

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

Подраздел 1 Система электроснабжения

Часть 8. Центральная трансформаторная
подстанция 220/6 кВ

Книга 2. Релейная защита и автоматика

2 Р-258-16

03.16

2014

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

Разрешение		Обозначение			
Р-258-16		Наименование объекта строительства			
Изм.	Лист	Содержание изменения		Код	Примечание
2	Лист 1	Схема распределения устройств ИТС по ТТ и ТН представлена на черт.		5	
2	Листы РЗА1... РЗА3, РЗА4.1 РЗА4.2 РЗА5.2 РЗА6.5 РЗА8.1 РЗА8.2 РЗА9 РЗА14.1 РЗА14.2 РЗА18.2	В соответствии с принятой главной схемой и схемой ИТС внесены изменения в схемы		5	
2	С, л.1	В содержание тома внесены изменения		5	
2 (зам.)	ПЗ л.л.16, 17	В пояснительную записку внесены соответствующие изменения		5	

Лист	Листов
	1

Разрешение		Обозначение		
Р-320-15		Наименование объекта строительства		
Изм.	Лист	Содержание изменения	Код	Примечание
1	Лист 1	Схема распределения устройств ИТС по ТТ и ТН представлена на черт.	5	
1	Листы Р3А1... Р3А7, Р3А11, Р3А15. Р3А18	В соответствии с принятой главной схемой и схемой ИТС изменены листы Р3А 1...Р3А1...Р3А7, Р3А11, Р3А 15...Р3А18	5	

Лист	Листов
	1

[illegible]

№ п/п	Содержание	Лист
1	Общие положения по выполнению РЗА	2
2	Щит управления. Организация оперативного питания цепей РЗА	5
3	Вторичные цепи силового оборудования ЗРУ-220 кВ	6
4	Токовые цепи для питания устройств ИТС	7
5	Организация цепей напряжения	8
6	Сигнализация	9
7	Соблюдение требований электромагнитной совместимости	11
8	Технические решения по защите и автоматике трансформатора Т1(Т2)	12
9	Технические решения по РЗА на напряжении 6 кВ	14
10	Противоаварийная автоматика	15
11	Регистрация аварийных событий	16
12	Управление коммутационными аппаратами, оперативная блокировка	116
13	Ведомость устройств защиты и автоматики, устанавливаемых по проекту	21
14	Расчет уставок	22
15	УПАСК	25

Согласовано			

Инв. № подл.	4	Взам. инв. №		Подпись и дата	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал				И.		Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
Проверил				С.			П	1	25
Н.контр.							0		
Нач. отд.									
ГИП									

1. Общие положения по выполнению РЗА

1.1. В соответствии с Техническим заданием на выполнение проектно-изыскательских работ (Приложение А) в данном проекте определяются технические решения по выполнению релейной защиты и автоматики (РЗА) на микропроцессорной базе для подстанционного оборудования и отходящих линий к потребителям по сети 6 кВ Центральной трансформаторной подстанции 220/6 кВ (ЦТП). В соответствии с п. 4.2 ТУ (Приложение А) проектирование устройств РЗА на ПС 220 кВ Узловая выполняется по титулу "Расширение ПС 220 кВ Узловая на две линейные ячейки 220 кВ для технологического присоединения энергопринимающих устройств ФГУП "НО РАО", заказчик - филиал ПАО "ФСК ЕЭС" МЭС Сибири.

Все решения по РЗА приняты в соответствии с действующими требованиями ПУЭ, ПТЭ электрических станций и сетей и норм технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ СО 56947007-29.240.10.028-2009.

Структура комплекса РЗА определена на основании особенностей всех защищаемых элементов с использованием микропроцессорных (МП) терминалов. Использование МП техники в устройствах РЗА дает возможность объединить в одном устройстве как функции РЗА, так и вспомогательные функции регистрации процессов (осциллографирования).

При выполнении проекта учитывалось требование интеграции МП комплекса РЗА в систему телемеханики (ТМ). Устанавливаемые МП устройства РЗА помимо автономной системы РЗА будут являться компонентом нижнего программного технического уровня системы ТМ в качестве источника цифровой информации для решения задач контроля и управления объектом в нормальном и аварийном режиме.

При разработке проекта учтены требования нормативно-технических документов по электромагнитной совместимости МП устройств.

1.2. Основные принципы выполнения устройств РЗА определялись исходя из первичной схемы подстанции, типов применяемого первичного оборудования и их режимов работы.

При установке первичного оборудования будет предусмотрено достаточное количество обмоток трансформаторов тока в цепи каждого присоединения для раздельного подключения устройств РЗА, систем измерений и АИИС КУЭ, будут предусмотрены отдельные обмотки для основного и резервного комплекта защиты.

Установка МП терминалов предусматривается для защиты и автоматики следующих элементов:

Инв. № подл.	4	Подпись и дата	Взам. инв. №	<p>1.2. Основные принципы выполнения устройств РЗА определялись исходя из первичной схемы подстанции, типов применяемого первичного оборудования и их режимов работы.</p> <p>При установке первичного оборудования будет предусмотрено достаточное количество обмоток трансформаторов тока в цепи каждого присоединения для отдельного подключения устройств РЗА, систем измерений и АИИС КУЭ, будут предусмотрены отдельные обмотки для основного и резервного комплекта защиты.</p> <p>Установка МП терминалов предусматривается для защиты и автоматики следующих элементов:</p>												
																Лист
				Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата						2	

Сеть 6 кВ:

- две цепи кабельных линий 6 кВ к ТСН;
- четыре цепи кабельных линий к УРЗН;
- цепи отходящих линий 6 кВ потребителей

Подстанционное оборудование:

- трансформаторы трехфазные Т1 и Т2 220/6 кВ, 40 МВА;
- шины 220 и 6 кВ;
- выключатели 220 и 6 кВ трансформаторов Т1 и Т2;
- секционные выключатели 6 кВ;
- выключатели отходящих линий 6 кВ;
- ТСН1 и ТСН2 6/0,4 кВ.

Структурная схема размещения защит по цепям трансформаторов тока и напряжения представлена на чертеже

Релейная защита и автоматика выполняется на базе терминалов MiCOM производства Alstom. Устройство выполнено на микропроцессорной элементной базе. В зависимости от вида защищаемого присоединения, применяется определенная серия терминалов, с соответствующим программным обеспечением, которое и обеспечивает выполнение необходимых функций. Терминал имеет свободно конфигурируемую логику, применение которой позволяет модифицировать типовые функционально-логические схемы, учитывая специфику защищаемого объекта.

Дифференциальная защита трансформатора реализована на базе устройства MiCOM P643 - это быстродействующая защита трансформатора от повреждений. Терминалы реализованы на базе усовершенствованных устройств IED, реле серии P643 включают в себя дифференциальную защиту, защиту от термической перегрузки, плюс резервную защиту от не устранённых внешних повреждений. Устройство реализовывает защиту трансформаторов 3 обмотками, с тремя группами входов 3-фазных ТТ.

Дифференциальная защита шин, по два комплекта на каждую секцию, реализована на базе устройства P40 Agile P746. Устройство реализовывает защиту шин до 6 присоединений.

Для резервной защиты трансформатора и АУВ 220 кВ, защит, установленных в ячейках КРУ с выключателями 6 кВ, применяется терминал серии P145 – терминал защиты фидера и управления ячейкой. Устройство управления присоединением MiCOM серии P145 предназначено для реализации защиты воздушных и кабельных линий электропередачи различного уровня напряжения. Устройство обладает рядом

Взам.инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

дополнительных функций, предназначенных для обеспечения средств диагностики энергосистемы и анализа повреждений. Устройство Р145 реализует функции токовой защиты от междуфазных КЗ, токовой защиты нулевой последовательности и применимо в сетях с различным режимом нейтрали (глухозаземленная, резистивно-заземленная, заземленная через дугогасящий реактор, изолированная). Устройство оснащено 10 функциональными клавишами, что позволяет осуществлять местное управление (управление силовым выключателем, управление АПВ, управление процессом обмена данными).

В ячейке ТН-6 кВ устанавливается терминал серии MiCOM Р94V с функциями защиты по частоте и напряжению.

Защита от дуговых замыканий выполняется на базе терминала ОВОД-МД, модификация II производства ООО НПФ «ПРОЭЛ».

Центральная сигнализация подстанции выполнена на терминале Сириус-2-ЦС-220-И1 ЗАО «Радиус Автоматика».

Регистрация аварийных событий на базе устройства «НЕВА-РАС» производства НПФ «Энергосоюз».

Для передачи команд РЗА по ВОЛС используется аппаратура типа АКА-Кедр ООО «Уралэнергосервис».

1.3. Повышение надежности РЗА защищаемых элементов 220 кВ обеспечивается выполнением ближнего резервирования, а именно:

- установкой двух комплектов защит, разделенных по цепям переменного тока (питание от разных кернов ТТ), по цепям оперативного постоянного тока (от разных секций ЩГТ), и по цепям отключения (каждого комплекта на оба ЭМО);
- выполнением УРОВ.

1.4. Во всех устройствах РЗА предусматривается светодиодная сигнализация.

В терминалах, устанавливаемых по проекту, предусматривается индивидуальная передача сигналов в систему ТМ и в центральную сигнализацию (ЦС).

Для интеграции в систему ТМ устройства РЗА должны поддерживать протокол передачи данных Modbus RTU.

1.5. Все цепи от измерительных трансформаторов подключаются через испытательные блоки.

Предусматривается установка переключателей для независимого вывода комплекта защиты, а также любой части комплекта, выполняющей определенный набор функций РЗА, без нарушения функциональности остающихся в работе устройств.

Взам.инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

На щите управления организуются шинки для питания вторичных цепей РЗА трансформатора и устройств, установленных в ОПУ. Предусматриваются отдельные шинки для питания терминалов основных, резервных защит присоединения и цепей, выходящих на ОРУ (цепи управления приводами КА, цепи, сигнализирующие о

состоянии первичного оборудования). Организация оперативного питания цепей РЗА в ОПУ представлена на чертеже лист 1.

2.2. Организация оперативного питания в ЗРУ 6 кВ.

Для присоединений 6 кВ, отходящих от шин КРУ, реле защиты и автоматики, а также многофункциональные цифровые измерительные преобразователи (МЦИП) системы ТМ размещаются в релейном отсеке, непосредственно в шкафу КРУ. Таким образом, аппараты вторичных устройств максимально приближены к ТТ, ТН и приводу выключателя. Питание вторичных устройств, расположенных в релейных отсеках, осуществляется магистралями (шинками). Ввод оперативного тока и цепей сигнализации осуществляется через Шкаф ввода питания (ШВП). В ШВП располагаются переключатели для ввода-вывода кабеля, питающего шинки. В отсеке СВ чётной секции располагаются переключатели для секционирования магистрали – в нормальном режиме осуществляется разрыв кольца.

В шкафах КРУ прокладываются шинки питания терминалов, шинки управления, освещения, обогрева, напряжения, дуговой защиты, АЧР, ЧАПВ, УРОВ и ЛЗШ. Организация оперативного питания цепей РЗА в КРУ представлена на чертеже

3. Вторичные цепи силового оборудования ЗРУ-220 кВ

Для безопасной работы в РУ-220 кВ и подключения вторичных цепей к силовому оборудованию (выключателям, разъединителям) ячейка КРУЭ-220 кВ имеет шкаф местного управления (ШМУ). С ШМУ возможно осуществлять управление коммутационными аппаратами (КА) посредством кнопочных выключателей, с отображением положения высоковольтных аппаратов посредством индикаторов.

В схеме управления ШМУ предусмотрена аварийная сигнализация, блокировка управления выключателем при снижении давления элегаза в отсеке и при недостаточном запасе энергии пружинного привода.

Предусмотрена электрическая блокировка, исключающая включение и отключение разъединителей при включенном выключателе и не допускающая включение разъединителей и выключателей при включенных ножах заземления, либо включение ножа заземления при включенном разъединителе.

Привод выключателя 220 кВ оснащен двумя электромагнитами отключения. Привод выключателя 220 кВ имеет пофазное исполнение. Защита от непереключения фаз реализована в шкафу местного управления двумя комплектами – для каждого электромагнита, с действием на свой электромагнит отключения.

Инв. № подл.	4	Подпись и дата	Взам. инв. №	недостаточном запасе энергии пружинного привода.						
				Предусмотрена электрическая блокировка, исключающая включение и отключение разъединителей при включенном выключателе и не допускающая включение разъединителей и выключателей при включенных ножах заземления, либо включение ножа заземления при включенном разъединителе.						
Привод выключателя 220 кВ оснащен двумя электромагнитами отключения. Привод выключателя 220 кВ имеет пофазное исполнение. Защита от непереключения фаз реализована в шкафу местного управления двумя комплектами – для каждого электромагнита, с действием на свой электромагнит отключения.										
										Лист
										6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

4. Токовые цепи для питания устройств ИТС

Токовые цепи служат для питания измерительных приборов, МЦИП системы ТМ, осциллографов, токовых органов релейной защиты.

С учетом главной электрической схемы, трансформаторы тока (ТТ) устанавливаются в цепи выключателя каждого присоединения 6 кВ, в цепи секционных выключателей 220 и 6 кВ, на вводах 220 и в цепи 220 и 6 кВ Т1 и Т2.

На каждом ТТ предусматривается достаточное количество вторичных обмоток для подключения нагрузки с требуемым классом точности: 10Р – для защиты и автоматики, 0,2/0,5 – для измерения и 0,2s/0,5s для учета э/э. Устройства, получающие питание от ТТ, подключаются последовательно к отдельной фазе вторичной обмотки ТТ и должны составлять замкнутый контур. Устройства РЗА подключаются к токовым цепям через измерительные зажимы и испытательные блоки, при этом при помощи вторых производится закорачивание токовых цепей при отключении устройства.

В цепях вторичных обмоток ТТ 220 кВ предусматривается защитное заземление в шкафу местного управления ячейки КРУЭ.

Выбор мощности вторичных обмоток токовых цепей из условия обеспечения 10% погрешности.

Наименование параметра		Обозначение параметра	T1(T2) 220 кВ	T1(T2) 6 кВ	T1(T2) 6 кВ	СВ1(3) 6кВ
Тип защиты			ДЗТ	ДЗТ	КСЗ (в КРУ)	ДЗЛк
Номинальный вторичный ток ТТ, А		$I_{2НОМ.ТТ.}$	5	5	5	5
Сечение проводника, мм²		F	2,5	2,5	2,5	2,5
Удельное сопротивление меди, Ом·м/мм²		ρ	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175
Длина провода, м		l	70	50	2,5	10
Активное сопротивление провода, Ом		$R_{ПР.}=\rho \cdot l/F$	0,49	0,35	0,0175	0,07
Мощность, рассеиваемая проводом, В·А		$S_{ПР.} = I^2 \cdot R_{ПР.}$	12,25	8,75	0,4275	1,75
Мощность, потребляемая устройством по цепям тока, В·А		$S_{УСТР}$	0,20	0,20	0,15	0,2
Мощность, потребляемая в переходном сопротивлении Rпер = 0,5 Ом, В·А		$S_{ПЕР}$	1,25	1,25	1,25	1,25
Суммарная вторичная нагрузка ТТ класса точности 10Р, В·А		$S_2 = S_{ПЕР} + S_{ПР.} + S_{УСТР.}$	13,7	10,2	1,85	3,2
Номинальная мощность вторичной обмотки ТТ в классе точности 10Р, ВА		$S_{2НОМ.}$	20	15	3	5

Инв. № подл.	4	Взам. инв. №	Подпись и дата

Наименование параметра	Обозначение параметра	T1(T2) 220 кВ	T1(T2) 6 кВ	T1(T2) 6 кВ	СВ1(3) 6кВ
Минимально допустимая нагрузка вторичной обмотки ТТ в классе точности 10Р, ВА (составляет 50% номинального значения)	$S_{2\text{мин. доп.}}$	10	7,5	1,5	2,5
Выполнение условия по допустимой вторичной нагрузке релейной обмотки ТТ класса точности 10Р (ГОСТ 7746-2001 п.6.4.2)	$S_{2\text{мин. доп.}} \leq S_2$ $S_2 \leq S_{2\text{ном.}}$	да	да	да	да

5. Организация цепей напряжения

Цепи напряжения служат для питания измерительных приборов, МЦИП, осциллографов, органов напряжения релейной защиты, регулирования напряжения силовых трансформаторов.

На объекте устанавливаются по три однофазных трансформатора напряжения на каждой секции шин 220 и 6 кВ. ТН-220 и 6 кВ устанавливается с тремя вторичными обмотками.

Основные обмотки ТН соединяется в звезду и используется для питания цепей защиты, учета и измерений. Дополнительная обмотка соединяется по схеме разомкнутого треугольника и предназначается для вывода напряжения нулевой последовательности, используемого для питания цепей защиты от замыканий на землю. Защита от повреждений в первичных цепях ТН на напряжении 6 кВ предусматривается с помощью предохранителей.

Для защиты от всех видов КЗ во вторичных цепях устанавливаются автоматические выключатели, имеющие контакты сигнализации их отключения. Применение быстродействующих автоматических выключателей необходимо для обеспечения действия блокировок, предотвращающих неправильное действие защит при обрыве цепей напряжения. Вторичные обмотки и вторичные цепи ТН имеют защитное заземление с помощью соединения провода фазы «В» с заземляющим устройством. В проводе фазы «В» между вторичной обмоткой и местом заземления ТН установка автоматических выключателей не допускается.

В цепях всех выводов от вторичных обмоток ТН-220 кВ предусматривается установка испытательных блоков для создания видимого разрыва в шкафу управления ячейкой КРУЭ. В КРУ 6 кВ видимый разрыв вторичных обмоток ТН обеспечивается при выкатывании тележки с ТН из шкафа КРУ.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Изм. Кол.уч Лист №док. Подпись Дата

Подключение цепей напряжения в устройствах защиты осуществляется через разъединительные испытательные блоки.

Схема электрическая принципиальная трансформатора напряжения 6 кВ и АЧР 6 кВ представлена на чертеже

Схема электрическая принципиальная трансформатора напряжения 220 кВ представлена на чертеже

Трансформаторы напряжения смежных шин 6 кВ должны взаимно резервировать друг друга при выводе из работы одного из ТН при условии включенного секционного выключателя.

6. Сигнализация

Сигнализация на объекте выполняется в следующем объеме:

Сигнализация положения выключателей – с помощью сигнальных ламп «Выключатель включен» и «Выключатель отключен», расположенных над ключом управления на шкафу соответствующего выключателя щита управления.

Сигнализация аварийного отключения при срабатывании релейной защиты – действием центрального звукового сигнала и индивидуального индикатора на шкафу управления (мигание лампы «Выключатель отключен»).

Предупреждающая сигнализация – при необходимости принятия мер по ликвидации возникших отклонений от нормального режима и появившихся неисправностей – действием центрального звукового и индивидуальных световых сигналов (сигнальная лампа и указательное реле «Неисправность»).

Сигнализация действия устройств РЗА – сигнальное указательное реле и сигнальная лампа «Срабатывание» на соответствующем устройстве.

С учетом эксплуатации ПС без постоянного дежурного персонала с обслуживанием оперативной выездной бригадой, при аварийном отключении оборудования или при выявлении неисправности оборудования предусматривается вызывная сигнализация через систему ТМ подстанции. Получив сигнал, обслуживающий персонал обязан прибыть на место для выявления и устранения неисправностей.

Сигнализация на объекте разделяется на:

- основную – в составе Центральной звуковой и обобщенной световой сигнализации, обеспечивающую привлечение внимание персонала;
- индивидуальную – в составе шкафов РЗА.

Взам.инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

Центральная сигнализация (ЦС) предназначена для приёма дискретных сигналов от локальных устройств управления и РЗА присоединений подстанции и отображения их в обобщенном виде.

ЦС должна обеспечивать следующие функции:

- прием и отображение сигналов аварийной и предупредительной сигнализации без центральной выдержки времени с обеспечением повторности действия;
- приём сигналов предупредительной сигнализации с центральной выдержкой времени;
- приём и регистрацию как импульсных, так и длительных сигналов;
- визуальную (световую) индикацию состояния входов;
- управление звуковой сигнализацией с возможностью автоматического квитирования по истечению заданного времени;
- выдачу сигналов обобщенной сигнализации;
- приём и обработку «местных» и «дистанционных» сигналов квитирования, а также квитирование по последовательным каналам связи;
- хранение и выдачу информации о времени получения входных сигналов и выдачи дискретных сигналов обобщенной сигнализации (журнал событий) с возможностью блокировки записи отдельных событий;
- подсчёт количества сигналов, поступивших на каждый вход;
- передачу по последовательному каналу связи информации об изменении состояния входов;
- настройку устройства ЦС (выбор типа датчиков, схем сигнализации и т.д.) непосредственно с лицевой панели (далее – пульт) устройства ЦС;
- хранение параметров настройки устройства ЦС и журнала событий при отсутствии оперативного тока;
- защиту паролем от несанкционированного изменения настройки устройства ЦС и очистки журнала событий;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностика) в течение всего времени работы;
- гальваническую развязку всех входов и выходов, включая питание, для обеспечения высокой помехозащищенности;
- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой для повышения устойчивости устройства ЦС к перенапряжениям;
- встроенные часы – календарь.

Взам.инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

Схема электрическая принципиальная цепей центральной сигнализации
представлена на чертеже

**7. Решения по обеспечению электромагнитной совместимости и
помехозащищенности устройств РЗА.**

Микропроцессорные устройства РЗА, в отличие от электромеханических устройств, более подвержены опасному влиянию импульсных помех из-за низкого уровня сигналов, на которых работают эти устройства.

Источниками помех на подстанциях могут быть: короткие замыкания, грозовые перенапряжения, коммутации высоковольтного оборудования, а также коммутации в сети оперативного постоянного тока, электромагнитов включения и отключения выключателей, электромеханических реле и др.

Импульсные помехи, попадая на входы указанных устройств, могут приводить к их повреждению или вызывать неправильную работу. МП аппаратура РЗА обладает уровнями помехозащищённости, определяемыми соответствующими стандартами и оговоренными в технических условиях (технических описаниях) на конкретные устройства. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что в общем случае без выполнения специальных мероприятий по снижению уровня помех во вторичных цепях ПС до значений, с запасом не превышающих уровней испытательных напряжений, на которые рассчитаны МП устройства РЗА, эти устройства не могут нормально функционировать.

В связи с этим, проектирование РЗА элементов сети должно выполняться с учётом решения вопросов защиты вторичных цепей от импульсных и электромагнитных помех.

Необходимые мероприятия по защите от импульсных помех разрабатываются в соответствии с действующими «Методическими указаниями по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех». При установке МП устройств должны быть обязательно выполнены все мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости и помехозащищенности, исключающие превышение соответствующих норм.

Для снижения уровня помех во вторичных цепях выполняется заземление корпусов измерительных трансформаторов тока и напряжения, ОПН, коммутационных аппаратов, шкафов РЗА и ПА.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата
4					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата
4					

Наиболее действенным средством защиты от помех является применение экранированных кабелей в цепях трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и в цепях оперативного постоянного тока.

В качестве дополнительного метода повышения помехозащищенности для цепей газовой защиты трансформаторов, действующих без выдержки времени на отключение выключателя, для исключения случаев ложного срабатывания защиты предусматривается установка в непосредственной близости от терминала дополнительного промежуточного реле, выходной контакт которого уже подключается к дискретному входу терминала, при этом энергии помехи не достаточно для срабатывания промежуточного реле.

После окончания монтажа оборудования необходимо провести натурные измерения на стадии пусковых или приёмосдаточных испытаний для проверки достаточности принятых проектных решений и качества их практической реализации строительно-монтажной организацией.

8. Технические решения по защите и автоматике трансформаторов Т1(Т2)

В соответствии с НТП на трансформаторе предусмотрена установка комплекта основной (дифференциальной) защиты, резервные защиты стороны ВН, НН1 и НН2. Для изменения коэффициента трансформации трансформатора под нагрузкой предусматривается комплект автоматического регулирования напряжения (АРН).

- Комплект основных защит содержит следующие защиты и устройства автоматики:
- дифференциальную токовую защиту с торможением трансформатора (ДЗТ);
 - защиту от перегрузки на стороне высокого и низкого напряжения трансформатора (ЗП ВН, ЗП НН1 и ЗП НН2);
 - максимальную токовую защиту с пуском по напряжению (МТЗ ВН, МТЗ НН1 и МТЗ НН2);
 - цепи газовой защиты трансформатора и его устройства РПН (ГЗ Т и ГЗ РПН);
 - цепи технологических защит трансформатора: минимальный уровень масла, высокая температура масла, неисправность цепей автоматики охлаждения трансформатора (ТЗ);
 - цепи пуска автоматики системы охлаждения трансформатора;
 - цепи блокировки РПН по току.

Газовые (струйные) реле должны действовать через основной и резервный комплект защит, для этого необходимо оснащение трансформатора реле с двумя отключающими контактами (НТП 9.7.2).

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
4					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Комплект резервной защиты на стороне 220 кВ включает в себя следующие функции:

- максимальную токовую защиту с пуском по напряжению (МТЗ ВН);
 - цепи газовой защиты трансформатора и его устройства РПН (ГЗ Т и ГЗ РПН);
- Комплект автоматики выключателя 220 кВ с функциями:

- автоматики управления выключателем (АУВ);
- устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ).

Комплект защиты на стороне 6 кВ включает в себя следующие функции:

- максимальную токовую защиту с пуском по напряжению (МТЗ НН);
- токовую отсечку с блокировкой от МТЗ отходящих линий (ЛЗШ);
- автоматику управления выключателем (АУВ);
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ).

В схеме подключения вторичных цепей, действующих на отключение трансформатора без выдержки времени - срабатывание газовой защиты или отсечного клапана - предусмотрена установка устройств контроля изоляции сети постоянного тока, которые переводят защиту на сигнал при замыканиях на землю в этих цепях. (НТП 9.1.13).

Схема электрическая принципиальная защиты трансформатора представлена на чертеже

Для поддержания напряжения распределения нагрузки, равного заданному значению, предусматривается комплект автоматики регулирования напряжения под нагрузкой. Устройство АРН имеет четыре аналоговых входа и подключается в одной фазе по току в цепи вводного выключателя каждой секции 6 кВ и напряжению одной фазы соответствующей секции. Регулирование происходит по напряжению обмотки, через которую протекает наибольший ток, при этом по нерегулируемой секции контролируется минимальное/максимальное значение напряжения. При достижении на нерегулируемой обмотке граничного значения происходит блокировка импульсов на повышение или понижение напряжения, в зависимости от достигнутой границы максимум или минимум соответственно. Для регулирования напряжение применяется устройство типа TAPCON 260. Устройство АРН приходит на подстанцию комплектно с трансформатором и монтируется по месту на панель НКУ.

Инв. № подл.	4	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата						13

дополнительная ступень направленной МТЗ (МТЗН) в сторону шин, для исключения подпитки зоны повреждения.

Для защиты кабелей между СВ1/2 и СВ3/4 предусматривается дифференциальная защита (ДЗЛк), устанавливаемая в ячейке СВ-2(4) 6 кВ. Комплект защит на СВ-2(4) включает функции ДЗЛк, МТЗ, ЛЗШ, АУВ, УРОВ.

Схема электрическая принципиальная защиты СВ-2(4) 6 кВ представлена на чертеже

С учетом установки терминалов в непосредственной близости к трансформаторам тока – в релейном отсеке – мощность каждой вторичной обмотки ТТ не должна превышать 1ВА для работы устройств в классе точности. Трансформаторы тока в линейных ячейках выключателей устанавливаются с двумя вторичными обмотками 0,5/10Р, в ячейке СВ-1(3) с тремя вторичными обмотками 0,5/10Р/10Р, в ячейке СВ-2(4) с двумя вторичными обмотками 0,5/10Р. Номинальный ток трансформатора тока выбирался исходя из максимального рабочего тока, с проверкой на 10% погрешность при предельной кратности, равной 27, при номинальной мощности 1 ВА по данным завода-изготовителя.

Для защиты от однофазных замыканий предусматривается установка трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП).

На каждой секции 6 кВ предусматривается отдельная ячейка с трансформатором напряжения для подключения устройств РЗА и систем измерений (щитовые приборы и МЦИП).

10. Противоаварийная автоматика

Комплекс устройств ПА должен обеспечивать предотвращение развития и локализацию аварий в пределах проектируемого объекта.

Комплекс устройств противоаварийной автоматики разработан в соответствии с п.3.3.2. Приказа №57 ОАО РАО «ЕЭС России», определяющим объем устройств ПА на подстанциях потребителей электроэнергии. Устройства противоаварийного управления, устанавливаемые на подстанции потребителя, работают без контроля режима энергосистемы и направлены на предотвращение развития и ликвидации нарушений нормального режима работы оборудования подстанции.

В данном проекте противоаварийная автоматика включает в себя функции автоматического ограничения снижения частоты (АОСЧ) и автоматического ограничения снижения напряжения (АОСН).

Реализация управляющих воздействий системной ПА не предусматривается.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата
Инв. № подл.					
Подпись и дата					
Взам.инв. №					

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

Для исключения влияния АРН и РПН трансформаторов Т1 (Т2) на параметры срабатывания АОСН подключение устройства АОСН предусматривается к измерительным цепям напряжения 220 кВ.

Управляющие воздействия ПА, устанавливаемой по проекту, направлены на отключение групп потребителей 6 кВ. Под управляющие воздействия подключаются все присоединения РУ-6 кВ за исключением собственных нужд ПС. Предусматривается отключение и от АЧР и от АОСН в две очереди.

I очередь - 17 874 кВА

Ячейки:

306 (406) - Площадка вентиляционного ствола.	ЗРУ В1 - 3712 МВА
107 (207) - Технологический ствол.	ЗРУ 3-1 - 8668 МВА
307 (407) - Технологический ствол.	ЗРУ 3-2 - 5340 МВА
108 (208) - Очистные сооружения.	КТП 2.4 - 154 МВА

II очередь - 25 301 кВА

Ячейки:

105 (205) - Вспомогательный ствол, подъемная машина,	ЗРУ ВС1 - 12072 МВА
305 (405) - Вспомогательный ствол. Вентустановка	ГРУ РУ1 - 1800 МВА
106 (206) - Вспомогательный ствол. Калориферы	ГРУ РУ2 - 11429 МВА

Прим. Указана максимальная потребляемая мощность электроустановки.

В схемах присоединений 6 кВ организовываются самостоятельные шинки отключения от АЧР и от АОСН. Фиксация каждого присоединения к своей группе по отключению производится переключением накладок.

Для исключения возможного излишнего срабатывания устройств АЧР «при выбеге электродвигателей» предусматривается блокировка по скорости снижения частоты и уровню измеряемого напряжения. Предусмотрена блокировка АЧР при потере питания.

Требования к устройствам АЧР и АОСН:

1. Автоматика ограничения снижения напряжения АОСН.

1.1 Устройство АОСН предназначено для предотвращения снижения напряжения на шинах подстанции в послеаварийных режимах до значений, не допустимых по условиям устойчивости нагрузки, и возникновения лавины напряжения.

1.2 АОСН должна фиксировать опасное снижение напряжения на шинах 220 кВ и контролировать каждую из трех фаз отдельно.

Взам.инв. №

Подпись и дата

1.3 Величина измеряемого напряжения контролируется путем подключения устройств АОСН к ТН через коммутационные устройства (ключи, испытательные блоки или т.п.) своей системы шин 220 кВ.

1.4 Данная автоматика должна иметь ступенчатое исполнение с разными выдержками времени.

1.5 Действие АОСН должно быть направленно на отключение фидеров на стороне 6 кВ.

1.6 АОСН должна обеспечить надежное несрабатывание при наличии ложной команды управления.

1.7 Автоматика должна осуществлять самодиагностику, контроль исправности измерительных цепей и контроль наличия оперативного тока

1.8 В устройстве АОСН должны предусматриваться цепи сигнализации, информирующие о работе и неисправности оборудования.

1.9 Устройство должно быть снабжено жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой для отображения текущих параметров, неисправностей и ввода уставок.

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

2. Автоматическая частотная разгрузка АЧР.

2.1 Автоматика АЧР должна соответствовать стандарту ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» «Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка)»

2.2 В автоматике должна быть реализована функция ЧАПВ

2.3 АЧР должна подключаться к цепям измерительных трансформаторов напряжения через коммутационные устройства (ключи, испытательные блоки или т.п.) своей системы шин 6 кВ.

2.4 АЧР должна быть снабжена жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой для отображения текущих параметров, неисправностей и ввода уставок.

2.5 Автоматика должна осуществлять самодиагностику, контроль исправности измерительных цепей и контроль наличия оперативного тока.

2.6. В устройстве АЧР должны предусматриваться цепи сигнализации, информирующие о работе и неисправности оборудования.

11. Регистрация аварийных событий

Для регистрации аварийных событий предусматривается установка автономных РАС, при этом функции РАС, реализуемые МП терминалами РЗ обеспечивают их резервирование.

РАС обеспечивает регистрацию, анализ и представление информации о процессах возникновения, развития и ликвидации аварийных событий и процессов на основном электрооборудовании подстанции, прилегающих участках электрической сети и системы ОПТ, сопровождающихся срабатыванием их пусковых органов РАС, срабатыванием устройств РЗ и ПА.

Для построения комплекса регистрации аварийных событий, записи и хранения аналоговых и дискретных сигналов (цифровых осциллограмм), а также для контроля текущего состояния входных сигналов в нормальных режимах работы энергетических объектов оборудования размещается в унифицированном шкафу, что позволяет значительно упростить процесс проектирования, монтажа и наладки.

Устройство РАС-НЕВА, устанавливаемое на ПС Кантат, включает в себя Плату Сервера времени и служит для автоматической синхронизации часов регистратора. К внешнему разъёму блока подключается выносная антенна GPS.

Регистрации подлежат:

- электромагнитные переходные процессы, связанные с коротким замыканием и работой устройств РЗ и ПА;
- процессы, вызвавшие срабатывание пусковых органов регистраторов;
- сигналы/сообщения, поступающие от устройств РЗ и ПА в процессе их работы;

- изменения положения выключателей.

Принципиальная схема РАС представлена на чертеже 110-1421-ИОС1.8.2-РЗА16.

12. Управление коммутационными аппаратами, оперативная блокировка

12.1. Управление выключателями

12.1.1. АУВ

Управление выключателем в нормальном режиме предусматривается:

- с АРМ оперативного-диспетчерского персонала местного диспетчерского пункта (здание 1.12 площадки «Вспомогательный ствол»);

- с АРМ ОББ, в составе системы ТМ на подстанции - основной способ управления для персонала оперативных выездных бригад.

При выходе из строя АРМ, управление должно осуществляться от ключей, расположенных на щите управления. В качестве аварийного управления допускается использовать устройства управления, предусмотренные в шкафу местного управления ячейки КРУЭ-220 или КРУ-6.

Шафы щита управления, на которых располагаются органы местного управления, имеют мнемосхему ячейки выключателя, сигнальные лампы положения «Включено» / «Отключено», цифровые измерительные показывающие приборы.

Любое действие на выключатель (включение или отключение) должно быть зафиксировано с расшифровкой времени подачи команды. Прохождение импульсов включения и отключения по цепи каждого электромагнита должно фиксироваться аварийными регистраторами.

Защиты должны действовать на отключение выключателя, как через микропроцессорные терминалы управления, так и непосредственно на электромагнит отключения.

Блокировка, действующая при неисправности выключателя, при которой запрещается его включение и отключение, должна блокировать также и цепи ручных операций с выключателем.

Схема управления выключателем должна быть согласована с заводской инструкцией на выключатель в части:

- условий, необходимых для подхвата импульса команды на отключение выключателя;

- необходимости выполнения защиты электромагнитов управления от длительного протекания тока;

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

АПВ отходящей линии 6 кВ.

12.1.3. УРОВ

Индивидуальный УРОВ включает в себя орган контроля тока через выключатель, орган контроля срабатывания защиты и орган выдержки времени УРОВ. При протекании тока по выключателю и сработавшей защите присоединения, индивидуальный УРОВ, по истечении выдержки времени, срабатывает и выдает команду отключения от УРОВ вышестоящего выключателя и запрет АПВ.

Схему организации цепей УРОВ 6 кВ см. на чертеже 110-1421-ИОС1.8.2-РЗА11.

12.2. Управление разъединителями и оперативная блокировка

Управление разъединителями обеспечивается следующими способами:

- с АРМ оперативного - диспетчерского персонала местного диспетчерского пункта (здание 1.12 площадки «Вспомогательный ствол»);
- с АРМ ОВБ, в составе системы ТМ на подстанции - основной способ управления для персонала оперативных выездных бригад.

При выходе из строя АРМ, управление должно осуществляться от ключей, расположенных на щите управления.

Управление по месту с ШМУ ячейки КРУЭ-220 является аварийным способом управления (только для проведения ремонтных работ). Электрическая блокировка,

выполненная заводом-производителем КРУЭ, сохраняется и не дублируется, но дополняется электромагнитной блокировкой для разъединителей и заземляющих ножей с внешними по отношению к КРУЭ элементами подстанции.

Проектом предусматриваются следующие блокировки:

- исключающая включение и отключение разъединителей при включенном выключателе;
- не допускающая включение разъединителей и выключателей при включенных ножах заземления, либо включение ножа заземления при включенном разъединителе.

Блокировки на 6 кВ выполняются электромагнитными блок-замками.

Питание электромагнитной блокировки разъединителей осуществляется постоянным выпрямленным током на напряжении 220 В. Эти цепи электрически не связаны с цепями АБ и имеют собственный контроль изоляции. Схема оперативной блокировки представлена на чертеже

13. Ведомость устройств защиты и автоматики,
устанавливаемых по проекту

№ п./п.	Наименование объектов и устройств	Кол-во
1	Устройства РЗА трансформаторов 40 МВА 220/6 кВ Т1 и Т2	
1.1	Комплект основных защит Т с функциями ДЗТ, ГЗ Т, ГЗ РПН, ТЗ, МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, ЗП ВН, ЗП НН1, ЗП НН2	2
1.2	Комплект резервных защит Т с функциями МТЗ ВН, ГЗ Т, ГЗ РПН	2
1.3	Автоматика регулирования напряжения под нагрузкой (АРН)	2
1.4	Комплект защиты и автоматики вводных выключателей 6 кВ Т1 и Т2 с функциями МТЗ, МТЗН, ТО (ЛЗШ), АУВ, АПВ, УРОВ, ЗМН	4
2	Комплект автоматики В-220 кВ с функциями АУВ, УРОВ, АПВ с по-фазным управлением выключателем	2
3	Устройства дифференциальной защиты шин 220 кВ	4
2	Устройства РЗА шин 6 кВ	
2.1	Комплект ЗДЗ 6 кВ	4
2.2	Комплект АЧР/ЧАПВ 6 кВ	4
3	Устройства РЗА СВ 6 кВ	
3.1	Комплект защиты и автоматики СВ-1(3) 6 кВ с функциями МТЗ, ТО (ЛЗШ), АУВ, АПВ, УРОВ, АВР	2
3.2	Комплект защиты и автоматики СВ-2(4) 6 кВ с функциями ДЗЛ, МТЗ, ТО (ЛЗШ), АУВ, АПВ, УРОВ	2

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

4	Устройства РЗА фидеров 6 кВ	
4.1	Комплект защиты и автоматики отходящих линий 6 кВ с функциями МТЗН, ТО, АУВ, АПВ, УРОВ	8
4.2	Комплект защиты и автоматики отходящих линий 6 кВ с функциями МТЗ, ТО, АУВ, АПВ, УРОВ	10
4.3	Комплект защиты и автоматики отходящих линий к УРЗН и ТСН 6 кВ с функциями МТЗ, ТО, АУВ, АПВ, УРОВ, ЗП, ТЗ	6
5	Общеподстанционные устройства РЗА	
5.1	Устройство центральной сигнализации	1
5.2	Шкаф организации цепей напряжения 220 кВ	1
5.3	Регистратор аварийных событий РАС	1
5.4	УПАСК	2
5.5	Шкаф автоматики снижения напряжения АОСН1 и АОСН2	1
5.6	Шкафы щита управления	3
5.7	Шкафы ввода питания в ЗРУ 6 кВ	4

14. Расчет уставок

Указания по определению уставок защит трансформатора 220/6/6 кВ.

