Общество с ограниченной ответственностью
«Архитектурно-строительная компания «Барс»

Филиал АО «ДРСК» «Южно-Якутские электрические сети»

Реконструкция ПС 35/6 кВ «МПС» (замена КРУН 6 кВ)

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 2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Том 3.2

794-17-3-ИОС1.2

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	05-17		08.17

2017

Общество с ограниченной ответственностью
«Архитектурно-строительная компания «Барс»

Филиал АО «ДРСК» «Южно-Якутские электрические сети»

Реконструкция ПС 35/6 кВ «МПС» (замена КРУН 6 кВ)

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 2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

Том 3.2

794-17-3-ИОС1.2

Главный инженер проекта А.В. Лоншаков

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	05-17		08.17

2017

Таблица регистрации изменений. Том 3.2 794-17-3-ИОС1.2

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных				
1		8-12			14	05-17		08.17

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование	Страница
794-17-3-ИОС1.2.С	**Содержание**	2
794-17-3-СП	**Состав проектной документации**	3, 4
794-17-3-ИОС1.2.ТЧ	**Текстовая часть**	
	5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений	5
	5.2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения	5
	5.2.1. Введение	5
	5.2.2. Общие положения	5
	5.2.3. КРУН 6 кВ	5
	5.2.3.1. Вводной выключатель 6 кВ	5, 6
	5.2.3.2. Секционный выключатель 6 кВ	6
	5.2.3.3. Линии 6 кВ	6
	5.2.3.4. Трансформатор напряжения 6 кВ	6
	5.2.3.5. Секция шин 6 кВ	6
	5.2.3.6. Управление	7
	5.2.3.7. Питание оперативным током	7
	5.2.3.8. Сигнализация	7
	5.2.3.9. Объем устройств РЗА	7, 8
	5.2.4. Расчетная проверка измерительных трансформаторов тока 6 кВ	8…12
	5.2.5. Расчетная проверка измерительных трансформаторов напряжения 6 кВ и их вторичных цепей	12, 13
	Графическая часть	
794-17-3-ИОС1.2.ГЧ, л.1	Схема распределения устройств ИТС по ТТ и ТН КРУН 6 кВ	14

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата	794-17-3-ИОС1.2.С		
Разраб.		Хомяков			07.17	Содержание	Стадия	Лист	Листов
							П		1
Н.контр.		Лоншаков			07.17		АСК БАРС		
ГИП		Лоншаков			07.17				

Состав проектной документации

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	794-17-3-ПЗ	Раздел 1. Пояснительная записка	
	-	Раздел 2. Схема планировочной организации земельного участка	*Раздел не разрабатывается*
	-	Раздел 3. Архитектурные решения	*Раздел не разрабатывается*
2	794-17-3-КР	Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения	
3.1	794-17-3-ИОС1.1	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 1. Система электроснабжения. Часть 1. Электротехнические решения	
3.2	794-17-3-ИОС1.2	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 1. Система электроснабжения. Часть 2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения	
3.3	794-17-3-ИОС1.3	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 1. Система электроснабжения. Часть 3. Телемеханизация	
3.4	794-17-3-ИОС1.4	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 1. Система электроснабжения. Часть 4. Учет электроэнергии	
	-	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 2. Система водоснабжения. Подраздел 3. Система водоотведения. Подраздел 4. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети.	*Подразделы не разрабатываются*

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
Разраб.		Лоншаков			07.17
Н.контр.		Лоншаков			07.17
ГИП		Лоншаков			07.17

794-17-3-СП

Состав проектной документации

Стадия	Лист	Листов
П	1	2

АСК БАРС

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
		Подраздел 5. Сети связи Подраздел 6. Система газоснабжения. Подраздел 7. Технологические решения	
4	794-17-3-ПОС	Раздел 6. Проект организации строительства	*Разрабатывается на стадии рабочей документации*
	-	Раздел 7. Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства	*Раздел не разрабатывается*
	-	Раздел 8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды	*Раздел не разрабатывается*
	-	Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	*Раздел не разрабатывается*
	-	Раздел 10. Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов	*Раздел не разрабатывается*
	-	Раздел 10(1). Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов	*Раздел не разрабатывается*
5	794-17-3-СМ	Раздел 11. Смета на строительство объектов капитального строительства	*Разрабатывается на стадии рабочей документации*
	-	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами	*Раздел не разрабатывается*

5.2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения

5.2.1. Введение

Раздел «Релейная защита и автоматика» выполнен в соответствии со следующими нормативными документами:

Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ, утверждены Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 13.04.2009 №136;

Правила устройства электроустановок, 7-ое издание;

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утверждены Приказом МинЭнерго РФ от 19 июня 2003 №229;

Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения, СТО 56947007-29.240.30.010-2008, введены 20.12.07 ОАО «ФСК ЕЭС».

