



**РусГидро**  
Ленгидропроект

Открытое акционерное общество  
**«Ленгидропроект»**

---

Зейская ГЭС на р. Зeya

**Разработка проектной документации  
реконструкции Зейской ГЭС  
с интеграцией запущенных проектов  
в общий проект**

**Система электроснабжения  
Основные технические решения**

**1945 –25-1т-ЭО**

**Этап 2.1**

**2014**



**РусГидро**  
Ленгидропроект

Открытое акционерное общество  
**«Ленгидропроект»**

Зейская ГЭС на р. Зeya

**Разработка проектной документации  
реконструкции Зейской ГЭС  
с интеграцией запущенных проектов  
в общий проект**

**Система электроснабжения  
Основные технические решения**

**1945 –25-1Т-ЭО**

**Этап 2.1**

**Заместитель главного инженера по  
электротехническому оборудованию**

**А.Г. Булин**

**Главный инженер проекта**

**А.В. Ибраев**

**Начальник ОЭО**

**С.В. Инишев**

**2014**

Взамен инв. №






Подпись и дата

Инв. № полл.



## Содержание

1 Введение.....	3
2. Главная электрическая схема.....	3
3 Основное электротехническое оборудование собственных нужд переменного и постоянного тока .....	5
3.1 Собственные нужды переменного тока .....	5
3.2 Собственные нужды постоянного тока.....	49
4 Электрическое освещение .....	52
4.1 Внутреннее освещение здания ГЭС, блока монтажной площадки, кабельные туннели от здания ГЭС до щитового блока, здание АПК-1, АПК-2, здание трансформаторной мастерской. ....	52
4.2 Плотина .....	52
4.3 Хоздвор.....	52
5 Защита от грозовых и внутренних перенапряжений. Защита от прямых ударов молнии. Заземление. Электромагнитная совместимость. Мероприятия по защите вторичных цепей от импульсных помех. Биозащита.....	59
5.1 Заземление .....	60
5.2 Оценка электромагнитной обстановки .....	63
5.3 Система молниезащиты.....	66
5.4 Технические решения по реконструкции ЗУ, СУП и выполнению требований ЭМС.....	69
Приложение А – Схема реконструкции ЗУ опор перекидки 220 и 500кВ. Рисунок 1 .....	77
Приложение Б – Схема реконструкции ЗУ на гребне плотины .....	79
Приложение В – Главная электрическая схема Зейской ГЭС. ....	80

Взамен инв. №	Подпись и дата									
Инв. № полл.							1945-25-1Т-ЭО			
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Система электроснабжения Основные технические решения Этап 2.1			
	Разраб.		Югарова			08.04.14				
	Проверил		Рогова			08.04.14				
	Нач. отд.		Инишев			08.04.14				
	Н. контр.		Никифорова			08.04.14				
	ГИП		Ибраев			08.04.04				
						Стадия			Лист	Листов
						П			2	80
						Открытое акционерное общество «Ленгидропроект»				

## 1 Введение

Настоящая работа выполняется по договору №2872 от 10.07.2013 с филиалом ОАО «РусГидро»-«Зейская ГЭС».

ОАО «Ленгидропроект» назначено Генеральным проектировщиком реконструкции Зейской ГЭС в соответствии с Приложением №3 к протоколу № 615пр/9 заседания правления ОАО «РусГидро» от 17.06.2012г. – «Положением о проектной организации – генеральном проектировщике объекта комплексной модернизации (реконструкции, технического перевооружения) ОАО «РусГидро»».

В соответствии с техническим заданием к Договору №2872 разработке проектной документации предшествовало комплексное предпроектное обследование, которое проводилось в 4 этапа (1.1 – 1.4) в период с 04.10.2012г. по 10.12.2013г. По итогам каждого этапа выпущены сводные отчеты, содержащие информацию об обследованиях и инженерных изысканиях, проведенных в рамках этапа. Этап 1 завершился выпуском итогового отчета по результатам предпроектного обследования, содержащего выводы по результатам всех проведенных обследований и изысканий, предложения по объему работ по программе комплексной реконструкции Зейского гидроузла.

Выводы и объемы работ согласованы Заказчиком, выполнена корректировка технического задания. На основе уточненного ТЗ согласно перечню работ этапа 2.1 разработаны основные технические решения по ряду технологических разделов проектной документации.

## 2. Главная электрическая схема

На Зейской ГЭС установлено шесть гидрогенераторов типа СВ-1130/220-44ХЛ суммарной мощностью 1330 МВт. Четыре гидрогенератора (№1, №2, №4 и №5) имеют установленную мощность 225 МВт, а два – по 215 МВт (№3 и №6).

Два гидроагрегата №1 и №2 соединены в блоки со своими повышающими трансформаторами: агрегат №1 с трансформатором Т1 типа ТНЕРЕ-265000/245, установленным в 2009г., агрегат №2 с трансформатором Т2 типа ТЦ-250000/220. Блоки агрегатов №1 и 2 присоединены к ОРУ 220 кВ двухцепным воздушным переходом.

Гидроагрегаты №3, 4, 5 соединены в блоки с трансформаторами ТЗ...5 типа ТЦ-250000/500, гидроагрегат №6 – с трансформатором Т6 типа ТНЕРЕ-265000/525. Гидроагрегаты № 3...6 объединены в два укрупненных блока (GT3-GT4 и GT5-GT6) и присоединены к ОРУ 500 кВ двумя одноцепными воздушными переходами.

Главные трансформаторы блоков Т1...Т6, а также трансформаторы общестанционных собственных нужд ТВ21...ТВ23 установлены на трансформаторной площадке (отм. 232,000) в пазухе между плотиной и зданием ГЭС.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

3

ОРУ 500 кВ выполнено по полуторной схеме – «три выключателя на два присоединения» с применением элегазовых выключателей 500 кВ колонкового исполнения типа 3AP2 FI 500кВ, 2000А, 20 кА, фирмы Сименс. ОРУ 500 кВ состоит из 4 ячеек шириной 28 м. Длина ОРУ составляет 380 м, ширина – 146...154 м.

ОРУ 220 кВ выполнено по схеме «одионочная секционированная система шин с обходной» с применением элегазовых выключателей колонкового исполнения 3AP1 FG 245кВ, 2000А, 20 кА фирмы Сименс. ОРУ 220 кВ состоит из 12 ячеек шириной 15.4 м. Длина ОРУ 220 кВ составляет 208 м, ширина 110.6 м.

Между ОРУ 220 кВ и ОРУ 500 кВ существует автотрансформаторная связь, позволяющая обеспечивать переток мощности до 500 МВА между сетями 220 и 500 кВ. Автотрансформатор типа АОДЦТН-167000/500/220 -62-91 подключен «вилкой» к обеим секциям шин ОРУ 220 кВ.

Выдача мощности Зейской ГЭС осуществляется на напряжении 500 кВ по двум воздушным линиям электропередачи (линии W1С и W2С) на ПС «Амурская», а на напряжении 220 кВ – по пяти линиям (ПС «Светлая-1», ПС «Светлая-2», ПС «Призейская», ПС «Магдагачи», ПС «Электрокотельная»).

Реконструкция ОРУ 220 и 500 кВ с заменой воздушных выключателей на элегазовые выполнялась с сохранением ранее принятых компоновочных решений по отдельному договору. При этом в цепях реакторов ВЛ 500 кВ (линии W1С и W2С) устанавливаются выключатели и в связи с этим принято решение об изменении компоновки площадок реакторов для размещения в/в оборудования в этих цепях. В линии W1С устанавливаются реакторы типа РОМ-60000/500 У1, аналогичные типу реакторов, установленных в линии W2С.

В настоящее время на площадках ОРУ 220 и 500 кВ выполняются поэтапные (по ячейковые) строительные и монтажные работы по замене высоковольтного оборудования и устройств РЗА.

Главная электрическая схема приведена на Приложении В.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

4

### 3 Основное электротехническое оборудование собственных нужд переменного и постоянного тока

Проект собственных нужд (СН) переменного и постоянного тока Зейской ГЭС выполнен в соответствии со Стандартом организации СТО 17330282.27.140.020-2008 «Системы питания собственных нужд ГЭС. Условия создания, нормы и требования» и другими нормативными документами.

#### 3.1 Собственные нужды переменного тока

##### 3.1.1 Общестанционные СН 6 и 0,4 кВ

За основу комплексной реконструкции Зейской ГЭС принята существующая схема сети собственных нужд 6кВ. Опыт эксплуатации ГЭС показал, что схема обладает достаточно высокой надежностью питания СН при работе всех (или части) агрегатов и при полностью остановленных агрегатах ГЭС.

Для питания общестанционных потребителей собственных нужд (СН) в проекте предусматривается установка трех трансформаторов общестанционных СН – ТВ21, ТВ22, ТВ23 с литой изоляцией (сухих), присоединенных к главным выводам генераторов G1, G3, G5 15,75кВ блоков «генератор – трансформатор» между генераторными выключателями и главными повышающими трансформаторами первого, третьего и пятого агрегатов.

Трансформатор ТВ23 подключен на первую секцию КРУ 6кВ (щит ВВ1Р), трансформатор ТВ21 подключен на вторую секцию КРУ 6кВ (щит ВВ2Р), трансформатор ТВ22 является резервным и может по необходимости подключаться либо на первую секцию КРУ, либо на вторую. Эти трансформаторы являются независимыми источниками питания для общестанционного распределительного устройства СН 6кВ. Принятый способ присоединения трансформаторов ТВ21, ТВ22 и ТВ23 позволяет сохранить питание СН ГЭС от системы при отключенных генераторах. Данное оборудование было введено в эксплуатацию в 1975 - 1977 годах, к настоящему времени выработало свой ресурс, и подлежит замене в полном объеме на современное оборудование.

Для электроснабжения потребителей СН ГЭС в проекте предусмотрено двухсекционное комплектное распределительное устройство 6кВ (КРУ 6кВ), состоящее из 40 ячеек. Первая секция ВВ1Р – 18 ячеек, вторая секция ВВ2Р – 22 ячейки. Схема сети 6кВ приведена на рис. 3-1. К указанному секциям КРУ 6кВ подключаются двух- и однотрансформаторные подстанции общестанционных СН 6/0,4 кВ, от которых непосредственно питаются потребители СН ГЭС напряжением 0,4кВ.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

5

К первой группе относятся приемники с прерывистым и повторно-кратковременным режимами работы. Эта группа представлена электродвигательной нагрузкой различных механизмов СН (насосов, компрессоров, кранов и т.п.). Коэффициент одновременности для этих потребителей принят равным 0,3 – общестанционные СН и 0,4 – агрегатные СН.

Во вторую группу включены электроприемники, длительно находящиеся в работе. К ним относятся отопительные, вентиляционные и осветительные установки, устройства релейной защиты и автоматики, выпрямительные агрегаты и связь. Коэффициент одновременности для этих потребителей принят 0,8 – общестанционные СН и 0,9 – агрегатные СН.

Обобщенный перечень потребителей общестанционных собственных нужд приведен в таблице 2.1.33. Полный список потребителей представлен в таблицах 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.11, 3.1.13, 3.1.15, 3.1.17, 3.1.19, 3.1.21, 3.1.23, 3.1.25, 3.1.27, 3.1.29.

Мощности трансформаторов определились в результате расчетов, выполненных в таблице 3.1.34. В соответствии с результатами приведенных в таблице 3.1.34 расчетов в проекте принята мощность трансформаторов, необходимая для питания общестанционных собственных нужд, 10МВА, напряжением 15,75 / 6,3кВ.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взамен инв. №							
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	1945-25-1т-ЭО			Лист
									6



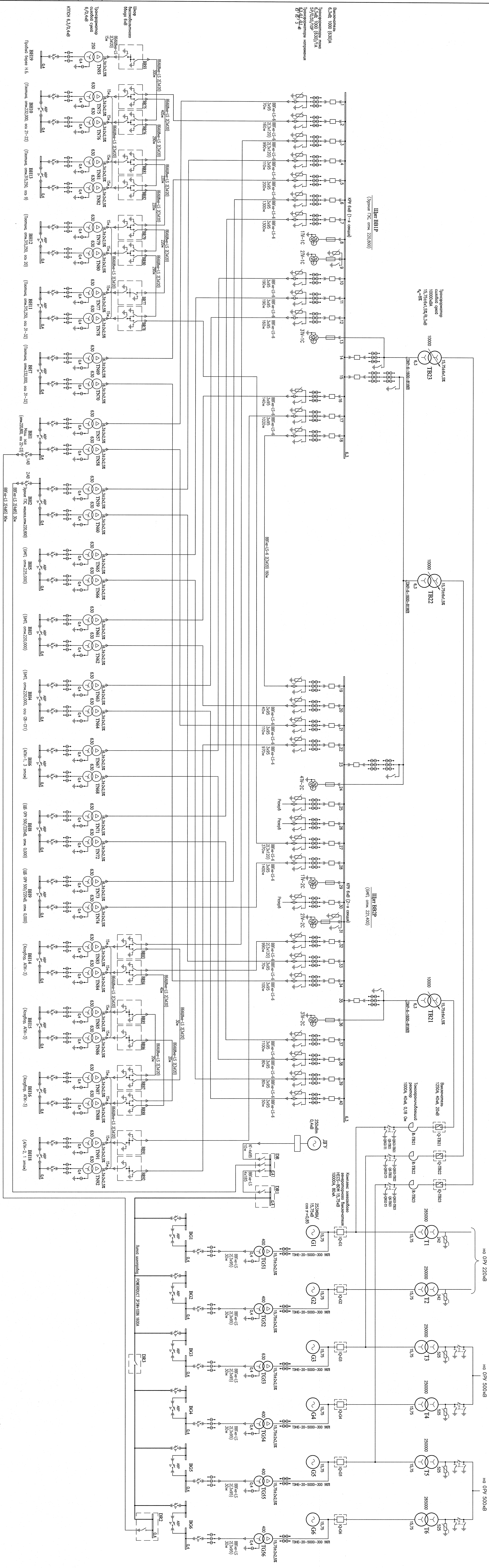


Рисунок 3-1 – Схема собственных нужд 15,75/6,3/0,4кВ Зейской ГЭС

### 3.1.2 Агрегатные СН

Для питания потребителей СН, связанных непосредственно с работой агрегата, в проекте предусмотрены щиты агрегатных СН.

Питание второй секции каждого щита предусмотрено от трансформатора агрегатных СН 15,75/0,4кВ, подключенного к своему генератору до генераторного выключателя, а первая секция питается от шинного моста, в нормальном режиме запитанного от трансформаторной подстанции (ТП) ВН1 или ВН2, резервное от ДГ, на напряжении 0,4кВ. Схема питания агрегатных СН 0,4кВ приведена на Рисунке 3-2.

Количество и мощность трансформаторов для питания потребителей СН на напряжении 0,4кВ выбраны с учетом 50% - ой загрузки в нормальном режиме и 100% -ой – в аварийном.

Щиты агрегатных СН на Зейской ГЭС находятся в эксплуатации от 30 до 35 лет при нормативном сроке эксплуатации комплектных распределительных устройств типа КРУ-0,5 кВ – 25 лет.

В настоящее время щиты агрегатных СН и их комплектация, в том числе сухие трансформаторы типа ТСЗС-630/15, физически и морально устарели и требуют замены, кроме замененного в 2009 году трансформатора ТГ53, агрегата №3.

Трансформатор ТГ53 был заменен, в связи с произошедшим коротким замыканием (КЗ) в 2009 году, на новый трансформатор типа ТСЗ-630/15,75 У3.

Все трансформаторы агрегатных собственных нужд выбраны сухие с глухозаземленной нейтралью.

Перечень потребителей агрегатных собственных нужд приведен в таблице 3.1.31. Мощности трансформаторов определились в результате расчетов, выполненных в таблице 3.1.32. В соответствии с результатами приведенных в таблице 3.1.32 расчетов в проекте принята мощность трансформаторов, необходимая для питания общестанционных собственных нужд, 400кВА, напряжением 15,75/0,4кВ.

При замене агрегатных подстанций СН необходима установка новых силовых распределительных шкафов для электроснабжения потребителей агрегатных СН 0,4 кВ небольшой мощности.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

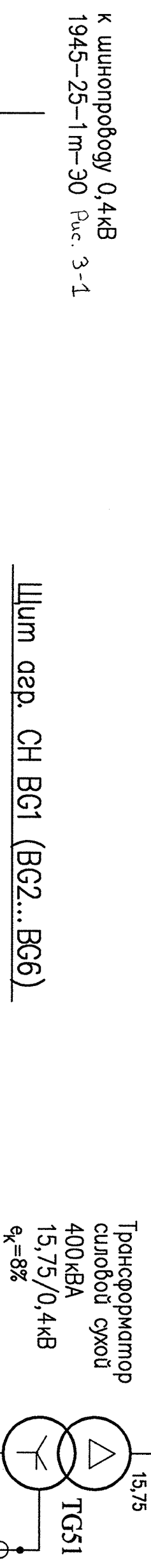
1945-25-1т-ЭО

Лист

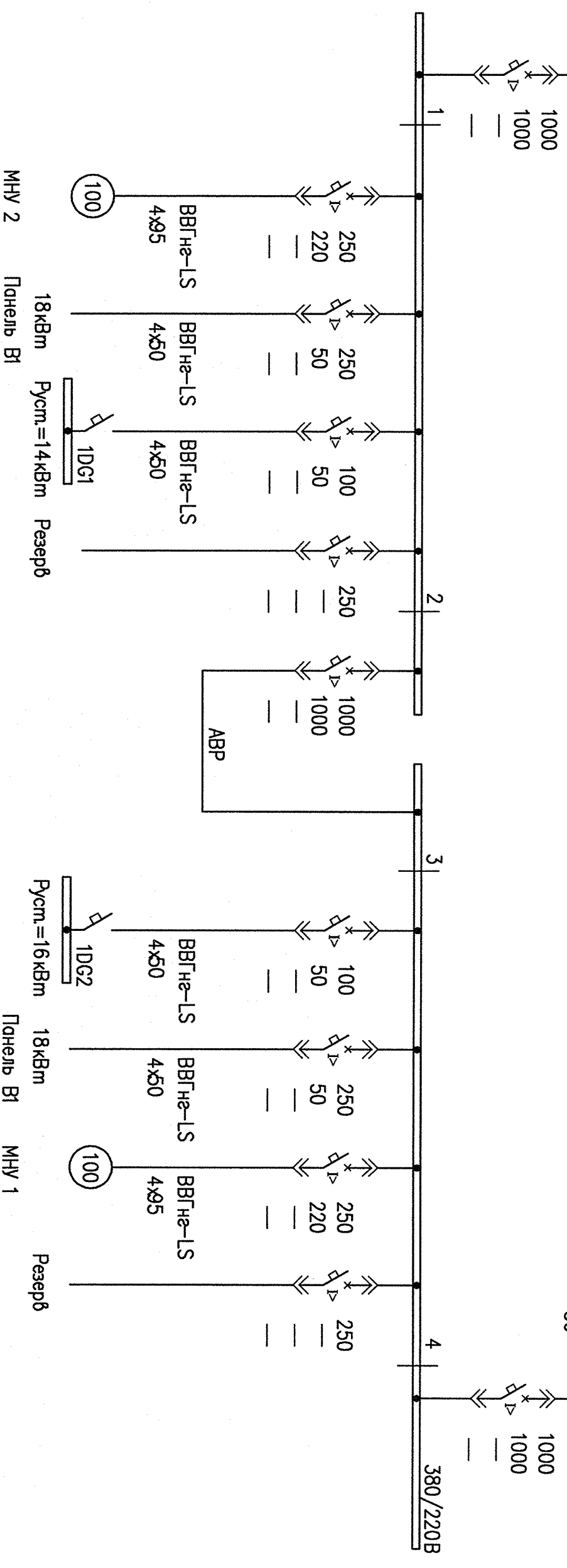
8



От генератора G1



Ulm asp. CH BG1 (BG2...BG6)



Автомат	Ном. ток расц., А
	Уставка в зоне токов перегрузки
Кабель	Марка
	Сечение, мм <sup>2</sup>
Руст., кВт	

Согласовано			

Согласовано

Инв. N подл.	Погн и дата	Взам. инв N

Рисунок 3-2 – Схема 15,75/0,4кВ агрегатных СН (щиты ВГ1...ВГ6)

					1945-25-1m-30		Илчм
Изм.	Кол. выд.	Илчм	№ док.	Илчм	№ док.	Илчм	9

### 3.1.3 Комплектные трансформаторные подстанции общестанционных СН 6/0,4кВ

КТП предназначены для электроснабжения общестанционных собственных нужд в здании ГЭС, на плотине, в АПК-1, в АПК-2, в технологическом корпусе хоздвора. От этих КТП кабельными линиями 0,4кВ запитываются силовые распределительные шкафы, установленные в местах сосредоточения электроприемников.