Мгновенное действие при значительных повреждениях обеспечивает газовая защита, являющаяся основной защитой трансформатора при резком понижении уровня масла, а также от замыканий внутри кожуха, сопровождающихся выделением газа.

Продольная дифференциальная защита трансформатора должна содержать чувствительный токовый орган и дифференциальную отсечку. Под чувствительным реле понимается дифференциальная защита с торможением. Дифференциальная отсечка предназначена для быстрого отключения тяжелых повреждений с большим током КЗ в зоне действия защиты. Отсечка отстраивается от броска тока намагничивания.

Максимальная токовая защита со стороны ВН предусматривается для резервирования основных защит трансформатора и резервирования отключения КЗ на шинах 6 кВ. Параметры срабатывания МТЗ выбираются по условию отстройки по току и по времени от МТЗ НН. МТЗ НН выбирается по условию согласования с защитами отходящих элементов сети 6 кВ.

Защита от перегрузки выполняется со стороны ВН, НН1 и НН2 и при срабатывании с выдержкой времени действует на сигнал. Ток срабатывания

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
4		

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

максимального фазного тока отстраивают от номинального тока обмотки защищаемого трансформатора с коэффициентом 1,05.

Реле тока для автоматики охлаждения выполнено на базе однофазных реле максимального тока, включенных на ток фазы А сторон ВН и НН трансформатора, выходы которых объединены по схеме ИЛИ. Выбирается уставка срабатывания при 60% загрузки трансформатора от номинала.

Устройство для блокировки РПН содержит:

- однофазное реле максимального тока, включенное на ток фазы А стороны ВН трансформатора;
- три реле минимального напряжения, включенных на междуфазные напряжения (Uав) трансформатора напряжения сторон НН трансформатора. Выходные реле объединены по схеме ИЛИ.

Выбирается уставка срабатывания при 200% перегрузки трансформатора
Уставка по напряжению 85 В.

Уставки срабатывания УРОВ

Ток срабатывания УРОВ принимается 0,2 от номинального тока присоединения.
Выдержка времени УРОВ должна определяться по условию отстройки от времени отключения исправного выключателя с учетом времени возврата токового реле УРОВ и выдержки времени необходимого запаса принимается 0,3 с.

Схема УРОВ выполняется с повторным действием на отключение «своего» выключателя при пуске УРОВ от защит. Выдержка времени УРОВ «на себя» принимается минимальной.

Уставки АПВ

Для успешного повторного включения необходимо, чтобы за время от момента отключения до момента повторного включения и подачи напряжения не только погасла электрическая дуга в месте КЗ, но и восстановились изоляционные свойства воздуха. По данным испытаний в сетях до 220 кВ при токе КЗ до 15 кА время деионизации составляет 0,2 с.

Выдержка времени должна быть больше времени готовности привода выключателя (зависит от данных, указанных в технической информации на выключатель).

Исходя из вышеперечисленных условий, выбирается наибольшее значение. Расчет уставок представлен на чертеже 1 **Защита сети 6 кВ**

Взам.инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

Для определения принципов построения релейной защиты ЛЭП 6 кВ в работе был произведен анализ сети по параметрам трехфазных токов короткого замыкания. Осложняющим фактором при построении защит для рассматриваемых линий является незначительная протяженность ЛЭП, что даёт незначительное затухание величины тока КЗ относительно места установки защиты к концу защищаемой линии, что, в свою очередь, влияет на коэффициент чувствительности токовых защит, в частности, токовой отсечки.

Предусмотрена дополнительная логика, осуществляющая автоматическое ускорение защит при включении выключателя и при АПВ. Возможность автоматического ускорения защит определяется тем, что если до включения выключателя КЗ в энергосистеме не было, а после включения выключателя сразу возникает КЗ, то это КЗ – на включаемом элементе. Поэтому нет необходимости в выдержках времени защит для обеспечения селективности: надо как можно быстрее отключить тот выключатель, который только что был включен.

При обеспечении селективности максимальной токовой защиты по времени срабатывания последующего элемента по отношению к защитами предыдущих элементов, выдержка времени при приближении к источнику значительно накапливается. Для преодоления этого недостатка рекомендуется принять ступень селективности при согласовании двух микропроцессорных защит и использовании одинаковых современных выключателей 0,2 сек. при отсутствии УРОВ (т.е. ближнего резервирования) на нижестоящем выключателе и 0,5 сек. при наличии УРОВ (время отключения выключателя - 50 мс; время инерции защиты - 50 мс; суммарная погрешность защит А и Б - 50 мс; время запаса - 50 мс; время работы УРОВ 0,3 с).

ТО на вводных/секционных выключателях работает без выдержки времени при отсутствии блокирующего сигнала от защит присоединений. На вводных/секционных выключателях используется дополнительная ступень с пуском по напряжению для МТЗ, расчеты уставок показывают, что зона охвата МТЗ/U выше, и обеспечивает дальнейшее резервирование большего количества присоединений. Значение уставок на секционных выключателях смежных секций принимается одинаковым, большим из получившихся значений.

Защита от однофазных замыканий, при работе резистора заземления нейтрали, на всех отходящих линиях действует с минимальной выдержкой времени 0,1 сек. на отключение ячейки с повреждением, в случае фиксации наличия замыкания на землю в течении 0,4 сек. на отключение ячейки с УРЗН, в течении 0,7 сек. на отключение

Взам.инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата	

ближайшего питающего выключателя (вводного/секционного). Защита от ОЗЗ отстраивается по току от внешнего ОЗЗ.

15. УПАСК

Для передачи команд релейной защиты на ПС Узловая устанавливаются УПАСК. В качестве УПАСК для передачи команд по ВЛ 220 кВ применяется аппаратура типа АКА, устанавливаемая по обоим концам ВЛ и взаимодействующая по ВОЛС.

В соответствии с п. 4.2 ТУ (Приложение В) проектирование и установка на ПС 220 кВ Узловая УПАСК выполняется по титулу "Расширение ПС 220 кВ Узловая на две линейные ячейки 220 кВ для технологического присоединения энергопринимающих устройств аказчик - филиал ПАО "ФСК ЕЭС" МЭС Сибири.

Резервирование канала связи для передачи команд предусматривается путем трансляции команд по передатчику как своей так и параллельной линии.

Аппаратура УПАСК устанавливается в унифицированном шкафу серии ШЭ-200-АКА.

Устройства должны обеспечивать:

- подключение входных цепей передачи к устройствам РЗ;
- управление входными цепями;
- регистрацию и визуальный контроль пуска команд.

В аппаратуре имеется регистратор событий, в котором записываются и хранятся сведения о переданных командах, а также о состоянии аппаратуры и встроенных модулей.

Перечень сигналов передаваемых от ПС Кантат на ПС Узловая:

УПАСК1 ВЛ 220 кВ Узловая - Кантат № 1

- 1 команда – отключение с запретом АПВ выключателя ВЛ-220 кВ 1 цепи
- 2 команда – отключение с запретом АПВ выключателя ВЛ-220 кВ 2 цепи

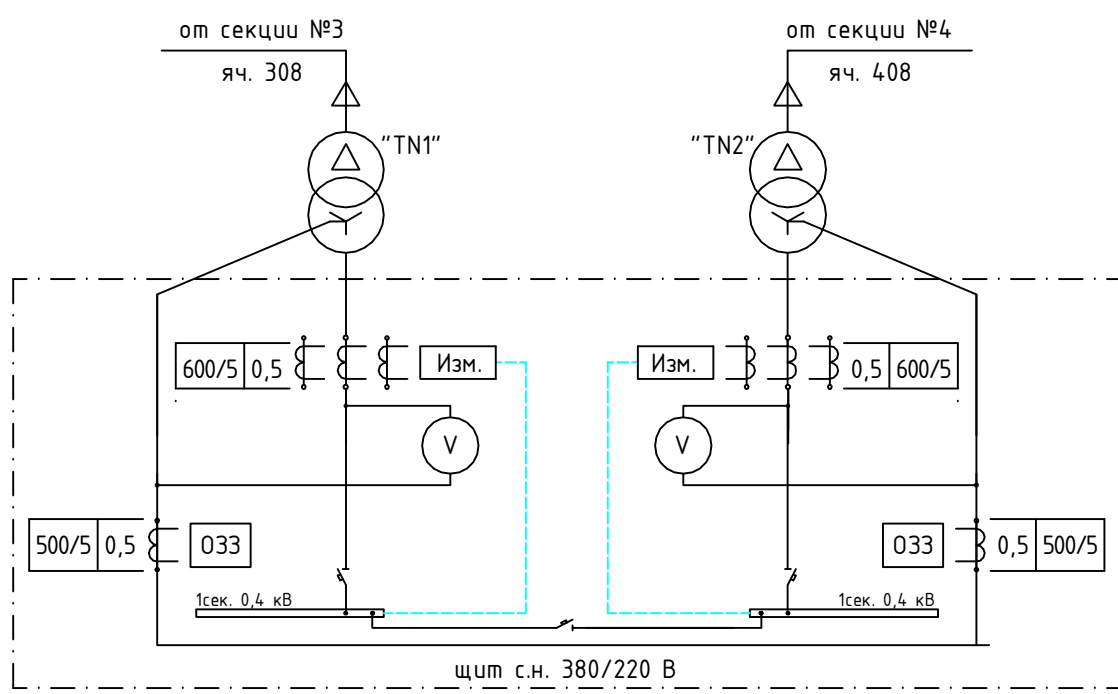
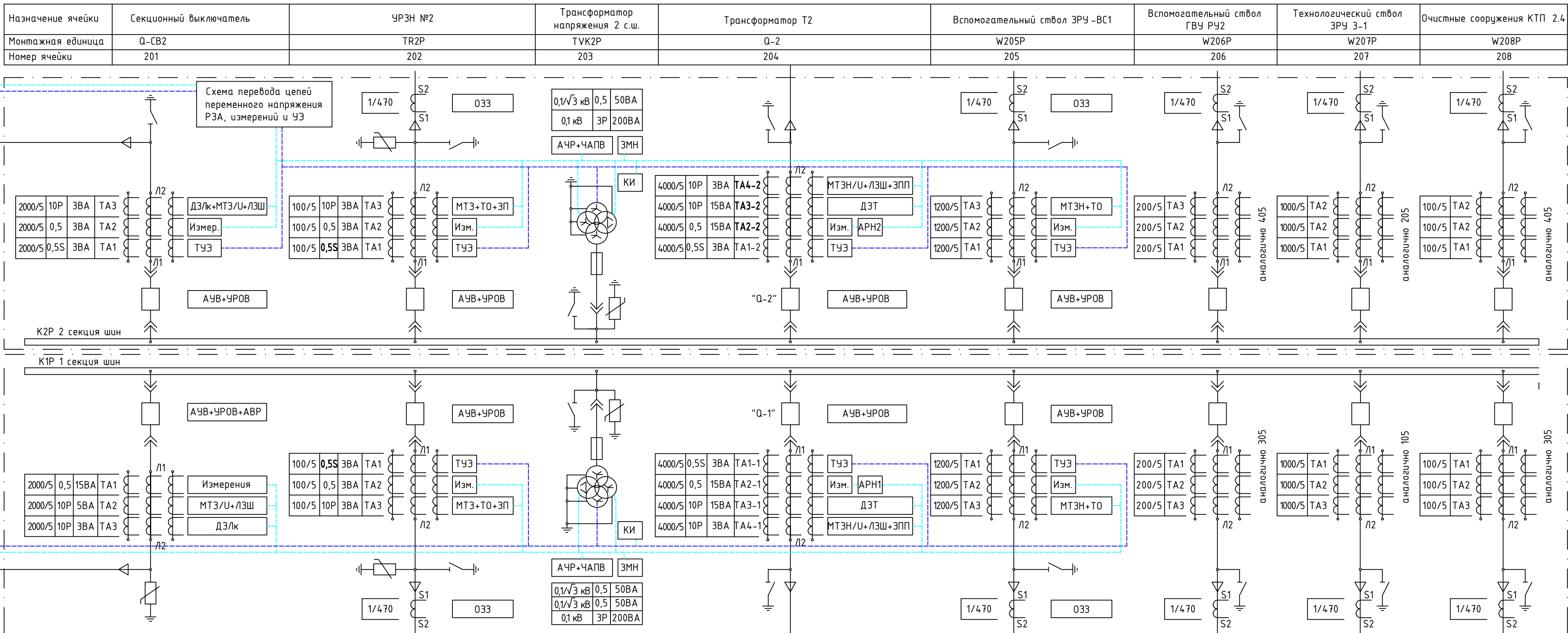
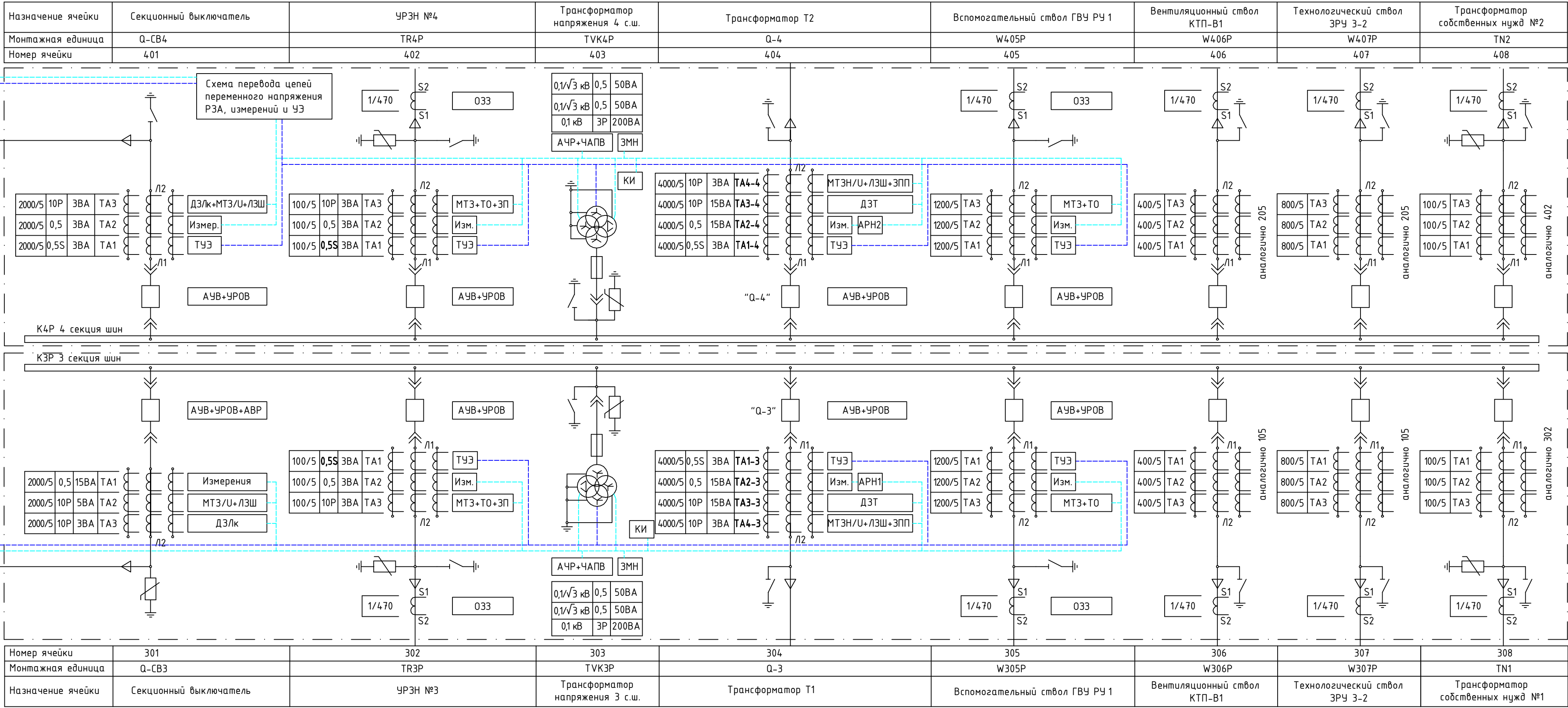
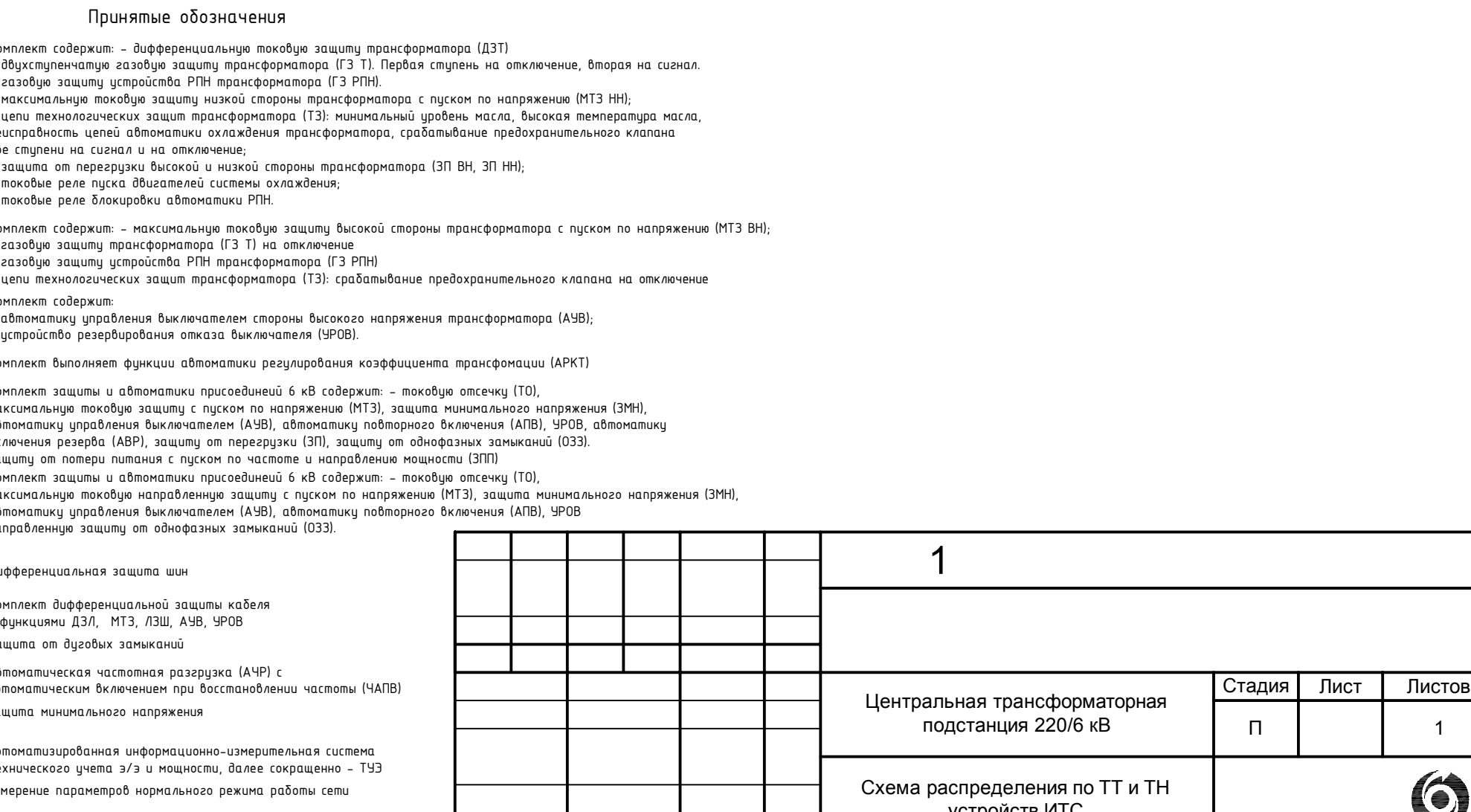
УПАСК2 ВЛ 220 кВ Узловая - Кантат № 2

- 1 команда – отключение с запретом АПВ выключателя ВЛ-220 кВ 2 цепи
- 2 команда – отключение с запретом АПВ выключателя ВЛ-220 кВ 1 цепи

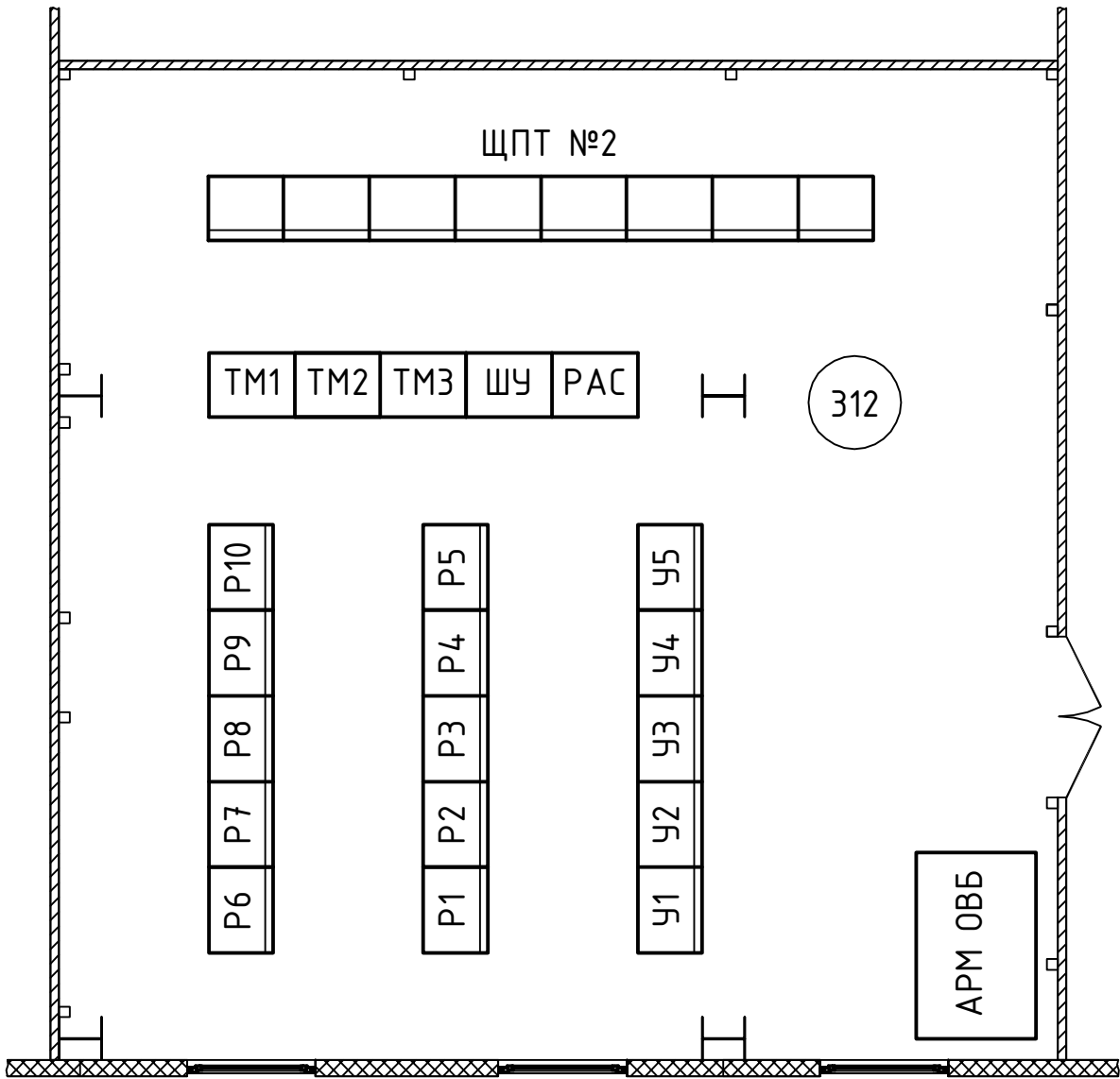
Принципиальная схема передатчика представлена на чертеже

Взам.инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	14

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

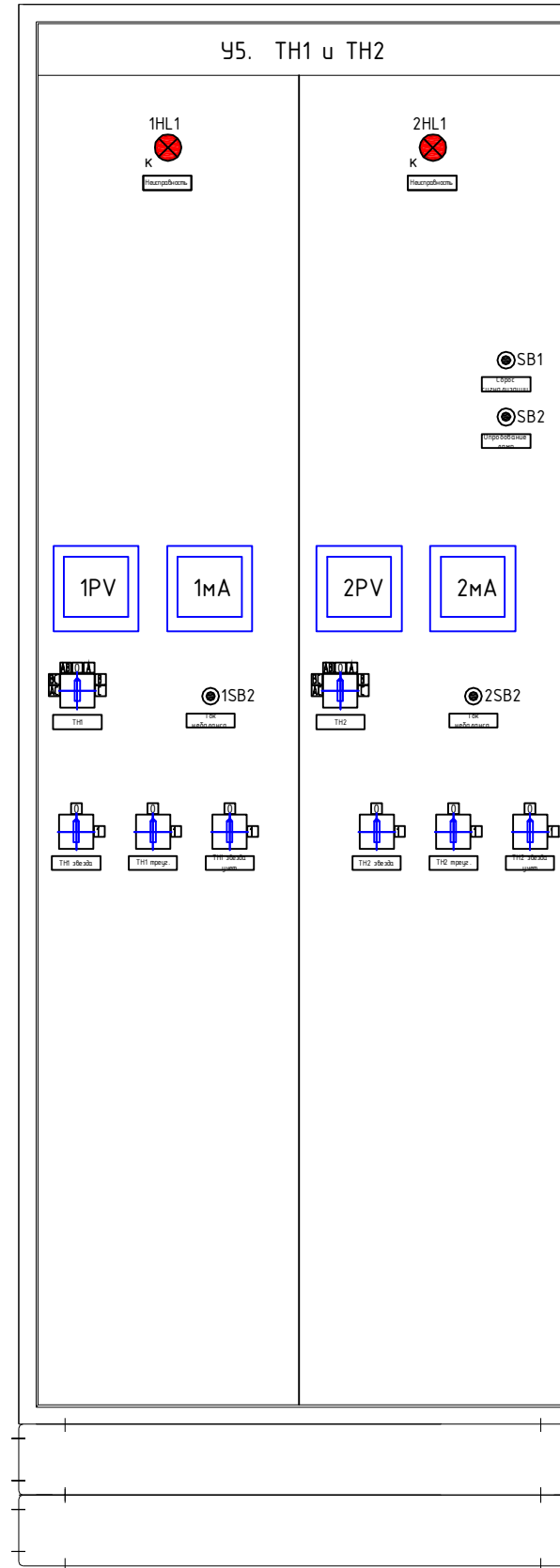
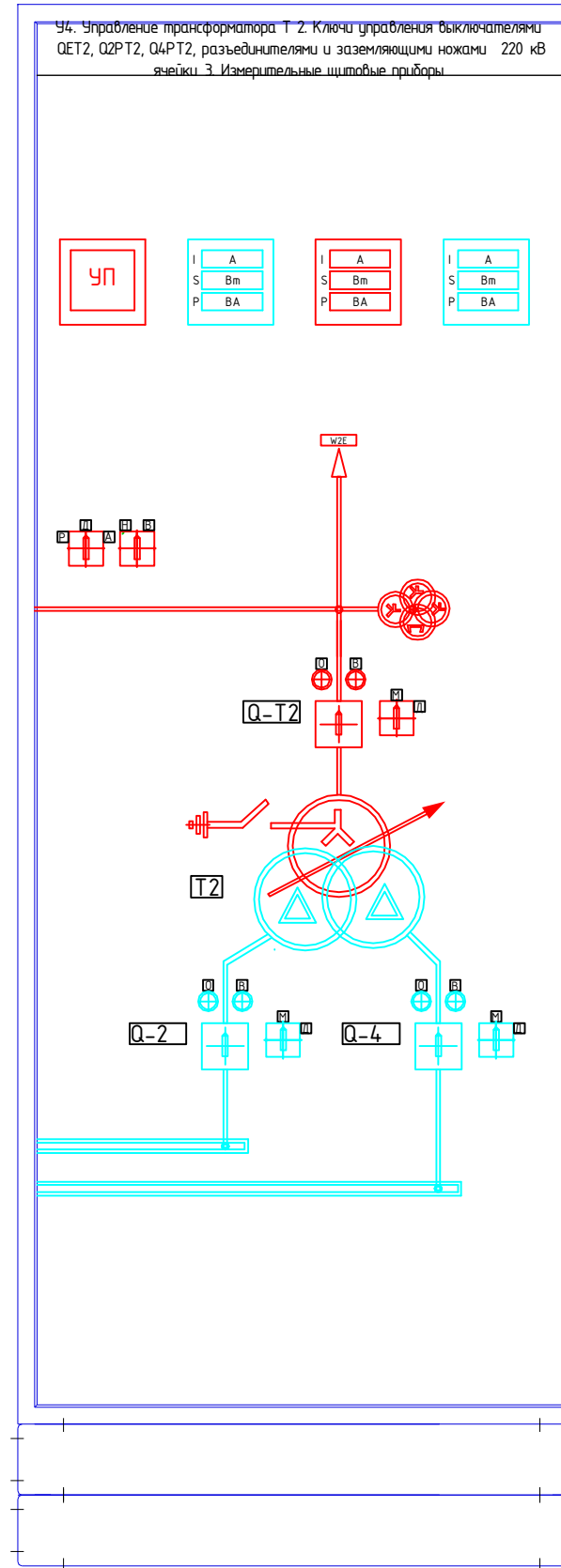
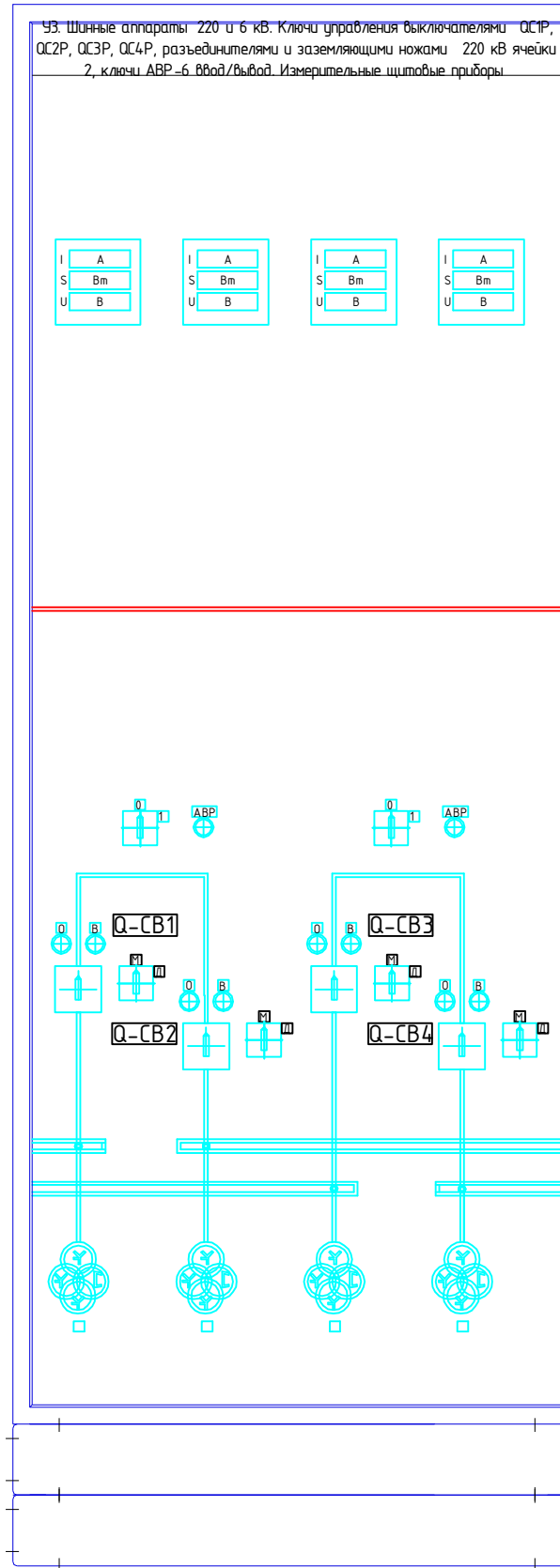
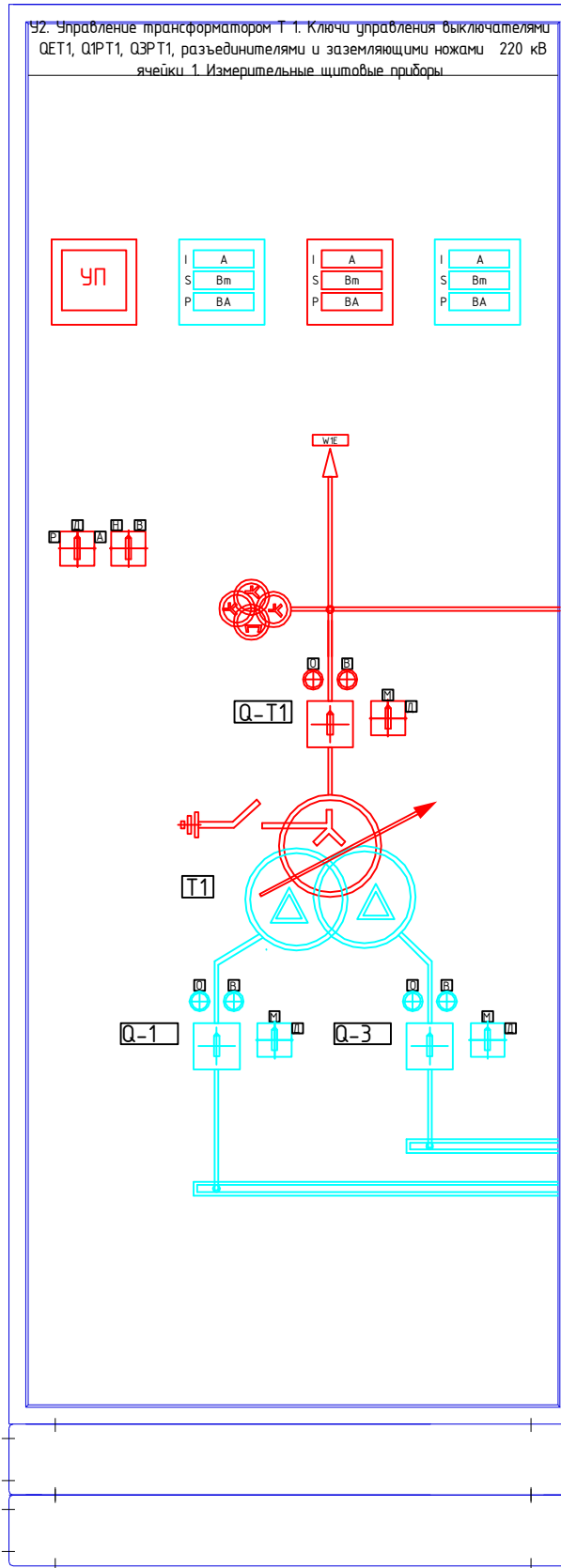
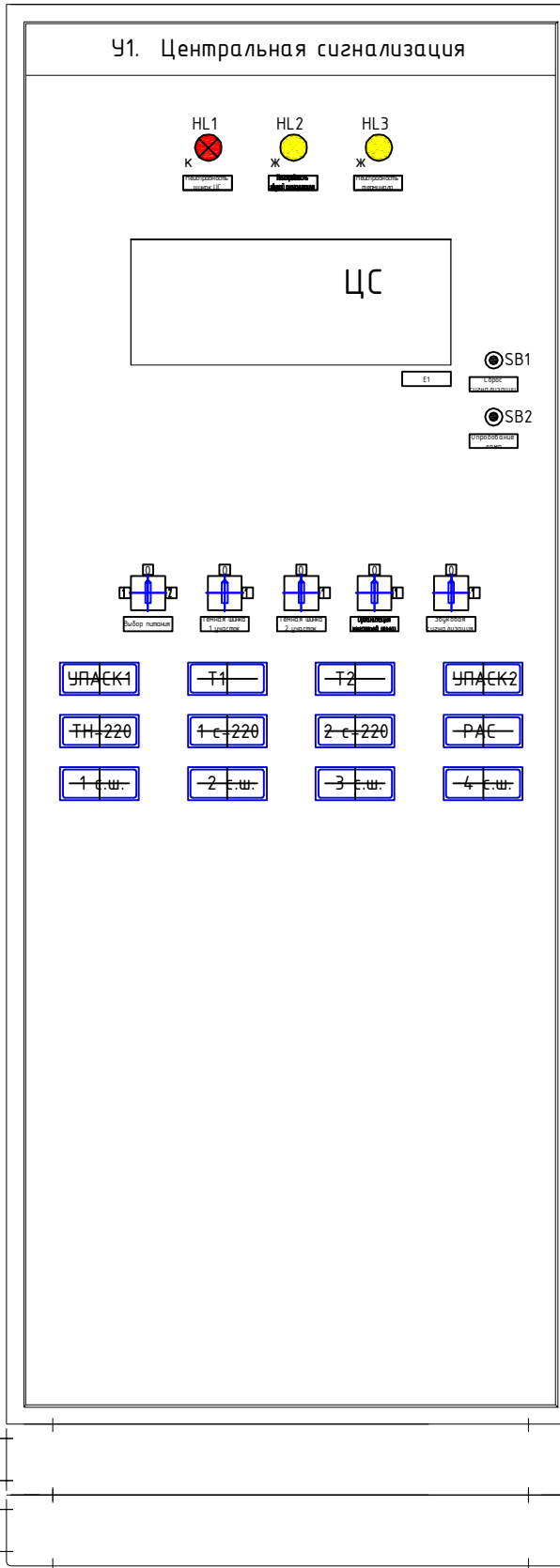



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Согласовано		
4					



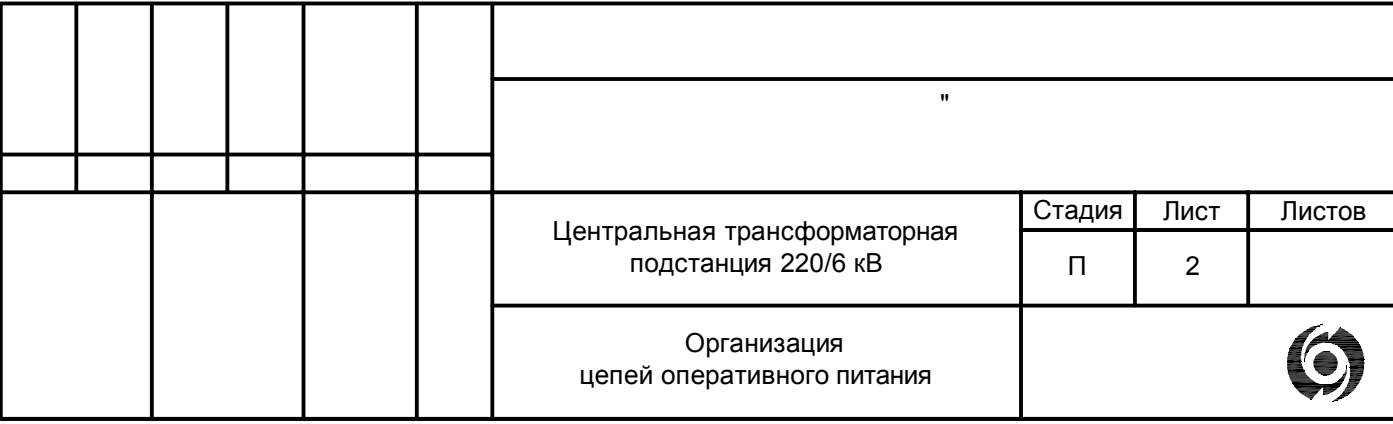
Перечень шкафов		
Порядковый номер шкафа	Тип устройства	Назначение шкафа
У1		Шкаф центральной сигнализации
У2		Управление трансформатором Т1. Ключи упр. выключателями QET1, Q1PT1, Q3PT1, разъед. и заземляющими ножами 220 кВ ячейки 1. Измер. щитовые приборы
У3		Шинные аппараты 220 и 6 кВ. Ключи упр. выключателями QC1P, QC2P, QC3P, QC4P, разъед. и ЗН 220 кВ ячейки 2, ключи АВР-6 ввод/вывод. Измер. щит. приборы
У4		Управление трансформатором Т2. Ключи упр. выключателями QET2, Q2PT2, Q4PT2, разъед. и заземляющими ножами 220 кВ ячейки 3. Измер. щитовые приборы
У5		Трансформаторы напряжения TV1E и TV2E
P1		Автоматика управления выключателя 220 кВ Т1 (АУВ Q-T1). Комплект АЗ
P2		Основная и резервная защиты тр-ра (ДЗТ и РЗТ). Комплекты А1 и А2 тр-ра Т1
P3		Автоматика регулирования напряжения Т1 и Т2. (АРН Т1 и АРН Т2)
P4		Основная и резервная защиты тр-ра (ДЗТ и РЗТ). Комплекты А1 и А2 тр-ра Т2
P5		Автоматика управления выключателя 220 кВ Т2 (АУВ Q-T2). Комплект АЗ
P6		Передачик ПС "Кантат" - ПС "Узловая" 1 цепь (УПАСК1)
P7		Дифференциальная защита 1 с.ш. 220 кВ (ДЗШ1 1с и ДЗШ2 1с). Комплекты А1 и А2
P8		Автоматики ограничения снижения напряжения (АОСН1 и АОСН2)
P9		Дифференциальная защита 2 с.ш. 220 кВ (ДЗШ1 2с и ДЗШ2 2с). Комплекты А1 и А2
P10		Передачик ПС "Кантат" - ПС "Узловая" 2 цепь (УПАСК2)
ТМ1-3		Шкаф телемеханики ШТМ1-3
ШУ		Шкаф учета э/э
РАС		Регистратор аварийных событий (РАС)