5.2.2. Общие положения

При разработке настоящего раздела приняты следующие исходные данные:

- Осуществляется частичная реконструкция ПС-35/6 кВ МПС:
- Установка ячеек КРУН 6 кВ в модульном здании взамен существующего КРУ 6 кВ
- КРУН 6 кВ выполняется по схеме «Одна, секционированная выключателем, система шин».
- Устройства РЗА выполняются на базе микропроцессорных терминалов. Проектом принимается оборудование производства ЗАО «Чебоксарский электроаппаратный завод» на базе терминалов БЭМП РУ;
- Оперативный ток постоянный 220 В.

5.2.3. КРУН 6 кВ

5.2.3.1. Вводной выключатель 6 кВ

В качестве защиты ячейки вводного выключателя 6 кВ используется микропроцессорный терминал БЭМП РУ-ВВ, реализующий следующие функции:

- трехступенчатую максимальную токовую защиту от междуфазных повреждений с пуском по напряжению;
- защиту от однофазных замыканий на землю;
- защиту минимального напряжения;
- логическую защиту шин 6 кВ;
- автоматику управления выключателем;
- УРОВ;
- АВР;
- ВНР;
- Комплект защит ввода 6 кВ размещается в релейном отсеке ячейки ввода, в КРУН 6 кВ.

5.2.3.2. Секционный выключатель 6 кВ

В качестве защиты ячейки секционного выключателя 6 кВ используется микропроцессорный терминал БЭМП РУ-СВ, реализующий следующие функции:

- трехступенчатую максимальную токовую защиту от междуфазных повреждений;
- логическую защиту шин 6 кВ;

- автоматику управления секционным выключателем 6 кВ;
- УРОВ;
- АВР
- ВНР.
- Терминал защит секционного выключателя 6 кВ размещается в релейном отсеке ячейки секционного выключателя 6 кВ, в КРУН 6 кВ.

5.2.3.3. Линии 6 кВ

В качестве защиты ячеек отходящих фидеров 6 кВ используются микропроцессорные терминалы БЭМП РУ-ОЛ, реализующие следующие функции:

- трехступенчатую максимальную токовую защиту от междуфазных повреждений;
- защиту от однофазных замыканий на землю;
- УРОВ;
- АПВ;
- выполнение команд внешних воздействий АЧР и ЧАПВ;
- автоматику управления выключателем.
- Терминалы защит линейных ячеек 6 кВ размещаются в релейных отсеках ячеек, в КРУН 6 кВ.

5.2.3.4. Трансформатор напряжения 6 кВ

В качестве защиты ячейки измерительного трансформатора напряжения используется микропроцессорный терминал БЭМП РУ-ТН, реализующий следующие функции:

- пуск по напряжению;
- защиту минимального напряжения;
- защиту от повышения напряжения;
- защиту от однофазных замыканий на землю по 3U0;
- защиту от повышения частоты;
- контроль исправности ТН;
- АЧР;
- ЧАПВ.
- Комплект защит измерительного трансформатора напряжения 6 кВ размещается в релейном отсеке ячейки ТН, в КРУН 6 кВ.

5.2.3.5. Секция шин 6 кВ

Для защиты обслуживающего персонала от травм при авариях с открытой дугой, а также минимизации или исключения разрушений в ячейках помимо логической защиты шин, выполняемой алгоритмами работы микропроцессорных терминалов, реализуется дуговая защита.

В качестве дуговой защиты шин предусматривается установка устройства, которое с помощью волоконно-оптических датчиков фиксирует световую вспышку от электрической дуги и формирует сигнал на отключение питающего напряжения. Световые преобразователи размещаются в нескольких отсеках каждой из ячеек, срабатывание которых передается по оптическому кабелю в блок микроконтроллера.

