



*Общество с ограниченной ответственностью  
"ЭнергоСтройИнжиниринг"*

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

*ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ*

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

*Подраздел 1 "Система электроснабжения"*

*Книга 1. Силовое электрооборудование*

*П2200152-12.12-03-ИОС.1.1*

*Том 4.1.1*

*2013*

*Общество с ограниченной ответственностью  
"ЭнергоСтройИнжиниринг"*

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

*ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ*

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

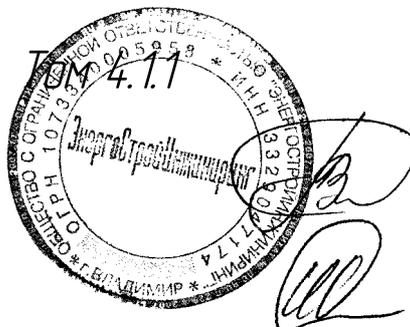
*Подраздел 1 "Система электроснабжения"*

*Книга 1. Силовое электрооборудование*

*П2200152-12.12-03-ИОС.1.1*

*Заместитель директора*

*Главный инженер проекта*



*А.В. Белов*

*И.В. Печников*

<i>Изм.</i>	<i>№ док</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
1	-		05.13
2	-		06.13
3	-		09.13

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



*Состав проектной документации*

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

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Н. контроль.		Каржина М. А.			
Проверил		Печников И. В.			
Разработал		Лазутов А.В.			

П2200152-12.12-03-СП

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

Стадия	Лист	Листов
П	1	2
ООО "ЭСИ"		

*Справка главного инженера*

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

*Главный инженер проекта*



*И.В. Печников*

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

Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

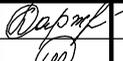
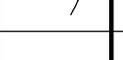
П2200152-12.12-03-СП

## Содержание

1.	Основания, исходные данные и условия для подготовки документации	1.2
2.	Сведения об объекте реконструкции	1.3
3.	Электротехнические решения	1.4
4.	Кабельное хозяйство	1.5
5.	Перечень мероприятий по заземлению (занулению) и молниезащите	1.6
6.	Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости	1.7

Согласовано

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

1	-	Зам.				П2200152-12.12-03-ИОС1.1
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разработал		Каржина М. А.				Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Система электроснабжения. Текстовая часть
Проверил		Печников И. В.			Стадия	
Н. контроль.		Лазутов А.В.			Лист	
						Листов
						П
						1.1
						8
						ООО "ЭСИ"

## 1 Основания, исходные данные и условия для подготовки документации

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

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

Проектная документация разработана с учетом следующих климатических и метеорологических условий:

- климатический район - II;
- климатический подрайон - II В;
- снеговой район - IV;
- ветровой район - I ( $W_0 = 400 \text{ Па}$ );
- гололедный район - II ( $b_3 = 15 \text{ мм}$ );
- средняя годовая температура -  $(+3,6^\circ \text{ C})$ ;
- среднемесячная температура января -  $(-11,8^\circ \text{ C})$ ;
- среднемесячная температура июля -  $(+18,4^\circ \text{ C})$ ;
- абсолютная минимальная температура -  $(-41^\circ \text{ C})$ ;
- абсолютная максимальная температура -  $(+36^\circ \text{ C})$ ;
- преобладающее направление ветра за июнь-август - ЮЗ;
- преобладающее направление ветра за декабрь-февраль - З;
- нормативная глубина промерзания грунта - 145 см.;
- сейсмичность района строительства по MSK-64 - 6.

Проектная документация соответствует заданию на проектирование и требованиям действующих регламентов, стандартов, СНиП и других документов, содержащих установленные требования.

При разработке предпроектных решений использовались основные принципы, отраженные в действующих в ОАО "ФСК ЕЭС" отраслевых и корпоративных руководящих документах.

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

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П2200152-12.12-03-ИОС.1

Лист  
1.2

## 2 Сведения об объекте реконструкции

Действующая подстанция 220/110/35/6 кВ Кудьма, предназначена для электроснабжения потребителей города Кстово и Кстовского района Нижегородской области.

Подстанция расположена в Нижегородской области, Кстовский район, г. Кстово, Промзона.

Эксплуатация осуществляется Нижегородским предприятием МЭС Волги филиала ОАО "ФСК ЕЭС".

В настоящее время на подстанции в эксплуатации находятся:

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

Документацией по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2" предусмотрена установка автотрансформатора АТ-2 мощностью 125 МВА.

- два трансформатора 110/35/6 кВ мощностью 63 МВА каждый (3Т, 4Т).

- открытое распределительное устройство 220кВ, выполненное по схеме 220-5 "Мостик с отделителем в цепи АТ и ремонтной перемычкой со стороны линии". К шинам 220 кВ присоединяются автотрансформатор АТ-1, ВЛ 220 кВ Бобыльская-Кудьма и ВЛ 220 кВ Назорная-Кудьма.

Документацией по титулу "Реконструкция ПС 500 кВ Нижегородская и ПС 220 кВ Кудьма с учетом строительства ПП 220 кВ Русвинил и ЛЭП 220 кВ ПС Нижегородская - ПС Кудьма с заходами на ПП 220 кВ Русвинил" предусмотрена реконструкция ОРУ 220 кВ с переходом на схему 220-13 "Две рабочие системы шин" и увеличением количества присоединений до четырех. Данная схема предполагает наличие резервной ячейки.

ОРУ 110 кВ выполнено по схеме "Две рабочие и обходная системы шин". ОРУ имеет девять присоединений: шесть ВЛ 110 кВ, АТ-1, Т-3 и Т-4.

РУ 6 кВ - ЗРУ выполнено по схеме "Две секционированные системы сборных шин".

Схема питания собственных нужд переменного тока принята с неявным резервом. Питание нагрузок собственных нужд выполнено от щита СН, который запитан от двух трансформаторов собственных нужд ТСН-1 и ТСН-2 мощностью 400 кВА каждый, напряжением 6/0,4 кВ.

В настоящее время трансформаторы собственных нужд подключены к шинам существующего ЗРУ-6кВ.

Документацией по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2" предусматривается установка нового ТСН-2Н мощностью 630кВА, его подключение ко 2СШ КРУ-6кВ-БМЗ и перевод питания 2СШ-0,4кВ щита СН с существующего ТСН на ТСН-2Н.

Оперативный ток на подстанции постоянный 220 В от аккумуляторной батареи. В настоящее время в эксплуатации на ПС Кудьма находится одна аккумуляторная батарея типа 7БП-700, состоящая из 120 элементов. Заряд и подзаряд АБ осуществляется выпрямительно-зарядными устройствами 1ВУ и 2ВУ.

Панели управления, релейной защиты, щиты СН постоянного и переменного тока, аккумуляторная батарея, аппаратура связи размещены в существующем здании ОПУ.

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

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	П2200152-12.12-03-ИОС11	Лист
							13

### 3 Электротехнические решения

Оборудование, предлагаемое к установке при реконструкции ПС 220 кВ "Кудьма":

Открытая часть подстанции:

1. Опорные изоляторы 20 кВ.
2. Реакторы токоограничивающие однофазные сухие наружной установки  $U_{ном} = 6\text{кВ}$ ,  $I_{ном} = 630\text{А}$ ,  $x_{ном} = 0,28\ \Omega$ .
3. Трансформатор силовой сухой трехфазный двухобмоточный напряжением 6/0,4кВ мощностью 630кВА, схема соединения обмоток Д/Ун-11 исполнения У1.
4. Разъединитель 35кВ трехполюсный, на номинальный ток  $I_{ном} = 3150\text{А}$ , с двигательными приводами главных и заземляющих ножей, двумя комплектами заземляющих ножей.
5. Ограничители перенапряжений 6кВ наружной установки.

КРУ-6кВ-БМЗ:

1. шкаф КРУ секционного выключателя;
2. шкаф КРУ секционного разъединителя;
3. шкафы КРУ кабельного ввода/вывода;
4. шкаф КРУ ТН ввода;
5. шкаф КРУ ТН с шинным заземлителем и ограничителем перенапряжений;
6. шинный мост 6кВ, соединяющий секции шин 6кВ.

Подключение вновь устанавливаемых токоограничивающих реакторов к выводам 6кВ АТ-1 производится через трехполюсный разъединитель 35кВ при помощи шинного моста с жесткой ошиновкой, выполненной из алюминиевых шин марки АД31Т сечением 100х6 мм. Шины прокладываются по опорным изоляторам класса напряжения 20 кВ с керамической изоляцией.

Расстояние между фазами принимается 900 мм, длина пролета между изоляторами – не более 1800 мм.

Подключение вновь устанавливаемого трансформатора собственных нужд к 1СШ-6кВ КРУ-6кВ-БМЗ осуществляется через ячейку КРУ-6кВ с вакуумным выключателем.

Подключение вновь устанавливаемого трансформатора собственных нужд к 1СШ-0,4кВ щита СН осуществляется через вновь устанавливаемый выключатель 0,4кВ выкатного исполнения на номинальный ток 1250А, который монтируется на место демонтируемого существующего вводного выключателя.

Существующий трансформатор ТСН-1 остается в холодном резерве. Кабельная линия, связывающая ТСН-1 и ЩСН-0,4кВ, демонтируется.

Для подключения существующего прибора учета электрической энергии 1СШ-0,4кВ предусмотрена замена существующего трансформатора тока 0,4кВ с коэффициентом трансформации 300/5 на новый с коэффициентом трансформации 1000/5 и классом точности 0,5S.

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

2	-	Зам.			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П2200152-12.12-03-ИОС.1.1

Кроме того, документацией предусматривается замена существующего секционного автоматического выключателя на новый выключатель выкатного исполнения с номинальным током 1250А.

Подключение вновь устанавливаемых выключателей к сборным шинам 0,4кВ осуществляется при помощи алюминиевых шин сечением 80х6 мм.

Для питания оперативных цепей вновь устанавливаемого шкафа ДЗО НН АТ-1 и МП-терминала ДЗО НН АТ-1 предусматривается установка в шкафу №28 ШОТ-РЗ №2 двух автоматических выключателей типа S282UC/2P/2K.

Документацией предусматривается выполнение кольцевых схем питания оперативных цепей выключателей и терминалов РЗА, цепей обогрева и освещения ячеек КРУ-6кВ.

Для питания терминалов РЗА, оперативных цепей выключателей ячеек КРУ-6кВ и цепей дистанционного управления разъединителем 35 кВ в шкафу №28 ШОТ-РЗ №2 устанавливаются три автоматических выключателя типа S282UC/2P/2K и два автоматических выключателя типа S282UC/2P/6K.

Для питания двигателей заводки пружин выключателей, цепей освещения ячеек КРУ-6кВ, АВР питания счетчиков, цепей обогрева приводов разъединителя и блока дистанционного управления разъединителем в панелях П-1 0,4кВ, П-2 0,4кВ, устанавливаемых по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2", монтируются восемь автоматических выключателей NG125H/1р/10С, для питания приводов разъединителя в панелях П-1 0,4кВ, П-2 0,4кВ монтируются два автоматических выключателя NG125H/3р/10С, для питания цепей обогрева ячеек КРУ-6кВ в панелях П-1 0,4кВ, П-2 0,4кВ монтируются два автоматических выключателя NG125H/1р/16С.

#### 4 Кабельное хозяйство

При реконструкции собственных нужд ПС Кудьма возникает необходимость прокладки силовых кабелей и кабелей вторичной коммутации.

Сечение кабелей выбрано с учетом установленной мощности электроприемников и проверено по потере напряжения. Контрольные кабели применены экранированные, с экраном типа "фольга".

Все кабели выбраны с оболочкой, не распространяющей горение, с малым дымо- и газовыделением (с индексом нг-LS).

Прокладка силовых и контрольных кабелей предусматривается:

- по открытой части подстанции - в существующих и вновь проектируемых наземных ж/б лотках;

- в здании ОПУ - в существующих кабельных каналах;

- в здании КРУ-6кВ-БМЗ - в лотках по шкафам КРУ и по стенам.

Прокладка кабелей от ж/б лотков к разъединителю 35кВ и между разъединителем 35 кВ и

Взам. инв. №					
	Подп. и дата				
Инв. № подл.	Прокладка кабелей от ж/б лотков к разъединителю 35кВ и между разъединителем 35 кВ и				
	2	-	Зам.		
1	-	Зам.			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
П2200152-12.12-03-ИОС1.1					Лист
					15



Защита оборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений обеспечивается ограничителями перенапряжений, устанавливаемыми на выводах 6кВ автотрансформатора АТ-2 и в шкафу трансформатора напряжения.

Настоящей документацией предусматривается выполнение заземления шинного моста 6кВ, токоограничивающих реакторов 6кВ и ТСН-1Н, представляющего собой вертикальные электроды из круглой стали диаметром 18 мм длиной 5м, соединенные между собой горизонтальными заземлителями из стальной полосы сечением 4х50мм, проложенными на глубине 0,7м.

Проектируемые элементы контура заземления присоединяются к существующему контуру заземления ПС.

Вновь прокладываемые заземляющие проводники защищаются от коррозии материалами типа "Цинол" или "Цинотан" в местах входа в грунт на 20 см выше и ниже поверхности грунта, в местах сварных соединений на 5-10 см в обе стороны от сварного шва.

Заземление вновь устанавливаемых шкафов КРУ-6кВ выполняется путем их присоединения к заземленным закладным металлоконструкциям здания КРУ-6кВ-БМЗ, установка которого предусмотрена титулом "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2".