						"			
						Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
							П		1
						План размещения оборудования РЗА в ОПУ			

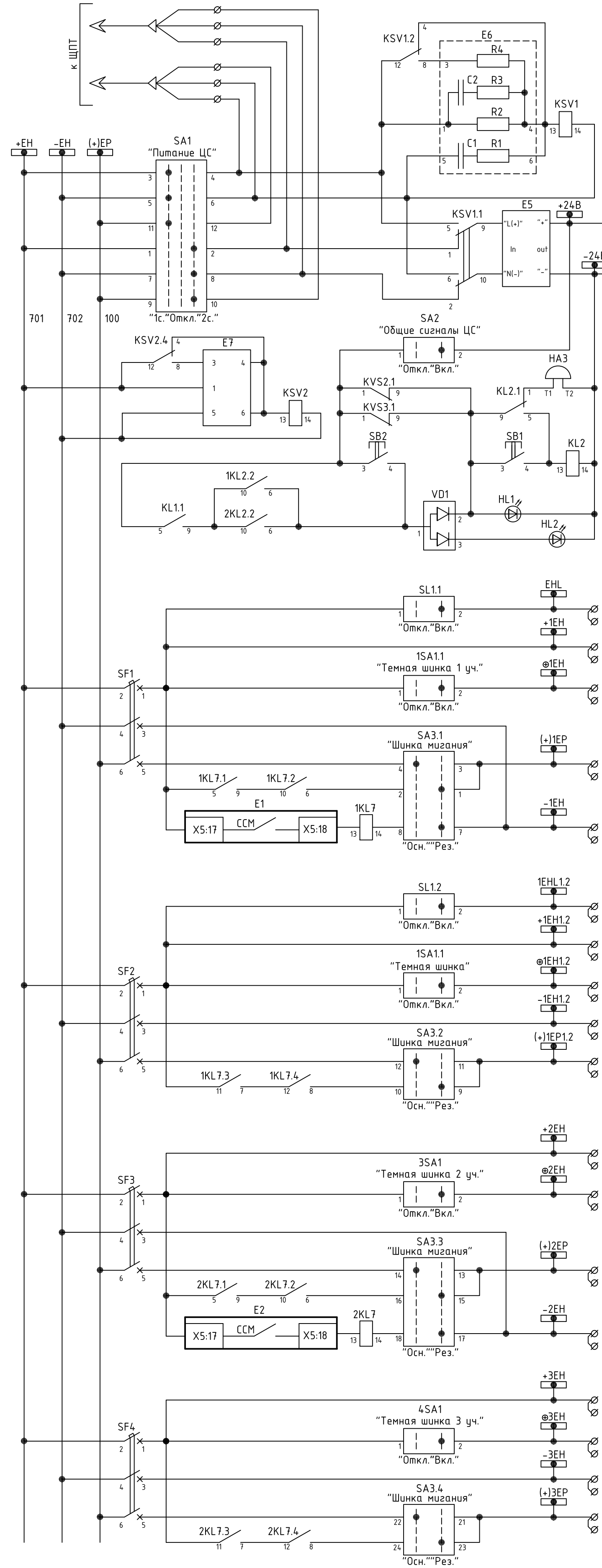


						Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ				Стадия П	Лист	Листов 1
						Общий вид шкафов щита управления в ОПУ						

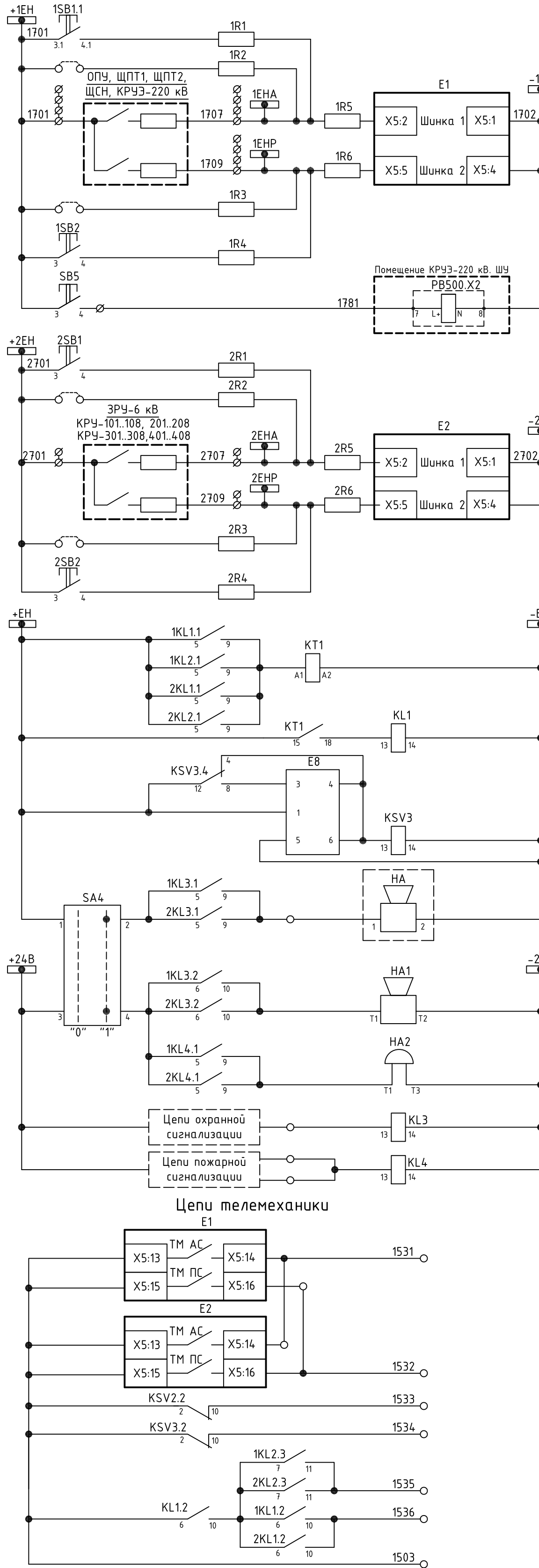
Обозн.	Наименование	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
<u>ЗРУ-6 кВ. КРУ-20I(4,0I)</u>				
S7, S8, S9	Переключатель	Promet S10JD1106A4	3	
S1...S6	Переключатель	Promet S10JD1102A4	6	
<u>ЗРУ-6 кВ. ШВН11(2,3,4)</u>				
SA7	Переключатель	Promet S10JD 1106 A4	1	
SA1...SA6	Переключатель	Promet S10JD 1102 A4	6	



Цепи питания и общие цепи ЦС. Цепи образования участковых шинок



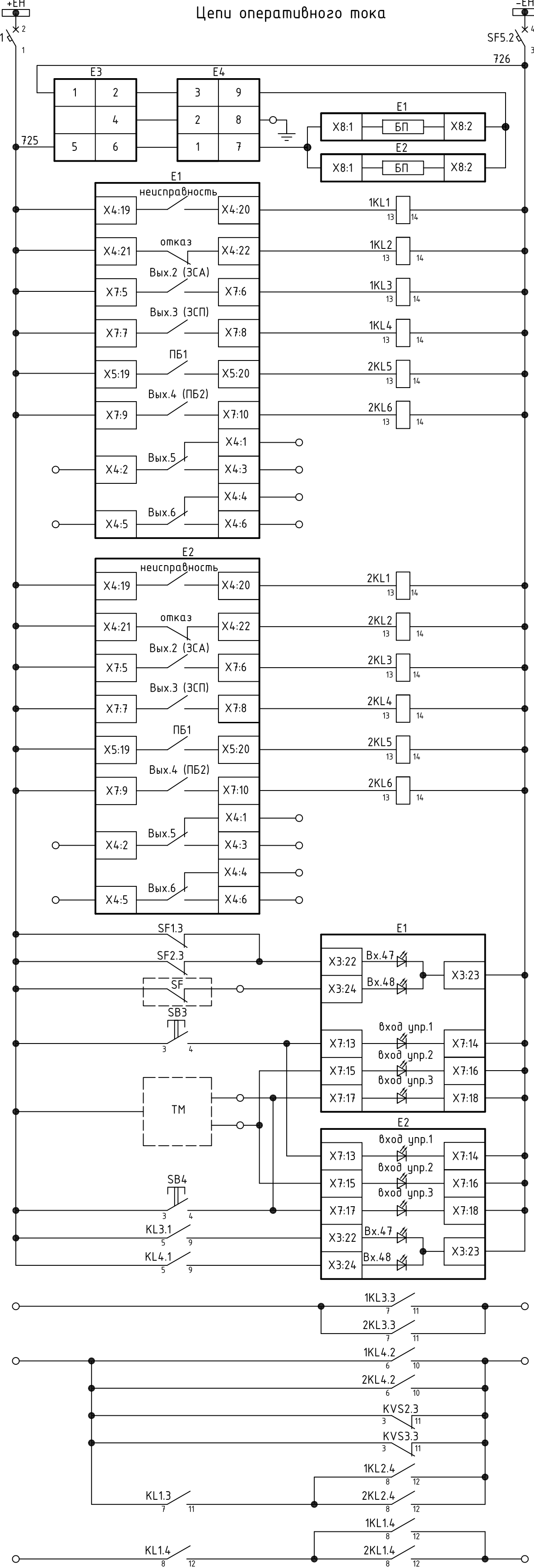
Цепи аварийной и предупредительной сигнализации



Кнопка опробования АС 1 участка
Цепи контроля исправности шинки 1ЕНА
Шинки аварийной (1ЕНА) и предупредительной (1ЕНР) сигнализации 1 участка (ОПУ)
Кнопка опробования ПС 1 участка
Цепи контроля исправности шинки 1ЕНР
Сброс звуковой сигнализации в помещении КРУЭ-220 кВ
Кнопка опробования АС 2 участка
Цепи контроля исправности шинки 2ЕНА
Шинки аварийной (2ЕНА) и предупредительной (2ЕНР) сигнализации 2 участка (ЗРУ-6 кВ)
Кнопка опробования ПС 2 участка
Цепи контроля исправности шинки 2ЕНР
Реле времени и реле-повторитель сигналов "неисправность участ. шинок", "Отказ БЦС1", "Отказ БЦС2"
реле контроля оперативного питания
Резвны аварийной сигнализации 1, 2 участков
Звонки предупредительной сигнализации 1, 2 участков
Цепи охранной сигнализации
Цепи пожарной сигнализации

Аварийная сигнализация 1, 2 участка
Предупредительная сигнализация 1, 2 участка
"Потеря питания центр. шинок сигнализации"
"Потеря питания оперативных цепей ЦС"
"Отказ Сириус-2-ЦС"
"Неисправность участковых шинок сигнализации"
Общий

Цепи оперативного тока



Начало

Защита от перенапряжений. Сетевой фильтр. Питание устройств "Сириус-2-ЦС"
Реле повторитель сигнала "Неисправность шинок 1 уч-ка сигнализации"
Реле-повторитель сигнала "Отказ БЦС1"
Реле-повторитель АС 1 участка
Реле-повторитель ПС 1 участка
Резерв (Выходные реле подбора указательных реле 1 участка)
Резерв
Реле-повторитель сигнала "Неисправность шинок 2 уч-ка"
Реле-повторитель сигнала "отказ БЦС2"
Реле-повторитель АС 2 участка
Реле-повторитель ПС 2 участка
Резерв (Выходные реле подбора указательных реле 2 участка)
Резерв
Отключены АВ 1, 2 участка
Откл. АВ вызывной сигн. дежурного на дому
Сброс звуковой сигнализации 1, 2 участков
Сброс сигнализации 1, 2 участков по ТМ
Сброс сигнализации 1, 2 участка
Охранная сигнализация
Пожарная сигнализация
В схему вызывной сигнализации дежурного на дому

1SA1, 2SA1

-1099-

0 1 0

1 4 5 8 9 12 13 16

2 3 6 7 10 11 14 15

0 0

1 1

0 0

SA1 "Питание ЦС"

-75-

1 0 2

1 4 5 8 9 12 13 16

2 3 6 7 10 11 14 15

1 0

0 0

2 0

SA2, 1SA2, 2SA2

-92-

0 1

1 4 5 8

2 3 6 7

0 0

1 1

0 0

SA2, 1SA2, 2SA2

-70-

1 0

1 4 5 8 9 12 13 16 17 20

2 3 6 7 10 11 14 15 18 19

0 0

1 1

0 0

SA3 "Шинка мигания"

-70-

1 0

1 4 5 8 9 12 13 16 17 20

2 3 6 7 10 11 14 15 18 19

0 0

1 1

0 0

SA3 "Шинка мигания"

-70-

1 0

1 4 5 8 9 12 13 16 17 20

2 3 6 7 10 11 14 15 18 19

0 0

1 1

0 0

Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ

Центральная сигнализация. Схема электрическая принципиальная

Стадия

Лист

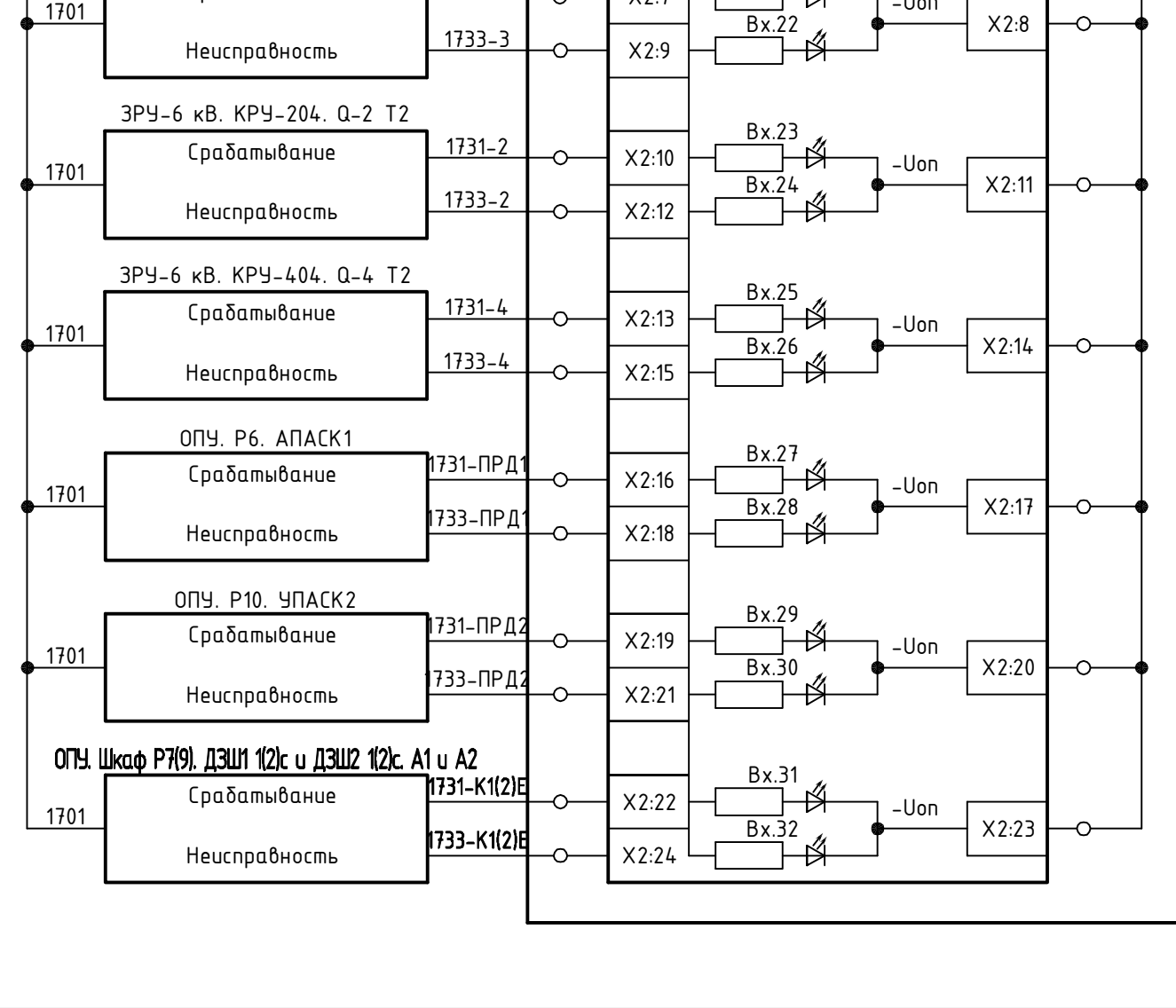
Листов

П

1

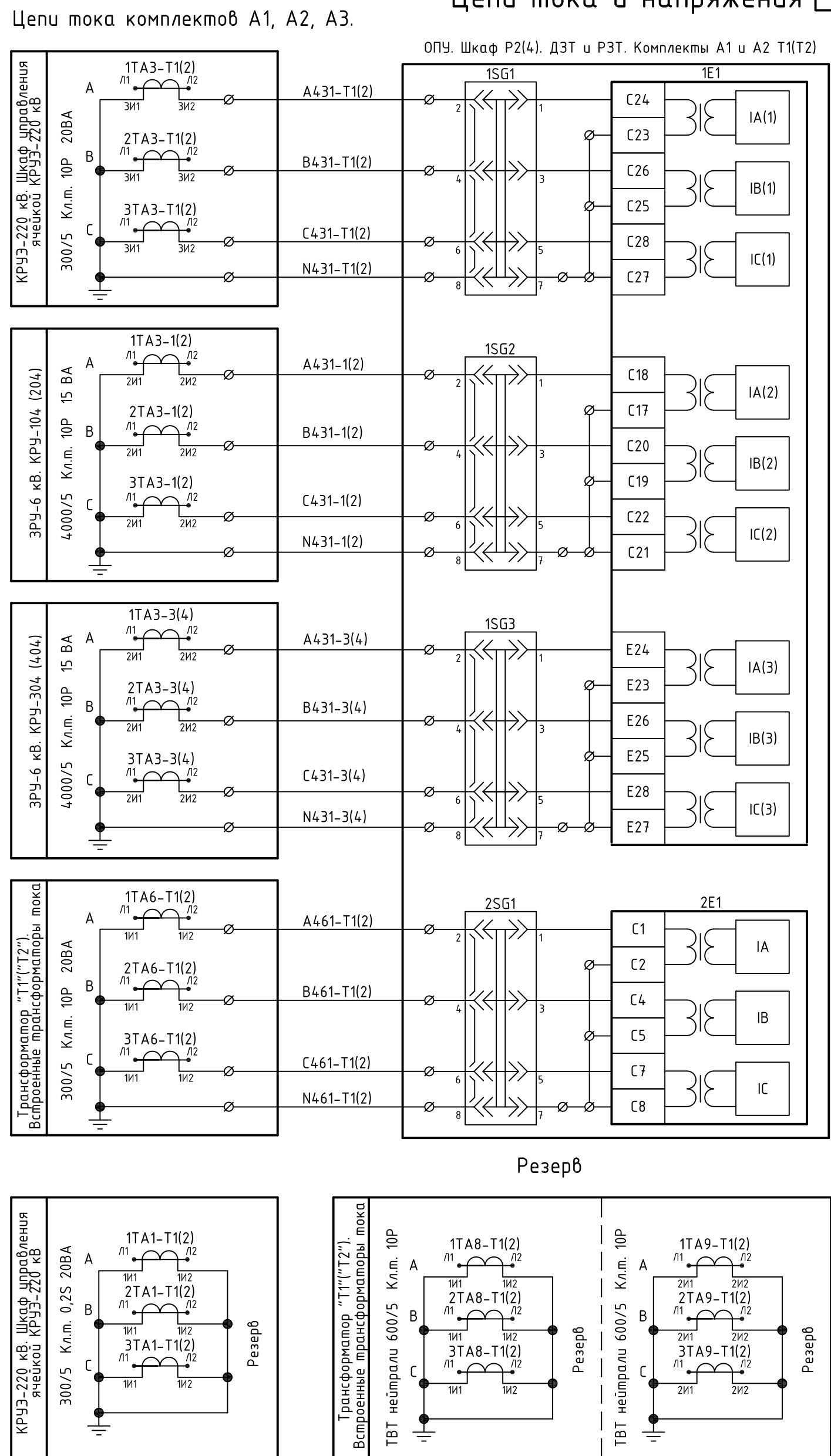
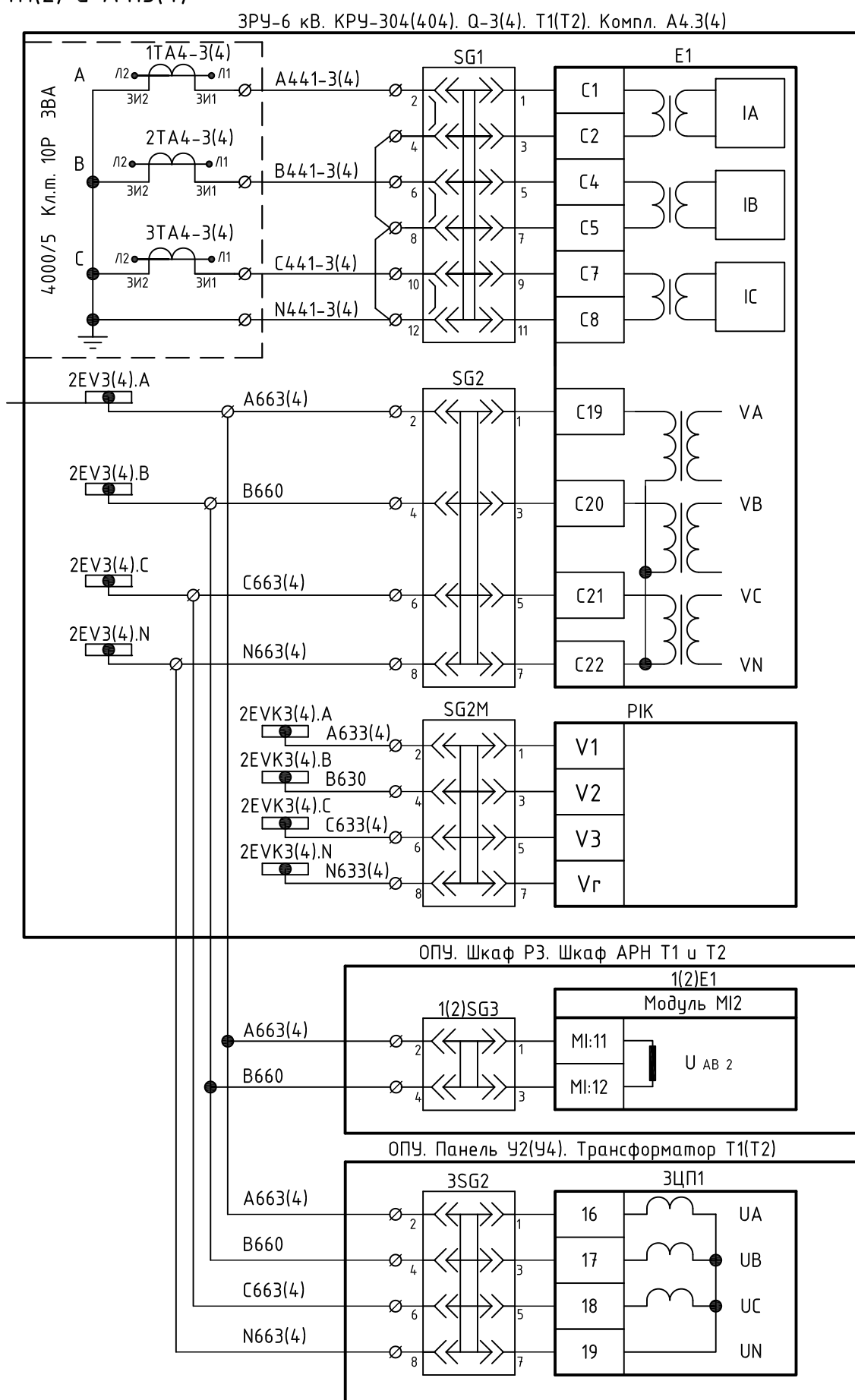
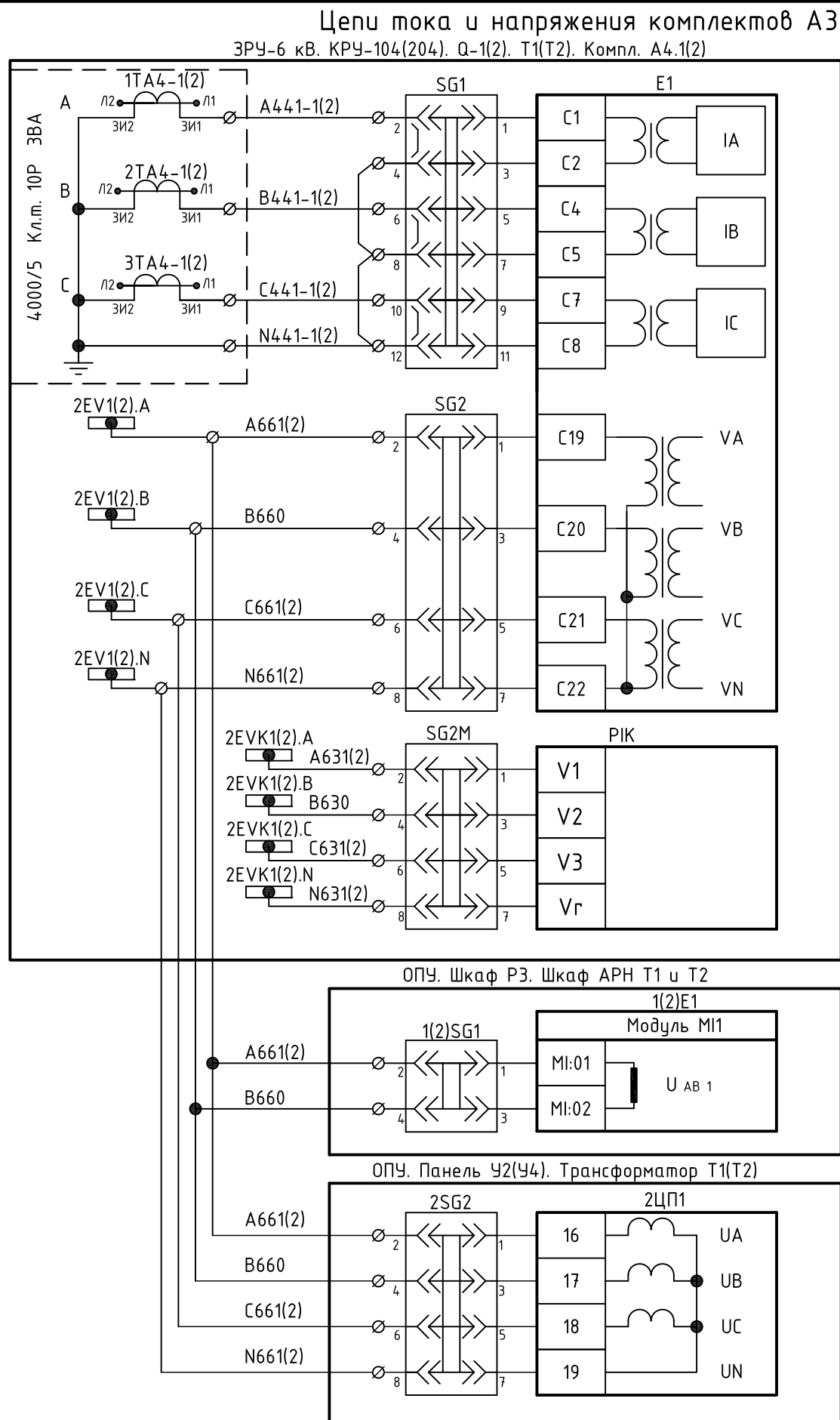
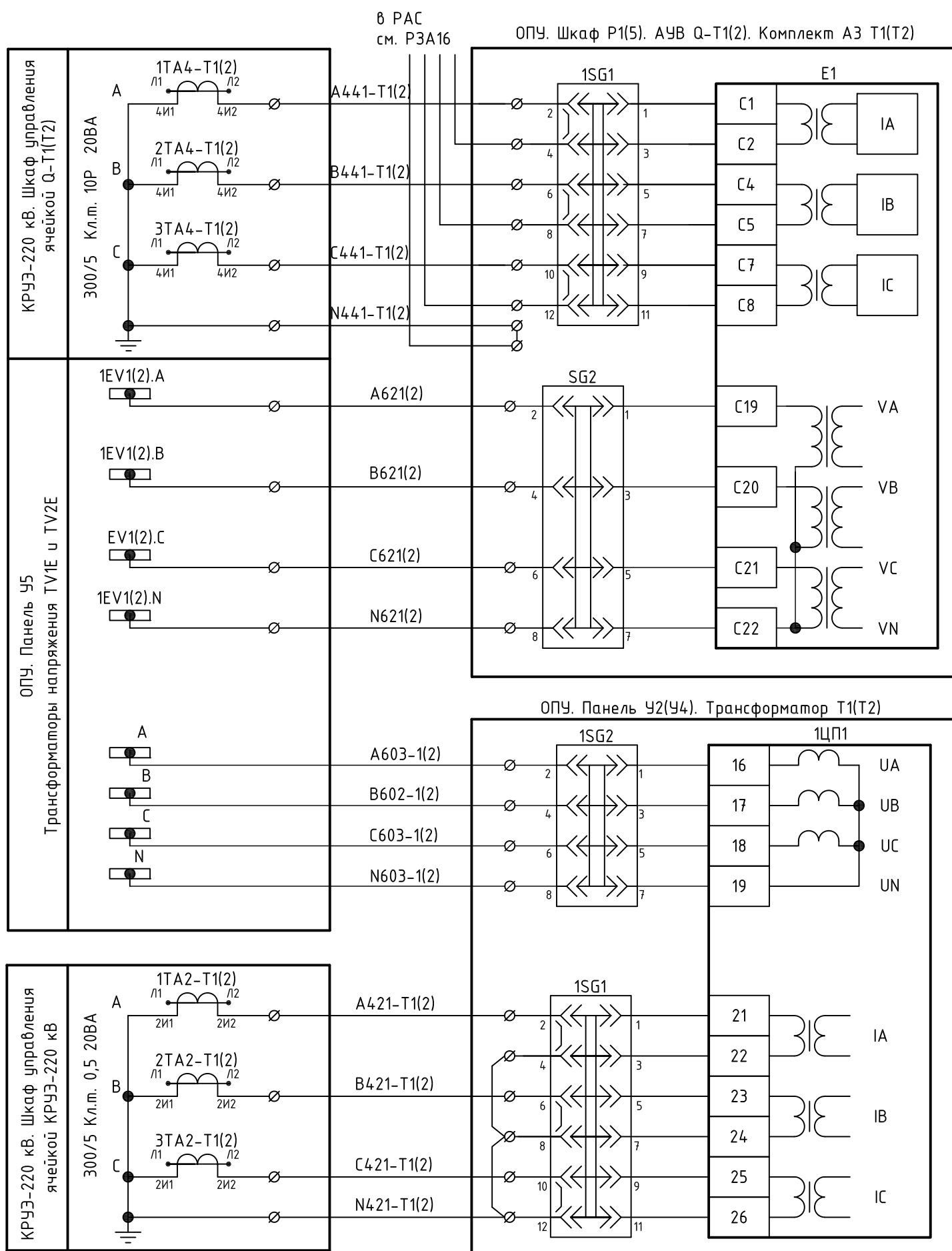
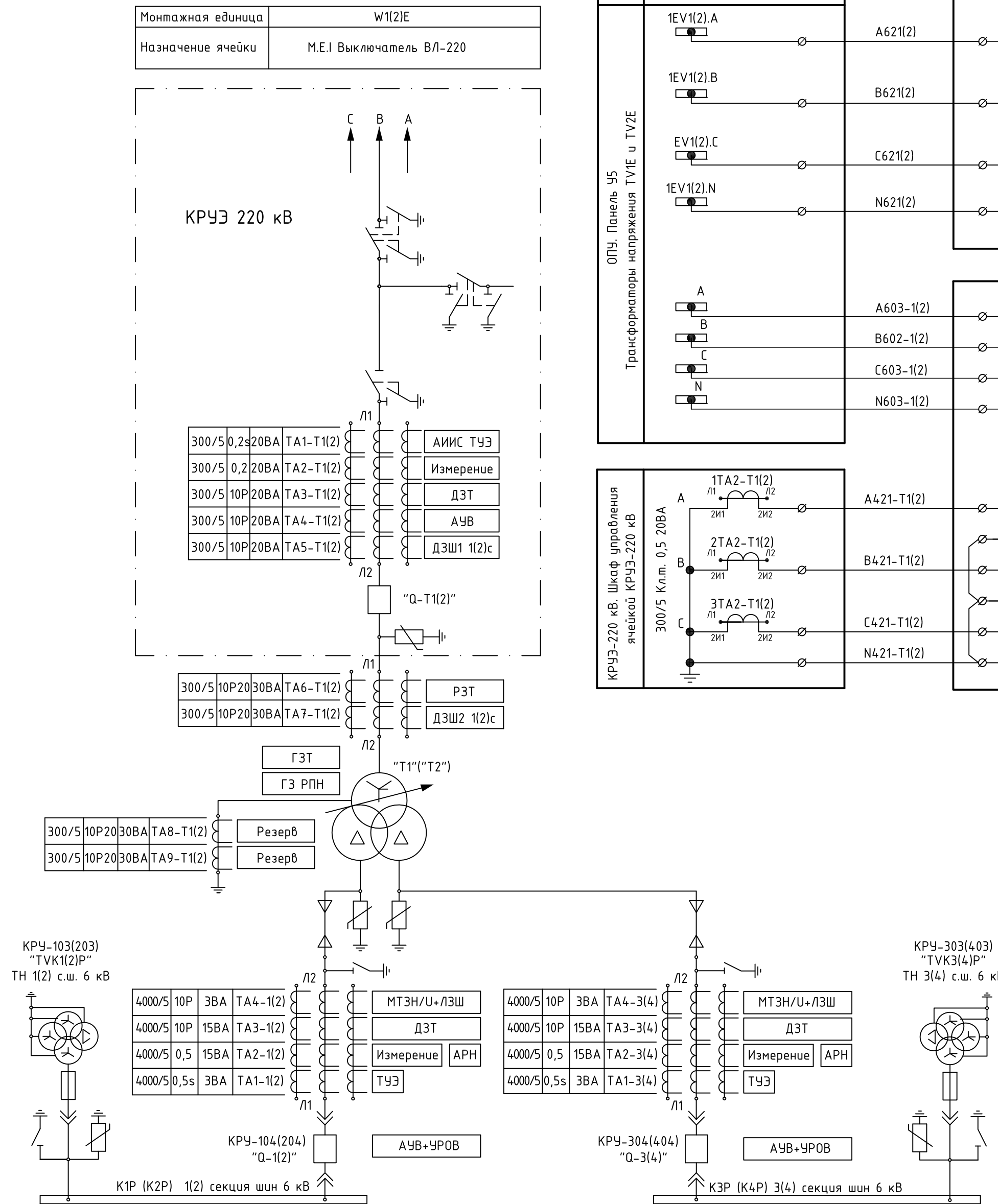
2

Согласовано
Взам. инв. №
Подп. и дата
Име № подл



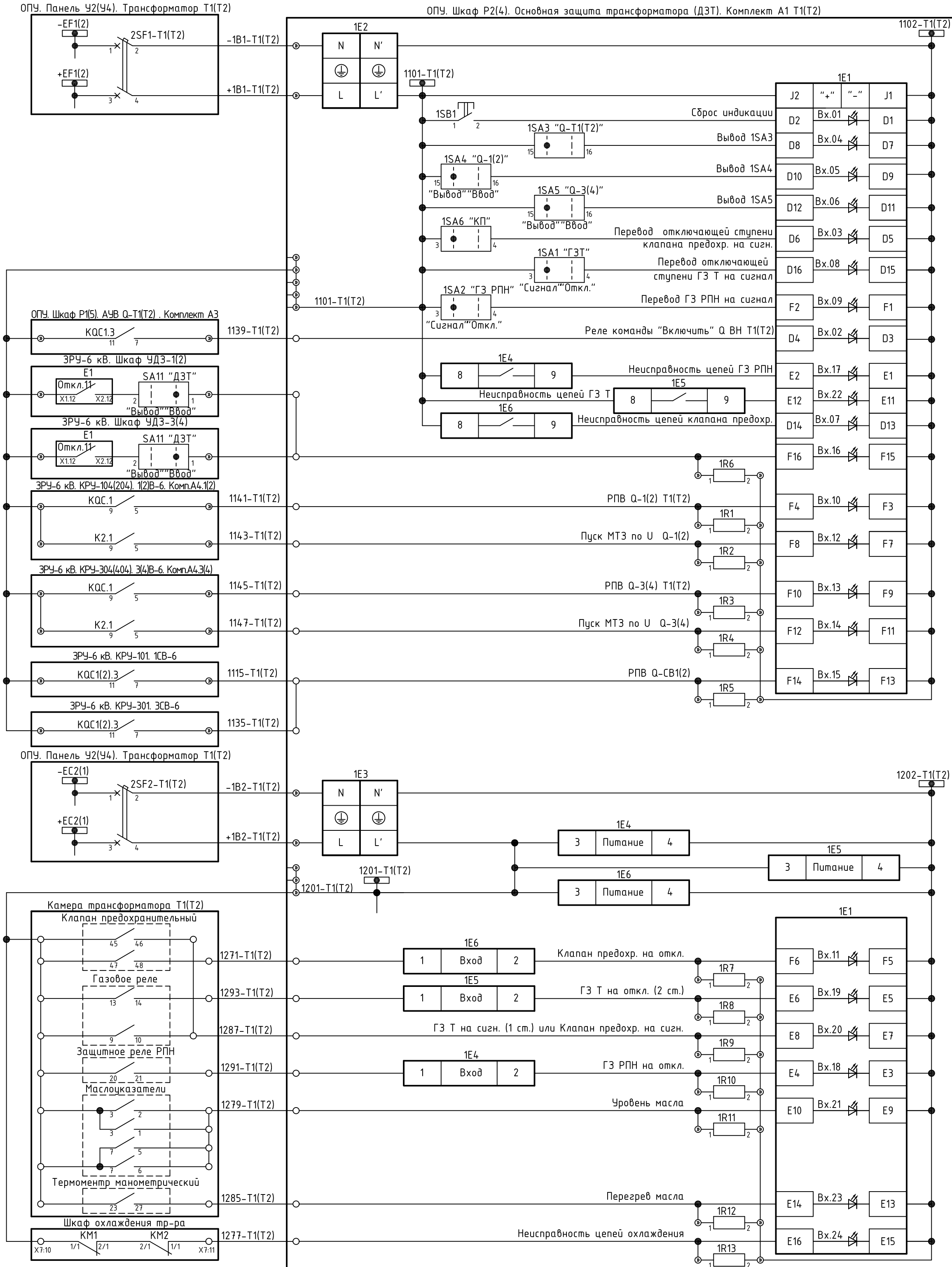
						Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
							П	2	
						Центральная сигнализация. Схема электрическая принципиальная			

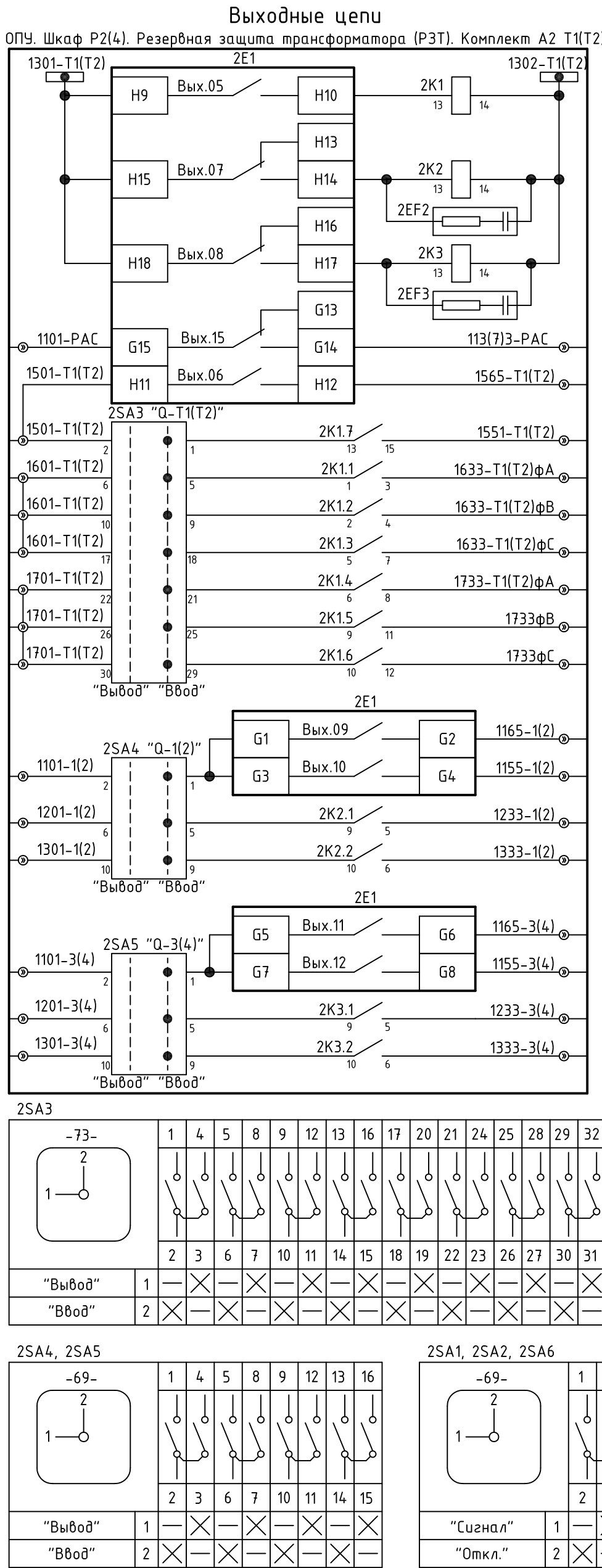
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Согласовано	



Примечание:
 АУВ – автоматика управления выключателем.
 Комплект А1 – Комплект основных защит трансформатора (ДЗТ).
 Комплект А2 – Комплект резервных защит трансформатора (РЗТ) и АУВ ввода 220 кВ.
 Комплект А3 – Комплект автоматики регулирования напряжения (АРН) трансформатора.
 Комплект А4,1(2) – Комплект защит и АУВ ввода 6 кВ Т1(Т2), 1(2) с.ш.
 Комплект А4,3(4) – Комплект защит и АУВ ввода 6 кВ Т1(Т2), 3(4) с.ш.