5.2.3.6. Управление

Настоящим проектом предусматривается два варианта управления выключателями ячеек КРУН 6 кВ:

- посредством ключа, находящегося на двери релейного отсека соответствующей ячейки;
- посредством телеуправления.

Для реализации этого на двери релейного отсека соответствующей ячейки также устанавливаются ключи выбора режима управления «Местное/Телеуправление», что позволяет оперировать выключателями только из одного места.

5.2.3.7. Питание оперативным током

Все терминалы релейной защиты, автоматики и сигнализации, устанавливаемые в КРУН 6 кВ, питаются от постоянного оперативного тока 220 В.

В качестве СОПТ применяется оборудование производства ЗАО «МПОТК «Технокомплект».

В СОПТ входит:

- Шкаф ввода и распределения серии ШВР-М «Дубна», в котором находятся быстродействующие автоматические выключатели, предназначен для распределения электроэнергии по группам электроприемников оперативного постоянного тока, а также обеспечения защиты, управления, сигнализации состояния и автоматизации СОПТ;
- Аппарат управления оперативным током серии АУОТ-М«Дубна», предназначен для:
  - надежного питания электроприемников постоянного тока;
  - заряда и подзаряда свинцово-кислотных аккумуляторных батарей различных типов и технологий изготовления, подключаемых отдельно или в буферном режиме с нагрузкой;
- Шкаф аккумуляторные серии ШАБ «Дубна» предназначен для установки герметичных необслуживаемых аккумуляторных батарей.

СОПТ выполняется с учетом перспективы реконструкции оборудования 35 кВ, а также с учетом подключения существующего оборудования, которое в данный момент не реконструируется.

От автоматических выключателей различных секций ШВР-М осуществляется питание цепей управления и цепей сигнализации соответствующих шкафов защит и ячеек КРУН 6 кВ, причем каждая секция разделяет цепи разного назначения (питание основных защит, питание резервных защит, питание электромагнита включения, питание 1-го электромагнита отключения, питание 2-го электромагнита отключения).

Все шкафы СОПТ устанавливаются в КРУН 6 кВ.

5.2.3.8. Сигнализация

Для сбора информации об аварийных режимах и неисправностях оборудования КРУН 6 кВ используется микропроцессорное устройство БЭМП РУ-ЦС. Данное устройство устанавливается в отдельном шкафу, в КРУН 6 кВ.

Схема центральной сигнализации выполняется с учетом перспективы реконструкции оборудования 35 кВ, сигналы с которого будут приходить в этот шкаф.

Центральная сигнализация имеет светодиоды, которые используются для сигнализации о состоянии основных элементов подстанции.

Для привлечения внимания оперативного персонала предусматривается установка сирены, действующей через блок центральной сигнализации, а также отправка сигналов об «Аварии» и «Неисправности» в схему телесигнализации.

Устройства защит подключаются к устанавливаемой системе сигнализации. Каждый терминал РЗА содержит светодиоды, информирующие о срабатывании и неисправности защит и элементов терминала.

Для привлечения внимания оперативного персонала предусматривается установка лампы, сигнализирующей о неисправности или срабатывании любой из защит терминала, в шкафу РЗА и на дверях релейных отсеков ячеек.

5.2.3.9. Объем устройств РЗА

Таблица 1. Объем устанавливаемых устройств РЗА

№ шкафа, ячейки	Наименование устройства	Терминал	Кол-во терминалов
1	**2**	**3**	**4**
КРУН 6 кВ			
1Р	**Шкаф центральной сигнализации**		
	Терминал БЭМП РУ-ЦС	А6	1
ВЗУ	**АУОТ-М«Дубна»**		

ШРОТ	**ШВР-М «Дубна»**		
АБ	**ШАБ «Дубна»**		
2, 15	**Ячейка ввода 6 кВ**		
	Комплект защит и АУВ(БЭМП РУ-ВВ)	А1	1
8	**Ячейка СВ 6 кВ**		
	Комплект защит и АУВ(БЭМП РУ-СВ)	А2	1
8 ячеек	**Ячейки отходящих фидеров 6 кВ**		
	Комплект защит и АУВ(БЭМП РУ-ОЛ)	А3	1
3, 14	**Ячейка ТН 6 кВ**		
	Комплект защит ТН(БЭМП РУ-ТН)	А4	1
УДЗ	Центральный блок УДЗ	А5	2