Комплектные трансформаторные подстанции находятся в эксплуатации более 25-30 лет при нормативном сроке эксплуатации 25 лет, и в настоящее время выработали свой ресурс, морально и физически устарели.

Перечень потребителей собственных нужд приведен в таблицах 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.11, 3.1.13, 3.1.15, 3.1.17, 3.1.19, 3.1.21, 3.1.23, 3.1.25, 3.1.27, 3.1.29.

Мощности трансформаторов определились в результате расчетов, выполненных в таблицах 3.1.2, 3.1.4, 3.1.6, 3.1.8, 3.1.10, 3.1.12, 3.1.14, 3.1.16, 3.1.18, 3.1.20, 3.1.22, 3.1.24, 3.1.26, 3.1.28, 3.1.30.

Мощности трансформаторов СН могут быть уточнены в проектной документации после получения полного и актуализированного перечня потребителей собственных нужд Зейской ГЭС.

Ток трехфазного короткого замыкания на шинах КРУ 6кВ составляет 10,970кА. Время отключения резервной защиты – 2с. Это определило сечение кабелей, отходящих от КРУ для питания КТП СН. Подключение КТП к КРУ выполнено кабелем 6кВ сечением 3х95мм<sup>2</sup> с медными жилами с изоляцией из сшитого полиэтилена не распространяющим горение с низким дымо- и газовыделением. Данное сечение выбрано исходя из условия невозгорания кабелей при действии токов короткого замыкания (Циркуляр № Ц-02-98(Э) РАО «ЕЭС России»).

В сети 0,4кВ применяются кабели с медными жилами типа ВВГнг-LS, не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением. Сечение кабелей 0,4кВ выбрано из условия невозгорания кабелей при действии токов короткого замыкания (Циркуляр № Ц-02-98(Э) РАО «ЕЭС России»).

Сеть 0,4кВ выполняется с глухозаземленной нейтралью. Для защиты персонала питание электроприемников предусматривается выполнить от сети 380/220В с системой заземления типа TN-S.

При установке новых общестанционных подстанций СН необходимо выполнить замену силовых распределительных шкафов 0,4 кВ в здании ГЭС, галереях плотины, хоздворе.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

10

Таблица 3.1.1 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН1.

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол., шт.	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Насос откачки воды	160	1	II	160
2	Дренажный насос	17	1	II	17
3	Насос откачки масла	10	1	II	10
4	Насос откачки масла	4,5	1	II	4,5
5	Мех. мастерская	25		III	25
6	Помещение Р-Г6	40		III	40
7	ШМ2	275		I	275
8	Отопление	90		III	90
9	Вентиляция	33		III	33
10	Освещение	214		II	214
	Итого: I группы: 531,5 кВт II группы: 337 кВт				868,5

Таблица 3.1.2 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН1.

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	531,5	0,3	159,5	0,8	119,6	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	337	0,8	269,6	0,9	129,4	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			429,1		249	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	397 кВА					

Для питания потребителей щита ВН1 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН1 представлена на Рисунке 3-3.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Ив. № полл.	Взамен инв. №	Подпись и дата			

1945-25-1т-ЭО

Лист

11





Таблица 3.1.3 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН2

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	КВД-3	55	1	II	55
2	Дренажный насос	17	2	II	34
3	Маслонасос	17	1	II	17
4	Кран машзала	80	2	III	160
5	Кран козловой	60	1	III	60
6	КТСФЗ	10	1	I	10
7	Охл. тр-ов и РПН	9		I	9
8	ШМ-1	275		I	275
9	Инвертор 1	40		I	40
10	Отопление	160		III	160
11	Вентиляция	13		III	13
12	Освещение	189		II	189
	Итого: I группы: 620 кВт II группы: 402 кВт				1022

Таблица 3.1.4 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН2

Группа эл.приемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	620	0,3	186	0,8	139,5	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	402	0,8	321,6	0,9	154,4	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			507,6		293,9	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	469,5 кВА					

Для питания потребителей щита ВН2 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН2 представлена на Рисунке 3-4.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

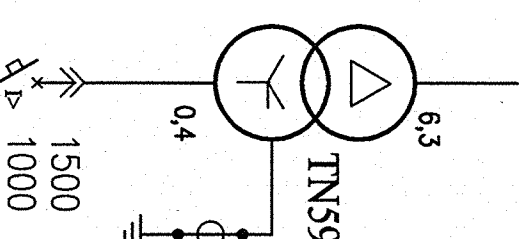
1945-25-1Т-ЭО

Лист

13

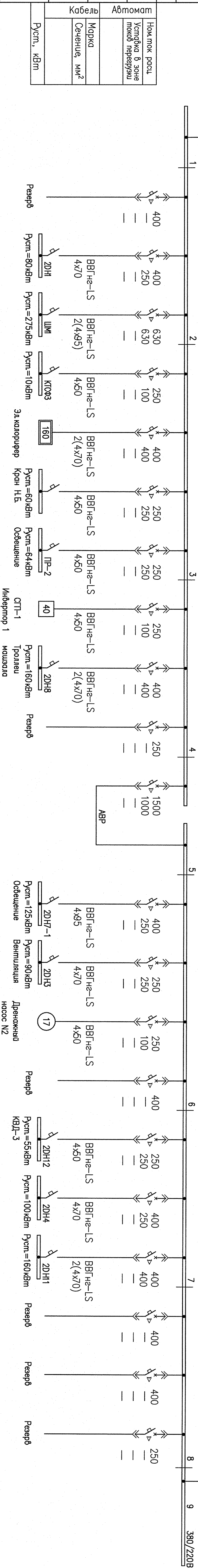
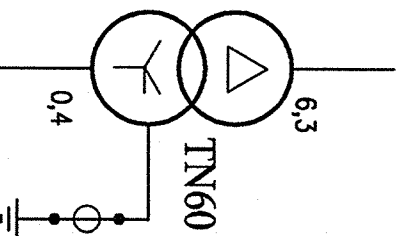
Здание ГЭС. КРУ 6кВ щит ВВ1Р яч.4

Трансформатор  
сухой  
630кВА  
6,3/0,4кВ  
 $\epsilon_k=8\%$



Щит обшестанционных СН ВН2  
(Здание ГЭС, машзд, отк. 220,800)

Здание ГЭС. КРУ 6кВ щит ВВ2Р яч.33



Автомат			
Ном.ток расц.	400	400	400
Уставка в зоне токов перегрузки	—	—	—

Кабель	
Марка	ВВГнг-LS
Сечение, мм²	4x70

Руст., кВт	20Н1
------------	------

Резерв	Руст.=80кВт	Руст.=275кВт	Руст.=10кВт	Эл.калорифер	Руст.=60кВт	Руст.=64кВт	СИП-1	Руст.=160кВт	Резерв
	20Н1	ШМ	КТО3	160	Крон.Н.Б.	ПР-2	СИП-1	20Н8	
							Индуктор 1		

Руст.=125кВт	Руст.=90кВт	Руст.=55кВт	Руст.=100кВт	Руст.=160кВт	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв
20Н7-1	20Н3	20Н12	20Н4	20Н11				
Освещение	Вентиляция	Дренажный насос N2						

Рисунок 3-4 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (щит ВН2)

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Согласовано

Изм.	Кол. в лист	Лист	Подпись	Дата	1945-25-1m-30	Лист
						14

Таблица 3.1.5 – Сводный перечень потребителей СН щита ВНЗ

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Артезианский насос	75	3	II	225
2	Насос пожаротушения	160	1	I	160
3	КНД	55	2	II	110
4	КВД	55	1	II	55
5	Мастерская	25	1	III	25
6	ГРП	222		II	222
7	Зарядный агрегат	32	1	I	32
8	СДГУ	15		I	15
9	Отопление	260		III	260
10	Вентиляция	32		III	32
11	Освещение	106		II	106
	Итого: I группы: 844 кВт II группы: 398 кВт				1242

Таблица 3.1.6 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВНЗ

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	844	0,3	253,2	0,8	189,9	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	398	0,8	318,4	0,9	152,9	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			571,6		342,8	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	533,2 кВА					

Для питания потребителей щита ВНЗ принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3 / 0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВНЗ представлена на Рисунке 3-5.

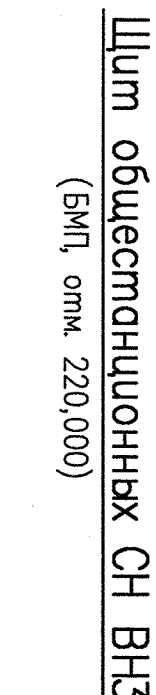
Инв. № полл.	Подпись и дата	Взамен инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

15



Ручм., кВм

1945-25-1m-30



Таблица 3.1.7 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН4

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Маслонасос	4,5	5	II	22,5
2	Масл.очист. машина	44,5	3	III	133,5
3	Масл.очист. машина	45,1	2	III	90,2
4	Фильтр пресс	1,7	1	II	1,7
5	КНД	55	2	II	110
6	КВД	55	1	II	55
7	Инвертор 2	40	1	I	40
8	СДТУ	25		I	25
9	Отопление	680		III	680
10	Вентиляция	19		III	19
11	Освещение	36		II	36
	Итого: I группы: 412,9 кВт II группы: 800 кВт				1212,9

Таблица 3.1.8 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН4.

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	К <sub>30</sub>	Р <sub>30</sub> =Р <sub>уст</sub> x К <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = Р <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэфф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	412,9	0,3	123,9	0,8	93	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	800	0,8	640	0,9	307,2	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			763,9		400,2	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	690 кВА					

Для питания потребителей щита ВН4 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ, с учетом 50% - ой загрузки в нормальном режиме и в дальнейшем будет уточнена.

Схема питания потребителей щита ВН4 представлена на Рисунке 3-6.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

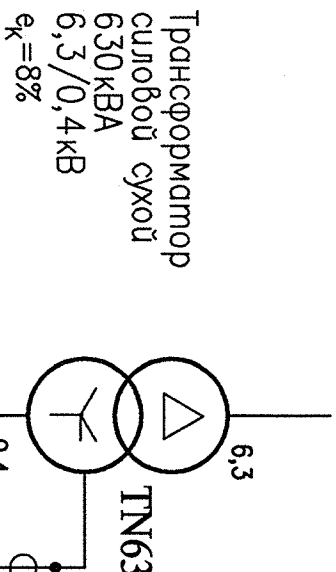
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

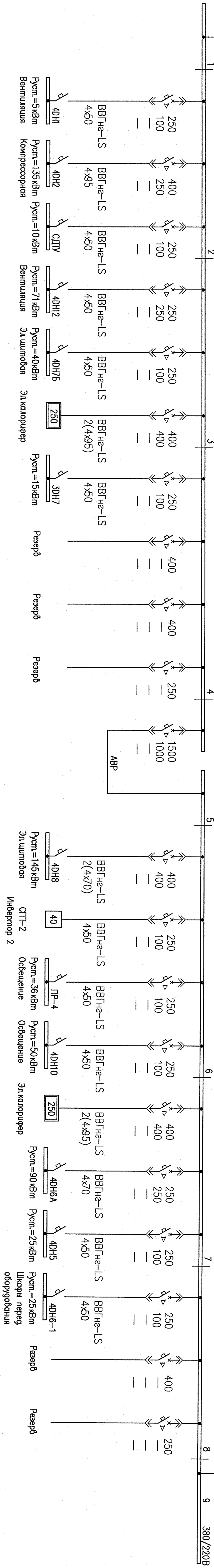
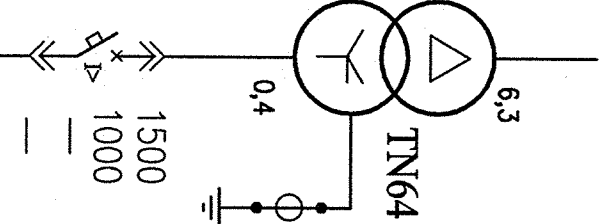
17

Здание ГЭС. КРУ 6кВ шит ВВ1Р яч.12



Шит общественных СН ВН4  
(БМП, отм. 220,000, осн 08-С11)

Здание ГЭС. КРУ 6кВ шит ВВ2Р яч.40



Согласовано			
Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв N	

Изм.	Кол-во	Исполн	Начек	Подпись	Дата	1945-25-1m-30	Лист
							18

Рисунок 3-6 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (шит ВН4)

Таблица 3.1.9 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН5.

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	ГРП	165,5		II	165,5
2	Эл. котел систем. гор. воздухооборудования	100	5	II	500
3	Эл. двиг насоса систем. гор. воздухооборудования	1,5	2	II	3
4	Эл. двиг. насоса	1,1	2	II	2,2
5	Дистиллятор	4	1	II	4
6	Отопление	330		III	330
7	Вентиляция	60		III	60
8	Освещение	27		II	27
	Итого: I группы: 674,7 кВт II группы: 417 кВт				1091,7

Таблица 3.1.10 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН5

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	674,7	0,3	202,5	0,8	151,9	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	417	0,8	333,6	0,9	160,2	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			536,1		312,1	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	496,2 кВА					

Для питания потребителей щита ВН5 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН5 представлена на Рисунке 3-7.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

19

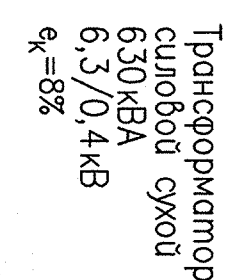


Рисунок 3-7 – Схема КТПН 6/0,4 кВ (щит ВН5)

[illegible]

Таблица 3.1.11 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН6

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Лебедка лифта	20	1	II	20
2	Задвиж. пожаротушения	0,5	6	I	3
3	Фреоновая ус-ка	2,8	1	II	2,8
4	1П ЗВУ N1	6,3		II	6,3
5	Фостер ТМХ	20		II	20
6	Столовая	70		III	70
7	Мастерская	90		III	90
8	Хим. лаборатория	25		III	25
9	Отопление	355		III	355
10	Вентиляция	143		III	143
11	Освещение	50		II	50
	Итого: I группы: 237,1 кВт II группы: 548 кВт				785,1

Таблица 3.1.12 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН6

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	237,1	0,3	71,2	0,8	53,4	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	548	0,8	438,4	0,9	210,5	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			509,6		263,9	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	460 кВА					

Для питания потребителей щита ВН6 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3 / 0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН6 представлена на Рисунке 3-8.

Изн. № полл.	Подпись и дата	Взамен инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

21



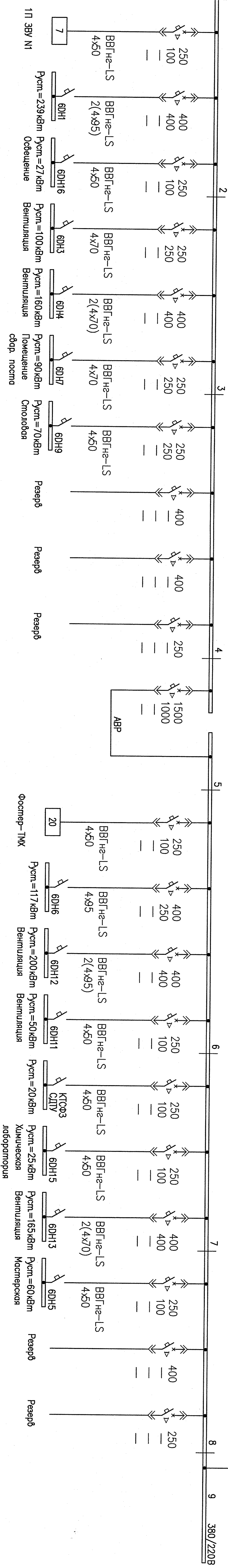
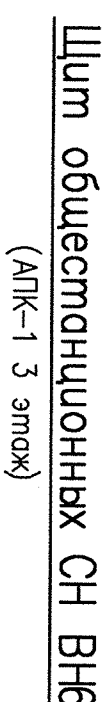
[illegible][illegible]

Рисунок 3-8 – Схема КТПН 6/0,4 кВ (щит ВНБ)

Таблица 3.1.13 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН7

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Кран ТМХ	70	1	III	70
2	Маслонасос	2,8	3	II	8,4
3	Вакуумный насос	20	4	II	80
4	Воздухосборники	1,9	5	II	9,5
5	Станция питьевого водоснабжения	11,4	1	II	11,4
6	Насосная ПЖТ	62		I	62
7	Отопление	315		III	315
8	Вентиляция	112,5		III	112,5
9	Освещение	217		II	217
	Итого: I группы: 241,3 кВт II группы: 644,5 кВт				885,8

Таблица 3.1.14 - Выбор мощности трансформаторов СН: ВН7.