(Краткая информация)			
Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
	П	1	8
Трансформатор. Схема электрическая принципиальная			



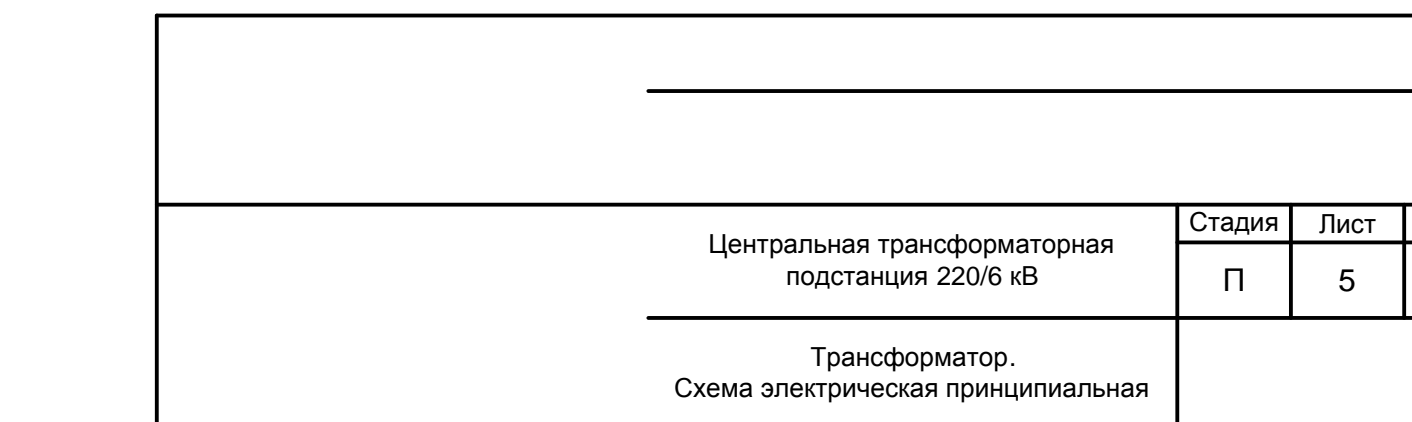
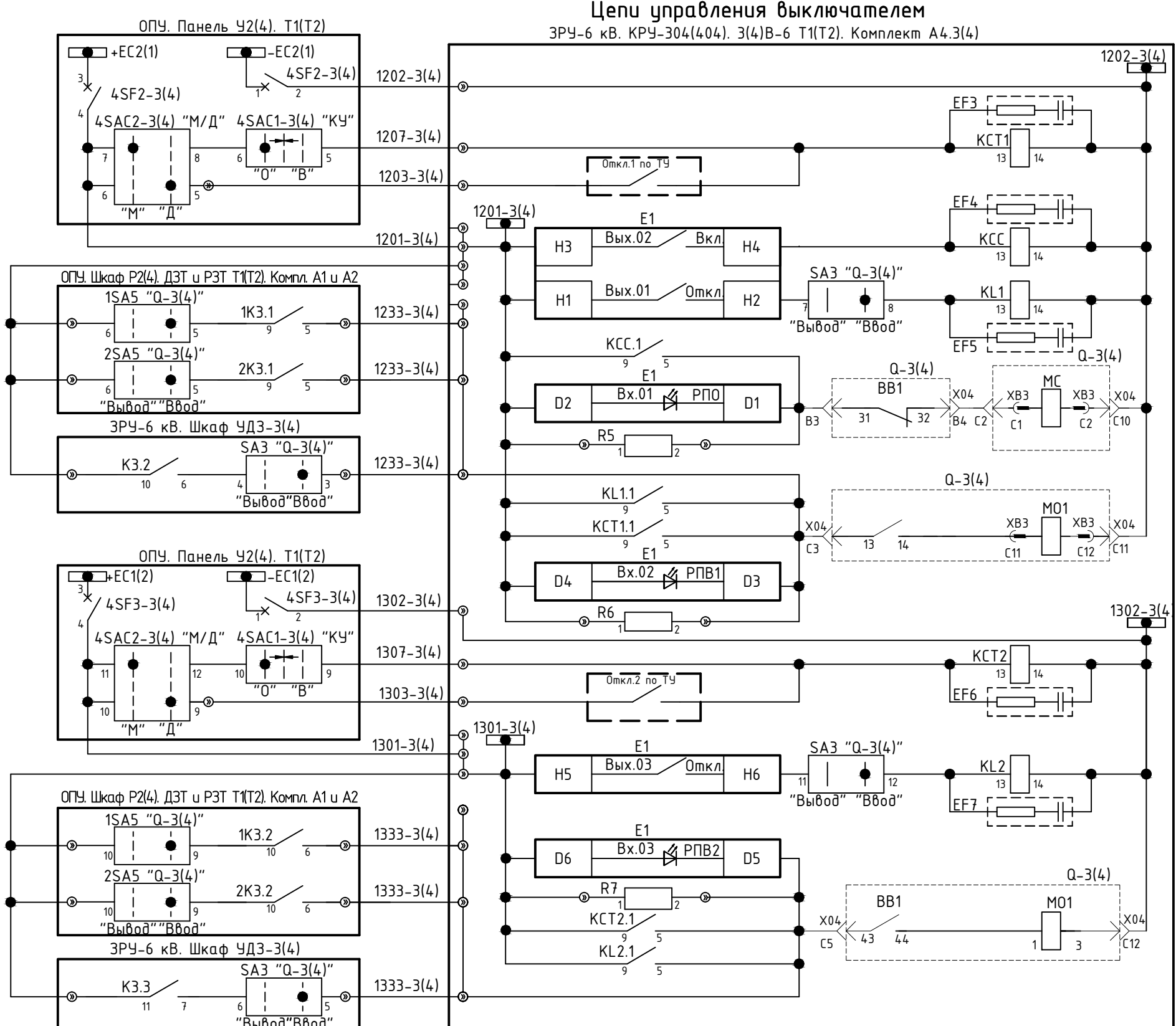
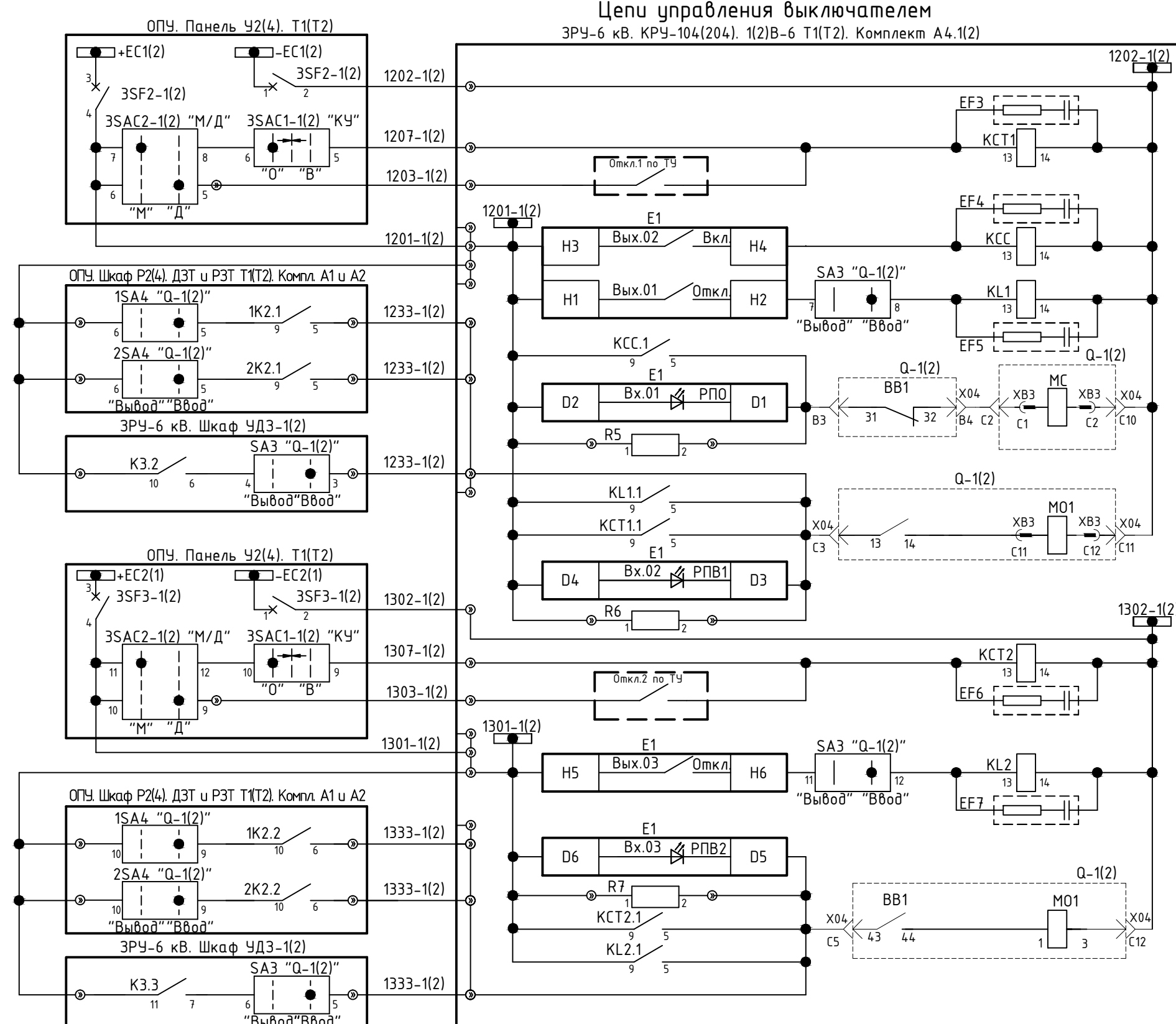
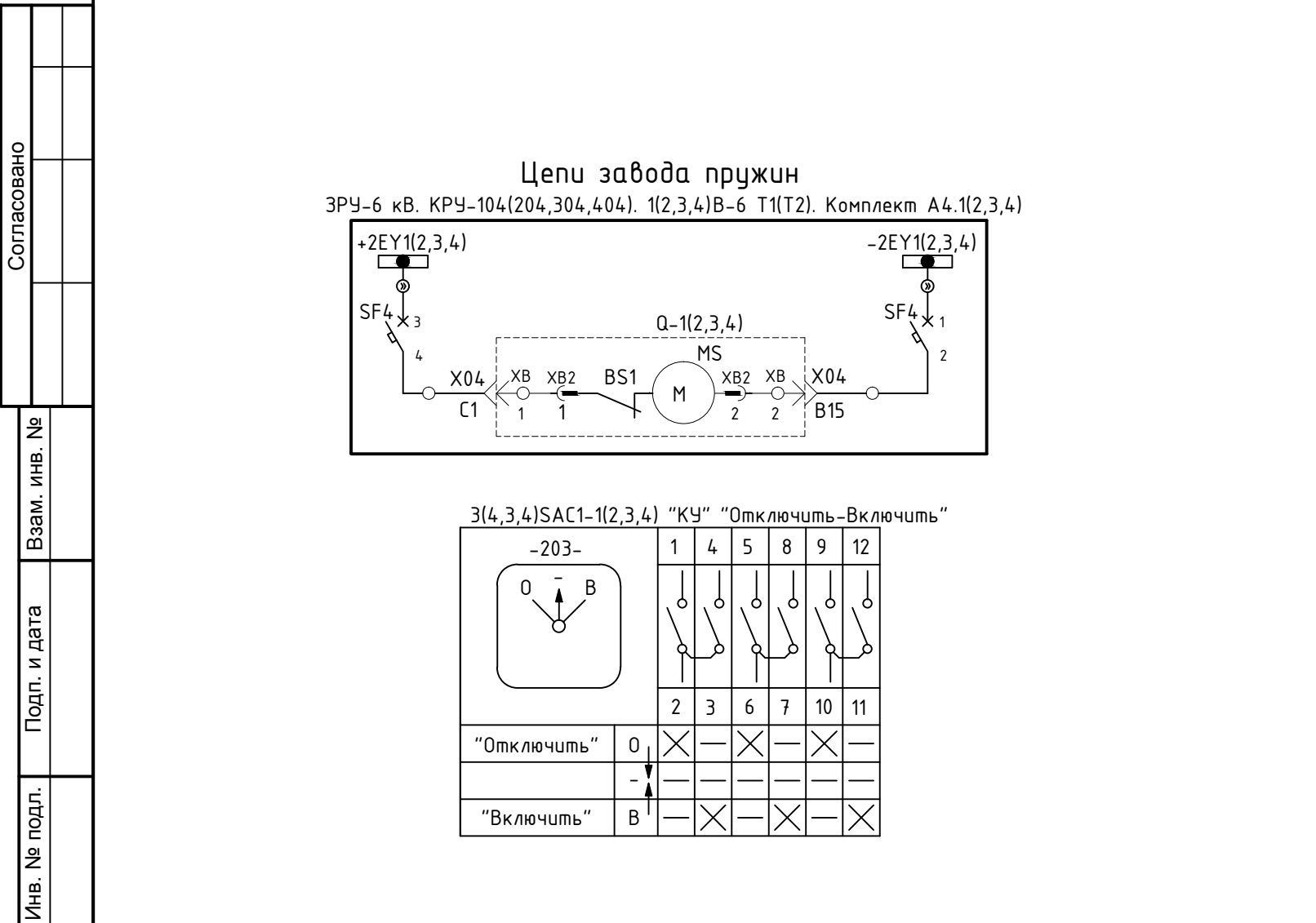


2SA3		<div style="text-align: center;">-73-</div> <div><div><div>1</div><div>2</div></div></div>		1	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	24	25	28	29	32
		<div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div></div>																	
		2	3	6	7	10	11	14	15	18	19	22	23	26	27	30	31		
"Выход"	1	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×		
"Вход"	2	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—		

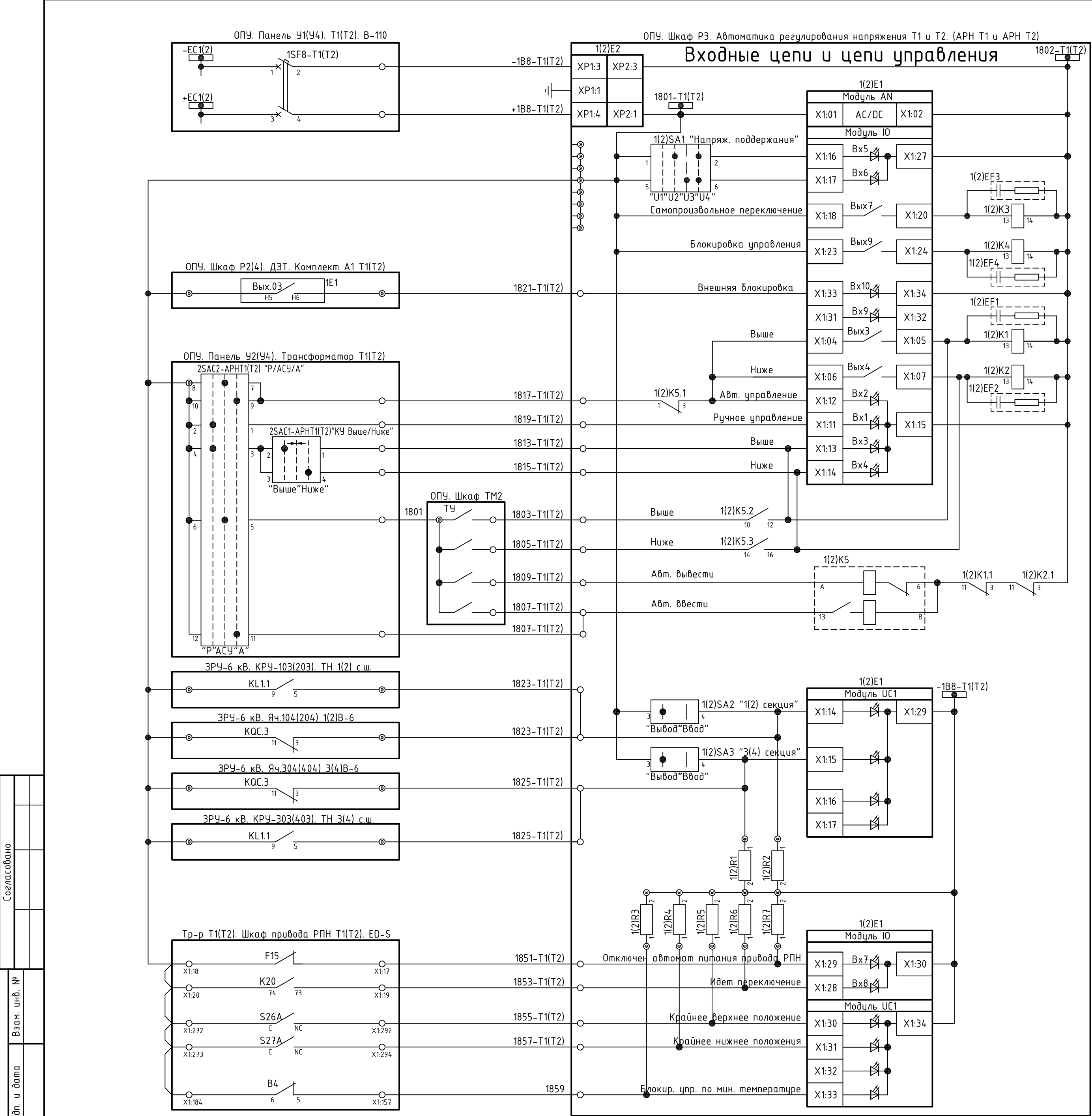
2SA4, 2SA5		<div style="text-align: center;">-69-</div> <div><div><div>1</div><div>2</div></div></div>		1	4	5	8	9	12	13	16
		<div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div></div>									
		2	3	6	7	10	11	14	15		
"Выход"	1	—	×	—	×	—	×	—	×		
"Вход"	2	×	—	×	—	×	—	×	—		

2SA1, 2SA2, 2SA6		<div style="text-align: center;">-69-</div> <div><div><div>1</div><div>2</div></div></div>		1
		<div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div></div>		
		2		
"Сигнал"	1	—		
"Откл."	2	×		

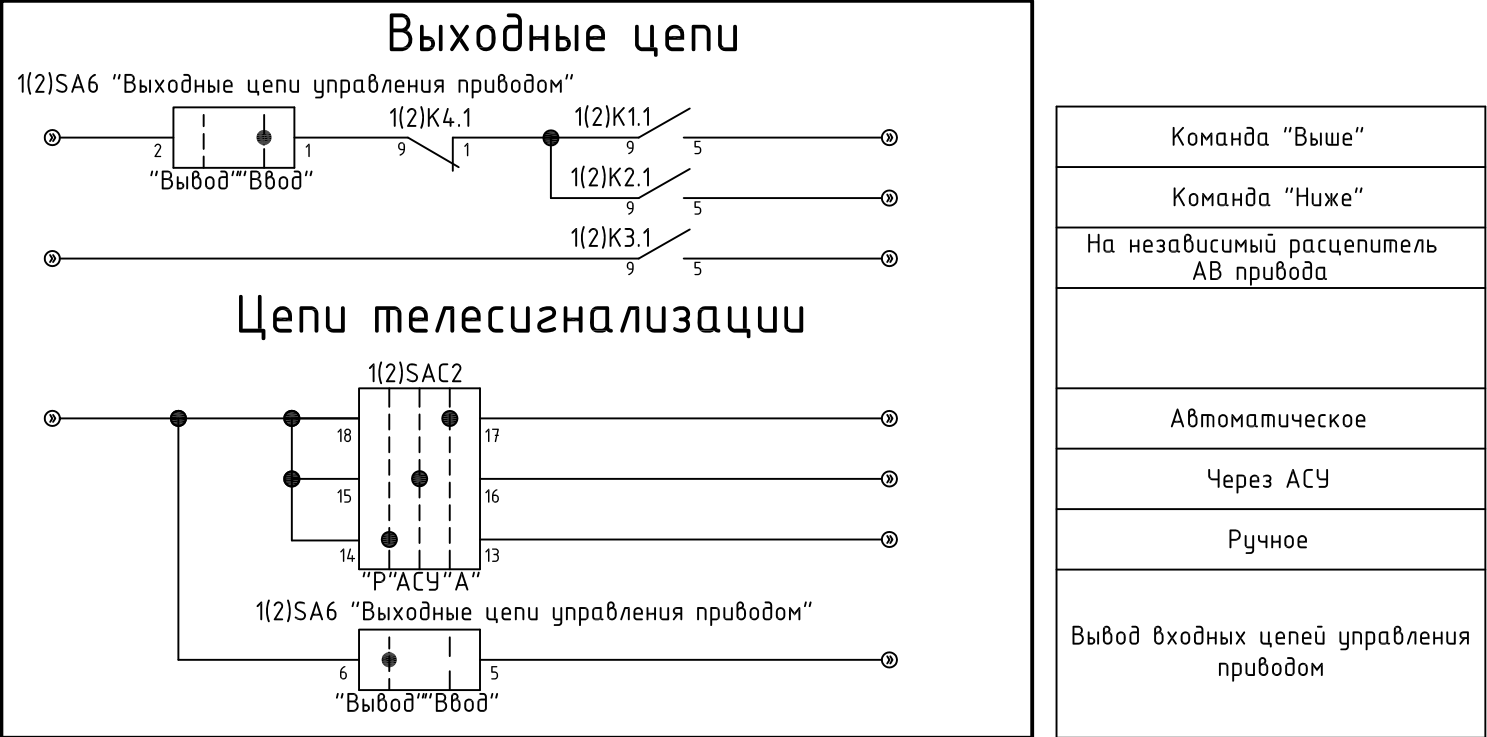
	Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
		П	3	
	Трансформатор. Схема электрическая принципиальная			



Формат А



ОПУ. Шкаф Р3. Автоматика регулирования напряжения Т1 и Т2. (АРН Т1 и АРН Т2)



1(2)SA1													
-203-		1	4	5	8	9	12						
		2	3	6	7	10	11						
"Выше"	1	×	—	×	—	×	—						
	0	—	—	—	—	—	—						
"Ниже"	2	—	×	—	×	—	×						

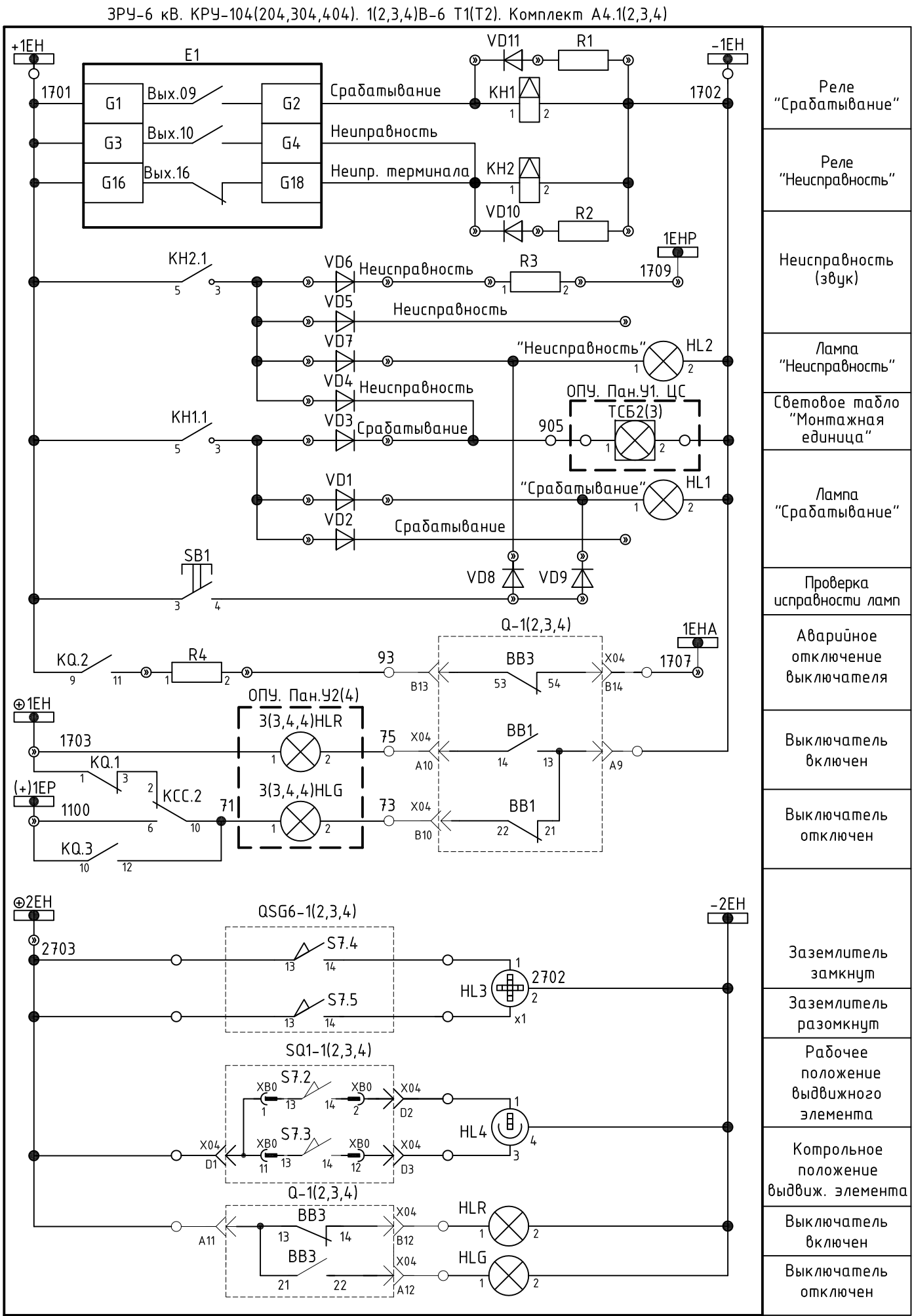
1(2)SA2													
-93-		1	4	5	8	9	12	13	16	17			
		2	3	6	7	10	11	14	15	18			
"Ручное"	Р	×	×	—	—	—	—	×	—	—			
"АСУ"	АСУ	—	—	×	×	—	—	—	×	—			
"Автоматич."	А	—	—	—	—	×	×	—	—	×			

1(2)SA6					
-55-		1	4	5	8
		2	3	6	7
"Вывод"	1	—	×	—	×
"Ввод"	2	×	—	×	—

1(2)SA1					
-313-		1	3	5	8
		2	4	6	7
"Слепое АПВ или Ш1Ш2"	1	—	×	—	×
"Шины1"	2	×	—	—	×
"Шины2"	3	—	×	×	—
"U или КС"	4	×	—	×	—

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

				Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
				П	6		
				Трансформатор. Схема электрическая принципиальная			



Программируемые светодиоды комплекта А1

LED1	ГЗТ
LED2	ГЗТ сигнал
LED3	ГЗТ отключение
LED4	ГЗ РПН
LED5	ГЗ переведена на сигнал
LED6	Отсечной клапан отключение
LED7	Уровень масла
LED8	Перегрев масла
LED9	Неисправность охлаждения
LED10	МТЗ ВН
LED11	МТЗ НН1
LED12	МТЗ НН2
LED13	Контроль изоляции техн. защит
LED14	Резерв
LED15	Резерв
LED16	Резерв
LED17	Резерв
LED18	Неисправность

Программируемые светодиоды комплекта А2

LED1	Срабатывание МТЗ
LED2	Ускорение МТЗ
LED3	Резерв
LED4	Резерв
LED5	Резерв
LED6	Резерв
LED7	Резерв
LED8	Резерв
LED9	Резерв
LED10	ГЗТ отключение
LED11	ГЗ РПН
LED12	ГЗ переведена на сигнал
LED13	Отсечной клапан отключение
LED14	Контроль изоляции техн. защит
LED15	Резерв
LED16	Резерв
LED17	Резерв
LED18	Неисправность

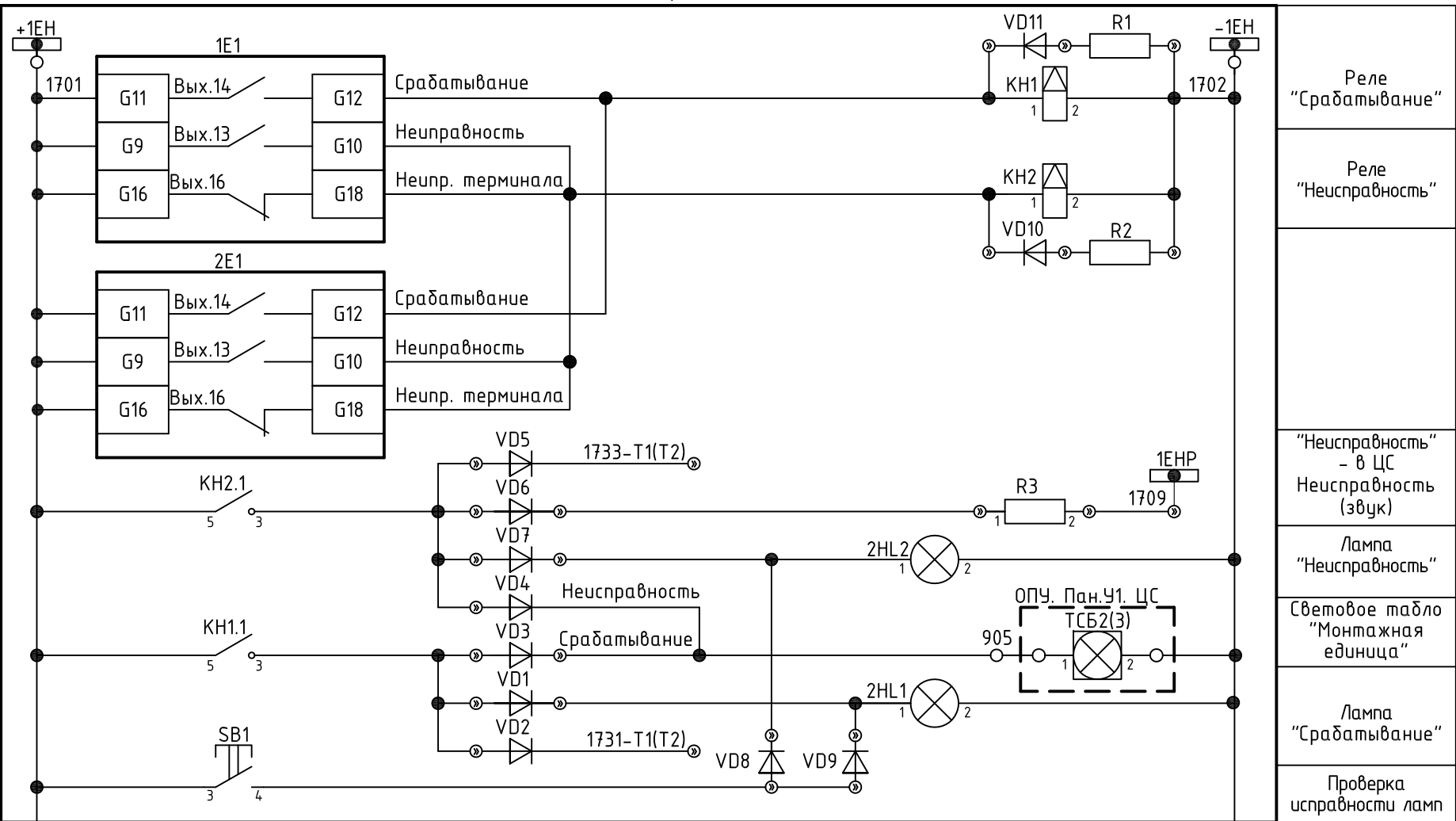
Программируемые светодиоды комплекта А3

LED1	Резерв
LED2	Резерв
LED3	Срабатывание УРОВ
LED4	Неисправность выключателя
LED5	Неисправность цепей управления
LED6	Резерв
LED7	Давление элегаза упало
LED8	Защита ЭМВ и ЭМ01
LED9	Защита ЭМ02
LED10	Резерв
LED11	Резерв
LED12	Резерв
LED13	Резерв
LED14	Резерв
LED15	Резерв
LED16	Резерв
LED17	Резерв
LED18	Неисправность

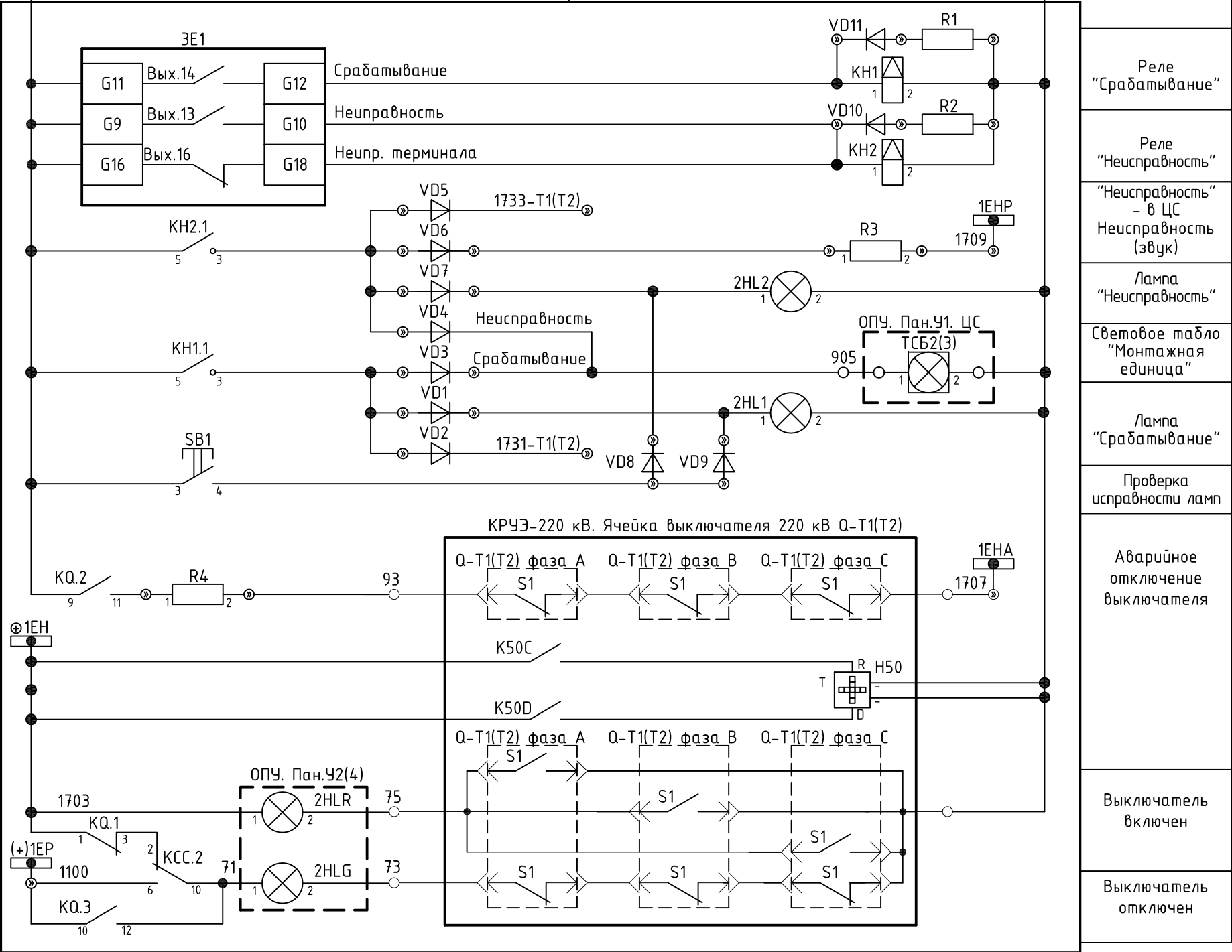
Программируемые светодиоды комплекта А4.1(2,3,4)

LED1	Срабатывание МТЗ
LED2	Ускорение МТЗ
LED3	Срабатывание УРОВ
LED4	Неисправность выключателя
LED5	Неисправность цепей управления
LED6	Защита мин. напряжения
LED7	Отключение от ЗДЗ
LED8	Отключение по ОЗЗ (резервир-ие)
LED9	Резерв
LED10	Резерв
LED11	Резерв
LED12	Резерв
LED13	Резерв
LED14	Резерв
LED15	Резерв
LED16	Неисправность