5.2.4. Расчетная проверка трансформаторов тока 6 кВ

5.2.4.1. Расчет допустимой нагрузки на трансформаторы тока ТОЛ-10 ячеек ввода КРУН 6 кВ

Таблица 2. Технические данные ТОЛ-10

№	Наименование параметра	Обозначение параметра	Тип (величина)
1	Используемый коэффициент трансформации	k_{TT}	1000/5
2	Количество обмоток	-	4
3	Классы точности обмоток	-	0,5S/0,5/10P/10P
4	Количество фаз	-	1
5	Номинальная мощность одной обмотки (10Р)	$S_{ном}$	более 76,8 ВА
6	Номинальная кратность одной обмотки (при номинальной вторичной нагрузке)	$K_{ном}$	более 4,004

Рассчитаем фактическое сопротивление нагрузки, подключаемой к обмотке.

В соответствии со схемой распределения устройств РЗА по трансформаторам тока к обмоткам подключены следующие элементы:

Таблица 3.

№	Элементы	Характеристика
Обмотка ТА7а		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-ВВ	0,2 ВА
Обмотка ТА7b		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-ВВ	0,2 ВА
Обмотка ТА7с		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-ВВ	0,2 ВА
Обмотка ТА8а		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	Кабель	КВВГЭнг-LS, 7×4 мм^2, 60 м
3	Защита трансформатора	70 ВА
Обмотка ТА8b		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м

2	Кабель	КВВГЭнг-LS, 7×4 мм^2, 60 м
3	Защита трансформатора	70 ВА
Обмотка ТА8с		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	Кабель	КВВГЭнг-LS, 7×4 мм^2, 60 м
3	Защита трансформатора	70 ВА

В качестве наиболее нагруженной обмотки по таблице 3 выбираем обмотку ТА8.
Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА8:

$$R_{каб} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{каб}}{S_{каб}} = 0,0167 \cdot \left(\frac{3}{2,5} + \frac{60}{4} \right) = 0,271 \text{ Ом.}$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА8:

$$R_{приб} = \frac{S_{ном}}{I_{ном}^2} = \frac{70}{5^2} = 2,800 \text{ Ом.}$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА8:

$$R_{конт} = n \cdot R_к = 10 \cdot 0,0001 = 0,001 \text{ Ом.}$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора тока ТА8:

$$R_{РАСЧ} = R_{каб} + R_{приб} + R_{конт} = 0,271 + 2,800 + 0,001 = 3,072 \text{ Ом.}$$

В качестве максимального тока $I_{макс}$ принимаем значение максимального тока к. з. на шинах КРУН 6 кВ: 4004 А.
Расчетный коэффициент кратности:

$$K_{расч} = \frac{I_{макс}}{I_{1ном}} = \frac{4004}{1000} = 4,004.$$

Расчетная вторичная нагрузка трансформатора тока:

$$S_{расч} = R_{расч} \cdot I_{2ном}^2 = 3,072 \cdot 5^2 = 76,8 \text{ ВА.}$$

Для обеспечения необходимого класса точности измерений и надежной работы релейной защиты в режиме с максимальным током короткого замыкания, номинальная мощность и кратность трансформатора тока должны быть больше расчетных.

5.2.4.2. Расчет допустимой нагрузки на трансформаторы тока ТОЛ-10 ячеек секционного выключателя КРУН 6 кВ

Таблица 4. Технические данные ТОЛ-10

№	Наименование параметра	Обозначение параметра	Тип (величина)
1	Используемый коэффициент трансформации	k_{TT}	1000/5
2	Количество обмоток	-	3
3	Классы точности обмоток	-	0,5S/0,5/10P
4	Количество фаз	-	1
5	Номинальная мощность одной обмотки (не менее)	$S_{расч}$	более 0,725 ВА
6	Номинальная кратность одной обмотки (при номинальной вторичной нагрузке) (не менее)	$K_{расч}$	более 4,004

Рассчитаем фактическое сопротивление нагрузки, подключаемой к обмотке.

В соответствии со схемой распределения устройств РЗА по трансформаторам тока к обмоткам подключены следующие элементы:

Таблица 5.