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	$K_{30}$	$P_{30}=P_{уст} \times K_{30}$ кВт	Коэф. Мощности $\cos\varphi$	$Q_{30}=P_{30} \times \tan\varphi$ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	241,3	0,3	72,4	0,8	54,3	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	644,5	0,8	515,6	0,9	247,5	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			588		301,8	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	529 кВА					

Для питания потребителей щита ВН7 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН7 представлена на Рисунке 3-9.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Лист

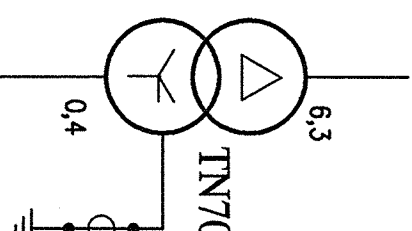
23

1945-25-1Т-ЭО

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

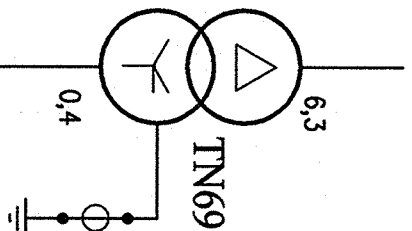
Здание ГЭС КРУ 6кВ шим ВВ2Р яч.34

Трансформатор  
сухой  
630кВА  
6,3/0,4кВ  
ε<sub>к</sub>=8%

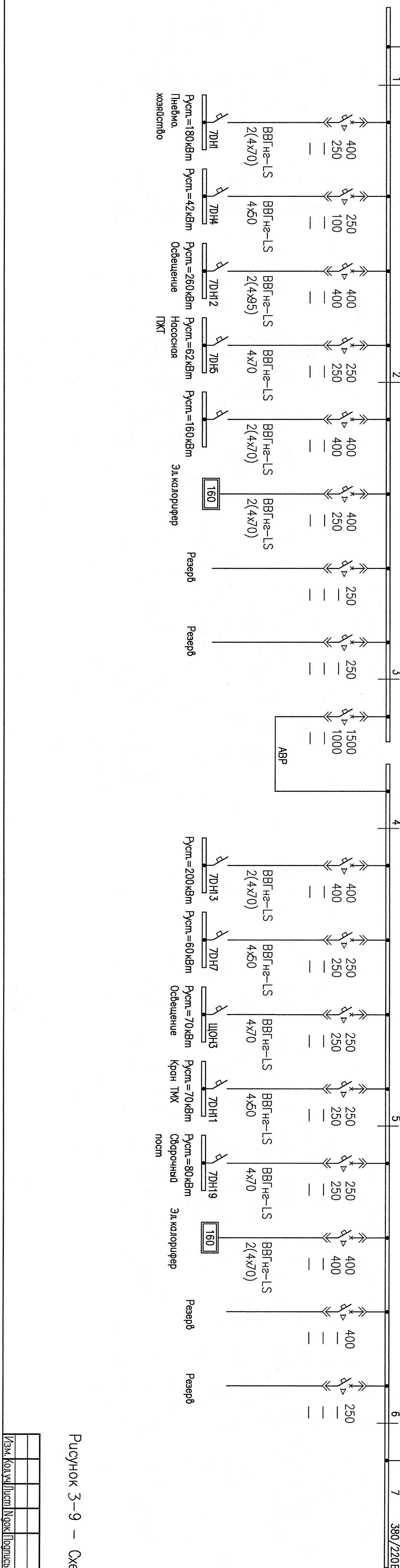


Шим общественных СН ВН7  
(Плотина, отм. 232,000, оси 31-32)

Здание ГЭС КРУ 6кВ шим ВВ1Р яч.5



Согласовано			
Инв. N подл.	Подп и дата	Взам. инв N	



Изм.	Кол-во	Лист	Итого	Подпись	Дата
1945-25-1m-30					
					Лист
					24

Рисунок 3-9 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (шим ВН7)

Таблица 3.1.15 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН10

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Насос откачки воды	160	2	II	320
2	Насос откачки воды	55	1	II	55
3	Самоочищающий фильтр	1,1	4	II	4,4
4	Эл. двиг. задвижки	0,18	5	II	0,9
5	Насосы водоснабжения	7,5	2	II	15
6	Отопление	135		III	135
7	Вентиляция	107		III	107
8	Освещение	270		II	270
	Итого: I группы: 395,3 кВт II группы: 512 кВт				907,3

Таблица 3.1.16 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН10

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	395,3	0,3	118,6	0,8	89	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	512	0,8	409,6	0,9	196,7	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			528,2		285,7	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	481 кВА					

Для питания потребителей щита ВН10 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схемы питания потребителей щита ВН10 представлена на Рисунке 3-10.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

25

[illegible]



Таблица 3.1.17 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН11

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Кран 400РФ	148	1	I	148
2	Эл. двиг. компрессора	40	2	II	80
3	Эл. двиг. лифта	22	1	II	22
4	Гидропривод АРЗ МНА	55	2	I	110
5	Причал Л.Б.	30		II	30
6	ГМО	40		II	40
7	Станция питьевого водоснабжения	11,4		II	11,4
8	Поисковая связь	2		I	2
9	Отопление	495		III	495
10	Вентиляция	98		III	98
11	Освещение	10		II	10
	Итого: I группы: 441,4 кВт II группы: 605 кВт				1046,4

Таблица 3.1.18 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН11

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	441,4	0,3	132,5	0,8	99,4	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	605	0,8	484	0,9	232,4	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			616,5		331,8	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	560 кВА					

Для питания потребителей щита ВН11 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН11 представлена на Рисунке 3-11.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

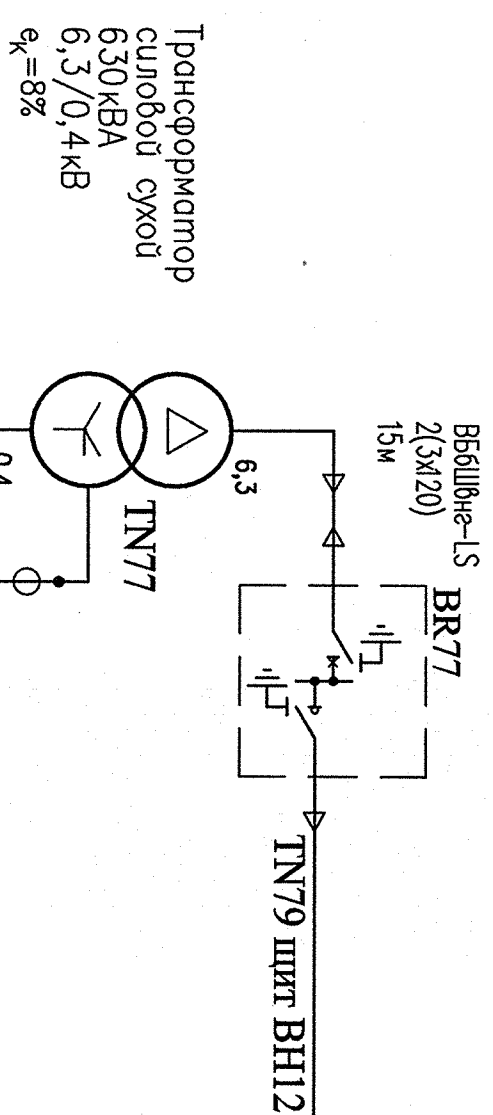
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

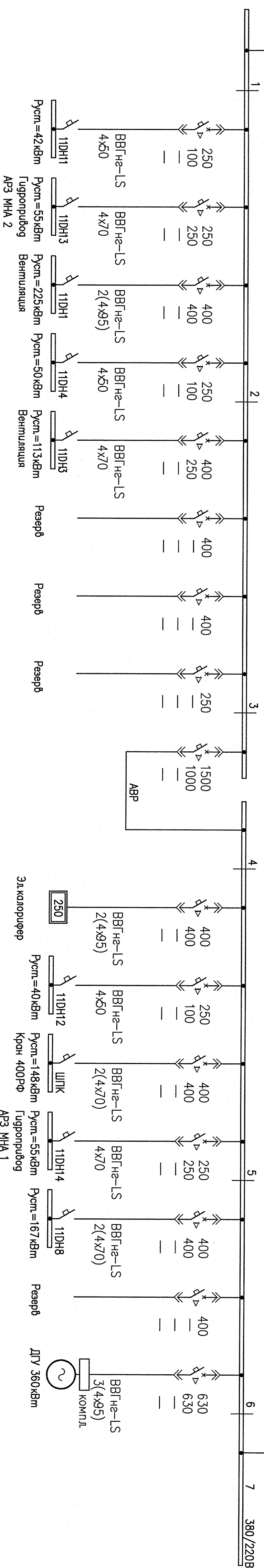
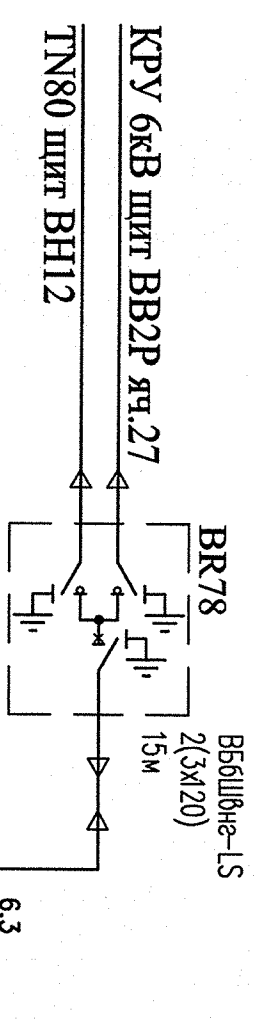
Лист

27





Щит общестанционных СН ВН11  
(Плотина, отм. 315,250, оси 31–32)



			Согласовано			
Инв. N подл.	Подп и дата	Взам. инв N				
		Ручм, кВт	Кабель		Автомат	
			Марка	Уставка в зоне токов перегрузки	Ном ток расч	
						Сечение, мм <sup>2</sup>

Рисунок 3-11 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (щит ВН11)

Таблица 3.1.19 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН12

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
Гидропривод АРЗ МНА	55	2	I	110
Эл. двиг. лифта	22	1	II	22
Помещение АРЗ	18		III	18
Маслоочистительная машина	46	1	III	46
Отопление	790		III	540
Вентиляция	51		III	51
Освещение	85,6		II	85,6
Итого: I группы: 196 кВт II группы: 676,6 кВт				872,6

Таблица 3.1.20 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН12.

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	196	0,3	58,8	0,8	44,1	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	676,6	0,8	541,3	0,9	259,9	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			600,1		304	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	538,2 кВА					

Для питания потребителей щита ВН12 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ, с учетом 50% - ой загрузки в нормальном режиме и в дальнейшем будет уточнена.

Схема питания потребителей щита ВН12 представлена на Рисунке 3-12.

Взамен инв. №

Подпись и дата

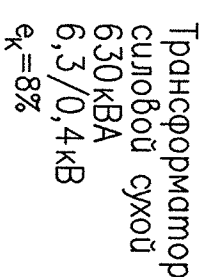
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	Несок	Подп.	Дата

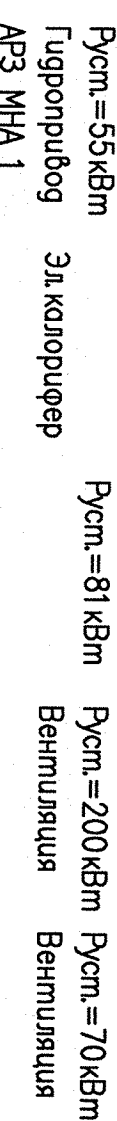
1945-25-1Т-ЭО

Лист

29



(Плотина, отм. 315,250, ось 20)



Ручн., кВт	Автомат		Ном. ток расч.
	Кабель	Марка	Устойка в зоне токов перегрузки
			Сечение, мм <sup>2</sup>

Инв.№подл.	Подп.и дата	Взам.инв.№

Рисунок 3-12 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (шум ВН12,

[illegible]

Таблица 3.1.21 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН13

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Кран 400РФ	148	1	I	148
2	Эл. двиг. задвижек	2,2	6	II	13,2
3	Шкаф обогрева закл. частей АЗВ	360	1	II	360
4	Пост охраны	5	2	II	10
5	Помещение ТП-13Н	36		III	36
6	Отопление	20		III	20
7	Вентиляция	10		III	10
8	Освещение	220		II	220
	Итого: I группы: 567,2 кВт II группы: 250 кВт				817,2

Таблица 3.1.22 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН13

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	$K_{30}$	$P_{30}=P_{уст} \times K_{30}$ кВт	Коэф. Мощности $\cos\varphi$	$Q_{30}=\frac{P_{30} \times \operatorname{tg}\varphi}{\cos\varphi}$ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	577,2	0,3	173,2	0,8	129,9	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	250	0,8	200	0,9	96	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			373,2		225,9	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	346 кВА					

Для питания потребителей щита ВН13 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН13 представлена на Рисунке 3-13.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

31

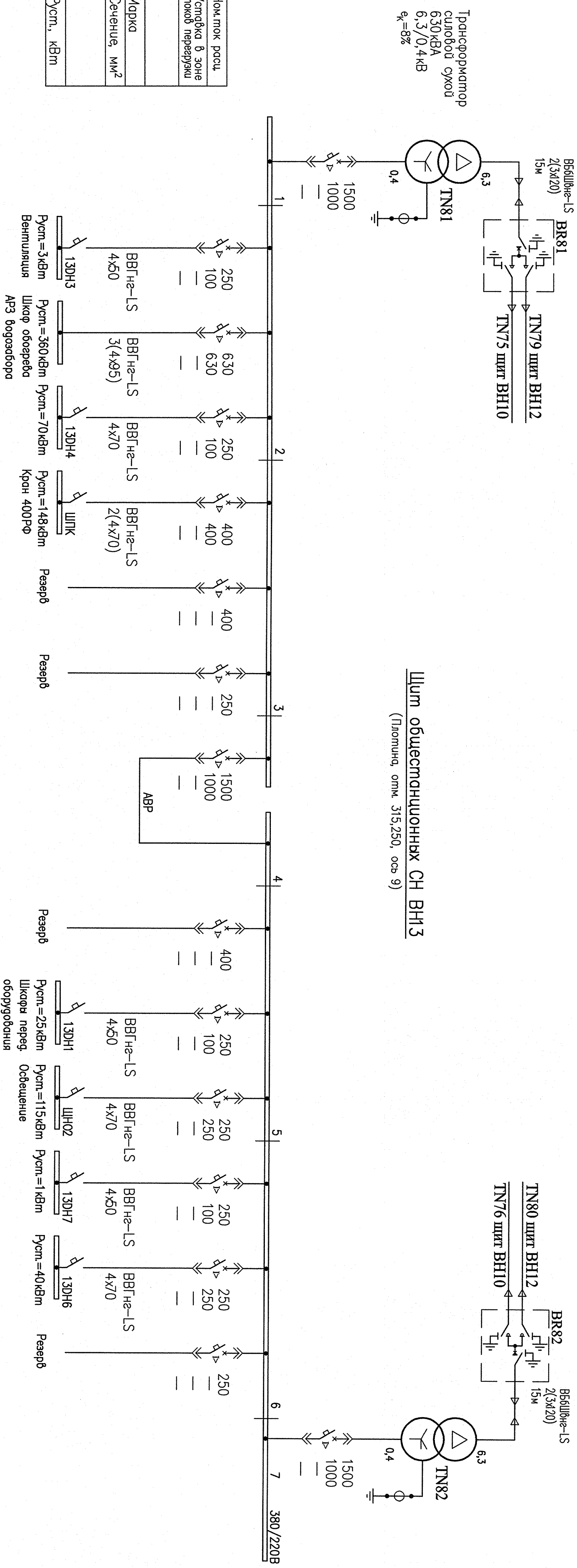


Рисунок 3-13 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (щит ВН13)

[illegible]



Таблица 3.1.23 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН14

№ п/п	Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Эл. котел отопления	250	3	II	750
2	Эл. котел отопления	100	1	II	100
3	Компрессор кузница	10		III	10
4	Сварочный пост	3		III	3
5	Отопление	225		III	225
6	Вентиляция	10		III	10
7	Освещение	13		II	13
	Итого: I группы: 863 кВт II группы: 248 кВт				1111

Таблица 3.1.24 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН14

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	863	0,3	258,9	0,8	194,2	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	248	0,8	198,4	0,9	95,3	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			457,3		289,5	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	433 кВА					

Для питания потребителей щита ВН14 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН14 представлена на Рисунке 3-14.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Лист

1945-25-1Т-ЭО

33

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

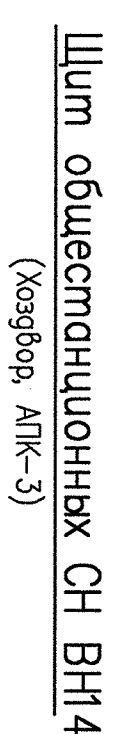


Таблица 3.1.25 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН15

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
2	3	4	5	6
ГРП	210,5	1	II	210,5
Кузница	130		III	130
Мастерская	85		III	85
Столярная мастерская	60		III	60
Эл. котел отопления	250	1	II	250
Шкаф АВР ФНС	18		II	18
Шкаф АВР СБО	15		II	15
Отопление	295		III	295
Вентиляция	35		III	35
Освещение	190		II	190
Итого: I группы: 768,5 кВт II группы: 520 кВт				1288,5

Таблица 3.1.26 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН15

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	$K_{30}$	$P_{30}=P_{уст} \times K_{30}$ кВт	Коэф. Мощности $\cos\varphi$	$Q_{30}=P_{30} \times \tan\varphi$ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	768,5	0,3	230,6	0,8	173	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	520	0,8	416	0,9	200	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			646,6		373	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	600 кВА					

Для питания потребителей щита ВН15 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН15 представлена на Рисунке 3-15.

Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
полл.	полл.	полл.	полл.	полл.	полл.
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
полл.	полл.	полл.	полл.	полл.	полл.
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
полл.	полл.	полл.	полл.	полл.	полл.

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

1945-25-1Т-ЭО

Лист

35



Таблица 3.1.27 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН16

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
2	3	4	5	6
Эл. котел гор. водоснаб.	50	1	II	50
Эл. двиг. насоса гор. водоснабжения II контур	1,1	2	II	2,2
Эл. двиг. насоса гор. водоснабжения II контур	0,35	2	II	0,7
Эл. двиг. насоса гор. водоснаб. отопление	7,5	2	II	15
ГРП	127		II	127
Обмоточная	4		III	4
Мех. мастерская	70		III	70
ШЭ	10		II	10
Отопление	486		III	486
Вентиляция	35		III	35
Освещение	10		II	10
Итого: I группы: 278,9 кВт II группы: 531 кВт				809,9

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

37



Таблица 3.1.28 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН16

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	К <sub>30</sub>	Р <sub>30</sub> =Р <sub>уст</sub> x К <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = Р <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	278,9	0,3	83,7	0,8	62,8	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	531	0,8	424,8	0,9	204	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			508,5		266,8	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	460 кВА					

Для питания потребителей щита ВН16 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН16 представлена на Рисунке 3-16.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

38



Таблица 3.1.29 – Сводный перечень потребителей СН щита ВН18

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
2	3	4	5	6
СГП-1	10		II	10
СГП-2	10		II	10
ГРП 1	84		II	84
ГРП 2	100		II	100
Эл. двиг. насоса системы отопления	5,5	2	II	11
Отопление	347		III	347
Вентиляция	11		III	11
Освещение	25		II	25
Итого: I группы: 215 кВт II группы: 383 кВт				598

Таблица 3.1.30 - Выбор мощности трансформаторов СН щита ВН18

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	$K_{30}$	$P_{30}=P_{уст} \times K_{30}$ кВт	Коэф. Мощности $\cos\varphi$	$Q_{30}=P_{30} \times \tan\varphi$ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	215	0,3	64,5	0,8	48,4	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	383	0,8	306,4	0,9	147,1	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			370,9		195,5	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	335,4 кВА					

Для питания потребителей щита ВН18 принимается двухтрансформаторная подстанция с трансформаторами мощностью 630 кВА, напряжением 6,3/0,4 кВ.

Схема питания потребителей щита ВН18 представлена на Рисунке 3-17.