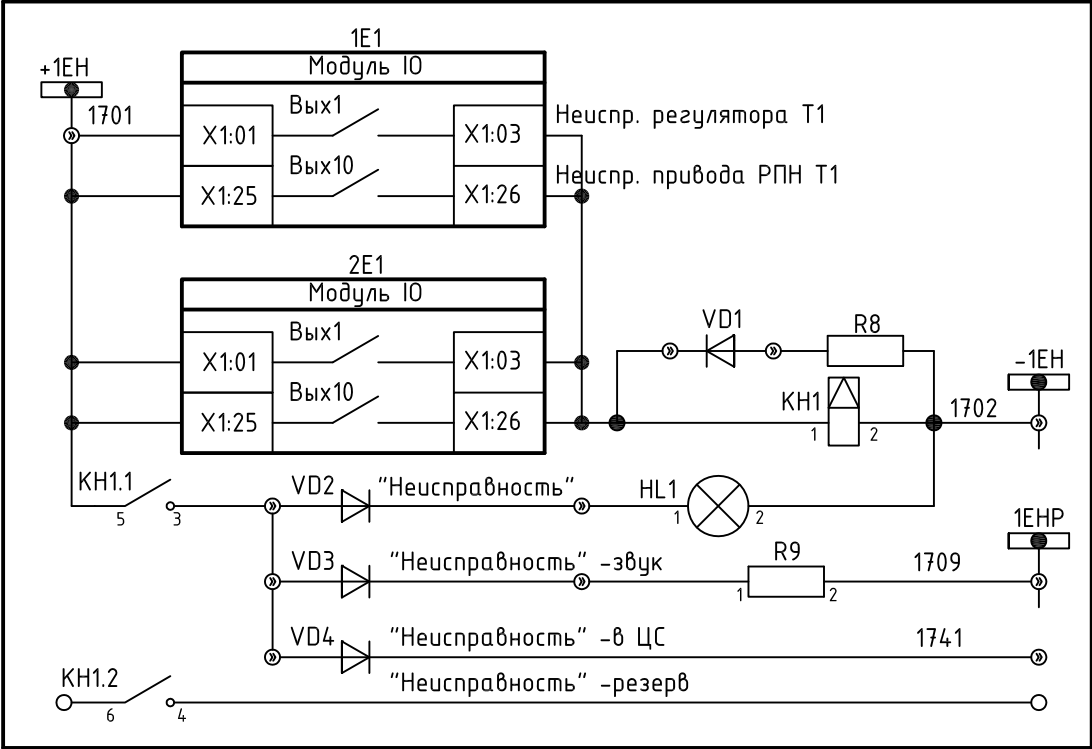
ОПУ. Шкаф Р2(4). ДЗТ и РЗТ. Комплекты А1 и А2 Т1(Т2)



ОПУ. Шкаф Р1(5). АУВ АQ-Т1(Т2). Комплект А3 Т1(Т2)



ОПУ. Шкаф Р3. Автоматика регулирования напряжения Т1 и Т2. (АРН Т1 и АРН Т2)



Обозн.	Наименование	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
ЗРУ-6 кВ. КРУ-104(204,304,404). 1(2,3,4)В-6 Т1(Т2). Комплект А4.1(2,3,4)				
E1	Микропроцессорное устройство	MiCOM P145 321E2M5461J	1	
E2	Устройство защиты от импульсных перенапряжений	Weidmuller RSU 230 V UC 6A LP	1	
SG1, SG1M	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME		
	Базовый блок	UTWE 6/6+1	2	
	Рабочая крышка	FWP 6+1	2	
SG2, SG2M	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME		
	Базовый блок	UTWE 6/4+1	2	
	Рабочая крышка	FWP 4+1	2	
	Штекерная перемычка	FBS 2-8	6	
SA1...SA4	Переключатель	Promet S10JD 2254 B4/80	4	
KQ	Реле фиксации	РЭП38Д-1, =220В	1	
K1	Реле промежуточное	РЭП36Н-11-УХЛ4 8э, 220 В	1	
KQC, KCC, KCT1, KCT2, K2, KL1, KL2	Реле	Weidmuller RCM570220	7	
	+ контактная колодка	SCM-I 4CO P	7	
	+ металлическая скоба	SCM-I CLIP M	7	
EF1...EF7	+ модуль с RC цепью	RIM-I 110/230 VAC	7	
VD1...VD13	Клемма со встроенным диодом	UT 2,5-MTD-DIO/L-R	13	
KH1, KH2	Указательное реле	РУ 21-1 =220 В	2	
HL1	Лампа	СКЛ-11-Ж-2-220 АДБК.432220.722 ТУ	1	
HL2	Лампа	СКЛ-11-К-2-220 АДБК.432220.722 ТУ	1	
R1, R2	Резистор	10 Вм, 750 Ом ±10%	2	
R3, R4	Резистор	25 Вм, 3,9 кОм ±10%	2	
R5...R11	Резистор	25 Вм, 10 кОм ±10%	7	
SB1	Выключатель LOVATO	8LM2T AU120+8LM2T B102+8LM2T C10	1	
SF4	Выключатель автоматический "GE"	EP102UC C06 + CB S/H+H	1	
HL3, HL4	Указатель положения	NEF 30 WPcg, =230В	2	
HLG	Арматура сигнальной лампы с зеленой линзой	AC 12013, 220В	1	
HLR	Арматура сигнальной лампы с красной линзой	AC 12011, 220В	1	
PIK	iSTAT M232		1	

Обозн.	Наименование	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
ОПУ. Шкаф Р2(4). ДЗТ и РЗТ. Комплекты А1 и А2 Т1(Т2)				
ДЗТ. Комплект А1 Т1(Т2)				
1E1	Микропроцессорное устройство	MiCOM P643 321D2M5**AK	1	
1E2, 1E3	Устройство защиты от импульсных перенапряжений	Weidmuller RSU 230 V UC 6A LP	2	
1SG1,1SG2,1SG3	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME		
	Базовый блок	UTWE 6/4+1	3	
	Рабочая крышка	FWP 4+1	3	
	Штекерная перемычка	FBS 2-8	9	
1E4, 1E5, 1E6	Устройство контроля изоляции	Орион-КИ	3	
1SA1, 1SA2 1SA4...1SA6	Переключатель	APATOR 4G10-69-U-R014	5	
1SA3	Переключатель	APATOR 4G10-73-U-R014	1	
1SB1	Выключатель LOVATO	8LM2T AU120+8LM2T B102+8LM2T C10	1	
1R5...1R13	Резистор	25 Вм, 10 кОм ±10%	13	
1K1	Реле промежуточное	РЭП36Н-11-УХЛ4 8э, 220 В	1	
1K2,1K3,1K4	Реле	Weidmuller RCM570220	3	
	+ контактная колодка	SCM-I 4CO P	3	
	+ металлическая скоба	SCM-I CLIP M	3	
1EF1...1EF3	+ модуль с RC цепью	RIM-I 110/230 VAC	3	

ОПУ. Шкаф Р2(4). ДЗТ и РЗТ. Комплекты А1 и А2 Т1(Т2)				
РЗТ. Комплект А2 Т1(Т2)				
2E1	Микропроцессорное устройство	MiCOM P145 321C2M5461J	1	
2E2, 2E3	Устройство защиты от импульсных перенапряжений	Weidmuller RSU 230 V UC 6A LP	2	
2SG1	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME		
	Базовый блок	UTWE 6/6+1	1	
	Рабочая крышка	FWP 6+1	1	
	Штекерная перемычка	FBS 2-8	4	
2E4, 2E5, 2E6	Устройство контроля изоляции	Орион-КИ	3	
2SA1, 2SA2 2SA4...2SA6	Переключатель	APATOR 4G10-69-U-R014	5	
2SA3	Переключатель	APATOR 4G10-73-U-R014	1	
2SB1	Выключатель LOVATO	8LM2T AU120+8LM2T B102+8LM2T C10	1	
2R1...2R7	Резистор	25 Вм, 10 кОм ±10%	7	
2K1	Реле промежуточное	РЭП36Н-11-УХЛ4 8э, 220 В	1	
2K2, 2K3,	Реле	Weidmuller RCM570220	2	
	+ контактная колодка	SCM-I 4CO P	2	
	+ металлическая скоба	SCM-I CLIP M	2	
2EF1, 2EF2	+ модуль с RC цепью	RIM-I 110/230 VAC	2	

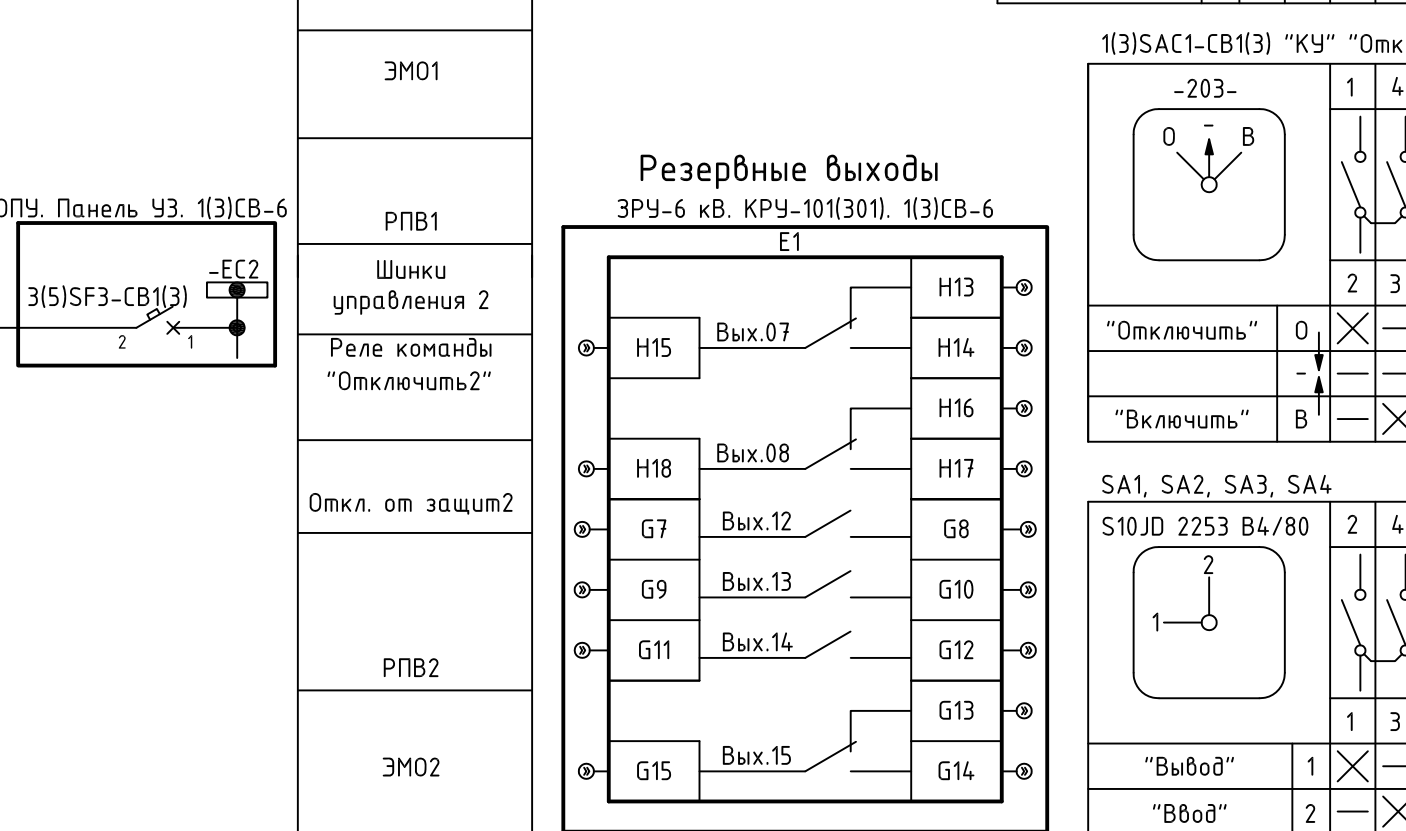
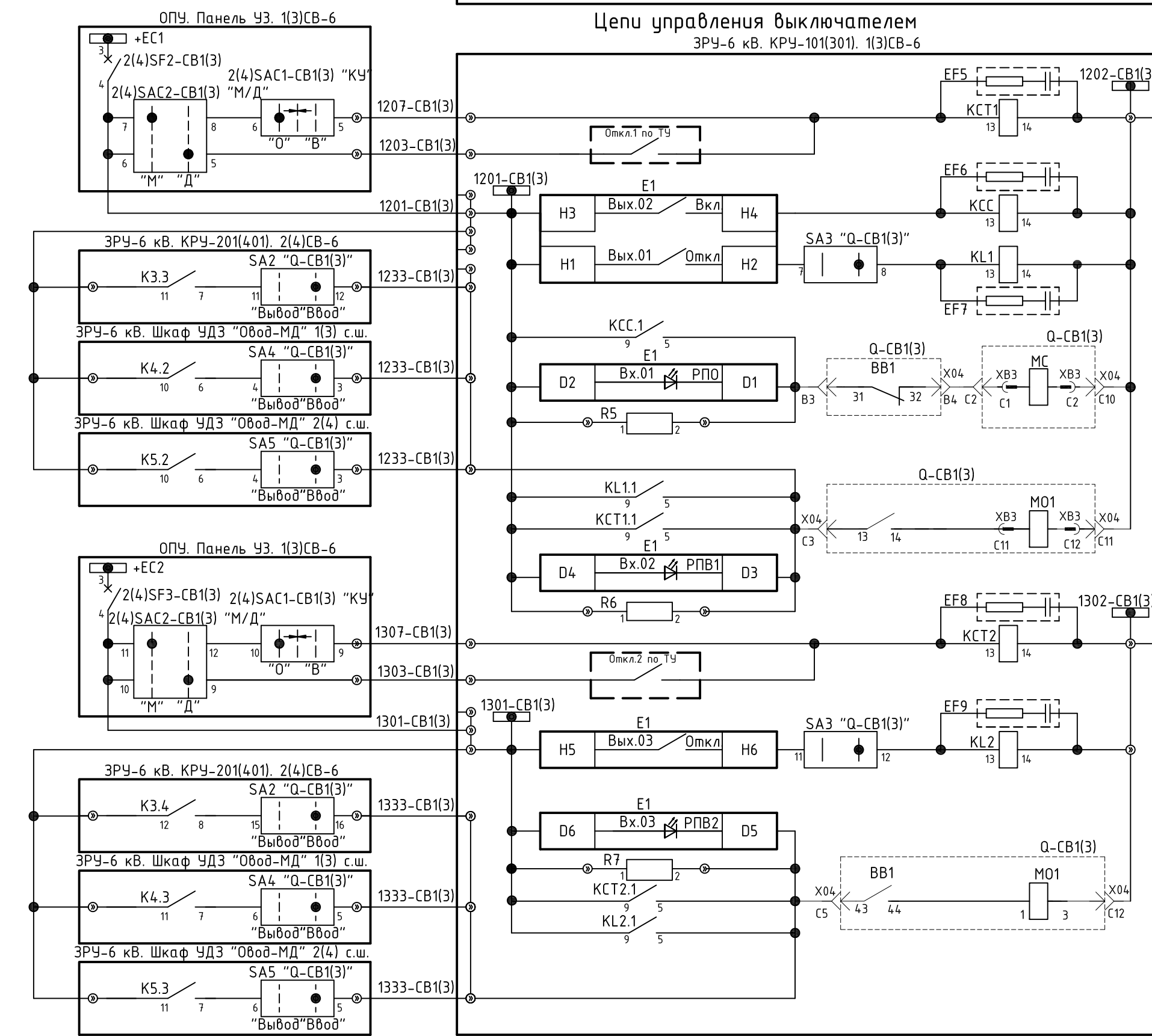
Общие цепи Комплектов А1 и А2 Т1(Т2)				
R1, R2	Резистор	10 Вм, 750 Ом ±10%	2	
R3	Резистор	25 Вм, 3,9 кОм ±10%	1	
VD1...VD11	Клемма со встроенным диодом	UT 2,5-MTD-DIO/L-R	11	
KH1, KH2	Указательное реле	РУ 21-1 =220 В	2	
HL1	Лампа жёлтая	СКЛ-11-Ж-2-220 АДБК.432220.722 ТУ	1	
HL2	Лампа красная	СКЛ-11-К-2-220 АДБК.432220.722 ТУ	1	
SB1	Выключатель LOVATO	8LM2T AU120+8LM2T B102+8LM2T C10	1	

Обозн.	Наименование	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
ОПУ. Шкаф Р1(5). АУВ Q-Т1(2). Комплект А3 Т1(Т2)				
E1	Микропроцессорное устройство	MiCOM P145 321F2M5461J	1	
E2	Устройство защиты от импульсных перенапряжений	Weidmuller RSU 230 V UC 6A LP	1	
SG1, SG2	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME		
	Базовый блок	UTWE 6/6+1	1	
	Рабочая крышка	FWP 6+1	1	
	Штекерная перемычка	FBS 2-8	4	
	Базовый блок	UTWE 6/4+1	1	
	Рабочая крышка	FWP 4+1	1	
KA1...KA6	Универсальное реле (датчик тока)	Finder 60.13.4.102.0040	6	
SA1-SA5	Переключатель	APATOR 4G10-69-U-R014	5	
SB1	Выключатель LOVATO	8LM2T AU120+8LM2T B102+8LM2T C10	1	
R1...R15	Резистор	25 Вм, 10 кОм ±10%	15	
KQ	Реле фиксации	РЭП38Д-1, =220В	1	
KCC, KCT, K1, KQC1, KL1, KL2	Реле	Weidmuller RCM570220	6	
	+ контактная колодка	SCM-I 4CO P	6	
	+ металлическая скоба	SCM-I CLIP M	6	
EF1...EF6	+ модуль с RC цепью	RIM-I 110/230 VAC	6	
R1, R2	Резистор	10 Вм, 750 Ом ±10%	2	
R3, R4	Резистор	25 Вм, 3,9 кОм ±10%	2	
VD1...VD11	Клемма со встроенным диодом	UT 2,5-MTD-DIO/L-R	11	
KH1, KH2	Указательное реле	РУ 21-1 =220 В	2	
HL1	Лампа жёлтая	СКЛ-11-Ж-2-220 АДБК.432220.722 ТУ	1	
HL2	Лампа красная	СКЛ-11-К-2-220 АДБК.432220.722 ТУ	1	
SB1	Выключатель LOVATO	8LM2T AU120+8LM2T B102+8LM2T C10	1	

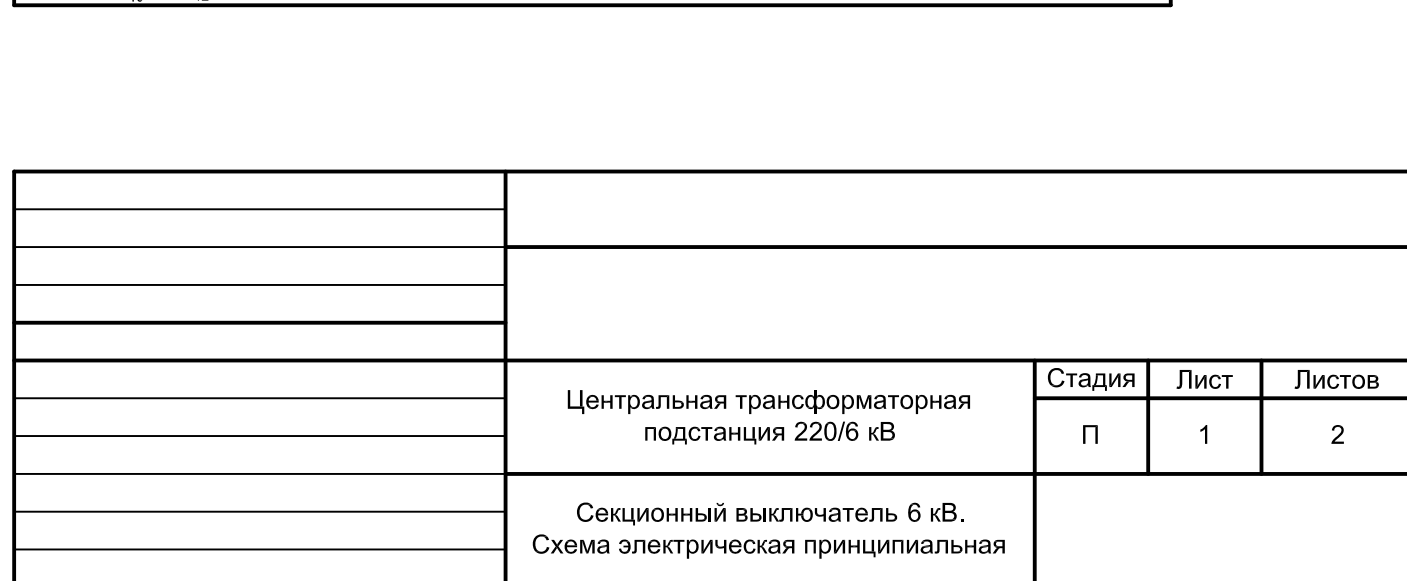
ОПУ. Панель Ч2(Ч4). Трансформатор Т1(Т2)				
1HLG,2HLG,3HLG	Лампа зелёная	СКЛ-11-3-2-220	3	
1HLR,2HLR,3HLR	Лампа красная	СКЛ-11-К-2-220	3	
1SAC1-Т1(Т2), 2SAC1-1(2), 3SAC1-3(4)	Переключатель	APATOR 4G10-203-U-R014	3	
1SAC2-Т1(Т2), 2SAC2-1(2), 3SAC2-3(4)	Переключатель	APATOR 4G10-70-U-R014	3	
1ЦП	Преобразователь измерительный цифровой	ЦП8507/2; Кмн=220000/100; Кмм=300/5; I 0-300 А; S 0-50 МВА; V 0-220 кВ; 120х120мм	1	
2ЦП, 3ЦП	Преобразователь измерительный цифровой	ЦП8507/2; Кмн=6000/100; Кмм=4000/5; I 0-4 кА; S 0-30 МВА; V 0-6 кВ; 120х120 мм	2	
1SG1,2SG1,3SG1	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME	1	
	Базовый блок	UTWE 6/6+1	3	
	Рабочая крышка	FWP 6+1	3	
	Штекерная перемычка	FBS 2-8	9	
2SG2, 3SG2	Испытательный блок	Phoenix Contact FAME		
	Базовый блок	UTWE 6/4+1	2	
	Рабочая крышка	FWP 4+1	2	

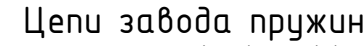
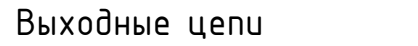
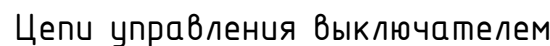
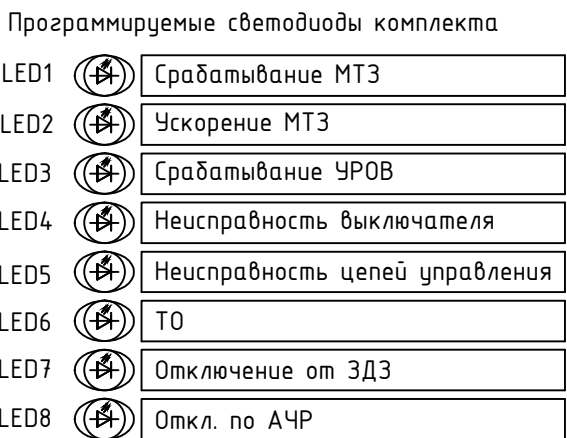
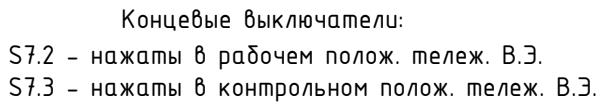
				Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
					П	8	
				Трансформатор. Схема электрическая принципиальная			







Согласовано			ОПУ. Шкаф Р3. Автоматика регулирования напряжения Т1 и Т2. (АРН Т1 и АРН Т2)			
			1E1, 2E2	Автоматический регулятор напряжения трансформатора	TAPCON 260	2
			1SG1...1SG4, 2SG1...2SG4	Испытательный блок	Weidmuller KIT KLTR 2TR POCON4	8
				+ рабочая крышка	SD ST 2TR POCON4	8
			1SA1, 2SA1	Переключатель APATOR	4G10-124-U-R014	2
			1SA2, 2SA2	Переключатель APATOR	4G10-93-U-R014	2
Взам. инв. №			1SA3, 2SA3	Переключатель APATOR	4G10-203-U-R014	2
			1SA4, 2SA4	Переключатель APATOR	4G10-92-U-R014	2
			1K5, 2K5	Реле	C4-R30/AC 250 V	2
			1K1..1K4,2K1..2K4	Реле	Weidmuller RCM570220	8
				+ контактная колодка	SCM-I 4CO P	8
				+ металлическая скоба	SCM-I CLIP M	8
Подп. и дата			1EF1..1EF4, 2EF1..2EF4	+ модуль с RC цепью	RIM-I 110/230 VAC	8
			1R1..1R7,2R1..2R7	Резистор	25 Вм, 10 кОм ±10%	14
			R8	Резистор	10 Вм, 750 Ом ±10%	1
			R9	Резистор	50 Вм, 3,9 кОм ±10%	1
			KH1	Указательное реле	РУ 21	1
			HL1	Лампа жёлтая	СКЛ-11-Ж-2-220	1
Инв. № подл.						



ОПЧ. Панель 93. 13 СВ-6				
2(4)JHLG	Лампа зелёная	СКЛ-11-3-2-220	1	
2(4)JHLR	Лампа красная	СКЛ-11-К-2-220	1	
2(4)SAC1	Переключатель	APATOR 4G10-203-U-R014	1	
2(4)SAC2	Переключатель	APATOR 4G10-70-U-R014	1	
2(4)ШП	Преобразователь измерительный цифровой	ЦГБ507/2;Кмн=6000/100Кмпп=3000/5; I 0-3кА; S 0-30МВА; V 0-6кВ; 120х120 мм	1	
2(4)SA1	Переключатель	APATOR 4G10-69-U-R014	1	





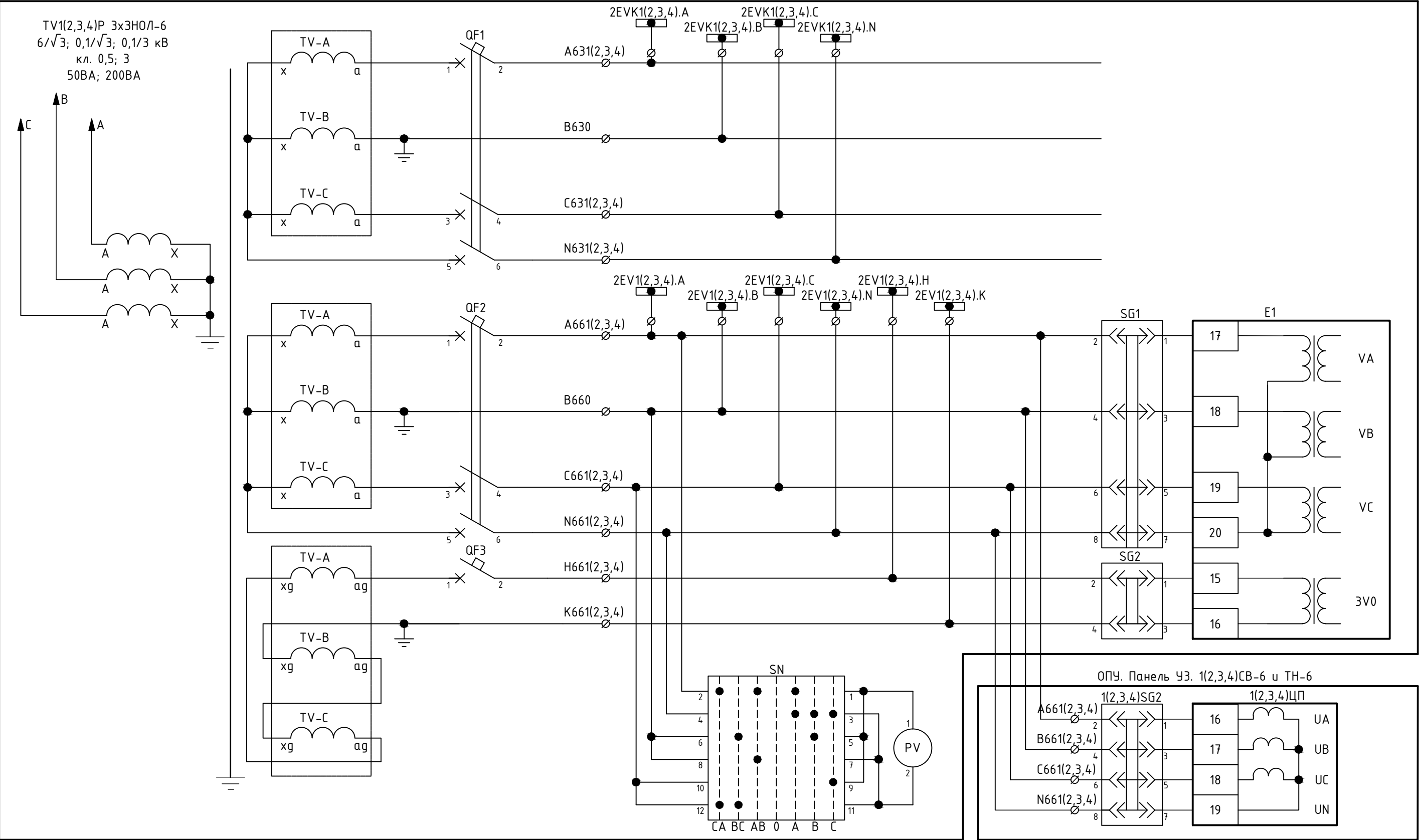
SAC1 "Отключить-Включить"							
S10JVD 2203 C8/155		2	4	6	8	10	12
							
		1	3	5	7	9	11
"Отключить"	0	×	—	×	—	×	—
		—	—	—	—	—	—
"Включить"	B	—	×	—	×	—	×

S10JD 2253 B4/80	2	4	6	8	10	12
	1	3	5	7	9	11
"Быџод"	1	×	—	×	—	×
"Вџод"	2	—	×	—	×	×

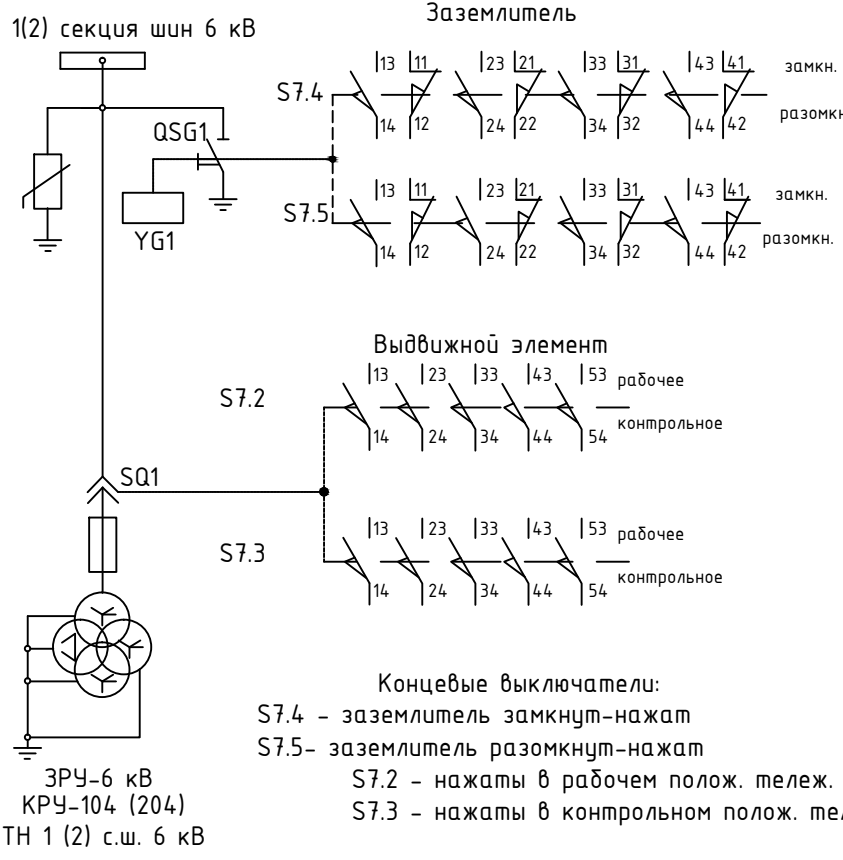


Цепи напряжения

ЗРУ-6 кВ. КРУ-103 (203,303,403). Трансформатор напряжения 1 (2,3,4) с.ш.

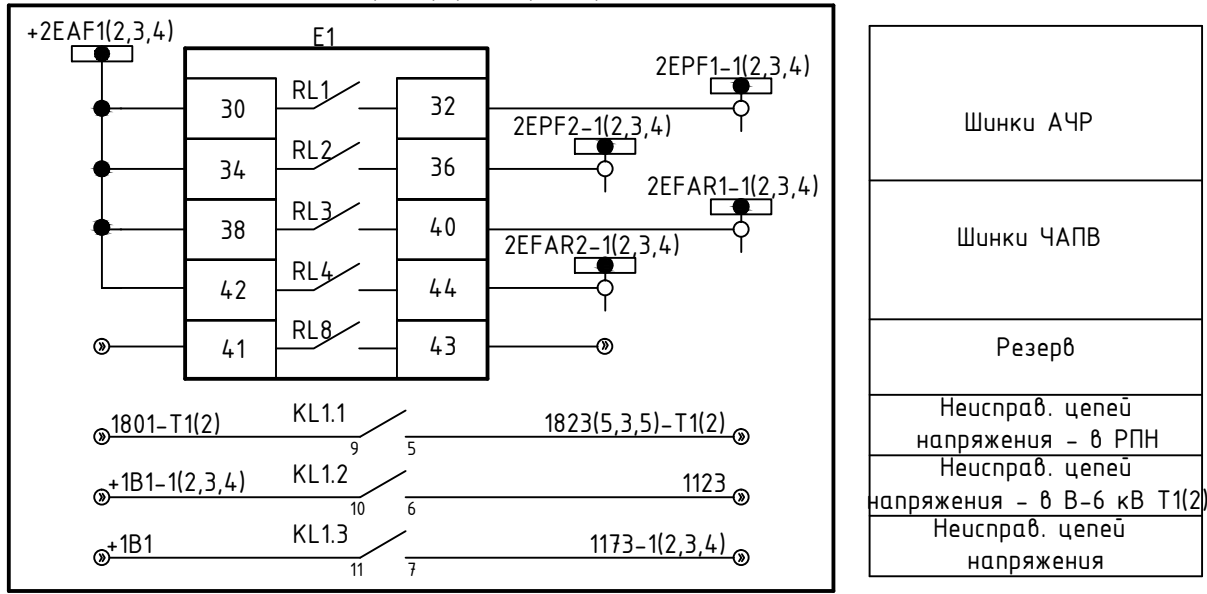


Поясняющая схема



Выходные цепи

ЗРУ-6 кВ. КРУ-103 (203,303,403). Трансформатор напряжения 1 (2,3,4) с.ш.



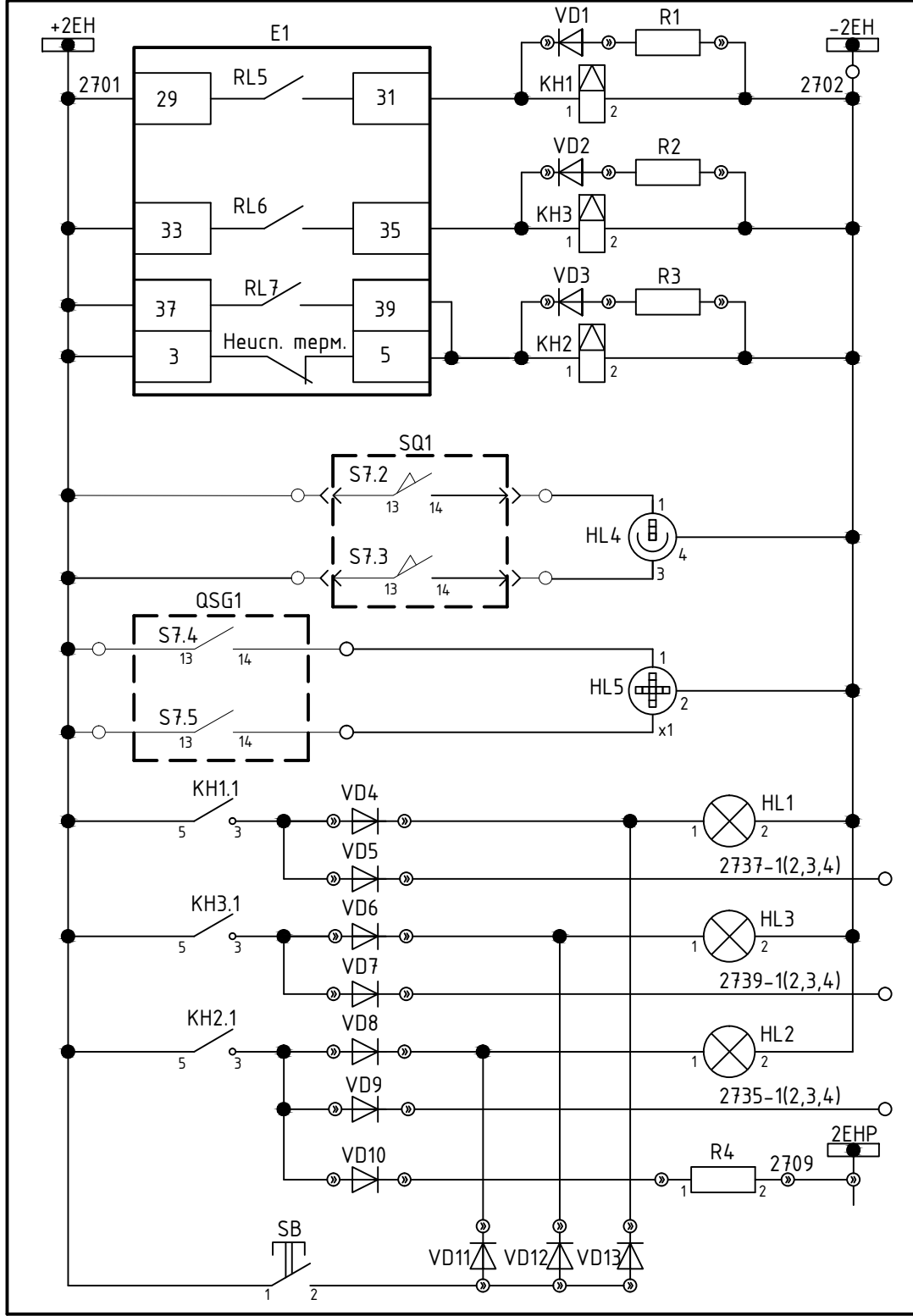
SN		S10JD 8357 C1/104	2	4	6	8	10	12
AB	0	A	1	3	5	7	9	11
BC	1	B	2	4	6	8	10	12
CA	2	C	3	5	7	9	11	12
"U CA"	CA	×	×	×	×	×	×	×
"U BC"	BC	×	×	×	×	×	×	×
"U AB"	AB	×	×	×	×	×	×	×
"0"	0	×	×	×	×	×	×	×
"U A"	A	×	×	×	×	×	×	×
"U B"	B	×	×	×	×	×	×	×
"U C"	C	×	×	×	×	×	×	×

SA1, SA2		S10JD 2253 B4/80	2	4	6	8	10	12
1	2	1	3	5	7	9	11	12
"Вывод"	1	×	×	×	×	×	×	×
"Ввод"	2	×	×	×	×	×	×	×

Программируемые светодиоды комплекта		LED1	LED2	LED3	LED4
Земля в сети	Земля в сети	Земля в сети	Земля в сети	Земля в сети	Земля в сети
АЧР	АЧР	АЧР	АЧР	АЧР	АЧР
ЧАПВ	ЧАПВ	ЧАПВ	ЧАПВ	ЧАПВ	ЧАПВ
Неисправность цепей напряжения	Неисправность цепей напряжения	Неисправность цепей напряжения	Неисправность цепей напряжения	Неисправность цепей напряжения	Неисправность цепей напряжения

Цепи сигнализации

ЗРУ-6 кВ. КРУ-103(203,303,403). Трансформатор напряжения 1 (2,3,4) с.ш.



