

Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
							Стадия	Лист	Листов

## Общие указания.

### 1. Исходные данные.

1.1. Рабочая документация марки ЭС 6 кВ (электроснабжение по напряжению 6 кВ) Склада продовольственных и непродовольственных товаров (далее Склада) выполнена на основании Технического задания заказчика на разработку проекта, Технических условий на технологическое присоединение электроустановок № 3641-13-02 от 26.03.2013 г. с электрической мощностью 3000,0 кВт, номинальным напряжением 6 кВ, по II категории надёжности от электрической сети.

1.2. Точки подключения мощности – разные секции РУ 6,3 кВ двух трансформаторной подстанции ПС-394 35/6,3 кВ.

1.3. Напряжение питания 6,3 кВ, система питания и заземления ИТ от источника с изолированной нейтралью.

1.4. Содержание текстовой части и графической части проектной документации выполнено на основании постановления правительства РФ от 16.02.2008 г. №87, ГОСТ Р 21.1101-2013.

1.5. Установленная и расчетная мощность (см. раздел марки ЭС, 0,4 кВ).

- БКТП-1:  $P_y=2020,0$  кВт;  $P_p=1405,0$  кВт;  $S=1480,0$  кВА;  $\cos=0,95$ ;  $I_p=2250,0$  А;
- БКТП-2:  $P_y=2803,0$  кВт;  $P_p=1597,4$  кВт;  $S=1630,0$  кВА;  $\cos=0,98$ ;  $I_p=2480,0$  А;
- БКТП-3:  $P_y=443,0$  кВт;  $P_p=329,0$  кВт;  $S=387,0$  кВА;  $\cos=0,95$ ;  $I_p=527,0$  А;

Итого по объекту с учетом коэффициента совмещения максимумов нагрузок трансформаторных подстанций  $K=0,85$ :

$P_y=5266,0$  кВт;  $P_p=2831,7$  кВт;  $S=2972,5$  кВА;  $\cos\varphi=0,953$ .

### 2. Электроснабжение.

2.1. Источником электроснабжения являются две независимые секции КРУН-6,3 кВ двух трансформаторной подстанции ПС-394 напряжением 35/6,3 кВ, мощностью 6300 кВА с силовыми трансформаторами ТМН-6300/35-73У1, принадлежащей сетевой компании. От ПС-394 по двум ЛЭП 6 кВ запитана проходная двух трансформаторная подстанция БКТП-2 6/0,4 кВ, 1600 кВА, От разных секций РУ 6 кВ БКТП-2 по двум кабельным линиям 6 кВ каждая запитаны двух трансформаторные подстанции БКТП-1 6/0,4 кВ, 1600 кВА и БКТП-3 6/0,4 кВ, 400 кВА (второй этап).

2.2. Точками подключения мощности являются две независимые секции РУ-0,4 кВ БКТП-2, БКТП-1 и БКТП-3 (второй этап).

2.3. Рядом с каждой проектируемой БКТП предусматривается резервный источник питания - дизельная электростанция (ДЭС), обеспечивающая электроснабжение на полную нагрузку в случае одновременного нарушения питания БКТП по обоим вводам.

2.4. ДЭС устанавливается в металлическом комплектном контейнере заводского изготовления по ГОСТ 20259-80. Контейнер оборудован системами отопления, освещения, вентиляции, выхлопа и шумопоглощения, пожарно-охранной сигнализации, пожаротушения, заземления, управления и мониторинга.

2.5. Схемами БКТП предусматривается подключение ДЭС с помощью устройства АВР к одной из секций РУ 0,4 кВ.

2.6. Для питающих кабельных линий КЛ-6 кВ, прокладываемых в земле и бетонном кабельном лотке применяются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена с алюминиевыми жилами и типа АПвПу2г.

2.7. Воздушные линии выполнены самонесущим изолированным проводом типа СИП-3 с алюминиевой жилой, с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена на номинальное напряжение 20 кВ.

Релейная защита, управление, автоматизация и диспетчеризация.

I. Релейная защита БКТП-2.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.2
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

1. Релейная защита и сигнализация, предусмотренные на присоединениях и принятые к установке релейная аппаратура, устройства и оборудование.
  - 1.1. На головных концах фидеров 6 кВ, ПС 394, РУ-6 кВ, яч.5, яч.16 отх. фидера к БКТП-2 (ТО №2).
    - 1.1.1. Максимальная токовая защита на реле TOP 200JT.
    - 1.1.2. Земляная сигнализация на реле TOP 110 ИЗН-01.
  - 1.2. На приёмных концах фидеров БКТП-2.
    - 1.2.1. Максимальная токовая защита на реле Sepam 1000 + S20.
    - 1.2.2. Логическая защита шин (логическая селективность) на реле Sepam 1000 + S20.
  - 1.3. Секционный выключатель БКТП №2.
    - 1.3.1. Максимальная токовая защита на реле Sepam 1000 + S20.
    - 1.3.2. Логическая защита шин (логическая селективность) на реле Sepam 1000 + S20.
  - 1.4. Отходящие КЛ 6 кВ БКТП-2.
    - 1.4.1. Максимальная токовая защита на реле Sepam 1000 + S 20.
    - 1.4.2. Максимальная токовая отсечка на реле Sepam 1000 + S 20.
    - 1.4.3. Перегрузка на реле Sepam 1000 + S 20.
  - 1.5. Силовые трансформаторы БКТП-2 ТСЗ-1600/6.
    - 1.5.1. Защита на ст.ВН :
      - 1.5.1.1. Максимальная токовая защита на реле Sepam 1000 + T20.
      - 1.5.1.2. Максимальная токовая отсечка на реле Sepam 1000 + T20.
      - 1.5.1.3. Перегрузка на реле Sepam 1000 + T20.
    - 1.5.2. Тепловая защита (Z - преобразователь с датчиками тепловой защиты).
    - 1.5.3. Защита наст.НН на вводных автоматических выключателях masterpact NW32/3200 с блоком защиты Micrologic 6.0A.
    - 1.5.4. Тепловая защита на сигнал и на отключение автомата masterpact NW32/3200 и ВВ/ TEL (Z - преобразователь с датчиками тепловой защиты).
  - 1.6. Защита секционного автоматического выключателя masterpact NW25/2500 блоком защиты Micrologic 6.0A.
  - 1.7. Двухсторонний АВР на вводных автоматических выключателях masterpact NW32/3200 и секционном автоматическом выключателе masterpact NW25/2500.
  - 1.8. Автоматические выключатели отходящих линий 0,4 кВ (п. 16).
  - 1.9. Земляная сигнализация на щиток с прибором УСЗ-3М.
2. Расчет токов короткого замыкания.
  - 2.1. Исходные данные.
  - 2.2. Ток трёхфазного К.З. на шинах ПС 394:  
РУ-6 кВ:  $I_k^{(3)}$  мин— 4,838 кА.  
 $I_k^{(3)}$  макс= 4,95кА.
  - 2.3. Напряжение  $U_n=6,3$  кВ.
  - 2.4. Данные фидеров ПС 394 - нов. РШ (ТО №2) 6 кВ.
    - марка: АПвПу2г 3(1х 185/70) мм<sup>2</sup>
    - длина : 40 м.
  
    - СИПЗ (1х120) мм<sup>2</sup>
    - длина: 92м

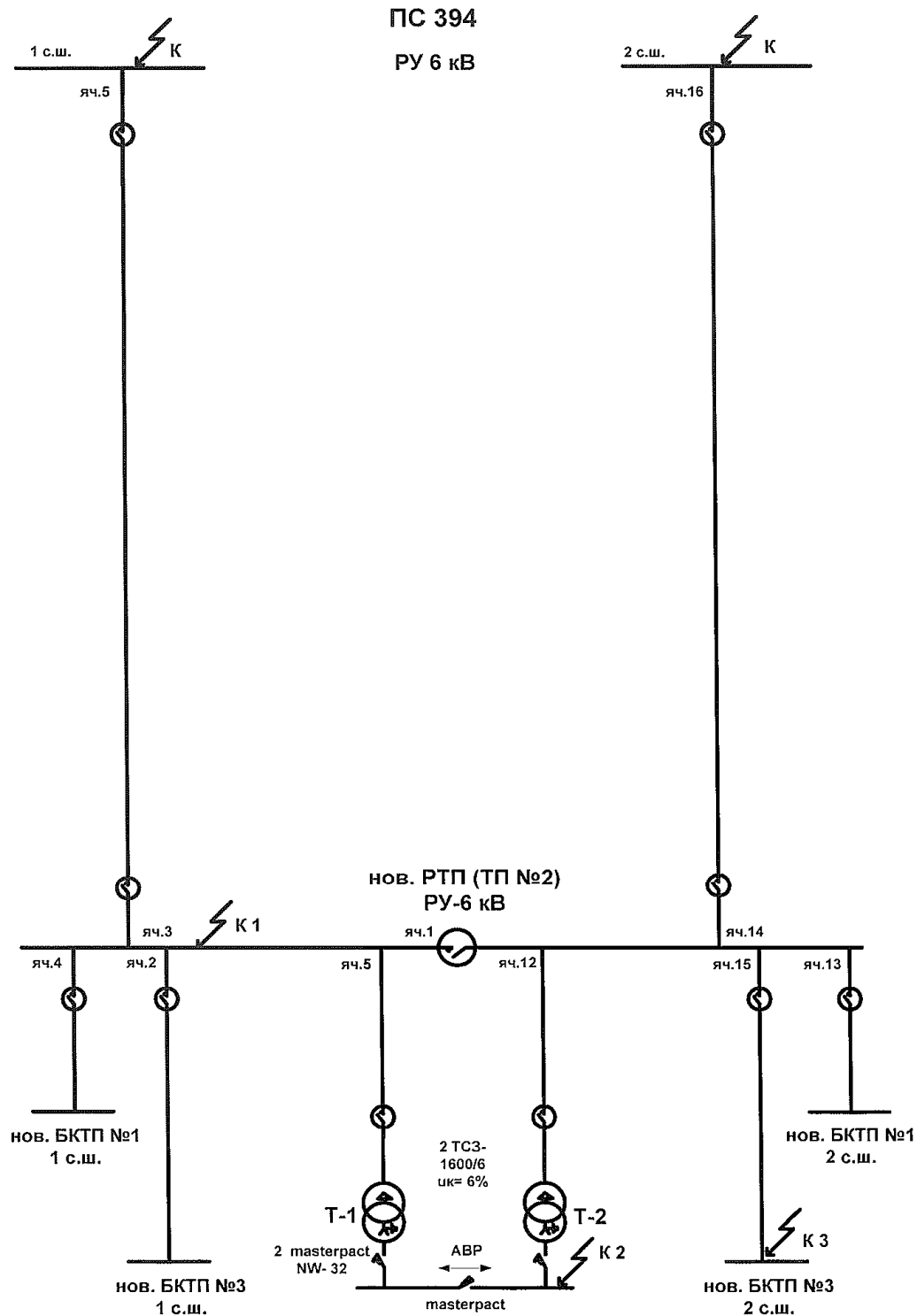
						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.3
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

- марка :АПвПу2г 3(1х 185/70) мм<sup>2</sup>
- длина :140 м.

