КЛ	143	200	40	6000	0,86	235	5,88	0,50	25,53	5500	137,5	28,6	0,72	1,19	1,00	21,92
40	ТП-162, яч.2	БМРЗ-120-КЛ	220	300	60	5000	1,88	362	6,03	0,50	13,81	5500	91,7	44,0	0,73	2,61	1,00	9,64
42	ТП-144, яч.7	БМРЗ-120-КЛ	400	400	80	7360	0,4	657	8,21	0,50	11,20	5500	68,8	80,0	1,00	0,56	1,00	47,95

32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ

«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолъе-Сибирское»

Изм. Кол.уч Лист № докум Подп. Дата

Разраб. Зинovieв 06.22

Проб. Головачев 06.22

Н.конт Головачев 06.22

ГИП Головачев 06.22

Релейная защита и автоматика

Стадия Лист Листов

П 14

ООО "Сюээнергoпроект"

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

№ ячейки	Наименование присоединения	Тип ТТ	Первичный ток тр-ра тока, А	Номинальная кратность ТТ. Кн	Ток кз на шинах, А	Максимальная расчетная кратность Кмах	Допустимая нагрузка на ТТ (Сдоп), ВА	Допустимая нагрузка на ТТ (Zдоп), Ом	Сечение вторичного кабеля, мм2	Длинна кабеля, м	Сопротивлен ие кабеля, Ом	Сопротивл ение терминала РЗА, Ом	Расчетное сопротивление е втор. нагр (Zном), Ом	Напряжение во вторичных цепях при КЗ, В	Результат
1СШ															
39	В-6 Т-1	ТОЛ-СЭЩ-10	4000	15	13900	3,48	50	2	2,5	50	0,35	0,008	0,408	7,09	Допустимо
33	ТП-19, яч.2	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
31	ТП-99, яч.3	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
17	ТП-20, яч.2	ТОЛ-СЭЩ-10	200	15	13900	69,50	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	32,32	Допустимо
19	РП-1, яч.17	ТОЛ-СЭЩ-10	1000	15	13900	13,90	18	0,72	2,5	5	0,035	0,008	0,093	6,46	Допустимо
29	ТП-1 яч.5	ТОЛ-СЭЩ-10	600	15	13900	23,17	12	0,48	2,5	5	0,035	0,008	0,093	10,77	Допустимо
3	ТП-79, яч.7	ТОЛ-СЭЩ-10	200	15	13900	69,50	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	32,32	Допустимо
5	ТП-144, яч.4	ТОЛ-СЭЩ-10	400	15	13900	34,75	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	16,16	Допустимо
7	РП-3, яч.13	ТОЛ-СЭЩ-10	600	15	13900	23,17	12	0,48	2,5	5	0,035	0,008	0,093	10,77	Допустимо
9	ТП-86, яч.3	ТОЛ-СЭЩ-10	200	15	13900	69,50	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	32,32	Допустимо
11	ТП-21, яч.4	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
13	РП-2, яч.9	ТОЛ-СЭЩ-10	600	15	13900	23,17	12	0,48	2,5	5	0,035	0,008	0,093	10,77	Допустимо
37	ТП-281, яч.1	ТОЛ-СЭЩ-10	100	15	13900	139,00	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	64,64	Допустимо
15	ТП-287, яч.1	ТОЛ-СЭЩ-10	100	15	13900	139,00	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	64,64	Допустимо
2СШ															
2	СВ-6	ТОЛ-СЭЩ-10	4000	15	13900	3,48	50	2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	1,62	Допустимо
8	В-6 Т-2	ТОЛ-СЭЩ-10	4000	15	13900	3,48	50	2	2,5	50	0,35	0,008	0,408	7,09	Допустимо
12	ТП-17 яч.3	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
26	ТП-28, яч.3	ТОЛ-СЭЩ-10	100	15	13900	139,00	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	64,64	Допустимо
30	РП-1 яч.4	ТОЛ-СЭЩ-10	600	15	13900	23,17	12	0,48	2,5	5	0,035	0,008	0,093	10,77	Допустимо
28	ТП-18, яч.3	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
34	ТП-99 яч.1	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
14	РП-1, яч.14	ТОЛ-СЭЩ-10	1000	15	13900	13,90	18	0,72	2,5	5	0,035	0,008	0,093	6,46	Допустимо
36	ТП-79, яч.8	ТОЛ-СЭЩ-10	200	15	13900	69,50	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	32,32	Допустимо
16	РП-3, яч.6	ТОЛ-СЭЩ-10	400	15	13900	34,75	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	16,16	Допустимо
18	ТП-22, яч.2	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
20	ТП-153, яч.3/6	ТОЛ-СЭЩ-10	600	15	13900	23,17	12	0,48	2,5	5	0,035	0,008	0,093	10,77	Допустимо
22	ТП-139, яч.1	ТОЛ-СЭЩ-10	100	15	13900	139,00	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	64,64	Допустимо
24	ТП-1Кирзав	ТОЛ-СЭЩ-10	100	15	13900	139,00	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	64,64	Допустимо
38	ТП-36 яч.2, ТП-321 яч.1	ТОЛ-СЭЩ-10	200	15	13900	69,50	5	0,2	2,5	5	0,035	0,008	0,093	32,32	Допустимо
40	ТП-162, яч.2	ТОЛ-СЭЩ-10	300	15	13900	46,33	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	21,55	Допустимо
42	ТП-144, яч.7	ТОЛ-СЭЩ-10	400	15	13900	34,75	8	0,32	2,5	5	0,035	0,008	0,093	16,16	Допустимо

						32110640565/620/2021 ИОС 1.3 ГЧ			
						«Строительство ПС 35/6 кВ «ГПП-2» с ВЛ-35 кВ в г. Усолье-Сибирское»			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Релейная защита и автоматика	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зиновьев		<i>Зиновьев</i>	06.22		П	15	
Проб.		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				
						6	ООО "Союзэнергопроект"		
Н.конт		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				
ГИП		Головачев		<i>Головачев</i>	06.22				