Реле "Срабатывание АЧР"		Реле "Земля в сети"	Реле "Неисправность"
Рабочее положение выдвиг. элемента	Контрольное положение выдвиг. элемента	Заземлитель замкнут	Заземлитель разомкнут
Лампа "Срабатывание АЧР"	Срабатывание АЧР - в ЦС	Лампа "Земля в сети 6 кВ 1(2,3,4) с.ш."	Земля в сети - в ЦС
Лампа "Неисправность"	Неисправность - в ЦС	Неисправность (звук)	Контроль исправности ламп

Входные цепи

ЗРУ-6 кВ. КРУ-103 (203,303,403). Трансформатор напряжения 1 (2,3,4) с.ш.

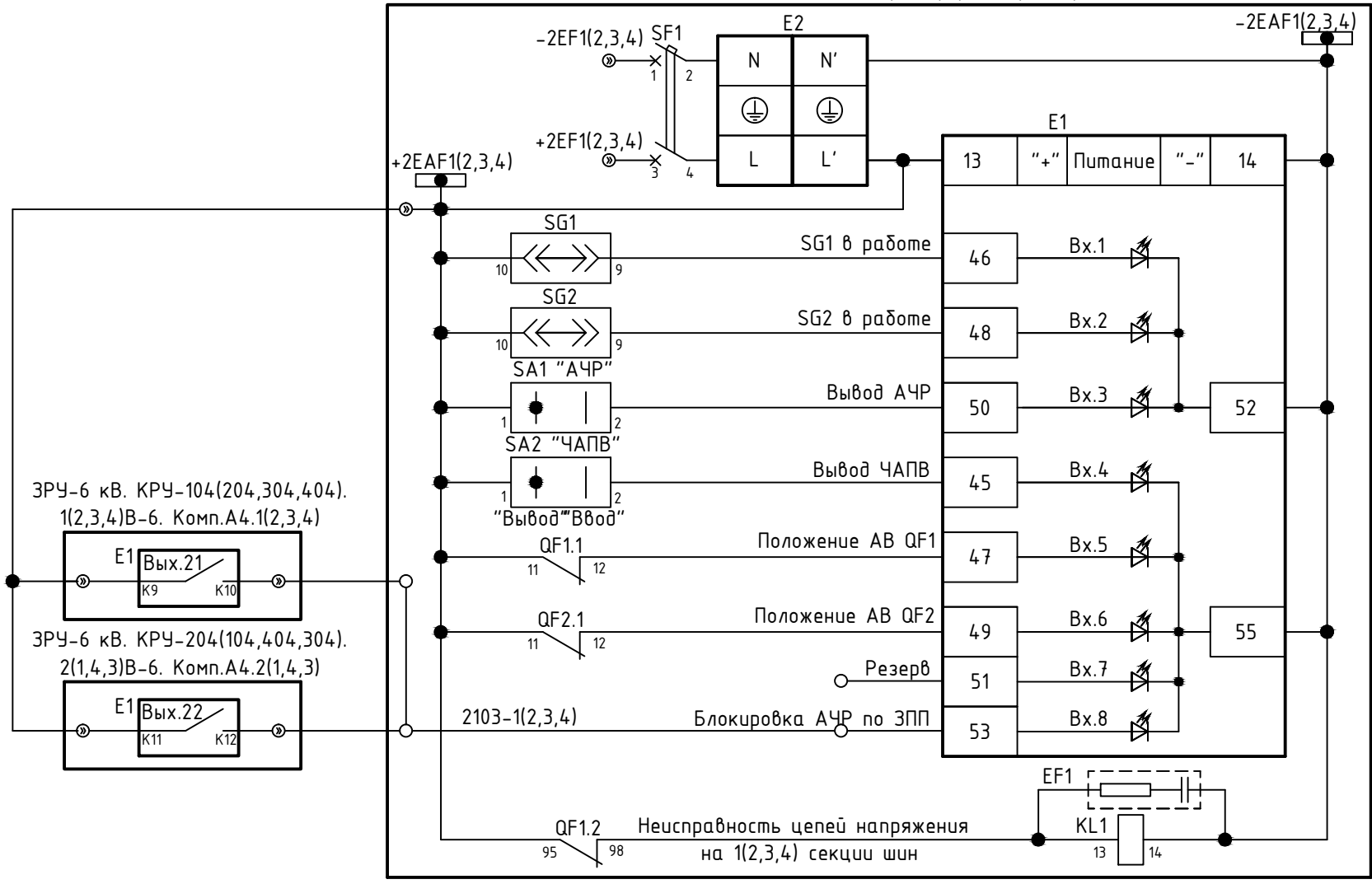
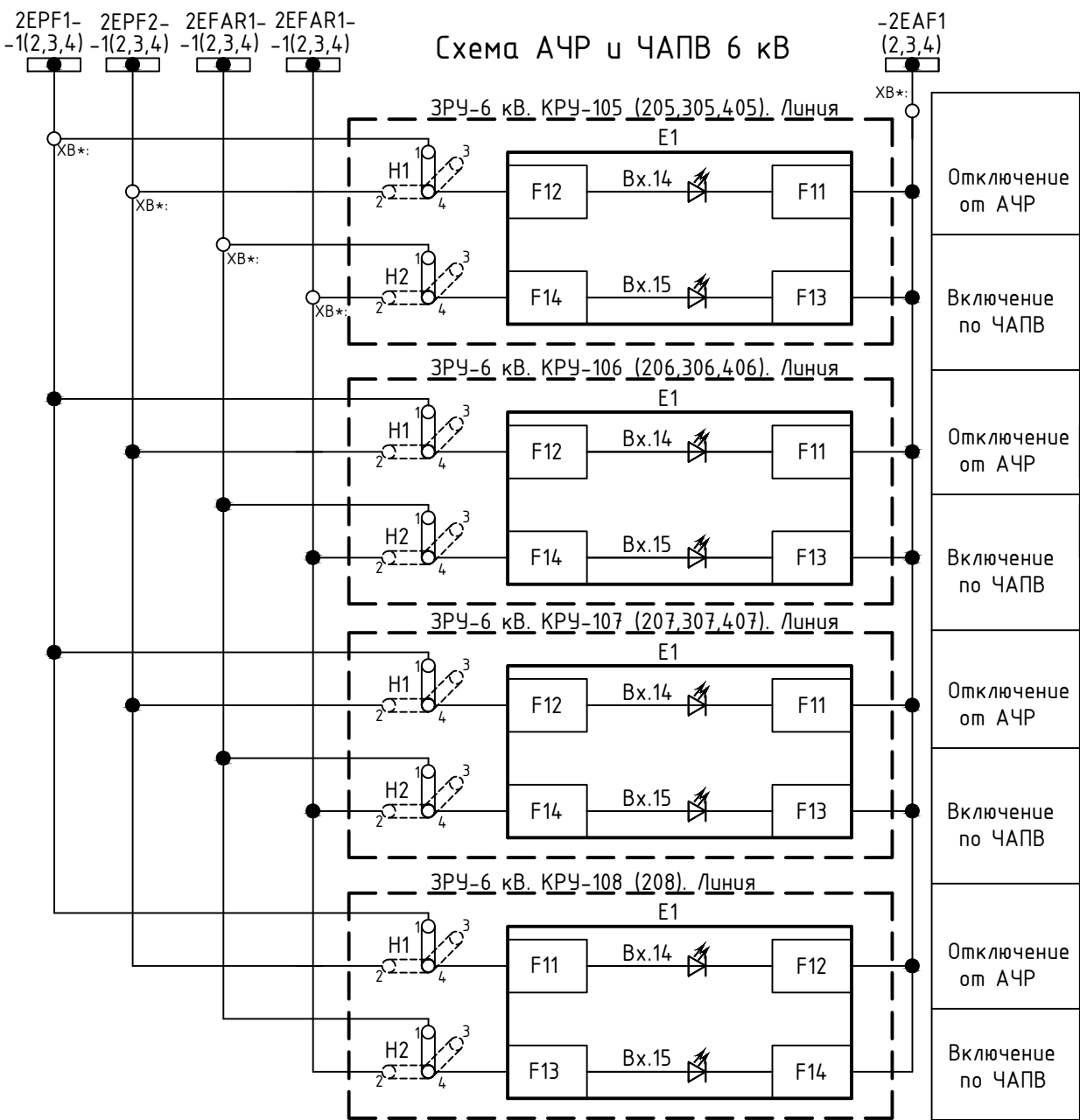
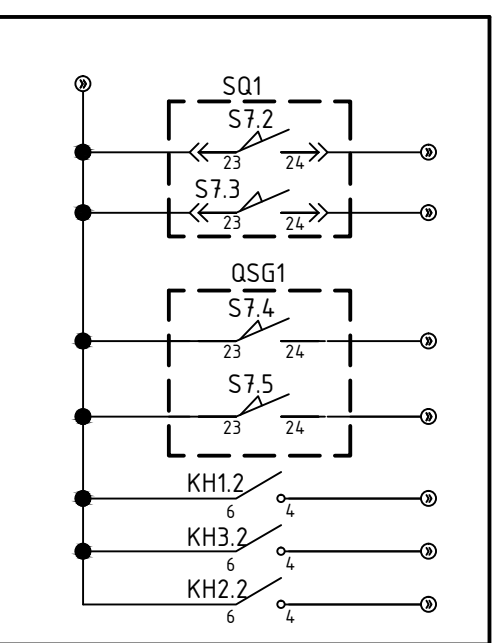


Схема АЧР и ЧАПВ 6 кВ



ЗРУ-6 кВ. КРУ-103(203,303,403). Трансформатор напряжения 1 (2,3,4) с.ш.



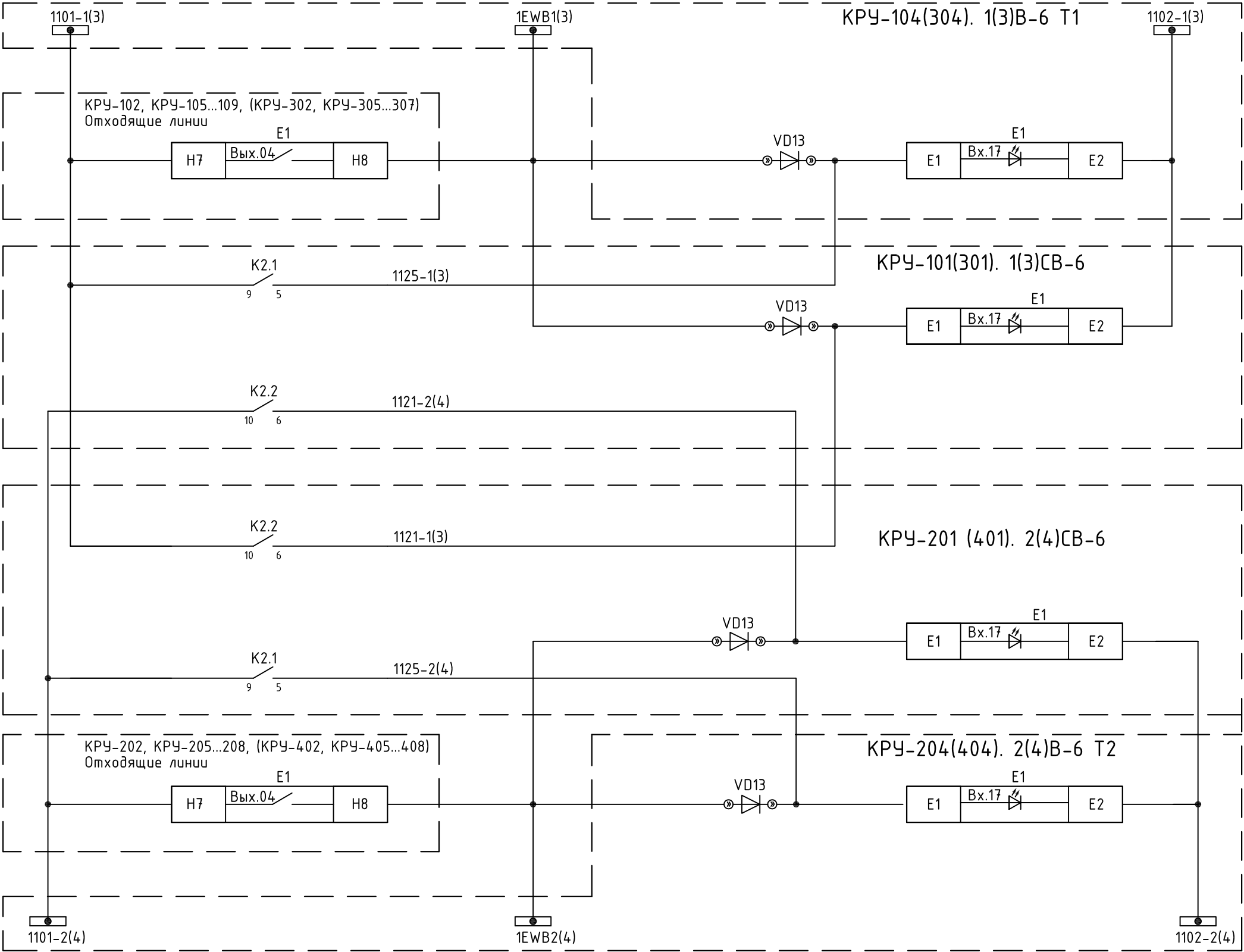
Положение тележки "Вкочена"		Положение тележки "Выкочена"	Положение ЗН "Замкнут"	Положение ЗН "Разомкнут"	Срабатывание АЧР	"Земля в сети 6 кВ 1(2)с.ш."	Неисправность
П	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л

Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ

Трансформатор напряжения 6 кВ. АЧР 6 кВ. Схема электрическая принципиальная

Стадия Лист Листов

П 1 1



Блокировка МТЗ 1(3)В-6 Т1
при пуске МТЗ фидеров 1(3) с.ш.
или 1(3)СВ-6

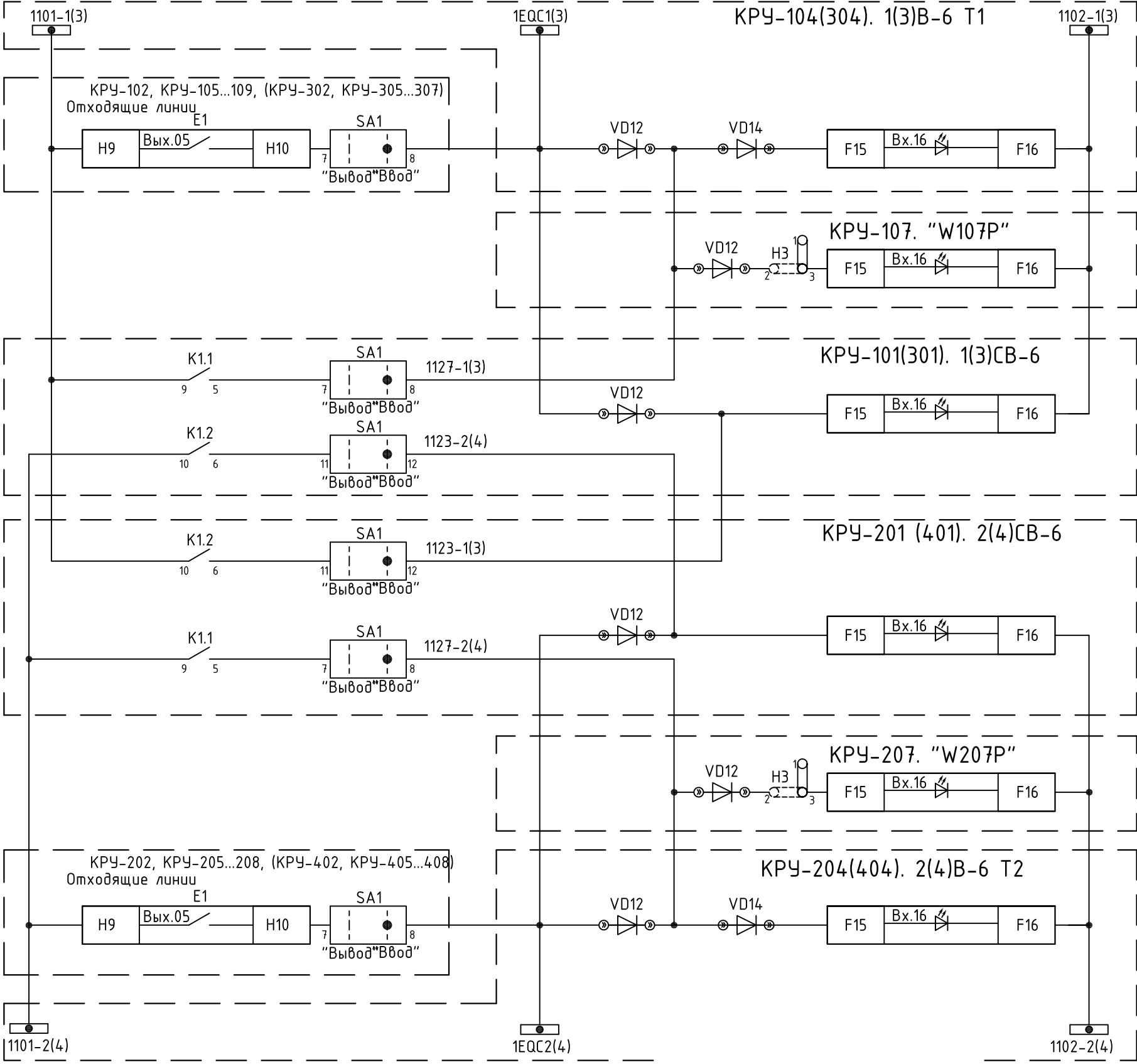
Блокировка МТЗ 1(3)СВ-6
при пуске МТЗ
фидеров 1(3) с.ш. или 2(4)СВ-6

Блокировка МТЗ 2(4)СВ-6
при пуске МТЗ
фидеров 2(4) с.ш. или 1(3)СВ-6

Блокировка МТЗ 2(4)В-6 Т2
при пуске МТЗ фидеров 2(4) с.ш.
или 2(4)СВ-6

Согласовано		
Взам. инв. №		
Подп. и дата		
Ине № подл		

Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
	П		1
Схема организации цепей логической защиты шин 6 кВ			



Отключение 1(3)B-6 T1
от УРОВ
фидеров 1(3) с.ш. или 1(3)CB-6

Отключение B-"W107P" от УРОВ
фидеров 1 с.ш., 1B-6 или 1CB-6

Отключение 1(3)CB-6
от УРОВ
фидеров 1(3) с.ш. или 2(4)CB-6

Отключение 2(4)CB-6
от УРОВ
фидеров 2(4) с.ш. или 1(3)CB-6

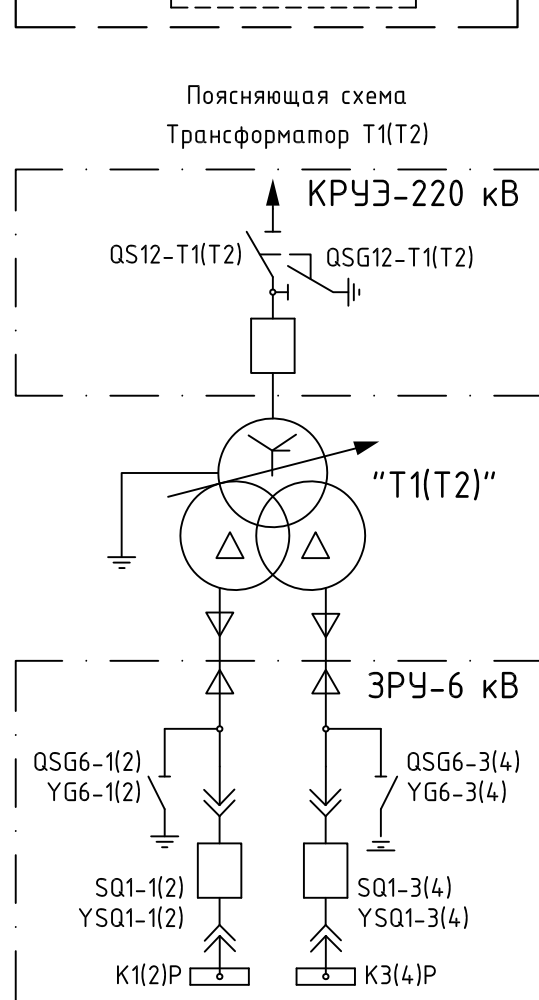
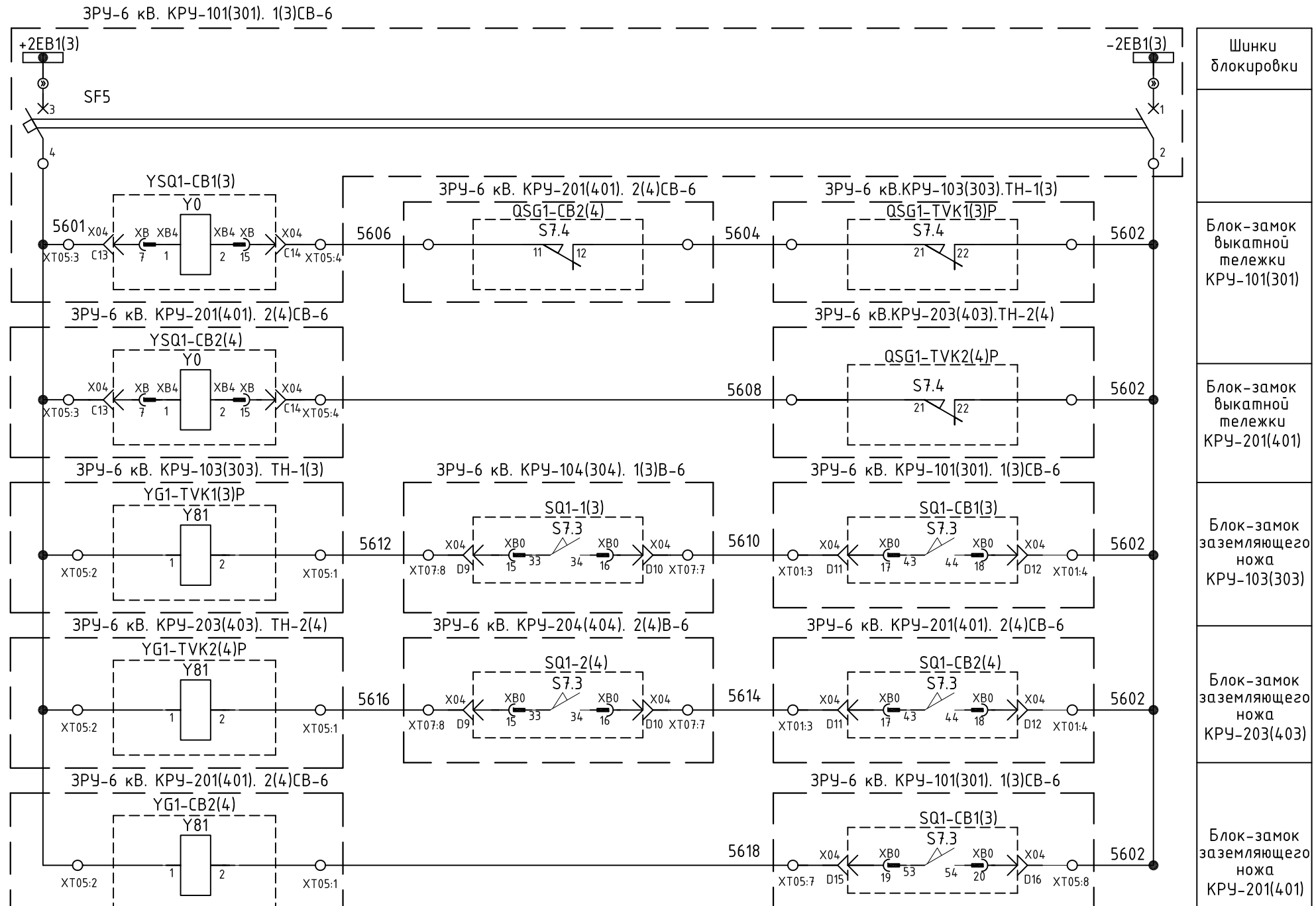
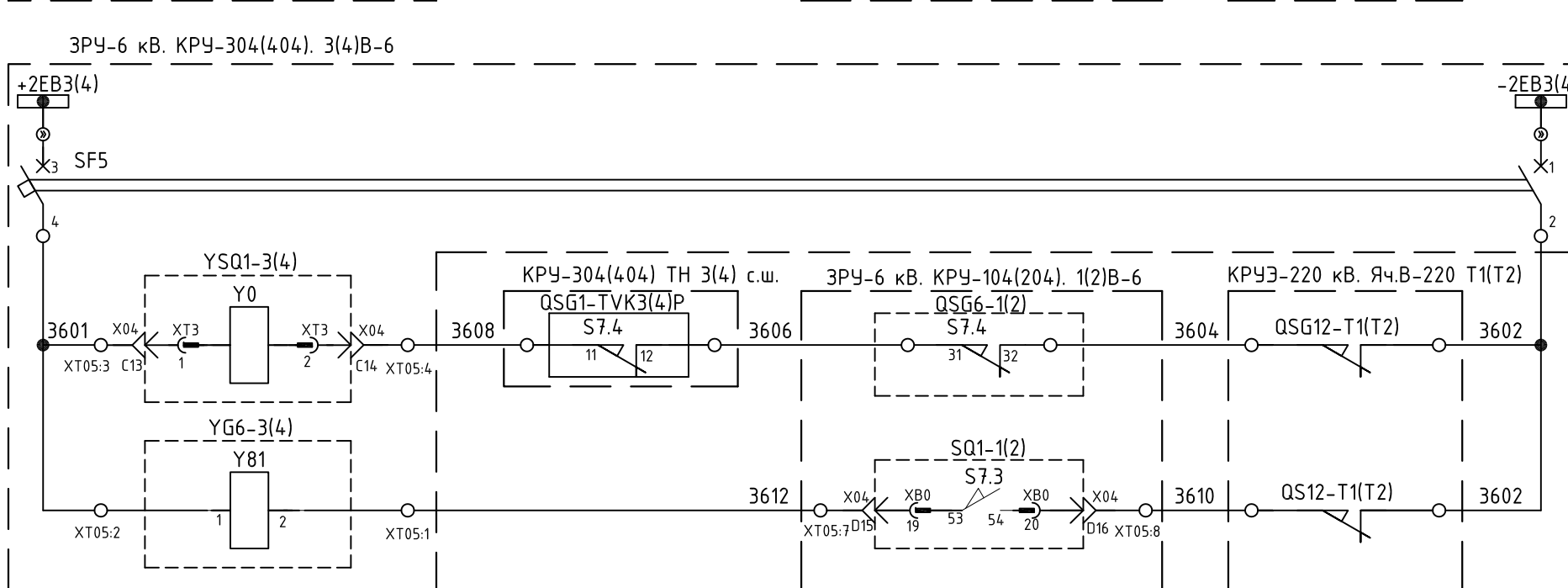
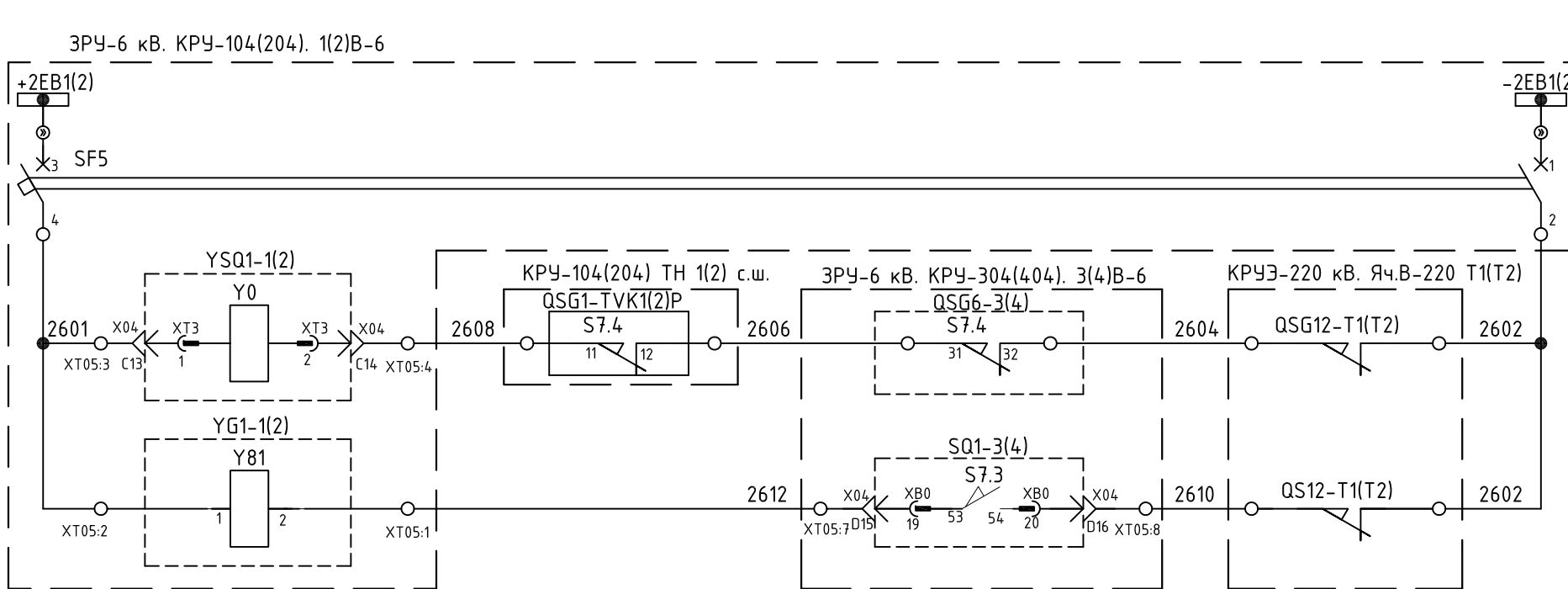
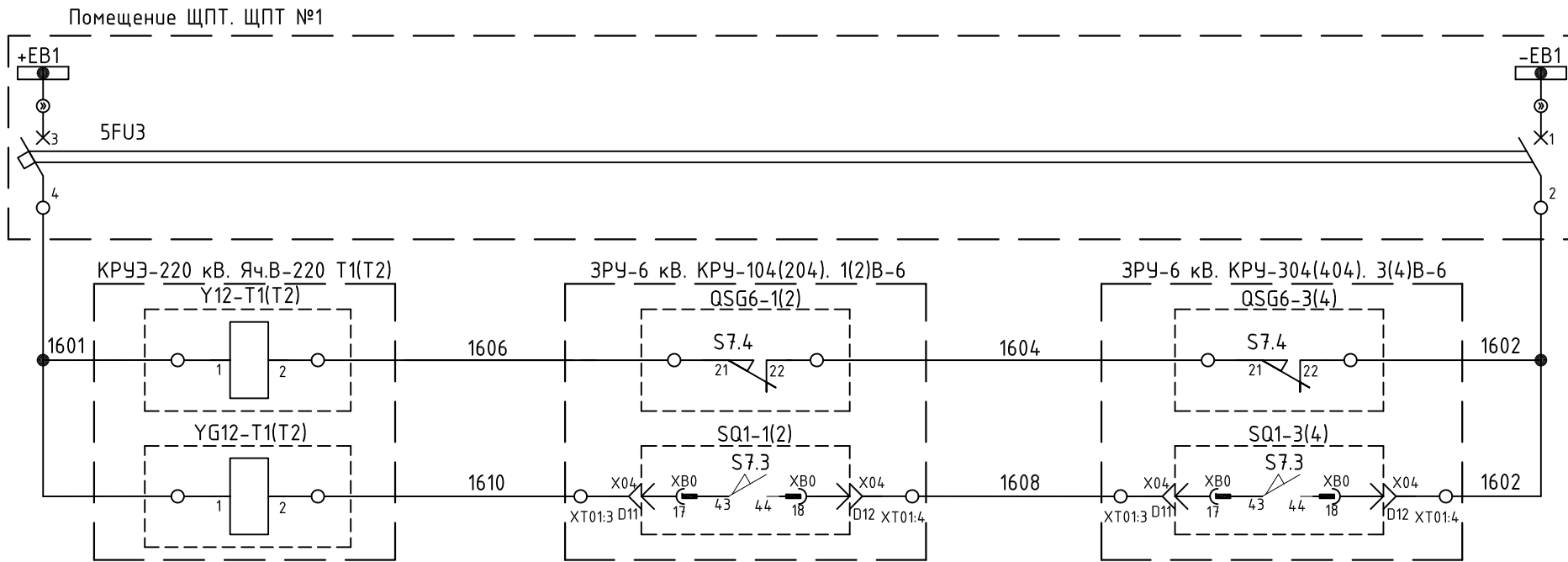
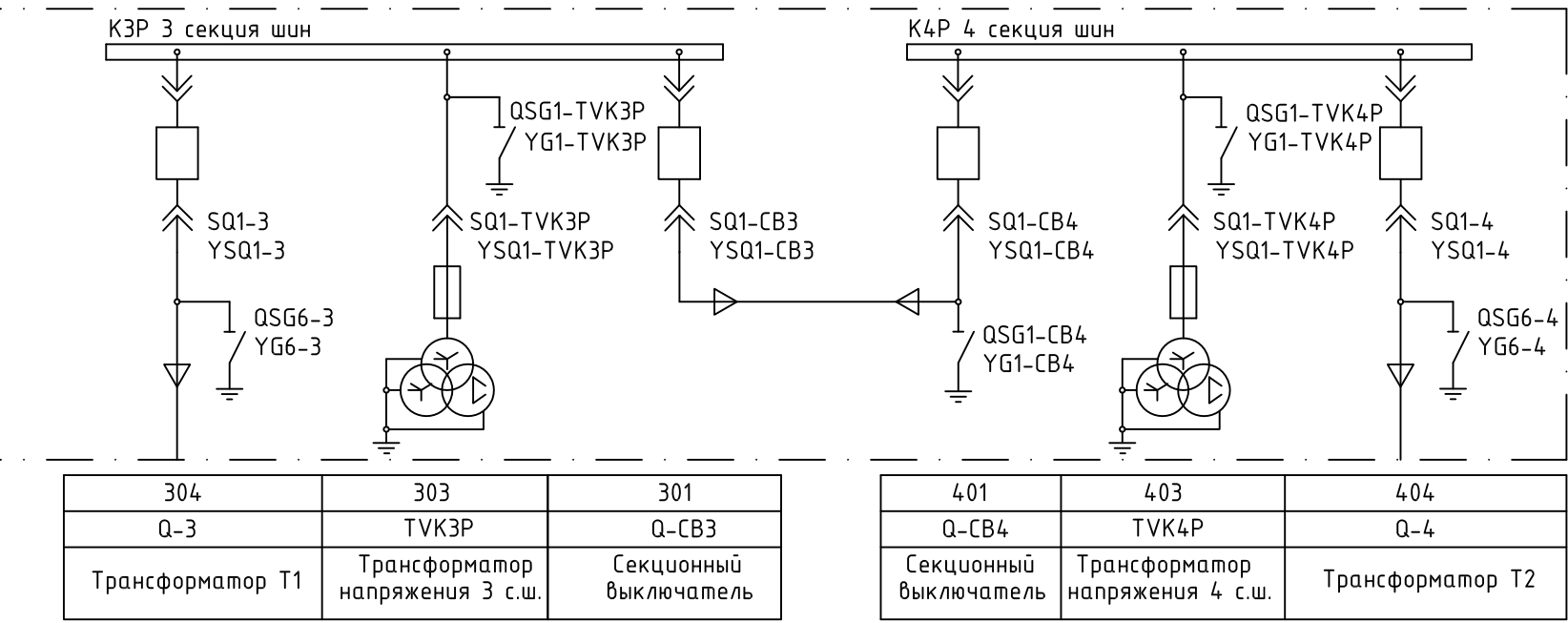
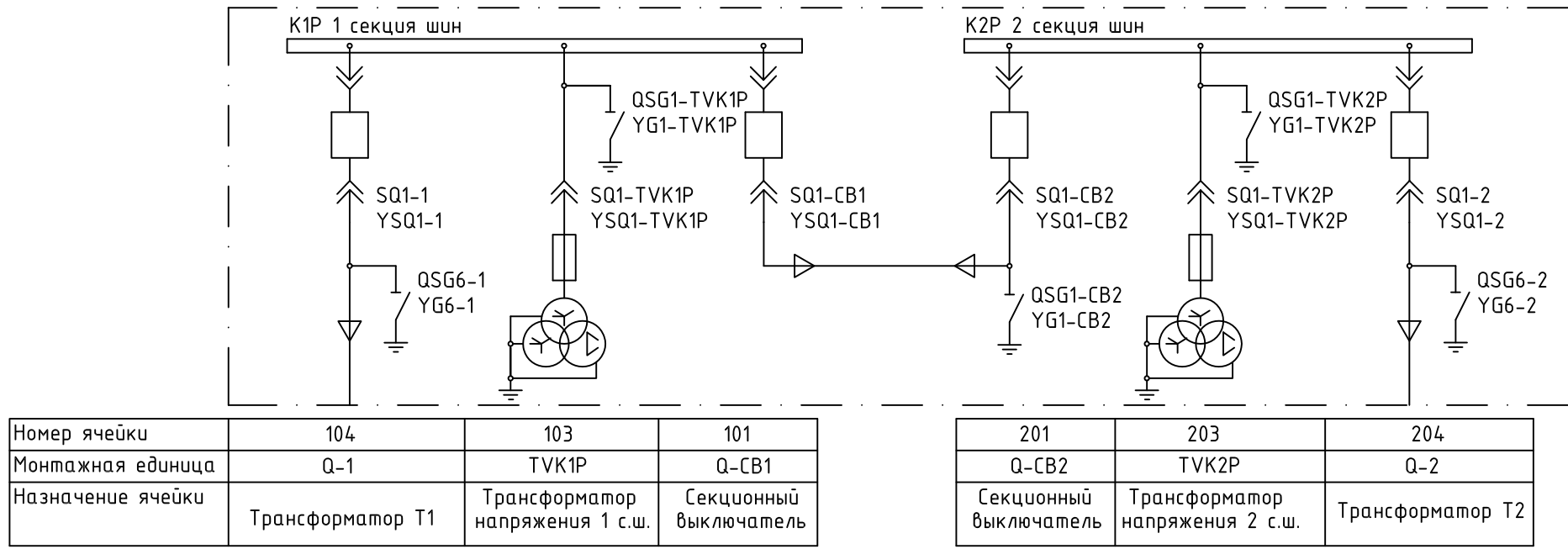
Отключение B-"W207P" от УРОВ
фидеров 2 с.ш., 2B-6 или 2CB-6

Отключение 2(4)B-6 T2
от УРОВ
фидеров 2(4) с.ш. или 2(4)CB-6

Согласовано		
Взам. инв. №		
Подп. и дата		
Ине № пзл		

Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
	П		1
Схема организации цепей УРОВ 6 кВ			