## 2.5. Данные трансформаторов БКТП-2:

- тип: ТСЗ-1600/6/0,4;
- номинальный ток: 154/2434А;
- напряжение К.З.: 6 %;
- схема соединения: Δ/Υj

## 2.6. Схема для расчета тока К.З.



						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.4
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 2.7. Таблицы расчета тока К.З.

№ п/п	Наименование		Обо- зна- чение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					ПС 394 К (мин)	К1 (мин)	К3(мин)
1	Номинальное напряжение		U <sub>н</sub>	кВ	6	6	6
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	I <sub>к</sub>	кА	4,838	-	-
3		Реактивное сопр-е	Z <sub>с</sub>	Ом	0,752	-	-
4	кабельные линии	Активное сопр-е	R <sub>к</sub>	Ом	-	0,056	0,1476
5		Реактивное сопр-е	X <sub>к</sub>	Ом	-	0,042	0,08
6	Трансфор- маторы Реакторы	Номин. мощность	S	кВА	-	-	-
7		Напряжение К.З.	e <sub>к</sub>	%	-	-	-
8		Реактивное сопр-е	X <sub>т</sub>	Ом	-	-	-
9	Результирующ.сопротивление		ΣZ	Ом	-	0,822	0,99
10	Ток К. З.		I <sub>к</sub> <sup>(3)</sup>	кА	-	4,43	3,68

№ п/п	Наименование		Обо- зна- чение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					ПС 394 К (макс)	К1 (макс)	К3(макс)
1	Номинальное напряжение		U <sub>н</sub>	кВ	6	6	6
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	I <sub>к</sub>	кА	4,95	-	-
3		Реактивное сопр-е	Z <sub>с</sub>	Ом	0,735	-	-
4	кабельные линии	Активное сопр-е	R <sub>к</sub>	Ом	-	0,056	0,1476
5		Реактивное сопр-е	X <sub>к</sub>	Ом	-	0,042	0,08
6	Трансфор- маторы Реакторы	Номин. мощность	S	кВА	-	-	-
7		Напряжение К.З.	e <sub>к</sub>	%	-	-	-
8		Реактивное сопр-е	X <sub>т</sub>	Ом	-	-	-
9	Результирующ.сопротивление		ΣZ	Ом	-	0,805	0,973
10	Ток К. З.		I <sub>к</sub> <sup>(3)</sup>	кА	-	4,52	3,74

№ п/п	Наименование		Обозначение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					K2 (мин)	K2 (макс)	
1	Номинальное напряжение		U <sub>н</sub>	кВ	0,4	0,4	
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	I <sub>к</sub>	кА	-	-	
3		Реактивное сопр-е	Z <sub>с</sub>	Ом	-	-	
4	кабельные линии	Активное сопр-е	R <sub>к</sub>	Ом	-	-	
5		Реактивное сопр-е	X <sub>к</sub>	Ом	-	-	
6	Трансформаторы Реакторы	Номин. мощность	S	кВА	1600	1600	
7		Напряжение К.З.	e <sub>к</sub>	%	6	6	
8		Реактивное сопр-е	X <sub>т</sub>	Ом	1,35	1,35	
9	Результирующ.сопротивление		ΣZ	Ом	2,172	2,155	
10	Ток К. З.		I <sub>к</sub> <sup>(3)</sup>	кА	1,677	1,69	

Примечания:

1. Ток К.З. на стороне 0,4 кВ приведён к стороне 6 кВ.
2. При расчёте не учитывалось сопротивление кабельных перемычек к трансформаторам, т.к. они имеет малую длину.

## 2.8. Таблица уставок релейной защиты ПС-394.

№ п/п	ЦП	Направление	Тр-ор тока	Максимальная токовая защита			
				I <sub>с.з.</sub> (А)	I <sub>с.р.</sub> (А)	t с.з. (с)	Реле токовое
1.	ПС 394 яч.5	Нов. РТП (ТП№2)	400/5	800(независимая)	10	1,2	ТОР 200Л
2.	ПС 394 яч.16	Нов. РТП (ТП№2)	400/5	800(независимая)	10	1,2	ТОР 200Л

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.6
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 2.9. Таблица уставок релейной защиты БКТП-2.

Направление		Вводы с ПС 394 нов. РТП (ТП №2) яч.3 и яч.14	СВ нов. РТП (ТП №2) яч.1	Отх. линии нов. РТП (ТП №2) яч. 2,4.,13,15	Силовые тр- оры нов. РТП (ТП №2) яч. 5,12
Ис.з.  (А)	МТЗ	800	700	600	540
	МТО	-	-	2200 яч.4 и яч.13  2000 яч.2 и яч.15	2025
	Перегрузка	-	-	320	250
	ЛЗШ	800	700	-	-
т с.з.  (с)	МТЗ	1	0,8	0,6	0,3
	МТО	-	-	0,2	0,05
	Перегрузка	-	-	6	6
	ЛЗШ	0,2	0,2	-	-
Тр-ор тока		400/5	400/5	300/5	200/5

В ТП№2 все уставки по времени независимые от тока.

### 3. Расчет релейной защиты и автоматики.

3.1. Таблицы расчетов релейной защиты см. Приложение 1.

3.2. Проверка чувствительности МТЗ трансформатора ТСЗ- 1600/6 БКТП-2 к однофазным К.З. на стороне 0,4 кВ трансформатора ТСЗ- 1600/6.

3.2.1. Условие чувствительности МТЗ к однофазным К.З. на ст. 0,4 кВ:

$$I_{с.з.} < I_k^{(1)} / K_{ч}$$

$I_{сз}$  - ток срабатывания МТЗ трансформатора,

$a_{\text{®}}$  - минимальный ток однофазного К.З. на ст. НН, приведённый к ст. ВН тр-ра ТСЗ- 1600/6

$I_k^{(1)}$  - ток однофазного К.З. на ст. НН,

$K_m$  - коэффициент трансформации силового тр-ра,

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.7
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$K_\alpha$  - коэффициент чувствительности.

1.2.2. Расчёт чувствительности МТЗ к однофазным КЗ. на ст. 0,4 кВ тр-ра ТСЗ- 1600/6.  
 $\sim 1_{к\text{®}} = 24825 \text{ А}$  для тр-ра со схемой треугольник-звезда с глухозаземленной нейтралью,

$K_m = 15$ ,

$1_{к^{(0)}} \text{ пр.} = 24825 / (\sqrt{3} \cdot 15) = 957 \text{ А}$ ;

$1_{с.з.} = 540 \text{ А} < 957 \text{ А} / 1,5 = 638 \text{ А}$  - МТЗ на трансформаторе ТСЗ- 1600/6 БКТП-2 чувствительна к однофазным КЗ. на ст. 0,4 кВ.

1.3. Релейная защита силового трансформатора ТСЗ - 1600/6 в нов. РТП (ТП №2) на реле Seram 1000+ T20.

3.3.1. Номинальный ток трансформатора ТСЗ -1600/6:  $1_{\text{ТТХ}} = 154 \text{ А}$ .

$1_{с.з.} = 1 \text{ Дх } 1,25 \times 154 / 0,9 = 235 \text{ А}$ , принимаем  
с учетом согласования защит и унификации

$1_{с.з.} = 540 \text{ А}$ ,  $t_{с.з.} = 0,3 \text{ с}$ .

$1_{аз.} \text{ перегрузки} = 250 \text{ А}$ ,  $t_{с.з.} = 6 \text{ с}$ .

$1_{с.о} = 2025 \text{ А}$ ,  $t_{с.з.} = 0,05 \text{ с}$ .

1.4. Расчет защиты яч.5 и яч.16 ПС 394.

Для кабеля АПвПу2г 3(1х185/70) мм<sup>2</sup>

$1_{\text{до}} = 0,88 \times 0,75 \times 1,1 \times 1 \text{ м} = 0,88 \times 0,75 \times 1,1 \times 360 \text{ А} = 261 \text{ А}$ , где

0,88- коэффициент учитывающий рядом проходящие кабели

0,75 - коэффициент учитывающий прохождение кабеля в трубах

1,1 - коэффициент учитывающий допустимую перегрузку кабеля через пять лет эксплуатации

$1_{с.з.} = 1,1 \times 1,25 \times 261 / 0,9 = 399 \text{ А}$ , принимаем с учетом возможности подключения второго кабеля

$1_{с.з.} = 800 \text{ А}$ ,  $t_{с.з.} = 1,2 \text{ с}$ .

1.5. Расчет защиты яч.3 и яч. 14 нов. БКТП-2.

Для кабеля АПвПу2г 3(1х185/70) мм<sup>2</sup>

$1_{\text{до}} = 0,88 \times 0,75 \times 1,1 \times 1 \text{ м} = 0,88 \times 0,75 \times 1,1 \times 360 \text{ А} = 261 \text{ А}$ , где

0,88- коэффициент учитывающий рядом проходящие кабели

0,75 - коэффициент учитывающий прохождение кабеля в трубах

1,1- коэффициент учитывающий допустимую перегрузку кабеля через пять лет эксплуатации

$1_{с.з.} = 1,1 \times 1,25 \times 261 / 0,9 = 399 \text{ А}$ , принимаем с учетом возможности подключения второго кабеля

$1_{с.з.} = 800 \text{ А}$ ,  $t_{с.з.} = 1 \text{ с}$ .

1.6. Расчет защиты отходящих линий яч.2,4,13,15 БКТП-2.

Для кабеля АПвПу2г 3(1х185/70) мм<sup>2</sup>

$1_{\text{до}} = 0,88 \times 0,75 \times 1,1 \times 1 \text{ м} = 0,88 \times 0,75 \times 1,1 \times 360 \text{ А} = 261 \text{ А}$ , где

0,88- коэффициент учитывающий рядом проходящие кабели

0,75 - коэффициент учитывающий прохождение кабеля в трубах

1,1 - коэффициент учитывающий допустимую перегрузку кабеля через пять лет эксплуатации

$1_{с.з.} = 1,1 \times 1,25 \times 261 / 0,9 = 399 \text{ А}$ , принимаем с учетом селективности

$1_{с.з.} = 600 \text{ А}$ ,  $t_{с.з.} = 0,6 \text{ с}$ .

