

Общество с ограниченной ответственностью
"Электро Системы"



Реконструкция КЛ-10 кВ ПС РИП прис.19 - ТП-452
г. Новороссийск

Расчет РЗА

Рабочая документация

26-2022-ЭС.РЗА

Том 2

г. Краснодар 2022

Общество с ограниченной ответственностью
"Электро Системы"



Реконструкция КЛ-10 кВ ПС РИП прис.19 - ТП-452
г. Новороссийск

Расчет РЗА

Рабочая документация

26-2022-ЭС.РЗА

Том 2

Главный инженер проекта

Зубенко А.А.

Генеральный директор ООО "ЭлСи"

Стригунов Е.А.

г. Краснодар 2022

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №		
						26-2022-ЭС.РЗА.СТ		
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.			
	Разраб.	Германов		12.22		Содержание тома	Стадия	Лист
	ГИП	Зубенко		12.22			Р	3
	Н.контр.	Стригунов		12.22			ООО "ЭлСи"	

Обозначение	Наименование	Примечание
	Текстовая часть:	
	Титульный лист	
26-2022-ЭС.СТ.РЗА	Содержание тома	
26-2022-ЭС.ПЗ.РЗА	Пояснительная записка	
	Приложения:	
	Графическая часть:	
26-2022-ЭС.РЗА	Комплект схем применных для выполнения необходимых расчетов в данном томе	

Оглавление

1. Общие сведения и исходные данные.....	5
2. Исходные данные по системам РЗА.....	6
3. Расчет токов коротких замыканий.....	7
3.1 Расчет токов КЗ по присоединению РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП".....	9
4. Расчет уставок срабатывания устройств РЗА прис. РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП".....	11
5. Нормативные ссылки.....	15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								
							26-2022-ПЗ.РЗА			
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
	Разраб.	Германов			12.22	Содержание пояснительной записки		Стадия	Лист	Листов
	ГИП	Зубенко			12.22			Р	4	15
	Н.контр.	Стригунов			12.22			ООО "ЭлСи"		

1. Общие сведения и исходные данные

Данным проектом предусматривается:

- расчет токов короткого замыкания по присоединению РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП".
- расчет и выбор уставок РЗА по присоединению РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП".

Настоящий проект выполняется на основании технического задания на проектирование: "Реконструкция КЛ-10 кВ ПС РИП прис.19 - ТП-452 г. Новороссийск".

В настоящем проекте все технические решения по сооружениям, конструкциям, оборудованию и технической части приняты и разработаны в полном соответствии с действующими на дату выпуска проекта нормами и правилами, включая правила пожаро- и взрывобезопасности. Проект разработан в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26-2022-ПЗ.РЗА		Лист
								5

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		
1. Токи КЗ на ПС 110/10 кВ "РИП"		
-	Максимальный режим - $I^{(3)}_{\max} = 11,590 \text{ кА}$	
-	Минимальный режим - $I^{(3)}_{\min} = 7,345 \text{ кА}$	
2. Данные по защитам прис. РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП"		
-	Реле	РТ-40/10
-	Уставка МТЗ	600А / 1,0с
-	Уставка ТО	1500А / 0,4с
-	Трансформатор тока	ТОЛ-10 300/5

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №	
						26-2022-ПЗ.РЗА	Лист
							6
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		

3. Расчет токов коротких замыканий

Расчёт производился согласно РД 153-34.0-20.527-98 «Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования». Расчет необходимых параметров рассматриваемой сети приведен ниже.

Сопротивление питающей системы на ПС 110/10 кВ "РИП" определим по формулам:

$$X_c \max = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{\max}) = 10,5 / ((\sqrt{3} * 11,590) = 0,523 \text{ Ом},$$

$$X_c \min = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{\min}) = 10,5 / ((\sqrt{3} * 7,345) = 0,825 \text{ Ом}.$$

Активное сопротивление проводов линии определяется по формуле:

$$R = r_{уд} * L,$$

где:

L – длина линии, км,

$r_{уд}$ – удельное активное сопротивление линии, Ом/км.

