

Заказчик – Филиал ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС»

Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5

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

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 3. Система оперативного постоянного тока

П1200-81-ИОС 5.1.3

Том 12

Изм.	№ док.	Подпись	Дата

Заказчик – Филиал ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС»

Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5

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

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 3. Система оперативного постоянного тока

П1200-81-ИОС 5.1.3

Том 12

Генеральный директор

Д. С. Фомичев

Главный инженер проекта

В. О. Мансуров

Изм.	№ док.	Подпись	Дата

Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5

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

Подраздел 1. Система электроснабжения

Часть 3. Система оперативного постоянного тока

П1200-81-ИОС 5.1.3

Том 12

Технический директор



С. В. Иванов

Главный инженер проекта



А. В. Евдокимов

Изм.	№ док.	Подпись	Дата
1	03-28		27.03.23
2	03-34		23.06.23

**Список исполнителей**

ГИП	Евдокимов А. В.		02.2023
Руководитель проекта	Могонов А. А.		02.2023
Заведующий отделом	Умаров Р. А.		02.2023
Руководитель проекта	Тучин Д. В.		02.2023
Нормоконтроль	Евдокимов А. В.		02.2023



Состав проектной документации

Титул: «Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС». Состав проектной документации приведён в томе П1200-81-СП «Состав проектной документации».



Содержание

Общие сведения	5
1 Краткая характеристика объекта.....	8
2 Организация системы оперативного постоянного тока (СОПТ =220 В)	11
2.1 Общая информация об организации питания вновь подключаемых потребителей СОПТ =220 В.....	11
2.2 Схемные решения организации питания потребителей СОПТ =220 В	11
3 Расчет нагрузки вновь подключаемого оборудования к СОПТ = 220 В	13
4 Расчеты сети СОПТ =220 В	16
4.1 Общие сведения.....	16
4.2 Расчет токов короткого замыкания.....	17
4.3 Выбор и проверка автоматических выключателей	19
4.4 Проверка селективности срабатывания коммутационных аппаратов	20
4.5 Проверка кабелей на термическую стойкость и невозгорание.....	27
4.6 Проверка кабелей по потерям напряжения.....	27
Приложение А. Организация СОПТ =220 В в части вновь подключаемого оборудования.....	30
Приложение Б. Сводная таблица расчетов выбора кабелей, проверка на термическую стойкость, не возгорание и падения напряжения	34
Приложение В. Кабельный журнал и сводная ведомость в потребности силовых кабелей СОПТ =220 В в части вновь устанавливаемого оборудования.....	43
Приложение Г. Спецификация оборудования	48



Общие сведения

Проектная документация является собственностью филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС». Передача третьей стороне или иное разглашение проектной документации требует предварительного письменного согласования заказчика (филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС»). Документация не может быть использована для техпервооружения без утверждения.

Основанием для проектирования являются:

Программа ТПиР Филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС»;

Договор №1200-81-2022 от 05.05.2022г. «Разработка проекта технического перевооружения собственных нужд Рыбинской ГЭС»;

Техническое задание на разработку документации по титулу «Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС»;

Технические требования «Разработка проекта технического перевооружения собственных нужд Рыбинской ГЭС»;

Перечень титулов, работ и программ, с которыми требуется координация решений разрабатываемой проектной документации:

«Техническое перевооружение Рыбинской ГЭС. Пневмохозяйство ВД и НД». Шифр проекта 1867.01;

«Техническое перевооружение Рыбинской ГЭС. Система осушения проточного тракта гидротурбин и дренажная насосная здания ГЭС». Шифр проекта 1867.02;

«Верхний уровень автоматизированной системы управления технологическими процессами КВВГЭС - Рыбинская ГЭС». Шифр проекта 10996791.28.99.39.190.174.

Основные нормативно-технические документы (НТД), определяющие требования к оформлению и содержанию проектной документации:

- Постановление Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 года «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;

- Постановление правительства РФ №1044 от 21 декабря 2009 года «О внесении изменения в Положение о составе разделов проектной документации и требованиям к их содержанию»;

- Постановление правительства РФ №235 от 13 апреля 2010 года «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их



содержанию»;

- Национальный стандарт Российской Федерации. «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации». ГОСТ Р 21.1101-2020;
- Правила Устройства Электроустановок 7-е издание;
- Техническая политика Группы РусГидро;
- Стандарт организации ОАО «РусГидро» «Гидроэлектростанции. Нормы технологического проектирования». СТО РусГидро 01.01.78-2012
- Стандарт организации ОАО «РусГидро» «Системы питания собственных нужд ГЭС. Условия создания. Нормы и требования». СТО 17330282.27.140.020 -2008;
- Стандарт организации ОАО «РусГидро» «Системы питания собственных нужд ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования»;
- Стандарт организации ОАО «РусГидро» «Гидроэлектростанции. Системы оперативного постоянного тока. Технические требования, типовые технические решения». СТО РусГидро 02.02.105-2013;
- Рекомендации по проектированию технологической части гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, утвержденные приказом Минэнерго России от 30 июня 2003г. №285. СО 153-34.20.161-2003;
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003г. №229. СО 153-34.20.501-2003 (РД 34.20.501-95);
- Ц-02-98(Э) «О проверке кабелей на не возгорание при воздействии тока короткого замыкания»;
- Приказ Министерства энергетики Российской Федерации №97 от 13 февраля 2019 года «Требования к каналам связи для функционирования релейной защиты и автоматики»;
- Приказ Министерства энергетики Российской Федерации №546 от 10 июня 2020 года «Об утверждении требований к релейной защите и автоматике различных видов и ее функционированию в составе энергосистемы и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 8 февраля 2019 г. №80, от 13 февраля 2019 г. №100, от 13 февраля 2019 г. №101»;
- Правила взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке



устройств релейной защиты и автоматики, утвержденные приказом Минэнерго России от 13.02.2019 № 100;

- Правила создания (модернизации) комплексов и устройств релейной защиты и автоматики в энергосистеме, утвержденные приказом Минэнерго России от 13.07.2020 № 556;

- ГОСТ Р 58669-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита. Трансформаторы тока измерительные индуктивные с замкнутым магнитопроводом для защиты. Методические указания по определению времени до насыщения при коротких замыканиях».



1 Краткая характеристика объекта

Гидротехнические сооружения Рыбинского г/у расположены в двух створах: Волжском и Шекснинском, на территории Ярославской области РФ, вблизи города Рыбинск. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь его третьей ступенью. Вместе с Угличской ГЭС входит в состав филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС»).

Установленная мощность ГЭС составляет 386,4 МВт, среднегодовая выработка электроэнергии – 935 млн. кВт*ч. В здании ГЭС установлены 6 поворотно-лопастных гидроагрегатов, работающих при расчетном напоре 13,4 м: 4 гидроагрегата мощностью по 65 МВт, 2 гидроагрегата мощностью 63,2 МВт.

Оборудование собственных нужд ГЭС введено в эксплуатацию в 1941 году и выполнено на напряжении 3,15 кВ по следующему схемному решению:

- закрытое распределительное устройство напряжением 3 кВ с двумя системами шин и шиносоединительным выключателем для обеспечения электроснабжения общестанционных систем и резервирования агрегатных нужд. Питание ЗРУ 3 кВ выполнено от трансформаторов собственных нужд ТСН-1 и ТСН-2 напряжением 13,8/3.15 типа ТДНС-10000/35 У1 с РПН типа SCY3 на стороне ВН, присоединенных к шинам 13,8 кВ генераторного напряжения;

- распределительное устройство 0,4 кВ для энергоснабжения потребителей общестанционных нужд (ОСН) и резервирования агрегатных СН 0,4 кВ;

- агрегатные распределительные устройства 0,4 кВ (АСН) для обеспечения энергоснабжения вспомогательных механизмов гидроагрегатов на классе напряжения 0,4 кВ.

В период с 1998 – по 2021 гг. заменены гидроагрегаты станции. Электроснабжение агрегатных нужд которых осуществляется от индивидуальных трансформаторов типа ТСЗЛ-400/13,8/0,4 кВ, присоединенных к шинам 13,8 кВ генераторного напряжения. Резервирование выполнено от РУ общестанционных нужд.

В настоящее время произведена замена трансформаторов собственных нужд ТСН 1Г, ТСН 2Г, ТСН 3Г, ТСН 5Г типа ТСЗЛ 400 кВА и двухсекционных распределительных устройств РУ 0,4 кВ СН ГА собственных нужд гидроагрегатов 1Г, 2Г, 3Г, 5Г.

Распределительные устройства собственных нужд гидроагрегатов РУ 0,4 кВ СН ГА установлены в помещении РУ ~0,4 кВ ГА на отметке 101,5. РУ ~0,4 кВ СН ГА питается от ТСН гидрогенератора и по КЛ от шин секции 0,4 кВ соответствующего питпункта.



Трансформаторы ТСН 1Г, ТСН 2Г, ТСН 3Г и ТСН 5Г типа ТСЗЛ 400/13,8/0,4 установлены в помещении РУ 13,8 кВ 1-6Г на отм. 96,5 м.

РУ 380 В ОСН состоит из трех секций:

- секция осветительной нагрузки с питанием от трансформатора Л1Т, состоит из пяти ячеек (№№ 1-5);
- секция моторной нагрузки с питанием от трансформатора М11Т, состоит из пяти ячеек (№№ 1-5);
- секция моторной нагрузки с питанием от трансформатора М12Т, состоит из шести ячеек (№№ 6-11).

От ячеек №№ 1-11 секций трансформаторов М11Т и М12Т получает питание электрооборудование общестанционных нужд: компрессоров, пожарных насосов, механической мастерской, вентиляции, сборок временных подключений, дренажных насосов потерны, подзарядные агрегаты щита постоянного тока, силовые сборки трансформаторов 1Т-6Т, резерв питания РУ 0,4 кВ ТМХ, оборудование связи, бытовые помещения отм. 96,5 здания ГЭС, помещения административно-бытового корпуса здания ГЭС, ЩСН РЗ ОРУ.

Электроснабжение удаленных объектов, расположенных на территории ГЭС (здание управления, база дирекции, база ОМТС) осуществляется от распределительного пункта 3/6 кВ. Питание РП 3/6 кВ осуществляется по кабельной линии от ячейки №2 РУ 3 кВ ОСН.

Оперативный ток Рыбинской ГЭС – постоянный. Реализован проект замены оборудования постоянного тока.

Согласно требованиям к проектным решениям, электрическая сеть СН выполняется с двумя ступенями напряжения - 6,3 кВ и ~0,4 кВ. В качестве источников питания СН принимаются шины генераторного напряжения 13,8 кВ блоков генератор-трансформатор 1Т-6Т и обмотки низкого напряжения 6,3 кВ автотрансформаторов АТ-1 и АТ-2, установленных на ОРУ-220/110 кВ.

Для обеспечения питанием потребителей переменного тока 220/380 В гидроагрегатов предусматривается двухсекционное РУ ~0,4 кВ (АСН), секции которого питаются: одна от понижающего трансформатора 13,8/0,4 кВ, подключенного непосредственно на шины генераторного напряжения, а вторая - от секций щита ОСН-2, питающегося от трансформаторов 6/0,4 кВ подключенных к обмоткам 6,3 кВ АТ-1,2 через КРУН-6,3 кВ.

Для электроснабжения собственных нужд ГЭС в аварийной ситуации и полной потере питания предусматривается установка ДЭС мощностью 750 кВА с подключением к



щиту ОСН-2.

РУ ~0,4 кВ АСН и щит ОСН-2 располагаются на отметке 101,5. Трансформаторы 13,8/0,4 кВ на отметке 96,5 ГЭС. КРУН-6,3 кВ располагается на ОРУ 220 кВ.

Для обеспечения питанием общестанционных нужд предусматриваются щиты ОСН-1, 3, 4, секции которых питаются от трансформаторов 6/0,4 кВ. Распределение питания потребителей 6 кВ предусматривается от ГРУ-6,3 кВ. Питание секций ГРУ-6,3 кВ организуется от двух масляных трансформаторов ТСН-1 и ТСН-2 мощностью 4000 кВА с устройством РПН, подключенных на шины генераторного напряжения 13,8 кВ через элегазовые выключатели и разъединители.

Щиты ОСН -1, 3 располагаются на отметке 101,5. Трансформаторы 6/0,4 кВ щитов ОСН-1,3, ГРУ-6,3 кВ, элегазовые выключатели и разъединители 13,8 кВ располагаются на отметке 96,5. Трансформаторы 13,8/6,3 щитов ОСН-1,3 размещаются на открытой трансформаторной площадке на отметке 96,5. ОСН-4 выполняется в виде КТПБ на месте демонтируемого РП 3/6 кВ.

Также предусматривается замена существующих трансформаторов 3/0,4 кВ базы ОМТС и трансформаторной мастерской на трансформаторы 6/0,4 кВ с питанием от шин ГРУ-6,3 кВ.

Схема электрическая принципиальная питания собственных нужд ГЭС приведена в томе П1200-81-ИОС 5.1.1.2.1.



