

### Исходные данные.

1. Проектная документация марки ЭС 6 кВ (электропитание по напряжению 6 кВ) Склада продовольственных и непродовольственных товаров (далее Склада) подраздела «Система электропитания» 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.
2. Точки подключения мощности – разные секции РУ 6,3 кВ двух трансформаторной подстанции ПС-394 35/6,3 кВ.
3. Напряжение питания 6,3 кВ, система питания и заземления ИТ от источника с изолированной нейтралью.
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.
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;  $\cos\varphi=0,953$ .

### Характеристика источников электропитания.

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

### Резервные источники электропитания.

1. Рядом с каждой проектируемой БКТП предусматривается резервный источник питания - дизельная электростанция (ДЭС), обеспечивающая электропитание на полную нагрузку в случае одновременного нарушения питания БКТП по обоим вводам.
2. 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.
3. Схемами БКТП предусматривается подключение ДЭС с помощью устройства АВР к одной из секций РУ 0,4 кВ.

						<i>РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ</i>		
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
						<i>Склад продовольственных и непродовольственных товаров. Пояснительная записка.</i>		
ГИП		Данилова						
Разработ.		Дорофеев						
Проверил		Дорофеев						
Н.контроль		Гущин						
						Стадия	Лист	Листов
						П	1	31
						ООО "СОЮЗ-ПРОЕКТ"		
						Санкт-Петербург		

### Обоснование принятой схемы электроснабжения.

1. В соответствии с ТУ сетевой компании на присоединение к электрическим сетям источники электроснабжения являются независимыми, взаимно резервирующими, удовлетворяющими требованиям для электроснабжения электроприемников II категории надежности.
2. Проектируемая схема электроснабжения выполнена по двум независимым линиям, распределительные устройства проектируемых БКТП 6/0,4 кВ выполнены двух секционными, что обеспечивает в нормальном режиме питание одновременно от двух источников, а в послеаварийном режиме от одного из них на полную мощность, что соответствует II категории надежности электроснабжения.

### Надежность электроснабжения и качество электроэнергии.

1. Надежность электроснабжения Склада от сети проектной документацией предусмотрена по II категории.
2. Качество электрической энергии гарантируется сетевой компанией на уровне требований ГОСТ 32144.
3. Электроприемников, искажающих форму кривой электрического тока и вызывающих несимметрию напряжения в токах присоединения, в Складе нет. Отклонение напряжения на зажимах электроприемников не превышает 5% от номинального значения.

### Электроснабжение в рабочем и послеаварийном режимах.

1. Электроснабжение Склада в нормальном режиме предусматривается от двух независимых взаимно резервирующих источников путем разделения распределительных устройств БКТП на две секции, каждая из которых в нормальном режиме питается от своего источника.
2. В случае нарушения питания на одном из вводов БКТП от какого либо источника, либо аварии на одном из трансформаторов БКТП соответствующая секция РУ-0,4 кВ с помощью автоматического выключателя с электроприводом отключается от аварийного ввода и подключается к рабочему, обеспечивающему электроснабжение электроприемников, подключенных к БКТП, с полной нагрузкой.
3. При нарушении питания на обоих вводах БКТП обе секции РУ-0,4 кВ с помощью устройства АВР отключаются от аварийных вводов и подключаются к ДЭС после её автоматического запуска и выхода на режим.
4. После восстановления питания на вводах БКТП секции РУ-0,4 кВ с помощью устройства АВР отключаются от ДЭС и каждая подключается к своему сетевому вводу. ДЭС автоматически останавливается.

### Релейная защита, управление, автоматизация и диспетчеризация.

- I. Релейная защита БКТП-2.
  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.

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							2
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 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:  $I_{к^{(3)}} \text{ мин} = 4,838 \text{ кА}$ . $I_{к^{(3)}} \text{ макс} = 4,95 \text{ кА}$ .2.3. Напряжение  $U_{н} = 6,3 \text{ кВ}$ .

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

- 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;