## 6 Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости

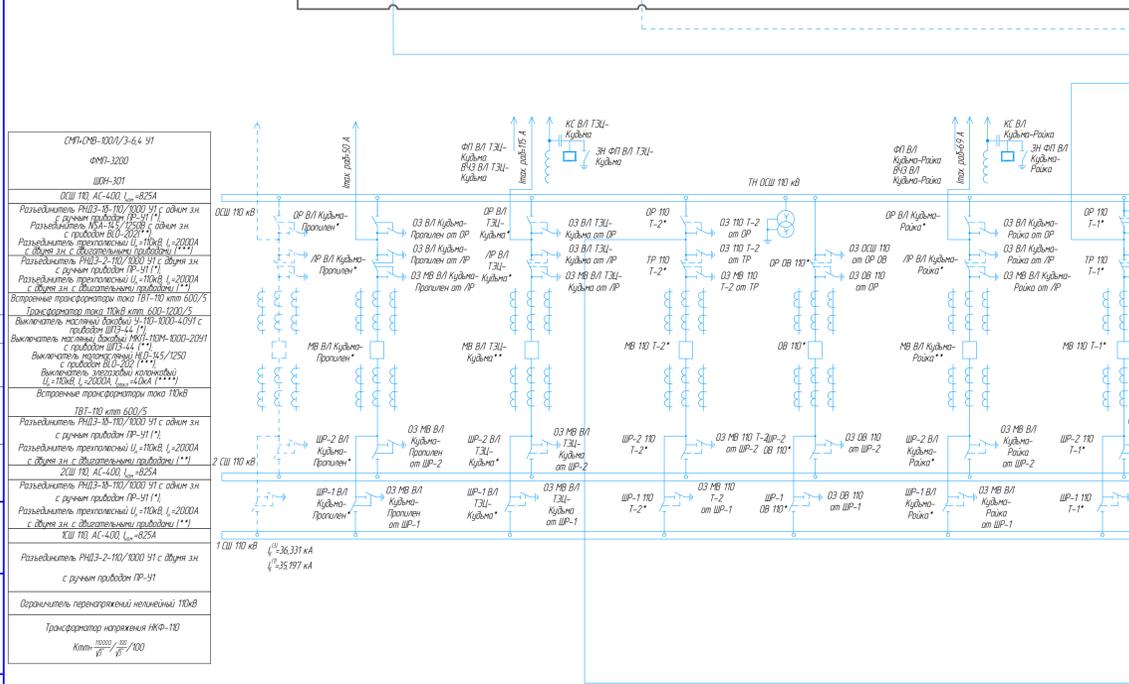
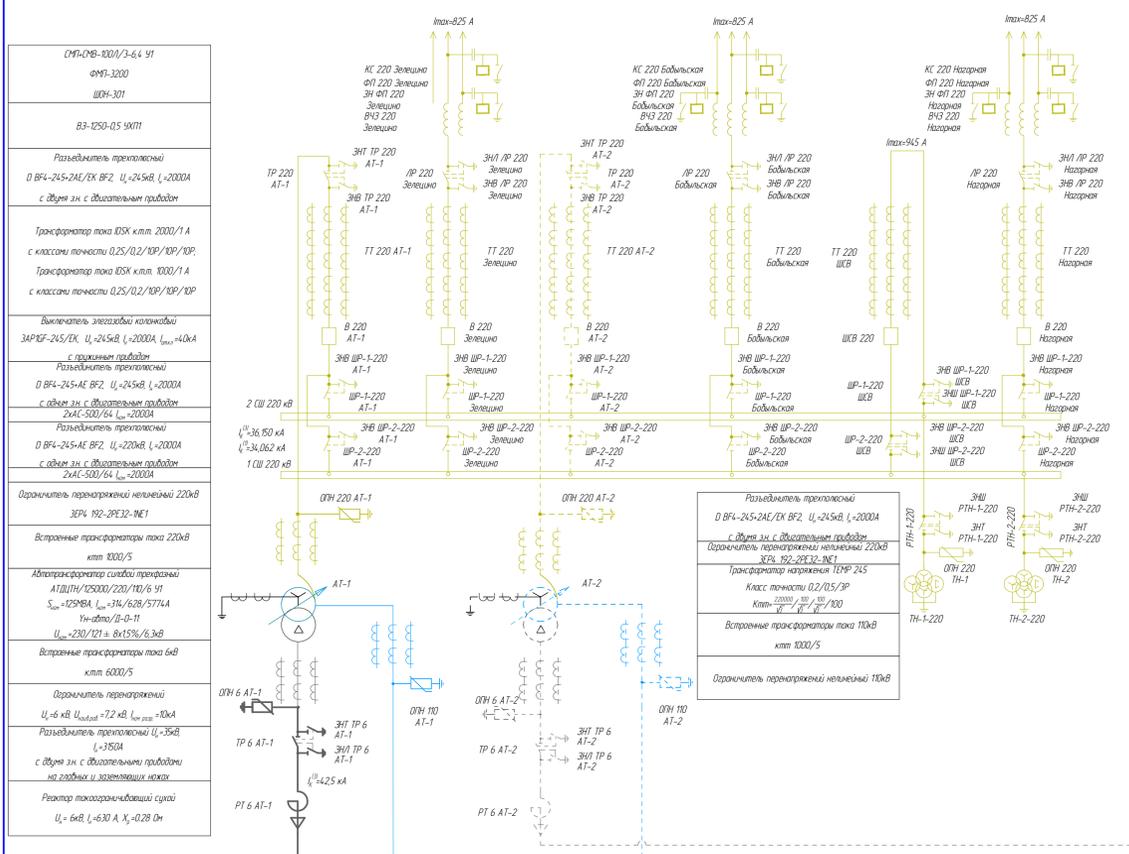
Настоящей документацией предусмотрен ряд мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки (ЭМО) на ПС и защите вторичных цепей от импульсных помех:

- прокладка контрольных и силовых кабелей по разным трассам.
- металлические оболочки и броня кабелей управления, измерения и сигнализации заземляются на ОРУ и в ОПУ. При этом присоединение металлических оболочек и броневых покрытий к заземляющему устройству выполняется в месте их ввода в здание ОПУ, а также в местах концевой разделки кабелей. Экраны типа фольги заземляются только в местах концевой разделки кабелей.

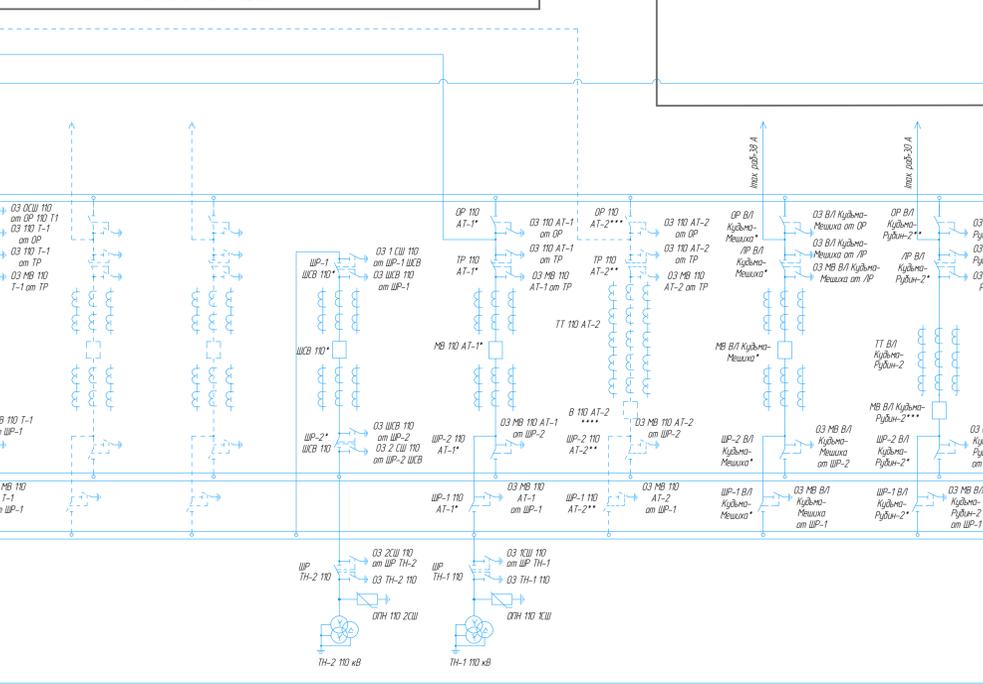
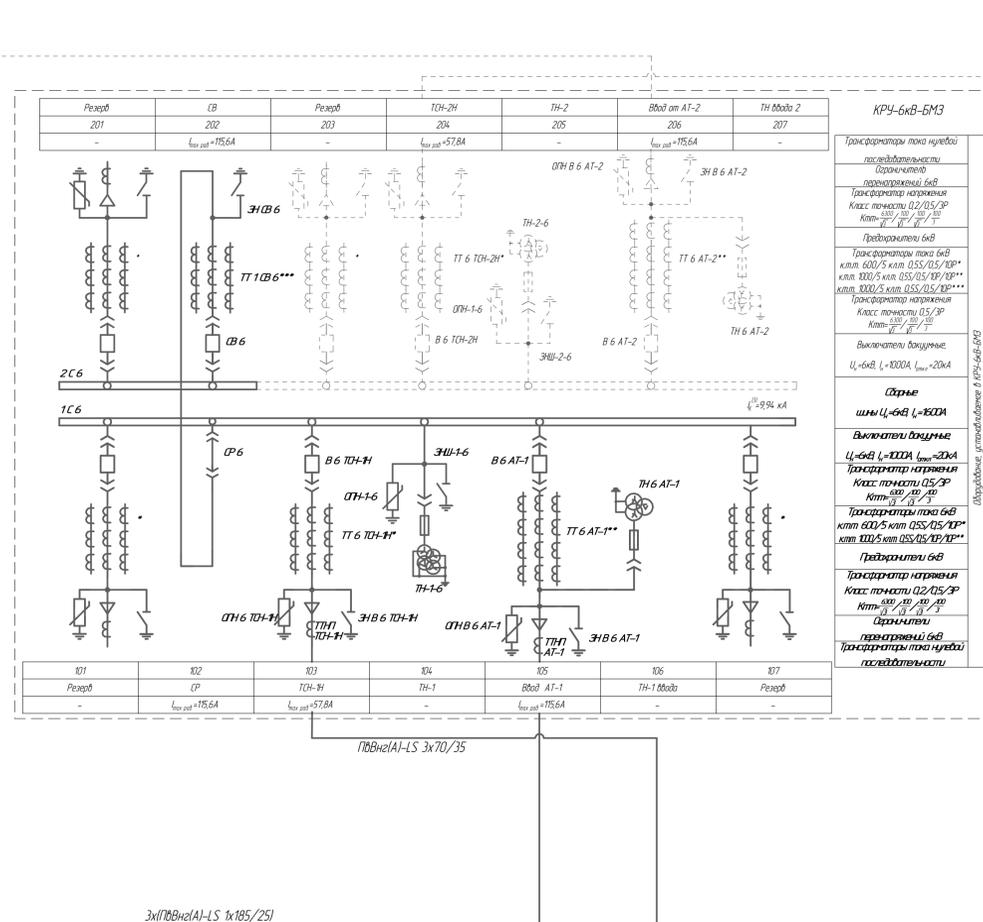
Соединение заземляющих защитных проводников выполняется пайкой или опрессовкой в концевых заделках и соединительных муфтах на кабелях. Контактные соединения в цепи заземления должны соответствовать классу 2 по ГОСТ 10434-82. После окончания работ по прокладке кабелей выполняется герметизация проемов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
			1	-	Нов.		
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Автоматический выключатель АТ-1	ВЛ 220 кВ Кудьма-Зеленица	Автоматический выключатель АТ-2	ВЛ 220 кВ Большая-Кудьма	Секционные выключатели ША 20Ш	ВЛ 220 кВ Назаров-Кудьма ША 10Ш
---------------------------------	---------------------------	---------------------------------	--------------------------	-------------------------------	---------------------------------

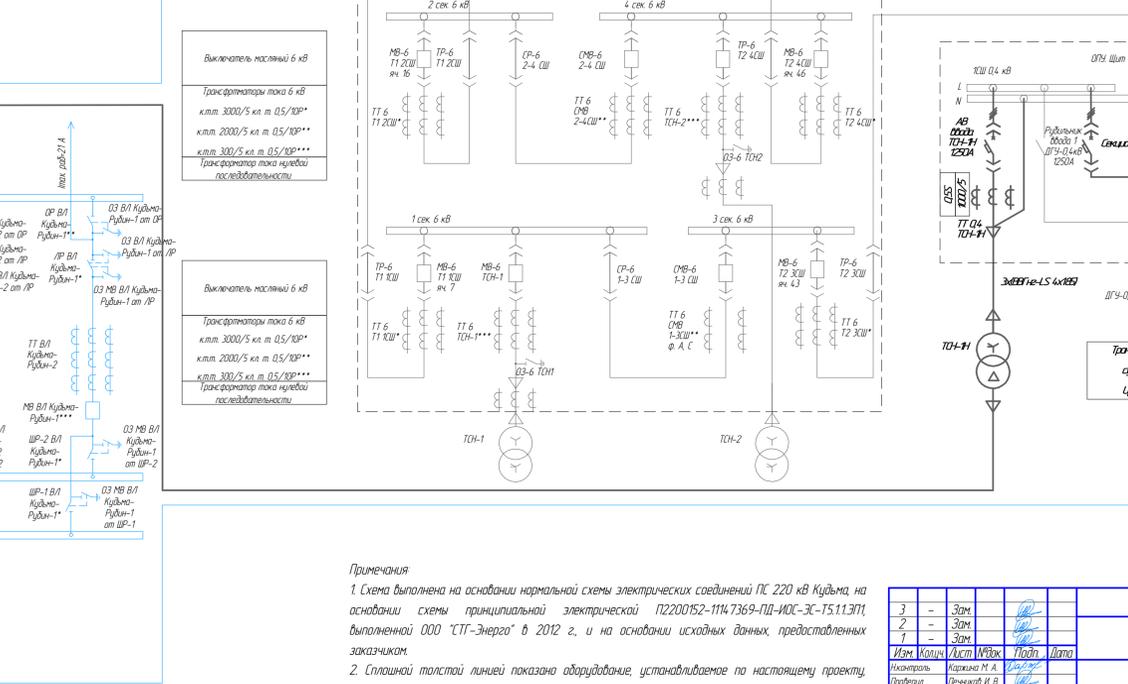
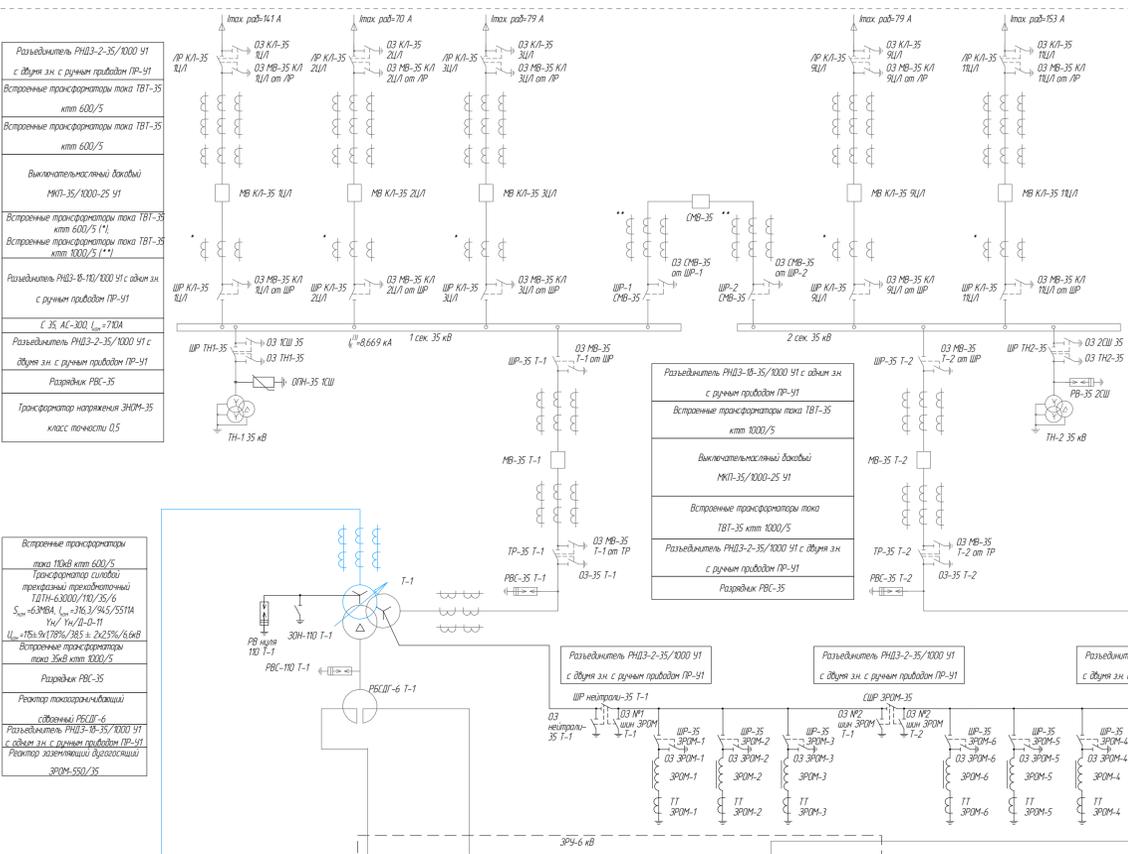