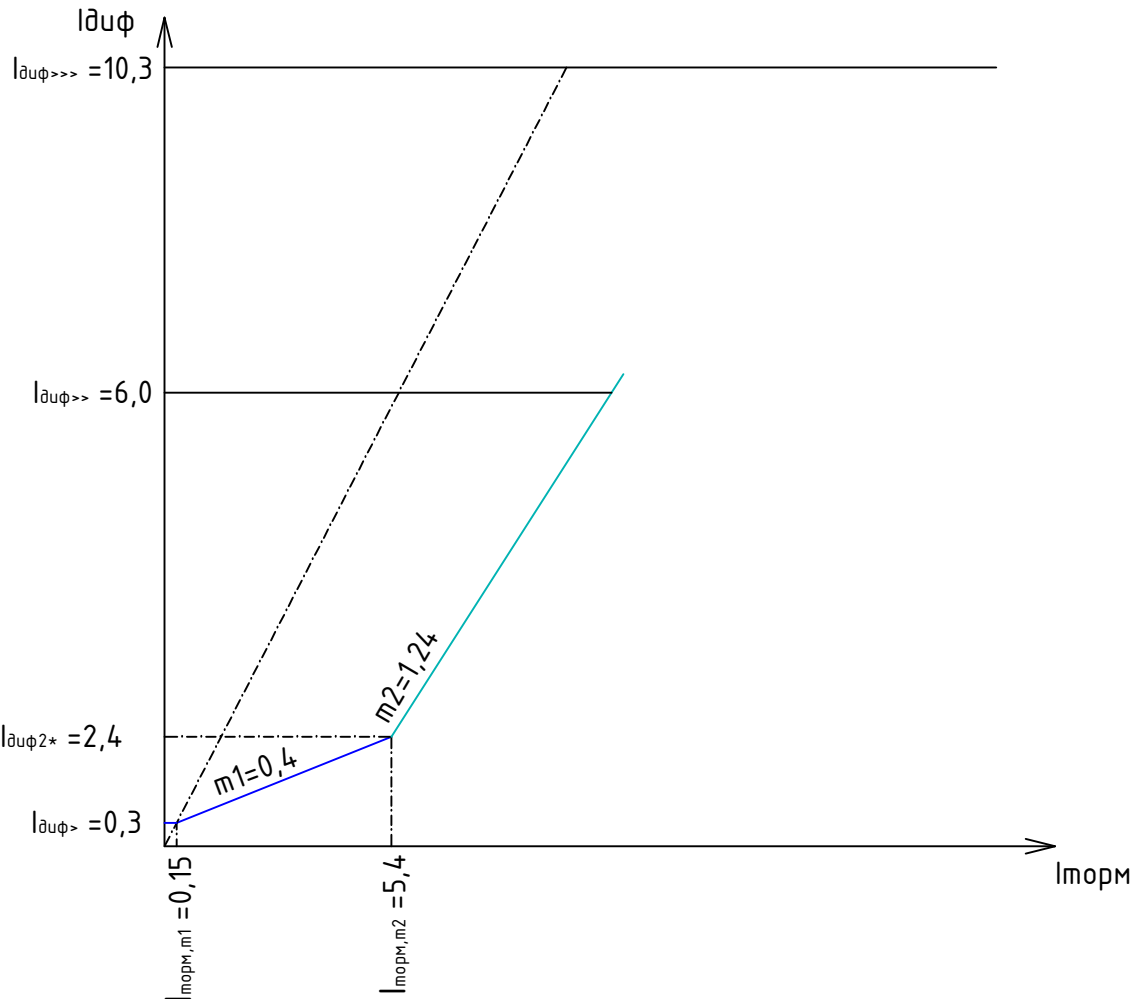
ЗРУ-6 кВ



Обозн.	Наименование	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
ЗРУ-6 кВ. КРУ-104(204,304,404). 1(2,3,4)B-6 Т1(Т2,Т1,Т2)				
SF5	Выключатель автоматический	EP102UC C06 + CB S/H+H	1	GE
ЗРУ-6 кВ. КРУ-101(201,301,401). 1(2,3,4)CB-6 Т1(Т2,Т1,Т2)				
SF5	Выключатель автоматический	EP102UC C06 + CB S/H+H	1	GE
Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ				
			Стадия	Лист
			П	1
Оперативная блокировка разъединителей. Схема электрическая принципиальная				

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

	Тип трансформатора		ТРДНС			
	Мощность трансформатора, МВА	S _{баз.}	40,0			
N. п.п.	Наименование величин	Обозначение и расчетная формула	Const	Расчет		Числовые значения сторон
				230 кВ	6,3 кВ	230 кВ 6,3 кВ
1	Первичные номинальные токи, А	$I_{нагр.} = I_{баз.} = \frac{S_{баз.}}{\sqrt{3} \cdot U_{баз}}$		$\frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 230}$	$\frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 6,3}$	100,4 3665,7
2	Схема соединения обмоток Т	K _{ск.}				1 1
3	Схема соединения обмоток ТТ	K _{ск.ТТ}				1 1
4	Козэффициент трансформации	K _{ТТ}		300/5	4000/5	60 800
5	Вторичные номинальные токи в плечах защиты, А	$I_{ном.ВТ} = \frac{I_{баз.}}{K_{ТТ}}$		$\frac{100,4}{300/5}$	$\frac{3665,7}{4000/5}$	1,67 4,58
6	Козэффициент амплитудного согласования	$K_{AM} = \frac{I_{ном.ВТ.ТТ}}{I_{ном.ВТ}}$	0,5 ≤ K _{AM} ≤ 16	$\frac{5}{1,67}$	$\frac{5}{4,58}$	2,99 1,09
7	Номинальный ток ТТ с учётом амплитудного согласования, А					5 5
8	Параметры компенсации тока НП					/ -0° / -30°
9	Согласование токов сторон по группе соединения					A-B-0 A-C-11
10	Относительный ток небаланса в номинальном нагрузочном режиме Т и относительное значение номинального нагрузочного тока	$I_{нб,ном,нагр*} = (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \epsilon + \Delta U_{РПН} + \Delta f_{выр}) \cdot I_{ном,нагр*}$ $I_{ном,нагр*} = 1,05 \cdot I_{баз.}$	K _{пер} =1; K _{одн} =1; ε=0,05; ΔU _{РПН} =0,12; Δf _{выр} =0,05	(1·1·0,05+0,12+0,05)·1,05	(1·1·0,05+0,12+0,05)·1,05	0,231 0,231
11	Начальный ток срабатывания	$I_{диф1*} \geq 1,3 \cdot I_{нб,ном,нагр*}$		1,3·0,231=0,30	1,3·0,231=0,30	0,30 0,30
12	Ток начала торможения	$I_{торм,м1} \geq 0,5 \cdot I_{диф*}$		0,5·0,30=0,15	0,5·0,30=0,15	0,15 0,15
13	Относительный ток небаланса в режиме перегрузки Т и относительное значение тока перегрузки	$I_{нб,расч*} = (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \epsilon + \Delta U_{РПН} + \Delta f_{выр}) \cdot I_{перегр.*}$ $I_{перегр.*} = 2 \cdot I_{ном.}$	K _{пер} =1,5; K _{одн} =1; ε=0,1; ΔU _{РПН} =0,12; Δf _{выр} =0,05	(1,5·1·0,1+0,12+0,05)·2	(1,5·1·0,1+0,12+0,05)·2	0,64 0,64
14	Козэффициент торможения первого наклонного участка	$m1 \geq \frac{K_{отс} \cdot I_{нб,расч*} - I_{диф1}}{0,5 \cdot \Sigma I_{торм} - I_{торм,м1}}$ K _{отс} =1,3	0,5·ΣI _{торм} – полусумма входных токов (по трем сторонам) 0,5·(I _A +I _B +I _C)=1,5I _{ном.}	$\frac{1,3 \cdot 0,64 - 0,30}{1,5 - 0,15} = 0,390$	$\frac{1,3 \cdot 0,64 - 0,30}{1,5 - 0,15} = 0,390$	0,4 0,4
15	Относительный ток небаланса в режиме внешнего К.З.	$I_{нб,расч*} = (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \epsilon + \Delta U_{РПН} + \Delta f_{выр}) \cdot \frac{I_{кз.внеш}}{I_{баз.}}$	K _{пер} =2; K _{одн} =1; ε=0,1; ΔU _{РПН} =0,12; Δf _{выр} =0,05	(2·1·0,1+0,12+0,05)· $\frac{517}{100,4}$	(2·1·0,1+0,12+0,05)· $\frac{16610}{3665,7}$	1,9 1,7
16	Тормозной ток второго участка	I _{торм,м2} = 0,5·(I _{макс.А*} +I _{макс.В*} +I _{макс.С*}), где I _{макс.А*} +I _{макс.В*} +I _{макс.С*} – вторичный макс. ток наг-рузки сторон А, В, С защищаемого объекта в о.е.		0,5·(1,67+4,58+4,58)	0,5·(1,67+4,58+4,58)	5,4 5,4
17	Ток начала второго наклонного участка	$I_{диф2*} = m1 \cdot (I_{торм,м2} - I_{торм,м1}) + I_{диф1*}$		0,4·(5,4–0,15)+0,3	0,4·(5,4–0,15)+0,3	2,4 2,4
18	Минимальный ток К.З. в относительных величинах	$I_{кз.тах*} = I_{кз.тах} / I_{баз.}$		517/100,4	16610/3665,7	5,15 4,53
19	Козэффициент торможения второго наклонного участка	$m2 \geq \frac{K_{отс} \cdot I_{нб,расч*} - I_{диф2*}}{I_{кз.тах*} - I_{торм,м2}}$		$\frac{1,3 \cdot 1,9 - 2,4}{5,15 - 5,4}$	$\frac{1,3 \cdot 1,7 - 2,4}{4,53 - 5,4}$	1,24 0,52
20	Минимальный ток К.З. в относительных величинах	$I_{кз.min*} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{кз.min}^{(3)} / I_{баз.}$		$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 399 / 100,4$	$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 15670 / 3665,7$	3,44 3,7
21	Тормозной ток	I _{торм} =0,5·I _{кз.min*}		0,5·3,44	0,5·3,7	1,72 1,85
22	Козэффициент чувствительности ДЗТ	$K_{ч} = \frac{I_{кз.min*}}{I_{диф1} + m \cdot (I_{торм} - I_{торм,м})} > 2,0$		$\frac{3,44}{0,3+0,4 \cdot (1,72 - 0,15)}$	$\frac{3,7}{0,31+0,4 \cdot (1,85 - 0,15)}$	3,7 3,7



Расчет выполнен в соответствии с Методическими указаниями по выбору параметров срабатывания устройств РЗА подстанционного оборудования производства ЗАО «АРЕВА Передача и Распределение»
Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 5694.7007–29.120.70.100–2011
Дата ввeдения: 13.09.2011

	Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
		П	1	3
	Расчёт уставок			

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Согласовано

51

	Тип трансформатора				ТРДНС				
	Мощность трансформатора, МВА			S _{баз.}	40,0				
N. п.п.	Наименование величин			Обозначение и расчетная формула	Const	Расчет		Числовые значения сторон	
						230 кВ	6,3 кВ	230 кВ	6,3 кВ
23	Блокировка дифференциальной защиты по второй гармонике							10%	10%
24	Блокировка дифференциальной защиты по пятой гармонике							15%	15%
25	Ток срабатывания первой дифференциальной токовой отсечки			I _{диф1} ≥ K _{отс} ·I _{баз}	K _{отс} =6,0			6,0	6,0
26	Ток срабатывания второй дифференциальной токовой отсечки			I _{диф2} ≥ $\begin{cases} K_{отс} \cdot K_{нд} \cdot I_{кз.мах} * \\ K_{отс} \cdot I_{баз} \end{cases}$	K _{отс} =1,1; K _{нд} =1,0 K _{отс} =6,0	1,1·1·4,68=5,15	1,1·1·9,27=10,20	6,0	10,3
27	Расчётный ток срабатывания первой ступени МТЗ			I _{сз.МТЗ} = $\frac{K_{отс}}{K_B} \cdot I_{мах.нагр}$	K _{отс} =1,3 K _B =0,95	$\frac{1,3}{0,95} \cdot 100,4=137,4$	$\frac{1,3}{0,95} \cdot 1832,9=2508,2$	137,4	2508,2
28	Ток срабатывания первой ступени МТЗ			I _{МТЗ.1} = I _{сз.расч} /I _{ном.ТТ}		137,4/300	2508,2/4000	0,458	0,627
29	Коэффициент чувствительности МТЗ			K _ч = $\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{I_{к.з.мин}^{(3)}}{I_{сз.расч}}$ > 1,5		$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{399}{137,4}$	$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{15670}{2508,2}$	2,5	5,4
30	Расчет уставок реле комбинированного пуска по напряжению максимальной токовой защиты	Минимального напряжения	Первичное номинальное напряжение ТН стороны п, В.	U _{ном.}					6000
31			Напряжение срабатывания пускового органа напряжения, В	U _{сз} ≤ $\begin{cases} 0,85 \cdot U_{ном.} / K_H \cdot K_B \\ \frac{U_{зап}}{K_{отс}} = \frac{0,7 \cdot U_{ном.}}{K_{отс}} \end{cases}$	K _H =1,2 K _B =1,05 K _{отс} =1,2		$\frac{0,85 \cdot 6000}{1,2 \cdot 1,05}$ 0,7·6000/1,2	4050 3500	
32			Принятое значение, В	U _{сз}					3500
33		Максимального напряжения обратной последовательности стороны НН1 (НН2), В	U _{сз} =0,06·U _H				0,06·6000		360

<

Уставка реле комбинированного пуска по напряжению МТЗ

Расчет уставок токовых защит сети 6 кВ

Защита			Токовая отсечка 1 ст. 50/51-1					Ток. отсеч. 2ст. 50/51-2		Максимальная токовая защита (МТЗ). 50/51-4				ТЗНП 50G/51G-5		Перезрузка. 50/51-6	Минимальное напряжение. 27	Максимального напряжения обратной последовательности. 47	
Условие выбора			1. Отстройка от максимального тока КЗ в конце защищаемого присоединения. 2. Отстройка от броска тока намагничивания (для защ. тр-ра).					Отстройка от первой ступени токовой отсечки с коэффициентом запаса 1,3		1. Отстройка от максимального рабочего тока. 2. Отстройка от нижестоящей защиты. Кч проверяется от минимального тока КЗ в конце резервируемого присоединения				Отстройка от емкостного тока самой загруженной (линия W1(2)05P) с коэффициентом запаса 1,3		Отстройка от МТЗ			
			Отстр.	Ток срабат. защ, А	Коэф. чувствит.	Уставка, А	Выд.вр.,с	Уставка, А	Выд.вр.,с		Ток срабат. защ, А	Коэф. чувствит.	Уставка, А	Выд.вр.,с	Уставка, А	Выд.вр.,с			
	Kmm	IРАБ.МАКС, А	I ⁽³⁾ _{кз}	I ¹ _{с.з.} = Кн·I ⁽³⁾ _{кз} , Кн=1,15 или I ¹ _{с.з.} = Кн·I ⁽³⁾ _{ном} , Кн=1,3	Kч = I ⁽³⁾ _{кз} /I ¹ _{с.з.} > 15 или I ⁽³⁾ _{кз} =I _{кз} накс = 17693 А I ⁽³⁾ _{кз} =I _{кз} накс = 16962 А	I ¹ _{с.з.} < 17693/2=8846 или I ¹ _{с.з.} < 16962/2=8486	t _{с.з.}	I ² _{с.з.} < I ¹ _{с.з.} /Комс. Комс.=1,3	t _{с.з.} = t _{прев} +Δt		I ⁴ _{с.з.} = $\frac{Кн \cdot Ксзн}{K\theta} \cdot I_{РАБ. МАКС}$ Кн=1,1 Ксзн=1,1,1,3 Kθ=0,96	Kч = I ⁽²⁾ _{кз} /I ⁴ _{с.з.} > 1,5	I ⁴ _{с.з.}	t _{с.з.} = t _{прев} +Δt	I ⁵ _{с.з.} > Комс·I _{с.с} накс Комс.=1,3	t _{с.з.} = t _{прев} +Δt	I ⁶ _{с.з.} = $\frac{Комс.}{K\theta} \cdot I_{РАБ. МАКС}$ Kθ=0,95 Комс=1,05	-	-
КРУ-102(202) УРЗН №1(2)	100/5 ЗП	?15?	I _{кз21накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·42=48	Kч = 17693/48 > 2	48	0	-	-	I ⁽²⁾ _{кз21мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 15=22$ А	Kч = 36/22 > 1,5	22	0,5	-	-	I ⁶ _{с.з.} = $\frac{1,05}{0,95} \cdot 15=17$ А tзн = 2 с (откл.)	-	-
КРУ-105(205) ЗРУ-ВС1	1200/5 МТЗН	1021	I _{кз22накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·15700=18055	Kч = 17693/18055 < 2 I ¹ _{с.з.} < 8000/1,1 = 7272 А	7200	0,5	5500	0,9	I ⁽²⁾ _{кз22мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,1}{0,96} \cdot 1021=1286$	Kч = 1700/1286 < 15 I ⁴ _{с.з.} < 1700/1,5=1133	1133	1,8	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-106(206) ГВУ РУ2	200/5	162	I _{кз23накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·9400=10810	Kч = 17693/10810 < 2 I ¹ _{с.з.} < 8000/1,1 = 7272 А	7200	0,5	5500	0,9	I ⁽²⁾ _{кз23мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 162=241$ А	Kч = 8800/241 > 1,5	241	1,5	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-107(207) ЗРУ 3-1	1000/5 МТЗН	809	I _{кз24накс}	I ¹ _{с.з.} =1,15·13500=15525	Kч = 17693/15525 < 2 I ¹ _{с.з.} < 8000/1,1 = 7272 А	7200	0,5	5500	0,9	I ⁽²⁾ _{кз24мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 809=1205$ А	Kч = 12900/1205 > 1,5	1205	1,5	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-108(208) КТП 2.4	100/5	14	I _{кз25накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·12400=14260	Kч = 17693/14260 < 2 I ¹ _{с.з.} = Кнk·Imm = 2700 А*	2700 *	0,5	5500	0,9	I ⁽²⁾ _{кз25мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 14=21$ А	Kч = 11700/21 > 1,5	21	1,5	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-101(201) 1(2)СВ-6	3000/5	1878	яч105(205)	I ¹ _{с.з.} < I ¹ _{с.з.8000об.выкл. /1,1 I¹_{с.з.} < 8800/1,1=8000 А}		8000	0,8	6100	1,2	яч105(205)	I ² _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 1878=2797$ А I ² _{с.з.} =1,1·(I _{МТЗмаксДл} + (I _{раб.максСВ} - I _{раб.максДл})) I ² _{с.з.} =1,1·(1286+(1878-1021))=2357 А I ³ _{с.з.} = $\frac{1,1}{0,96} \cdot 1878=2152$ А		2160	2,0	-	-	-	-	-
КРУ-104(204) 1(2)В-6	4000/5	2505	яч101(201)	I ¹ _{с.з.} < I ⁽³⁾ _{кз} /Кч I ¹ _{с.з.} < 17693/2=8846 А		8800	1,1	6700	1,5	яч101(201)	I ² _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 2505=3732$ А I ² _{с.з.} =1,1·(I _{МТЗмаксСВ} + (I _{раб.максВВ} - I _{раб.максДл})) I ² _{с.з.} =1,1·(2800+(2505-1878))=3770 А I ³ _{с.з.} = $\frac{1,1}{0,96} \cdot 2505=2871$ А		2900	2,5	-	-	-	Uсз ≤ $\begin{cases} 0,85 \cdot U_{ном.} / K_n \cdot K\theta \\ \frac{U_{зап}}{Комс} = \frac{0,7 \cdot U_{ном.}}{Комс} \end{cases} = \frac{0,85 \cdot 6000}{1,2 \cdot 1,05} = 4050В$ $\frac{0,7 \cdot 6000}{0,7 \cdot 6000/1,2} = 3500В$ Кн=1,2; Кв=1,05; Комс=1,2 Uсз=3500 В	Uсз=0,06·Un 0,06·6000=360В
КРУ-302(402) УРЗН №3(4)	100/5	?15?	I _{кз31накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·40=46	Kч = 16962/46 > 2	46	0	-	-	I ⁽²⁾ _{кз31мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 15=22$ А	Kч = 36/22 > 1,5	22	0,5	-	-	I ⁶ _{с.з.} = $\frac{1,05}{0,95} \cdot 15=17$ А tзн = 2 с (откл.)	-	-
КРУ-305(405) ГВУ РУ1	1200/5	1175	I _{кз32накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·18700=21505	Kч = 16962/21505 < 2 I ¹ _{с.з.} < 7600/1,1 = 6909 А	6900	0,5	5300	0,9	I ⁽²⁾ _{кз32мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 1175=1751$ А	Kч = 14800/1751 > 1,5	1751	1,5	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-306(406) КТП-В1	400/5 МТЗН	400	I _{кз33накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·10600=12190	Kч = 16962/12190 < 2 I ¹ _{с.з.} < 7600/1,1 = 6909 А	6900	0,5	5300	0,9	I ⁽²⁾ _{кз32мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 400=596$ А	Kч = 6500/596 > 1,5	596	1,5	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-307(407) ЗРУ 3-2	800/5 МТЗН	732	I _{кз34накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·11200=12880	Kч = 16962/12880 < 2 I ¹ _{с.з.} < 7600/1,1 = 6909 А	6900	0,5	5300	0,9	I ⁽²⁾ _{кз34мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 732=1091$ А	Kч = 6800/1091 > 1,5	1091	1,5	3,5	0,1	-	-	-
КРУ-308(408) ТСН №1(2)	100/5 ЗП	39	I _{кз35накс}	I ¹ _{с.з.} = 1,15·780=897 I ¹ _{с.з.} = 1,3·5·100=650	Kч = 16962/897 > 2	897	0	700	0,9	I ⁽²⁾ _{кз35мин}	I ⁴ _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 39=58$ А	Kч = 670/58 > 1,5	58	0,6	3,5	0,1	I ⁶ _{с.з.} = $\frac{1,05}{0,95} \cdot 39=43$ А tзн = 300 с (сигн.)	-	-
КРУ-301(401) 3(4)СВ-6	3000/5	1878	яч305(405)	I ¹ _{с.з.} < I ¹ _{с.з.8000об.выкл. /1,1 I¹_{с.з.} < 8400/1,1=7636 А}		7600	0,8	5800	1,2	яч305(405)	I ² _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 1878=2797$ А I ² _{с.з.} =1,1·(I _{МТЗмаксДл} + (I _{раб.максСВ} - I _{раб.максДл})) I ² _{с.з.} =1,1·(1751+(1878-1175))=2700 А I ³ _{с.з.} = $\frac{1,1}{0,96} \cdot 1878=2152$ А		2160	2,0	-	-	-	-	-
КРУ-304(404) 3(4)В-6	4000/5	2505	яч301(401)	I ¹ _{с.з.} < I ⁽³⁾ _{кз} /Кч I ¹ _{с.з.} < 16962/2=8481 А		8400	1,1	6400	1,5	яч301(401)	I ² _{с.з.} = $\frac{1,1 \cdot 1,3}{0,96} \cdot 2505=3732$ А I ² _{с.з.} =1,1·(I _{МТЗмаксСВ} + (I _{раб.максВВ} - I _{раб.максДл})) I ² _{с.з.} =1,1·(2800+(2505-1878))=3770 А I ³ _{с.з.} = $\frac{1,1}{0,96} \cdot 2505=2871$ А		2900	2,5	-	-	-	Uсз ≤ $\begin{cases} 0,85 \cdot U_{ном.} / K_n \cdot K\theta \\ \frac{U_{зап}}{Комс} = \frac{0,7 \cdot U_{ном.}}{Комс} \end{cases} = \frac{0,85 \cdot 6000}{1,2 \cdot 1,05} = 4050В$ $\frac{0,7 \cdot 6000}{0,7 \cdot 6000/1,2} = 3500В$ Кн=1,2; Кв=1,05; Комс=1,2 Uсз=3500 В	Uсз=0,06·Un 0,06·6000=360В

Примечания:
Расчёт ведётся в первичных значениях.
При нечувствительности токовой отсечки выставляется уставка, исходя из требуемого коэффициента чувствительности, но при этом необходимо увеличить время срабатывания, чтобы сперва успели отработать нижестоящие защиты. Так решится проблема возможной неселективности.
Однако, при поступлении блокирующего сигнала от ЛЗШ, токовая отсечка должна отработать мгновенно.
*-для присоединения КТП 2.4 в ячейках 108(208) значение токовой уставки снижается до 2700 А для обеспечения номинальной предельной кратности и отказа от перехода на вышестоящий коэффициент трансформации. Ожидаемое значение токовой отсечки на КТП 2.4 не более 1000 А, соответственно, селективность защиты по току обеспечивается.
По данным завода-изготовителя коэффициент предельной кратности Кпк=27 при мощности обмотки 1 ВА.

Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ

П

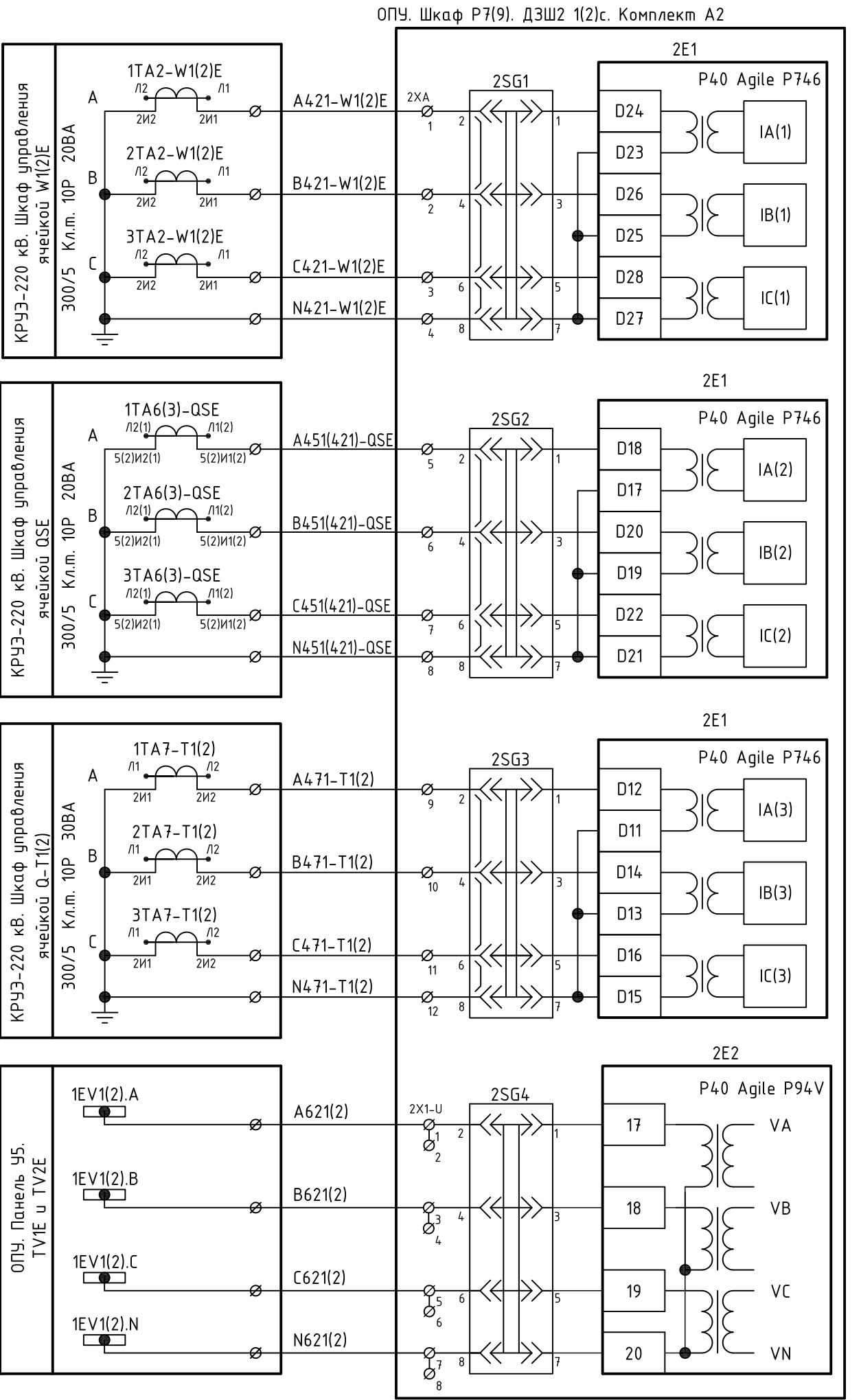
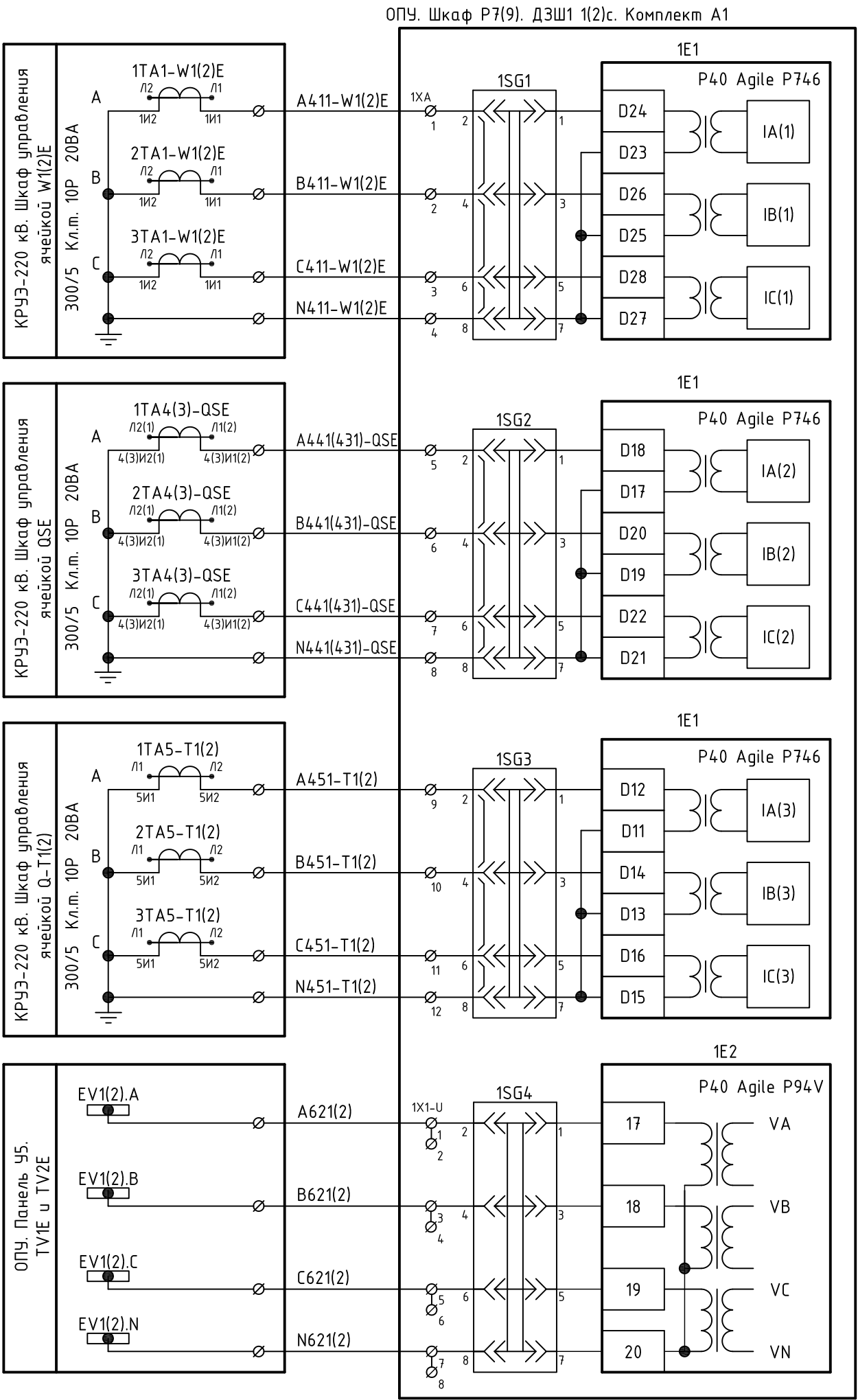
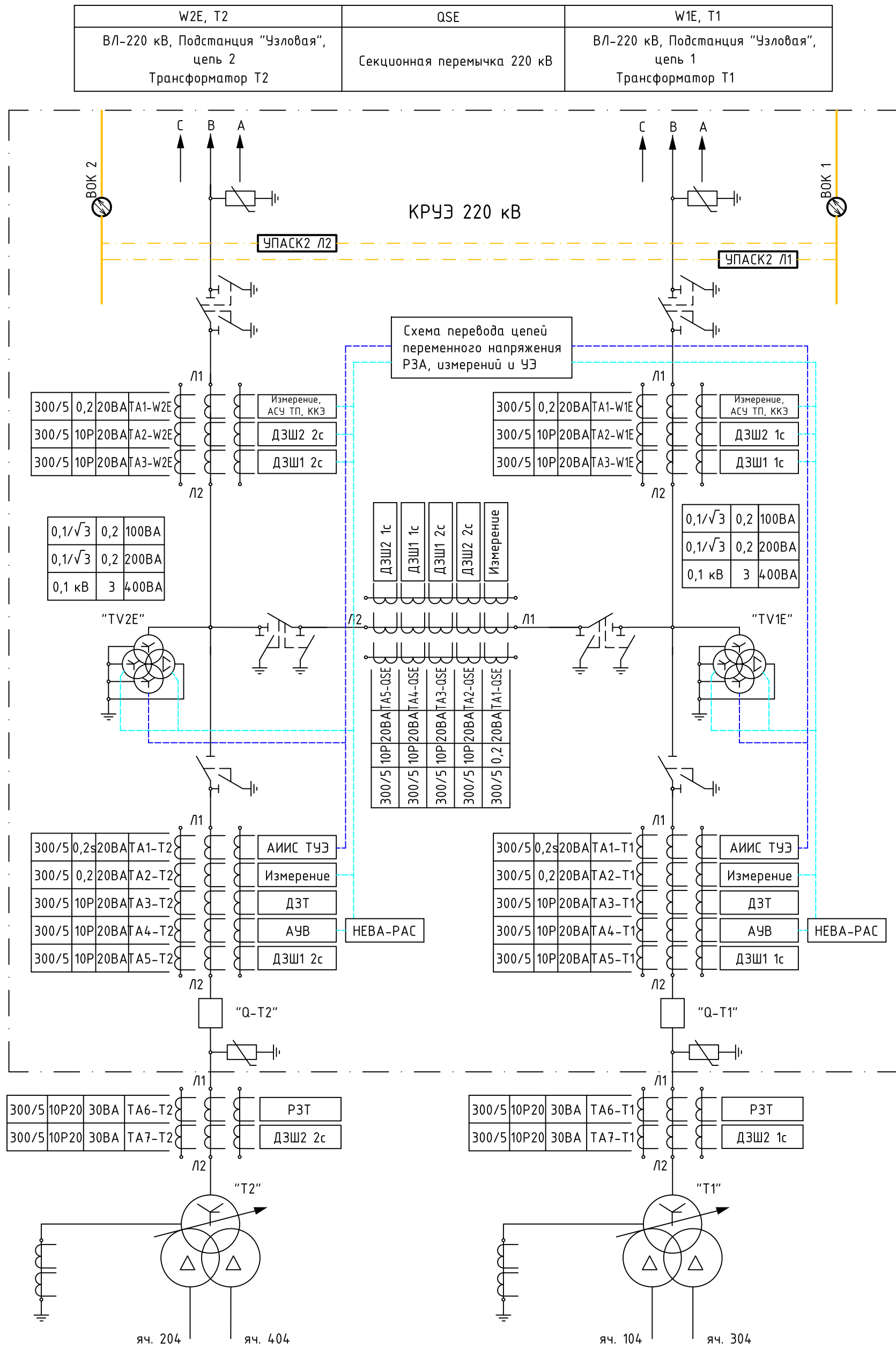
3

Стадия

Лист

Листов

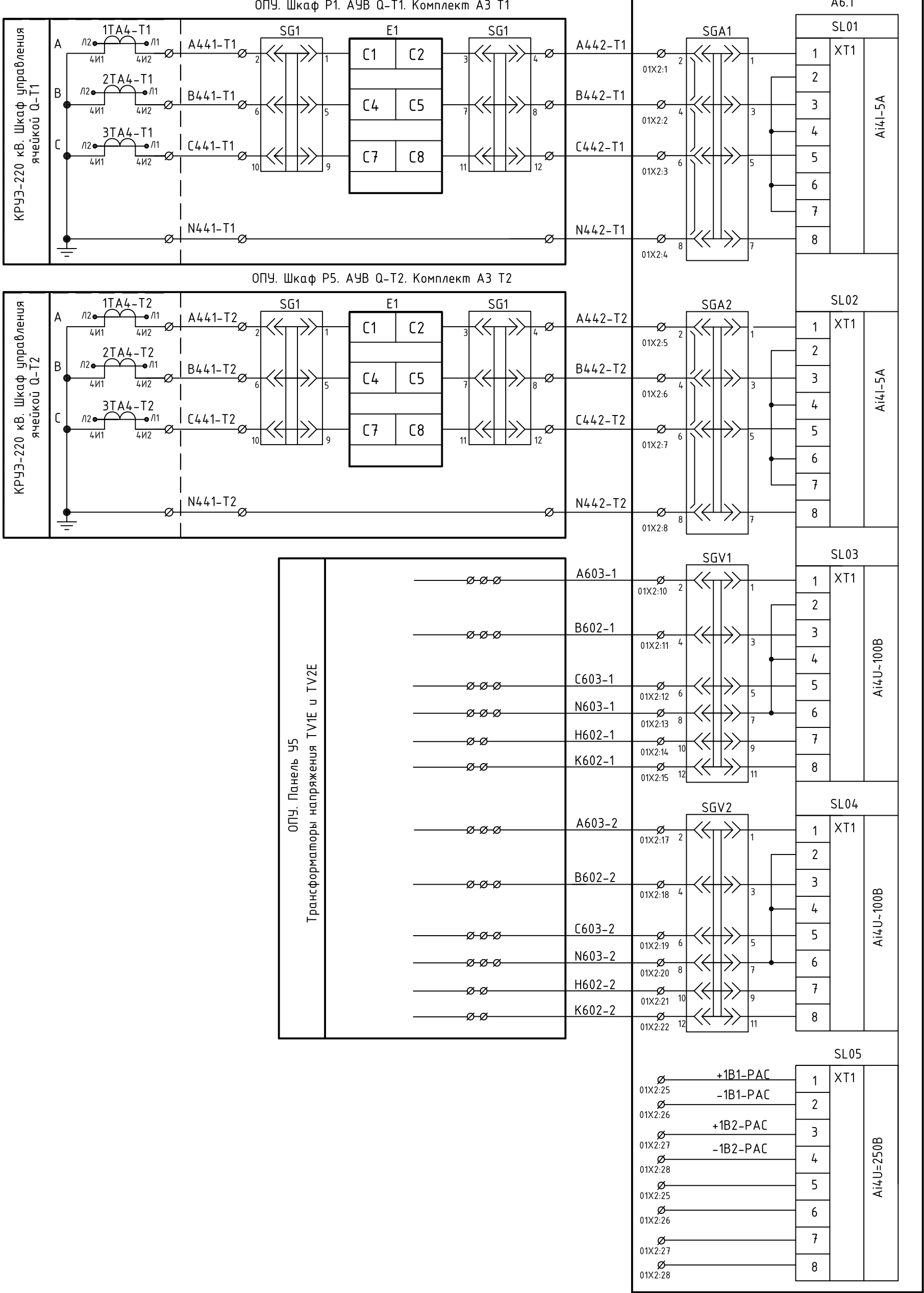
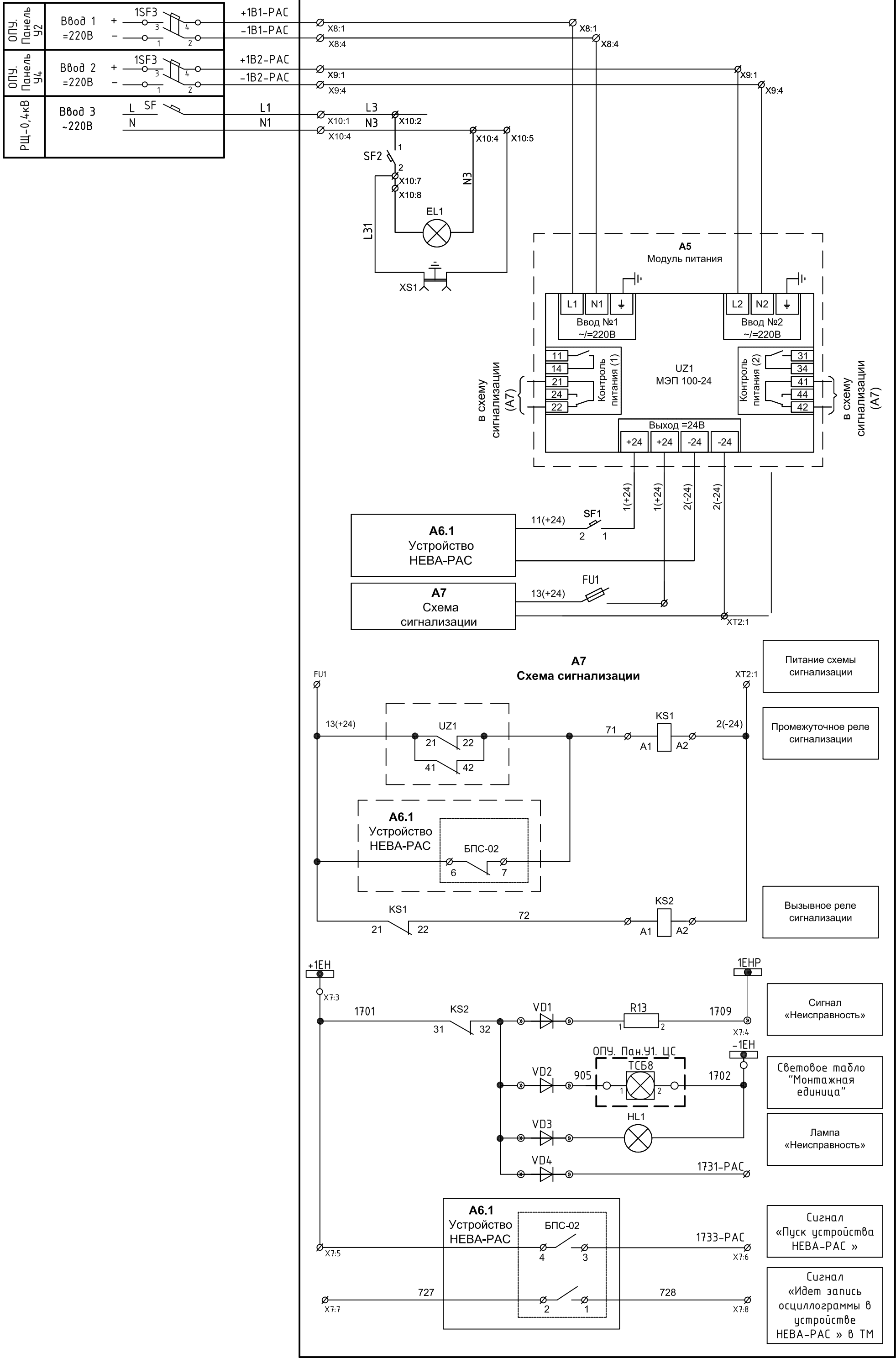
Расчёт уставок