Взамен инв. №

Подпись и дата

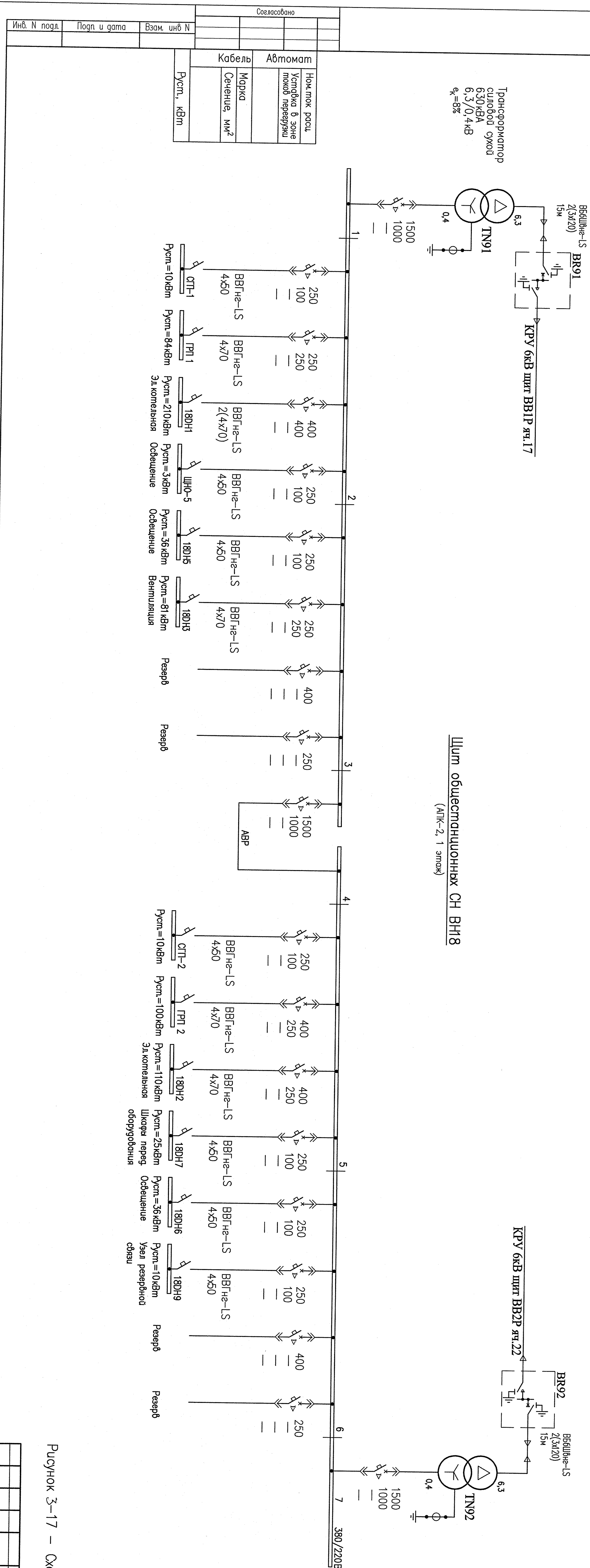
Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

40



Рисунков 3-17 – Схема КТПСН 6/0,4 кВ (шум ВН18)

Таблица 3.1.31 – Сводный перечень потребителей агрегатных СН

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт. на 1 агрегат	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
2	3	4	5	6
Маслонасос МНУ	100	2	I	200
Щит в панель В1 (Возбуждение)	18	2	I	36
Лекажный насос	0,8	1	II	0,8
Дренажный насос	5,5	1	II	5,5
Маслонасос охл. тр-ра	2,8	2	II	5,6
Кран-балка шахты турбины	3,0	1	III	3,0
Эл. двиг. задвижек техводоснаб. №2,3	3,5	2	II	7,0
Эл. двиг. задвижек техводоснаб. №1	1,0	1	II	1,0
Эл. двиг. задвижек охлаждения тр-ра	0,18	4	II	0,72
Смазка подпятника. Насос высокого давл.	4,5	1	II	4,5
Смазка подпятника. Лекажный насос.	1,0	1	II	1,0
РЗ и А	10	1	I	10
Итого: I группы: 265,12 кВт II группы: 10 кВт				275,12

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

42



Таблица 3.1.32 - Выбор мощности трансформаторов агрегатных щитов СН  
BG1...BG6 (TG51 –TG56)

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	$K_{30}$	$P_{30}=P_{уст} \times K_{30}$ кВт	Коэф. Мощности $\cos\varphi$	$Q_{30}=P_{30} \times \tan\varphi$ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	265,12	0,4	106,1	0,8	79,6	0,9
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	10	0,9	9	0,9	4,4	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			115,1		84	0,9
	Расчетная полная нагрузка СН	128,2кВА					

Для питания потребителей агрегатных собственных нужд принимается трансформатор мощностью 400 кВА, напряжением 15,75/0,4 кВ.

Схема питания потребителей агрегатных СН представлена на Рисунке 3-2.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

43

Таблица 3.1.33 – Сводный перечень потребителей общестанционных СН

№ п./п.	Наименование	Мощность по группам, кВт	Мощность ТП, кВт
1	2	3	6
Здание ГЭС			
1	<b>ВН1</b>		868,5
	І группа:	531,5	
	ІІ группы:	337	
2	<b>ВН2</b>		1022
	І группа:	620	
	ІІ группы:	402	
3	<b>ВН3</b>		1242
	І группа:	844	
	ІІ группы:	398	
4	<b>ВН4</b>		1212,9
	І группа:	412,9	
	ІІ группы:	800	
5	<b>ВН5</b>		1091,7
	І группа:	674,7	
	ІІ группы:	417	
6	<b>ВН6</b>		785,1
	І группа:	237,1	
	ІІ группы:	548	
Плотина			
7	<b>ВН7</b>		885,8
	І группа:	241,3	
	ІІ группы:	644,5	
8	<b>ВН10</b>		907,3
	І группа:	395,3	
	ІІ группы:	512	
9	<b>ВН11</b>		1046,4
	І группа:	441,4	
	ІІ группы:	605	
10	<b>ВН12</b>		1122,6
	І группа:	196	
	ІІ группы:	926,6	
11	<b>ВН13</b>		817,2
	І группа:	567,2	
	ІІ группы:	250	
Хоз.двор			
12	<b>ВН14</b>		1111
	І группа:	863	
	ІІ группы:	248	
13	<b>ВН15</b>		1288,5
	І группа:	768,5	
	ІІ группы:	520	
14	<b>ВН16</b>		809,9
	І группа:	278,9	
	ІІ группы:	531	
15	<b>ВН18</b>		598
	І группа:	215	
	ІІ группы:	383	
	Итого:		14810
	І группы: 7287 кВт		
	ІІ группы: 7522 кВт		

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Лист

44

1945-25-1Т-ЭО

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

Полный перечень потребителей общестанционных собственных нужд представлен в таблицах 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.11, 3.1.13, 3.1.15, 3.1.17, 3.1.19, 3.1.21, 3.1.23, 3.1.25, 3.1.27, 3.1.29.

Таблица 3.1.34 - Выбор мощности трансформаторов общестанционных СН (ТВ21, ТВ22, ТВ23)

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Руст. кВт	$K_{30}$	$P_{30}=P_{уст} \times K_{30}$ кВт	Коэф. Мощности $\cos\varphi$	$Q_{30}=\frac{P_{30} \times \tan\varphi}{\cos\varphi}$ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	7287	0,3	2186	0,8	1640	0,8
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	7522	0,8	6018	0,9	2888	
	Итого получасовой максимум нагрузки трансформаторов			8204		4528	0,8
	Расчетная полная нагрузка СН	7496 кВА					

Для питания потребителей общестанционных СН принимается трансформаторы мощностью 10000 кВА, напряжением 15,75/6,3 кВ.

Схема питания потребителей общестанционных СН представлена на Рисунке 3-1.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

45

### 3.1.4 Дизель-генераторные установки

Для повышения надежности питания потребителей СН ГЭС, а также потребителей водоприемника и водосброса, связанных с работой затворов, которые должны быть всегда готовы к работе для перекрытия водоводов и пропуска воды в нижней бьеф, в проекте предусмотрены три дизель-генераторные установки контейнерного типа:

– ДГУ-1 мощностью 250 кВт, основное назначение – резервное питание щитов агрегатных СН через шинопровод 0,4 кВ.

– ДГУ-2 мощностью 360 кВт, основное назначение – резервное питание крана верхнего бьефа, аварийного освещения плотины и приводов гидроподъемника затворов

– ДГУ-3 мощностью 100 кВт, основное назначение – резервное питание системы КТСФЗ.

При выборе мощности дизель-генераторных установок учитывалось, что согласно техническим условиям изготовителей этих установок не допускается продолжительная работа дизель-генератора с нагрузкой менее 20 – 25% от номинальной мощности, а допустимая нагрузка в течение одного часа не должна превышать 10% сверх номинальной мощности. Оптимальная нагрузка на дизель-генератор должна составлять 35 – 80% мощности дизеля.

Мощности дизель-генераторных установок будут уточнены, после получения всех данных о потребителях, которых необходимо запитать от них.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

46

Таблица 3.1.35 – Сводный перечень потребителей ДГУ-1

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт. на 1 агрегат	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5
Маслонасос МНУ	100	2	I	200
Артезианский насос	75	3	I	225
Устройство возбуждения	18	1	I	18
Система охлаждения	2,8	6	I	16,8
Итого: I группы: 459,8 кВт II группы: 0 кВт				459,8

Таблица 3.1.36 – Выбор мощности дизельной установки ДГУ-1

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	459,8	0,4	184	0,8	138	0,9
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	0	0,9	0	0,9	0	
	Итого получасовой максимум нагрузки			184		138	0,9
	Расчетная полная нагрузка СН	207 кВт					

С учетом запуска двигателей принимаем ДГУ-1 мощностью 250 кВт

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	Недок	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

47



Таблица 3.1.37 – Сводный перечень потребителей ДГУ-2

Наименование	Единичная мощность, кВт	Кол. шт. на 1 агрегат	Категория электроприемника	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5
Гидропривод АРЗ МНА	55	2	I	110
Кран 400 РФ	144	1	I	144
Аварийное освещение	20	1	I	20
Итого: I группы: 254 кВт II группы: 20 кВт				270

Таблица 3.1.38 – Выбор мощности дизельной установки ДГУ-2

Группа электроприемников	Характеристика электроприемников	Р <sub>уст.</sub> кВт	K <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> =P <sub>уст</sub> x K <sub>30</sub> кВт	Коэф. Мощности cosφ	Q <sub>30</sub> = P <sub>30</sub> x tgφ кВАр	Коэф. совмещения максимума
I	Электроприемники с прерывистым, повторно-кратковременным режимом работы	254	0,4	101,6	0,8	76,2	0,9
II	Электроприемники длительно находящиеся в работе	20	0,9	18	0,9	8,7	
	Итого получасовой максимум нагрузки			119,6		84,9	0,9
	Расчетная полная нагрузка СН	132 кВт					

С учетом запуска двигателей принимаем ДГУ-2 мощностью 360 кВт

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

48

### 3.2 Собственные нужды постоянного тока

На Зейской ГЭС принят оперативный постоянный ток напряжением 220В.

В соответствии с п.5.6.2 СТО 17330282.27.140.020-2008 (СТО РусГидро 01.01.78-2012), исходя из установленной мощности ГЭС 1330 МВт и удаленностью ОРУ 500 и 220кВ от здания ГЭС, приняты:

– установка двух аккумуляторных батарей в здании ГЭС для питания приводов генераторных выключателей, агрегатных щитов релейной защиты и автоматики, системы начального возбуждения, аварийного освещения;

– установка двух аккумуляторных батарей в щитовом блоке ОРУ 500/220 для питания устройств защиты и автоматики ОРУ 500 и 220кВ, питание цепей управления и приводов элегазовых выключателей 500 и 220кВ.

#### 3.2.1 Выбор емкости аккумуляторных батарей для нужд ОРУ 220 и 500 кВ

Исходные данные для расчета представлены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Перечень потребителей постоянного тока здания ГЭС

Наименование потребителя	Ток, А
2	3
Шкаф 3Р6 (ШРОТ1)	50
Шкаф 3Р7 (ШРОТ2)	50
Шкаф 3Р65 (ШРОТ3)	40
Шкаф 3Р23	25
Шкаф 4Р20	25
Система гарантированного питания	40
Шкаф 3Р63	25
Шкаф 3Р64	25
Шкаф 4Р7	40
Шкаф 4Р8	40
Шкаф 4Р9	40
Аварийное освещение	40
Щит ВН8	16
Щит ВН9	16

Расчет выполнен для батареи типа СК, т.к. по данному типу батарей имеется необходимая методика расчета.

Выбранная батарея по 10-ти часовой емкости переводится в батарею типа OPzS или VARTa блок. Номер аккумуляторной батареи выбирается из условия обеспечения необходимого уровня напряжения у потребителей при толковой нагрузке в конце получасового разряда током аварийного разряда.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	Недок	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

49

Наибольший толчковый ток определяется одновременным включением 2-х выключателей и отключением одного выключателя 500кВ и составляет  $I_T = 8,6$  А (ток включения на 1 фазу – 1,03 А; отключения – 0,9 А)

Нагрузка установившегося получасового аварийного разряда ( $I_{0,5}$ ) составляет:

$$I_{0,5}=472 \text{ А}$$

Суммарная постоянная нагрузка составляет:

$$I_m = I_{0,5} + I_T = 472 + 8,6 = 480,6 \text{ А}$$

Напряжение на зажимах элемента АБ в конце разряда:

$$\Delta U_{эл} = 1,85 \text{ В}$$

Напряжение на зажимах батареи в конце разряда:

$$U_{AB} = 1,85 * 108 = 199,80 \text{ В} = 0,910\% U_{ном} - \text{допустимо.}$$

СК-28 имеет 10-ти часовую емкость 1008 А\*ч, такая емкость соответствует 10GroE 1000, 12OPzS 1000, VB 2410.

### 3.2.2 Выбор емкости аккумуляторных батарей в здании ГЭС

Исходные данные для расчета представлены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2 – Исходные данные для расчета АБ в Здании ГЭС

Наименование потребителя	Ток, А
2	3
Агрегатные щиты (цепи управления и сигнализации)	50х6=300
АСУ	220
Начальное возбуждение	100
Связь	30
Аварийное освещение	30
Шинки управления КРУ 6кВ	20

Наибольший толчковый ток определяется включением системы начального возбуждения генератора и составляет:

$$I_T = 100 \text{ А}$$

Нагрузка установившегося получасового аварийного разряда ( $I_{0,5}$ ) составляет:

$$I_{0,5} = 300 + 220 + 30 + 30 + 20 = 600 \text{ А}$$

Суммарная постоянная нагрузка составляет:

$$I_m = I_{0,5} + I_T = 600 + 100 = 700 \text{ А}$$

Напряжение на зажимах элемента АБ в конце разряда:

$$\Delta U_{эл} = 1,83 \text{ В}$$

Напряжение на зажимах батареи в конце разряда:

$$U_{AB} = 1,83 * 108 = 197,64 \text{ В} = 0,898\% U_{ном} - \text{допустимо.}$$

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

50

СК-32 имеет 10-ти часовую емкость 1152 А\*ч, такая емкость соответствует 12GroE 1200, 11OPzS 1375, VB 2412.

В состав каждой установки постоянного тока входят две аккумуляторные батареи, щит постоянного тока (секционированный) и три зарядно-подзарядных агрегата.

Зарядно-подзарядные устройства (УЗП) питают постоянно включенную нагрузку оперативного постоянного тока и одновременно компенсируют саморазряд аккумуляторной батареи. При подключении толчковой нагрузки, а также при потере питания от УЗП АБ берет на себя всю нагрузку постоянного тока.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

51

#### 4 Электрическое освещение

4.1 Внутреннее освещение здания ГЭС, блока монтажной площадки, кабельные туннели от здания ГЭС до щитового блока, здание АПК-1, АПК-2, здание трансформаторной мастерской.

Реконструкция сетей внутреннего освещения здания ГЭС и блока монтажной площадки на всех отметках выполнено по отдельному договору в 2010-20013 и в рамках данного договора не рассматривается.

#### 4.2 Плотина

В 2009 году ООО «МоаЗ Восток» был выполнен проект реконструкции внутреннего освещения плотины Зейского гидроузла (№ ЗЕ-004-000357-2009) не согласованный с ОАО «Ленгидропроект», в состав которого входила замена или дополнительная установка следующего оборудования:

- щитов освещения (рабочего, аварийного, силового) с аппаратурой защиты расположенных в ТП (главных щитов);
- групповых щитов (рабочего освещения, аварийного освещения, силовых, с понижающими трансформаторами) с аппаратурой защиты и управления освещением;
- светильников освещения, прожекторов, розеток;
- фотолюминесцентных указателей эвакуационных путей.

Кроме того, проектом реконструкции сетей освещения плотины предусмотрена замена:

- силовых кабелей от ячеек ТП до щитов освещения (главных щитов) в помещениях ТП;
- силовых кабелей от ДЭС до щитов аварийного освещения (главных щитов) расположенных в помещениях ТП;
- кабеля для зарядки АКБ ДЭС от щита аварийного освещения расположенного в ТП №12 (главного щита);
- силовых кабелей от щитов в ТП до групповых щитов освещения (рабочего, аварийного);
- силовых кабелей от групповых щитов до конечных потребителей (светильников, розеток и т.п.);

Таким образом, сети внутреннего освещения плотины должны быть выполнены в соответствии с проектом ООО «МоаЗ Восток» после согласования с Генпроектировщиком Зейской ГЭС ОАО «Ленгидропроект».

#### 4.3 Хоздвор

Проект реконструкции сети электроосвещения АПК-3, технологического корпуса и других зданий и сооружений на территории хоздвора, выполняется после окончательного согласования титульного списка реконструируемых и вновь возводимых зданий, а так же уточнения технологического назначения помещений.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

52



#### 4.4 Внутреннее освещение помещений щитового блока ОРУ 500/220 кВ

Проект внутреннего освещения помещений щитового блока Зейской ГЭС выполнен в соответствии с действующими сводом правил СП 52.13330.2011 и СП 31-110-2003 и с разделом 6 «Электрическое освещение» ПУЭ издание 7.

В помещениях предусмотрены следующие виды освещения: рабочее, аварийное освещение резервное постоянно включенное, предназначенное для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения, и аварийное освещение для эвакуации постоянного действия.

В соответствии с ПУЭ и Стандартом организации СТО 17330282.27.140. 020-2008 питание сетей рабочего освещения и аварийного освещения резервного для продолжения работы предусмотрено от двух независимых источников питания переменного тока, взаимно резервирующих друг друга. Согласно п. 1.2.10 ПУЭ две секции ТП 0,4 кВ являются независимыми источниками питания, поэтому указанная схема электроснабжения рабочего освещения и аварийного резервного освещения для продолжения работы является надежной. В помещениях, где по нормам требуется устройство аварийного резервного освещения для продолжения работы питание светильников рабочего освещения осуществляется от двух независимых источников питания. Такими помещениями являются помещения релейных щитов, распределительных щитов низкого напряжения, КРУ, КТП, аккумуляторных батарей и зарядных агрегатов, а также лестницы и помещения, служащие эвакуационными проходами и выходами из здания.

Аварийное освещение для эвакуации постоянного действия выполнено по маршрутам эвакуации: в коридорах и проходах по маршруту эвакуации, в местах изменения (перепада) уровня пола или покрытия, в зоне каждого изменения направления маршрута, при пересечении коридоров и проходов, на лестничных маршах, перед каждым эвакуационным выходом, в местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации, в местах размещения первичных средств пожаротушения, в местах размещения плана эвакуации. Светильники аварийного освещения для эвакуации присоединяются к сети постоянного тока.

Для путей эвакуации шириной до 2 м определена горизонтальная расчетная освещенность на полу вдоль центральной линии прохода равная 15 лк. Равномерность освещенности при этом соответствует определенной в СП 52.13330.2011 не менее 1:10.

В качестве световых указателей (знаков безопасности) приняты светильники типа СД-160 с лампой накаливания мощностью 40 Вт с соответствующими пиктограммами по месту установки. Питание световых указателей в постоянном режиме производится от сети постоянного тока. Световые указатели устанавливаются над каждым эвакуационным выходом, на путях эвакуации, однозначно указывая направления эвакуации, для обозначения мест

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

53

размещения первичных средств пожаротушения, для обозначения мест размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации.

Помимо этого, предусматривается сеть ремонтного освещения на напряжении 12 В, с использованием понижающих разделительных трансформаторов 220/12 В, подключенных к сети рабочего освещения. Ремонтное освещение предусматривается в тех помещениях, где производство ремонтных работ связано с соприкосновением с металлоконструкциями, а также в особо опасных помещениях.

Все сети освещения выполняются кабелями с медными жилами, с изоляцией, не распространяющей горение, с низким дымо- и газовыделением типа ВВГнг-LS. Кабели прокладываются в электротехнических кабель-каналах, по кабельным конструкциям, в ПВХ-трубе за подвесным потолком.

Сети освещения 380/220 В питаются от соответствующих щитов (КТП СН) собственных нужд станции. Все эти сети выполнены с глухозаземленной нейтралью. Для защиты персонала питание электроприемников, в т.ч. сетей освещения, выполняется с системой заземления TN-S или TN-C-S (в зависимости от сечения кабелей).