$1_{с.н} = 1,1 \times 261 / 0,9 = 319 \text{ А}$ , принимаем

$1_{с.н} = 320 \text{ А}$ , 6с

$1_{с.о} = 2000 \text{ А}$ , 0,2с яч.2,15

$1_{с.о} = 2200 \text{ А}$ , 0,2с яч.4,13

1.7. Расчет защиты трансформаторов яч.5,12 БКТП-2.

$1_{с.з.} = 154 \text{ А} \times 1,2 \times 1,1 / 0,9 = 226 \text{ А}$ , принимаем с учетом согласования защит

$1_{с.з.} = 540 \text{ А}$ , 0,3 с

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.8
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

1с. п.- 250А, 6 с

IC.oj= 2025А

4. Проверка кабелей на термическую устойчивость к току К.З.

- 1.1. Сечение, обеспечивающее термическую устойчивость проводника к току К.З. при заданной величине фиктивного времени  $t_{с[ ]}$  определяется по формуле:

$$S_{min} = 1k^{(3)} \times l/t(j)/C$$

$S_{min}$  - минимально допустимое сечение жилы кабеля;

C- постоянная, зависящая от материала жилы и начальной и конечной температуры (для кабелей 6-10 кВ с алюминиевыми жилами принимается  $C = 91$ );

$$1\phi = tB + 13, \text{ где}$$

$tB$  - выдержка времени МТЗ;

$tB$  - время отключения выключателя (принимается:  $tB = 0,05с$ )

Для кабелей АПвПу2г 3(1х185/70)  $mm^2$

- 1.2. ТП-2 (питающие КЛ - 6 кВ)

$S_{min} = 4950A/91 \times V_{1,2} + 0,05 = 61 \text{ мм}^2$  - минимально возможное сечение питающих кабелей по алюминию от ПС 394 в сторону нов. РТП (ТП №2) по термической стойкости (запроектированные кабели имеют сечение  $S = 185 \text{ мм}^2$ ).

2. Расчет длительно допустимого тока кабелей (для выбора тока срабатывания МТЗ).

- 2.1. Кабель АПвПу2г 3(1х185/70)  $mm^2$

$I_{габл.} = 360A$  - данные ПУЭ

$K1 = 0,88$  - поправочный коэффициент при прохождении кабелей в трубах

$K2 = 0,75$  - поправочный коэффициент при числе кабелей более одного в одной траншее

$K3 = 1,1$  - поправочный коэффициент допустимой перегрузки кабелей

$I_{д.д.} = 360 \times 0,88 \times 0,75 \times 1,1 = 261 A$  - длительно допустимый ток кабеля;

$I_{д.д.} = 430 A$  - длительно допустимый ток СИП 3(1х120)  $mm^2$ .

3. Расчет термической и электродинамической стойкости и наибольшего рабочего первичного тока трансформаторов тока типа ТОЛ - 10 исп. 1 (2) ( $K_t/t = 400/5$ ), установленных на питающих кабельных линиях 6кВ.

- 3.1. Расчет термической стойкости.

Условие термической стойкости

$$I_{1.c.p.} \geq I_{1с.р.}$$

$I_{1.c.p.}$  – односекундный ток термической стойкости по паспорту,

$I_{1с.р.}$  – односекундный расчетный ток К.З.,

$$I_{1с.р.} = I_{\infty} \times \sqrt{t_{с.з.}}, \text{ где}$$

$I_{\infty}$  - установившийся ток К.З.,

$t_{с.з.}$  - время работы максимальной токовой защиты силовых трансформаторов.

Паспортные данные односекундного тока термической стойкости

$$I_{1.c.p.} = 31,5 \text{ кА.}$$

Односекундный расчетный ток К.З.

$$I_{1с.р.} = 4,95 \text{ кА} \times \sqrt{1с + 0,05с} = 4,95 \times 1,02 = 5,05 \text{ кА}$$

$$I_{1с.п.} = 31,5 \text{ кА.} > I_{1с.р.} = 5,05 \text{ кА} - \text{условие термической стойкости выполняется.}$$

- 3.2. Расчет электродинамической стойкости.

Условие электродинамической стойкости

$$i_{у.п.} > i_{у.р.}, \text{ где}$$

$i_{у.п.}$  - паспортное значение тока электродинамической стойкости,

$i_{у.р.}$  - расчетное значение электродинамической стойкости,

$$i_{у.р.} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{\infty}.$$

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.9
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Паспортное значение тока электродинамической стойкости

$i_{у.п.} = 100 \text{ кА}$

Расчетное значение электродинамической стойкости

$i_{у.р.} = 1,8 \times \sqrt{t} \times 4,95 = 12,6 \text{ кА}$

$i_{у.п.} = 100 \text{ кА} > i_{у.р.} \sim 12,6 \text{ кА}$  - Условие электродинамической стойкости выполняется.

4. Расчет наибольшего первичного тока т/т.

Расчет тока при работе питающего кабеля с номинальной нагрузкой  $I_p = 261 \text{ А}$ /

Наибольший разрешенный первичный ток ( $I_{пр}$ ) трансформатора тока с номинальным током ( $I_{ном.}$ ) равным 400А не должен быть более 400А (ГОСТ 7746-01)

$I_p = 261 \text{ А} < I_{пр} = 400 \text{ А}$  - требование ГОСТ 7746-01 выполняется.

5. Расчет уставок автоматического вводного выключателя Masterpact NW-32 Т-1 и Т-2.

8.1.  $I_{НВ} = 3200 \text{ А}$

8.2. Номинальный ток расцепителя.

$I_{Н.Р.} = 2560 \text{ А} (0,8 \cdot I_{НВ})$ .

8.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (3072 А)

- в зоне К.З.: 3.(7680 А).

8.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0,2.

8.5. Мгновенная отсечка  $= I_{НВ} \times 4 = 12800 \text{ А}$ .

8.6. Тип характеристики: зависимая.

8.7. Защита от однофазного К.З.:

$I_{О.К.З.} = 1200 \text{ А}, 0,2 \text{ сек (оп)}$ .

6. Расчет уставок автоматического секционного выключателя Masterpact NW-25.

9.1.  $I_{НВ} = 2500 \text{ А}$ .

9.2. Номинальный ток расцепителя.

$I_{Н.Р.} = 2000 \text{ А} (0,8 \cdot I_{НВ})$ .

9.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (2400 А)

- в зоне К.З.: 3.(6000 А).

9.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0,1.

9.5. Мгновенная отсечка: выведена.

9.6. Тип характеристики: зависимая.

9.7. Защита от однофазного К.З.:

$I_{О.К.З.} = 1200 \text{ А}, 0,1 \text{ сек (оп)}$ .

7. Время АВР 0,4 кВ в БКТП-2 принимается на 2 сек. больше времени работы ПС 394, т.е. 12 сек. + 2 сек. = 14 сек. Напряжение срабатывания 25%  $U_n$ .

8. На каждой секции БКТП-2 установлены по одному автоматическому выключателю отходящей линии:

Masterpact NW- 12 с блоком защиты micrologic 5.0,

Masterpact NW- 10 с блоком защиты micrologic 5.0,

Compact NSX 400 с блоком защиты micrologic 2,

Compact NSX 250 с блоком защиты micrologic 2.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.10
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

9. Расчет уставок автоматического выключателя Masterpact NW- 12.

12.1.  $I_{HВ}=1250$  А.

12.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{H.P.} = 1250 \text{ А } (1 \cdot I_{HВ}).$$

12.3. Отношение  $I/I_{H.P.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (1500 А)

- в зоне К.З.: 3.(3750 А).

12.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0.

12.5. Мгновенная отсечка: выведена.

12.6. Тип характеристики: зависимая.

10. Расчет уставок автоматического выключателя Masterpact NW- 10.

13.1.  $I_{HВ}=1000$  А.

13.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{H.P.} = 1000 \text{ А } (1 \cdot I_{HВ}).$$

13.3. Отношение  $I/I_{H.P.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (1200 А)

- в зоне К.З.: 3.(3000 А).

13.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0.

13.5. Мгновенная отсечка: выведена.

13.6. Тип характеристики: зависимая.

11. Расчет уставок автоматического выключателя Compact NSX 400 с блоком защиты micro-logic 2.

14.1.  $I_0=400$  А.

14.2.  $I_r=I_0 \times I=400$  А.

14.3.  $I_{sd}= I_r \times 10=4000$  А.

12. Расчет уставок автоматического выключателя Compact NSX 250 с блоком защиты micro-logic 2.

14.1.  $I_0=200$  А.

14.2.  $I_r=I_0 \times I=200$  А.

14.3.  $I_{sd}= I_r \times 10=2000$  А.

13. Тепловая защита силовых трансформаторов ТСЗ-1600 кВА.

150<sup>0</sup>С – сигнализация перегрева трансформатора;

160<sup>0</sup>С – отключение автоматического выключателя NW32/3200 и ВВ/TEL трансформатора ТСЗ-1600 кВА.

14. Защиты согласованы по карте селективности защит (см. Приложение 2).

II. Релейная защита БКТП-1.

1. Релейная защита и сигнализация, предусмотренные на присоединениях и принятые к установке релейная аппаратура, устройства и оборудование.

1.1. На головных концах отходящих КЛ-6 кВ, яч.4 и яч.13 РУ-6 кВ БКТП-2 к БКТП-1.

1.1.1. Максимальная токовая защита на реле Sepam S-20.

1.1.2. Максимальная токовая отсечка на реле Sepam S-20.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.11
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

1.1.3. Перегрузка на реле Sepam S-20.

1.1.4. Земляная сигнализация на щиток с прибором УСЗ-3М.

1.2. На приёмных концах отходящих КЛ-6 кВ от БКТП-2 в БКТП-1.

1.2.1. Защита не предусматривается.

1.2.2. Земляная сигнализация на переносной прибор УСЗ-3М от т/т ТЗЛЭ-125.

1.3. На силовых трансформаторах ТМГ-1600 БКТП-1.

1.3.1. Защита на стороне ВН на реле VIP-300.

1.3.2. Защита на стороне НН вводными автоматическими выключателями Masterpact NW-32 с блоком защиты micrologic 6,0 А.

1.3.3. Секционный выключатель ст. НН Masterpact NW-25 с блоком защиты micrologic 6,0 А.