ВЛ 110 кВ Кудьма-ТТ 4 Лукойл*	ВЛ 110 кВ Кудьма-Прогноз	ВЛ 110 кВ Назаровская ТЭЦ-Кудьма с отпайкой на ПС Федюково (ВЛ ТЭЦ-Кудьма)	Трансформатор Т-2	ОВ 110 кВ	ВЛ 110 кВ Кудьма-Раика с отпайкой на ПС Федюково (ВЛ Кудьма-Раика)	Трансформатор Т-1	КВЛ 110 кВ Назаровская ТЭЦ-Кудьма 2	КВЛ 110 кВ Назаровская ТЭЦ-Кудьма 3	ШВБ 110 кВ ША 20Ш 10 кВ	Автоматический выключатель АТ-1 ША 20Ш 10 кВ	Автоматический выключатель АТ-2	ВЛ 110 кВ Кудьма-Мешко	ВЛ 110 кВ Кудьма-Рубин №1	ВЛ 110 кВ Кудьма-Рубин №2
-------------------------------	--------------------------	--	-------------------	-----------	--	-------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	--	---------------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------



ВЛ 110 кВ Кудьма-ТТ 4 Лукойл*	ВЛ 110 кВ Кудьма-Прогноз	ВЛ 110 кВ Назаровская ТЭЦ-Кудьма с отпайкой на ПС Федюково (ВЛ ТЭЦ-Кудьма)	Трансформатор Т-2	ОВ 110 кВ	ВЛ 110 кВ Кудьма-Раика с отпайкой на ПС Федюково (ВЛ Кудьма-Раика)	Трансформатор Т-1	КВЛ 110 кВ Назаровская ТЭЦ-Кудьма 2	КВЛ 110 кВ Назаровская ТЭЦ-Кудьма 3	ШВБ 110 кВ ША 20Ш 10 кВ	Автоматический выключатель АТ-1 ША 20Ш 10 кВ	Автоматический выключатель АТ-2	ВЛ 110 кВ Кудьма-Мешко	ВЛ 110 кВ Кудьма-Рубин №1	ВЛ 110 кВ Кудьма-Рубин №2
-------------------------------	--------------------------	--	-------------------	-----------	--	-------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	--	---------------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------

КЛ-35 кВ 1У1	КЛ-35 кВ 2У1	КЛ-35 кВ 3У1	Трансформатор Т-1	СМБ-35 кВ	КЛ-35 кВ 9У1	Трансформатор Т-2	КЛ-35 кВ 11У1
--------------	--------------	--------------	-------------------	-----------	--------------	-------------------	---------------



КЛ-35 кВ 1У1	КЛ-35 кВ 2У1	КЛ-35 кВ 3У1	Трансформатор Т-1	СМБ-35 кВ	КЛ-35 кВ 9У1	Трансформатор Т-2	КЛ-35 кВ 11У1
--------------	--------------	--------------	-------------------	-----------	--------------	-------------------	---------------

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Председателя Правления –  
Главный инженер ОАО "ФСК ЕЭС"

В. П. Дюков  
2013 г.

СОГЛАСОВАНО  
Первый заместитель Генерального директора – главный инженер филиала ОАО "ФСК ЕЭС" – МЭС Волгуи

С. В. Авалун  
2013 г.

Заместитель Генерального директора филиала ОАО "СО ЕЭС" – ОДУ Средней Волгуи

В. А. Крицкий  
2013 г.

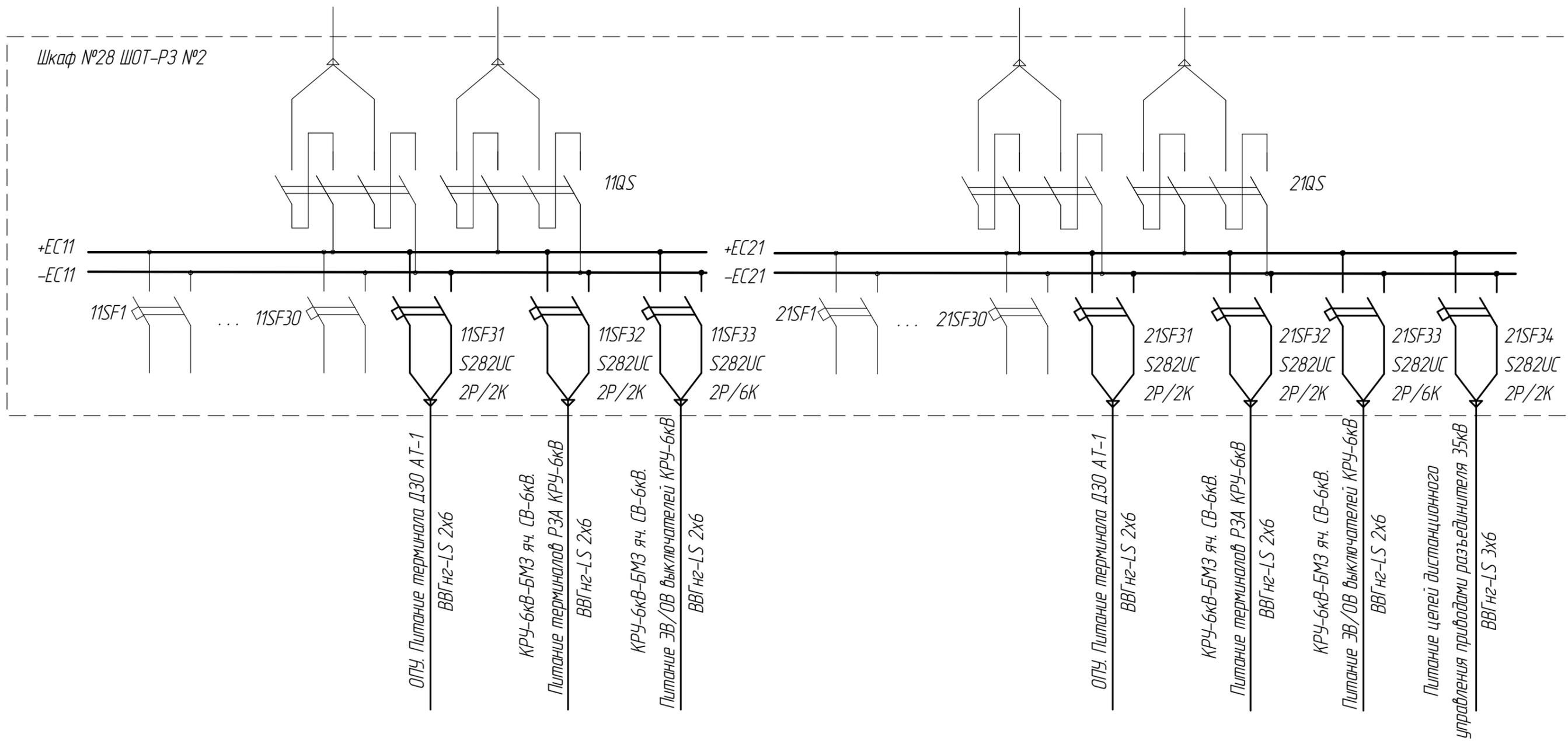
Заместитель директора ООО "Энергостройинжиниринг"

А. В. Белов  
2013 г.

- Примечания
1. Схема выполнена на основании нормальной схемы электрических соединений ПС 220 кВ Кудьма на основании схемы принципиальной электрической П2200152-114.7369-ПД-ИЭС-ЭС-15.1.1.3П1, выполненной ООО "СТ-Энерго" в 2012 г., и на основании исходных данных, предоставленных заказчиком.
  2. Сплошной толстой линией показано оборудование, устанавливаемое на настоящему проекту, сплошной тонкой – существующее оборудование, пунктирной линией – оборудование, устанавливаемое по смежным проектам.
  3. Оперативный ток – постоянный 220 В.

П2200152-12.12-03-ИЭС.11			
ПС 220 кВ Кудьма			
Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТН на АТ-1			
ПС 220кВ Кудьма	Стадия	Лист	Листов
КРУ-6кВ. Схема электрическая принципиальная	П	2	
Разработчик	Калинина М.А.	Проверил	Лычкова И.В.
Разработчик	Азиев А.В.	Проверил	Азиев А.В.

Шкаф №28 ШОТ-Р3 №2



Условные обозначения:

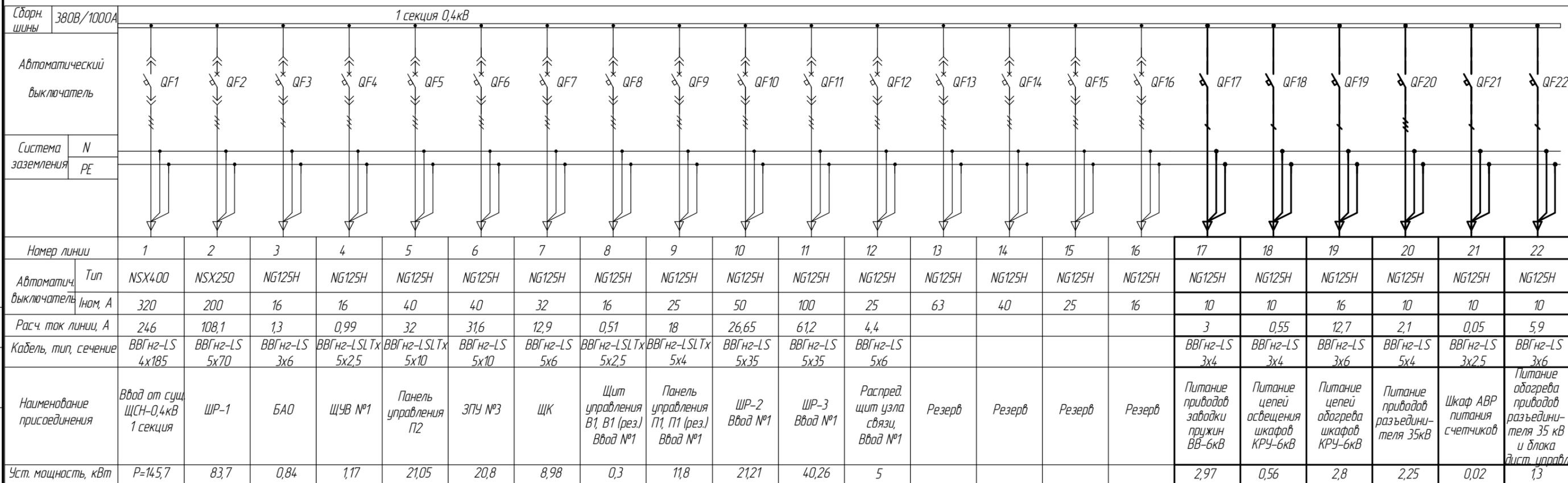
- - существующее оборудование;
- - вновь устанавливаемое оборудование.