Уровни освещенности на рабочих поверхностях в помещениях определяются в соответствии с действующими сводом правил СП 52.13330.2011 и ведомственными нормами электрических станций и подстанций.

Исходя из этих условий, определены типы, количество светильников и другого светотехнического оборудования, необходимого для монтажа электроосвещения. Для большинства производственных помещений применяются потолочные светильники типа LZ236 (LZ258) со степенью защиты IP65 с люминесцентными лампами, с электронным ПРА и возможностью комплектования блоком бесперебойного питания. Для помещений с подвесными потолками применяются светильники типа OPL/R-418 с люминесцентными лампами, с электронным ПРА. Для освещения кабельных помещений применяются светильники типа СД-218 с двумя компактными люминесцентными лампами, с электронным ПРА, с датчиком движения, со степенью защиты IP65.

Все групповые линии, питающие розеточную сеть, защищены устройством защитного отключения (УЗО) с током срабатывания 30 мА. При разработке схем освещения будет предусмотрено централизованное дистанционное отключение освещения помещений с окнами по условиям ГО с центрального поста управления ГЭС.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

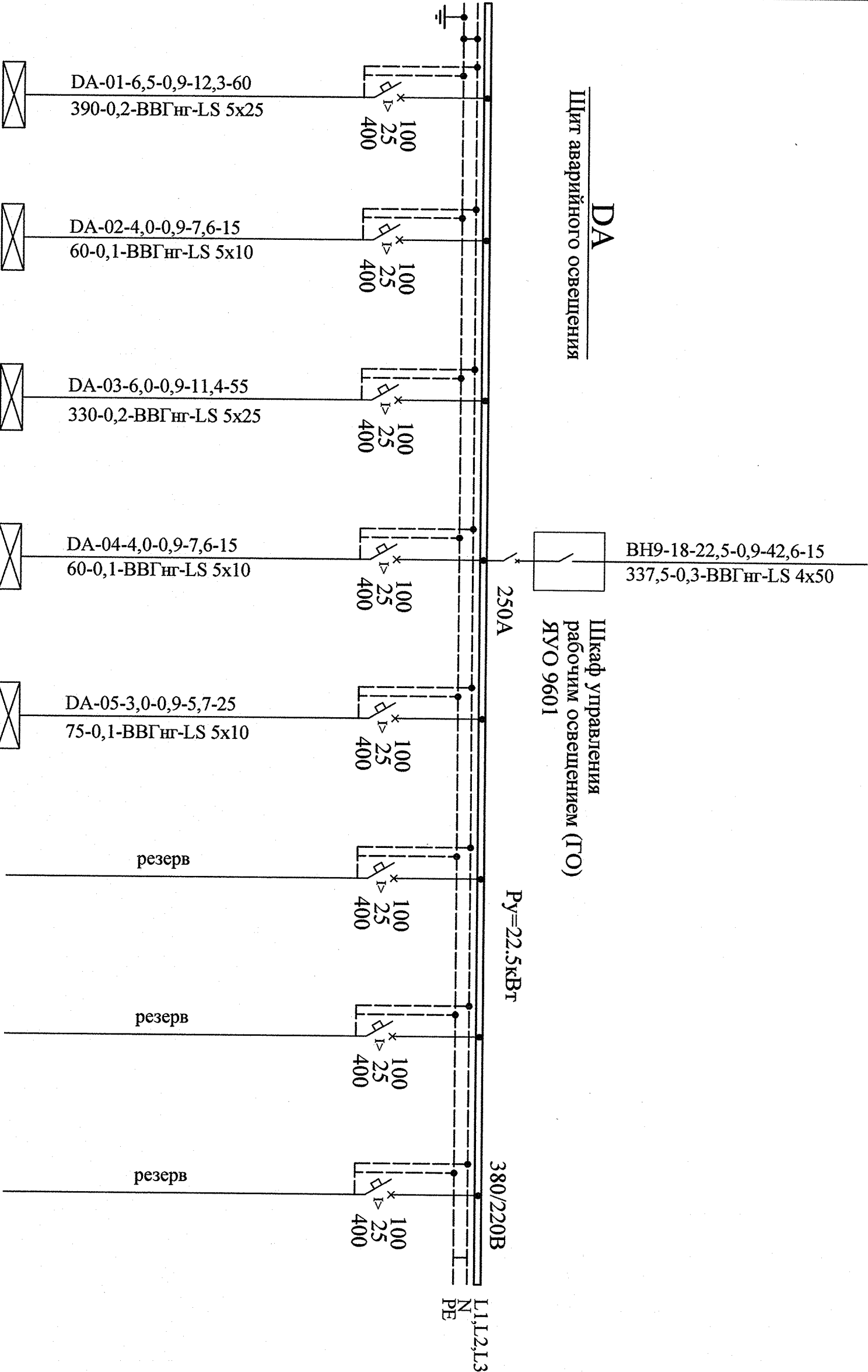
1945-25-1т-ЭО

Лист

54

Щит ВН9. (Щитовой блок ОРУ 500/220В)

Источник питания	
Маркировка-расчетная нагрузка, кВт - коэффициент мощности - расчетный ток, А - длина участка, м	Момент нагрузки, кВт*м - потеря напряжения, % - марка, сечение проводника
Распределительный пункт: номер; тип; установленная и расчетная мощность, кВт. Аппарат на вводе: тип; ток, А	
Выключатель автоматический или предохранитель: тип; ток расцепителя или плавкой вставки, А	
Пускатель магнитный: тип; ток нагревательного элемента, А	
Маркировка-расчетная нагрузка, кВт - коэффициент мощности - расчетный ток, А - длина участка, м	Момент нагрузки, кВт*м - потеря напряжения, % - марка, сечение проводника
Щиток групповой	
Номер по схеме расположения на плане	
Установленная мощность, кВт	
Потеря напряжения до щитка, %	
Наименование потребителя	
Место установки	



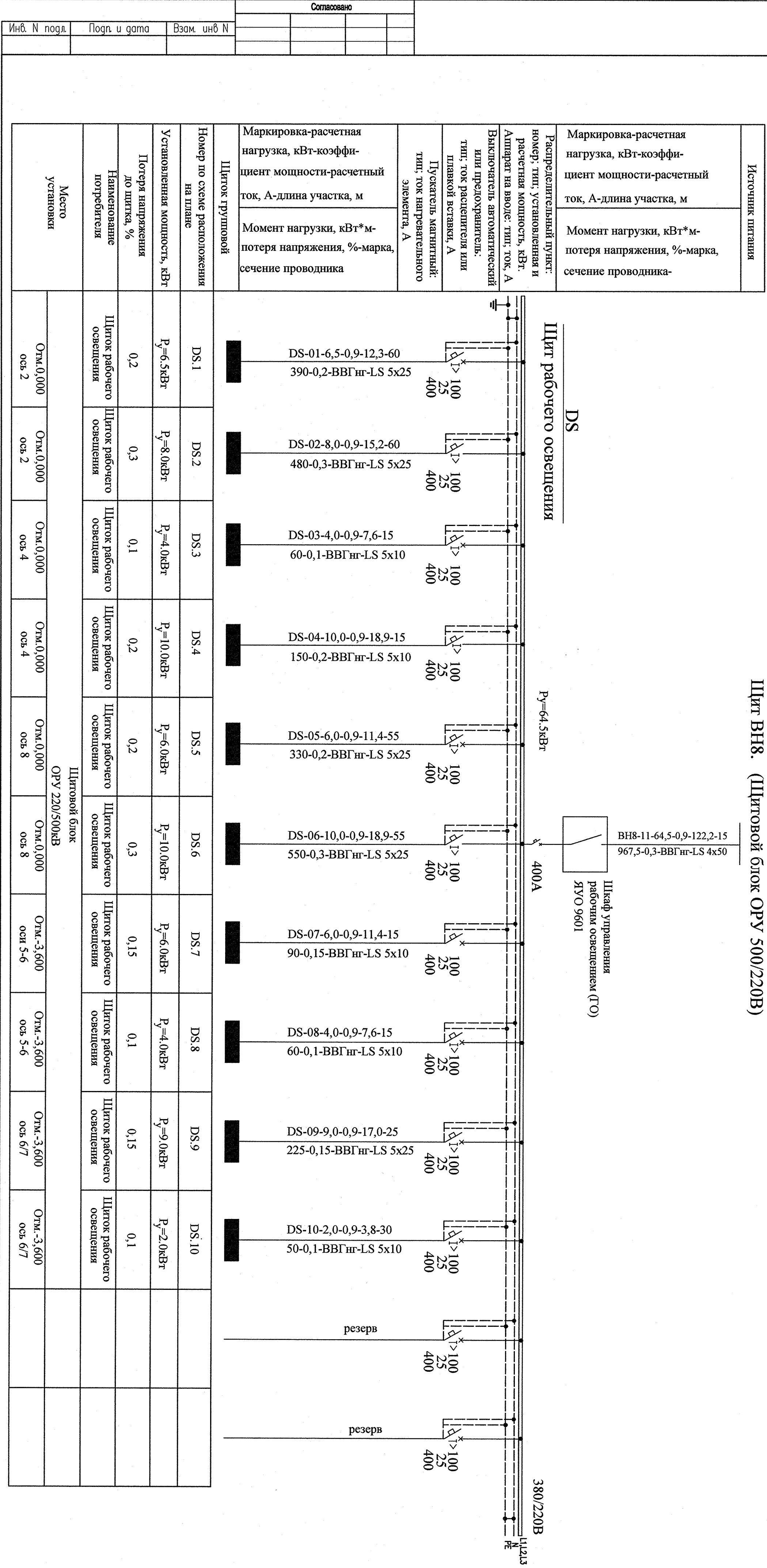
DA.1	DA.2	DA.3	DA.4	DA.5			
$R_y = 6.5 \text{ кВт}$	$R_y = 4.0 \text{ кВт}$	$R_y = 6.0 \text{ кВт}$	$R_y = 4.0 \text{ кВт}$	$R_y = 3.0 \text{ кВт}$			
0,2	0,1	0,2	0,1	0,1			
Щиток аварийного освещения	Щиток аварийного освещения	Щиток аварийного освещения	Щиток аварийного освещения	Щиток аварийного освещения			
Щитовой блок ОРУ 220/500кВ							
Отм.0,000; ось 2	Отм.0,000; ось 4	Отм.0,000; ось 9	Отм.-3,600; ось 5-6	Отм.-3,600; ось 6/7			

Спецификация

Марка поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
DA		Щкаф силовой распределительный	шт. 1	380/220В
		Щкаф управления освещением ЯУО9601	шт. 1	380/220В
	ВВГнг-LS	Кабель силовой, с медными жилами с ПВХ оболочкой и изоляцией, не распространяющий горение, с пониженным дымо-, газовыделением, сечением:		
	ВВГнг-LS			
	5x25mm <sup>2</sup>	5x25mm <sup>2</sup>	м 115	0,66кВ
	ВВГнг-LS	5x10mm <sup>2</sup>	м 50	0,66кВ

Рисунок 4-1. Щит DA. Принципиальная схема питающей сети аварийного освещения 380/220 В.

Щит ВН8. (Щитовой блок ОРУ 500/220В)



Спецификация

Марка поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
DS		Щкаф силовой распределительный	шт. 1	380/220В
		Щкаф управления освещением ЯУО9601	шт. 1	380/220В
	ВВГнг-LS ВВГнг-LS	Кабель силовой, с медными жилами с ПВХ оболочкой и изоляцией, не распространяющий горение, с пониженным дымо-, газовыделением, сечением: 5х25мм <sup>2</sup> , 5х10мм <sup>2</sup>	м 255 м 90	0,66кВ

Рисунок 4-2. Щит DS. Принципиальная схема питающей сети рабочего освещения 380/220 В.

Изм.	Кол.уч.	Лист	Искл.	Подпись	Дата	1945-25-1m-30	Лист
							56

Формат А4х4(0,56А1)

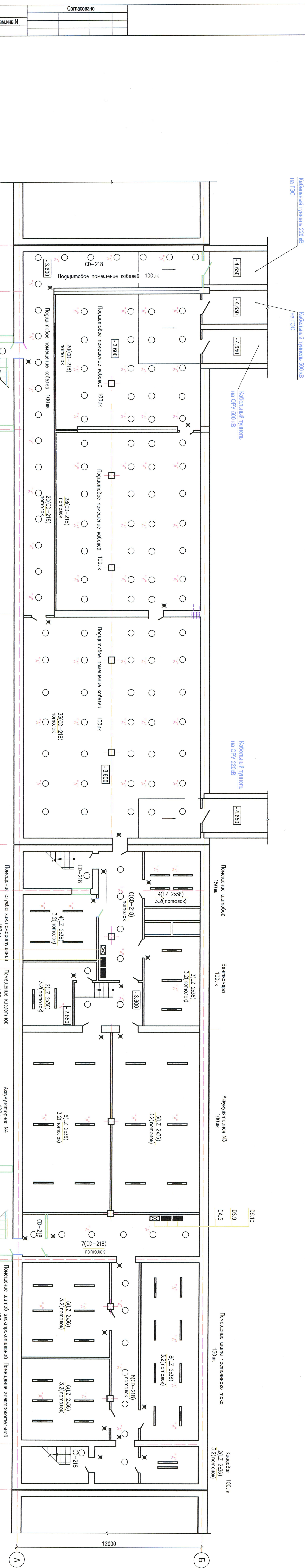






План на отм. -3.600

1 : 100



Спецификация

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ДА.5	☒	Штук обесточивающий переменного тока			СО-218	○	Светильник потолочный для дбж комплект-ных люминесцентных ламп, IP55 (с ЭПРА) (с опцией дбж-е)		
ДС.10	90У-8501В	380В, с обмоточным выключателем					Шт. 120 220В, 2х18Вт		
		на вводе ВК57-31-34 на ток 63А, с							
		шестью обмотками в групповых линиях							
		ВМ 63 с ток. расцепителем 16А							
		с шинной "N" и РЕ,							
		Шт. 2							
ДА.4	■	Штук обесточивающий переменного тока							
ДС.8	90У-8502В	380В, с обмоточным выключателем				ВВГнг-LS	5х1,5мм²	М 400	0,66кВ
		на вводе ВК57-31-34 на ток 100А, с 90В				ВВГнг-LS	3х1,5мм²	М 800	0,66кВ
		надавать обмотками в групповых линиях				ВВГнг-LS	4х1,5мм²	М 100	0,66кВ
		ВМ 63 с ток. расцепителем 16А				ВВГнг-LS	3х2,5мм²	М 250	0,66кВ
		с шинной "N" и РЕ,				ВВГнг-LS	3х4мм²	М 300	0,66кВ
ДС.7	ПР99 ■	Регулируемый пункт переменного тока							
ДС.9		380В, с обмоточным выключателем							
		на вводе ВК57-31-34 на ток 100А							
		шестью обмотками ВК52 на ток							
		25А с устройством защитного отключения							
		(УЗО), на ток утечки 30мА							
		с шинной "N" и РЕ, IP54, УЗО3							
		Светильник потолочный для дбж люминесцентных ламп, IP55 (с ЭПРА)							
		Шт. 47							
		СО-160							
		Светильник аварийного освещения							
		Шт. 23							
		пост. ток							
		220В, 40Вт							

Условные обозначения

- 3х(Л 2х38) количество (тип светильника-к-во и мощность ламп в Вм)
- 3/7 место установки светильника
- 200 лк нормированная освещенность в люксах
- Светильник СО-160 с лампой накаливания 40Вт для аварийного освещения на постоянном токе

Рисунок 4-4 - Шитовой блок ОРУ 220/500кВ отм -3.600.

План сетей электроснабжения светильников рабочего и аварийного освещения.

Изм.	Кол.	Уч.	Лист	№	Листов	1945-25-1м-30	58
------	------	-----	------	---	--------	---------------	----



**5 Защита от грозовых и внутренних перенапряжений. Защита от прямых ударов молнии. Заземление. Электромагнитная совместимость. Мероприятия по защите вторичных цепей от импульсных помех. Биозащита**

Технические решения по модернизации систем заземляющего устройства (ЗУ) и молниезащиты Зейского гидроузла основаны на отчете ООО «НПФ ЭЛНАП» (тома – 42-1..6-ТО), выполненного по договору №42 от 02.12.2013.

Для обследования и разработки предложений по восстановлению заземляющих устройств, контуров заземления и устройств грозозащиты зданий и сооружений (кроме ОРУ 220 и 500 кВ) гидроузел был разделен на 6 блоков:

- Щитовой блок. Здание компрессорной ОРУ. Кабельные туннели от здания ГЭС до щитового блока;
- Обследование заземляющего устройства опор перекидки 220 и 500 кВ;
- Здания хоздвора (АПК №3, Склад №2, Гараж, Теплица, Станция биологической очистки, Насосная КНС-2, Мастерская ремонта выключателей, Сварочный пост, Технологический корпус, ТП-17Н);
- Здание ГЭС, трансформаторная площадка, станционная площадка;
- Бетонная плотина;
- Здания АПК№1, АПК№2. Трансформаторная мастерская. Объект 30/35. Склад на станционной площадке.

При анализе влияния аварийных режимов гидроузла использовались следующие данные по токам короткого замыкания и времени их отключения –

токи однофазного КЗ составляют:

в РУ 220 кВ – 17 кА (при этом 8,3 кА обеспечивается генераторами ГЭС; 5,8 кА – АТ 500/220 кВ; 2,9 кА – ВЛ 220 кВ);

в РУ 500 кВ – 12,2 кА (при этом 7,1 кА обеспечивается генераторами ГЭС; 2,4 кА – АТ 500/220 кВ; 2,7 кА – реакторами и ВЛ 550 кВ);

Время отключения КЗ в сети генераторных присоединений составляет:

- действием основной защитой – 0.1 с;
- основной защитой с учетом работы УРОВ – 0,5 с (Г1, Г2 – подсоединены к РУ 220кВ);
- основной защитой с учетом работы УРОВ – 0,3 с (Г3-Г6 – подсоединены к РУ 500кВ).

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

59

## 5.1 Заземление

Обследование заземляющего устройства (ЗУ) и систем уравнивания потенциалов (СУП) зданий выполнено в соответствии с СТО 56947007-29.130.15.105-2011 «Методические указания по контролю состояния ЗУ электроустановок».

В результате обследования установлено, что ЗУ зданий, сооружений и ОРУ гидроузла, кроме некоторых опор перекидки, имеют между собой надежную электрическую связь. Эта связь обеспечивается — отдельными заземляющими проводниками, металлоконструкциям кабельных туннелей, трубопроводам различного назначения, оболочкам и экранами КЛ.

Удельное сопротивление грунта при приведении к двухслойной модели, с учетом сезонного коэффициента, составляет:  $\rho$  верхнего слоя — 2200 Ом·м,  $\rho$  нижнего слоя — 1800 Ом·м, мощность верхнего слоя — 4,5 м. Полное сопротивление ЗУ Зейского гидроузла составляет 0,26 Ом.

Отдельное исследование, выполненное для определения сопротивления между ОРУ и зданием ГЭС, показало, что это сопротивление равно 0,12 Ом.

### 5.1.1 Сопротивление заземляющего устройства

В здании ГЭС, на трансформаторной и станционной площадках расположены электроустановки выше 1000В с глухозаземленной нейтралью. Согласно п. 1.7.90 ПУЭ величина сопротивления ЗУ таких электроустановок не должна превышать 0,5 Ом.

В помещениях и зданиях бетонной плотины, щитового блока, хоздвора и других зданиях Зейского гидроузла расположены электроустановки выше 1000 В с изолированной нейтралью и до 1000В с глухозаземленной нейтралью. Согласно п. 1.7.97 ПУЭ в качестве допустимого значения принимается нормативная величина сопротивления ЗУ для электроустановок с глухим заземлением нейтрали — 4 Ом (п 1.7.101 ПУЭ).