2 Организация системы оперативного постоянного тока (СОПТ =220 В)

2.1 Общая информация об организации питания вновь подключаемых потребителей СОПТ =220 В

Настоящим проектом предусматривается выполнение работ по замене физически и морально устаревшего электрооборудования по следующим объектам площадки ГЭС:

- Здание ГЭС, помещения Закрытого Распределительного Устройства Собственных Needs (ЗРУ СН) на отм. 96,500 и 101,00;
- камера трансформатора в Трансформаторной мастерской;
- здание Трансформаторного пункта;
- площадка ОРУ-220/110кВ.

Настоящим проектом предусматривается подключение оперативных цепей вновь устанавливаемого оборудования ОСН-1...3, АСН 4Г и 6Г, а также систем АСУ к существующей СОПТ =220 В.

Проектная документация разработана в соответствии с действующим в Российской Федерации законодательством, действующими нормами, правилами и Техническими регламентами в строительстве и в энергетической отрасли, в области промышленной и пожарной безопасности с учетом существующей застройки и элементов инфраструктуры участка расположения объектов Рыбинской ГЭС.

2.2 Схемные решения организации питания потребителей СОПТ =220 В

Для подключения вновь устанавливаемого оборудования предусматривается установка следующих четырёх ШРОТ:

- ШРОТ 4Г устанавливается в машинном зале на АЦЗ 4Г. От него осуществляется питание шкафов защиты трансформатора «ТВ1» и оперативных цепей АСН 4Г.
- ШРОТ 5Г устанавливается в машинном зале на АЦЗ 5Г. От него осуществляется питание шкафов защиты трансформатора «ТВ2» и оперативных цепей АСН 6Г.
- ШРОТ РУ устанавливается в помещении РУ ~0,4 кВ СН ГА. От него осуществляется питание оперативных цепей шкафов ОСН 1...3, оперативные цепи РПН трансформаторов «ТН2.1» и «ТН2.2», шкаф связи, шкаф связи ГРУ и оперативные цепи ячеек ГРУ 6,3 кВ.



- ШРОТ КРУН устанавливается в помещении КРУН 6 кВ. От него осуществляется питание оперативных цепей ячеек КРУН 6 кВ и шкаф связи КРУН.

ШРОТ 4Г и ШРОТ 5Г изготавливаются с габаритами 2000х600х600 (ВхШхГ), цоколем Н=100 мм, ШРОТ РУ и ШРОТ КРУН – с габаритами 2000х600х600 (ВхШхГ), цоколем Н=200 мм и монтажной панелью для оперативных надписей Н=200 мм. Шкафы выполнить одностороннего обслуживания, со степенью защиты не менее IP44, применить типовой цвет окраски RAL-7035.

Для снятия напряжения со шкафа во время проведения ремонтных и регламентных работ, на вводе предусмотреть установку разъединителей. В шкафах организовать две не секционируемые распределительные шины, получающие питание с разных шин ЩПТ ГЭС, а для ШРОТ КРУН с ЩПТ РЗ ОРУ. Выбор секции для питания потребителей осуществляется через выключатель пакетный, позиционный с нулевым положением переключателя. Для защиты от токов КЗ на отходящих линиях установить модульные автоматические выключатели постоянного тока.

Расположение шкафов ШРОТ 4Г, ШРОТ 5Г, ШРОТ РУ приведено в томе П1200-81-ИОС 5.1.1.2.1, ШРОТ КРУН – в томе П1200-81-ИОС 5.1.1.2.2.

Схемы шкафов и подключение потребителей к нему приведены в Приложении А.

Расчет суммарной вновь подключаемой нагрузки приведен в таблице 3.1.

3 Расчет нагрузки вновь подключаемого оборудования к СОПТ = 220 В

Перечень вновь подключаемых потребителей к существующей СОПТ = 220 В приведен в таблице 3.1. Указанные нагрузки являются проектными.

Таблица 3.1

№№ п/п	Наименование потребителя	Ток потребления, А	Мощность, Вт	Характер нагрузки
1	2	3	4	5
ШРОТ РУ ~0,4 кВ				
1	ОСН-1	0,18	40	Постоянная нагрузка
2	ОСН-2	0,18	40	Постоянная нагрузка
3	ОСН-3	0,18	40	Постоянная нагрузка
4	Шкаф РПН т-ра "TN1.1". Питание терминала	0,09	20	Постоянная нагрузка
5	Шкаф РПН т-ра "TN1.1". Питание опер. цепей	0,05	10	Постоянная нагрузка
6	Шкаф РПН т-ра "TN1.1". Питание терминала	0,09	20	Постоянная нагрузка
7	Шкаф РПН т-ра "TN1.1". Питание опер. цепей	0,05	10	Постоянная нагрузка
8	ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей сигнализации	0,91	200	Постоянная нагрузка
9	ГРУ 6,3 кВ. Питание шинок ЕС	2,32	510	Постоянная нагрузка
10	ГРУ 6,3 кВ. Питание шинок ЕУ	7,50	1650	Толчковая нагрузка
Итого:		4,05	890	Постоянная нагрузка
		7,50	1650	Толчковая нагрузка



ШРОТ КРУН				
1	Шкаф связи КРУН	0,91	200	Постоянная нагрузка
2	КРУН 6 кВ. Питание цепей сигнализации	0,91	200	Постоянная нагрузка
3	КРУН 6 кВ. Питание шинок ЕС	0,95	210	Постоянная нагрузка
4	КРУН 6 кВ. Питание шинок ЕУ	7,50	1650	Толчковая нагрузка
	Итого:	2,77	610	Постоянная нагрузка
		7,50	1650	Толчковая нагрузка
1	2	3	4	5
ШРОТ 4Г				
1	Шкаф защит т-ра "ТВ1". Питание терминала (1 комплект)	0,07	15	Постоянная нагрузка
		15,00	3300	Пусковая нагрузка - 0,5 мс
2	Шкаф защит т-ра "ТВ1". Питание опер. цепей (1 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
3	Шкаф защит т-ра "ТВ1". Питание газовой защиты (1 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
5	Шкаф защит т-ра "ТВ1". Питание терминала (2 комплект)	0,07	15	Постоянная нагрузка
		15,00	3300	Пусковая нагрузка - 0,5 мс
7	Шкаф защит т-ра "ТВ1". Питание опер. цепей (2 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
8	Шкаф защит т-ра "ТВ1". Питание газовой защиты (2 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
9	АСН 4Г	0,18	40	Постоянная нагрузка
	Итого:	0,50	110	Постоянная нагрузка
		30,00	6600	Пусковая нагрузка - 0,5 мс



1	2	3	4	5
ШРОТ 6Г				
1	Шкаф защит т-ра "ТВ2". Питание терминала (1 комплект)	0,07	15	Постоянная нагрузка
		15,00	3300	Пусковая нагрузка - 0,5 мс
2	Шкаф защит т-ра "ТВ2". Питание опер. цепей (1 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
3	Шкаф защит т-ра "ТВ2". Питание газовой защиты (1 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
5	Шкаф защит т-ра "ТВ2". Питание терминала (2 комплект)	0,07	15	Постоянная нагрузка
		15,00	3300	Пусковая нагрузка - 0,5 мс
7	Шкаф защит т-ра "ТВ2". Питание опер. цепей (2 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
8	Шкаф защит т-ра "ТВ2". Питание газовой защиты (2 комплект)	0,05	10	Постоянная нагрузка
9	АСН 6Г	0,18	40	Постоянная нагрузка
		0,50	110	Постоянная нагрузка
	Итого:	30,00	6600	Пусковая нагрузка - 0,5 мс



4 Расчеты сети СОПТ =220 В

4.1 Общие сведения

Выбор и проверка защитных коммутационных аппаратов в сети оперативного постоянного тока проведен по методике, изложенной в стандарте организации ОАО «РусГидро» «Гидроэлектростанции. Системы оперативного постоянного тока. Технические требования, типовые технические решения». СТО РусГидро 02.02.105-2013. Исходными данными для выбора и проверки защитных аппаратов в СОПТ являются:

- номинальное напряжение и схема СОПТ;
- типы и длины проводников кабельной распределительной сети СОПТ;
- номинальные токи зарядных устройств;
- номинальная емкость и внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи;
- состав электроприемников постоянной, временной и кратковременной нагрузки СОПТ.

Расчет токов в СОПТ проведен по методике, изложенной в стандарте организации ОАО «РусГидро» «Гидроэлектростанции. Системы оперативного постоянного тока. Технические требования, типовые технические решения». СТО РусГидро 02.02.105-2013 и ГОСТ29176-91.

Исходными данными для расчета являются:

- $R_{аб}$ - внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом;
- $R_{ц}$ - сопротивление цепи короткого замыкания, Ом;
- $R_{кб}$ - активное сопротивление кабелей, Ом;
- $R_{пр}$ - сопротивление предохранителя и его основания, Ом;
- $R_{ав}$ - сопротивление автоматического выключателя, Ом;

При составлении схемы замещения для расчета токов КЗ в электроустановках, получающих питание от аккумуляторной батареи, допустимо не учитывать индуктивные сопротивления элементов цепей.

Расчетные значения в электроустановках постоянного тока:



- значения токов металлических и дуговых коротких замыканий в заданный момент времени в точке короткого замыкания и в любом элементе расчетной схемы;
- значения напряжений в любом заданном узле расчетной схемы;
- интеграл Джоуля и температура кабелей в результате неадиабатического нагрева их токами короткого замыкания с учетом температуры окружающей среды и загрузки кабелей в предшествующем режиме для определения термической стойкости и проверки на невозгораемость.

Проверка кабелей по условиям термического действия токов КЗ проведена по температуре нагрева токопроводящих жил (не выше 160 °С) к моменту отключения основной защиты, а проверка невозгораемости кабелей (не выше 350 °С) - к моменту отключения резервной защиты. Для каждого случая предусматривается наихудший режим, а именно: дуговое КЗ в начале КЛ (поскольку короткое замыкание возникшее между головной и концевой разделками кабелей может быть только дуговым, т.к. металлическое соединение с контактным давлением, превышающим электродинамические силы, раздвигающие замкнувшиеся проводники, по длине кабеля практически ничем не может быть обеспечено) и металлическое КЗ в конце КЛ (учитывая, что КЗ может быть вызвано металлической перемычкой, установленной и забытой персоналом в процессе выполнения ремонтных работ).

Выбор и проверка оборудования в сети оперативного постоянного тока выполнены с использованием специализированной программы «EnergyCS Электрика» производства ЗАО "СиСофт Омск", номер лицензии ЕСА30-870403А1С906-05439.

Все расчеты приведены в сводных таблицах, см. Приложение Б.

По результатам расчетов сформирован кабельный журнал и сводная ведомость в потребности в кабелях, см. Приложение В.

4.2 Расчет токов короткого замыкания

Ток короткого замыкания $I_{кз}$, А, в сети постоянного тока определяется по формуле

$$I_{кз.м} = U / (R_{AB} + R_{ц});$$

где U – напряжение сети, В;

R_{AB} - внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, Ом;

$R_{ц}$ - сопротивление цепи короткого замыкания.



$$R_{\Sigma} = \sum R_{KB} + \sum R_{PP} + \sum R_{AB};$$

где $\sum R_{KB}$ – суммарное сопротивление всех кабелей в цепи КЗ;

$\sum R_{PP}$ – суммарное сопротивление всех предохранителей и его оснований в цепи КЗ;

$\sum R_{AB}$ – суммарное сопротивление всех автоматических выключателей в цепи КЗ.

Сопротивление кабелей R_{KB} , Ом, определяется из справочных данных или рассчитывается по формуле:

$$R_{KB} = 2 \times r \times l \text{ или } R_{KB} = \rho \times l / S;$$

где ρ – удельное сопротивление, Ом·мм²/м;

r – сопротивление кабеля, мОм/м;

l – длина, м;

S – сечение, мм².

Для меди $\rho = 0,0172$ Ом·мм²/м.

При определении минимального значения тока КЗ рекомендуется учитывать увеличение активного сопротивления кабеля к моменту отключения КЗ вследствие его нагревания токами КЗ. Активное сопротивление кабеля в омах при нагреве его током КЗ рассчитывают по формуле:

$$R_{\Sigma} = C_{\Sigma} \times R_{KB},$$

где C_{Σ} – коэффициент, учитывающий увеличение активного сопротивления медного или алюминиевого кабеля.

При определении минимального значения тока КЗ $I_{K3.M}$, А, необходимо учитывать увеличение сопротивления разряженной батареи и влияние на ток КЗ активного сопротивления электрической дуги, возникающей в месте КЗ. Это значение рекомендуется определять по формуле

$$I_{K3.ДУГ} = K_D \cdot I_{K3.M.НАГР};$$

где K_D – поправочный коэффициент (см. рисунок 4.1).