1.3.4. Двухсторонний АВР на ст. НН на автоматических вводных выключателях Masterpact NW-32 и СВ Masterpact NW-25.

1.3.5. Автоматические выключатели отходящих линий 0,4 кВ (см. п.6).

2. Исходные данные.

2.1. Ток трёхфазного К.З. БКТП-2:

РУ-6 кВ:  $I_k^{(3)}$  мин - 4,43 кА.

$I_k^{(3)}$  макс= 4,52кА.

2.2. Напряжение  $U_n=6,3$  кВ.

2.3. Данные кабелей 6 кВ.

БКТП-2 яч.4 и яч. 13 – БКТП-1 1-я и 2-я секции шин

- АПвП2гу 3(1х 185/70) мм<sup>2</sup> (каждый);

- длина : 420 м (каждый).

2.4. Данные трансформаторов БКТП-1:

- тип: ТМГ-1600/6/0,4;

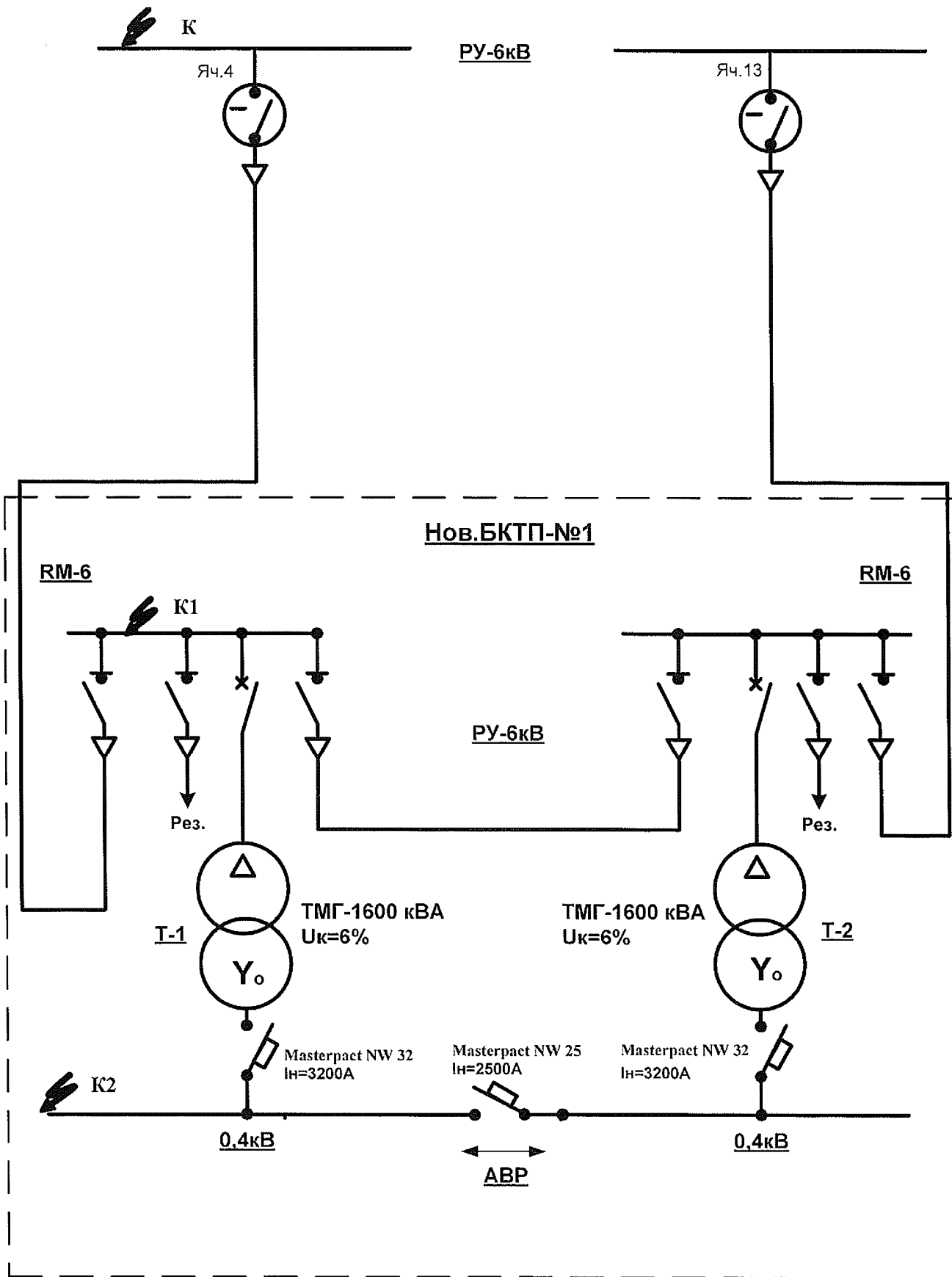
- номинальный ток: 154/2434А;

- напряжение К.З.: 6 %;

- схема соединения:  $\Delta/Yj$

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.12
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

2.5. Схема для расчета тока К.З.



## 2.6. Таблицы расчета тока К.З.

№ п/п	Наименование		Обо- зна- чение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					Нов. РТП (ТП №2) РУ-6 кВ К(мин)	К1(мин)	К2(мин)
1	Номинальное напряжение		Ун	кВ	6,3	6,3	0,4
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	Ik	кА	4,43	-	-
3		Реактивное сопр-е	Zс	Ом	0,822	-	-
4	Кабельные линии	Активное сопр-е	гк	Ом	-	0,0689	-
5		Реактивное сопр-е	Хк	Ом	-	0,0378	-
6	Трансфор- маторы	Номин. мощность	S	кВА	-	-	1600
7		Напряжение К.З.	е <sub>к</sub>	%	-	-	6
8		Реактивное сопр-е	Хт	Ом	-	-	1,35
9	Результирующ. сопротивление		Σ <sub>z</sub>	Ом	-	0,9	2,25
10	Ток К. З.		Ik <sup>(3)</sup>	кА	-	4,05	1,62

№ п/п	Наименование		Обо- зна- чение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					Нов. РТП (ТП №2) РУ-6 кВ К(макс)	К1(макс)	К2(макс)
1	Номинальное напряжение		Ун	кВ	6,3	6,3	0,4
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	Ik	кА	4,52	-	-
3		Реактивное сопр-е	Zс	Ом	0,805	-	-
4	Кабельные линии	Активное сопр-е	гк	Ом	-	0,0689	-
5		Реактивное сопр-е	Хк	Ом	-	0,0378	-
6	Трансфор- маторы	Номин. мощность	S	кВА	-	-	1600
7		Напряжение К.З.	е <sub>к</sub>	%	-	-	6
8		Реактивное сопр-е	Хт	Ом	-	-	1,35
9	Результирующ. сопротивление		Σ <sub>z</sub>	Ом	-	0,883	2,233
10	Ток К. З.		Ik <sup>(3)</sup>	кА	-	4,12	1,63

Примечания:

1. Ток К.З. на стороне 0,4 кВ приведён к стороне 6 кВ.
2. При расчёте не учитывалось сопротивление кабельных перемычек к трансформаторам, т.к. они имеют малую длину.
3. Расчет релейной защиты и автоматики.
- 3.1. Таблицы расчетов релейной защиты см. Приложение 3.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.14
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

3.2. Проверка чувствительности МТЗ трансформаторов ТМГ- 1600/6 БКТП-1 к однофазным К.З. на стороне 0,4 кВ трансформатора ТМГ- 1600/6.

3.2.1. Условие чувствительности МТЗ к однофазным К.З. на ст. 0,4 кВ:

$$I_{с.з.} < I_{к.пр}^{(1)} / K_{\alpha}, \text{ где}$$

$I_{к.пр}^{(1)}$  - минимальный ток однофазного К.З. на стороне НН, приведенный к стороне ВН трансформатора ТМГ-1600/6

$$I_{к.пр}^{(1)} = I_{к}^{(1)} / \sqrt{3} \cdot K_T, \text{ где}$$

$I_{к}^{(1)}$  - ток однофазного К.З. на ст. НН,

$K_T$  - коэффициент трансформации силового тр-ра,

$K_{\alpha}$  - коэффициент чувствительности.

3.2.2. Расчёт чувствительности МТЗ к однофазным К.З. на ст. 0,4 кВ тр-ра ТМГ- 1600/6.

$$I_{к}^{(1)} = 24300 \text{ А},$$

$$K_T = 15,$$

$$K_{\alpha} = 1,5.$$

$$I_{к.пр}^{(1)} = 24300 / \sqrt{3} \cdot 15 = 936 \text{ А}$$

$$I_{с.з.} = 540 \text{ А} < 936 \text{ А} / 1,5 = 624 \text{ А} - \text{МТЗ на трансформаторе}$$

ТМГ-1600/6 в БКТП-1 чувствительна к однофазным К.З. на стороне 0,4 кВ.

3.3. Расчёт уставок автоматического вводного выключателя Masterpact NW-32 Т-1 и Т-2.

3.3.1.  $I_{НВ} = 3200 \text{ А}$

3.3.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{Н.Р.} = 2560 \text{ А} (0,8 \cdot I_{НВ}).$$

3.3.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (3072 А)

- в зоне К.З.: 3.(7680 А).

3.3.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0,2.

3.3.5. Мгновенная отсечка  $= I_{НВ} \times 4 = 12800 \text{ А}$ .

3.3.6. Тип характеристики: зависимая.

3.3.7. Защита от однофазного К.З.:

$$I_{О.К.З.} = 1200 \text{ А}, 0,2 \text{ сек (оп)}.$$

3.4. Расчет уставок автоматического секционного выключателя Masterpact NW-25.

3.4.1.  $I_{НВ} = 2500 \text{ А}$ .

3.4.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{Н.Р.} = 2000 \text{ А} (0,8 \cdot I_{НВ}).$$

3.4.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (2400 А)

- в зоне К.З.: 3.(6000 А).

3.4.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0,1.

3.4.5. Мгновенная отсечка: выведена.

3.4.6. Тип характеристики: зависимая.

3.4.7. Защита от однофазного К.З.:

$$I_{О.К.З.} = 1200 \text{ А}, 0,1 \text{ сек (оп)}.$$

3.4. Релейная защита силовых трансформаторов ТМГ-1600/6 на реле VIP-300.

3.4.1. Максимальный ток трансформатора ТМГ -1600/6:

$$I_{\max} = 184 \text{ А}.$$

3.4.2. Реле типа VIP-300LL.

3.4.3. Датчики типа CR<sub>B</sub>51007004 FO.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.15
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

3.4.4. Диапазон VIP-300: 63-312А (х1).