№	Элементы	Характеристика
Обмотка ТА3a		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-СВ	0,2 ВА
Обмотка ТА3b		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-СВ	0,2 ВА
Обмотка ТА3c		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-СВ	0,2 ВА

В качестве наиболее нагруженной обмотки по таблице 5 выбираем обмотку ТА3.

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{каб} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{каб}}{S_{каб}} = 0,0167 \cdot \frac{3}{2,5} = 0,020 \text{ Ом.}$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{приб} = \frac{S_{ном}}{I_{ном}^2} = \frac{0,2}{5^2} = 0,008 \text{ Ом.}$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{конт} = n \cdot R_к = 10 \cdot 0,0001 = 0,001 \text{ Ом.}$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{РАСЧ} = R_{каб} + R_{приб} + R_{конт} = 0,020 + 0,008 + 0,001 = 0,029 \text{ Ом.}$$

В качестве максимального тока $I_{макс}$ принимаем значение максимального тока к. з. на шинах КРУН 6 кВ: 4004 А.

Расчетный коэффициент кратности:

$$K_{расч} = \frac{I_{макс}}{I_{1ном}} = \frac{4004}{1000} = 4,004.$$

Расчетная вторичная нагрузка трансформатора тока:

$$S_{расч} = R_{расч} \cdot I_{2ном}^2 = 0,029 \cdot 5^2 = 0,725 \text{ ВА.}$$

Для обеспечения необходимого класса точности измерений и надежной работы релейной защиты в режиме с максимальным током короткого замыкания, номинальная мощность и кратность трансформатора тока должны быть больше расчетных.

5.2.4.3. Расчет допустимой нагрузки на трансформаторы тока ТОЛ-10 линейных ячеек КРУН 6 кВ

Таблица 6. Технические данные ТОЛ-10

№	Наименование параметра	Обозначение параметра	Тип (величина)
1	Используемый коэффициент трансформации	k_{TT}	300/5, 200/5, 150/5, 100/5
2	Количество обмоток	-	3
3	Классы точности обмоток	-	0,5S/0,5/10P
4	Количество фаз	-	1

5	Номинальная мощность одной обмотки (не менее)	$S_{расч}$	более 0,725 ВА
6	Номинальная кратность одной обмотки (при номинальной вторичной нагрузке) (не менее)	$K_{расч}$	более 13,35; 20,02; 26,69; 40,04

Примечание: в круглых скобках указаны значения для ячейки №11; в квадратных скобках указаны значения для ячейки №6.

Рассчитаем фактическое сопротивление нагрузки, подключаемой к обмотке.

В соответствии со схемой распределения устройств РЗА по трансформаторам тока к обмоткам подключены следующие элементы:

Таблица 7.

№	Элементы	Характеристика
Обмотка ТА3a		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-ОЛ	0,2 ВА
Обмотка ТА3b		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-ОЛ	0,2 ВА
Обмотка ТА3c		
1	Провод	ПВ-1 1х2,5 мм^2, 3 м
2	БЭМП РУ-ОЛ	0,2 ВА

В качестве наиболее нагруженной обмотки по таблице 7 выбираем обмотку ТА3.

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{каб} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{каб}}{S_{каб}} = 0,0167 \cdot \frac{3}{2,5} = 0,020 \text{ Ом.}$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{приб} = \frac{S_{ном}}{I_{ном}^2} = \frac{0,2}{5^2} = 0,008 \text{ Ом.}$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{конт} = n \cdot R_к = 10 \cdot 0,0001 = 0,001 \text{ Ом.}$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора тока ТА3:

$$R_{РАСЧ} = R_{каб} + R_{приб} + R_{конт} = 0,020 + 0,008 + 0,001 = 0,029 \text{ Ом.}$$

В качестве максимального тока $I_{макс}$ принимаем значение максимального тока к. з. на шинах КРУН 6 кВ: 4004 А.