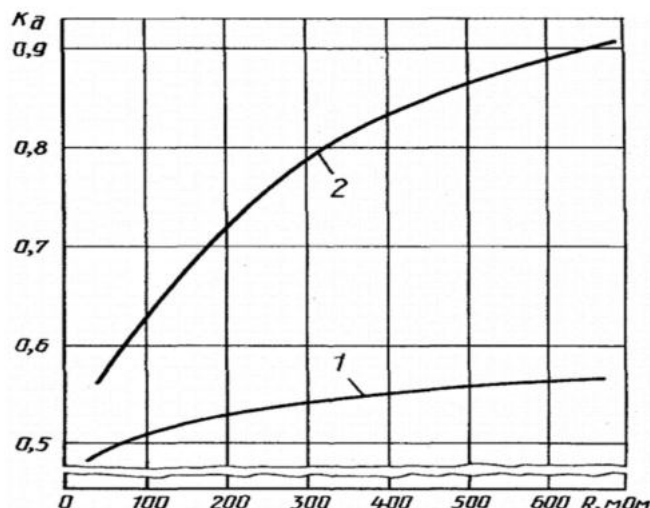


Рисунок 4.1 – Значения поправочного коэффициента K_d в зависимости от сопротивления цепи КЗ.

Все расчеты выполнены с использованием специализированной программы, результаты расчетов сведены в таблицу и приведены в Приложении Б.

4.3 Выбор и проверка автоматических выключателей

Выбор защитных аппаратов и уставок срабатывания.

Номинальный ток расцепителя выключателя $I_{\text{НОМ.РАСЦ.}}$ выбирается по времятоковым характеристикам так, чтобы аппарат не срабатывал при длительном протекании расчетного тока $I_{\text{РАСЧ.}}$. При принятии наименьшей уставки на шкале тока перегрузки

$$I_{\text{НОМ.РАСЦ.}} \geq I_{\text{РАСЧ.}}$$

Уставка срабатывания электромагнитного расцепителя (отсечки) выключателя определяется

$$I_{\text{ОТС.}} \geq K_3 \times K_R \times I_{\text{ПЕР.}}$$

где K_3 – коэффициент запаса (согласно МУ 34-70-035-83 принимается равным 1,1);

K_R – коэффициент разброса значений тока срабатывания расцепителя (принимается равным 1,2, т.к. принят верхний предел тока срабатывания);

$I_{\text{ПЕР.}}$ – наибольший ток кратковременной перегрузки, А.

Проверяется чувствительность аппаратов защиты при КЗ. Если сеть постоянного тока защищена только автоматами с электромагнитными расцепителями, а также для



уменьшения времени срабатывания защиты автоматов с обратозависимой характеристикой срабатывания рекомендуется соблюдать условие

$$I_{K3}/I_{отс} \geq 1,5;$$

где I_{K3} – наименьший расчетный ток КЗ в конце защищаемого участка, А.

Автоматические выключатели и предохранители должны иметь достаточную отключающую способность, т.е.

$$I_{доп} \geq I_{K3};$$

где $I_{доп}$ – предельно отключаемый ток, А.

Проверка выбранных защитных аппаратов на чувствительность к токам КЗ приведена в приложении Б.

ВНИМАНИЕ!!! Расчёты показали, что уставки автоматического выключателя на вводе в ЩПТ от АБ (QF1 типа ВА55-41 $I_H=1000A$, с уставками $I_p=800A$, $t_p=8$ с, $I_{отс}=1500A$, $t_{отс}=0,6$ с) не удовлетворяют чувствительности к токам КЗ в зоне резервирования для кабелей ED-01, ED-02, ED-18, ED-19, ED-35 и ED-36 (см. Приложение А). Для повышения коэффициента чувствительности защитного аппарата в зоне резервирования, рекомендуем установить следующие значения для QF1 типа ВА55-41: $I_H=1000A$, $I_p=500A$, $t_p=8$ с, $I_{отс}=1000A$, $t_{отс}=0,6$ с. Коэффициенты чувствительности к токам КЗ в зоне резервирования, для рекомендованных уставок, указаны в сводных таблицах расчетов в квадратных скобках (см. приложение Б).

4.4 Проверка селективности срабатывания коммутационных аппаратов

Полную селективность срабатывания, согласно СТО РусГидро 02.02.105-2013, проверяется путем построения карт селективности. Проверка производится попарно и считается удовлетворительной в случае отсутствия пересечений карт селективности в области возможных токов короткого замыкания, ограниченной минимальным и максимальным токами КЗ.

Карты селективности №1...7 сформированы с использованием специализированной программы «EnergyCS Электрика» и представлены на рисунках 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 и 4.8.

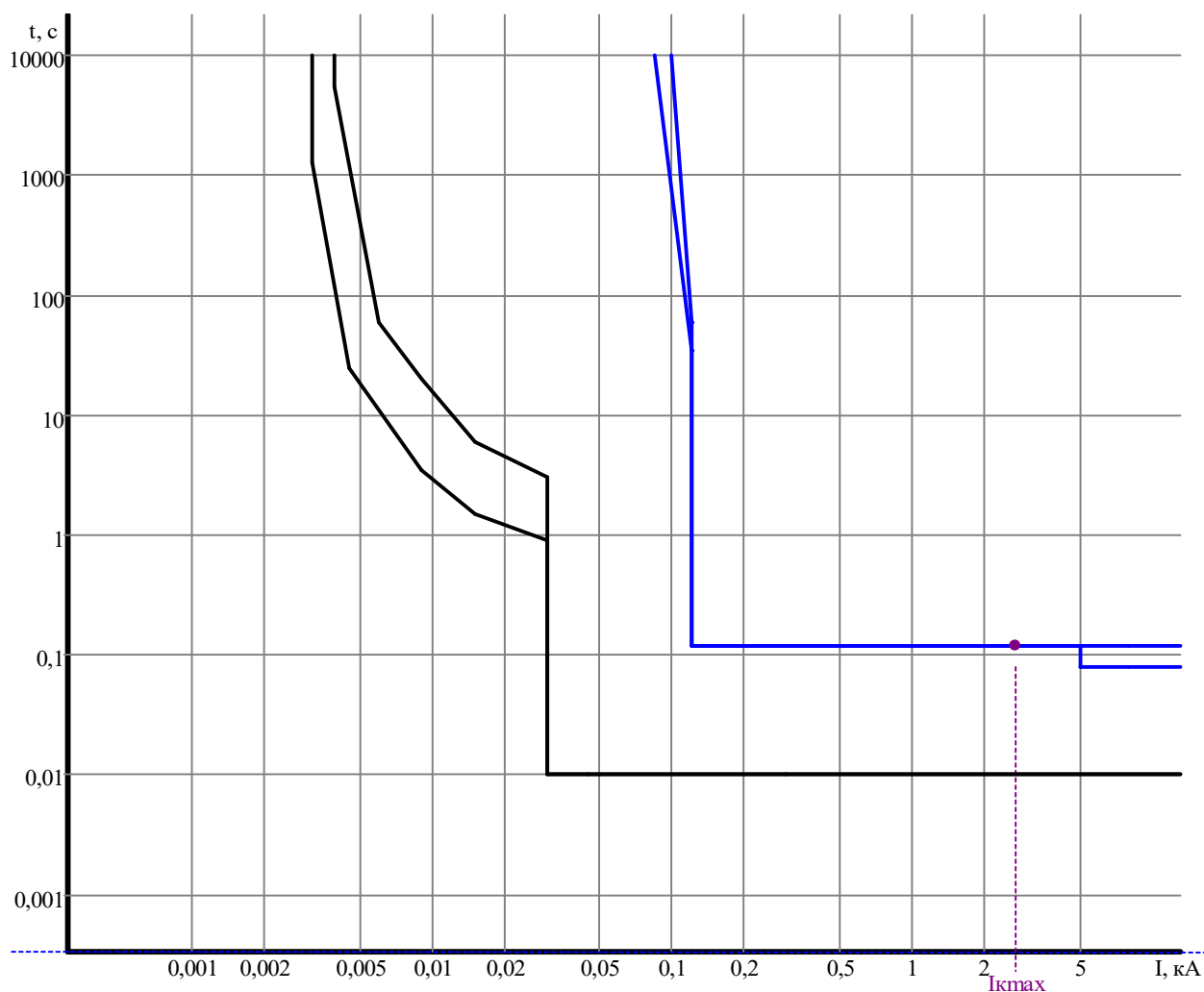


Рисунок 4.2 – Карта селективности №1 (для QF07 – синий график, для QF1 [QF2...15] график черный)

На рисунке 4.2 представлен график селективности №1, для первого ввода ШРОТ 4Г, между автоматическим выключателем QF07, который установлен в ЩПТ-1 п.4 [ЩПТ-2 п.4] и автоматическим выключателем QF01, установленным в ШРОТ 4Г (в квадратных скобках указаны позиционные обозначения для второго ввода, график аналогичен первому вводу). Для отходящих автоматических выключателей QF02...QF13 графики аналогичны.

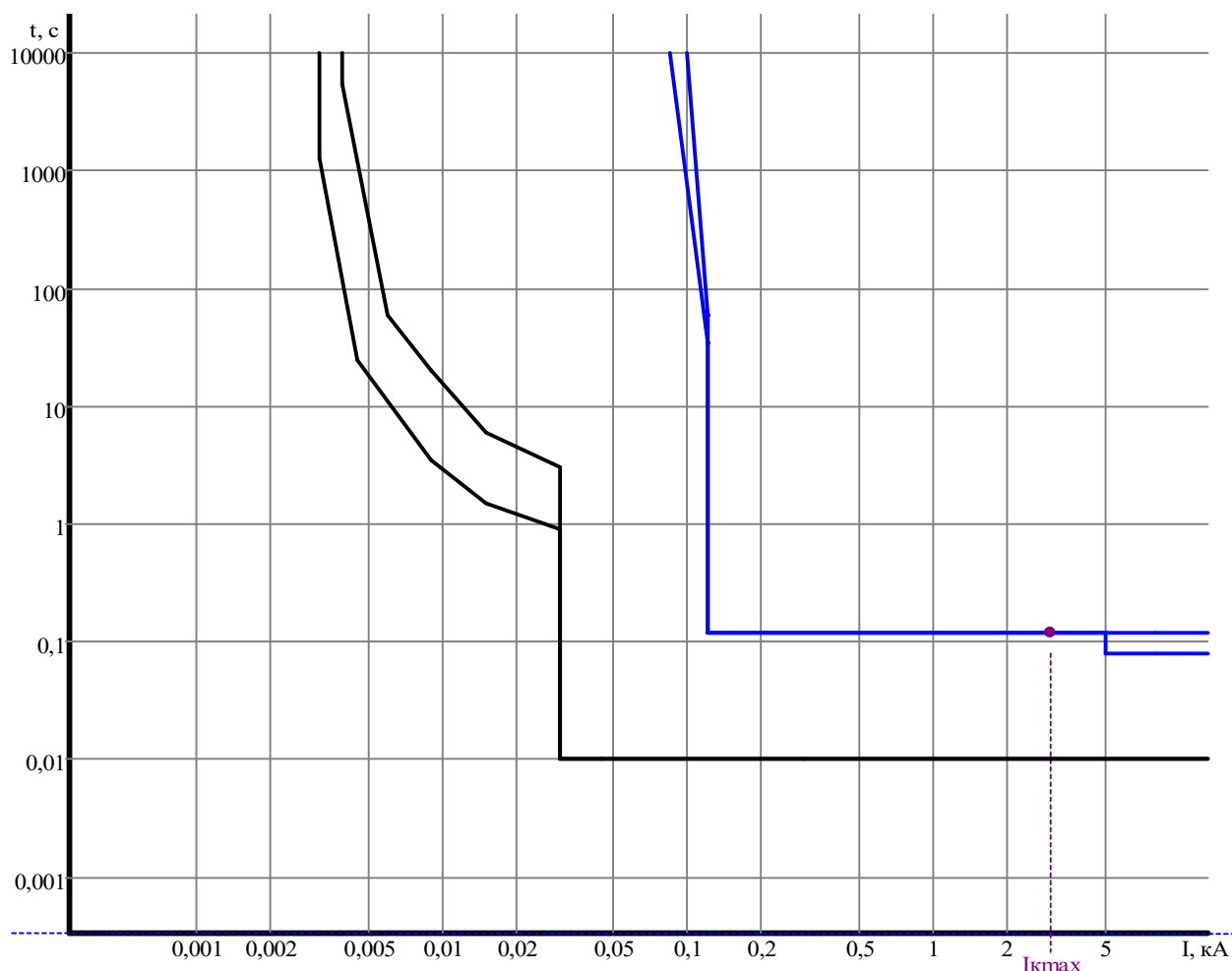


Рисунок 4.3 – Карта селективности №2 (для QF08 – синий график, для QF1 [QF2...15] график черный)

На рисунке 4.3 представлен график селективности №2, для первого ввода ШРОТ 5Г, между автоматическим выключателем QF08, который установлен в ЩПТ-1 п.4 [ЩПТ-2 п.4] и автоматическим выключателем QF01, установленным в ШРОТ 5Г (в квадратных скобках указаны позиционные обозначения для второго ввода, график аналогичен первому вводу). Для отходящих автоматических выключателей QF02...QF15 графики аналогичны.