3.4.5. Ток уставки  $I_s$ :  $I_s = 225 \text{ А}$ .

3.4.6. Выдержка времени: независимая (DT).

3.4.7. Ток срабатывания нижней уставки.

$$I_{c.з.} = 2,4 \cdot I_s = 2,4 \cdot 225 = 540 \text{ А}$$

3.4.8. Время срабатывания нижней уставки.

$$t_{c.з.} = 0,3 \text{ с (коэффициент умножения: х1)}$$

3.4.9. Ток срабатывания верхней уставки.

$$I_{c.з.} = 9 \cdot I_s = 9 \cdot 225 = 2025 \text{ А}$$

3.4.10. Время срабатывания верхней уставки.

$$t_{c.з.} = 0,05 \text{ с}$$

3.4.11. Регулировочная кривая реле VIP-300 приведена в Приложении №2.

4. Время АВР в БКТП № 1 принимается на 2 сек. больше времени работы ПС 394, т.е.  
12 сек. + 2 сек = 14 сек. Напряжение срабатывания 25%УН.

5. На каждой секции шин 0,4 кВ нов. БКТП №1 установлены по одному автоматическому выключателю отходящей линии:

Masterpact NW- 12 с блоком защиты micrologic 5.0,

Masterpact NW- 10 с блоком защиты micrologic 5.0,

Compact NSX 400 с блоком защиты micrologic 2,

Compact NSX 250 с блоком защиты micrologic 2.

5.1. Расчет уставок автоматического выключателя Masterpact NW- 12.

5.1.1.  $I_{НВ} = 1250 \text{ А}$ .

5.1.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{Н.Р.} = 1250 \text{ А (1} \cdot I_{НВ} \text{)}.$$

5.1.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (1500 А)

- в зоне К.З.: 3.(3750 А).

5.1.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0.

5.1.5. Мгновенная отсечка: выведена.

5.1.6. Тип характеристики: зависимая.

5.2. Расчет уставок автоматического выключателя Masterpact NW- 10.

5.2.1.  $I_{НВ} = 1000 \text{ А}$ .

5.2.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{Н.Р.} = 1000 \text{ А (1} \cdot I_{НВ} \text{)}.$$

5.2.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (1200 А)

- в зоне К.З.: 3.(3000 А).

5.2.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0.

5.2.5. Мгновенная отсечка: выведена.

5.2.6. Тип характеристики: зависимая.

5.3. Расчет уставок автоматического выключателя Compact NSX 400 с блоком защиты micro logic 2.

5.3.1.  $I_0 = 400 \text{ А}$ .

5.3.2.  $I_f = I_0 \times 1 = 400 \text{ А}$ .

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.16
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

5.3.3.  $I_{sd} = I_r \times 10 = 4000 \text{ A}$ .

5.4. Расчет уставок автоматического выключателя Compact NSX 250 с блоком защиты micrologic 2.

5.4.1.  $I_0 = 200 \text{ A}$ .

5.4.2.  $I_r = I_0 \times 1 = 200 \text{ A}$ .

5.4.3.  $I_{sd} = I_r \times 10 = 2000 \text{ A}$ .

6. Карта селективности (кроме автоматических выключателей отходящих линий) см. Приложение 4.

### III. Релейная защита БКТП-3.

1. Релейная защита и сигнализация, предусмотренные на присоединениях и принятые к установке релейная аппаратура, устройства и оборудование.

1.1. На головных концах отходящих КЛ-6 кВ, яч.2 и яч.15 РУ-6 кВ БКТП-2 к БКТП-3.

1.1.1. Максимальная токовая защита на реле Sepam S-20.

1.1.2. Максимальная токовая отсечка на реле Sepam S-20.

1.1.3. Перегрузка на реле Sepam S-20.

1.1.4. Земляная сигнализация на щиток с прибором УСЗ-3М.

1.2. На приёмных концах отходящих КЛ-6 кВ от БКТП-2 в БКТП-3.

1.2.1. Защита не предусматривается.

1.2.2. Земляная сигнализация на переносной прибор УСЗ-3М от т/т ТЗЛЭ-125.

1.3. На силовых трансформаторах ТМГ-400/6 БКТП-3.

1.3.1. Защита на стороне ВН на реле VIP-300.

1.3.2. Защита на стороне НН вводными автоматическими выключателями Masterpact NW-10 с блоком защиты micrologic 6,0 А.

1.3.3. Секционный выключатель ст. НН Masterpact NW-08 с блоком защиты micrologic 6,0 А.

1.3.4. Двухсторонний АВР на ст. НН на автоматических вводных выключателях Masterpact NW-10 и СВ Masterpact NW-08.

1.3.5. Автоматические выключатели отходящих линий 0,4 кВ (см. п.6).

### 2. Исходные данные.

2.1. Ток трёхфазного К.З. БКТП-3:

РУ-6 кВ:  $I_k^{(3)}$  мин - 4,43 кА.

$I_k^{(3)}$  макс = 4,52 кА.

2.2. Напряжение  $U_n = 6,3 \text{ кВ}$ .

2.3. Данные кабелей 6 кВ.

БКТП-2 яч.2 и яч.15 – БКТП-3 1-я и 2-я секции шин

- АПвП2гу 3(1х 185/70) мм<sup>2</sup> (каждый);

- длина : 900 м (каждый).

2.4. Данные трансформаторов БКТП-3:

- тип: ТМГ-400/6/0,4;

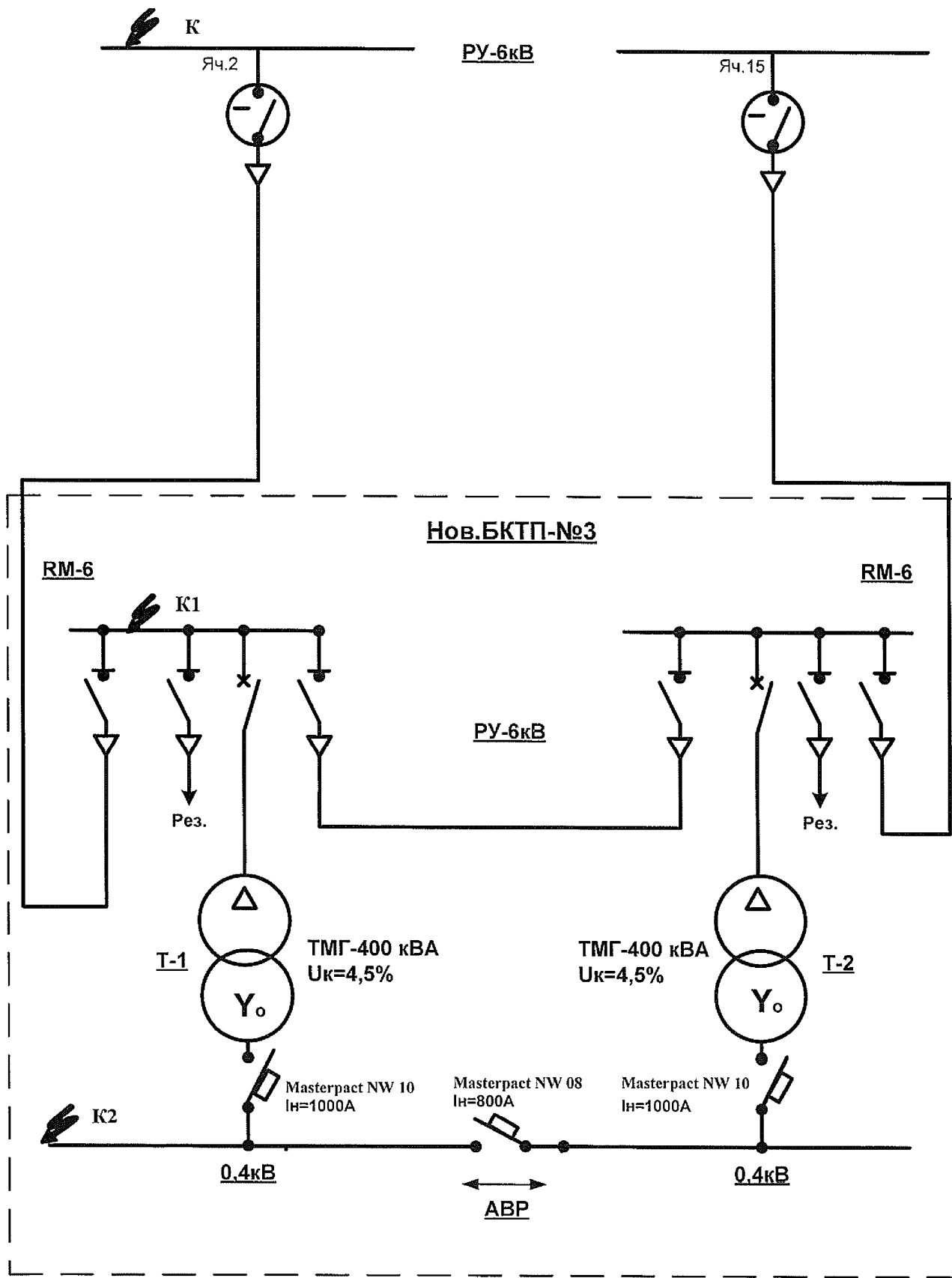
- номинальный ток: 38/608 А;

- напряжение К.З.: 4,5 %;

- схема соединения:  $\Delta/Y_0$ .

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.17
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

2.5. Схема для расчета тока К.З.



Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

РЦЦ/85578/15-ЭС 6кВ

Лист
1.18

## 2.6. Таблицы расчета тока К.З.

№ п/п	Наименование		Обо- зна- чение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					Нов. РТП (ТП №2) РУ-6 кВ К(мин)	К1(мин)	К2(мин)
1	Номинальное напряжение		Uн	кВ	6,3	6,3	0,4
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	Iк	кА	4,43	-	-
3		Реактивное сопр-е	Xс	Ом	0,822	-	-
4	Кабельные линии	Активное сопр-е	r <sub>к</sub>	Ом	-	0,1476	-
5		Реактивное сопр-е	Xк	Ом	-	0,08	-
6	Трансфор- маторы	Номин. мощность	S	кВА	-	-	400
7		Напряжение К.З.	e <sub>к</sub>	%	-	-	4,5
8		Реактивное сопр-е	Xт	Ом	-	-	4,05
9	Результирующ. сопротивление		ΣZ	Ом	-	0,99	5,04
10	Ток К. З.		I <sub>к</sub> <sup>(3)</sup>	кА	-	3,68	0,722

№ п/п	Наименование		Обо- зна- чение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					Нов. РТП (ТП №2) РУ-6 кВ К(макс)	К1(макс)	К2(макс)
1	Номинальное напряжение		Uн	кВ	6,3	6,3	0,4
2	Данные системы	КЗ на шинах Ц.П.	Iк	кА	4,52	-	-
3		Реактивное сопр-е	Xс	Ом	0,822	-	-
4	Кабельные линии	Активное сопр-е	r <sub>к</sub>	Ом	-	0,1476	-
5		Реактивное сопр-е	Xк	Ом	-	0,08	-
6	Трансфор- маторы	Номин. мощность	S	кВА	-	-	400
7		Напряжение К.З.	e <sub>к</sub>	%	-	-	4,5
8		Реактивное сопр-е	Xт	Ом	-	-	4,05
9	Результирующ. сопротивление		ΣZ	Ом	-	0,973	5,023
10	Ток К. З.		I <sub>к</sub> <sup>(3)</sup>	кА	-	3,74	0,725

Примечания:

- Ток К.З. на стороне 0,4 кВ приведён к стороне 6 кВ.
- При расчёте не учитывалось сопротивление кабельных перемычек к трансформаторам, т.к. они имеют малую длину.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.19
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

### 3. Расчет релейной защиты и автоматики.

3.1. Таблицы расчетов релейной защиты см. Приложение 5.

3.2. Проверка чувствительности МТЗ трансформаторов ТМГ- 400/6 БКТП-3 к однофазным К.З. на стороне 0,4 кВ трансформатора ТМГ- 400/6.

3.2.1. Условие чувствительности МТЗ к однофазным К.З. на ст. 0,4 кВ:

$$I_{с.з.} < I_{к.пр}^{(1)} / K_{ч}, \text{ где}$$

$I_{к.пр}^{(1)}$  - минимальный ток однофазного К.З. на стороне НН, приведенный к стороне ВН трансформатора ТМГ-400/6

$$I_{к.пр}^{(1)} = I_{к}^{(1)} / \sqrt{3} \cdot K_{т}, \text{ где}$$

$I_{к}^{(1)}$  - ток однофазного К.З. на ст. НН,

$K_{т}$  - коэффициент трансформации силового тр-ра,

$K_{ч}$  - коэффициент чувствительности.

3.2.2. Расчёт чувствительности МТЗ к однофазным К.З. на ст. 0,4 кВ тр-ра ТМГ- 400/6.

$$I_{к}^{(1)} = 10830 \text{ A},$$

$$K_{т} = 15,$$

$$K_{ч} = 1,5.$$

$$I_{к.пр}^{(1)} = 10830 / \sqrt{3} \cdot 15 = 417 \text{ A}$$

$$I_{с.з.} = 131 \text{ A} < 417 \text{ A} / 1,5 = 278 \text{ A} - \text{МТЗ на трансформаторе}$$

ТМГ-400/6 в БКТП-1 чувствительна к однофазным К.З. на стороне 0,4 кВ.

3.3. Расчет уставок автоматического выключателя Masterpact NW- 10 Т-1 и Т2.

3.3.1.  $I_{НВ} = 1000 \text{ A}$ .

3.3.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{Н.Р.} = 600 \text{ A} (0,6 \cdot I_{НВ}).$$

3.3.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (720 A)

- в зоне К.З.: 3.(1800 A).

3.3.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0,2

3.3.5. Мгновенная отсечка: выведена.

3.3.6. Тип характеристики: зависимая.

3.3.7. Защита от однофазного К.З.:

$$I_{О.К.З.} = 800 \text{ A}, 0,2 \text{ сек. (оп)}.$$

3.4. Расчет уставок автоматического выключателя Masterpact NW- 08.

3.4.1.  $I_{НВ} = 800 \text{ A}$ .

3.4.2. Номинальный ток расцепителя.

$$I_{Н.Р.} = 560 \text{ A} (0,7 \cdot I_{НВ}).$$

3.4.3. Отношение  $I/I_{Н.Р.}$ :

- в зоне перегрузки: 1,2; (672 A)

- в зоне К.З.: 3.(1680 A).

3.4.4. Время срабатывания (с).

- в зоне перегрузки: 4

- в зоне К.З.: 0,1

3.4.5. Мгновенная отсечка: выведена.

3.4.6. Тип характеристики: зависимая.

3.4.7. Защита от однофазного К.З.:

$$I_{О.К.З.} = 800 \text{ A}, 0,1 \text{ сек. (оп)}.$$

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.20
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

3.5. Релейная защита силовых трансформаторов ТМГ-400/6 на реле VIP-300.

3.5.1. Максимальный ток трансформатора ТМГ -400/6:

$$I_{\max}=49 \text{ A.}$$

3.5.2. Реле типа VIP-300LL.

3.5.3. Датчики типа CR<sub>B</sub>51007004 FO.

3.5.4. Диапазон VIP-300: 63-312A (x1).

3.5.5. Ток уставки I<sub>s</sub>: I<sub>s</sub> = 131 A.

3.5.6. Выдержка времени: независимая (DT).

3.5.7. Ток срабатывания нижней уставки.

$$I_{c.з.}=1 \cdot I_s=1 \cdot 131=131 \text{ A}$$

3.5.8. Время срабатывания нижней уставки.

$$t_{c.з.}=0,3 \text{ с (коэффициент умножения: x1)}$$

3.5.9. Ток срабатывания верхней уставки.

$$I_{c.з.}=9 \cdot I_s=9 \cdot 131=1179 \text{ A}$$

3.5.10. Время срабатывания верхней уставки.

$$t_{c.з.}=0,05 \text{ с}$$

3.5.11. Регулировочная кривая реле VIP-300 приведена в Приложении №2.

4. Время АВР в БКТП № 3 принимается на 2 сек. больше времени работы ПС 394, т.е. 12 сек. + 2 сек = 14 сек. Напряжение срабатывания 25%УН.

5. На каждой секции шин 0,4 кВ нов. БКТП №3 установлены по одному автоматическому выключателю отходящей линии:

Compact NSX 400 с блоком защиты micrologic 2,

Compact NSX 250 с блоком защиты micrologic 2.

5.1. Расчет уставок автоматического выключателя Compact NSX 400 с блоком защиты micrologic 2.

5.1.1. I<sub>0</sub>=400 A.

5.1.2. I<sub>r</sub>=I<sub>0</sub>x1=400 A.

5.1.3. I<sub>sd</sub>= I<sub>r</sub>x3=1200 A.

5.2. Расчет уставок автоматического выключателя Compact NSX 630 с блоком защиты micrologic 2.

5.2.1. I<sub>0</sub>=500 A.

5.2.2. I<sub>r</sub>=I<sub>0</sub>x1=500 A.

5.2.3. I<sub>sd</sub>= I<sub>r</sub>x3=1500 A.

6. Карта селективности см. приложение 6.

### 3. Заземление (зануление) и молниезащитка.

3.1. Для заземление ТП и расположенной рядом ДЭС предусмотрено общее заземляющее устройство с искусственным заземлителем. Заземлитель выполняется контурным вокруг ТП и ДЭС на расстоянии 1 метр от фундамента и состоит из вертикальных заземлителей из оцинкованного стального уголка 50х50х5 длиной 3 м и соединяющей их оцинкованной стальной полосы сечением 40х4. Все соединения выполняются сварными и защищаются от коррозии.

3.2. С целью молниезащиты арматура бетонных оболочек ТП связана между собой и выведена на закладную деталь, которая после установки ТП соединяется с заземлителем металлической полосой 40х4. Предусмотренный для заземления зажим на металлическом контей-

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.21
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

нере ДЭС, предназначенный как для заземления, так и для молниезащиты, соединяется стальной полосой 40х4 с заземлителем.

3.3. Сопротивление искусственного заземлителя растеканию тока должно быть не более 4 Ом в любое время года

3.4. Расчет сопротивления заземлителя.

Длина горизонтального электрода (ст. полоса 40х4) – 54,0 м.

Количество вертикальных электродов (ст. уголок 50х50х3 L=3 м) – 17 шт.

Измеренное удельное сопротивление грунта по результатам Технического отчета по инженерно-геологическим изысканиям ЗАО «ЛенТИСИЗ» шифр РЦЦ/76114/15.

$$\rho_{изм} = 144 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

С учетом коэффициента сезонности для вертикальных электродов 1,5 и горизонтальных 3 соответственно имеем:

$$\rho_{\theta} = 1,5 \cdot 144 = 216,0 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho_{\varepsilon} = 3 \cdot 144 = 432,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Сопротивление одного вертикального электрода:

$$R_{B1} = \frac{0,366 \rho}{l} \left( \lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right),$$

где:  $b=0,05$  - ширина стороны угловой стали, м;

$l=3$  - длина вертикального электрода, м;

$t$  - глубина заложения, м (расстояние от поверхности земли до середины вертикального электрода)

$$t = 1,5 + 0,5 = 2, \text{ м}$$

$$R_{B1} = \frac{0,366 \cdot 216,0}{3} \left( \lg \frac{2 \cdot 3}{0,95 \cdot 0,05} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 59,85 \text{ Ом}$$

Суммарное сопротивление части заземляющего устройства, состоящей из вертикальных электродов:

$$R_B = \frac{R_{B1}}{n \cdot \eta_B},$$

где  $n=17$  – число вертикальных электродов;

$\eta_{\theta}=0,56$  – коэффициент экранирования электродов соседними (табл.)

$$R_B = \frac{59,85}{17 \cdot 0,56} = 6,30 \text{ м}$$

Сопротивление горизонтального электрода с учетом экранирования:

$$R_{\Gamma} = \frac{1}{\eta_{\Gamma}} \cdot \frac{0,366 \rho}{l} \cdot \lg \frac{2l^2}{bt},$$

где:  $b=0,04$  - ширина электрода, м;

$l=54$  - длина электрода, м;

$t=0,5$  - глубина заложения, м

$\eta_{\Gamma}=0,36$  - коэффициент экранирования электродов соседними (табл.)

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.22
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$R_r = \frac{1}{0,36} \cdot \frac{0,366 \cdot 432}{54} \cdot \lg \frac{2 \cdot 54^2}{0,04 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

Полное сопротивление заземлителя:

$$R_z = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B + R_r} = \frac{6,3 \cdot 8,1}{6,3 + 8,1} = 3,6 \text{ Ом}$$

Сопротивление заземляющего устройства не превышает допустимого 4 Ом.

#### 4. Учет электроэнергии.

4.1. В соответствии с п. 3.3.3 ТУ коммерческий учет потребляемой электроэнергии выполняется сетевой организацией в ячейках № 5 и № 16 РУ-6кВ ПС-394.