Расчетный коэффициент кратности:

$$K_{расч} = \frac{I_{макс}}{I_{1ном}} = \frac{4004}{300} = 13,35;$$

$$K_{расч} = \frac{I_{макс}}{I_{1ном}} = \frac{4004}{200} = 20,02;$$

$$K_{расч} = \frac{I_{макс}}{I_{1ном}} = \frac{4004}{150} = 26,69;$$

$$K_{расч} = \frac{I_{макс}}{I_{1ном}} = \frac{4004}{100} = 40,04$$

Расчетная вторичная нагрузка трансформатора тока:

$$S_{расч} = R_{расч} \cdot I_{2ном}^2 = 0,029 \cdot 5^2 = 0,725 \text{ ВА.}$$

Для обеспечения необходимого класса точности измерений и надежной работы релейной защиты в режиме с максимальным током короткого замыкания, номинальная мощность и кратность трансформатора тока должны быть больше расчетных.

5.2.5. Расчетная проверка трансформаторов напряжения 6 кВ и их вторичных цепей

Таблица 8. Общие данные трансформатора напряжения НАЛИ-6

№ п/п	Варианты использования	
1	Номинальное напряжение	6 кВ
2	Трансформатор напряжения	Трехфазный
3	Напряжение обмоток, кВ:	
	-первичной	$6/\sqrt{3}$
	-вторичной основной №1	$0,1/\sqrt{3}$
	-вторичной дополнительной	0,1
4	Параметры вторичных обмоток	
	Основной обмотки №1	
	- Класс точности	0,5
	- Мощность, ВА	более 10,2
	Дополнительной обмотки	
	- Класс точности	3Р
	- Мощность, ВА	более 0,3

5.2.5.1. Расчет для схемы звезда

Проверка трансформатора напряжения по нагрузке

Для расчета максимальной нагрузки вторичных обмоток трансформатора напряжения (ТН) определим суммарные нагрузки, включенные на междуфазные напряжения (Sав, Sвс, Sса) и на фазные напряжения (Sа, Sв, Sс).

К основной обмотке ТН подключены следующие элементы.

Таблица 9.

№	Элементы	Кол-во	Мощность, ВА	Сум-я мощность, ВА
		Sа		
1	БЭМП РУ-ТН	1	0,1	0,1
2	БЭМП РУ-ВВ	1	0,1	0,1
3	БЭМП РУ-СВ	1	0,1	0,1
4	БЭМП РУ-ОЛ	4	0,1	0,4
5	Вольтметр	1	1	1
		Sв		
1	БЭМП РУ-ТН	1	0,1	0,1
2	БЭМП РУ-ВВ	1	0,1	0,1
3	БЭМП РУ-СВ	1	0,1	0,1
4	БЭМП РУ-ОЛ	4	0,1	0,4
5	Вольтметр	1	1	1
		Sс		
1	БЭМП РУ-ТН	1	0,1	0,1
2	БЭМП РУ-ВВ	1	0,1	0,1
3	БЭМП РУ-СВ	1	0,1	0,1
4	БЭМП РУ-ОЛ	4	0,1	0,4

5	Вольтметр	1	1	1

Суммарная нагрузка на основную обмотку ТН:

$S_A = 1,7\ BA;$

$S_B = 1,7\ BA;$

$S_C = 1,7\ BA.$

С учетом резервирования (при выводе в ремонт одного из ТН), нагрузка увеличится до $S_A = 3,4\ BA.$

При питании вторичной нагрузки от трехфазного ТН с его мощностью в требуемом классе точности сопоставляется утроенная мощность нагрузки наиболее загруженной фазы.

$3 \times S_A = 3 \times 3,4 = 10,2\ BA;$

$3 \times S_A \le S_{TH}.$

Трансформатор напряжения будет работать в классе точности 0,5 при номинальной нагрузке на фазу, большей чем расчетная.

Выбор сечения жил кабелей во вторичных цепях ТН

Расчеты для определения допустимого падения напряжения в кабеле и его сечения в пределах КРУН 6 кВ не производятся в связи с отсутствием кабельных связей. Вся нагрузка находится в непосредственной близости от ТН и подключена через общий клеммник ячеек КРУН 6 кВ.

5.2.5.2. Расчет для схемы треугольник

К дополнительной обмотке ТН подключены следующие элементы:

Таблица 10.