Согласовано

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

2	-	Зам.				П2200152-12.12-03-ИОС1.1			
1	-	Зам.				ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПС 220кВ Кудьма	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Контроль	Каржина М. А.					П	3	
Проверил	Печников И. В.								
Разработал	Лазутов А.В.					Шкаф №28 ШОТ-Р3 №2. Схема электрическая	ООО "ЭСИ"		

Панель П-1 СН-0,4кВ



Согласовано

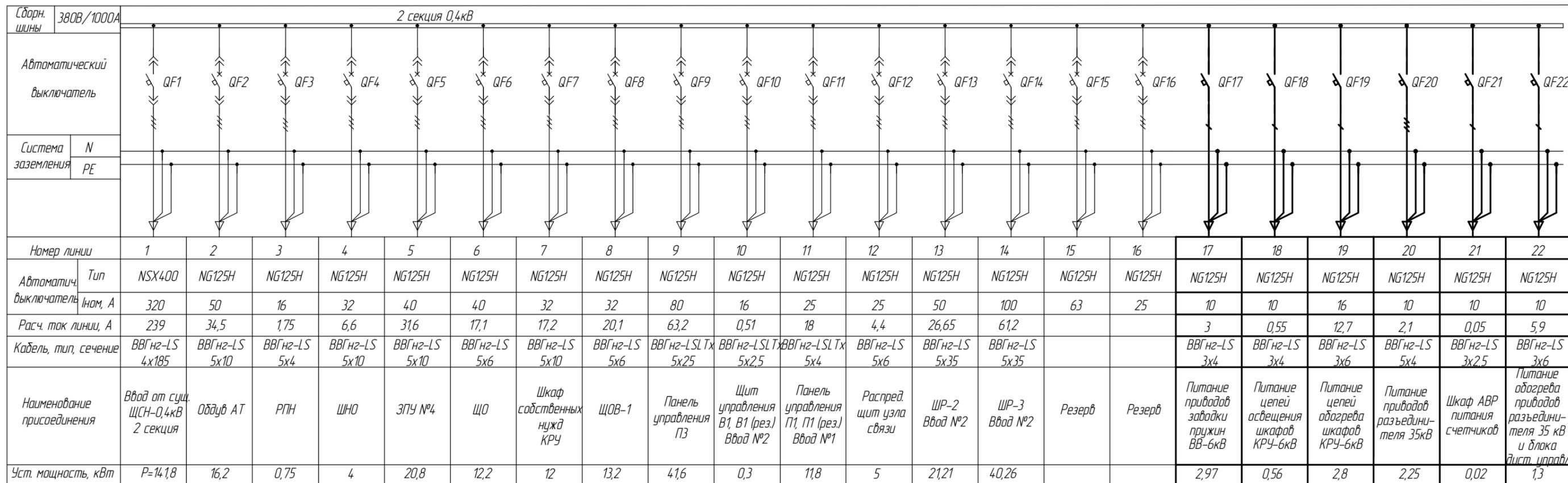
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

Условные обозначения:

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

						П2200152-12.12-03-ИОС1.1					
						ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						
2	-	Зам.									
1	-	Нов.									
Н. контроль	Каржина М. А.		Подп.		Дата						
Проверил	Печников И. В.		Подп.		Дата						
Разработал	Лазутов А.В.		Подп.		Дата						
						ПС 220кВ Кудьма		Стадия	Лист	Листов	
								П	4.1		
						Панели П-1, П-2 СН-0,4кВ.			ООО "ЭСИ"		
						Схема электрическая принципиальная					

Панель П-2 СН-0,4кВ



Условные обозначения:

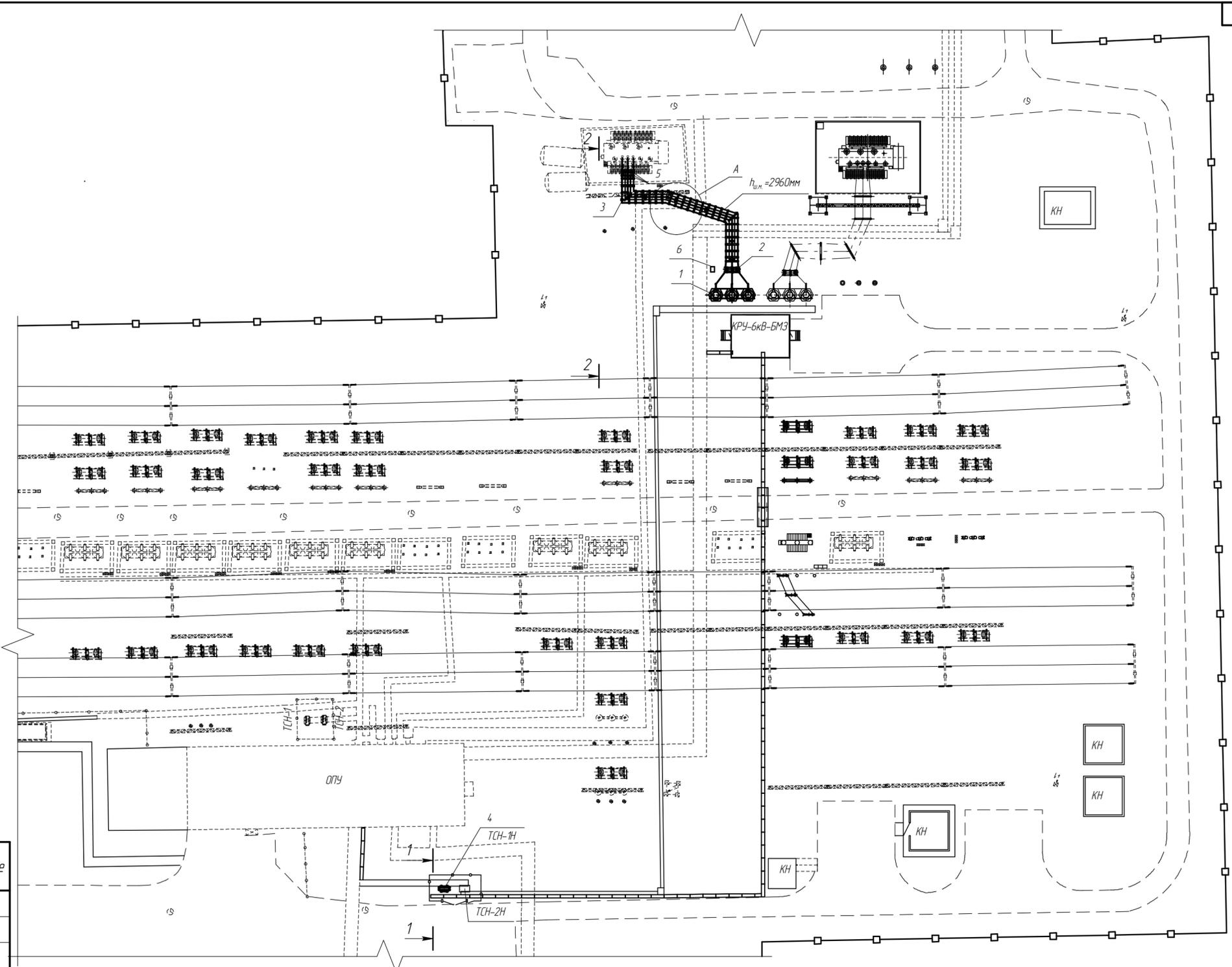
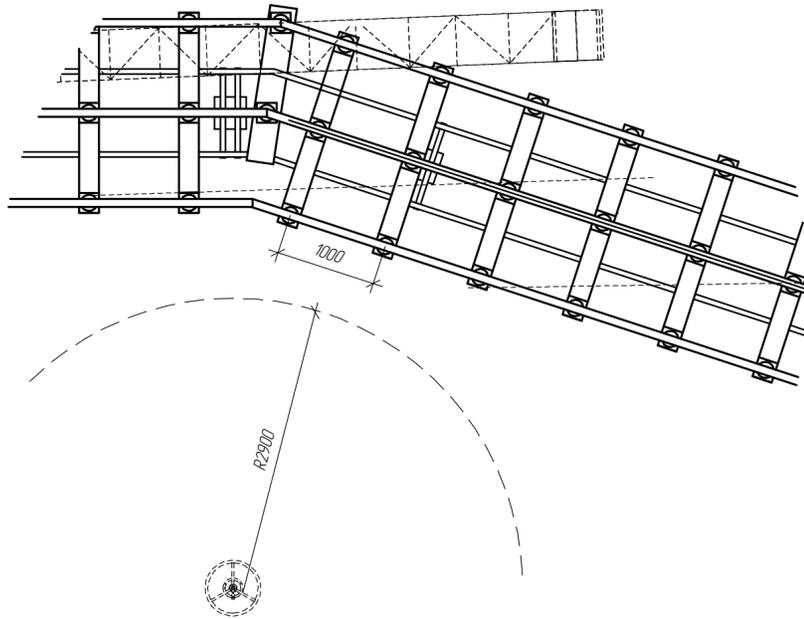
- — — — — - оборудование, устанавливаемое по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2";
- — — — — - вновь устанавливаемое оборудование.

2	-	Зам.			
1	-	Нов.			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П2200152-12.12-03-ИОС.11

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

A (M 10:1)



Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед, кг	Примечание
1		Реактор токоограничивающий сухой наружной установки			
		$U_{ном} = 6 \text{ кВ}, I_{ном} = 630 \text{ А}, x_{ном} = 0,28 \text{ Ом}$	3		
2		Разъединитель трехполюсный с двигательными приводами гл. и заз. ножей, с двумя комплектами заз. ножей,			
		$U_{ном} = 35 \text{ кВ}, I_{ном} = 3150 \text{ А}$	1		
3		Изолятор опорный с керамической изоляцией, $U_{ном} = 20 \text{ кВ}$ , механическая разрушающая сила на изгиб – 20 кН	94		
4		Трансформатор силовой сухой трехфазный двухобмоточный, Д/У <sub>0</sub>			
		$U_{ном} = 6/0,4 \text{ кВ}, S_{ном} = 630 \text{ кВА}$	1		
5		ОПН $U_{ном} = 6 \text{ кВ}, U_{макс. раз} = 7,2 \text{ кВ}$			
		$I_{ном. раз} = 10 \text{ кА}$	3		
6		Выносной блок управления разъединителем 35 кВ	1		

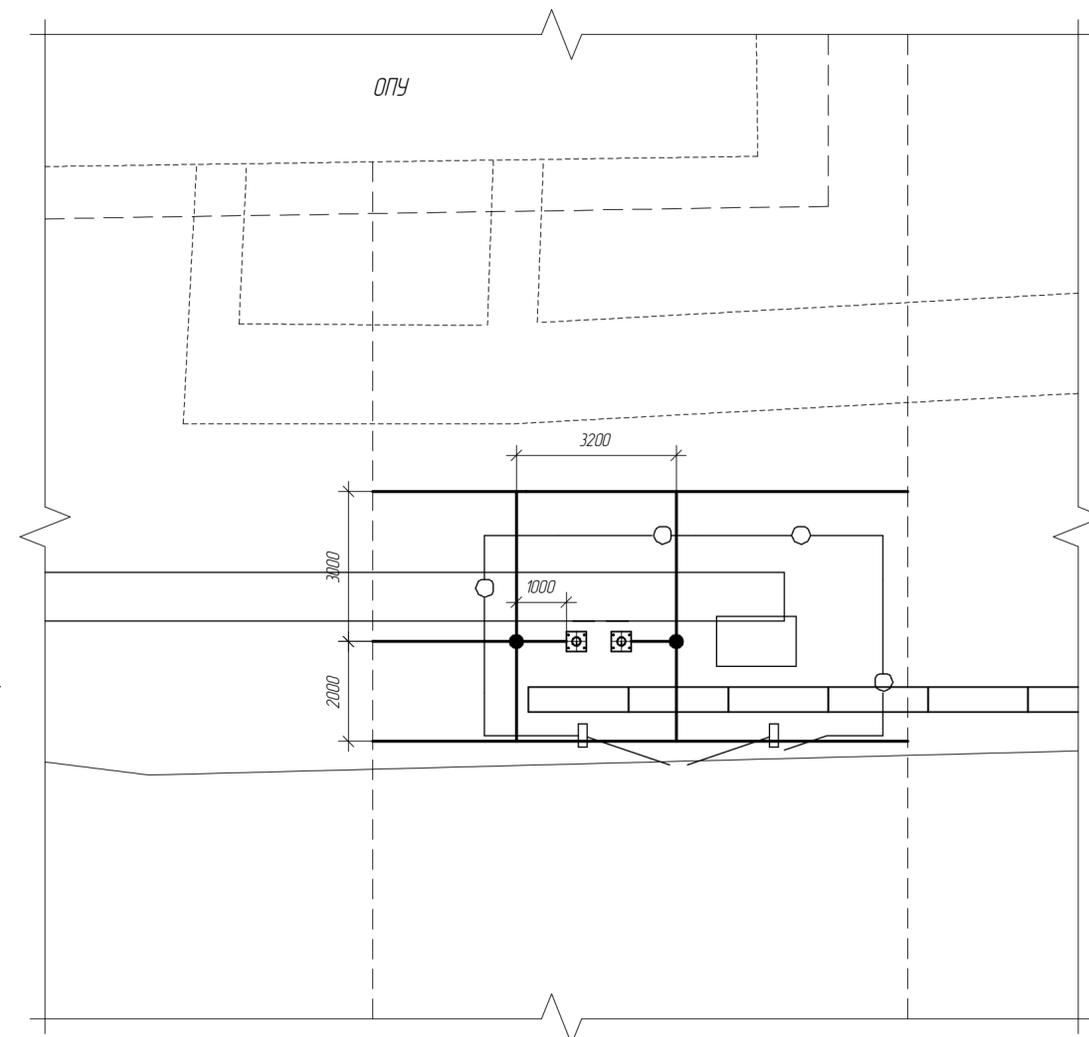
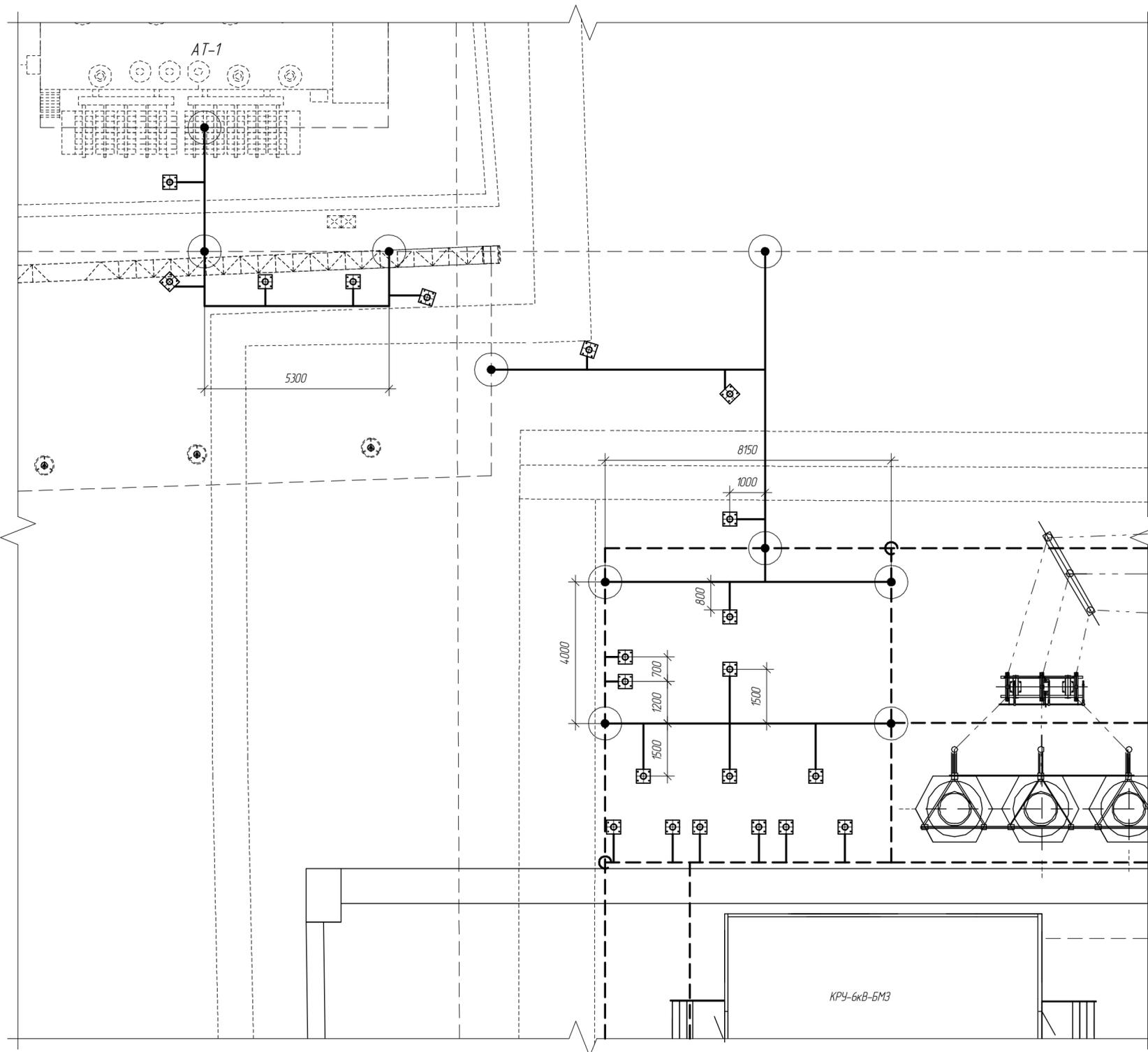
Условные обозначения

- - существующее оборудование;
- - оборудование, устанавливаемое по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2";
- - вновь устанавливаемое оборудование;
- - вновь прокладываемые кабельные лотки;
- - существующая автодорога;
- ————— - существующее внешнее ограждение ПС;
- ..... - существующие внутренние ограждения.