4.2. Технические узлы учета электроэнергии предусматриваются разделом ЭМ в вводно распределительных щитах 0,4 кВ объекта.

#### 5. Организация эксплуатации и техника безопасности.

5.1. Перед приемкой в эксплуатацию электрооборудование подвергается приемо-сдаточным и пусконаладочным испытаниям в соответствии с главой 1.8 ПУЭ, главой 1.3 Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, СНиП 3.05.06-85.

5.2. Эксплуатация электрооборудования осуществляется его владельцем, на балансе которого находится электроустановка.

5.3. Эксплуатация электроустановки осуществляется в соответствии с требованиями межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016-2001 и Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей.

5.4. Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок руководитель назначает ответственного за электрохозяйство и его заместителя. Ответственный за электрохозяйство и его заместитель назначаются из числа специально подготовленного электротехнического персонала.

5.5. Для обслуживания электроустановки необходим следующий минимальный штат:

- ответственный за электрохозяйство, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже, V – 1 человек,
- заместитель ответственного за электрохозяйство, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже V, – 1 человек,
- электромонтёр с квалификационной группой по электробезопасности не ниже IV – 1 человек.

5.6. Для обеспечения безопасной эксплуатации электроустановка комплектуется следующими электрозащитными средствами:

*Защитные средства*

*количество:*

- |  |          |
|--|----------|
| 1. изолирующая штанга оперативная      | 1 шт.    |
| 2. изолирующие токоизмерительные клещи | 1 шт.    |
| 3. диэлектрический коврик              | по месту |
| 4. указатель напряжения ПИН 90М        | 2 шт.    |
| 5. диэлектрические перчатки            | 2 пары   |
| 6. диэлектрические галоши              | 2 пары   |

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.23
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

- |   |             |
|---|-------------|
| 7. защитные очки                                  | 1 пара      |
| 8. плакаты и знаки безопасности (переносные)      | 2 комплекта |
| 9. комплект инструментов с изолированными ручками | 2 комплекта |
| 10. переносное заземление                         | 2 шт.       |

По окончании работ в соответствии с ПТЭЭП, СНиП 3.05.06-85 должны быть оформлены следующие акты:

1. Акт на приемо-сдаточные испытания электрооборудования.
2. Акт наладки электрооборудования.
3. Акт приемки электроустановки в эксплуатацию.
4. Акт скрытых работ на устройство траншеи для прокладки кабелей.
5. Акт скрытых работ на укладку кабелей в траншею.
6. Акты скрытых работ на устройство заземлителей БКТП.

						РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ	Лист
							1.24
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Приложение 1.

Таблица расчета релейной защиты присоединений БКТП-2 (начало).

№	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Наименование присоединений		
			НС – 394 в ст. нов. РТП (ТП №2)	нов. РТП (ТП №2) вводы	нов. РТП (ТП №2) т-1, т-2 ст. В.Н.
n/p					
1	Максимальный рабочий ток (А)	$I_{\text{кн}}$	261	261	185
2	Коэф. трансформации трансф-ра тока	$n_T$	80	80	40
3	Расчетное значение т.к.з. в зоне защиты	$I_{\text{к}}^{(3)}$	4,838	4,43	4,43
4	Сквозной т.к.з. или пусковой ток, кА	$I_{\text{к}}^{(3)}$	4,43	3,68	1,677
5			-	-	-
6	Исходные данные				
7	Расчетные коэффициенты	$K_p$ (Кн. с.)	1,1	1,1	1,2
8		$K_{\text{сх}}$	1	1	1
9		$K_n$	1,1	1,1	1,1
10	Ток срабатывания защиты	$K_v$	0,9	0,9	0,9
11		$I_{\text{ср}} = K_{\text{сх}} \times (K_n/K_v) \times (K_p/n_T)$	-	-	-
12		принятый, А	-	-	-
13	Чувствительность защиты	$I_{\text{сз}} = I_{\text{ср}} \times n_T$	1200	800	540
14		$K_T = 0,87 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	3,5	4,82	7,14
15		$K_T = 0,87 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	3,21	4	2,7
16	Выбрано токовое реле	$K_T = 0,5 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	-	-	-
17		тип	ТОР 200.1	Scram 1000+S20	Scram 1000+T20
18		пределы уставки тока реле, А	-	-	-
19		номинальный ток реле прямого действия, А	-	-	-
20	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	1,2	1,0	0,3
21	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-
22	Расчетные коэффициенты	$K_{\text{сх}}$	-	-	1
23	Ток срабатывания защиты	$K_n$	-	-	1,1
24		$i_{\text{ср0}} = K_{\text{сх}} \times K_n \times I_{\text{к}}^{(3)} / n_T$	-	-	-
25		принятый, А	-	-	-
26		первичный, А	-	-	2025
27	Кратность тока срабатывания отсечки	$I_{\text{сз0}} = i_{\text{ср0}} \times n_T$	-	-	-
28	Чувствительность защиты	$K_T = 0,87 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	-	-	1,9
29	Выбрано токовое реле	тип	-	-	Scram 1000+T20
30	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	-	-	0,05
31	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-

РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ

Лист

1.25

Дата	Подпись	№ док.	Лист	Кол.уч	Изм.

Приложение 1.

Таблица расчета релейной защиты присоединений БКТП-2 (окончание).

№ п/п	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Наименование присоединений		
			Нов. РТП (ТП №2) Секц. Выкл.	Нов. РТП (ТП №2) отх. линии пуч.2,4,13,15	Нов. РТП (ТП №2)ст. ИН Т-1, Т-2
1	Максимальный рабочий ток (А)	$I_{\text{м}}$	730	261	3164
2	Коеф. трансформации трансф-ра тока	$n_T$	80	60	-
3	Расчетное значение т.к.з. в зоне защиты	$I_{\text{к}}^{(3)}$	4,43	4,43	25,16
4	Сквозной т.к.з. или пусковой ток, кА	$I_{\text{к}}^{(3)}$	3,68	3,68	-
5	Кратность максимального тока	$K_p (K_{п.с.})$	-	-	-
6	Расчетные коэффициенты	$K_{\text{сх}}$	1	1	1,2
7	Ток срабатывания защиты	$K_{\text{в}}$	1,1	1,1	-
8	принятый, А	$I_{\text{сп}} = I_{\text{ср}} \times n_T$	-	-	-
9	первичный, А	$I_{\text{сз}} = I_{\text{сп}} \times n_T$	700	600	3072
10	Чувствительность защиты	$K_{\text{ч}} = 0,87 \times I_{\text{к}2}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	5,51	6,42	7,13
11	за трансформатор Д/У	$K_{\text{ч}} = 0,5 \times I_{\text{к}2}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	-	-	-
12	Выбрано токовое реле	тип	Seram 1000+S20	Seram 1000+S20	mastercraft NV32
13	Пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	-	-
14	номинальный ток реле прямого действия, А	$I_n$	-	-	-
15	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,8	0,6	4
16	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-
17	Расчетные коэффициенты	$K_{\text{сх}}$	-	1	-
18	Ток срабатывания защиты	$K_{\text{н}}$	-	1,1	-
19	принятый, А	$i_{\text{ср0}} = K_{\text{сх}} \times K_{\text{н}} \times I_{\text{к}}^{(3)} / n_T$	-	-	-
20	первичный, А	$i_{\text{ср0}}$	-	2000	7680
21	Кратность тока срабатывания отсечки	$I_{\text{сз0}} \equiv i_{\text{ср0}} \times n_T$	-	-	-
22	Чувствительность защиты	$i_{\text{ср0}}, i_{\text{ср}}$	-	1,6	2,85
23	Выбрано токовое реле	тип	-	Seram 1000+S20	mastercraft NV32
24	Пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	-	-
25	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	-	0,2	0,2
26	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-

РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ

Лист

1.26

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

Приложение 2.  
Карта селективности защит БКТП-2.