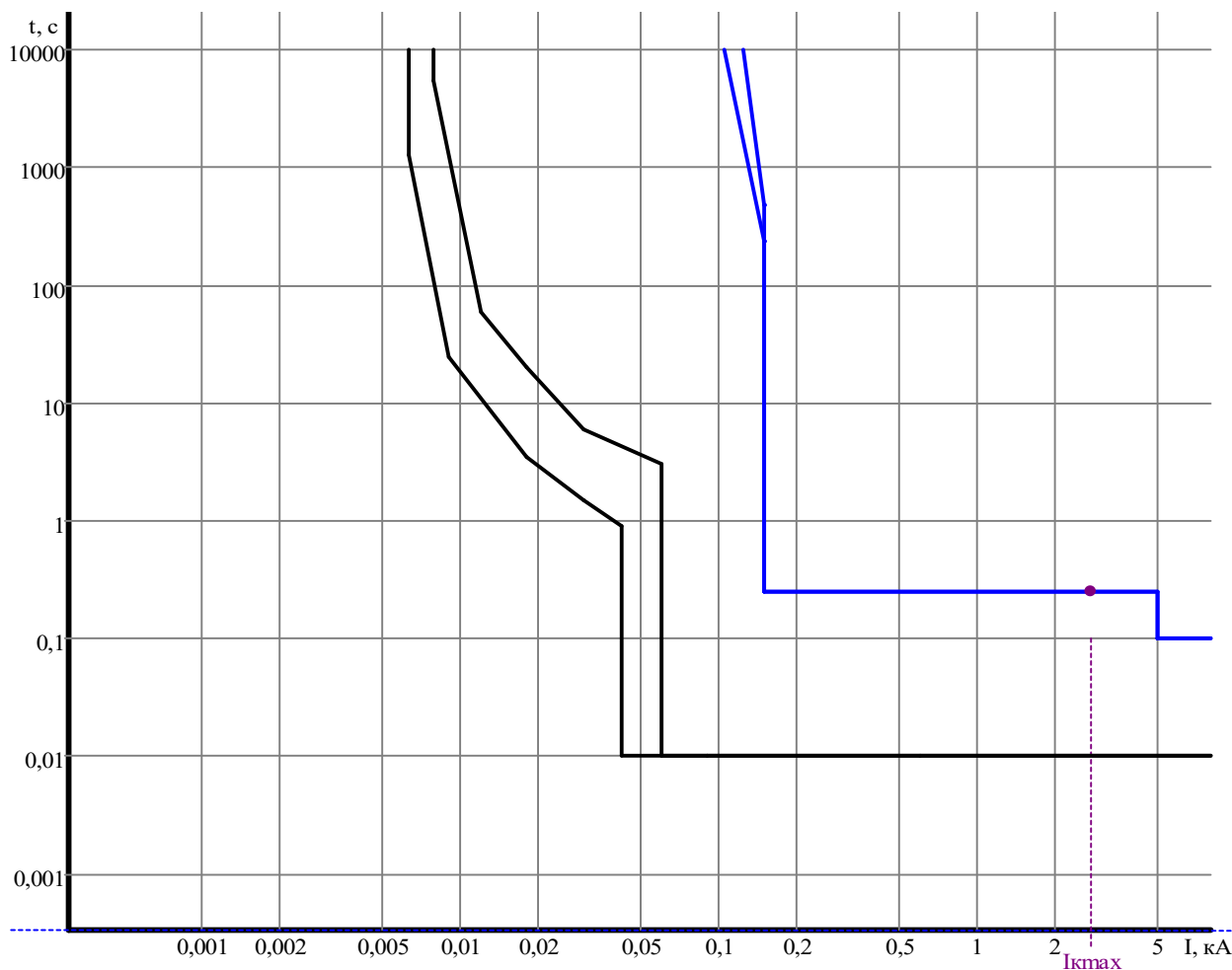


Рисунок 4.4 – Карта селективности №3 (для QF04 – синий график, для QF01 [QF02...QF10 и QF13...QF19] график черный)

На рисунке 4.4 представлен график селективности №3, для отходящих автоматических выключателей ШРОТ РУ ~0,4 кВ, между автоматическим выключателем QF04 который установлен в ЩПТ-1 п.4 [ЩПТ-2 п.4] и автоматическим выключателем QF01 установленным в ШРОТ РУ (в квадратных скобках указаны позиционные обозначения для второго ввода, график аналогичен первому вводу). Для отходящих автоматических выключателей QF02...QF10 и QF13...QF19 графики аналогичны.

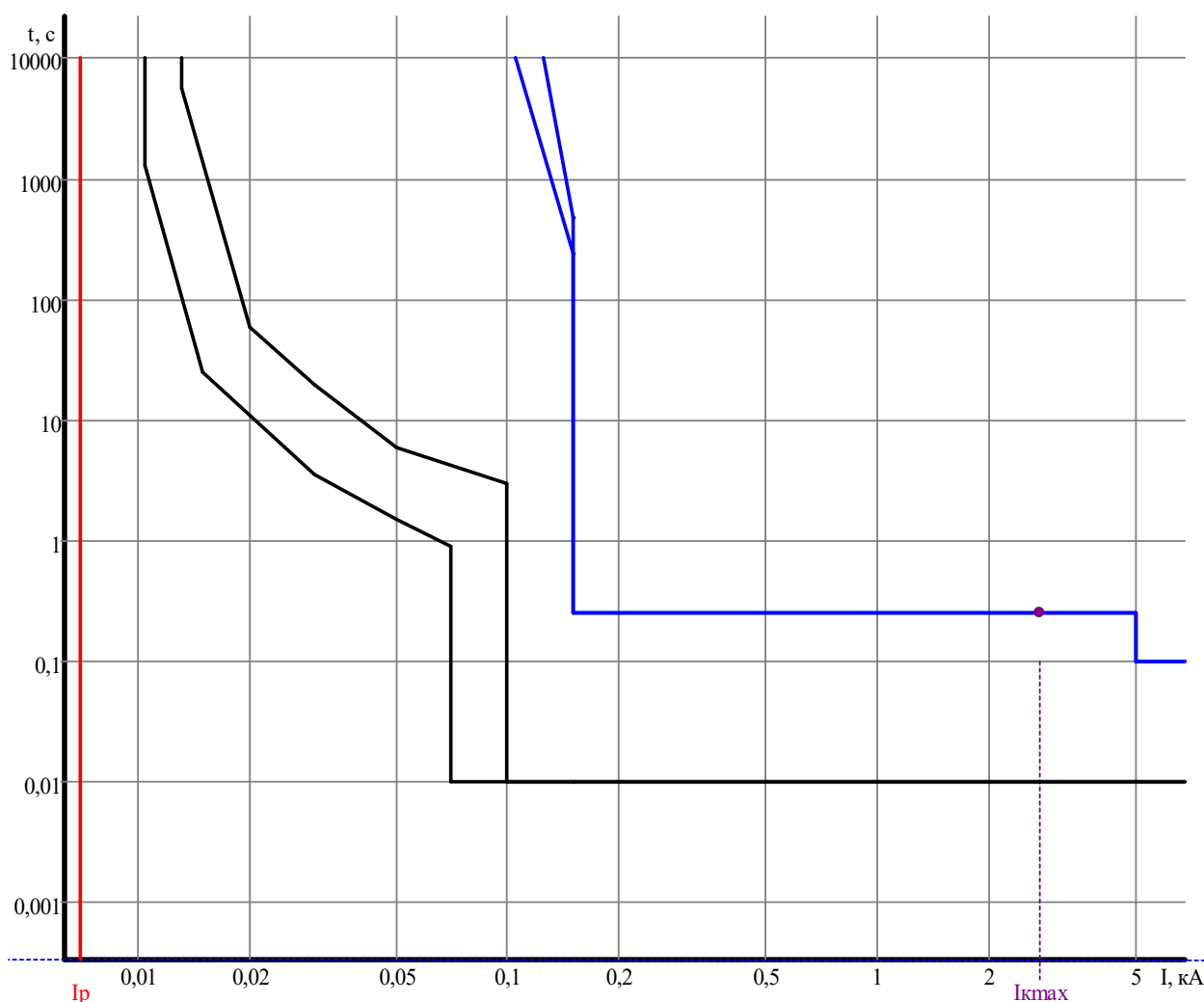


Рисунок 4.5 – Карта селективности №4 (для QF04 – синий график, для QF011 [QF12 и QF20] график черный)

На рисунке 4.5 представлен график селективности №4, для отходящих автоматических выключателей ШРОТ РУ ~0,4 кВ, между автоматическим выключателем QF04 который установлен в ЩПТ-1 п.4 [ЩПТ-2 п.4] и автоматическим выключателем QF011 установленным в ШРОТ РУ (в квадратных скобках указаны позиционные обозначения для второго ввода, график аналогичен первому вводу). Для отходящих автоматических выключателей QF12 и QF20 графики аналогичны.

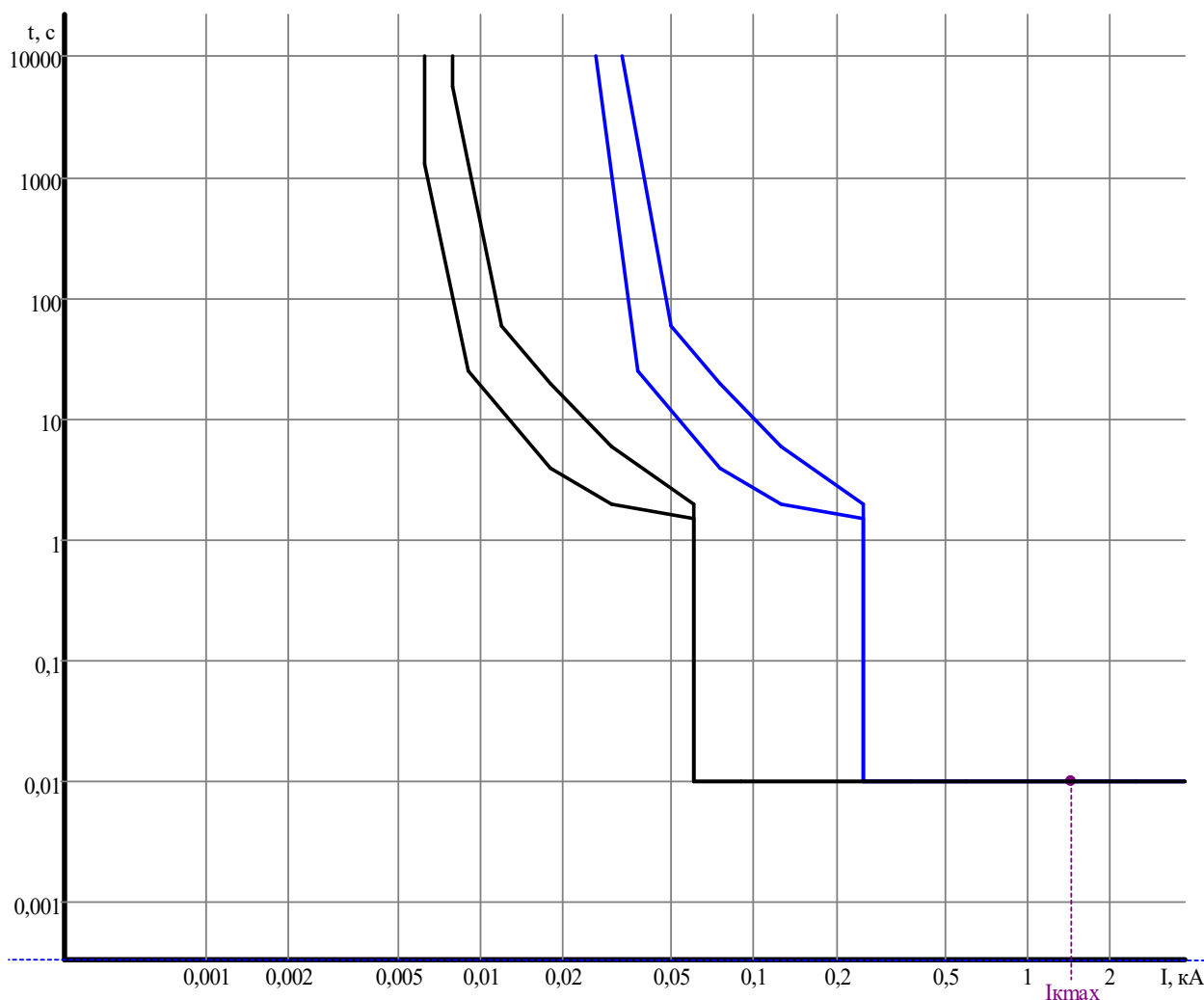


Рисунок 4.6 – Карта селективности №5 (для QF1 [QF2] – синий график, для QF03 [QF06...QF011] график черный)

На рисунке 4.6 представлен график селективности №5, для первого ввода ШРОТ КРУН, между автоматическим выключателем QF1 [QF2] который установлен в КРУН 6,3 кВ и автоматическим выключателем QF01 установленным в ШРОТ КРУН (в квадратных скобках указаны позиционные обозначения для второго ввода, график аналогичен первому вводу). Для отходящих автоматических выключателей QF06...QF011 графики аналогичны.