Примечания:

1. План разработан в соответствии с исходными данными, предоставленными заказчиком, и результатами инженерных изысканий, проведенными ООО "ЭСИ" в 2012г.
2. Ошинавка 110кВ условно не показана.
3. Высота шинного моста 2960 мм (отметка верхнего фланца изолятора).
4. Разрезы 1-1, 2-2 см листы 7.1-7.4.

				П2200152-12.12-03-ИОС11		
				ПС 220 кВ Кудьма Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1		
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
2	-	Зам.				
1	-	Зам.				
Исполнитель	Коржина М. А.	Проверил	Печников И. В.	Разработал	Лазутов А.В.	
				ПС 220кВ Кудьма		Стадия
				План ПС 220кВ Кудьма М1500		Лист
						Листов
						000 "ЭСИ"



Условные обозначения:

- — — — — существующие горизонтальные заземлители;
- — — — — существующее оборудование;
- — — — — оборудование, устанавливаемое по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2";
- — — — — горизонтальные заземлители, прокладываемые по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2";
- — вертикальные заземлители, прокладываемые по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2";
- — — — — вновь устанавливаемые фундаменты под оборудование;
- — — — — вновь прокладываемые горизонтальные заземлители на глубине 0,7 м;
- — вновь устанавливаемые вертикальные заземлители длиной 5 м;
- — места соединения с существующим контуром заземления ПС.

Примечания:

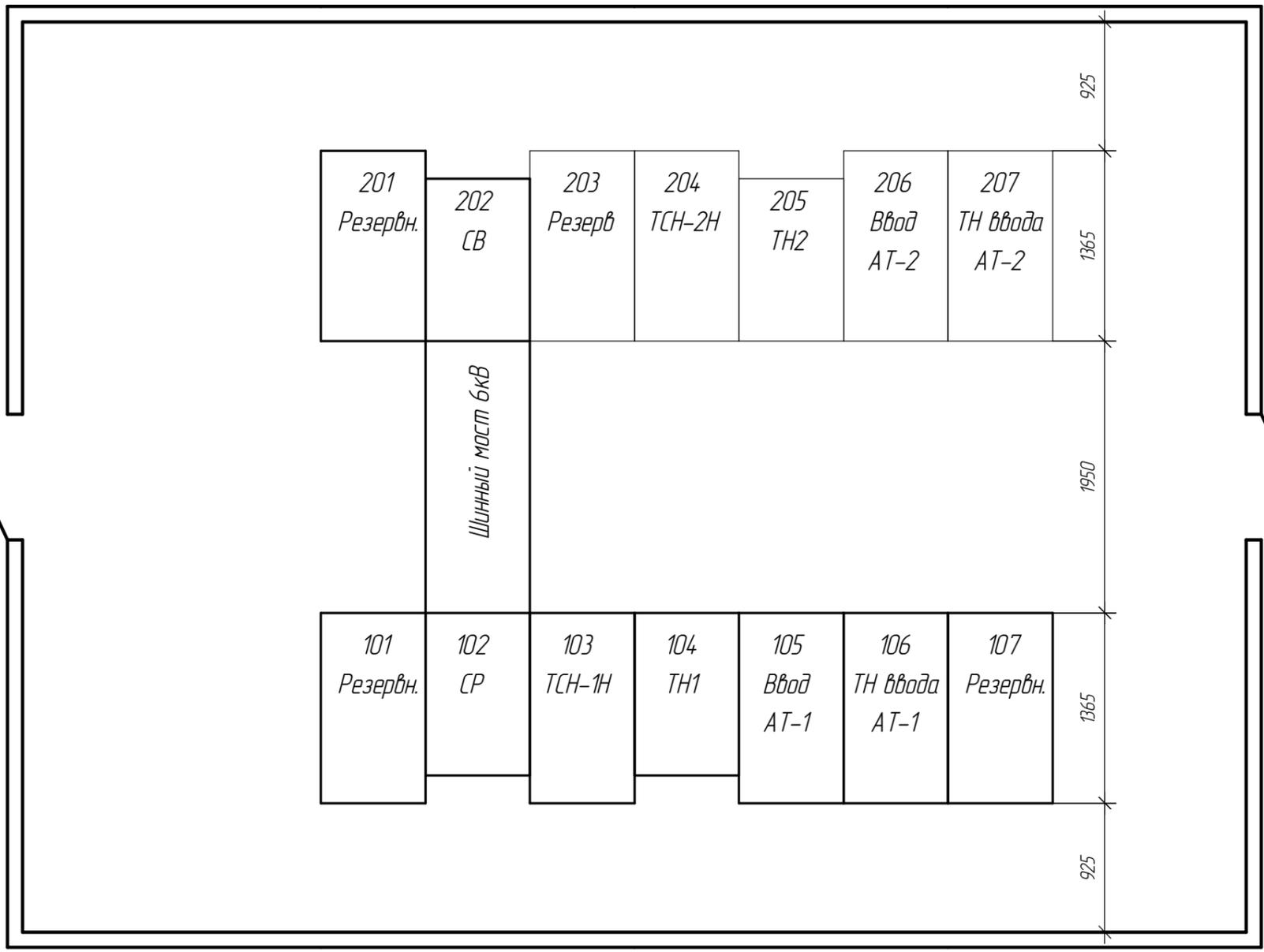
1. Сопротивление заземляющего устройства в любое время года не должно превышать 0,5 Ом.
2. Глубина заложения горизонтальных элементов заземлителя 0,7 м.
3. Все соединения контактные электрические сварные элементов заземления выполнять в соответствии с ГОСТ 23792-79 табл. 77. Сварку элементов заземления выполнять электродами Э42 по ГОСТ 6467-75. Катет сварных швов принимать по наименьшей толщине свариваемых деталей по ГОСТ 5264-80.

Согласовано

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

П2200152-12.12-03-ИОС1.1				
ПС 220 кВ Кудьма Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1				
1	-	Зам.		
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.
Н.контр.	Каржина М. А.	Варыж		Дата
Проверил	Печников И. В.			
Разработал	Лазутов А.В.			
ПС 220кВ Кудьма			Стация	Лист
План заземления вновь устанавливаемого оборудования			П	6
ООО "ЭСИ"				

3 →



3 →

Примечание - разрез 3-3 см. лист 7.5.

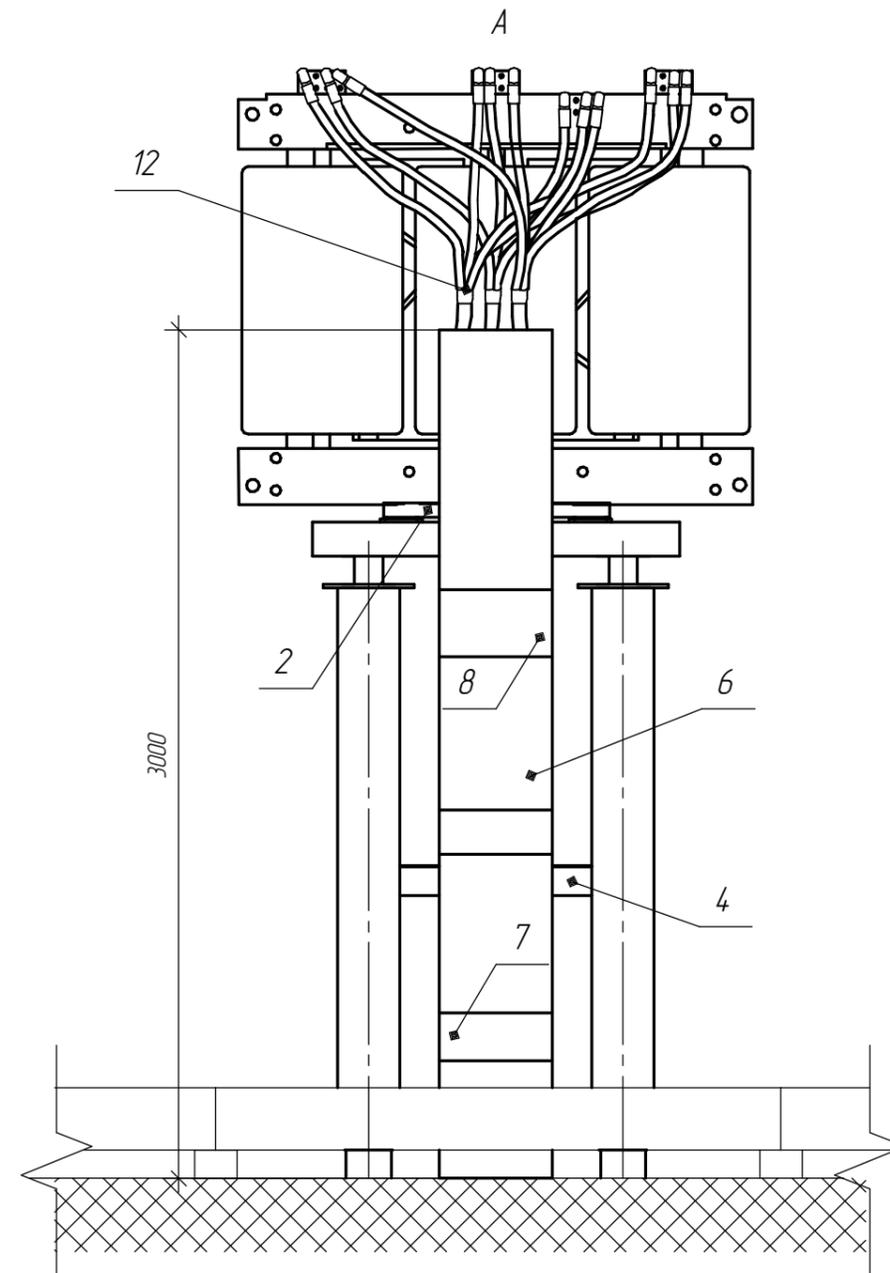
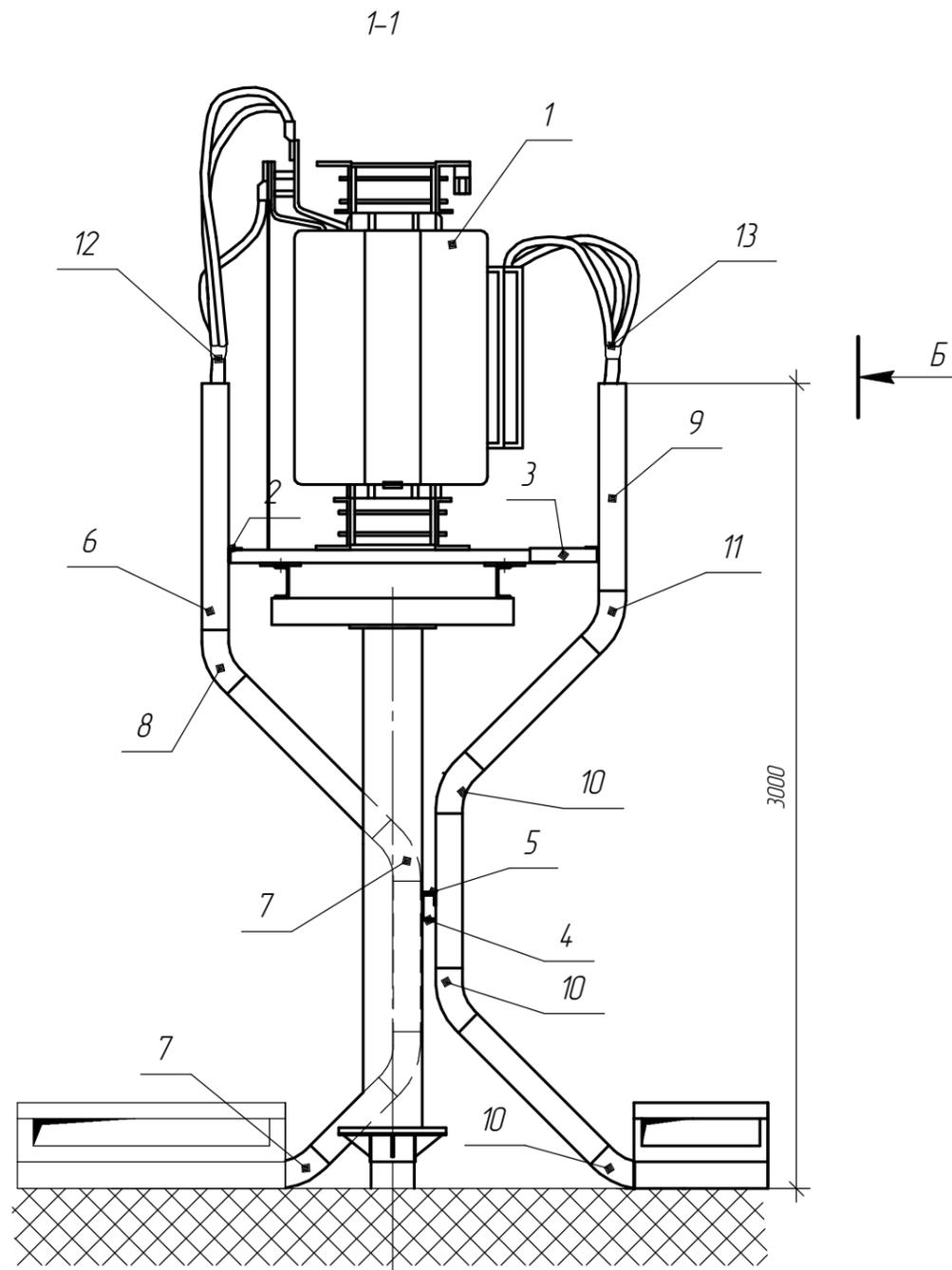
						П2200152-12.12-03-ИОС11			
						ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1			
2	-	Зам.				ПС 220кВ Кудьма	Стадия	Лист	Листов
1	-	Зам.					П	7	
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	КРУ-6кВ-БМЗ. План расстановки оборудования	ООО "ЭСИ"		
Н. контроль				Каржина М. А.					
Проверил				Печников И. В.					
Разработал				Лазутов А.В.					