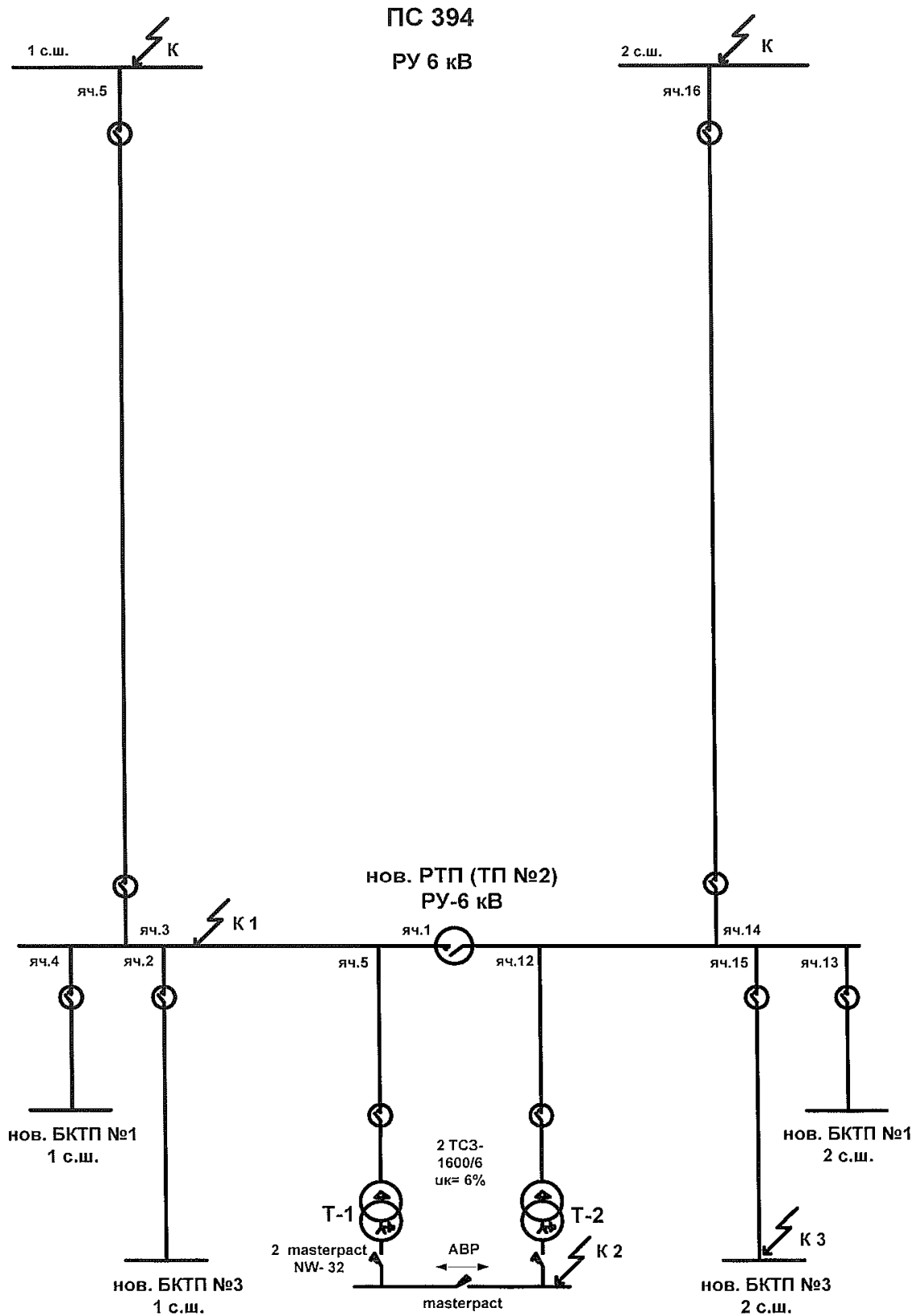
- номинальный ток: 154/2434А;

- напряжение К.З.: 6 %;

- схема соединения:  $\Delta/Yj$ 

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							3
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 2.6. Схема для расчета тока К.З.



Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ

Лист

4

## 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

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							5
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

№ п/п	Наименование		Обозначение	Ед. Изм.	Численные значения в точках		
					K2 (мин)	K2 (макс)	
1	Номинальное напряжение		Uн	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 имеют 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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							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:

$$I_{с.з.} < I_{K^{(1)}} / K_m$$

$I_{сз}$  - 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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							7
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$K_\gamma$  - коэффициент чувствительности.

3.2.2. 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.

3.3. 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

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

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

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

3.4. 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

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

3.5. 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

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

3.6. 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

3.7. 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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							8
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

1с. п.- 250А, 6 с

IC.оj= 2025А

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

$$S_{min} = I_k^{(3)} \times \sqrt{t(j)/C}$$

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

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

$$1\phi = tB + 13, \text{ где}$$

$$t3 - \text{выдержка времени МТЗ};$$

$$tB - \text{время отключения выключателя (принимается: } tB = 0,05\text{с)}$$

$$\text{Для кабелей АПвПу2г 3(1x185/70) мм}^2$$
- 4.2. ТП-2 (питающие КЛ - 6 кВ)  

$$S_{min} = 4950\text{А}/91 \times \sqrt{1,2 + 0,05} = 61 \text{ мм}^2 - \text{минимально возможное сечение питающих кабелей по алюминию от ПС 394 в сторону нов. РТП (ТП №2) по термической стойкости (запроектированные кабели имеют сечение } S = 185 \text{ мм}^2).$$
5. Расчет длительно допустимого тока кабелей (для выбора тока срабатывания МТЗ).
- 5.1. Кабель АПвПу2г 3(1x185/70) мм<sup>2</sup>  

$$I_{габл.} = 360\text{А} - \text{данные ПУЭ}$$

$$K1 = 0,88 - \text{поправочный коэффициент при прохождении кабелей в трубах}$$

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

$$K3 = 1,1 - \text{поправочный коэффициент допустимой перегрузки кабелей}$$

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

$$I_{д.д.} = 430 \text{ А} - \text{длительно допустимый ток СИП 3(1x120) мм}^2.$$
6. Расчет термической и электродинамической стойкости и наибольшего рабочего первичного тока трансформаторов тока типа ТОЛ - 10 исп. 1 (2) (Кт/т = 400/5), установленных на питающих кабельных линиях 6кВ.
- 6.1. Расчет термической стойкости.  
 Условие термической стойкости  

$$I_{п.с.п.} \geq I_{с.р.}$$

$$I_{п.с.п.} - \text{односекундный ток термической стойкости по паспорту},$$

$$I_{с.р.} - \text{односекундный расчетный ток К.З.},$$

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

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

$$t_{с.з.} - \text{время работы максимальной токовой защиты силовых трансформаторов.}$$
 Паспортные данные односекундного тока термической стойкости  

$$I_{п.с.п.} = 31,5 \text{ кА.}$$
 Односекундный расчетный ток К.З.  