Так как сопротивление ЗУ Зейского гидроузла составляет 0,26 Ом и все здания между собой соединены, то ЗУ любого из зданий не превышает 0,5 Ом и требование ПУЭ по обеспечению допустимой величины сопротивления выполняется.

Нормативные значения величин сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ на подходах к РУ приведены в таблице 4.1.1 (в соответствии с ПУЭ табл. 4.2.8). Для двухцепных участков ВЛ 110-330 кВ рекомендуется уменьшить указанные величины в 2 раза, для опор с горизонтальным расположением проводов при удельном сопротивлении грунта более 1000 Ом·м допускается принять за допустимую величину сопротивления ЗУ опоры 30 Ом.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

60

Таблица 5.1.1. Величины сопротивления ЗУ опор перекидки Зейской ГЭС

№ опоры	Кол-во цепей	Расположение проводов	$\rho$ , Ом·м	Рекомендуемое сопротивление, Ом	Допустимое сопротивление, Ом	Измеренное сопротивление, Ом
500 кВ ВП4						
опора 1 ВП4	1	гор	>1000	30	30	6,5
опора 2 ВП4	1	гор	>1000	30	30	62
500 кВ ВП3						
опора 1 ВП3	1	гор	>1000	30	30	8,6
опора 2 ВП3	1	гор	>1000	30	30	48
220 кВ ВП1,2						
опора 1 ВП1,2	2	верт	>1000	10	20	8,2
опора 2 ВП1,2	2	верт	>1000	10	20	5,4
опора 3 ВП1,2	2	верт	>1000	10	20	4,3
опора 4 ВП1,2	2	верт	>1000	10	20	4,2
опора 5 ВП1,2	2	верт	>1000	10	20	29
опора 6 ВП1,2	2	верт	>1000	10	20	4,1

Величины сопротивлений ЗУ опоры 2 ВП4, опоры 2 ВП3, опоры 5 ВП1,2 превышают допустимые согласно ПУЭ и для них необходимо провести дополнительную установку заземляющих полос. На опорах 500 кВ 2 ВП4 и 2 ВП3 на момент обследования отсутствует металlosвязь с грозозащитным тросом.

Часть заземляющих проводников опор №2 ВП4, №2 ВП3, №1 и 2 ВП1,2 не окрашены.

5.1.2 Сопротивление металlosвязи. Выявленные дефекты конструкции заземляющего устройства

Сопротивление металlosвязи контактов не нормируется, но согласно РД153-34.0-20.525 п.2.2 качественное соединение обеспечивается при переходном сопротивлении не более 0,05 Ом. Качество металlosвязи по ЗУ между различными, удаленными друг от друга, частями электроустановки считается удовлетворительной при сопротивлении не более 0,2 Ом.

Наличие и качество металlosвязи было проверено для каждого требующего преднамеренного заземления оборудования. Выявленные несоответствия конструкции ЗУ и СУП требованиям нормативной документации и технические решения по их устранению приведены в п.4.4.1. В соответствии с перечисленными дефектами необходимо – либо обеспечение правильного подсоединения оборудования к системе ЗУ, либо исправление дефекта в контакте соединения заземляющего проводника.

### 5.1.3 Коррозионный износ

Величина коррозионного износа у проводника заземляющего устройства не должна превышать 50% согласно СТО ОАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.130.15.105-2011 п. 6.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

61

Величина коррозионного износа определялась путем очистки от ржавчины заземляющих проводников вблизи от перехода грунт-воздух с дальнейшим измерением площади поперечного сечения. Коррозионным повреждениям подвержено не более 10% площади поперечного сечения проводников ЗУ, что соответствует требованиям НТД.

5.1.4 Воздействия напряжений промышленной частоты на изоляцию КЛ при коротких замыканиях

Согласно ГОСТ Р 50514-93 одноминутное испытательное напряжение КЛ 0,4 кВ составляет 2 кВ.

Для оценки воздействия напряжения промышленной частоты на изоляцию КЛ, проходящих между ЩБ и Зданием ГЭС, был выполнен специальный расчет. При этом для получения максимальной оценки напряжения 50 Гц, воздействующего на изоляцию вторичных цепей, принято следующее: ток составляет 8,3 кА (максимальный ток, который обеспечивается генераторами ГЭС при однофазном к.з. на ОРУ 220кВ) и протекает к нейтралям блочных трансформаторов только через металлоконструкции и ЗУ (не стекая в грунт). Падение напряжения на сопротивлении металlosвязи между ОРУ и Зданием ГЭС при такой оценке составляет  $8,3 \cdot 0,12 \approx 1$  кВ (где 0,12 – сопротивление металlosвязи между ОРУ и зданием ГЭС). Это меньше 2 кВ и опасности повреждения изоляции КЛ, соединяющих ГЭС и ЩБ нет.

Для оценки напряжения, воздействующего на изоляцию кабелей при КЗ на станционной и трансформаторной площадках, выполнен расчёт в программе «ОРУ–М», который показал, что оно не превысит 0,5 кВ.

5.1.5 Площадь поперечного сечения проводников ЗУ для оборудования 220/500 кВ, размещённого на трансформаторной и станционной площадках ГЭС

Минимально допустимая площадь поперечного сечения проводников  $S$  заземляющего устройства, определяется согласно формуле ПУЭ п.1.7.126:

$$S = \frac{I \sqrt{t}}{k},$$

где  $I$  – действующее значение тока короткого замыкания, протекающего по проводнику, А;  
 $t$  – время отключения короткого замыкания, с;  $k$  – коэффициент, значение которого зависит от материала проводника, его начальной и конечной температур. Коэффициент  $k$  определяется ПУЭ п.1.7.126 или, для произвольного диапазона температур, может быть найден в соответствии с ГОСТ 28895-91. В соответствии с п.1.7.144 ПУЭ рекомендуется не допускать нагрев заземляющих проводников выше 400 0С.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

62



Сети 220 и 500 кВ на трансформаторной и станционной площадках имеют общее ЗУ. Поэтому в качестве минимально допустимой площади поперечного сечения проводников принимается наибольшая величина, полученная из расчета по данным на ОРУ 220 и 500кВ. Для наиболее неблагоприятного режима, при однофазном КЗ на ОРУ220кВ, когда действующее значение тока равно 17кА и время его отключения с учетом резервной защиты составляет 0,5 с, минимальная площадь сечения для стали составляет 153,9 мм<sup>2</sup>.

Основные элементы ЗУ ГЭС выполнены стальной полосой с размерами 4х40, а на станционной и трансформаторной площадках 5х50 мм. Требование по допустимому сечению защитных проводников выполнено.

### **Заключение**

Требования ПУЭ по допустимому значению сопротивления ЗУ выполняются для всех элементов гидроузла за исключением опор 2ВПЗ, 2ВП4 и 5ВП1,2 для которых необходимо провести реконструкцию в соответствии с изложенными в п.4.4.2 рекомендациями. ЗУ зданий пригодно к дальнейшей эксплуатации, требуется исправление ряда отклонений от нормативных требований – подсоединение оборудования к системе ЗУ и исправление дефекта в месте подсоединения заземляющего проводника, см. п.4.4.1.

### **5.2 Оценка электромагнитной обстановки**

Оценка электромагнитной обстановки (ЭМО) выполнена для следующих объектов, которые в силу своего расположения могут быть подвержены наибольшему влиянию и воздействию от токоведущих элементов Зейского гидроузла, – щитового блока, здания ГЭС, гребня плотины.

Оценка ЭМО проведена согласно методике СО 34.35.311-200. Величины измеренных и рассчитанных электромагнитных воздействий сравнивались с требованиями ГОСТ Р 51317.6.5-2006 «Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях». При расчётах приняты следующие параметры импульса молнии: амплитуда тока молнии – 100 кА; время фронта – 10 мкс; время полуспада – 350 мкс.

#### **5.2.1 Щитовой блок ОРУ 500/220 кВ**

В таблице 4.2.1 приведены максимальные величины электромагнитных воздействий, полученные экспериментальным и расчетным путем. При этом воздействия на микропроцессорное (МП) оборудование щитового блока, связанные с помехами в КЛ, возникающих при коммутациях, КЗ, ударах молний на ОРУ 500 и 220 кВ не исследовались. Расчёт напряжённости магнитного поля промышленной частоты при однофазном КЗ выполнен для участка ошиновки 500 кВ ближайшего к ЩБ. Расчёт напряжённости импульсного

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

63

магнитного поля выполнен для случая удара молнии в ближайшие молниеотводы М2 и М3 на ОРУ 500 кВ

Таблица 5.2.1 – Результаты расчета и измерений ЭМО Щитового блока

Электромагнитное воздействие	Вид испытаний на помехоустойчивость	Максимальное расчетно-экспериментальное значение	Степень жесткости испытаний в соотв. с ГОСТ (уровень воздейств.)
Магнитные поля промышленной частоты в нормальном режиме в ЗР, 4Р	На устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 61000-4-8-93).	1,1 А/м	2 (3 А/м)
Магнитные поля промышленной частоты в аварийном режиме	На устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 61000-4-8-93).	40,6 А/м	4 (300 А/м)
Электромагнитные поля радиочастотного диапазона	На устойчивость к излучаемым радиочастотным электромагнитным полям ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95)	0,05 В/м	1 (1 В/м)
Импульсные магнитные поля	На устойчивость к импульсному магнитному полю ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 61000-4-9-93)	78 А/м	4 (300А/м)
Разряды статического электричества	На устойчивость к разрядам статического электричества ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95, МЭК 60255-22-2-96)	2,4 кВ	2 (4 кВ)
Кондуктивные помехи	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц, воздействующим на порты электропитания и ввода-вывода сигналов ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	1,2 В	2 (3 В)
	На устойчивость к пульсациям напряжения постоянного тока, воздействующим на порты электропитания и ввода-вывода сигналов ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-6-96)	2 %	3 (5%)
	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	4,9 В	4 (30 В)

В кабельных туннелях КЛ 0,4 кВ и контрольные КЛ проложены на одних полках, что является нарушением п.9.29 СТО ОАО «ФСК ЕЭС» 5694700729.240.044-2010. Расчёты показали, что при КЗ в сети 0,4 кВ, величина помехи в близко расположенной контрольной КЛ не превышает 20 В, что допустимо по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (30 В).

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

64

## 5.2.2 Здание ГЭС

В таблице 4.2.2 приведены максимальные величины электромагнитных воздействий, полученные экспериментальным и расчетным путем. Расчёта напряжённости магнитного поля промышленной частоты выполнен для случая однофазного короткого замыкания на трансформаторе Т-1. Расчёт напряжённости импульсного магнитного поля выполнен для случая удара молнии в грозозащитный трос перекидки 220 кВ.

Таблица 5.2.2 – Результаты расчета и измерений ЭМО здания ГЭС

Электромагнитное воздействие	Вид испытаний на помехоустойчивость	Максимальное расчетно-экспериментальное значение	Степень жесткости испытаний в соотв. с ГОСТ (уровень воздейств.)
Магнитные поля промышленной частоты в нормальном режиме в 1Р, ЦПУ, Машзале	На устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 61000-4-8-93).	18,94 А/м	4 (30 А/м)
Магнитные поля промышленной частоты в аварийном режиме	На устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 61000-4-8-93).	68 А/м	4 (300 А/м)
Электромагнитные поля радиочастотного диапазона	На устойчивость к излучаемым радиочастотным электромагнитным полям ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95)	0,05 В/м	1 (1 В)
Импульсные магнитные поля	На устойчивость к импульсному магнитному полю ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 61000-4-9-93)	69 А/м	4 (300 А/м)
Разряды статического электричества	На устойчивость к разрядам статического электричества ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95, МЭК 60255-22-2-96)	9,4 кВ	превышает 4 (8 кВ)
Кондуктивные помехи	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц, воздействующим на порты электропитания и ввода-вывода сигналов ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	1,54 В	3 (3 В)
	На устойчивость к пульсациям напряжения постоянного тока, воздействующим на порты электропитания и ввода-вывода сигналов ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-6-96)	7 %	3 (10%)
	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	4,9 В	4 (30 В)

В кабельных коридорах КЛ 0,4 кВ и контрольные КЛ проложены на одних полках, что является нарушением п.9.29 СТО ОАО «ФСК ЕЭС» 5694700729.240.044-2010. Расчёты показали, что при КЗ в сети 0,4 кВ, величина помехи в близко расположенной контрольной КЛ не превышает 20 В, что допустимо по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (30 В).

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

65

### 5.2.3 Гребень плотины

Осветительные мачты, установленные на гребне плотины, являются естественными молниеприемниками и имеют связь с заземляющим устройством только по РЕ проводнику. При ударе молнии в мачту весь ток будет протекать по отходящим кабелям. В этом случае произойдет повреждение КЛ, кроме того, возможно повреждение оборудования РУ, к которым они подключены.

В непосредственной близости от осветительных мачт проложены кабели питания осветительных мачт и КЛ систем охранной сигнализации и видеонаблюдения, идущие к зданиям постов охраны по гребню плотины.

При ударе молнии в мачту импульсные помехи в кабелях превысят допустимые. В этом случае возможно повреждение подключенного к ним оборудования.

### Заключение

Обследование показало, что требования электромагнитной совместимости (ЭМС) для оборудования Щитового блока выполняются; для Здания ГЭС и гребня плотины – выполняются не полностью.

В здании ГЭС в помещениях ЦПУ и 1Р напряжения электростатических помех превышает допустимую. Напольное покрытие необходимо заменить, см. рекомендации п.5.4.3.

На гребне плотины расположены осветительные мачты, которые являются естественными молниеприемниками. При ударе молнии возможно повреждение проходящих рядом КЛ и оборудования к которым они подключены. Технические решения по устранению опасного воздействия приведены в п.5.4.4.

В ряде мест КЛ 0,4 кВ и контрольные КЛ проложены на одних полках, в дальнейшем, при прокладке новых КЛ, следует размещать КЛ разного назначения на отдельных полках, соблюдая расстояние между контрольными и силовыми КЛ 0,4 кВ не менее 0,2 м, при этом контрольные КЛ, КЛ связи и телемеханики рекомендуется прокладывать на нижних полках.

### 5.3 Система молниезащиты

Анализ системы молниезащиты зданий щитового блока и компрессорной ОРУ выполнен на основании Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (СО-153-34.21.122-2003), Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД-34.21.122-87, ПУЭ издание 7.

#### 5.3.1 Щитовой блок, компрессорная ОРУ

Молниезащита зданий щитового блока и компрессорной обеспечивается порталными молниеотводами, расположенными на ОРУ 500 кВ. Здания покрыты металлической кровлей.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

66

Кровля ЦБ присоединена к заземляющему устройству молниеотводами (у компрессорной через металлоконструкции здания). Система молниезащиты зданий щитового блока и компрессорной ОРУ обеспечивает защиту согласно требованиям РД-34.21.122-87 зона А.

### 5.3.2 Хоздвор

Согласно классификации РД-34.21.122-87 технологический корпус (ТК) относится к зданиям II категории молниезащиты. В систему молниезащиты здания ТК входит металлическая кровля соединенная с заземляющим устройством посредством токоотводов. Такой вариант исполнения защиты от прямых ударов молнии удовлетворяет требованиям РД-34.21.122-87.

Для остальных зданий хоздвора в соответствии с РД-34.21.122-87 необходимость выполнения молниезащиты и ее категория определяются в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз в месте нахождения здания, а также от ожидаемого количества поражений его молнией в год. В соответствии с полученными значениями числа поражений молнией в год, дополнительная система молниезащиты зданиям хоздвора не требуется.

### 5.3.3 Здание ГЭС, трансформаторная, консольная площадка разъединителей в пазухе плотины

Защиту здания ГЭС, трансформаторной площадки и консольной площадки в пазухе плотины обеспечивает естественный молниеотвод – гребень плотины. Оборудование на консольной и трансформаторной площадках также защищено от прямого удара молнии грозозащитными тросами перекидок 220 и 500 кВ. Железобетонные перекрытия кровли здания ГЭС являются естественными молниеприёмниками, а конструкции каркаса здания – токоотводами. Система молниезащиты обеспечивает защиту трансформаторной и станционной площадок согласно требованиям РД-34.21.122-87 зона А, здания ГЭС – зона Б.

### 5.3.4 Гребень плотины

Здания и сооружения, расположенные на гребне плотины, и их высоты приведены в таблице 5.3.1. За условную отметку 0 принята отметка 323 м.

Таблица 5.3.1 – Высоты зданий и сооружений на гребне плотины

Здания и сооружения	Высота, м
Помещение ДГУ-2	8
Бытовой корпус	4
Помещение лифта Л.Б.	8
Помещение гидроподъемников	3
Козловые краны	28
Посты охраны	6
Мачты освещения	7

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взамен инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

67



Помещение ДГУ-2. Бытовой корпус. Помещение лифта Л.Б. Помещение гидроподъемников. Посты охраны. Согласно классификации зданий по устройству молниезащиты (РД-34.21.122-87) данные здания относятся к III категории. В их систему молниезащиты входят железобетонные конструкции перекрытий, колонн и фундамента здания, которые выполняют функции естественных молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

- Козловые краны. Согласно классификации сооружений по устройству молниезащиты (РД-34.21.122-87) козловой кран относится к III категории. Для металлических сооружений установка молниеприемников и прокладка токоотводов не требуется. В качестве заземлителей кранов используются рельсовые пути, которые соединены с железобетонными конструкциями плотины.

- Мачты освещения. Мачта освещения является естественным молниеприемником. Связь мачты с ЗУ осуществляется только по РЕ проводнику, что является нарушением п. 2.31 РД-34.21.122-87, требующим при высоте сооружения до 50 м прокладку от молниеприемников одного токоотвода.

5.3.5 Здание АПК №2, №1, мастерская ремонта трансформаторов, склад на станционной площадке, объект 30/35

Система молниезащиты обеспечивает защиту зданий согласно требованиям РД-34.21.122-87 зона Б. Система молниезащиты зданий АПК №2, мастерской ремонта трансформаторов, склада, объекта 30/35 соответствует требованиям СО-153-34.21.122-2003.

Здание АПК №2 покрыто металлической кровлей. Кровля присоединена к заземляющему устройству токоотводами.

Здание АПК №1 защищено грозозащитными тросами перекидки 220 и 500 кВ, а также гребнем плотины, являющийся естественным молниеотводом.

Металлический каркас и железобетонные перекрытия кровли здания мастерской ремонта трансформаторов являются естественными молниеприемниками и токоотводами.

Здание склада на станционной площадке защищено естественными молниеотводами: гребнем плотины и кровлей здания мастерской ремонта трансформаторов.

Для объекта 30/35 железобетонные конструкции здания являются естественным молниеотводом.

### Заключение

Система молниезащиты зданий и сооружений Зейского гидроузла обеспечивает защиту согласно требованиям НТД и пригодна к дальнейшей эксплуатации.

При попадании молнии в осветительную мачту или козловой кран, которые расположены на гребне плотины, возможно повреждение проложенных рядом кабельных линий и выход из

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

68

строю оборудования, подключенного к этим КЛ. Технические решения по устранению опасного воздействия от грозового разряда приведены в п.5.4.4.

#### 5.4 Технические решения по реконструкции ЗУ, СУП и выполнению требований ЭМС

##### 5.4.1 Устранение дефектов ЗУ и СУП зданий и сооружений

Несоответствия конструкции ЗУ и СУП зданий и сооружений Зейского гидроузла (за исключением ОРУ 220/500кВ) требованиям нормативной документации приведены табл.5.4.1 - 5.4.7. В таблицах указан тип нарушения и здания с количеством выявленных в них нарушений. Технические решения по их устранению приведены под таблицами.