№	Элементы	Кол-во	Мощность	Суммарная мощность
		Sнк		
1	БЭМП РУ-ТН	1	0,1	0,1

Определим суммарную нагрузку на дополнительную обмотку ТН:

$S_{HK} = 0,1\ BA.$

С учетом резервирования (при выводе в ремонт одного из ТН), нагрузка увеличится до $S_{нф} = 0,1\ BA.$

При питании вторичной нагрузки цепи 3U0 от трехфазного ТН, нагрузка должна сопоставляться с утроенной мощностью ТН в требуемом классе точности.

$3 \times S_{HK} = 3 \times 0,1 = 0,3\ BA;$

$3 \times S_{HK} \le S_{TH}.$

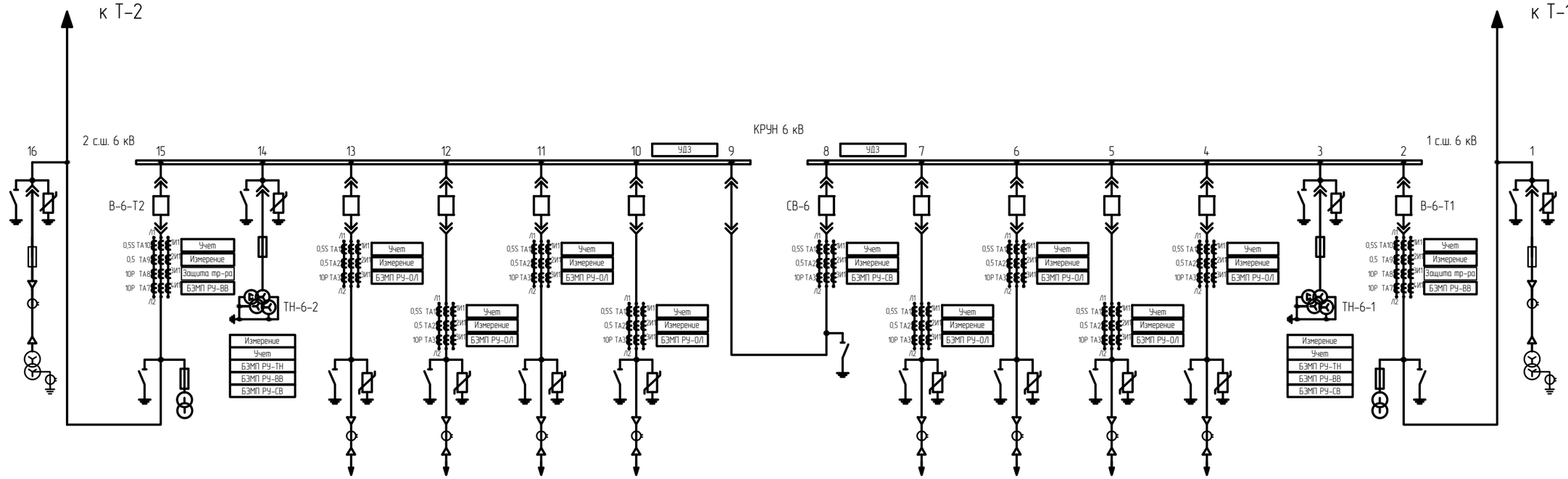
Трансформатор напряжения будет работать в классе точности 3Р при номинальной нагрузке на фазу, большей чем расчетная.

Выбор сечения жил кабелей во вторичных цепях ТН

Расчеты для определения допустимого падения напряжения в кабеле и его сечения в пределах КРУН 6 кВ не производятся в связи с отсутствием кабельных связей. Вся нагрузка находится в непосредственной близости от ТН и подключена через общий клеммник ячеек КРУН 6 кВ.

Примечание:

1. Расчет нагрузки произведен с учетом резервирования для случая, когда от одного ТН 6 кВ питаются две секции.



						794-17-3-ИОС1.2.ГЧ	
						Реконструкция ПС 35/6 кВ "МПС" (замена КРУН 6 кВ)	
Изм.	Колуч.	Лист	№док.	Подп.	Дата		
Разраб.		Хомяков			07.17	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 1. Система электроснабжения. Часть 2. Релейная защита, автоматика и вторичные соединения	Стадия: П; Лист: –; Листов: 1
Н.контр.		Лоншаков			07.17	Схема распределения устройств ИТС по ТТ и ТН КРУН 6 кВ	АСК БАРС
ГИП		Лоншаков			07.17		

Взам инв N

Подп. и дата

Инв N подл