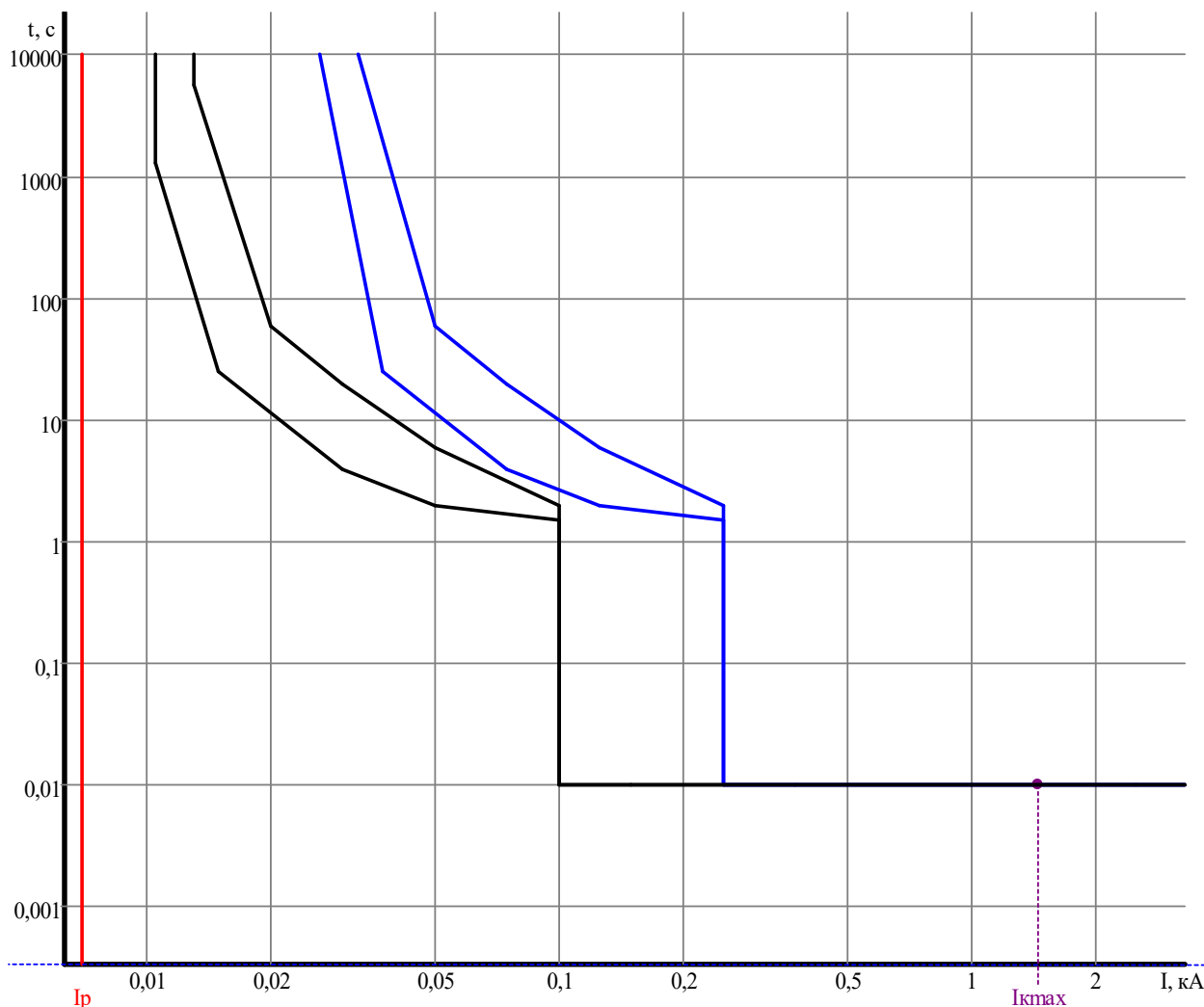


Рисунок 4.7 – Карта селективности №6 (для QF1 [QF2] – синий график, для QF02 [QF03 и F012] график черный)

На рисунке 4.7 представлен график селективности №6, для первого ввода ШРОТ КРУН, между автоматическим выключателем QF1 [QF2] который установлен в КРУН 6,3 кВ и автоматическим выключателем QF02 установленным в ШРОТ КРУН (в квадратных скобках указаны позиционные обозначения для второго ввода, график аналогичен первому вводу). Для отходящих автоматических выключателей QF03 и QF012 графики аналогичны



4.5 Проверка кабелей на термическую стойкость и невозгорание

Значение начальной температуры жилы до КЗ определяется следующей формулой

$$\Theta_H = \Theta_O + (\Theta_{ДД} - \Theta_{ОКР}) \times (I_{РАБ}/I_{ДД})^2;$$

где Θ_O – фактическая температура окружающей среды во время КЗ, °С;

$\Theta_{ДД}$ – значение расчетной длительной допустимой температуры жилы для кабелей с пластмассовой изоляцией, °С;

$\Theta_{ОКР}$ – значение расчетной температуры окружающей среды (воздуха), °С;

$I_{РАБ}$ – значение тока перед КЗ, А;

$I_{ДД}$ – значение длительно допустимого тока, А.

Температура жилы после КЗ равна

$$\Theta_K = \Theta_H \times e^k + \alpha \times (e^k - 1);$$

где α – величина, обратная температурному коэффициенту электрического сопротивления при 0 °С, равная 228 °С.

Температурный коэффициент определяется по формуле

$$K = (v \times v_{\text{ТЕР}})/S^2;$$

где $v = 19,58 \text{ мм}^4/\text{кА}^2 \cdot \text{с}$ – постоянная, характеризующая теплофизические характеристики материала жилы (для меди).

$v_{\text{ТЕР}} = \int_0^{t_{\text{откл}}} i^2 \cdot dt$ – тепловой импульс (интеграл Джоуля) от тока КЗ, кА²с.

Результаты проверки на термическую стойкость и -невозгорание представлены в сводной Приложении Б.

4.6 Проверка кабелей по потерям напряжения

Проверка кабелей по потерям напряжения определяется по формуле:

$$\Delta U\% = R_n \times I_{\text{НОМ.л}} \cdot 100\%/U_{\text{НОМ.}} \quad (5.8)$$

Потери напряжения рассчитываются на каждом участке цепи и впоследствии суммируются:

$$\Delta U\% = (R_1 \times I_{\text{НОМ1}} + R_2 \times I_{\text{НОМ1}} + R_n \times I_{\text{НОМ.л}}) \times 100\%/U_{\text{НОМ.}} \quad (5.9)$$

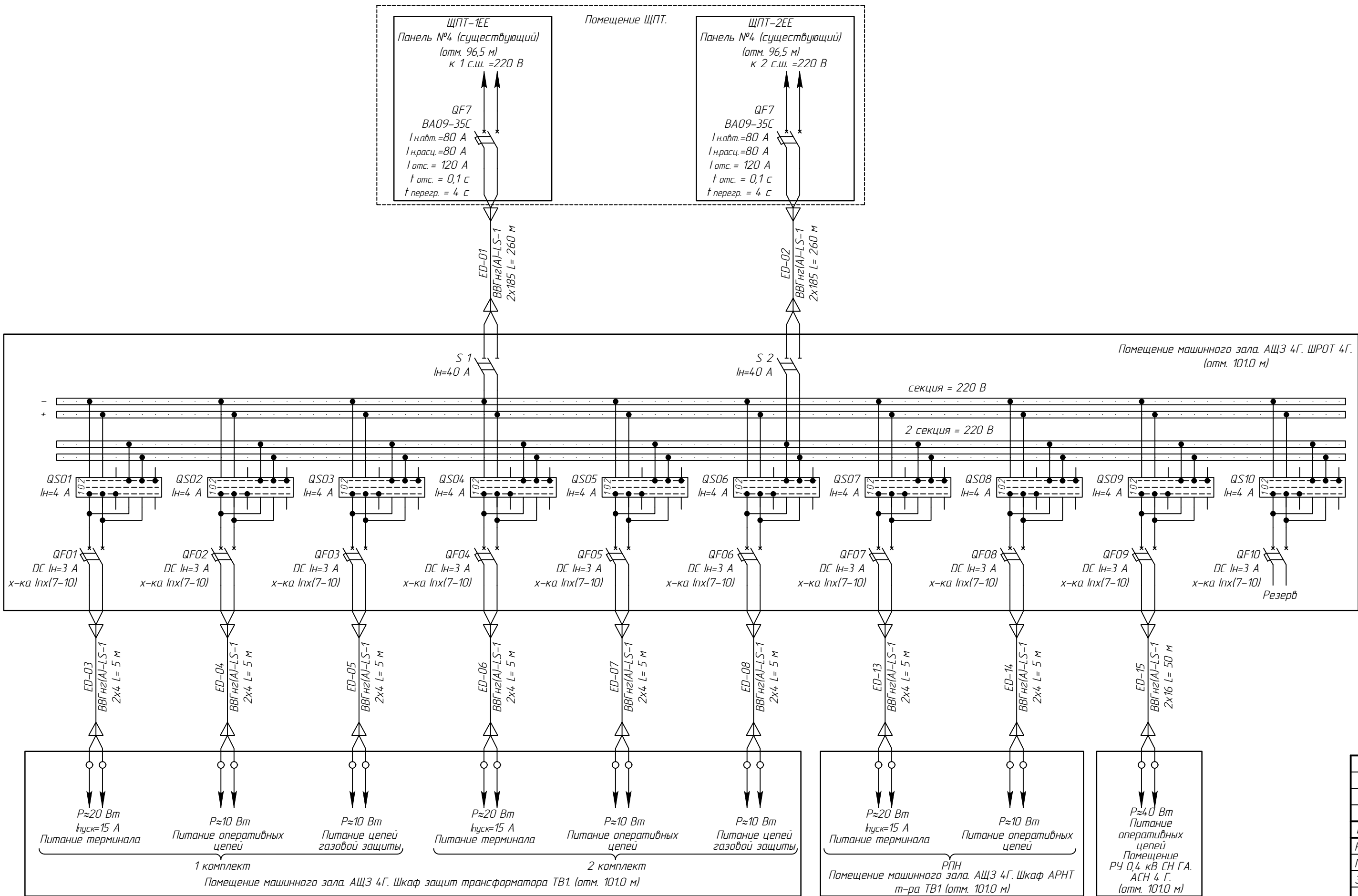
Суммарные потери напряжения от источника питания до потребителя не должны превышать допустимые 10 %.



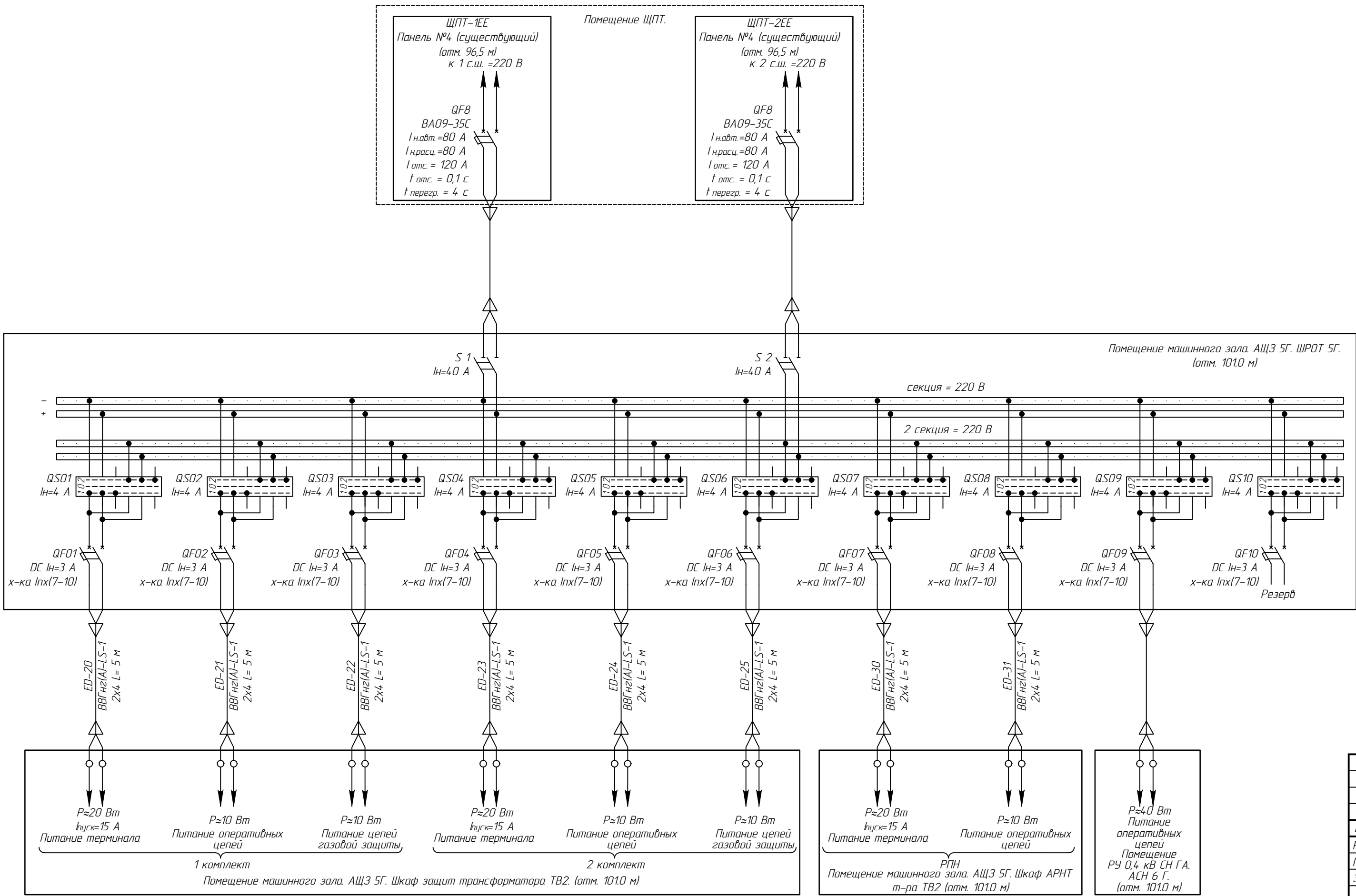
Все расчеты выполнены с использованием специализированной программы, результаты расчетов сведены в таблицу и приведены в Приложении Б.