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

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

$$i_{у.п.} > i_{у.р.}, \text{ где}$$

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

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

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

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							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.

7. 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.

8. 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.:

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

9. 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.:

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

10. 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%  $U_n$ .

11. 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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							10
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 12. 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.

## 13. 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.

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

14.1.  $I_0=400$  А.14.2.  $I_r=I_0 \times 1=400$  А.14.3.  $I_{sd}= I_r \times 10=4000$  А.

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

14.1.  $I_0=200$  А.14.2.  $I_r=I_0 \times 1=200$  А.14.3.  $I_{sd}= I_r \times 10=2000$  А.

## 16. 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.

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

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							11
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## Приложение 1.

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

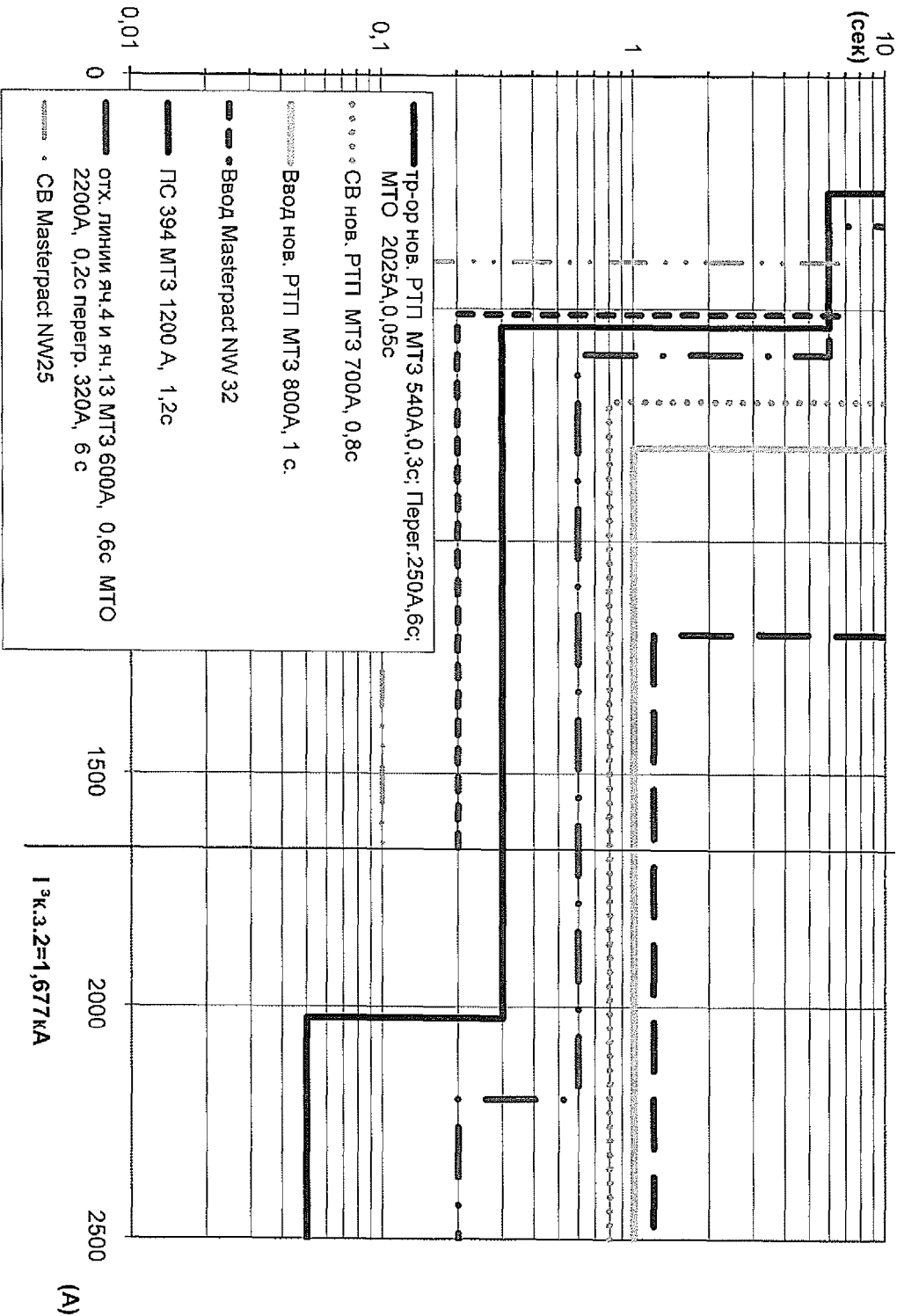
№	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Наименование присоединений		
			ПС - 394 в ст. нов. РТП (ТП №2)	нов. РТП (ТП №2) вводы	нов. РТП (ТП №2) т-1, т-2 ст. В.Н.
n/p					
1	Максимальный рабочий ток (А)	$I_{\text{кр}}$	261	261	185
2	Коэф. трансформации трансформатора	$n_T$	80	80	40
3	Расчетное 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		за трансформатором Д/У	-	-	-
18		тип	ТОР 200.1	Сепам 1000+S20	Сепам 1000+T20
19	Максимальная токовая защита	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	-
20		действ., А	In	-	-
21	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	1,2	1,0	0,3
22	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-
23	Расчетные коэффициенты	$K_{\text{сх}}$	-	-	1
24	Ток срабатывания защиты	$K_n$	-	-	1,1
25		$i_{\text{ср}} = K_{\text{сх}} \times K_n \times I_{\text{к}}^{(3)} / n_T$	-	-	-
26		$i_{\text{ср}}$	-	-	2025
27	Кратность тока срабатывания отсечки	$I_{\text{сз}} = i_{\text{ср}} \times n_T$	-	-	-
28	Чувствительность защиты	$K_T = 0,87 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{сз}}$	-	-	1,9
29	Выбрано токовое реле	тип	-	-	Сепам 1000+T20
30	Принятая уставка времени защиты, С	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	-
31	Реле времени, тип и пределы уставки	$t$	-	-	0,05
32			-	-	-