Условные обозначения клемм:
⊗ Клемма измерительная
⊙ Клемма с размыкателем
○ Клемма проходная

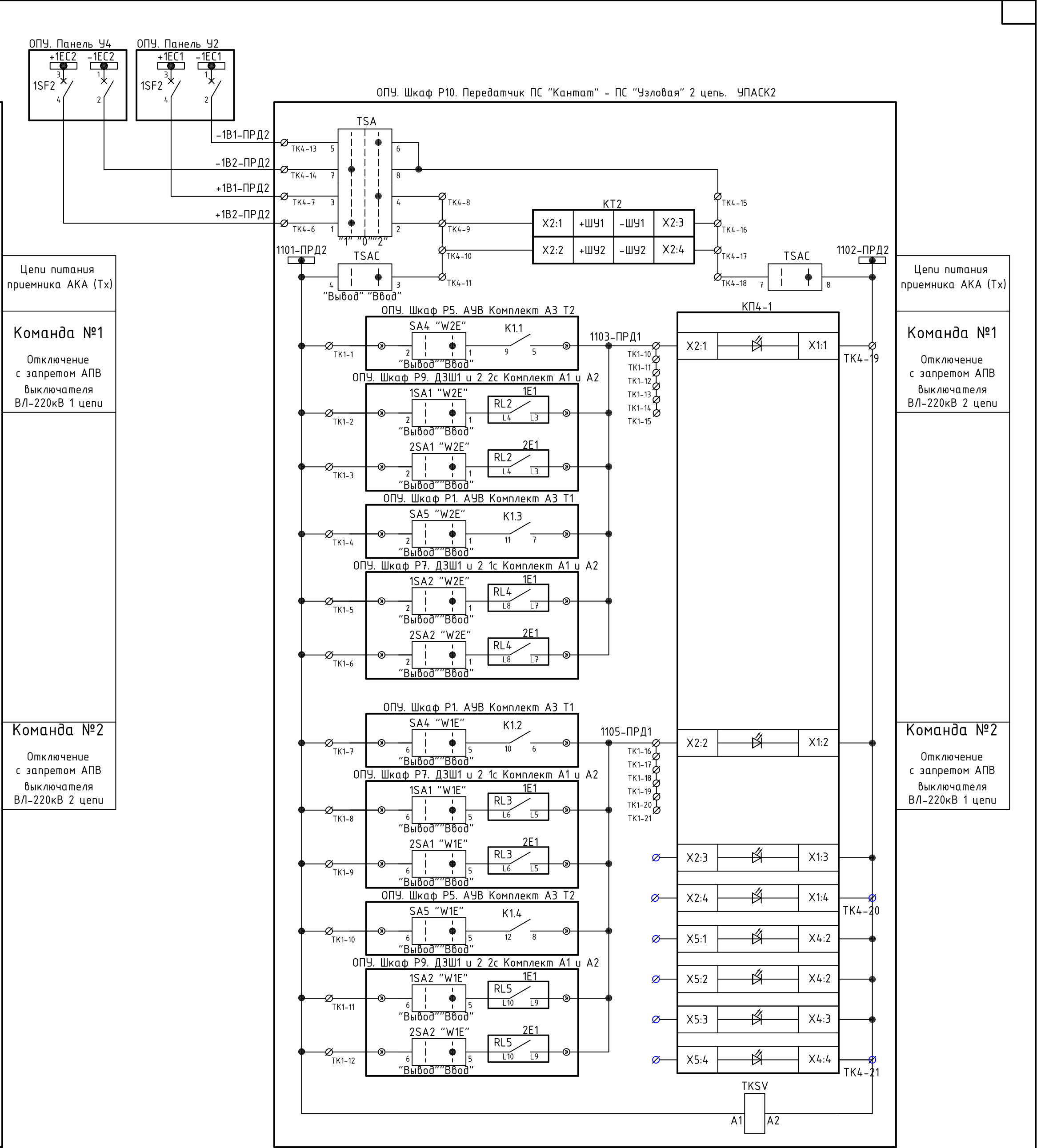
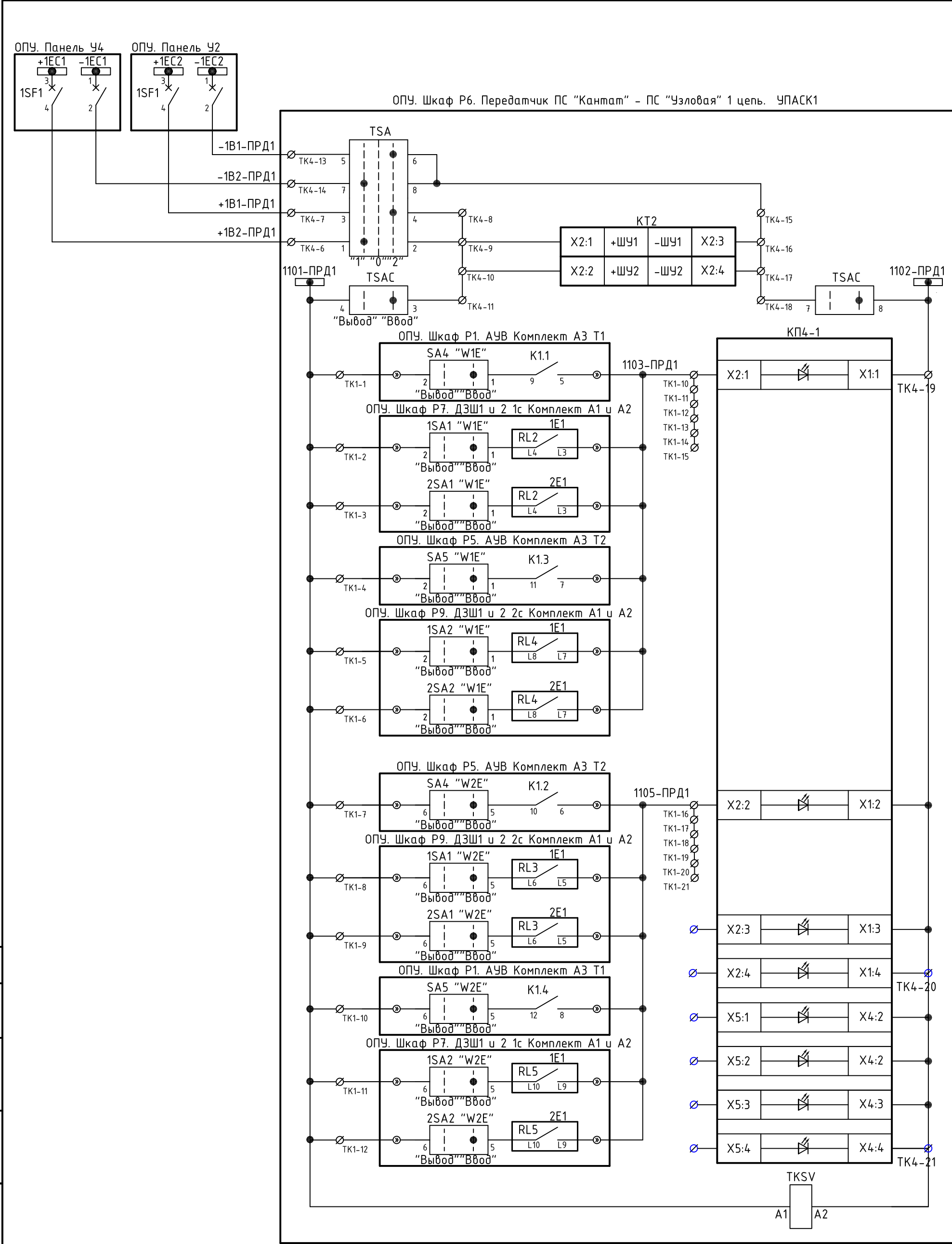
	Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
		П	1	2
	Дифференциальная защита шин. Схема электрическая принципиальная			

Согласовано		
Инв. № подл.	Взаим. инв. №	
	Подп. и дата	



№ канала	Наименование сигнала		
	Выключатель 220кВ Q-T1		Цепи переменного тока
1	Ia		
2	Ib		
3	Ic		
4	3I0		
5	Ia		
6	Ib		
7	Ic		
8	3I0		
9	Ua		
10	Ub		
11	Uc		
12	3U0		
13	Ua		
14	Ub		
15	Uc		
16	3U0		
17	U-1 1ЩПТ		
18	U-1 2ЩПТ		
15	Резерв		
16	Резерв		

Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
	П	1	2
РАС1(2). Схема электрическая принципиальная			



Тх/КП2

Неисправность	
X1:1	X1:2
Предупреждение	
X4:1	X4:2
ПА	
X4:3	X4:4

Соединения:

- TKH1: 3 → 5, 4 → 6
- TKH2: 3 → 5, 4 → 6
- TKH3: 3 → 5, 4 → 6
- TKH4: 3 → 5, 4 → 6

Терминалы:

- K1-20 → TKH1 → 7 → 8 → K1-24
- K1-21 → TKH2 → 7 → 8 → K1-25
- K1-22 → TKH3 → 7 → 8 → K1-26
- K1-23 → TKH4 → 7 → 8 → K1-27
- K1-29 → TSAC → 13 → 14 → K1-30

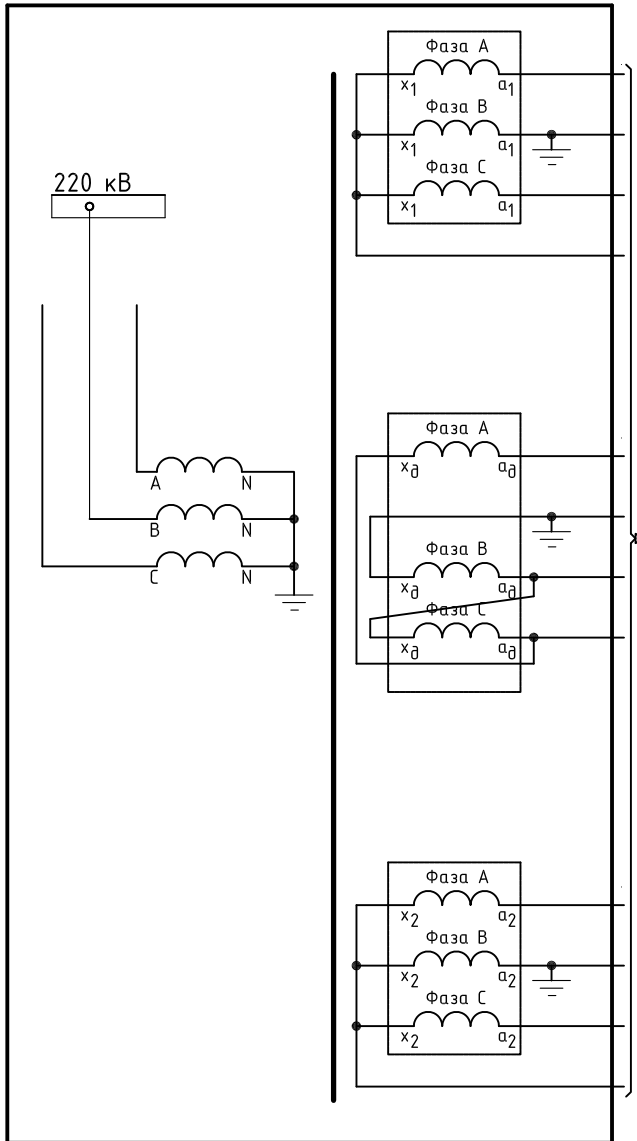
Детали:

- TSAC: "Выход" "Работа"
- TKSV: 15, 16
- TKH1, TKH2, TKH3, TKH4: 1, 2
- VD1, VD2, VD3, VD4: 1, 2
- HL: 1, 2
- EL2: 1, 2
- ТСКБ8: 1, 2

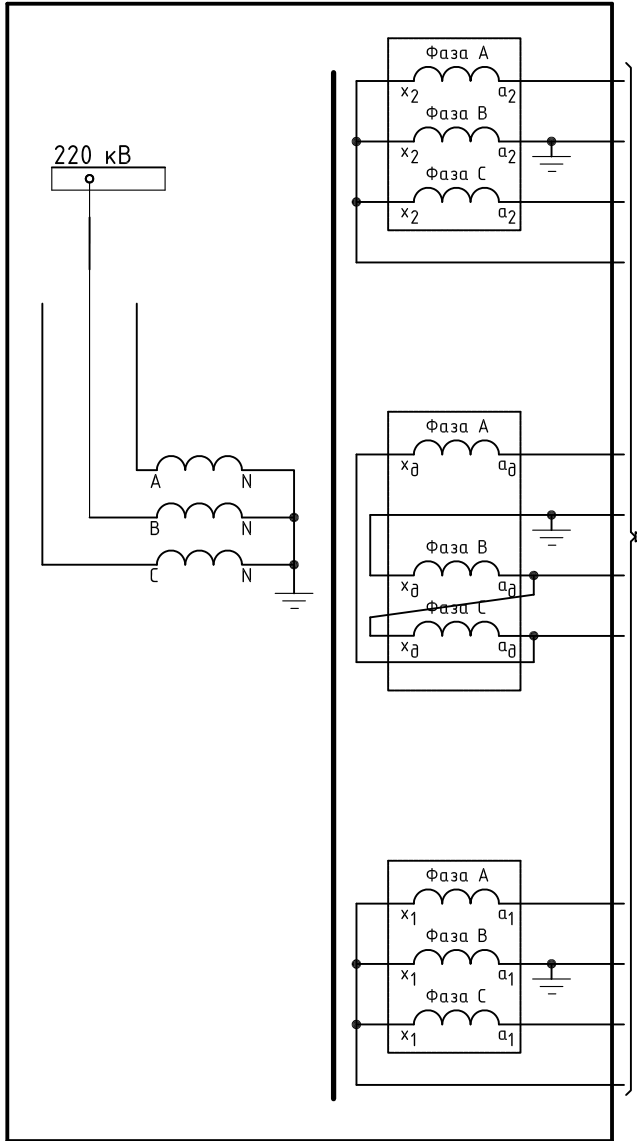
Обозн.	Наименование	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
<u>ОПУ. Шкаф Р6(10). Передатчик ПС "Кантам" - ПС "Узловая" 1(2) цепь. УПАСК1(2)</u>				
Тх/КП2	Передатчик Тх АКА "Кедр" на 8 команд		1	
TKSV	Реле времени	PB0-26	1	
R1, R2	Резистор	C2-35B-50 Вт 3,9 кОм ±10%	2	
HL	Лампа сигнальная		1	
TKH1...TKH4	Реле указательное	РУ 21/220	4	
TSA	Переключатель	194C-C10-3504	1	
TSAC	Переключатель	194C-C10-2504	1	
VD1...VD10	Диод		10	
LSF	Выключатель автоматический	LSN-DC 4C/2	1	
	Клеммы пружинные			

	Центральная трансформаторная подстанция 220/6 кВ	Стадия	Лист	Листов
		П	2	
	УПАСК1(2). Схема электрическая принципиальная			

КРЧЗ-220 кВ. Ячейка 1. Трансформатор напряжения 220 кВ



КРЧЗ-220 кВ. Ячейка 5. Трансформатор напряжения 220 кВ



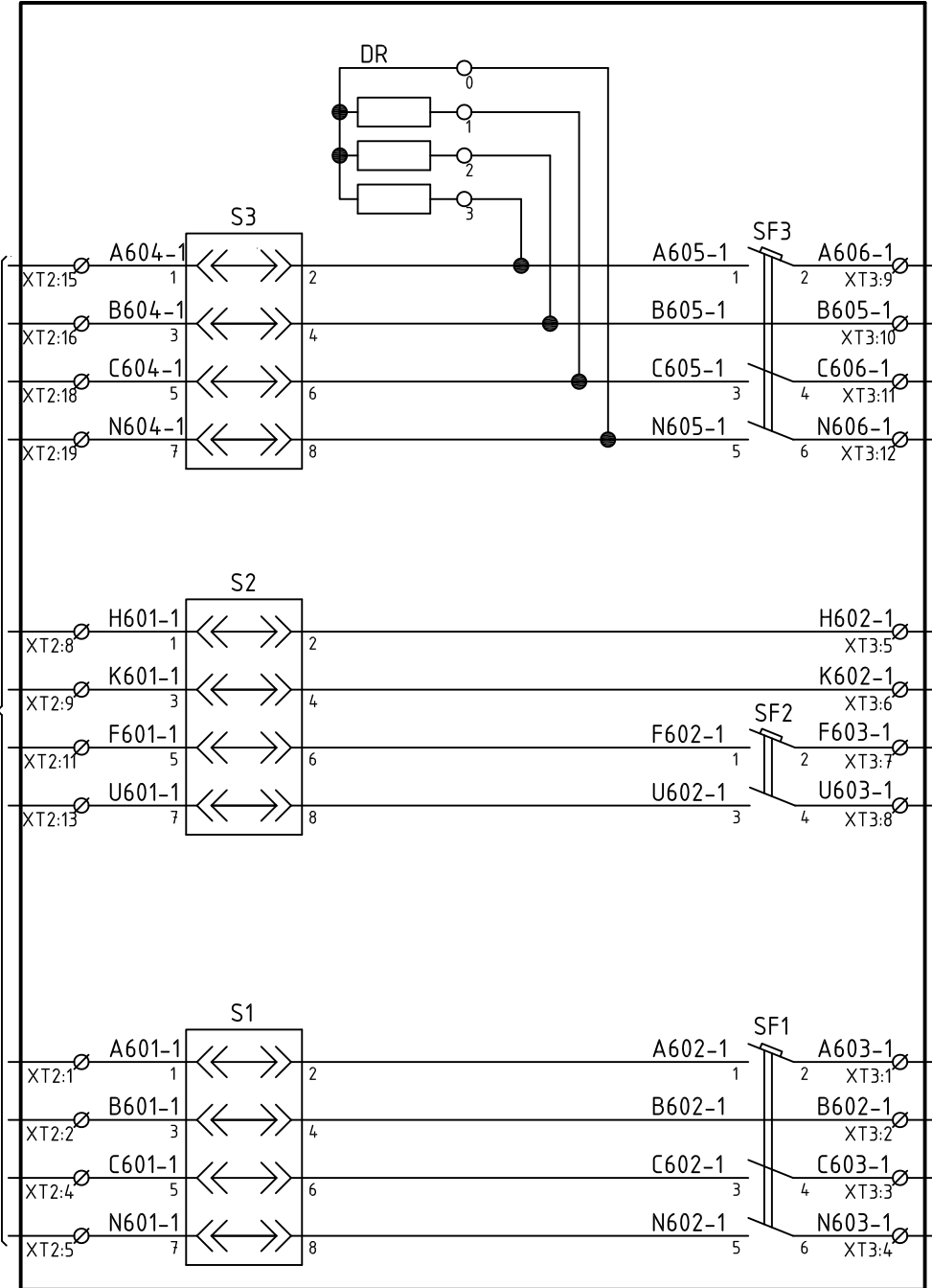
Проверочные расчеты вторичных цепей трансформатора напряжения ТН-1(2)-220										
Поз. обозн.	Мощность потреб., Вт	Уном., В	Ток нагрузки		потери		расс-е до потреб. I макс., м	Сечение расч. Л/л(ххRприсл.)	Фрин. 2	
			Инагр., А осн.обмотки (I/√3xSпр)/Уном.	Инагр., А доп.обм. Sпр/Уном.	ΔU% п.уэ 3,4,5	Rприсл., Ом осн. ΔU/(I√3хИнагр.)				
№1 осн	2,4	57,7	0,1		0,25	1,44	165(195)	3,02(3,6)	4,0	
№2 осн	5	57,7	0,15		1,5	5,8	165(195)	0,5(0,6)	2,5	
№3 доп	5	100		0,05	3		30	165(195)	0,1	2,5

Проверочные расчеты аппаратов защиты во вторичных цепях трансформатора напряжения ТН-1(2)-220										
Поз. обозн.	Мощность втор. обмотки Sп ном., ВА	Уном., В	Сопротивление ТН Zт, Ом	Rкаб, Ом Л/(ххRприсл.)	ZΣ, Ом	Iкз=Уном./√3xZΣ, А осн.	Iкз=Уном./ZΣ, А доп.			
№1 осн	100	57,7	0,111	0,724(0,855)	0,835(0,966)	39,4(134,07)				
№2 осн	200	57,7	0,111	1,158(1,368)	1,269(1,479)	25,93(22,25)				
№3 доп	400	100	0,6	1,158(1,368)	1,758(1,968)			56,88(50,81)		

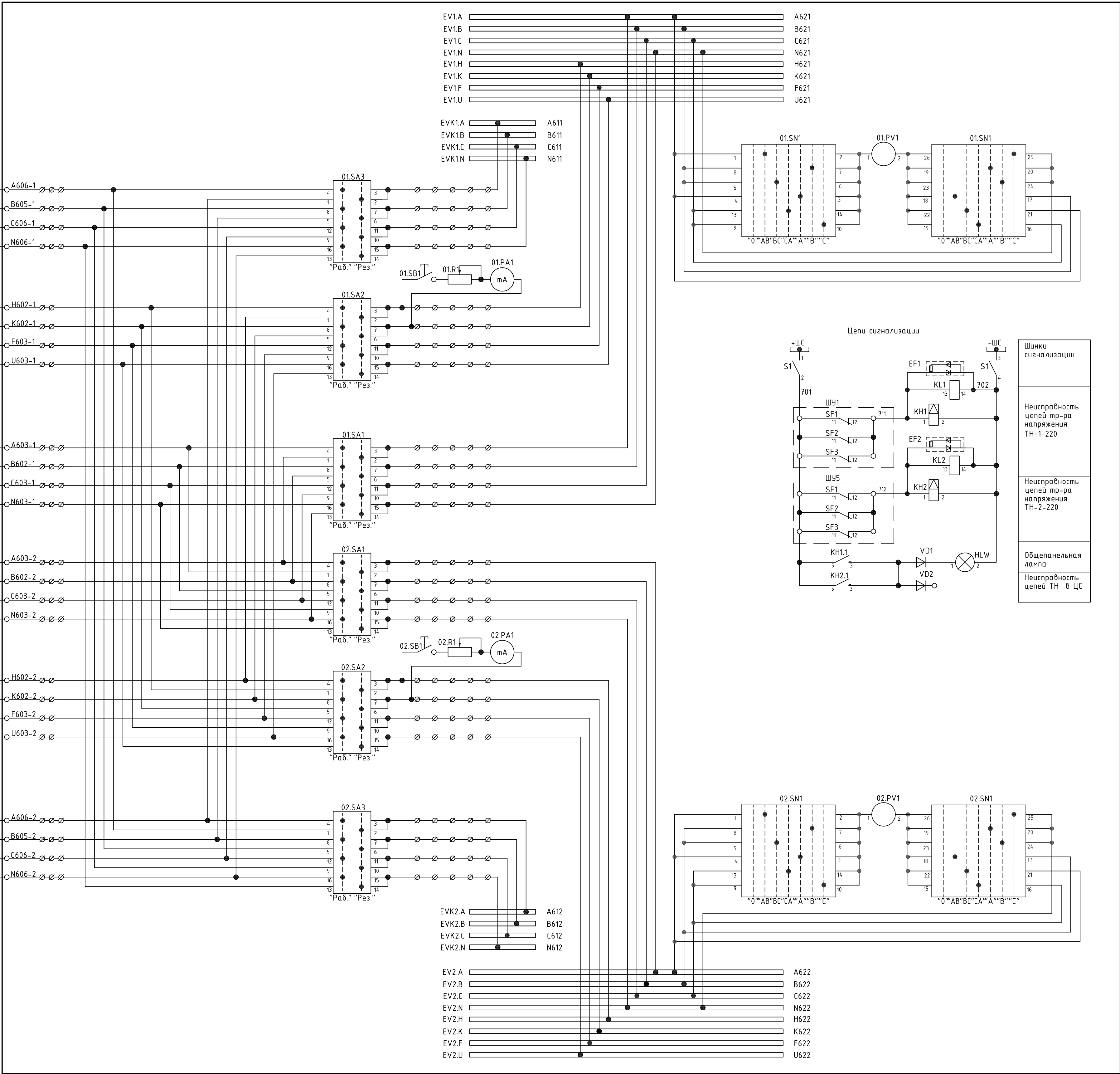
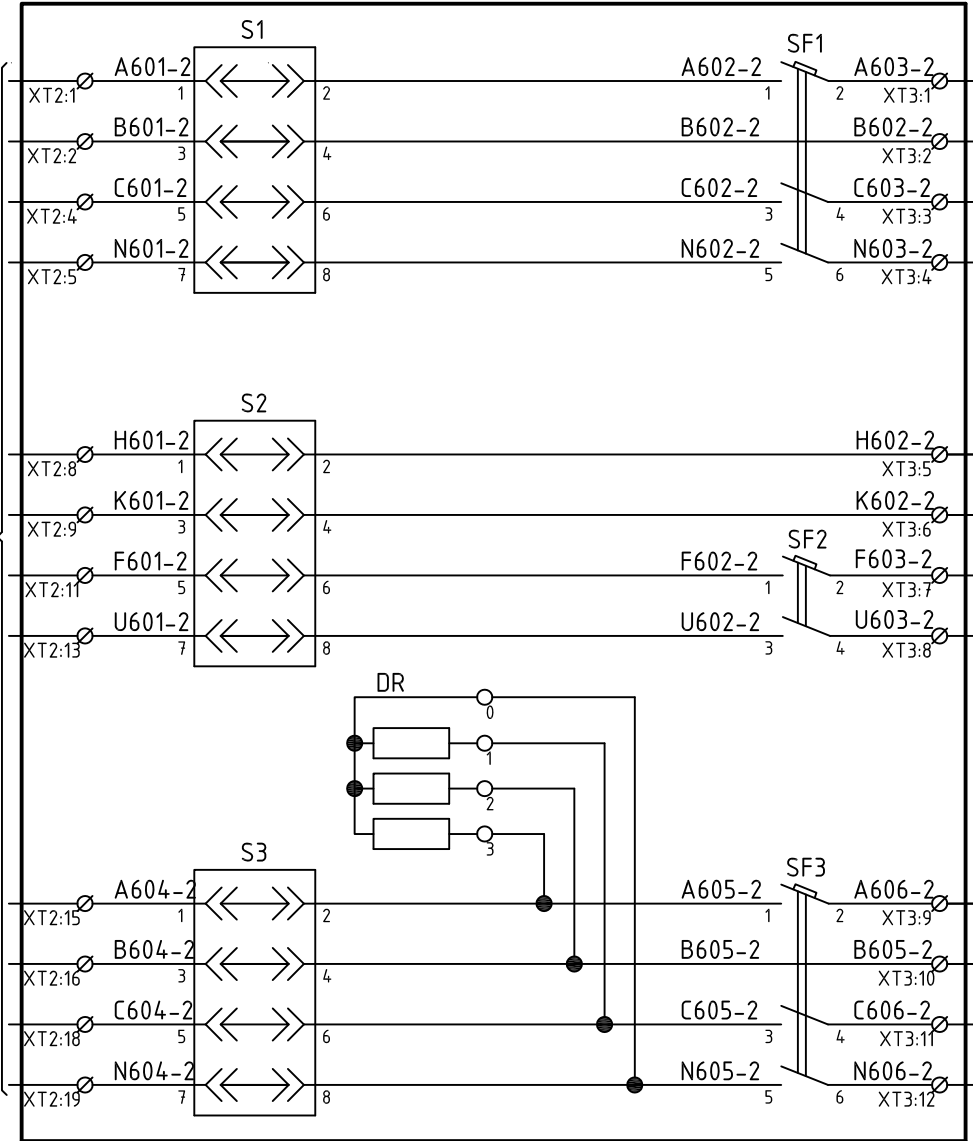
Для обмотки №1 принимается к установке автоматический выключатель Ин-2,5 А с характеристикой В (3-5) х Ин
Для обмотки №2 принимается к установке автоматический выключатель Ин-2,5 А с характеристикой В (3-5) х Ин
Для обмотки №3 принимается к установке автоматический выключатель Ин-2,5 А с характеристикой В (3-5) х Ин
Расчет выполнен на основании РД 34.35.305 "Инструкция по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей"

Номинальная трехфазная мощность в классе точности 0,2: **100 ВА на фазу**. Согласно ГОСТ 1983-2001 вторичная нагрузка измерительных трансформаторов напряжения для их работы в классе точности должна составлять не менее 25% и не более 100% номинальной мощности при номинальном напряжении, т.е. от 25 ВА до 100 ВА на фазу. К измерительным обмоткам трансформаторов напряжения подключаются счетчики электрической энергии, потребляемая мощность которых по цепям напряжения составляет не более 3,6 ВА (3х1,2ВА). Для измерительных обмоток трансформаторов напряжения в качестве дозрузочных устройств вторичных цепей до уровня 25% от номинальной мощности применяется трехфазные дозрузочные резисторы МР3021-Н-100/√3В-(3х30)ВА с защитой от несанкционированного доступа, производства ООО «ЗИП-Научприбор», сертификат соответствия РОСС RU.АЯ24.Н20872 рекомендованы Госстандартом России в МИ 2022-2006 и МИ 2023-2006.

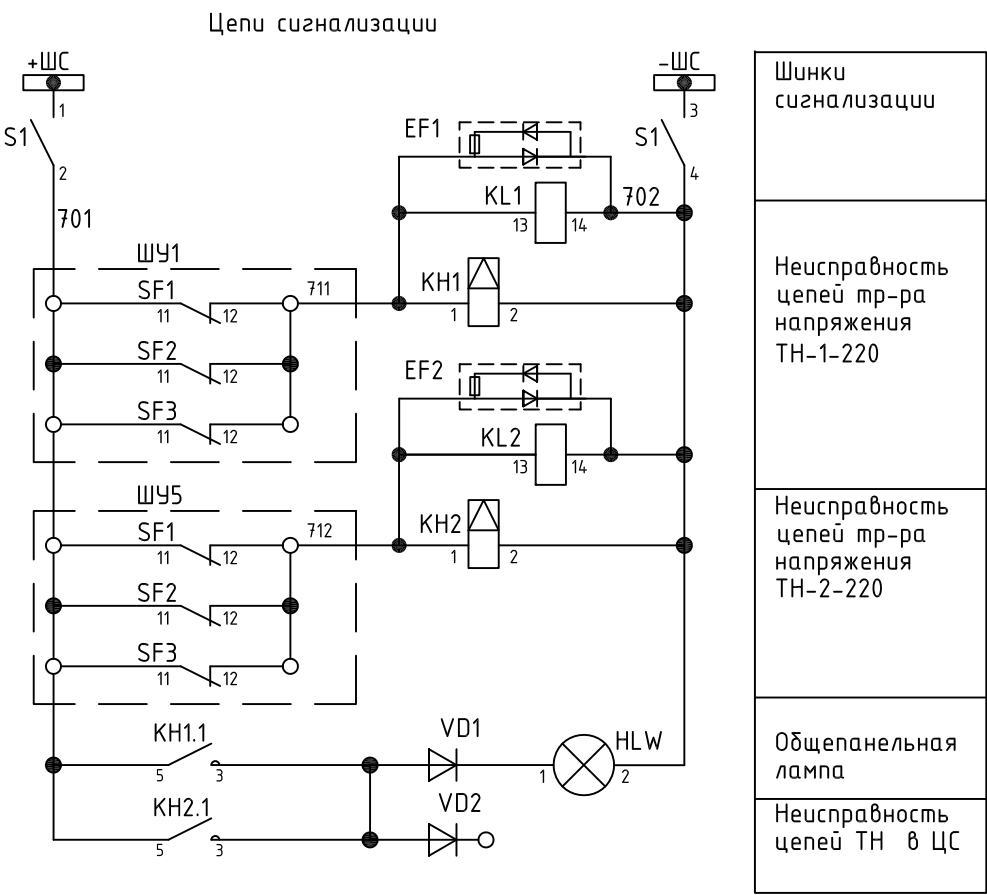
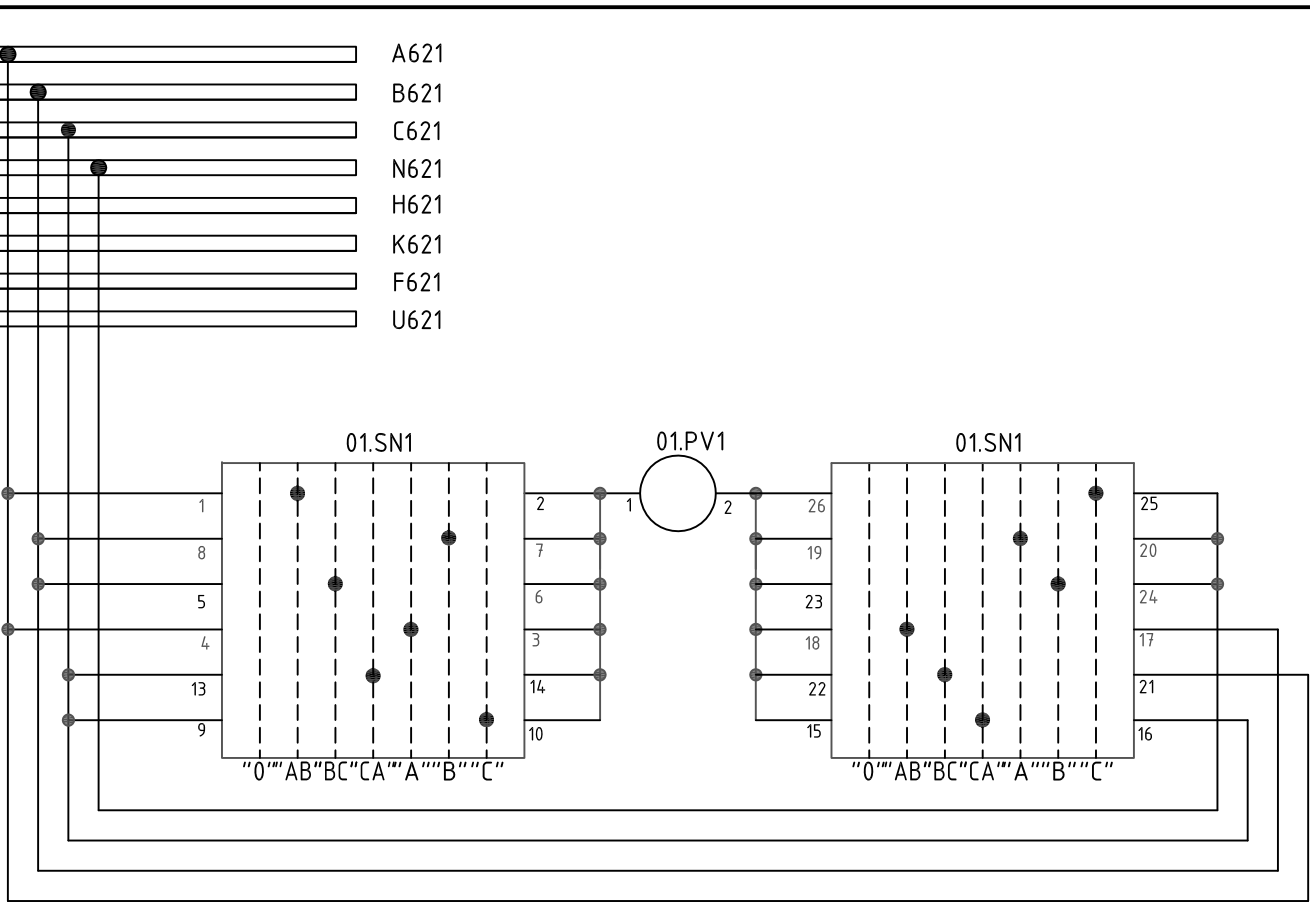
КРЧЗ-220 кВ. Ячейка 1. ЩУ1



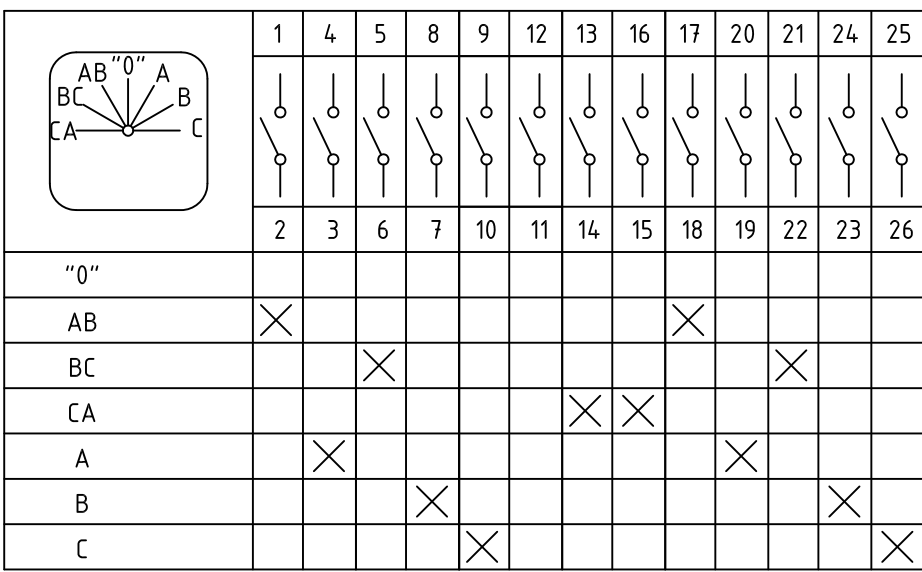
КРЧЗ-220 кВ. Ячейка 5. ЩУ5



Трансформаторы напряжения TV1E и TV2E



1SN1, 2SN1



01SA1-01SA3, 02SA1-02SA3