Таблица регистрации изменений

[illegible]



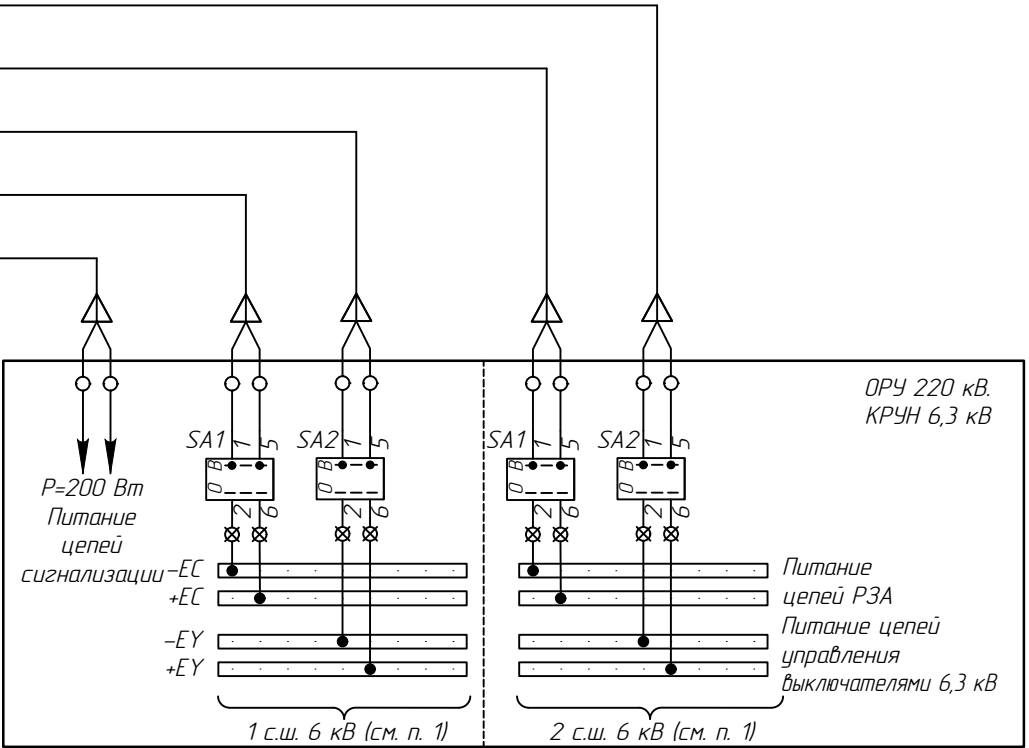
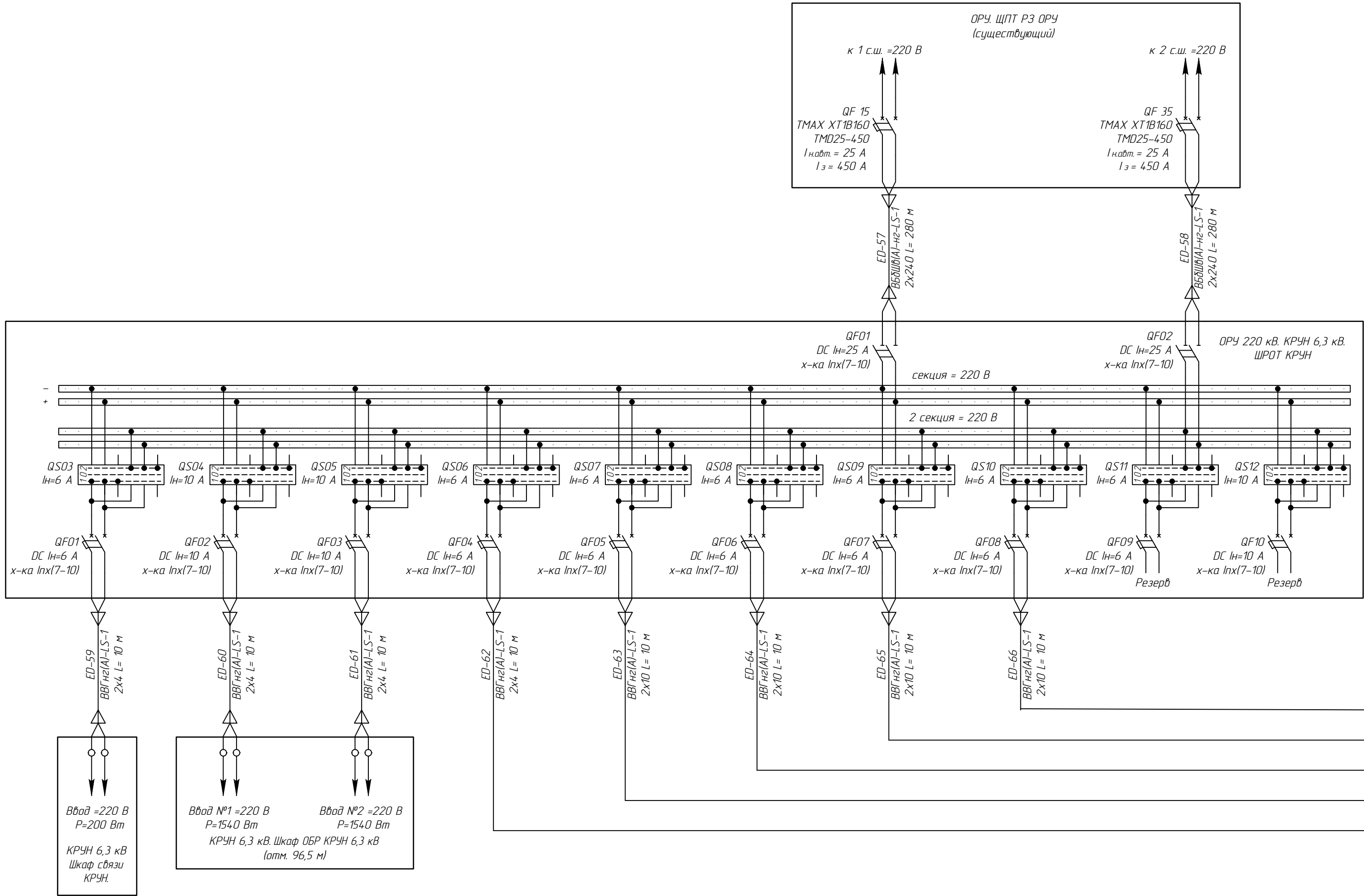
						П1200-81-ИОС 5.1.3			
						Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС			
2	-	Зам.	03-34		06.23	Система оперативного постоянного тока	Стадия	Лист	Листов
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		П	27	
Разраб.	Тучин				02.23				
Провер.	Моганов				02.23				
Зав. отд.	Умаров				02.23	ШРОТ 4Г. Питание оперативных цепей. Схема электрическая принципиальная	ООО "Релематика" г. Чебоксары 2023 г.		
Н.контр.	Евдокимов				02.23				



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

						П1200-81-ИОС 5.1.3			
						Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС			
2	-	Зам.	03-34		06.23	Система оперативного постоянного тока	Стадия	Лист	Листов
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		П	28	
Разраб.	Тучин				02.23				
Провер.	Маганов				02.23				
Зав. отд.	Умаров				02.23				
Н.контр.	Евдокимов				02.23	ШРОТ 5Г. Питание оперативных цепей. Схема электрическая принципиальная	ООО "Релематика" г. Чебоксары 2023 г.		





Примечание:
1. Шинки ЕС и ЕУ выполнить медным проводником сечением не менее 4 мм. кв.

						П1200-81-ИОС 5.13				
						Техническое перевооружение собственных нужд Рыдинской ГЭС				
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Система оперативного постоянного тока	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.	Тучин				02.23		П	30		
Провер.	Магонов				02.23					
Зав. отд.	Умаров				02.23					
Н.контр.	Евдокимов				02.23	ШРОТ КРУН 6,3 кВ. Питание оперативных цепей. Схема электрическая принципиальная	ООО "Релематика" г. Чебоксары 2023 г.			

Приложение Б. Сводная таблица расчетов выбора кабелей, проверка на термическую стойкость, не возгорание и падения напряжения

Таблица Б.1 – Сводная таблица ШРОТ 4Г

№	Наименование потребителя	Номинальный ток, I _{ном} , А	Пусковой или пиковый ток, I _{пуск} (I _{пик}), А	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, ΔU _{расч.} < 10%	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I _к кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I _к кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, θ _{нк} , °С	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, θ _{кк} , °С	Примечание
1	ЩПТ-1 или 2	-	-	-	-	-	QF1 BA55-41 I _H =1000А, I _p =800А [500А], t _p =8 с, I _{отс} =1500А [1000А], t _{отс} =0,6 с	-	3,943	2,465	-	-	-	Вводной автоматический выключатель от АБ-1 или 2 на ЩПТ-1 или 2 соответственно
2	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. ШРОТ 4Г Ввод №1	0,818	2,5	ED-01 ВВГнг(А)-LS-1 2x185	260	-0,001	QF7 BA09-35C I _H =250А, I _p =80А, t _p =4 с, I _{отс} =120А, t _{отс} =0,25 с	7,808	1,317	10,97	0,878 [1,317]	20,69	20,67	Отходящий автоматический выключатель, установленный в ЩПТ-1. Панель №4
3	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. ШРОТ 4Г Ввод №2	0,818	2,5	ED-02 ВВГнг(А)-LS-1 2x185	260	-0,001	QF7 BA09-35C I _H =250А, I _p =80А, t _p =4 с, I _{отс} =120А, t _{отс} =0,25 с	7,808	1,317	10,97	0,878 [1,317]	20,69	20,67	Отходящий автоматический выключатель, установленный в ЩПТ-2. Панель №4
4	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание терминала (1 комплект)	0,091	15	ED-03 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,029	QF01 DC, 3А, х-ка (7-10)xI _H	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
5	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание оперативных цепей (1 комплект)	0,046	-	ED-04 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,025	QF02 DC, 3А, х-ка (7-10)xI _H	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
6	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание цепей газовой защиты (1 комплект)	0,046	15	ED-05 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,029	QF03 DC, 3А, х-ка (7-10)xI _H	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	



№	Наименование потребителя	Номинальный ток, $I_{ном}, A$	Пусковой или пиковый ток, $I_{пуск} (I_{пик}), A$	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, $\Delta U_{расч.} < 10\%$	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I_k кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I_k кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, $\theta_{нк}, ^\circ C$	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, $\theta_{кк}, ^\circ C$	Примечание
7	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание терминала (2 комплект)	0,091	-	ED-06 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,268	QF04 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
8	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание оперативных цепей (2 комплект)	0,046	-	ED-07 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,025	QF05 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
9	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание цепей газовой защиты (2 комплект)	0,046	-	ED-08 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,025	QF06 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
10	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ1. Питание терминала РПН	0,091	15	ED-13 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,029	QF07 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
11	Помещение машинного зала АЩЗ 4Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ1. Питание оперативных цепей РПН	0,046	-	ED-14 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,025	QF08 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,930	0,405	13,5	3,375	22,61	44,03	
12	Помещение РУ ~0,4 СН ГА. АСН 4Г. Оперативные цепи	0,182	-	ED-15 ВВГнг(А)-LS-1 2x16	50	-0,043	QF09 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,961	0,324	10,8	2,7	20,17	21,45	