## 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	Коэф. 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	$K_T (K_{\text{п.с.}})$	1,3	1,1	1,2
6	Расчетные коэффициенты	$K_{\text{сх}}$	1	1	-
7	Ток срабатывания защиты	$K_{\text{в}}$	1,1	1,1	-
8	принятый, А	$I_{\text{ср}} = K_{\text{сх}} \times (K_{\text{п}}/K_{\text{в}}) \times (K_T/n_T)$	-	-	-
9	первичный, А	$I_{\text{ср}} = I_{\text{ср}} \times n_T$	700	600	3072
10	Чувствительность защиты	$K_{\text{ч}} = 0,87 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{ср}}$	5,51	6,42	7,13
11	за трансформатором Д/У	$K_{\text{ч}} = 0,5 \times I_{\text{к}}^{(3)} / I_{\text{ср}}$	-	-	-
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	$I_{\text{н}}$	-	-	-
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	$K_{\text{п}}$	-	1,1	-
19	принятый, А	$i_{\text{ср}} = K_{\text{сх}} \times K_{\text{п}} \times I_{\text{к}}^{(3)} / n_T$	-	-	-
20	первичный, А	$i_{\text{ср}}$	-	2000	7680
21	Кратность тока срабатывания отсечки	$I_{\text{сз}} \equiv i_{\text{ср}} \times n_T$	-	-	-
22	Чувствительность защиты	$i_{\text{ср}}, i_{\text{ср}}$	-	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		-	-	-

Приложение 2.  
Карта селективности защит БКТП-2.