##### Незаземлённое оборудование

Таблица 5.4.1 – Незаземлённое оборудование

Здания, сооружения	Кол-во, шт
Щитовой блок	6
Хоздвор. АПК №3.	13
Хоздвор. Склад №2.	1
Хоздвор. Теплица	1
Хоздвор. Технологический корпус.	5
Здание ГЭС	74
Здание ГЭС – монтажная площадка	19
АПК №1	9
АПК №2	7

Подсоединить оборудование к ЗУ с помощью нового проводника. Для присоединения использовать медный проводник с площадью поперечного сечения не менее 10 мм<sup>2</sup>. Для предотвращения ослабления болтового соединения применять пружинную шайбу ГОСТ 6402-70.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

69

Защитный контакт розетки электрорадиатора не имеет связи с ЗУ

Таблица 5.4.2. – РЕ контакт розетки радиатора не имеет связи с ЗУ

Здание	кол-во розеток, шт
Щитовой блок	62
Технологический корпус	1
Здание ГЭС – монтажная площадка	2
Бетонная плотина	47
АПК №1	12
АПК №2	1

При обследовании выявлено, что заземляющие контакты розеток некоторых радиаторов системы отопления не имеют контакта с СУП. Однако, КЛ, отходящие от щита питания, имеют РЕ проводники. Провести контроль целостности контактов РЕ проводника путем вскрытия розеток радиаторов, а также осмотра шкафов, от которых отходят КЛ (снять передние панели). При невозможности восстановить связь заземляющего контакта розетки с РЕ проводником в объеме розетки, выполнить заземляющий проводник путем установки монтажа дополнительного медного проводника площадью поперечного сечения не менее 2,5 мм<sup>2</sup>, присоединенного к РЕ проводнику шкафа, от которого отходят питающие КЛ и заземляющим контактам розеток.

Отсутствие защитного РЕ проводника в питающем кабеле

Таблица 5.4.3 – Отсутствие РЕ проводника в кабеле

Сооружения, здания	Кол-во, шт
Хоздвор. Мастерская ремонта выключателей	20
Хоздвор. Сварочный пост. Гараж	7
Хоздвор. Технологический корпус.	115
Бетонная плотина	20

От существующих силовых щитков к потребителям линии проложены трехжильным кабелем (система TN-S). Розетки, подключенные к таким щиткам, имеют РЕ контакты, однако, подключенные к этим розеткам потребители не всегда имеют РЕ контакт на вилке. Для электрических радиаторов использовать отдельный проводник от РЕ проводника внутри розетки до корпуса батареи, РЕ проводник присоединить к корпусу батарей. Другим

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1т-ЭО

Лист

70

возможным решением является присоединение корпуса электрооборудования к проводнику СУП (к полосе заземления на стене) напрямую.

#### Отсутствие защиты от ослабления болтового соединения

Таблица 5.4.4 – Отсутствие шайбы/гровера/контргайки при использовании болтового соединения

Задние	кол-во, шт
Здание ГЭС	11
Здание ГЭС – монтажная площадка	41
Здание ГЭС – трансформаторная площадка	2
Здание ГЭС – консольная площадка	2
АПК №1	4
АПК №3	3

Для предотвращения ослабления болтового соединения применить пружинную шайбу ГОСТ 6402-70.

#### Неокрашенный заземляющий проводник

Таблица 5.4.5 – Неокрашенный стальной заземляющий проводник

Сооружения, здания	Кол-во, шт
Здание ГЭС	19
Здание ГЭС – монтажная площадка	11
Здание ГЭС – трансформаторная площадка	3
Здание ГЭС – станционная площадка	14
АПК №1	1

Зачистить от ржавчины и произвести окраску антикоррозионной краской чёрного цвета.

#### Коррозия на заземляющем проводнике (или сварного шва)

Таблица 5.4.6 – Коррозия на заземляющем проводнике или сварном шве

Сооружения, здания	Кол-во, шт
Здание ГЭС	9

Для устранения развития коррозии, место коррозии зачистить и гидроизолировать чёрной краской. В случае сильной коррозии заземляющий проводник заменить.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

71

### Последовательное заземление оборудования

Таблица 5.4.7 – Последовательное заземление оборудования

Место расположения	оборудование
Здание ГЭС (отметка 226,500). Производственное помещение «Гидроремонт ВКК».	Верстак 3 через ТЭН5
АПК №1. 4 этаж. Вент. камера №9	Щит ГРП-4 через ШР5

Для устранения последовательного заземления, заземляющий проводник присоединить к проводнику СУП напрямую.

#### 5.4.2 Технические решения по реконструкции ЗУ опор

Выполнить окраску и гидроизоляцию переходов «грунт-воздух» всех доступных заземляющих проводников опор перекидки 220 и 500 кВ

Выполнить новое ЗУ для пор 2ВПЗ, 2ВП4 и 5ВП1,2:

#### Выбор сечения проводников ЗУ

В соответствии с СТО 56947007-29.130.15.114-2012 п.15.2.6 профиль заземляющих проводников и заземлителей следует выбирать по условию тепловой устойчивости с учётом запаса на коррозию (п.15.2.7). Данное требование позволяет обеспечить выбор сечения с некоторым запасом в сравнении с требованием ПУЭ п.1.7.126.

Допустимая площадь поперечного сечения заземляющего проводника по условиям термической стойкости  $S_{тy}$  определяется по формуле:

$$S_{тy} = I_{кз} \cdot S_{1кА} \cdot q,$$

где  $S_{1кА}$  – допустимая площадь поперечного сечения для тока в 1 кА продолжительностью воздействия 1 секунда;  $q$  – коэффициент, учитывающий продолжительность воздействия тока

$$q = \begin{cases} \sqrt{t + 0,09}, & t < 1 \text{ с} \\ 0,8\sqrt{t}, & t > 1 \text{ с} \end{cases}$$

Значения  $S_{1кА}$  приведены в таблице 4.4.8

Таблица 5.4.8 - Допустимая площадь поперечного сечения  $S_{1кА}$  для тока 1 кА длительностью 1 с.

Тип элемента	$S_{1кА}$ , мм <sup>2</sup> /кА
Горизонтальный стальной заземлитель	14,0
Заземляющий проводник из стали, подсоединенный к аппарату	16,5

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

72

Результаты расчета допустимой площади поперечного сечения заземляющего проводника, горизонтального заземлителя по термической стойкости  $Stu$  приведены в таблице 4.4.9

Таблица 5.4.9 – Расчет допустимой площади поперечного сечения заземляющего проводника

Точка	Ток КЗ, А	Время отключения, с	Допустимая площадь сечения, мм <sup>2</sup>	
Заземляющий проводник ОРУ 500 кВ	12200	0,3	сталь	126
Горизонтальный заземлитель ОРУ 500 кВ	12200	0,3	сталь	107
Заземляющий проводник ОРУ 220 кВ	17000	0,5	сталь	216
Горизонтальный заземлитель ОРУ 220 кВ	17000	0,5	сталь	183

При использовании стальных заземлителей и заземляющих проводников к расчётному значению площади поперечного сечения, выбранного по термической стойкости ( $Stu$ ), добавляется величина площади поперечного сечения, которая будет потеряна стальным заземлителем из-за коррозии ( $S_{кор}$ ) за время эксплуатации ( $t$ ).

Для горизонтального заземлителя и заземляющего проводника из полосовой стали толщина полосы с учетом срока службы 30 лет увеличивается на значение  $2 \delta_k(t) = 0,8$  мм ( $\rho > 100$  Ом·м - коррозионная зона К5).

С учетом растекания тока при КЗ на опорах по грозозащитным тросам и наличия нескольких заземляющих проводников принимаем для горизонтального заземлителя и заземляющих проводников опор всех классов напряжения в качестве материала стальной проводник прямоугольного профиля 50х5 мм.

В качестве вертикальных заземлителей использовать круглый стальной проводник  $\phi 18$  мм, длиной 3 м. Длина вертикальных заземлителей выбирается равной 3 метрам из-за наличия в грунте значительной фракции валунов.

#### Выбор конструкции ЗУ

Для снижения сопротивления ЗУ в импульсном режиме необходимо создать несколько направлений растекания тока молнии и установить на каждом из них вертикальные заземлители. Расстояние между заземлителями необходимо принять равным не менее 6 метрам (2-х длин одного заземлителя).

Максимальное расстояние по заземлителю от опоры до выносного ЗУ (объекта, имеющего хороший контакт с грунтом) не должно превышать:

$$L \leq \frac{\tau \cdot \phi \cdot C}{2 \cdot \sqrt{\varepsilon}},$$

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

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

1945-25-1Т-ЭО

Лист

73



где  $\tau_{\Phi}$  – время фронта импульса тока молнии,  $C$  – скорость света в вакууме,  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость грунта. Скорость распространения электромагнитного поля вдоль заземлителя снижена, так как диэлектрическая проницаемость песка с валунами составляет порядка 2-7 о.е. При наиболее коротких фронтах тока молнии диэлектрической проницаемости равной 7 о.е. максимальная длина  $L$  составляет порядка 60 м. При больших фронтах молнии (диапазон изменения фронта импульса тока молнии по разным источникам: 0,5-10 мкс) и меньшей диэлектрической проницаемости допустимо большее расстояние. Расстояние от опор перекидки 500 кВ с повышенным сопротивлением до ЗУ ОРУ 500 кВ – 60-65 метров. Таким образом, для снижения сопротивления ЗУ опор перекидки 500 кВ возможно также присоединить их к ЗУ ОРУ 500 кВ.

Для опоры №5 ВП1,2 220 кВ в качестве близко расположенных объектов, находящихся в хорошем контакте с грунтом, возможно использовать ближайшие опоры ВЛ 220 кВ и 500 кВ.

Вследствие того, что сопротивление ЗУ опор и ОРУ 500 кВ к которым подсоединяется ремонтируемое ЗУ опор ниже допустимой величины 20 Ом, то расчет разработанной конструкции ЗУ не требуется.

Выполнить заземление опор №2 ВП3 и ВП4, а также опоры №5 ВП1,2 согласно схеме Приложения А.

#### 5.4.3 Замена напольного покрытия в ЦПУ и 1Р

В здании ГЭС в помещениях ЦПУ и 1Р (площадь ~200 м<sup>2</sup>) величина напряжения электростатических помех составляет 9,4 кВ, что превышает допустимое значение 8кВ. Это происходит из-за применённого напольного покрытия – лакированного паркета. Напольное покрытие необходимо заменить. Для снижения уровня помех до допустимой величины использовать антистатическое покрытие удельное поверхностное сопротивление которого не превышает  $10^8$  Ом.

#### 5.4.4 Выполнение требований ЭМС на гребне плотины

Для снижения воздействия от воздействия молнии необходимо выполнить следующие мероприятия:

Выполнить токоотводы на осветительных мачтах.

По всей длине плотины вдоль мачт проложить проводник уравнивания потенциалов (по поверхности бетона). От всех мачт смонтировать заземляющие проводники. Соединить проводник уравнивания потенциалов с рельсовыми путями через каждые 20 м и с металлоконструкциями снаружи здания гидроподъемников.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

74

Для исключения коррозии и обеспечения механической прочности в качестве заземляющего проводника и проводника системы уравнивания потенциалов использовать оцинкованную полосу сталь 50х5 мм, проводники окрашивать в чёрный цвет.

Кабели питающие осветительные мачты проложены в железобетонном канале на расстоянии менее 1 м от них. Указанные выше мероприятия не позволят снизить импульсные помехи до уровней, безопасных для оборудования подключённого ним.

Для защиты оборудования подключённого к кабелям можно использовать устройства защиты от импульсных напряжений УЗИП.

В этом случае УЗИП класс I необходимо установить:

на шинах секций ЩСН, от которых отходят КЛ, питающие мачты освещения на гребне плотины;

на мачтах освещения, установленных на гребне плотины;

на всех шкафах, установленных вдоль кабельного канала.

При таком количестве УЗИП, затраты на их приобретение и установку станут неприемлемыми.

Другим способом защиты оборудования является прокладка кабельных цепей в металлических заземленных коробах. Для этого:

кабели, проложенные в канале, уложить в оцинкованные стальные короба (толщина стенки не менее 1 мм), которые разместить в существующем кабельном канале;

при наличии кабелей различного назначения (контрольные, силовые и т.п) использовать различные кабельные короба, либо специальные металлические сепараторы внутри одного короба;

обеспечить непрерывную металлюсвязь короба в кабельном канале по всей длине;

на участке между каналом и оборудованием кабель заложить в металлический короб (трубу), который соединить с оборудованием и сооружениями (мачтами) с одной стороны и коробом в кабельном канале с другой;

Установить УЗИП класс II по концам КЛ 0,4 кВ, питающих прожекторы мачт освещения на гребне плотины.

Установить УЗИП класс II на вводе кабелей питания, при условии их прокладки в кабельном канале, в РУ ответственных потребителей (здание охраны) .

Указанные мероприятия по прокладке новых полос заземления и монтажа короба выполнить в соответствии со схемой, см. Приложение Б.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № полл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Недок	Подп.	Дата

1945-25-1Т-ЭО

Лист

75

## Ссылочные нормативные документы

Обозначение	Наименование
Нормативные документы	
ПУЭ, изд.7, переработанное и дополненное, с изменениями, 1999 г.	Правила устройства электроустановок
РД 153-34.0-20.525-00, 2000 г.	Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок
СО 34.35.311-2004	Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях
СО-153-34.21.122-2003	Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций
СТО 56947007-29.240.043-2010	Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов
СТО 56947007-29.240.044-2010	Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства
РД 34.21.122-87	Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений
ГОСТ Р 51317	Совместимость технических средств электромагнитная
ГОСТ 12.1.038-82*	Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
ГОСТ 30328-95	Реле электрические. Испытание изоляции
ГОСТ 28895-91	Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № полл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