Таблица Б.2 – Сводная таблица ШРОТ 5Г

№	Наименование потребителя	Номинальный ток, $I_{ном}$, А	Пусковой или пиковый ток, $I_{пуск}$ ($I_{лик}$), А	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, $\Delta U_{расч.} < 10\%$	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I_k кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I_k кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, $\theta_{нк}$, °С	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, $\theta_{кк}$, °С	Примечание
1	ЩПТ-1 или 2	-	-	-	-	-	QF1 BA55-41 $I_H=1000A$, $I_p=800A$ [500A], $t_p=8$ с, $I_{отс}=1500A$ [1000A], $t_{отс}=0,6$ с	-	3,943	2,465	-	-	-	Вводной автоматический выключатель от АБ-1 или 2 на ЩПТ-1 или 2 соответственно
2	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. ШРОТ 5Г Ввод №1	0,818	2,5	ED-18 ВВГнг(А)-LS-1 2x185	240	-0,001	QF8 BA09-35C $I_H=250A$, $I_p=80A$, $t_p=4$ с, $I_{отс}=120A$, $t_{отс}=0,25$ с	7,808	1,386	11,55	0,924 [1,386]	20,69	20,67	Отходящий автоматический выключатель, установленный в ЩПТ-1. Панель №4
3	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. ШРОТ 5Г Ввод №2	0,818	2,5	ED-19 ВВГнг(А)-LS-1 2x185	240	-0,001	QF8 BA09-35C $I_H=250A$, $I_p=80A$, $t_p=4$ с, $I_{отс}=120A$, $t_{отс}=0,25$ с	7,808	1,386	11,55	0,924 [1,386]	20,69	20,67	Отходящий автоматический выключатель, установленный в ЩПТ-2. Панель №4
4	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание терминала (1 комплект)	0,091	15	ED-20 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,026	QF01 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
5	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание оперативных цепей (1 комплект)	0,046	-	ED-21 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,023	QF02 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
6	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание цепей газовой защиты (1 комплект)	0,046	-	ED-22 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,023	QF03 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
7	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание терминала (2 комплект)	0,091	15	ED-23 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,026	QF04 DC, 3A, х-ка (7-10)xIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	



№	Наименование потребителя	Номинальный ток, $I_{ном}, A$	Пусковой или пиковый ток, $I_{пуск} (I_{пик}), A$	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, $\Delta U_{расч.} < 10\%$	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I_k кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I_k кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, $\theta_{нк}, ^\circ C$	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, $\theta_{кк}, ^\circ C$	Примечание
8	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание оперативных цепей (2 комплект)	0,046	-	ED-24 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,023	QF05 DC, 3A, х-ка (7-10)хIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
9	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание цепей газовой защиты (2 комплект)	0,046	-	ED-25 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,023	QF06 DC, 3A, х-ка (7-10)хIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
10	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ2. Питание терминала РПН	0,091	15	ED-30 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,026	QF07 DC, 3A, х-ка (7-10)хIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
11	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ2. Питание оперативных цепей РПН	0,046	-	ED-31 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	5	-0,023	QF08 DC, 3A, х-ка (7-10)хIn	0,947	0,41	13,67	3,417	22,7	44,8	
12	Помещение РУ ~0,4 СН ГА. АСН 5Г. Оперативные цепи	0,182	-	ED-32 ВВГнг(А)-LS-1 2x16	70	-0,031	QF09 DC, 3A, х-ка (7-10)хIn	0,978	0,289	9,63	2,408	20,18	21,5	

Таблица Б.3 – Сводная таблица ШРОТ РУ

№	Наименование потребителя	Номинальный ток, I _{ном} , А	Пусковой или пиковый ток, I _{пуск} (I _{пик}), А	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, ΔU _{расч.} < 10%	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I _к кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I _к кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, θ _{нк} , °С	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, θ _{кк} , °С	Примечание
1	ЩПТ-1 или 2	-	-	-	-	-	QF1 BA55-41 I _Н =1000А, I _Р =800А [500А], t _Р =8 с, I _{отс} =1500А [1000А], t _{отс} =0,6 с	-	3,943	2,465	-	-	-	Вводной автоматический выключатель от АБ-1 или 2 на ЩПТ-1 или 2 соответственно
2	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ. Ввод №1	13,77	7,5	ED-35 ВВГнг(А)-LS-1 2x185	250	-0,009	QF4 BA09-35C I _Н =250А, I _Р =100А, t _Р =8 с, I _{отс} =150А, t _{отс} =0,25 с	7,808	1,351	9	0,901 [1,351]	20,87	23,01	Отходящий автоматический выключатель, установленный в ЩПТ-1. Панель №4
3	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ. Ввод №2	13,77	7,5	ED-36 ВВГнг(А)-LS-1 2x185	250	-0,009	QF4 BA09-35C I _Н =250А, I _Р =100А, t _Р =8 с, I _{отс} =150А, t _{отс} =0,25 с	7,808	1,351	9	0,901 [1,351]	20,87	23,01	Отходящий автоматический выключатель, установленный в ЩПТ-2. Панель №4
4	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ОСН-1. Питание оперативных цепей	0,182	-	ED-37 ВВГнг(А)-LS-1 2x6	60	-0,19	QF01 DC, 6А, х-ка (7-10)xI _Н	1,85	0,2299	3,83	1,53	24,59	42,31	
5	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ОСН-2. Питание оперативных цепей	0,182	-	ED-38 ВВГнг(А)-LS-1 2x4	50	-0,19	QF02 DC, 6А, х-ка (7-10)xI _Н	1,8	0,1957	3,27	1,31	25,37	44,03	
6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ОСН-3. Питание оперативных цепей	0,182	-	ED-39 ВВГнг(А)-LS-1 2x6	60	-0,19	QF03 DC, 6А, х-ка (7-10)xI _Н	1,85	0,2299	3,83	1,53	24,59	42,31	



№	Наименование потребителя	Номинальный ток, $I_{ном}$, А	Пусковой или пиковый ток, $I_{пуск}$ ($I_{пик}$), А	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, $\Delta U_{расч.} < 10\%$	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I_k кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I_k кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, $\theta_{нк}$, °С	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, $\theta_{кк}$, °С	Примечание
7	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.1». Питание терминала	0,091	15	ED-41 ВВГнг(А)-LS-1 2х6	60	-0,205	QF05 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,85	0,2299	3,83	1,53	24,59	42,31	
8	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.1». Питание оперативных цепей	0,046	-	ED-42 ВВГнг(А)-LS-1 2х6	60	-0,19	QF06 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,85	0,2299	3,83	1,53	24,59	42,31	
9	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.2». Питание терминала	0,091	15	ED-43 ВВГнг(А)-LS-1 2х6	60	-0,205	QF07 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,85	0,2299	3,83	1,53	24,59	42,31	
10	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.2». Питание оперативных цепей	0,046	-	ED-44 ВВГнг(А)-LS-1 2х6	60	-0,19	QF08 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,85	0,2299	3,83	1,53	24,59	42,31	
11	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф связи	1,82	-	ED-45 ВВГнг(А)-LS-1 2х2,5	20	-0,216	QF09 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,716	0,2684	4,47	1,79	42,52	61,37	
12	Помещение ГРУ 6,3 кВ. Шкаф связи ГРУ	0,91	-	ED-46 ВВГнг(А)-LS-1 2х4	50	-0,202	QF10 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,8	0,1957	3,27	1,31	25,37	44,03	
13	Помещение ГРУ 6,3 кВ. Шкаф ОБР ГРУ 6,3 кВ (ввод №1)	7	-	ED-47 ВВГнг(А)-LS-1 2х4	50	-0,523	QF11 DC, 10А, х-ка (7-10)хI _н	1,559	0,1975	1,98	1,32	27,35	47,64	
14	Помещение ГРУ 6,3 кВ. Шкаф ОБР ГРУ 6,3 кВ (ввод №2)	7	-	ED-48 ВВГнг(А)-LS-1 2х4	50	-0,523	QF12 DC, 10А, х-ка (7-10)хI _н	1,559	0,1975	1,98	1,32	27,35	47,64	
15	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей связи	0,91	-	ED-49 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	80	-0,202	QF13 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,892	0,2686	4,48	1,79	21,73	33,04	
16	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 1 с.ш.	1,23	-	ED-50 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	80	-0,207	QF14 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,892	0,2686	4,48	1,79	21,73	33,04	

№	Наименование потребителя	Номинальный ток, I _{ном} , А	Пусковой или пиковый ток, I _{пуск} (I _{пик}), А	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, ΔU _{расч.} < 10%	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I _к кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I _к кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, θ _{нк} , °С	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, θ _{кк} , °С	Примечание
	Шинки ЕС 1 с.ш	1,23	-	Провод медный сечением 4 мм ²	10	-0,401		0,4687	0,2101	3,5	1,4	20,66	20,47	
17	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 1 с.ш.	-	7,5	ED-51 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	80	-0,189	QF15 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,892	0,2686	4,48	1,79	21,73	33,04	
	Шинки ЕУ 1 с.ш.	-	7,5	Провод медный сечением 4 мм ²	10	-0,189		0,4687	0,2101	3,5	1,4	20,66	20,47	
18	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 2 с.ш.	1,09	-	ED-52 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	80	-0,205	QF16 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,892	0,2686	4,48	1,79	21,73	33,04	
	Шинки ЕС 2 с.ш	1,09	-	Провод медный сечением 4 мм ²	10	-0,377		0,4687	0,2101	3,5	1,4	20,66	20,47	
19	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 2 с.ш.	-	7,5	ED-53 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	80	-0,189	QF17 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	1,892	0,2686	4,48	1,79	21,73	33,04	
	Шинки ЕУ 2 с.ш.	-	7,5	Провод медный сечением 4 мм ²	10	-0,189		0,5036	0,2101	3,5	1,4	20,76	30,81	



Таблица Б.4 – Сводная таблица ШРОТ КРУН

№	Наименование потребителя	Номинальный ток, $I_{ном}, A$	Пусковой или пиковый ток, $I_{пуск} (I_{пик}), A$	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, $\Delta U_{расч.} < 10\%$	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, $I_k^{(3)} kA$	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, $I_k^{(3)} kA$	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, $\theta_{нк}, ^\circ C$	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, $\theta_{кк}, ^\circ C$	Примечание
1	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН. Ввод №1	9,03	7,5	ED-57 ВБбШв-нг(А)-LS-1 2х240	280	-0,058	QF15 Tmax XT1B160 TMD25-450 $I_H=250A, I_3=450A$	2,489	0,818	1,818	1,363	20,02	20,02	
2	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН. Ввод №2	9,03	7,5	ED-58 ВБбШв-нг(А)-LS-1 2х240	280	-0,058	QF35 Tmax XT1B160 TMD25-450 $I_H=250A, I_3=450A$	2,489	0,818	1,818	1,363	20,02	20,02	
3	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН. Ввод №1 [2]	9,03	7,5	-	-	-	QF1 [2] DC, 25A, х-ка (7-10)хI _н	-	0,715	2,86	1,589	-	-	Вводной автоматический выключатель от 1 или 2 секции соответственно
4	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Шкаф связи КРУН	0,91	-	ED-59 ВБГнг(А)-LS-1 2х4	10	-0,5533	QF3 DC, 6A, х-ка (7-10)хI _н	0,9251	0,345	5,75	1,38	22,58	21,36	
5	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Шкаф ОБР 6,3 кВ (ввод №1)	7	-	ED-60 ВБГнг(А)-LS-1 2х4	10	-0,6701	QF4 DC, 10A, х-ка (7-10)хI _н	1,052	0,3765	3,77	1,51	23,34	21,67	
6	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Шкаф ОБР 6,3 кВ (ввод №2)	7	-	ED-61 ВБГнг(А)-LS-1 2х4	10	-0,6701	QF5 DC, 10A, х-ка (7-10)хI _н	1,052	0,3765	3,77	1,51	23,34	21,67	
7	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей связи	0,91	-	ED-62 ВБГнг(А)-LS-1 2х4	10	-0,5533	QF6 DC, 6A, х-ка (7-10)хI _н	0,9251	0,345	5,75	1,38	22,58	21,36	
8	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 1 с.ш.	0,09	-	ED-61 ВБГнг(А)-LS-1 2х10	10	-0,5253	QF7 DC, 6A, х-ка (7-10)хI _н	0,9489	0,417	6,95	1,668	20,43	20,33	
	Шинки ЕС 1 с.ш	0,09	-	Провод медный сечением 4 мм ²	5	-0,5269		0,7933	0,3549	5,92	1,42	21,9	21,45	