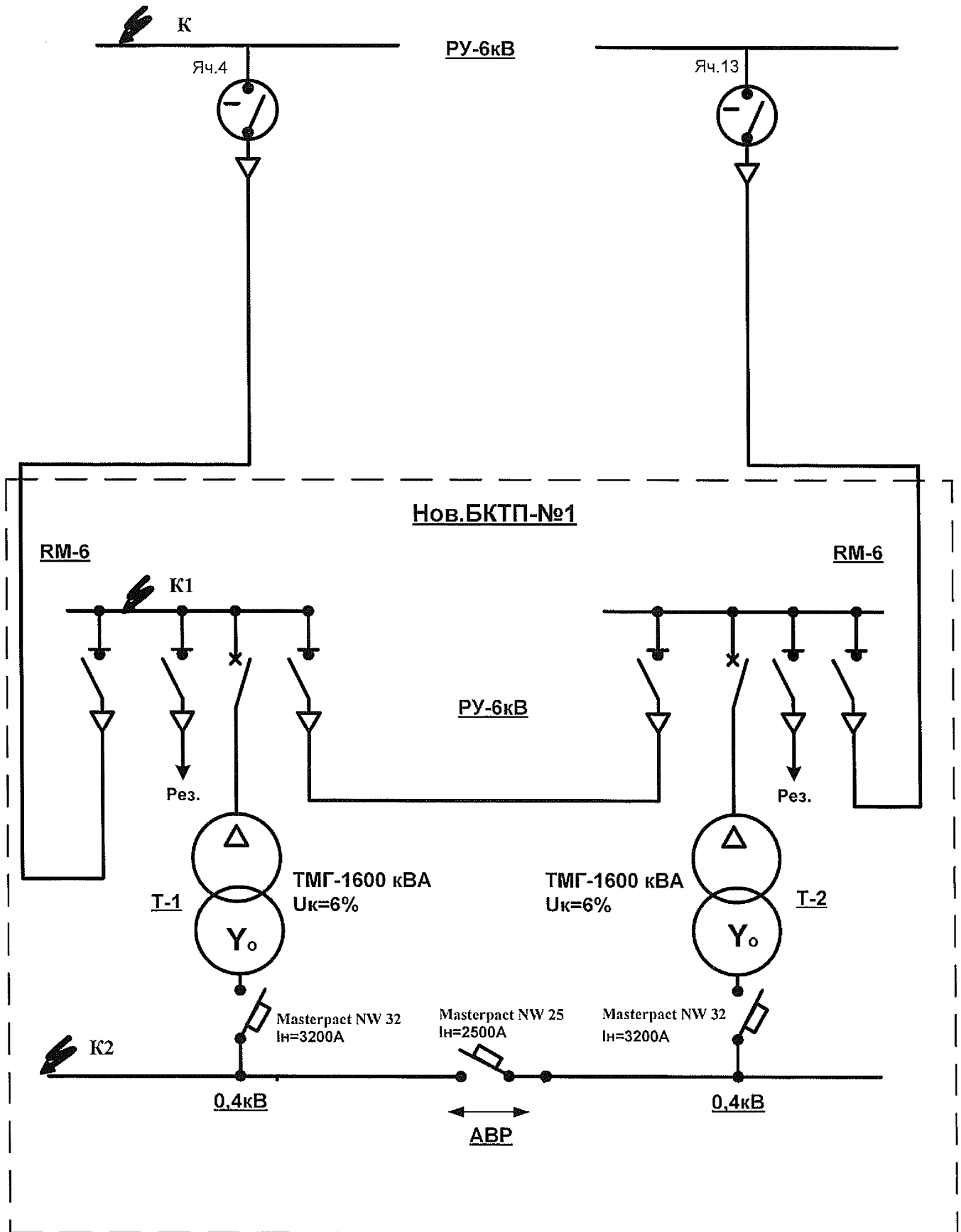


## II. Релейная защита БКТП-1.

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.
    - 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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							15
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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ

Лист

16

## 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		Un	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		Un	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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							17
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:

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

$I_{к.пр}^{(1)}$  - 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,

$K_{\chi}$  - коэффициент чувствительности.

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

$$I_{к}^{(1)} = 24300 \text{ А},$$

$$K_T = 15,$$

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

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

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

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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							18
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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							19
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.

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							20
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## Приложение 3.

Таблица расчета релейной защиты присоединений БКТП-1

№	п/п	Наименование	Обозначение и расчётная формула	Наименование присоединений			
				нов. РТП (ГП №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	1	Максимальный рабочий ток (А)	$I_m$	261	200	3164	
2	2	Коэф. трансформации трансф-ра тока	$\eta_T$	60	-	-	
3	3	Расчётное значение т.к.з. основной, кА	$I_{K1}^{(3)}$	4,43	4,05	24,30	
4	4	резервной, кА	$I_{K2}^{(3)}$	4,05	1,62	-	
5	5	Сквозной т.к.з. или пусковой ток, кА	$I_K^{(3)}$	-	-	-	
6	6	кратность максимального тока	$K_p (K_{п.с.})$	1,1	1,3	1,3	
7	7	Расчетные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
8	8	надежность	$K_n$	1,1	1,1	-	
9	9	возврата реле	$K_B$	0,9	0,9	-	
10	10	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} * (K_n / K_B) * (K_p / \eta_T) * I_m$	-	-	-	
11	11	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
12	12	первичный, А	$I_{с3} = I_{ср} * \eta_T$	600	540	3072	
13	13	в зоне основной защиты	$K_{ч} = 0,87 * I_{K1}^{(3)} / I_{с3}$	6,42	6,52	6,88	
14	14	в зоне резервной защиты	$K_{ч} = 0,87 * I_{K2}^{(3)} / I_{с3}$	5,87	2,61	-	
15	15	за трансформатором $\Delta/Y$	$K_{ч} = 0,5 * I_{K2}^{(3)} / I_{с3}$	-	-	-	
16	16	тип		Sepam S-20	1XVIP-300LL	masterpac	
17	17	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	63 - 312	NW-32	
18	18	Выбрано токовое реле	$I_n$	-	-	-	
19	19	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,6	0,3	4	
20	20	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-	
21	21	Расчетные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
22	22	надежность	$K_n$	1,1	1,1	-	
23	23	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} * (K_n) * I_{K1}^{(3)} / \eta_T$	-	-	-	
24	24	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
25	25	первичный, А	$I_{с30} = I_{ср} * \eta_T$	2200	2025	7680	
26	26	Кратность тока срабатывания отсечки	$I_{ср0}, I_{ср}$	-	-	-	
27	27	Чувствительность защиты	$K_{ч} = 0,87 * I_{K1}^{(3)} / I_{с3}$	1,6	1,74	2,75	
28	28	Выбрано токовое реле	тип	Sepam S-20	1XVIP-300LL	masterpac	
29	29	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	63 - 312	NW-32	
30	30	Принятая уставка времени защиты, С	$t$	0,2	0,05	0,2	
31	31	Реле времени, тип и пределы уставки		-	-	-	