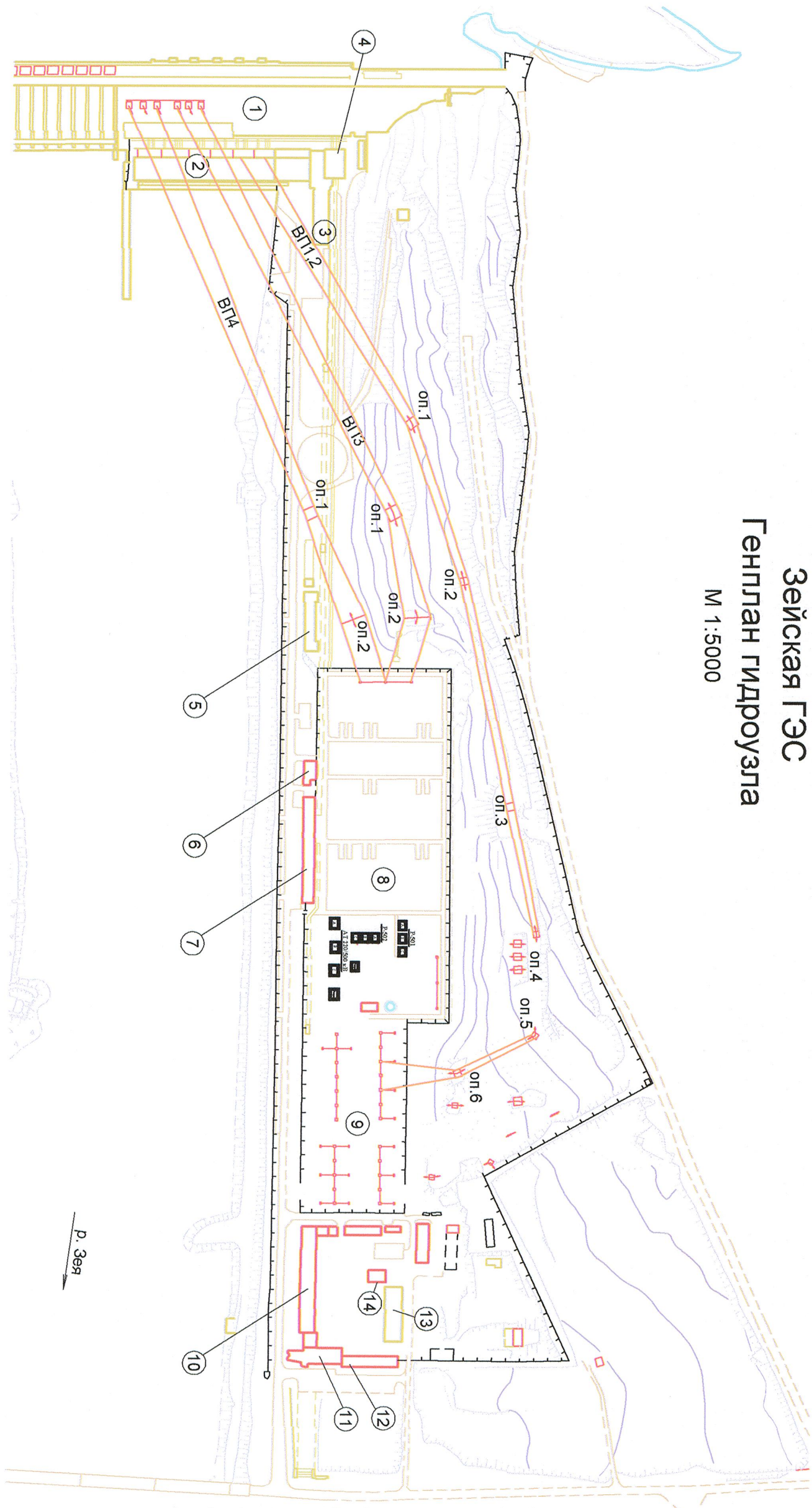
1945-25-1т-ЭО

Лист

76



Зейская ГЭС  
Генплан гидроузла  
М 1:5000

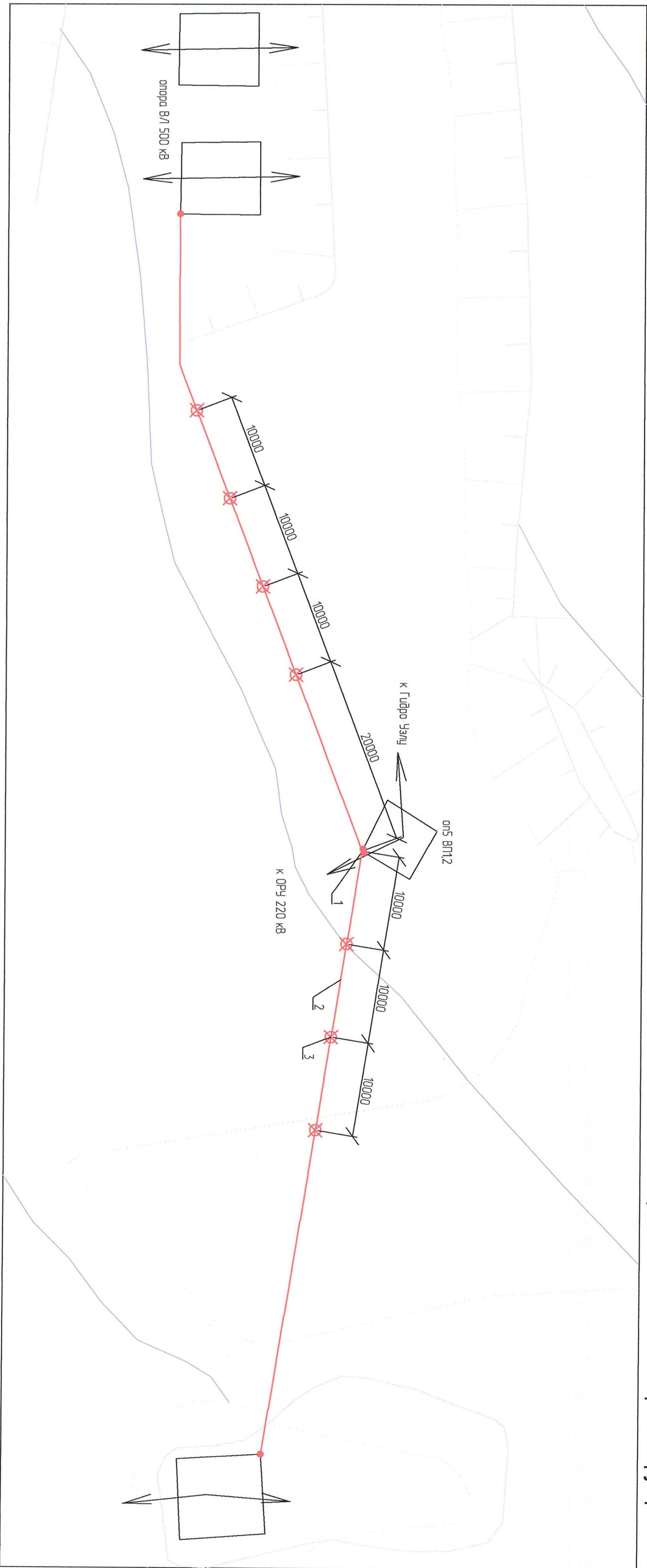
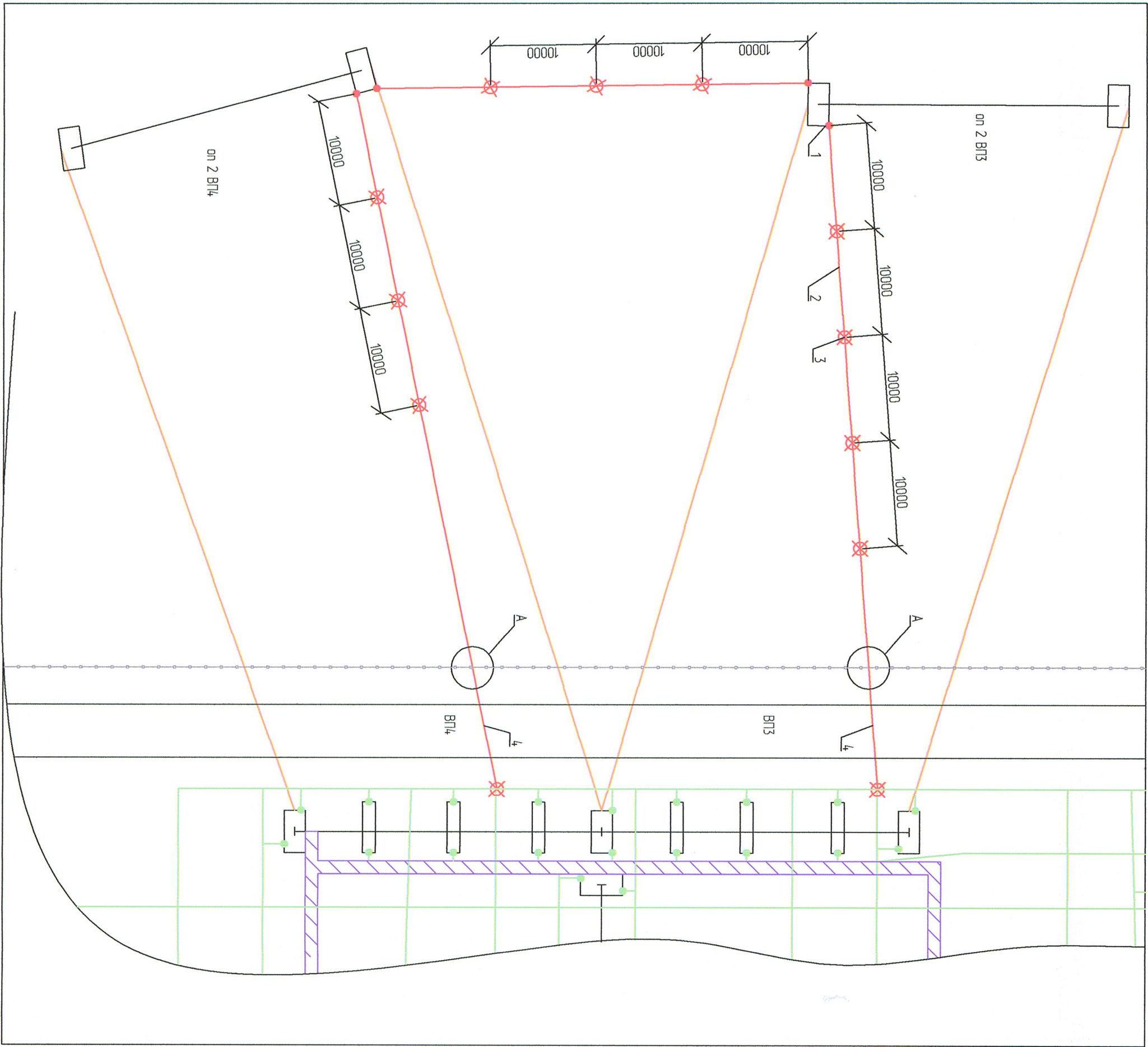


Инв. N подл.	Подп и дата	Взам. инв N

Изм.	Кол.уч.	Лист	Нрок	Подпись	Дата

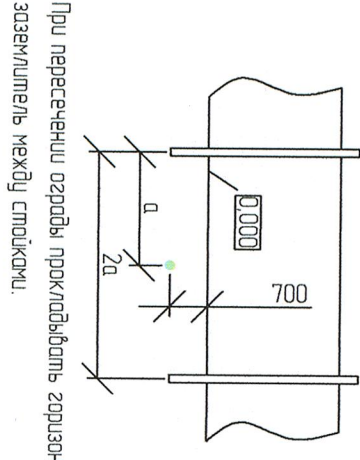
1945-25-1 м-ЭО





Приложение А - Схема реконструкции 3У опор перекидки 220 и 500кВ. Рисунок 2

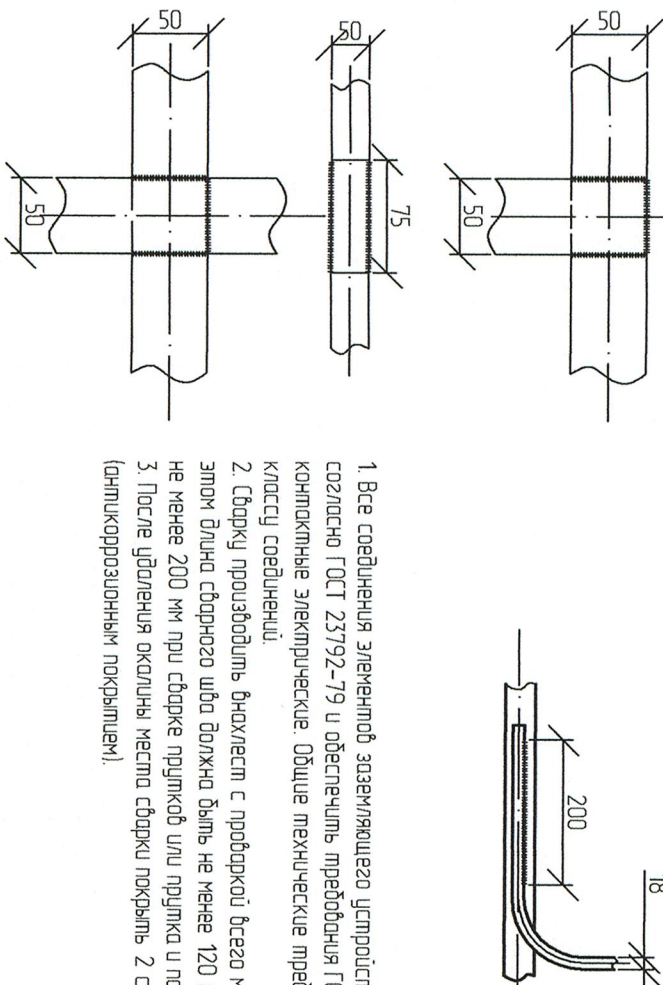
А



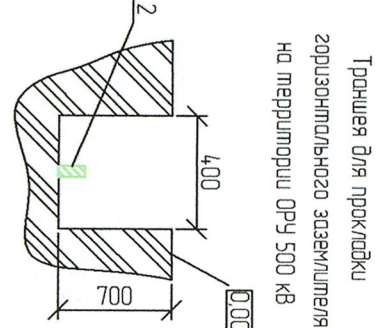
Прокладка горизонтального заземлителя через оазис

При пересечении оазиса прокладывать горизонтальный заземлитель между столбами.

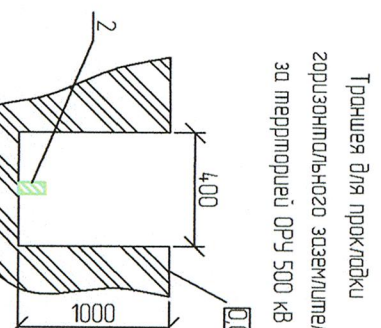
Соединение пробойников заземляющего устройства  
круглого и прямоугольного сечения и поверхности



1. Все соединения элементов заземляющего устройства выполнять сборкой согласно ГОСТ 23192-79 и обеспечить требования ГОСТ 10434. Соединения комбинированные. Обшить технические требования: ко 2-му классу соединений.
2. Сборку производить внахлест с проборок всего места соединения, при этом длина сборного шва должна быть не менее 120 мм при сборке подос и не менее 200 мм при сборке пробойки или пробойки и подосы.
3. После удаления окислов места сборки покрыть 2 слоями битумного лака (битумкоррозийным покрытием).



Трещина для прокладки  
горизонтального заземлителя  
на территории ОПЗ 500 кВ



Трещина для прокладки  
горизонтального заземлителя  
за территорией ОПЗ 500 кВ

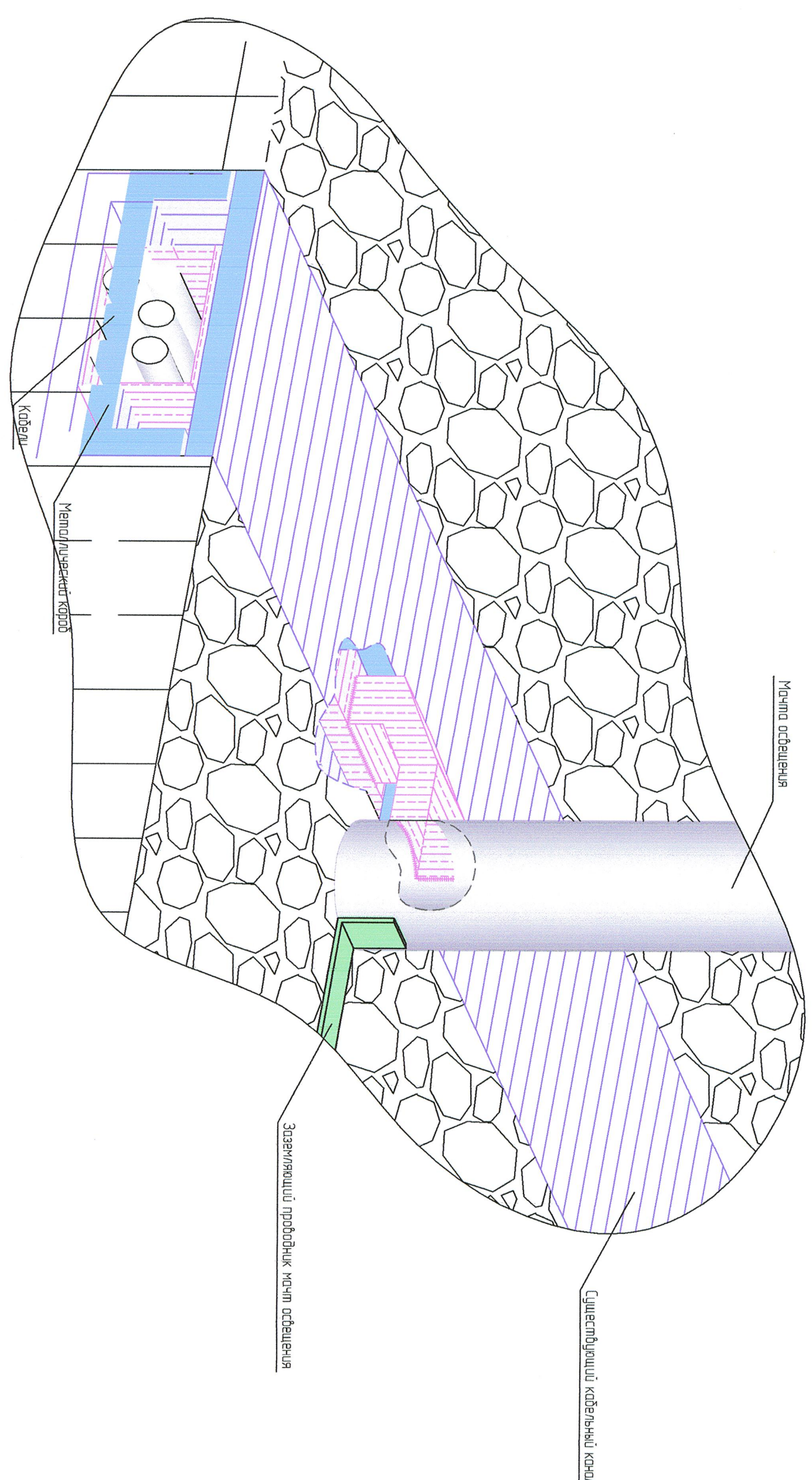
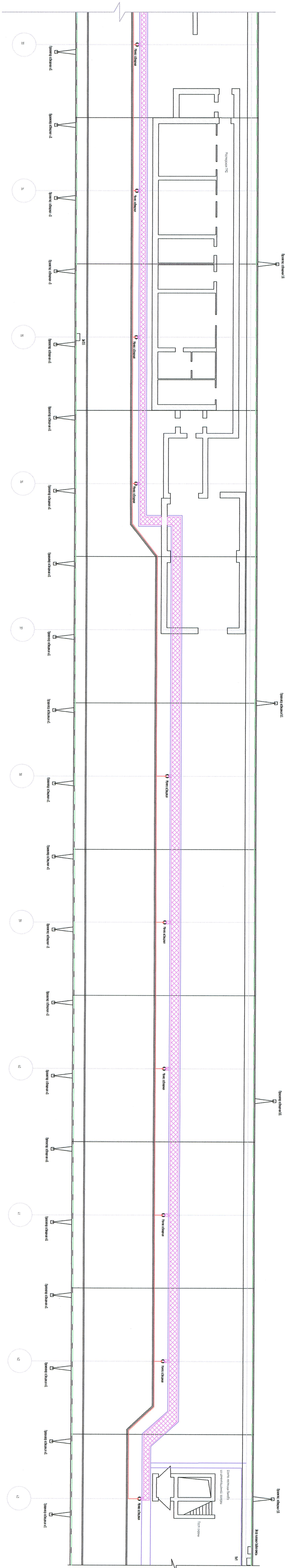
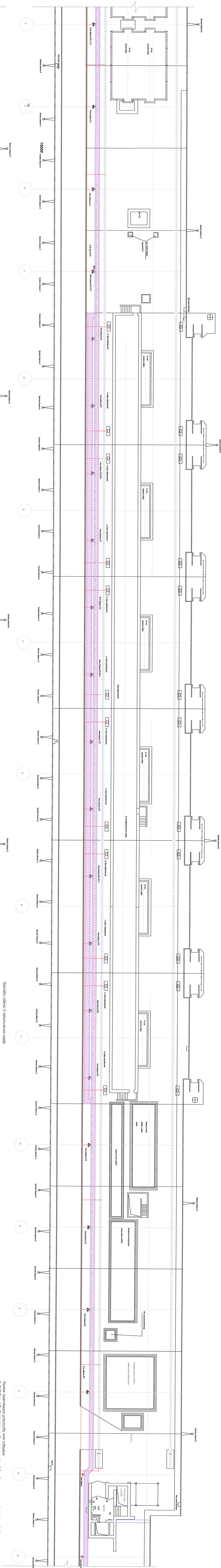
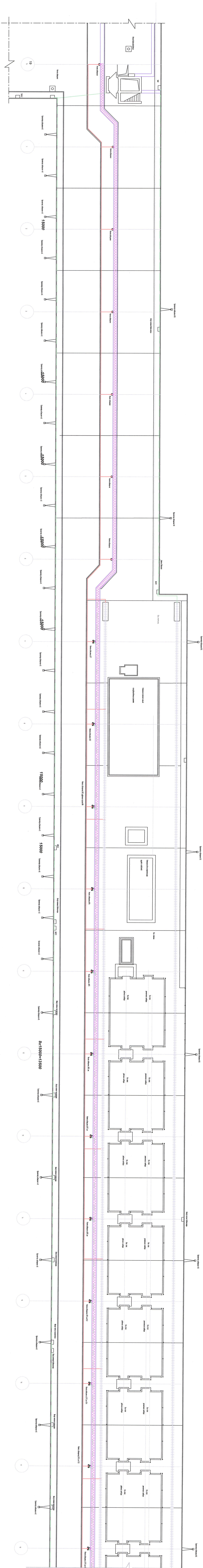
- Условные обозначения:
- пробой заземляющий пробойник
  - пробой горизонтальный заземлитель
  - пробой вертикальный заземлитель
  - существующий заземляющий пробойник
  - существующий горизонтальный заземлитель
  - разрыв защитный трот

- Монтаж заземляющего устройства
1. Горизонтальный заземлитель и заземляющие пробойники выложить из стали Sx50 мм.
  2. Глубина прокладки горизонтального заземлителя за пределами ОПЗ 500 кВ - 1000 мм, на ОПЗ 500 кВ - 700 мм.
  3. Горизонтальный заземлитель из полосы стальной шириной 18 мм, длиной 3 м.
  4. Вертикальные заземлители выложить из стали Ø 18 мм, длиной 3 м.
  5. При обнаружении в процессе существующего заземлителя пробойки его к бьшь обесточивать.
  6. Открытые проложенные пробойники заземляющего устройства окрасить в черный цвет. Места выхода пробойников 3У из грунта гидроизолировать. Верхняя точка нахождения гидроизоляции - 150 мм выше поверхности грунта, нижняя - 400 мм ниже поверхности грунта.
  7. Проход под дорожкой выложить с помощью пробойника Ø 18 мм.
  8. Перед началом земляных работ на ОПЗ убедиться в отсутствии на участке строительных кабельных линий.
  9. Перед засыпкой траншеи оформить Акм скрытых работ.
  10. По окончании работ заземлитель траншеи обработать грунтом без сточного масла.

Согласовано				
Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв N		

Изм.	Код	Лист	Ниж	Лист	Лист
1945-25-1м-30					78





1. Ką to jest *„złoty standard”* w ocenie jakości usług? (10 pkt)
2. Podaj 3 rodzaje technik oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami bezpośrednimi. (10 pkt)
3. Wskaż 3 rodzaje technik bezpośrednich oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami bezpośrednimi. (10 pkt)
4. Wskaż 3 rodzaje technik pośrednich oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami pośrednimi. (10 pkt)
5. Wskaż 3 rodzaje technik zewnętrznych oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami zewnętrznymi. (10 pkt)
6. Wskaż 3 rodzaje technik wewnętrznych oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami wewnętrznymi. (10 pkt)
7. Wskaż 3 rodzaje technik ilościowych oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami ilościowymi. (10 pkt)
8. Wskaż 3 rodzaje technik jakościowych oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami jakościowymi. (10 pkt)
9. Wskaż 3 rodzaje technik jakościowych oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami jakościowymi. (10 pkt)
10. Wskaż 3 rodzaje technik jakościowych oceny jakości usług. Wskaż 2 rodzaje technik, które nie są technikami jakościowymi. (10 pkt)

УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

- зеленая линия пробода
- пробода 50
- неплотный корд
- неплотное плетение
- зеленый расст
- неплотный корд
- зеленый пробода неплотный
- пробода для зеленого неплотный
- пробода при