Условные обозначения:

- — — — — устанавливаемое по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2" оборудование 6кВ;
- — — — — вновь устанавливаемое оборудование 6кВ.

Согласовано

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



Примечания:

1. Металлоконструкции для крепления лотков крепятся к опорным металлоконструкциям ТСН-1Н при помощи сварки, выполняемой по ГОСТ 5264-80\* электродами Э-42 по ГОСТ 9467-75\*, высоту катета сварных швов принять по толщине наименьшего из свариваемых элементов.
2. Заземление кабельных коробов осуществляется их присоединением в начале и в конце трассы к опорным металлоконструкциям проводом ПВ-3 1x16мм<sup>2</sup>.
3. Заземление нейтрали трансформатора осуществляется ее присоединением к опорным металлоконструкциям стальной полосой сечением 50x4 мм.
4. Вид Б см. лист 7.2.
5. Для предотвращения попадания воды и снега в металлические лотки верхние торцы лотков закрываются заглушками. В заглушках выполняются отверстия, в которые устанавливаются кабельные сальники.

						П2200152-12.12-03-ИОС11			
						ПС 220 кВ Кудьма Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1			
1	-	Зам.				ПС 220кВ Кудьма	Стадия	Лист	Листов
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		П	8.1	
Н. контроль	Каржина М. А.								
Проверил	Печников И. В.								
Разработал	Лазутов А.В.								
						Разрезы, узлы установки оборудования			
						ООО "ЭСИ"			

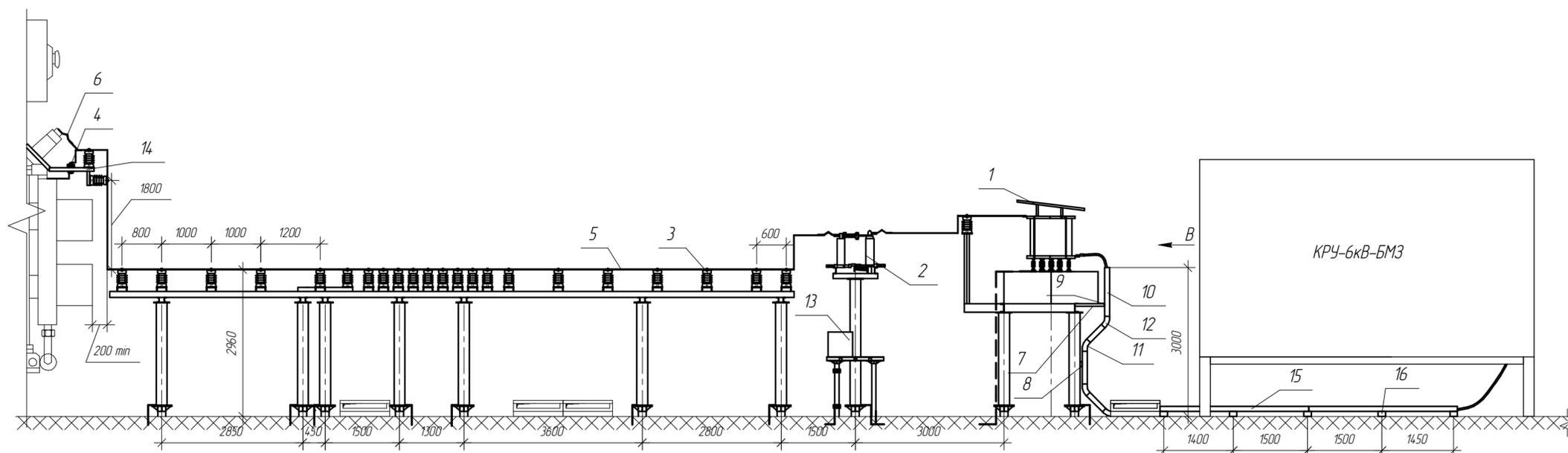
Согласовано

Взам. инв. №

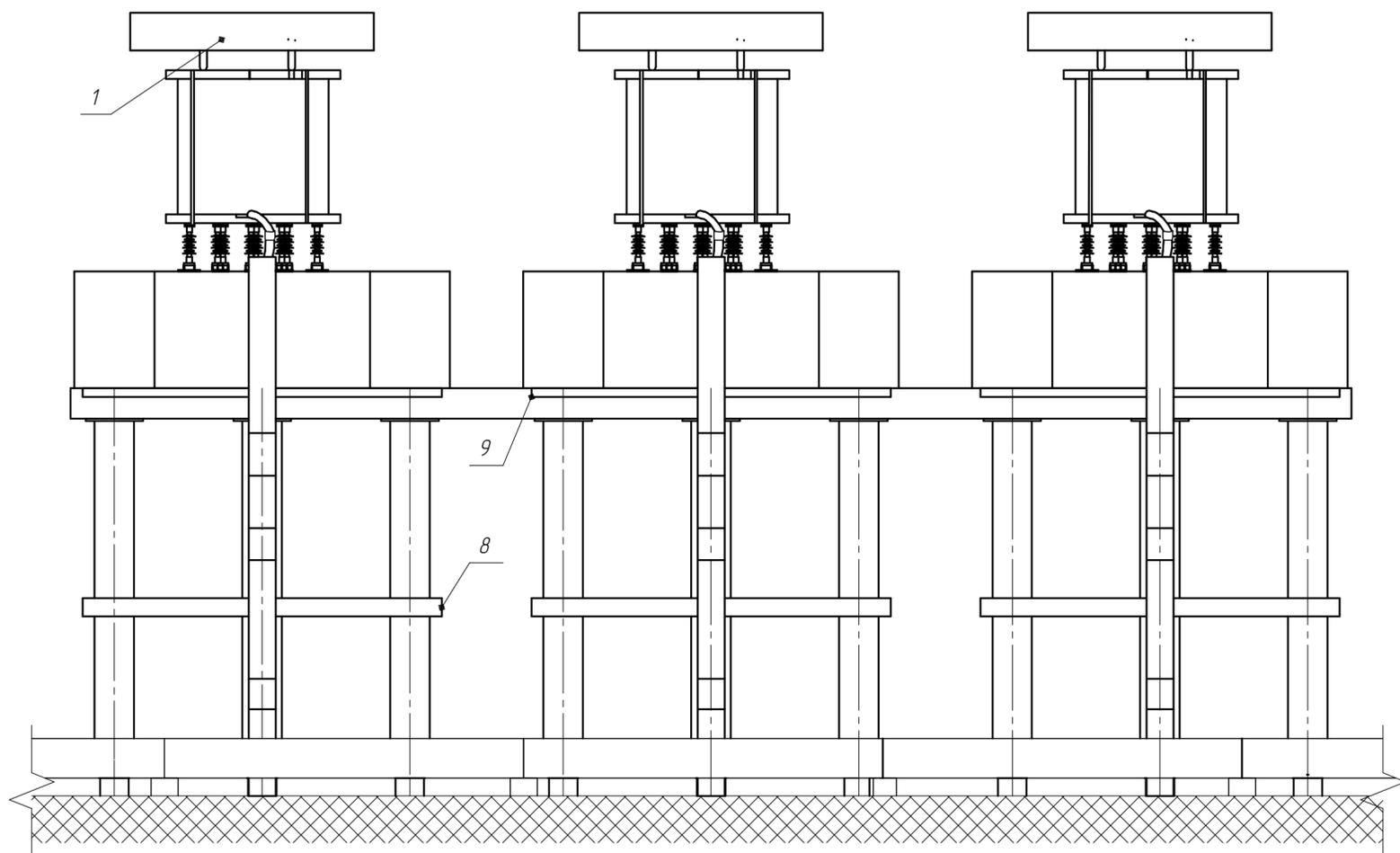
Подп. и дата

Инв. № подл.





B (M 2,5:1)



Примечания:

1. На разрезе 2-2 оборудование, устанавливаемое в фазах А, В, условно не показано.
2. Заземление кабельных коробов осуществляется их присоединением в начале и в конце трассы к опорным металлоконструкциям проводом ПВ-3 1x16мм<sup>2</sup>.
3. Прокладка кабелей 10кВ от ж/б лотка до ввода в здание КРУ-6кВ-БМЗ осуществляется в стальном коробе 100x400 мм, которые укладываются на ж/б дранки шириной 500 мм.
4. Заземление ограничителей перенапряжений осуществляется их присоединением к корпусу автотрансформатора стальной полосой сечением 50x4 мм.
5. Для предотвращения попадания воды и снега в металлические лотки верхние торцы лотков закрываются заглушками. В заглушках выполняются отверстия, в которые устанавливаются кабельные сальники.
6. Спецификацию см. лист 7.4.
7. Условные обозначения:  
 ————— существующее оборудование;  
 ————— оборудование, устанавливаемое по титулу "Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2".  
 - - - - - вновь устанавливаемое оборудование;  
 - - - - - спуски заземления оборудования.

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

1	-	Зам.		
Изм.	Коллч	Лист	№ док.	Подп.
				Дата

Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
1		Реактор токоограничивающий сухой наружной установки			
		$U_{ном} = 6 \text{ кВ}, I_{ном} = 630 \text{ А}, x_{ном} = 0,28 \text{ Ом}$	1		комплект 3 фазы
2		Разъединитель трехполюсный с двигателями приводами гл. и заз. ножей, с двумя комплектами заз. ножей,			
		$U_{ном} = 35 \text{ кВ}, I_{ном} = 3150 \text{ А}$	1		
3		Изолятор опорный с керамической изоляцией $U_{ном} = 20 \text{ кВ}$ , механическая разрушающая сила на изгиб 20 кН	94		
4		ОПН $U_{ном} = 6 \text{ кВ}, U_{тох,раб} = 7,2 \text{ кВ}$ $I_{ном,разр} = 10 \text{ кА}$ , с полимерной изоляцией, наружной установки	3		
5	АД31Т	Шина алюминиевая 100x6, м	135	1,62	
6	КША 100x10	Шинный компенсатор, шт.	9		
7	ГОСТ 8509-93	Уголок 50x5 l=600 мм, шт	2	2,26	
8	ГОСТ 8240-97	Швеллер 10П l=2000 мм, шт.	3	17,18	
9	ГОСТ 8509-93	Уголок 50x5 l=2000 мм, шт.	3	7,54	
10	S5 Combitech-100x150-35102HDZ	Лоток стальной неперфорированный прямая секция 100x150 с			
	S5 Combitech-150-35523HDZ	крышкой на прямой элемент, шт/м	3/9		
11	S5 Combitech-CS45-100x150-36762HDZ	Угол вертикальный внутренний 45° 100x150 с			
	S5 Combitech-CS45-150-38223HDZ	крышкой на вертикальный угол 45°	9		
12	S5 Combitech-CD45-100x400-36882HDZ	Угол вертикальный внешний 45° 100x150 с	3		
	S5 Combitech-CD45-150-38263HDZ	крышкой на вертикальный угол 45°			
13		Выносной блок управления разъединителем 35 кВ	1		
14	1ПКНТп-10-150/240(Б)	Муфта кабельная концевая термоусаживаемая для одножильного кабеля 10кВ наружной установки	3		

Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
15		Кронштейн К-1, шт.	1	80	
16	S5 Combitech-100x400-35105HDZ	Лоток стальной неперфорированный прямая секция 100x400 с			
	S5 Combitech-400-35526HDZ	крышкой на прямой элемент, шт/м	2/6		
17	Б 5 серия 3.407.1-157.1-15 в.1	Брусок БК-11а, шт.	10	0,02/0,0075	
18	1ПКВТп-10-150/240(Б)	Муфта кабельная концевая термоусаживаемая для одножильного кабеля 10кВ внутренней установки	3		
19	ШППИ-3с У1	Шинодержатель, шт.	94		
20	ГОСТ 6323-79	Провод ПВ-3 1x16мм <sup>2</sup> , м	20		
21	ТМЛ 16-8-6	Наконечник медный луженый, шт.	9		
22	ТС-100x150-30266HDZ	Заглушка сборная на торец лотка	3		
23	KST 70	Ступенчатый кабельный сальник, шт.	3		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

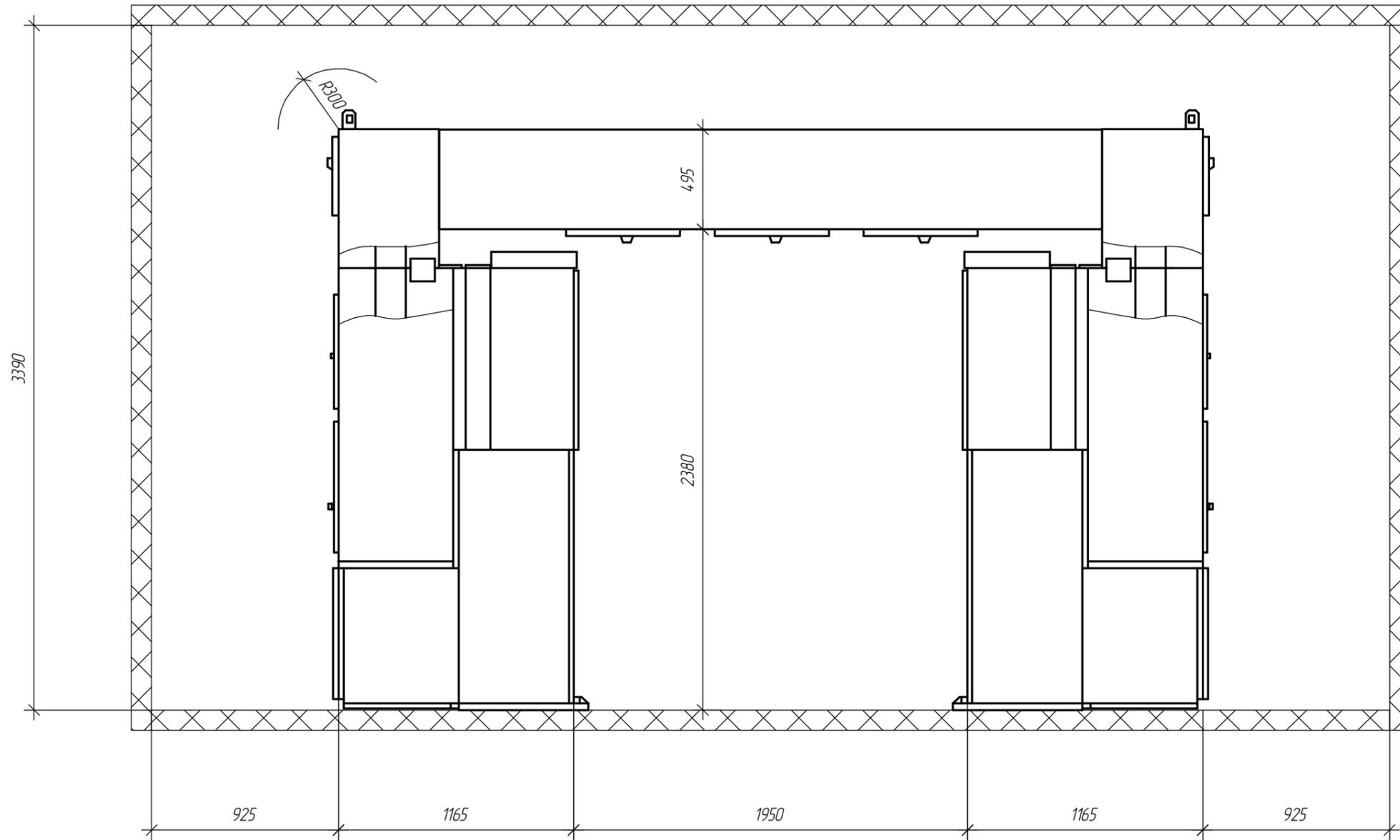
2	-	Зам.			
1	-	Зам.			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П2200152-12.12-03-ИОС.11