Лист

21

РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ

Дата

Подпись

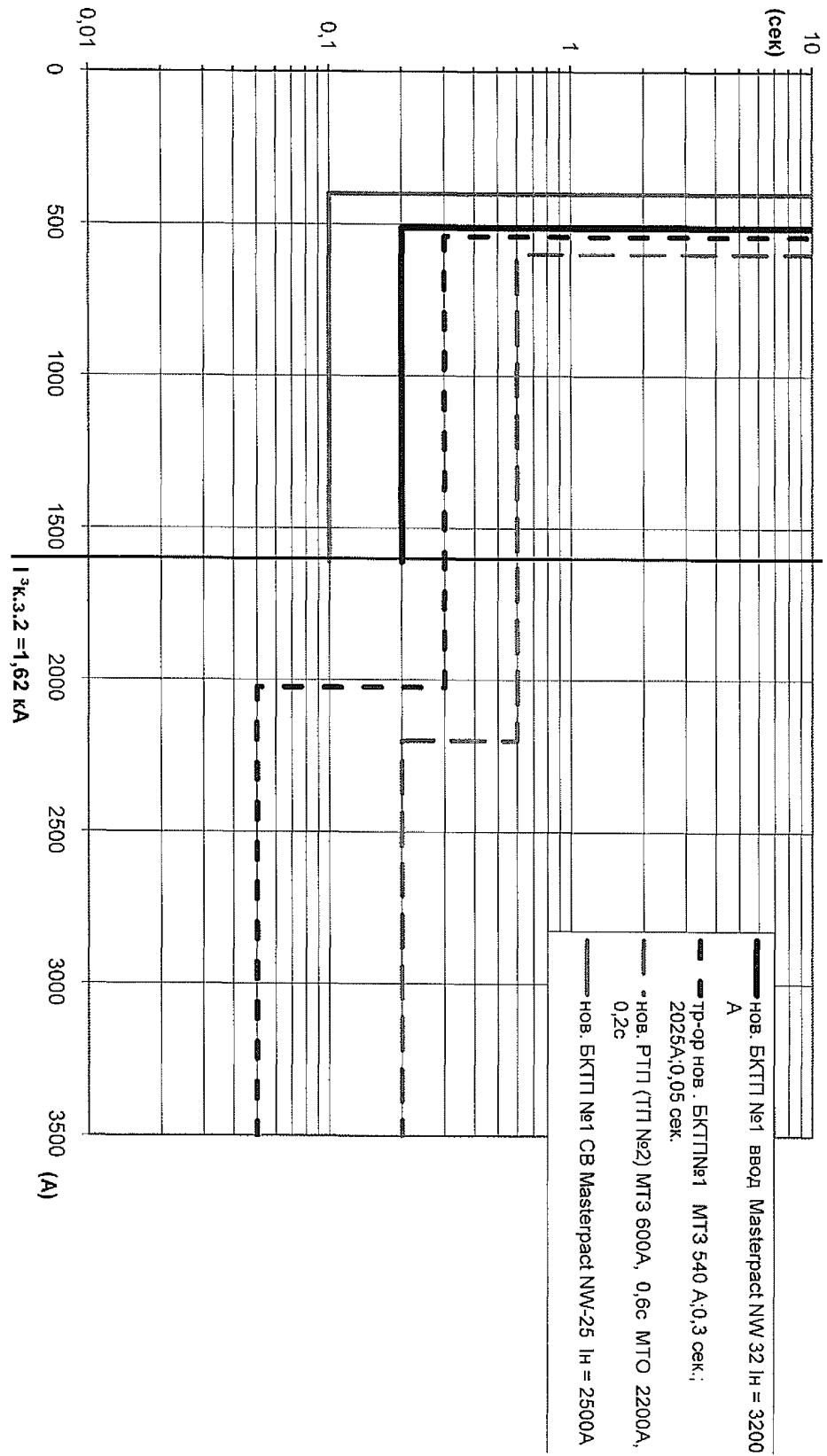
№ док.

Лист

Кол.уч

Изм.

Приложение 4.  
Карта селективности защит БКТП-1.



РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ

Лист

22

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 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.