№	Наименование потребителя	Номинальный ток, I _{ном} , А	Пусковой или пиковый ток, I _{пуск} (I _{пик}), А	Параметры и наименование кабеля Тип и сечение	Длина, L м	Потери напряжения в нормальном режиме, ΔU _{расч.} < 10%	Тип и номер защитного аппарата	Наибольший ток КЗ в начале кабельной линии, I _к ⁽³⁾ кА	Наименьший ток КЗ в конце кабельной линии, I _к ⁽³⁾ кА	Коэффициент чувствительности в основной зоне Кч	Коэффициент чувствительности в зоне резервирования Кчр	Температура при отключении основной защитой при КЗ в начале КЛ, θ _{нк} , °С	Температура при отключении резервной защитой при КЗ в конце КЛ или на расстоянии 20 м, θ _{кк} , °С	Примечание
9	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 1 с.ш.	-	5	ED-62 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	10	-0,5222	QF8 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	0,9489	0,417	6,95	1,668	20,43	20,33	
	Шинки ЕУ 1 с.ш.	-	5	Провод медный сечением 4 мм ²	5	-0,5222		0,7933	0,3549	5,92	1,42	21,9	21,45	
10	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 2 с.ш.	0,12	-	ED-63 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	10	-0,5253	QF9 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	0,9489	0,417	6,95	1,668	20,43	20,33	
	Шинки ЕС 2 с.ш	0,12	-	Провод медный сечением 4 мм ²	5	-0,5269		0,7933	0,3549	5,92	1,42	21,9	21,45	
11	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 2 с.ш.	-	7,5	ED-64 ВВГнг(А)-LS-1 2х10	10	-0,5222	QF10 DC, 6А, х-ка (7-10)хI _н	0,9489	0,417	6,95	1,668	20,43	20,33	
	Шинки ЕУ 2 с.ш.	-	7,5	Провод медный сечением 4 мм ²	5	-0,5222		0,7933	0,3549	5,92	1,42	21,9	21,45	

Приложение В. Кабельный журнал и сводная ведомость в потребности силовых кабелей СОПТ =220 В в части вновь устанавливаемого оборудования

Таблица В.1 – Кабельный журнал СОПТ =220 В

Монтажная единица	Марка кабеля по проекту	Заводской тип	Число и сечение жил	Направление кабеля		Длина по проекту (м)	Примечание
Система оперативного постоянного тока «ED»	ED-01	ВВГнг(А)-LS-1	2х185	Помещение ЩПТ. ЩПТ-1ЕЕ. Панель №4 (существующий) (отм. 96,5 м)	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г Ввод №1	260	
	ED-02	ВВГнг(А)-LS-1	2х185	Помещение ЩПТ. ЩПТ-2ЕЕ. Панель №4 (существующий) (отм. 96,5 м)	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г Ввод №2	260	
	ED-03	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание терминала (1 комплект)	5	
	ED-04	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание оперативных цепей (1 комплект)	5	
	ED-05	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание цепей газовой защиты (1 комплект)	5	
	ED-06	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание терминала (2 комплект)	5	
	ED-07	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание оперативных цепей (2 комплект)	5	
	ED-08	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф защит т-ра ТВ1. Питание цепей газовой защиты (2 комплект)	5	
	ED-09						Резерв
	ED-10						Резерв
	ED-11						Резерв
	ED-12						Резерв
	ED-13	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ1. Питание терминала РПН	5	
	ED-14	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ1. Питание оперативных цепей РПН	5	



Монтажная единица	Марка кабеля по проекту	Заводской тип	Число и сечение жил	Направление кабеля		Длина по проекту (м)	Примечание
Система оперативного постоянного тока «ED»	ED-15	ВВГнг(A)-LS-1	2х16	Помещение машинного зала АЦЗ 4Г. ШРОТ 4Г	Помещение РУ ~0,4 СН ГА. АСН 4Г. Оперативные цепи	50	
	ED-16						Резерв
	ED-17						Резерв
	ED-18	ВВГнг(A)-LS-1	2х185	Помещение ЩПТ. ЩПТ-1ЕЕ. Панель №4 (существующий) (отм. 96,5 м)	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г Ввод №1	240	
	ED-19	ВВГнг(A)-LS-1	2х185	Помещение ЩПТ. ЩПТ-2ЕЕ. Панель №4 (существующий) (отм. 96,5 м)	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г Ввод №2	240	
	ED-20	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание терминала (1 комплект)	5	
	ED-21	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание оперативных цепей (1 комплект)	5	
	ED-22	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание цепей газовой защиты (1 комплект)	5	
	ED-23	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание терминала (2 комплект)	5	
	ED-24	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание оперативных цепей (2 комплект)	5	
	ED-25	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф защит т-ра ТВ2. Питание цепей газовой защиты (2 комплект)	5	
	ED-26						Резерв
	ED-27						Резерв
	ED-28						Резерв
	ED-29						Резерв
	ED-30	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ2. Питание терминала РПН	5	
	ED-31	ВВГнг(A)-LS-1	2х4	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение машинного зала АЦЗ 5Г. Шкаф АУВ 13,8 кВ и АРНТ т-ра ТВ2. Питание оперативных цепей РПН	5	



Монтажная единица	Марка кабеля по проекту	Заводской тип	Число и сечение жил	Направление кабеля		Длина по проекту (м)	Примечание
Система оперативного постоянного тока «ED»	ED-32	ВВГнг(А)-LS-1	2х16	Помещение машинного зала АЩЗ 5Г. ШРОТ 5Г	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. АСН 6Г. Оперативные цепи	70	
	ED-33						Резерв
	ED-34						Резерв
	ED-35	ВВГнг(А)-LS-1	2х185	Помещение ЩПТ. ЩПТ-1ЕЕ. Панель №4 (существующий) (отм. 96,5 м)	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ. Ввод №1	250	
	ED-36	ВВГнг(А)-LS-1	2х185	Помещение ЩПТ. ЩПТ-2ЕЕ. Панель №4 (существующий) (отм. 96,5 м)	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ. Ввод №2	250	
	ED-37	ВВГнг(А)-LS-1	2х6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ОСН-1. Питание оперативных цепей	60	
	ED-38	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ОСН-2. Питание оперативных цепей	50	
	ED-39	ВВГнг(А)-LS-1	2х6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ОСН-3. Питание оперативных цепей	60	
	ED-40						Резерв
	ED-41	ВВГнг(А)-LS-1	2х6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.1». Питание терминала	60	
	ED-42	ВВГнг(А)-LS-1	2х6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.1». Питание оперативных цепей	60	
	ED-43	ВВГнг(А)-LS-1	2х6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.2». Питание терминала	60	
	ED-44	ВВГнг(А)-LS-1	2х6	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф РПН т-ра «TN2.2». Питание оперативных цепей	60	
	ED-45	ВВГнг(А)-LS-1	2х2,5	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. Шкаф связи	20	
	ED-46	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. Шкаф связи ГРУ	50	
	ED-47	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. Шкаф ОБР ГРУ 6,3 кВ	50	
	ED-48	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. Шкаф ОБР ГРУ 6,3 кВ	50	
	ED-49	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей сигнализации	80	
	ED-50	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 1 с.ш.	80	
	ED-51	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 1 с.ш.	80	
	ED-52	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 2 с.ш.	80	
	ED-53	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	Помещение РУ ~0,4 кВ СН ГА. ШРОТ РУ	Помещение ГРУ 6,3 кВ. ГРУ 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 2 с.ш.	80	
	ED-54						Резерв



Монтажная единица	Марка кабеля по проекту	Заводской тип	Число и сечение жил	Направление кабеля		Длина по проекту (м)	Примечание
Система оперативного постоянного тока «ED»	ED-55						Резерв
	ED-56						Резерв
	ED-57	ВБбШв-нг-LS-1	2х240	ОРУ. ЩПТ РЗ ОРУ (существующий)	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН. Ввод №1	280	
	ED-58	ВБбШв-нг-LS-1	2х240	ОРУ. ЩПТ РЗ ОРУ (существующий)	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН. Ввод №2	280	
	ED-59	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Шкаф связи КРУН	10	
	ED-60	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Шкаф ОБР КРУН 6,3 кВ	10	
	ED-61	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Шкаф ОБР КРУН 6,3 кВ	10	
	ED-62	ВВГнг(А)-LS-1	2х4	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей сигнализации	10	
	ED-63	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 1 с.ш.	10	
	ED-64	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 1 с.ш.	10	
	ED-65	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей РЗА 1 с.ш.	10	
	ED-66	ВВГнг(А)-LS-1	2х10	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. ШРОТ КРУН	ОРУ 220 кВ. КРУН 6,3 кВ. Питание цепей управления выключателями 6,3 кВ 1 с.ш.	10	
	ED-67						Резерв
	ED-68						Резерв

Таблица В.2 – Сводная ведомость потребности в кабелях СОПТ=220В

Наименование монтажной единицы	ВВГнг(А)-LS-1						ВБбШВнг(А)-LS-1
	2х2,5	2х4	2х6	2х10	2х16	2х185	2х240
Оперативный постоянный ток «ED»	20	320	360	440	120	1500	560
Всего (м)	20	320	360	440	120	1500	560

Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

Приложение Г – Спецификация оборудования								
48								
Пози- ция	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов	Тип, марка оборудования. Обозначение документа и номер опросного листа.	Код оборудования, изделия, материала.	Завод- изготовитель	Единица измерения.	Кол-во	Масса единицы.	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Оборудование							
1	Шкаф с монтажной панелью, с габаритами 2000х600х600мм (ВхШхГ) с цоколем Н=100 мм, цвет окраски RAL-7035, для установки в нем:	ШРОТ 4Г			шт.	1		
1.1	Разъединитель In=40 А				шт.	2		
1.2	Выключатель пакетный In=4 А, 3-х позиционный с нулевым положением, 3 н.о. контакта + 3 н.з. контакта				шт.	10		
1.3	Автоматический выключатель постоянного тока In=3 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	10		
2	Шкаф с монтажной панелью, с габаритами 2000х600х600мм (ВхШхГ) с цоколем Н=100 мм, цвет окраски RAL-7035, для установки в нем:	ШРОТ 5Г			шт.	1		
2.1	Разъединитель In=40 А				шт.	2		
2.2	Выключатель пакетный In=4 А, 3-х позиционный с нулевым положением, 3 н.о. контакта + 3 н.з. контакта				шт.	10		
2.3	Автоматический выключатель постоянного тока In=3 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	10		
3	Шкаф с монтажной панелью, с габаритами 2000х600х600мм (ВхШхГ) с цоколем Н=200 мм, монтажная панель для оперативных надписей Н=200 мм, цвет окраски RAL-7035, для установки в нем:	ШРОТ РУ ~0,4 кВ			шт.	1		

						П1200-81-ИОС 5.1.3		
2	-	Зам.	03-34		06.23	Техническое перевооружение собственных нужд Рыбинской ГЭС		
1	-	Зам.	03-28		03.23			
Изм.	Кол.цз.	Лист	N док.	Подп.	Дата	Система оперативного постоянного тока	Стадия	Лист
Разраб.	Гучин				02.23		П	45
Проверил	Могонов				02.23			2
Зав. отд.	Умаров				02.23	Спецификация оборудования	ООО "Релематика" г. Чебоксары 2023 г.	
Н. контр.	Евдокимов				02.23			

Приложение Г – Спецификация оборудования										49
Пози- ция	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов	Тип, марка оборудования. Обозначение документа и номер опросного листа.	Код оборудования, изделия, материала.	Завод- изготовитель	Единица измерения.	Кол-во	Масса единицы.	Примечание		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
3.1	Разъединитель In=40 А				шт.	2				
3.2	Выключатель пакетный In=6 А, 3-х позиционный с нулевым положением, 3 н.о. контакта + 3 н.з. контакта				шт.	17				
3.3	Выключатель пакетный In=10 А, 3-х позиционный с нулевым положением, 3 н.о. контакта + 3 н.з. контакта				шт.	3				
3.4	Автоматический выключатель постоянного тока In=6 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	17				
3.5	Автоматический выключатель постоянного тока In=10 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	3				
4	Шкаф с монтажной панелью, с габаритами 2000х600х600мм (ВхШхГ) с цоколем Н=200 мм, монтажная панель для оперативных надписей Н=200 мм, цвет окраски RAL-7035, для установки в нем:	ШРОТ КРУН			шт.	1				
4.1	Выключатель пакетный In=6 А, 3-х позиционный с нулевым положением, 3 н.о. контакта + 3 н.з. контакта				шт.	7				
4.2	Выключатель пакетный In=10 А, 3-х позиционный с нулевым положением, 3 н.о. контакта + 3 н.з. контакта				шт.	3				
4.3	Автоматический выключатель постоянного тока In=6 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	7				
4.4	Автоматический выключатель постоянного тока In=10 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	3				
4.5	Автоматический выключатель постоянного тока In=25 А, х-ка С, двухполюсный, с контактом аварийного состояния				шт.	2				
	Кабельные изделия									
5	Кабели силовые	Сводная ведомость потребности в кабелях СОПТ = 220В см. П1200-81-ИОС 5.1.3, Приложение В								