Лист

8.4

3-3



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

1	-	Зам.			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П2200152-12.12-03-ИОС.1.1

Лист  
8.5

## Проверка силового оборудования

П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1

					<i>П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>ПС 220 кВ Кудьма Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н.контроль</i>		<i>Каржина М.А</i>						
<i>Проверил</i>		<i>Печников И. В.</i>					1	8
<i>Разработал</i>		<i>Лазутов А.В.</i>			<i>Проверка силового оборудования</i>	<i>ООО «ЭСИ»</i>		

В соответствии с РД 153-34.0-20.527-98 технические характеристики оборудования должны удовлетворять условиям выбора:

1. По номинальному напряжению:

$$U_{ном} \geq U_{ном.сети};$$

2. По номинальному току:

$$I_{ном.} \geq I_{ном.яч};$$

3. По отключающей способности:

$$I_{откл} \geq I_{но};$$

4. По току динамической стойкости:

$$i_{дин} \geq i_{уд};$$

5. По току термической стойкости:

$$I_{тер}^2 t_{тер} \geq B_K.$$

### Проверка токоограничивающего реактора 6кВ

1. По номинальному напряжению:

$$U_{ном} = 6 \text{ кВ}; U_{ном.сети} = 6 \text{ кВ};$$

$$U_{ном} = U_{ном.сети};$$

2. По номинальному току:

Максимальный рабочий ток составляет

$$I_{маx.раб} = 115,6^* \text{ А}$$

Номинальный ток выключателя составляет

$$I_{ном.р} = 630 \text{ А}$$

$$I_{ном.р} > I_{маx.раб.};$$

*\*За максимальный рабочий ток принята сумма номинальных токов трансформаторов собственных нужд, подключенных к КРУ-6кВ.*

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		2

3. По току динамической стойкости:

Ударный ток:

$$i_{yd} = \sqrt{2} k_{yd} I_{no},$$

где  $k_{yd}$  - ударный коэффициент;

$$i_{yd} = \sqrt{2} \cdot 1,9 \cdot 9,94^* = 26,71 \text{ кА};$$

$$i_{дин} = 40 \text{ кА}; i_{дин} > i_{yd}$$

4. По току термической стойкости:

Тепловой импульс тока КЗ:

$$B_K = I_{no}^2 t_{откл};$$

где  $t_{откл}$ , с - время отключения тока КЗ;

$$B_K = 9,94^2 \cdot 0,4 = 39,52 \text{ кА}^2 \cdot \text{с};$$

$$I_{тер}^2 t_{тер} = 16^2 \cdot 3 = 768 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}; I_{тер}^2 t_{тер} > B_K.$$

В соответствии с приведенным расчетом к установке принимается реактор с техническими характеристиками, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики токоограничивающего реактора 6кВ

№	Наименование	Значение
1	Номинальное напряжение, кВ	6
2	Номинальный ток, А	630
3	Номинальное сопротивление, Ом	0,28**
4	Ток электродинамической стойкости, кА	40
5	Ток термической стойкости, кА	16
6	Время протекания тока термической стойкости, с	3
7	Расположение фаз	Горизонтальное
8	Охлаждение	Воздушное, естественное
9	Климатическое исполнение и категория размещения	У1

\* - в соответствии с данными, предоставленными заказчиком.

\*\* - значение параметра выбрано аналогичным значением, принятому в документации по титулу «Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2».

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Проверка шин 6кВ и опорных изоляторов на стойкость к воздействию  
электродинамических сил при трехфазном КЗ*

Максимальная сила, действующая на расчетную фазу при трехфазном КЗ, определяется по формуле:

$$F_{max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-7}}{a} l \left( i_{уд}^{(3)} \right)^2 \cdot K_{\phi} K_{расп}, \text{ где}$$

$a$  – расстояние между фазами, м;

$l$  – длина пролета, м;

$i_{уд}^{(3)}$  – ударный ток трехфазного КЗ, А;

$K_{\phi} = 1$  – коэффициент формы;

$K_{расп} = 1$  – коэффициент, зависящий от взаимного расположения проводников.

Максимальное напряжение в материале шины при трехфазном КЗ определяется по формуле:

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}^{(3)} l}{\lambda W}, \text{ где}$$

$\lambda$  – коэффициент, зависящий от условия опирания шин и числа пролетов конструкции;

$W = \frac{bh^2}{6}$ , – момент сопротивления поперечного сечения шины, м<sup>3</sup>.

Допустимое напряжение в шинах – напряжение, не превышающее 70% временного сопротивления разрыву.

$$\sigma_{доп} = 0,7\sigma_p,$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{доп}.$$

$\sigma_{доп} = 84 \text{ МПа}$  – для шин АДЗ1Т в области сварного шва.

Допустимая нагрузка на изолятор – нагрузка, не превышающая 60% минимальной разрушающей нагрузки.

$$F_{доп} = 0,6F_{разр},$$

$$F_{max}^{(3)} \leq F_{доп}.$$

Для выбранного типа изоляторов  $F_{доп} = 12000 \text{ Н}$ .

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		4

Ударный ток трехфазного КЗ за автотрансформатором равен:

$$i_{y\partial}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 42,5 \cdot 1,8 = 108,2 \text{ кА.}$$

Максимальная длина пролета между опорами составляет 1,2 м.

$$F_{max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-7}}{0,9} \cdot 1,2 \cdot 108,2^2 \cdot 10^6 = 2704 \text{ Н;}$$

Для шины сечением 100х6 момент сопротивления поперечного сечения шины равен:

$$W = \frac{0,006 \cdot 0,1^2}{6} = 10^{-5} \text{ м}^3;$$

$$\lambda = 10;$$

Максимальное напряжение в материале шины равно:

$$\sigma_{max} = \frac{2704 \cdot 1,2}{10 \cdot 10^{-5}} = 32,45 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{доп},$$

$$32,45 < 84.$$

$$F_{max}^{(3)} \leq F_{доп},$$

$$2704 < 12000.$$

Максимальная длина вертикальных участков ошиновки составляет 1,8 м.

Максимальная сила, действующая на расчетную фазу при трехфазном КЗ, в этом случае равна:

$$F_{max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-7}}{0,9} \cdot 1,8 \cdot 108,2^2 \cdot 10^6 = 4056 \text{ Н;}$$

$$\sigma_{max} = \frac{4056 \cdot 1,8}{10 \cdot 10^{-5}} = 73 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{доп},$$

$$73 < 84.$$

$$F_{max}^{(3)} \leq F_{доп},$$

$$4056 < 12000.$$

В соответствии с приведенным расчетом к установке принимаются опорные изоляторы с техническими характеристиками, приведенными в таблице 2.

\* - в соответствии с данными, предоставленными заказчиком.

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		

Таблица 2 – Технические характеристики опорных изоляторов 20 кВ

№	Наименование	Значение
1	Номинальное напряжение, кВ	20
2	Механическая прочность при изгибе, кН	20
3	Длина пути утечки, мм	400
4	Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ1

*Проверка выключателей ячеек КРУ-6кВ*

1. По номинальному напряжению:

$$U_{ном} = 6 \text{ кВ}; U_{ном.сети} = 6 \text{ кВ};$$

$$U_{ном} = U_{ном.сети} ;$$

2. По номинальному току:

Максимальный рабочий ток составляет

$$I_{маx.раб} = 115,6 \text{ А}$$

Номинальный ток выключателя составляет

$$I_{ном.р} = 1000 \text{ А}$$

$$I_{ном.выкл} > I_{ном.яч} ;$$

3. По отключающей способности:

$$I_{откл} = 20 \text{ кА}; I_{но} = 9,94 \text{ кА};$$

$$I_{откл} = I_{но} ;$$

4. По току динамической стойкости:

Ударный ток:

$$i_{уд} = \sqrt{2} k_{уд} I_{но} ,$$

где  $k_{уд}$  - ударный коэффициент;

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1,9 \cdot 9,94 = 26,71 \text{ кА};$$

$$i_{дин} = 50 \text{ кА}; i_{дин} > i_{уд}$$

В соответствии с приведенным расчетом к установке принимаются выключатели с техническими характеристиками, приведенными в таблице 3.

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		6

Таблица 3 – Технические характеристики выключателей 6кВ

№	Наименование	Значение
1	Номинальное напряжение, кВ	6
2	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2
3	Номинальный ток, А	1000
4	Номинальный ток отключения, кА	20
5	Ток электродинамической стойкости, кА	51
6	Ток термической стойкости, кА	20
7	Время протекания тока термической стойкости, с	3
8	Полное время отключения, мс	50
9	Собственное время отключения, мс	30
10	Собственное время включения, мс	50
11	Климатическое исполнение и категория размещения	У2

*Проверка разъединителя 35кВ*

1. По номинальному напряжению:

$$U_{ном} = 35 \text{ кВ}; U_{ном.сети} = 6 \text{ кВ};$$

$$U_{ном} > U_{ном.сети} ;$$

2. По номинальному току:

Максимальный рабочий ток составляет

$$I_{max.раб} = 115,6 \text{ А}$$

Номинальный ток выключателя составляет

$$I_{ном.р} = 3150 \text{ А}$$

$$I_{ном.р} > I_{max.раб} ;$$

3. По току термической стойкости:

Тепловой импульс тока КЗ:

$$B_K = I_{по}^2 t_{откл} ;$$

где  $t_{откл}$ , с - время отключения тока КЗ;

$$B_K = 42,5^2 \cdot 0,4 = 722,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с};$$

$$I_{тер}^2 t_{тер} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}; I_{тер}^2 t_{тер} > B_K .$$

\* - в соответствии с данными, предоставленными заказчиком.

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В соответствии с приведенным расчетом к установке принимается разъединитель с техническими характеристиками, приведенными в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики разъединителя 35кВ

№	Наименование	Значение
1	Номинальное напряжение, кВ	35
2	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5
3	Номинальный ток, А	3150
4	Ток термической стойкости, кА	40
5	Время протекания тока термической стойкости, с	3
6	Количество заземляющих ножей	2
7	Допустимое время протекания тока термической стойкости для цепи заземления, с	1
8	Номинальная частота, Гц	50
9	Толщина стенки гололеда, мм	20
10	Тип привода главных и заземляющих ножей (ручной/двигательный)	Двигательный
11	Климатическое исполнение и категория размещения	У1

#### *Выбор силового трансформатора*

Выбор мощности устанавливаемого силового трансформатора выполнен на основании расчета нагрузки потребителей собственных нужд, выполненном ОАО «СТГ-Энерго» при разработке документации по титулу «Реконструкция ОРУ 220 кВ ПС Кудьма с установкой и вводом в работу АТ2». Согласно данному расчету суммарная расчетная нагрузка потребителей собственных нужд ПС составляет 680 кВА.

С учетом коэффициента одновременности требуемая мощность трансформатора составляет

$$S_T = kS_{\text{нагр}} = 0,8 \cdot 680 = 544 \text{ кВА.}$$

К установке принимается трехфазный двухобмоточный трансформатор, имеющий технические характеристики, приведенные в таблице 5.

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист 8
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		

Таблица 5 – Технические характеристики силового трансформатора

№	Наименование	Значение
1	Номинальная мощность, кВт	630
2	Номинальное напряжение обмотки ВН, кВ	6,3
3	Номинальное напряжение обмотки НН, кВ	0,4
4	Наибольшее рабочее напряжение ВН, кВ	7,2
5	Схема и группа соединения обмоток	Δ/УН-11
6	Частота тока (Гц)	50
7	Напряжение короткого замыкания обмоток, приведенное к номинальной мощности ВН-НН, %	6
8	Тип охлаждения	естественная циркуляция воздуха
9	Тип внутренней изоляции	сухой
	Климатическое исполнение и категория размещения	У1

*Проверка кабелей на возгорание при протекании тока КЗ*

Проверка кабелей на нагрев при протекании тока КЗ осуществляется из предположения, что максимальный ток, протекающий в кабеле, равен действующему значению тока короткого замыкания в начале линии.

Проверка кабелей на нагрев при протекании тока КЗ производится в соответствии с циркуляром Ц02-98 (Э) «О проверке кабелей на возгорание при воздействии тока короткого замыкания».

Температура жилы кабеля с СПЭ изоляцией в соответствии с п.1.4.16 ПУЭ не должна превышать 130°C.

Температура жилы кабеля при протекании тока КЗ определяется по формуле:

$$Q_k = Q_n * e^k + a(e^k - 1), \text{ где}$$

$Q_n$  – максимальная температура жилы до КЗ;

$a = 228 \text{ }^\circ\text{C}$  – величина, обратная температурному коэффициенту электрического сопротивления при 0 °C.