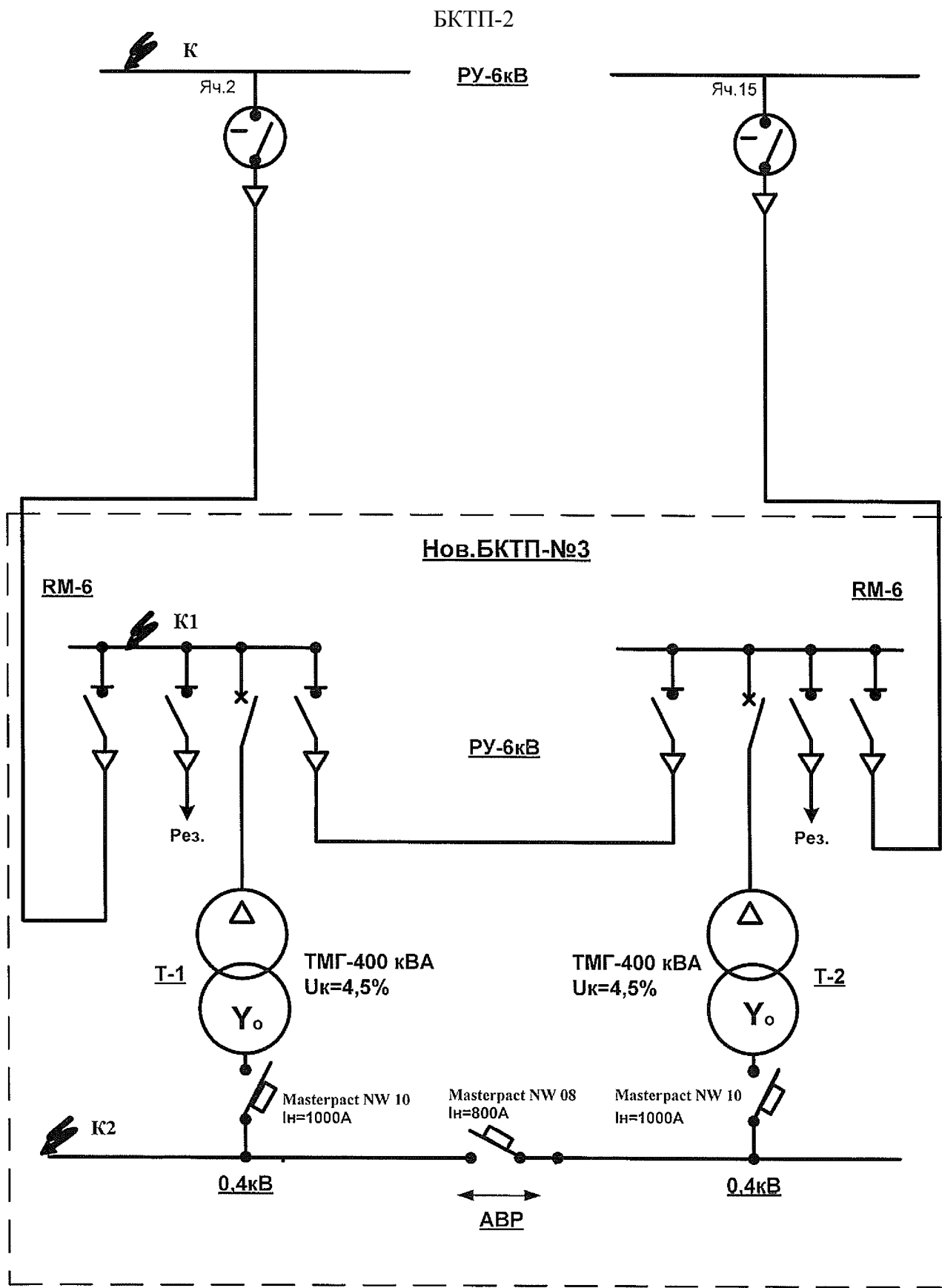
$I_k^{(3)}$  макс= 4,52кА.
  - 2.2. Напряжение  $U_n=6,3$  кВ.
  - 2.3. Данные кабелей 6 кВ.
 

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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							23
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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ

Лист
24

## 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		$\Sigma Z$	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		$\Sigma Z$	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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							25
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-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							26
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 Is: Is = 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.  $I_0=400 \text{ A.}$

5.1.2.  $I_r=I_0 \times I=400 \text{ A.}$

5.1.3.  $I_{sd}=I_r \times 3=1200 \text{ A.}$

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

5.2.1.  $I_0=500 \text{ A.}$

5.2.2.  $I_r=I_0 \times I=500 \text{ A.}$

5.2.3.  $I_{sd}=I_r \times 3=1500 \text{ A.}$

6. Карта селективности см. приложение 6.