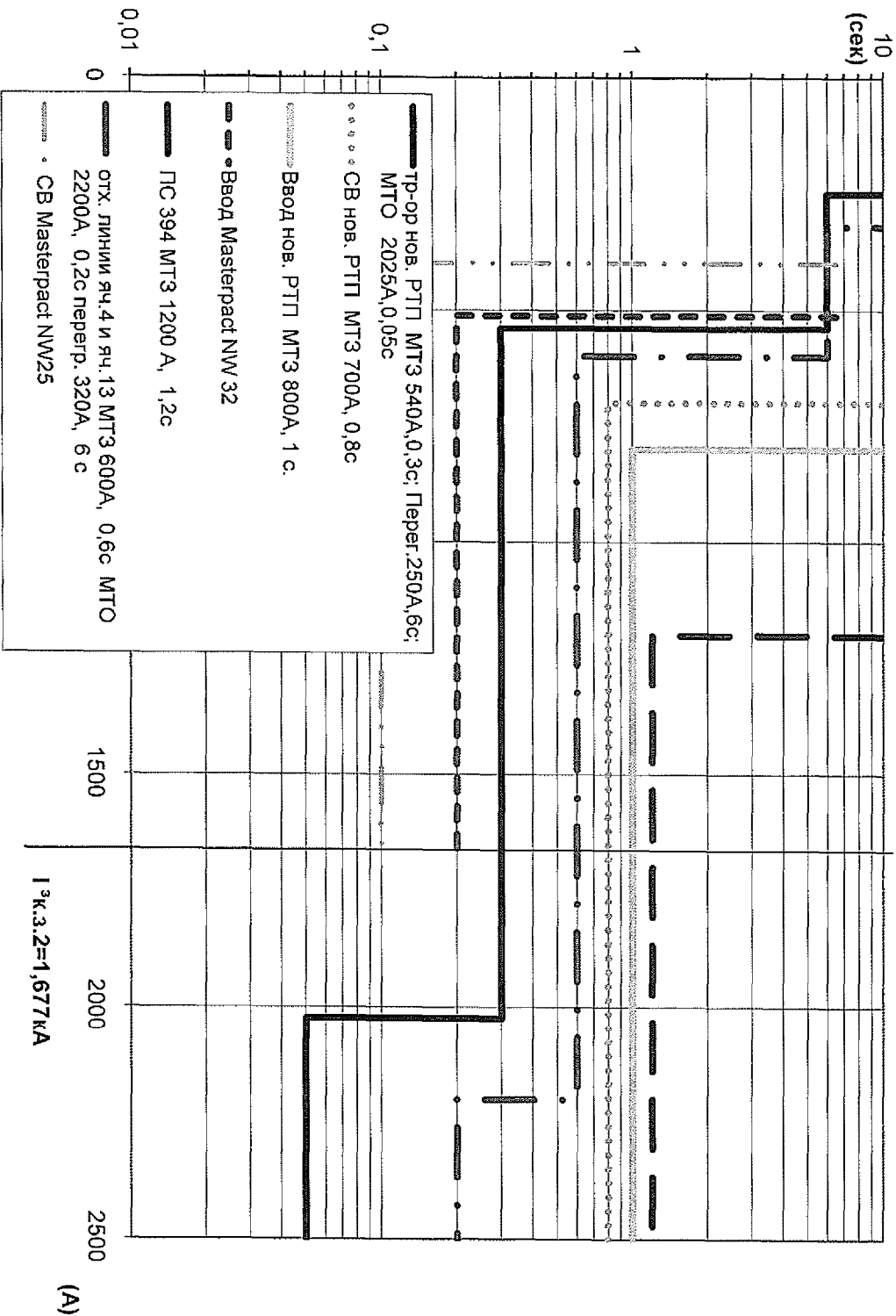
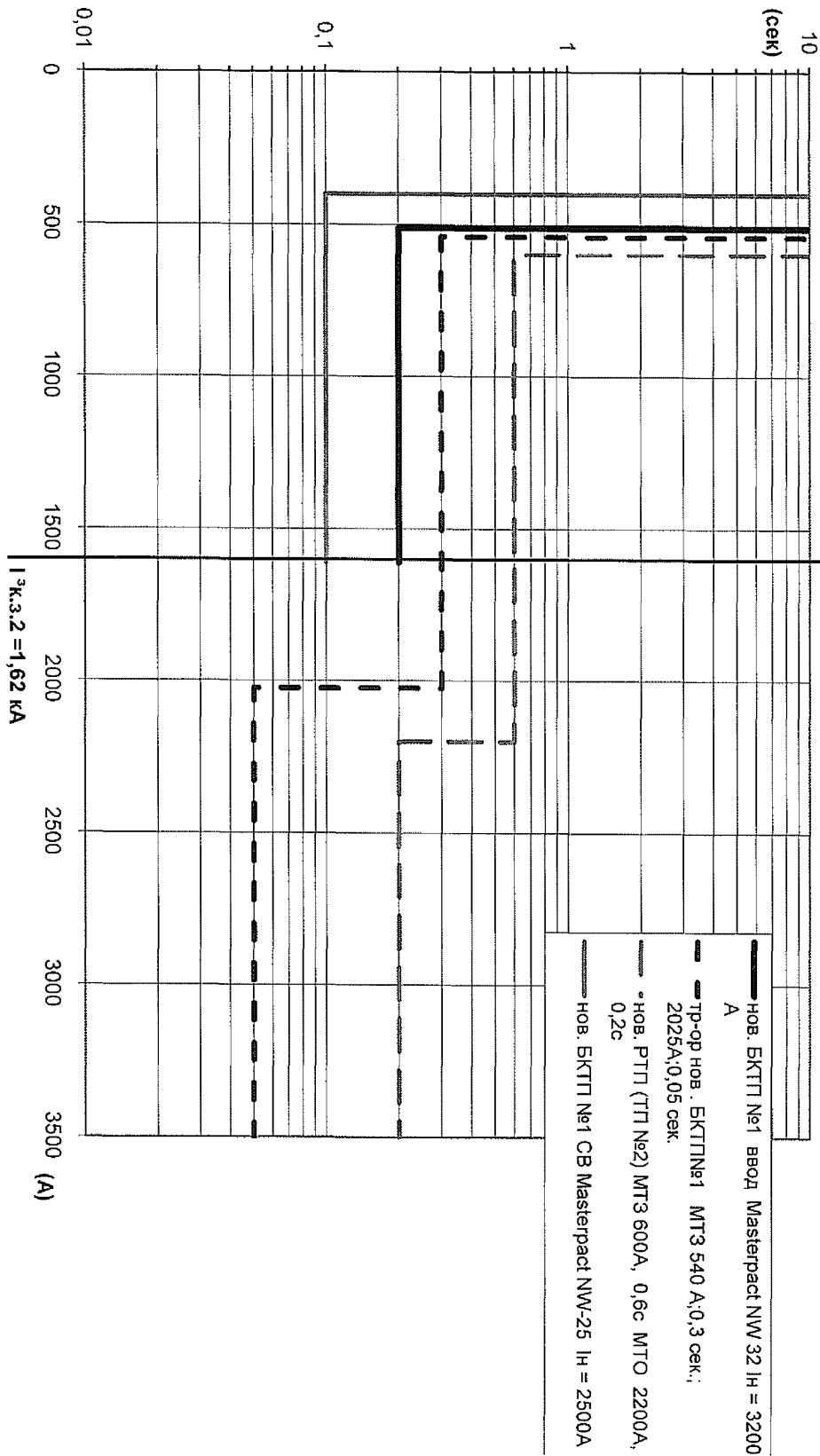


Таблица расчета релейной защиты присоединений БКТП-1

№ п/п	Наименование	Обозначение и расчётная формула	Наименование присоединений			
			нов. РТП (ТП №2) отх.кл-6 кв в ст.нов. БКТП№1	нов. БКТП№1 Т-1; Т-2 ст.ВН	нов. БКТП№1 Т-1; Т-2 ст.НН	
1	Максимальный рабочий ток (А)	$I_m$	261	200	3164	
2	Коэф. трансформации трансф-ра тока	$\eta_T$	60	-	-	
3	Расчётное значение т.к.з. основной, кА	$I_{K1}^{(3)}$	4,43	4,05	24,30	
4	резервной, кА	$I_{K2}^{(3)}$	4,05	1,62	-	
5	Сквозной т.к.з. или пусковой ток, кА	$I_K^{(3)}$	-	-	-	
6	кратность максимального тока	$K_p (K_n, c.)$	1,1	1,3	1,3	
7	Расчётные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
8	надёжность	$K_n$	1,1	1,1	-	
9	возврата реле	$K_B$	0,9	0,9	-	
10	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} * (K_n / K_B) * (K_p / \eta_T) * I_m$	-	-	-	
11	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
12	первичный, А	$I_{с3} = I_{ср} * \eta_T$	600	540	3072	
13	в зоне основной защиты	$K_{ч} = 0,87 * I_{K1}^{(3)} / I_{с3}$	6,42	6,52	6,88	
14	в зоне резервной защиты	$K_{ч} = 0,87 * I_{K2}^{(3)} / I_{с3}$	5,87	2,61	-	
15	за трансформатором $\Delta/Y$	$K_{ч} = 0,5 * I_{K2}^{(3)} / I_{с3}$	-	-	-	
16	тип		Seram S-20	1xVIP-300LL	masterpac	
17	Выбрано токовое реле	пределы уставки тока реле, А	-	63 - 312	NW-32	
18	номинальный ток реле прямого действия, А	$I_n$	-	-	-	
19	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,6	0,3	4	
20	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-	
21	Расчётные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
22	надёжность	$K_n$	1,1	1,1	-	
23	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} * K_n * (K_p / \eta_T)$	-	-	-	
24	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
25	первичный, А	$I_{с3} = I_{ср} * \eta_T$	2200	2025	7680	
26	Кратность тока срабатывания отсечки	$I_{ср0}, I_{ср}$	-	-	-	
27	Чувствительность защиты	$K_{ч} = 0,87 * I_{K1}^{(3)} / I_{с3}$	1,6	1,74	2,75	
28	Выбрано токовое реле	тип	Seram S-20	1xVIP-300LL	masterpac	
29	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	63 - 312	NW-32	
30	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,2	0,05	0,2	
31	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-	

Приложение 4.  
Карта селективности защит БКТП-1.



Приложение 5.

Таблица расчета релейной защиты присоединений БКТП-3

№ п/п	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Наименование присоединений			
			нов. РТП (ТП №2) Отх. КЛ-6 кВ в ст. нов. БКТП№3	нов. БКТП№3 Т-1; Т-2 ст. ВН	нов. БКТП№3 Т-1; Т-2 ст. НН	
1	Максимальный рабочий ток (А)	$I_m$	261	49	608	
2	Коэф. трансформации трансф-ра тока	$\eta_T$	60	-	-	
3	Расчётное значение т.к.з. основной, кА	$I_{k1}^{(3)}$	4,43	3,68	10,83	
4	резервной, кА	$I_{k2}^{(3)}$	3,68	0,722	-	
5	Сквозной т.к.з. или пусковой ток, кА	$I_k^{(3)}$	-	-	-	
6	кратность максимального тока	$K_p (K_n, c.)$	1,1	1,2	1,2	
7	Расчетные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
8	надежность	$K_n$	1,1	1,1	-	
9	возврата реле	$K_v$	0,9	0,9	-	
10	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} \cdot (K_n / K_v) \cdot I_m$	-	-	-	
11	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
12	первичный, А	$I_{с3} = I_{ср} \cdot \eta_T$	600	131	720	
13	в зоне основной защиты	$K_3 = 0,87 \cdot I_{k1}^{(3)} / I_{с3}$	6,42	24,43	13,10	
14	чувствительность защиты	$K_4 = 0,87 \cdot I_{k2}^{(3)} / I_{с3}$	5,33	4,80	-	
15	за трансформатором Д/У	$K_4 = 0,5 \cdot I_{k2}^{(3)} / I_{с3}$	-	-	-	
16	Выбрано	тип	Sepam S-20	1хVIP-300LL	mastercraft	
17	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	63 - 312	NW-10	
18	номинальный ток реле прямого действия, А	$I_n$	-	-	-	
19	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,6	0,3	4	
20	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-	
21	Расчетные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
22	надежность	$K_n$	1,1	1,1	-	
23	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} \cdot K_n \cdot I_k^{(3)} / \eta_T$	-	-	-	
24	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
25	первичный, А	$I_{с3} = I_{ср} \cdot \eta_T$	2000	1179	1800	
26	Кратность тока срабатывания отсекки	$I_{ср} / I_{с3}$	-	-	-	
27	чувствительность защиты	$K_4 = 0,87 \cdot I_{k1}^{(3)} / I_{с3}$	1,6	2,7	5,24	
28	Выбрано	тип	Sepam S-20	1хVIP-300LL	mastercraft	
29	Пределы уставки времени защиты, С	от ... до	-	63 - 312	NW-10	
30	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,2	0,05	0,2	
31	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-	

РЦЦ/85578/15-ЭС6кВ

Лист

1.30

Дата	Подпись	№ док.	Лист	Кол.уч	Изм.

Приложение 6.  
Карта селективности защит БКТП-3.