Максимальная температура жилы до КЗ определяется по формуле:

$$Q_n = Q_0 + (Q_{дд} - Q_{окр}) \left( \frac{I_{раб}}{I_{дд}} \right)^2, \text{ где}$$

$Q_0$  – фактическая температура окружающей среды, °C;

$Q_{дд}$  — длительно допустимая температура токопроводящих жил кабеля, °C;

$Q_{\text{окр}}$  — температура окружающей среды: для кабелей в земле  $15^{\circ}\text{C}$ , для кабелей на воздухе  $25^{\circ}\text{C}$ ;

$I_{\text{раб}}$  — рабочий ток, А;

$I_{\text{дд}}$  — длительно допустимый ток нагрузки кабеля, А.

$$K = \frac{b(I_{\text{к3}}^{(3)})t}{S^2}, \text{ где}$$

$b$  — постоянная, характеризующая теплофизические характеристики материала жилы,  $\text{мм}^4/(\text{кА}^2 \cdot \text{с})$ , для меди  $b = 19,58 \text{ мм}^4/(\text{кА}^2 \cdot \text{с})$ , для алюминия  $b = 45,65 \text{ мм}^4/(\text{кА}^2 \cdot \text{с})$ ;

$(I_{\text{к}})t$  — суммарный тепловой импульс  $I_{\text{к}}$  - действующее значение тока КЗ, кА;  $t$  — длительность тока КЗ, с).

$S$  — сечение жил кабеля,  $\text{мм}^2$ .

Результаты проверки сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Проверка кабелей на возгорание при воздействии тока КЗ

Назначение кабеля	Марка кабеля	$Q_0, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{дд}}, ^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{раб}}, \text{А}$	$I_{\text{дд}}, \text{А}$	$Q_b, ^{\circ}\text{C}$	$b, \text{мм}^4/(\text{кА}^2 \cdot \text{с})$	$I_{\text{к}}, \text{кА}$	$t, \text{с}$	$Q_{\text{к}}, ^{\circ}\text{C}$
Ввод в КРУ-6кВ	3х(ПвВнг(А)-LS 1х185/25)	36	70	115,6	654	37,4	19,58	9,94	0,4	43,44
Питание ТСН-1Н	ПвВнг(А)-LS 3х70/35)	36	70	57,8	255	38,3	19,58	9,94	0,4	82,58

Вывод: кабель удовлетворяет требованиям к нагреву при протекании тока КЗ.

### *Проверка экрана трехжильного кабеля на термическую стойкость*

Проверка экрана кабеля на термическую стойкость в сети с изолированной (компенсированной) нейтралью производится для случая двойного короткого замыкания, когда в экране протекает ток двухфазного короткого замыкания.

Условие проверки экрана на термическую стойкость:

$$I_{\text{кз доп}} \geq I_{\text{к}}^{(2)};$$

$$I_{\text{э доп}} = \frac{I_{\text{кз доп.1с}}}{\sqrt{t_{\text{откл}}}},$$

где  $I_{\text{к}}^{(2)} = 8,806 \text{ кА}$  - ток двухфазного КЗ, кА;

$I_{\text{э доп}}$  — допустимый ток в экране кабеля, кА;

$I_{\text{кз доп.1с}}$  — допустимый односекундный ток КЗ, А, для экрана сечением  $35 \text{ мм}^2$

					<i>П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1</i>	Лист
						10
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$I_{\text{кз доп.1с}} = 7,1 \text{ кА};$$

$t_{\text{откл}}$  - время отключения тока КЗ;

$$I_{\text{э доп}} = \frac{7,1}{\sqrt{0,4}} = 11,23 \text{ кА},$$

$$11,23 > 8,806.$$

Экран проходит проверку на термическую стойкость.

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

**Расчет параметров системы собственных нужд  
реконструируемой части подстанции.**

**П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР2**

					<i>П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР2</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Н.контроль</i>	<i>Каржина М.А</i>	<i>Каржина М.А</i>	<i>Каржина М.А</i>		<i>ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	<i>Печников И. В.</i>	<i>Печников И. В.</i>	<i>Печников И. В.</i>				<i>1</i>	<i>9</i>
<i>Разработал</i>	<i>Лазутов А.В.</i>	<i>Лазутов А.В.</i>	<i>Лазутов А.В.</i>		<i>Расчет параметров системы собственных нужд реконструируемой части подстанции.</i>	<i>ООО «ЭСИ»</i>		

## *Содержание*

1. Общие указания	3
2. Выбор сечений жил кабелей СН по экономической плотности тока	3
3. Проверка сечений вновь прокладываемых питающих кабельных по условиям протекания длительно допустимого тока	4
4. Проверка сечений вновь прокладываемых питающих кабельных линий по потере напряжения	4
5. Расчет токов короткого замыкания	4
6. Проверка выбранных автоматических выключателей системы СН	7
7. Проверка кабеля на возгорание при воздействии тока КЗ	7

					<i>Лист</i>
					2
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

*П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР2*

## 1 Общие указания

Данный расчет выполнен в связи с разработкой документации по титулу «ПС 220 кВ Кудьма. Реконструкция собственных нужд с переводом питания ТСН на АТ-1».

Целью данного расчета является определение параметров элементов системы собственных нужд подстанции, затрагиваемых реконструкцией.

### 1.1 Существующая система СН

В настоящий момент на ПС для организации питания потребителей собственных нужд используется переменное напряжение 380/220 В от существующих ТСН типа ТМ-400/10.

Для распределения электрической энергии между потребителями собственных нужд ПС в помещении релейного зала ОПУ используется существующий щит СН переменного тока.

### 1.2 Электротехнические решения по реконструкции сетей СН-0,4кВ.

Документацией предусмотрена замена существующего ТСН-1 мощностью 400кВА на новый, ТСН-1Н, мощностью 630кВА. Подключение вновь устанавливаемого ТСН-1Н к первой секции шин ЩСН-0,4кВ выполняется через вновь устанавливаемый автоматический выключатель. Также предусмотрена замена существующего секционного автоматического выключателя на новый.

## 2 Выбор сечений жил кабелей СН по экономической плотности тока

Сечения жил кабелей, питающих распределительные шкафы 0,4 кВ, в соответствии с ПУЭ, выбираются по экономической плотности тока.

Значение экономической плотности тока для кабелей с поливинил-хлоридной изоляцией и медными жилами, при числе часов использования максимума нагрузки более 3000 до 5000 в год равно, в соответствии с ПУЭ, 3,1 А/мм<sup>2</sup>.

Экономически целесообразное сечение определяется по формуле:

$$s = \frac{I}{j}$$

Максимальный рабочий ток в кабельной линии, связывающей вновь устанавливаемый ТСН-1Н и ЩСН-0,4кВ, равен номинальному току трансформатора:

$$I_{\text{ном}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 958,3 \text{ А,}$$

Тогда экономически целесообразное сечение кабеля:

$$s = \frac{958,3}{3,1} = 309,1 \text{ мм}^2; \text{ принимаем к прокладке три кабеля сечением } 185 \text{ мм}^2 \text{ каждый}$$

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР2	Лист
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		3

### 3 Проверка сечений вновь прокладываемых кабельных линий по условиям протекания длительно допустимого тока

Значение длительно допустимого тока для выбранных кабелей, прокладываемых от ТСН-1Н к ЩСН-0,4кВ, равно 350 А.

Расчетный ток в кабеле равен  $I_{расч} = \frac{958,3}{3} = 319,4$  А.

Выбор кабелей питания приводов заводки пружин ВВ-6кВ, цепей освещения и обогрева шкафов КРУ-6кВ осуществляется по условиям протекания длительно допустимого тока.

Расчетный ток в кабеле питания приводов заводки пружин ВВ-6кВ принят равным 3А из условия одновременной работы двух приводов. Длительно допустимый ток кабеля составляет 41А.

Расчетный ток в кабеле питания цепей обогрева шкафов КРУ-6кВ принят равным 12,7А из условия одновременной работы всех резисторов обогрева шкафов. Длительно допустимый ток кабеля составляет 50А.

Таким образом, все кабели проходят проверку по условиям протекания длительно допустимого тока.

### 4 Проверка сечений вновь прокладываемых питающих кабельных линий по потере напряжения

В соответствии с ГОСТ 13019-97, нормально допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии равны  $\pm 5\%$  от номинального напряжения электрической сети.

Потерю напряжения определяем по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2}{U_H} \Pi(r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)$$

В случае если кабель не соответствует требованию, указанному выше, его сечение необходимо увеличить на порядок и выполнить проверку повторно.

Максимальная потеря напряжения в линии, соединяющей ТСН-1Н и ЩСН-0,4кВ (при загрузке ТСН-1Н на 100%), равна:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2}{380} \cdot 319,4 \cdot 0,05 \cdot (0,1 \cdot 0,93 + 0,078 \cdot 0,37) = 0,9\%.$$

Таким образом, отклонения напряжения, превышающего нормально допустимые значения, на вновь прокладываемой кабельной линии не наблюдаются.

Потеря напряжения в линии, питающей приводы заводки пружин выключателей 6кВ, равна:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 10^2}{220} \cdot 3 \cdot 0,17 \cdot (4,63 \cdot 0,9 + 0,107 \cdot 0,44) = 1,87\%.$$

Потеря напряжения в линии, питающей цепи обогрева шкафов КРУ-6кВ, равна:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 10^2}{220} \cdot 3 \cdot 0,17 \cdot (3,09 \cdot 1) = 5,8\%.$$

Потеря напряжения в линии, питающей цепи освещения шкафов КРУ-6кВ, равна:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 10^2}{220} \cdot 0,55 \cdot 0,17 \cdot (4,63 \cdot 0,9 + 0,107 \cdot 0,44) = 0,4\%.$$

Таким образом, отклонения напряжения, превышающего нормально допустимые значения, на вновь прокладываемых кабельных линиях не наблюдаются.

					<i>П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР2</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## 5 Расчет токов короткого замыкания

Расчет токов короткого замыкания производится для выбора коммутационного оборудования и проверки кабелей на возгорание при воздействии токов короткого замыкания.

В соответствии с ГОСТ 28249-93 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ» значение трехфазного тока короткого замыкания определяется по формуле:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{r_{1\Sigma}^2 + x_{1\Sigma}^2}}; \text{ где } U_{cp} = 0,4 \text{ кВ}, r_{1\Sigma} = r_{1T} + r_{1W} + r_{1ав} + r_{py}, x_{1\Sigma} = x_{1m} + x_{1ав} + x_{1W},$$

где

$r_{1m}, x_{1m}$  – соответственно активное и реактивное сопротивление прямой последовательности трансформатора,  $r_{1W}, x_{1W}$  – соответственно суммарное активное и реактивное сопротивление прямой последовательности кабельной линии,  $r_{1ав}, x_{1ав}$  – активное и реактивное сопротивление прямой последовательности вводного автоматического выключателя,  $r_{py}$  – переходное сопротивление ЩСН-0,4кВ.

Сопротивление системы не учитывается из-за малого влияния на значение тока КЗ.

Значение двухфазного тока короткого замыкания определяется по формуле:

$$I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_k^{(3)}.$$

Значение однофазного тока короткого замыкания определяется по формуле:

$$I_k^{(1)} = \frac{\sqrt{3} U_{cp}}{\sqrt{(2r_{1\Sigma} + r_{0\Sigma})^2 + (2x_{1\Sigma} + x_{0\Sigma})^2}}; \text{ где } U_{cp} = 0,4 \text{ кВ}, r_{0\Sigma} = r_{0m} + \Sigma r_{0W} + \Sigma r_{0ав}, x_{0\Sigma} = x_{0m} +$$

$\Sigma x_{0W}$ , где

$r_{0\Sigma}$  и  $x_{0\Sigma}$  – суммарное активное и суммарное индуктивное сопротивления нулевой последовательности расчетной схемы относительно точки КЗ, Ом.

Активное сопротивление трансформатора равно:  $r_m = \Delta P_k \cdot \frac{U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^{-3} = 6,6 \cdot \frac{0,38^2}{0,63^2} \cdot 10^{-3} = 0,0024 \text{ Ом}.$

Полное сопротивление трансформатора равно:  $z_m = u_k \cdot \frac{U_{ном}^2}{100 S_{ном}} = 6 \cdot \frac{0,38^2}{100 \cdot 0,63} = 0,0138 \text{ Ом},$

где  $\Delta P_k$  – потери КЗ, кВт;  $u_k$  – напряжение КЗ, %;  $S_{ном}$  – номинальная мощность трансформатора, МВА;  $U_{ном}$  – номинальное напряжение обмотки НН трансформатора, кВ.

Реактивное сопротивление трансформатора равно:

$$x_m = \sqrt{z_m^2 - r_m^2} = \sqrt{0,0138^2 - 0,0024^2} = 0,0136 \text{ Ом}.$$

Активное и реактивное сопротивление трансформатора токам нулевой последовательности равно:  $x_{0m} = 3x_m = 3 \cdot 0,0136 = 0,0408 \text{ Ом}, r_{0m} = 3r_m = 3 \cdot 0,0024 = 0,0072 \text{ Ом}.$

Сопротивление РУ принято равным  $r_{py} = 0,015 \text{ Ом}.$

Активное сопротивление кабелей определяется по формуле:  $r_{кл} = r_{yd} \cdot l;$

Реактивное сопротивление кабелей определяется по формуле:  $x_{кл} = x_{yd} \cdot l;$

Активное и реактивное сопротивление кабелей токам нулевой последовательности определяются по формулам:  $r_{0кл} = r_{0yd} \cdot l, x_0 = x_{0yd} \cdot l;$

где  $r_{yd}, x_{yd}$  – соответственно удельные активное и реактивное сопротивления, Ом/км;

$r_{0yd}, x_{0yd}$  – соответственно удельные активное и реактивное сопротивления токам нулевой последовательности.

Устанавливаемые автоматические выключатели выбираются по следующим условиям:

$$U_{ном} \geq U_{ном.сети};$$

$$I_{ном.} \geq I_{ном.расч}, \text{ где}$$

					П2200152-12.12-03-ИОС1.1.РР2	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5







$S$  – сечение жил кабеля, мм<sup>2</sup>.

Результаты проверки сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Проверка кабеля на возгорание при воздействии тока КЗ

Обозначение кабеля на схеме	Марка кабеля	$Q_0$ , °C	$Q_{дл}$ , °C	$I_{раб}$ , A	$I_{дл}$ , A	$Q_{нз}$ , °C	$b$ , мм <sup>4</sup> / (кА <sup>2</sup> ·с)	$I_k$ , кА	$t$ , с	$Q_k$ , °C
W1	3хВВГнг-LS 4х185	36	70	319,4	369	69,7	19,58	13,686	0,35	81
W3	ВВГнг-LS 3х4	36	70	3	41	36,3	19,58	5,1	0,01	134,5
W4	ВВГнг-LS 3х4	36	70	0,55	41	36,3	19,58	5,1	0,01	134,2
W5	ВВГнг-LS 3х6	36	70	12,7	41	40,3	19,58	5,1	0,01	80,8

Вывод: кабели удовлетворяют требованиям к нагреву при протекании тока КЗ.

					<i>П2200152-12.12-03-ИОС1.1.PP2</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		