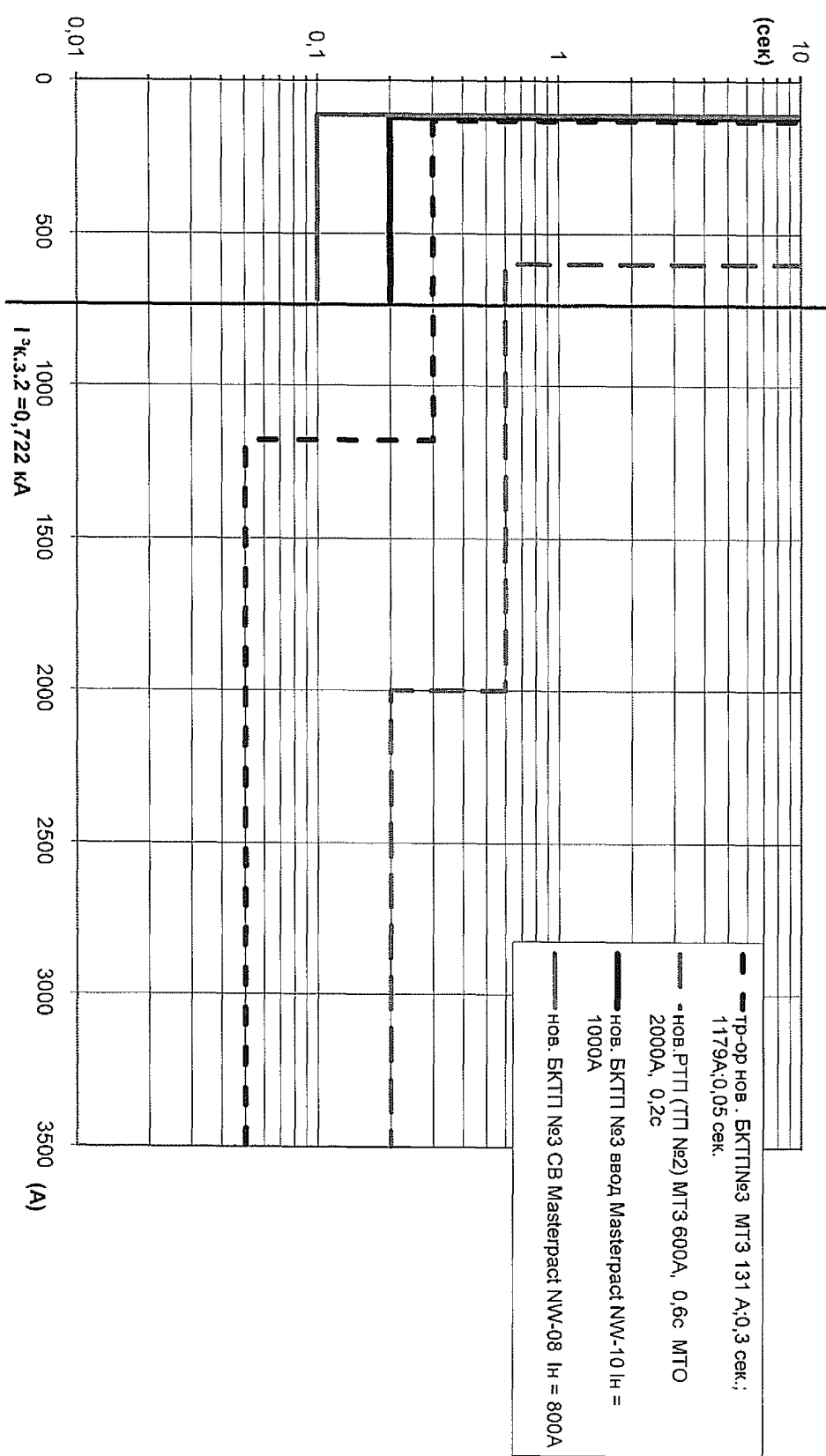
						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							27
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 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	Коеф. трансформации трансф-ра тока	$\eta_T$	60	-	-	
3	Расчётное значение т.к.з. в зоне защиты	$I_{k1}^{(3)}$	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	$K_p (K_n \text{ с.})$	1,1	1,2	1,2	
7	Расчетные коэффициенты	$K_{сх}$	1	1	-	
8	надежность возврата реле	$K_n$	1,1	1,1	-	
9	Ток срабатывания защиты	$I_{ср} = K_{сх} \cdot (K_n / K_v) \cdot I_m$	-	-	-	
10	принятый, А	$I_{ср}$	-	-	-	
11	первичный, А	$I_{с3} = I_{ср} \cdot \eta_T$	600	131	720	
12	в зоне основной защиты	$K_d = 0,87 \cdot I_{k1}^{(3)} / I_{с3}$	6,42	24,43	13,10	
13	чувствительность защиты	$K_d = 0,87 \cdot I_{k2}^{(3)} / I_{с3}$	5,33	4,80	-	
14	за трансформатором Д/У	$K_d = 0,5 \cdot I_{k2}^{(3)} / I_{с3}$	-	-	-	
15	тип		Sepam S-20	1хVIP-300LL	mastergract	
16	Выбрано		-	-	-	
17	пределы уставки тока реле, А	от ... до	-	-	-	
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	$K_d = 0,87 \cdot I_{k1}^{(3)} / I_{с3}$	1,6	2,7	5,24	
28	Выбрано		Sepam S-20	1хVIP-300LL	mastergract	
29	Пределы уставки тока реле, А	тип	-	63 - 312	NW-10	
30	Принятая уставка времени защиты, С	от ... до	0,2	0,05	0,2	
31	Реле времени, тип и пределы уставки	$t$	-	-	-	

Приложение 6.  
Карта селективности защит БКТП-3.



Заземление (зануление) и молниезащитка.

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.
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 контейнере ДЭС, предназначенный как для заземления, так и для молниезащиты, соединяется стальной полосой 40х4 с заземлителем.
3. Сопротивление искусственного заземлителя растеканию тока должно быть не более 4 Ом в любое время года
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:

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

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

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.)

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

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							30
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

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.)

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

Полное сопротивление заземлителя:

$$R_3 = \frac{R_B \cdot R_{\Gamma}}{R_B + R_{\Gamma}} = \frac{6,3 \cdot 8,1}{6,3 + 8,1} = 3,6 \text{ Ом}$$

Сопротивление заземляющего устройства не превышает допустимого 4 Ом.

#### Тип, класс применяемых кабелей.

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

#### Перечень применяемых нормативных документов.

1. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (утв. постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87).
2. СП 6.131130.2009. «Электрооборудование. Требования пожарной безопасности».
3. ГОСТ Р 53315-2009. «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
4. Правила устройства электроустановок.
5. СП 31-110-2003. «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».
6. ГОСТ Р 50571.15-97. «Электроустановки зданий. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки».
7. ГОСТ Р 53315-2009. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности.
8. ГОСТ 13996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия.
9. ГОСТ Р 21.1101-2009. «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».

						РЦЦ/85578/15-ИОС1.5-ЭС6кВ.ПЗ	Лист
							31
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		