Индуктивное сопротивление проводов линии определяется по формуле:

$$X = X_{уд} * L,$$

где:

L – длина линии, км,

$X_{уд}$ – удельное индуктивное сопротивление линии, Ом/км,

Сопротивление трансформатора мощностью 400 кВА

$$Z_{тр} = \sqrt{(R_{тр}^2 + X_{тр}^2)} = 13,75 \text{ Ом}$$

Сопротивление трансформатора мощностью 630 кВА

$$Z_{тр} = \sqrt{(R_{тр}^2 + X_{тр}^2)} = 8,73 \text{ Ом}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					26-2022-ПЗ.РЗА		Лист
									7
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Ток короткого замыкания (КЗ) определяется по формуле:

$$I^{(3)} = U_H / (\sqrt{3} * \sqrt{(\Sigma R)^2 + (\Sigma X)^2})$$

где:

ΣR - сумма активных сопротивлений линий рассматриваемого участка, Ом

ΣX - сумма индуктивных сопротивлений линий рассматриваемого участка, Ом

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26-2022-ПЗ.РЗА				Лист
										8

3.1 Расчет токов КЗ по присоединению РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП-19"

Для расчета токов короткого замыкания в определенных точках необходимо рассчитать сопротивления участков сети до этих точек и сопротивление системы в максимальном и минимальном режиме.

Таблица 1. Сопротивления участков сети прис. РИП-19.

№	Наименование элемента	Тип	Сечение, мм ²	Длина, км	Удельные характеристики, Ом/км		Сопротивление, Ом	
					R	X	R	X
1	РИП-19 - ТП-452	АСБл	240	1,3	0,129	0,071	0,168	0,092
2	ТП-452 - ТП-144	АСБл	240	0,2	0,129	0,071	0,026	0,014
3	ТП-452 - ТП-144	АСБл	240	0,1	0,129	0,071	0,013	0,007
4	ТП-452 - ТП-272П	АСБ	120	2,103	0,25	0,08	0,526	0,168
5	ТП-272П - РП-27	АСБ	185	0,668	0,16	0,071	0,107	0,047
6	РП-27 - ТП-245П	АСБ	120	1,21	0,25	0,08	0,303	0,097
7	РП-27 - ТП-242П	АСБл	185	0,03	0,164	0,073	0,005	0,002
8	РП-27 - ТП-145	АСБл	240	0,06	0,129	0,071	0,008	0,004
9	РП-27 - ТП-145	АСБ	95	0,36	0,32	0,08	0,115	0,029
10	ТП-145 - ТП-545	ААБл	185	0,445	0,169	0,077	0,075	0,034
11	ТП-145 - ТП-545	АСБ	95	0,14	0,32	0,08	0,045	0,011
12	ТП-545 - ТП-770П	ААБ	120	0,12	0,25	0,081	0,030	0,010
13	ТП-770П - ТП-245П	АСБ	95	0,195	0,32	0,08	0,062	0,016
14	ТП-245П - ТП-245А	АСБ	150	0,115	0,2	0,07	0,023	0,008
15	РП-27 - ТП-240	АСБл	240	0,803	0,129	0,071	0,104	0,057
16	ТП-240 - ТП-271	АСБл	240	1,457	0,129	0,071	0,188	0,103
17	ТП-271 - ТП-130П	АСБ	95	0,703	0,32	0,08	0,225	0,056
18	ТП-271 - ТП-130П	АСБ	120	0,194	0,25	0,08	0,049	0,016
19	ТП-130П - ТП-190	АСБ	95	1,39	0,32	0,08	0,445	0,111
20	ТП-190 - ТП-290	АСБ	240	0,41	0,133	0,068	0,055	0,028
21	ТП-290 - ТП-690	АСБл	240	0,29	0,129	0,071	0,037	0,021
22	ТП-690 - ТП-291	АСБл	240	0,25	0,129	0,071	0,032	0,018
23	ТП-291 - ТП-179	АСБ	240	0,4	0,133	0,068	0,053	0,027
24	ТП-291 - ТП-179	АСБ	150	1,072	0,2	0,07	0,214	0,075
25	ТП-179 - Ю-2	АпВп	240	1,1	0,161	0,136	0,177	0,150

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

26-2022-ПЗ.РЗА

Лист

9

Изм. Кол. уч. Лист № док. Подп. Дата

Для расчета тока короткого замыкания в точке К1 понадобятся :
сопротивления участков № 1,2 и сопротивление системы в максимальном и
минимальном режиме сети 6 кВ.

Согласно формуле приведенной ранее получим следующие выражения:

$$I_{\max}^{(3)} = 10,5 / (\sqrt{3} * \sqrt{((0,310)^2 + (0,090 + 0,528)^2)}) = 4,296 \text{ кА}$$

$$I_{\min}^{(3)} = 10,5 / (\sqrt{3} * \sqrt{((0,310)^2 + (0,090 + 1,181)^2)}) = 2,425 \text{ кА}$$

Сведем результаты расчетов в Таблицу 2.

Таблица 2. Значения токов КЗ на прис. РИП-19 ПС 110/10 кВ "РИП"

Точка КЗ	Место КЗ	Uб	Uвн			Uб	Uнн		
			max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.		max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.
К1	На шинах 10/0,4 кВ ТП-144	10,5	8,149	5,794	5,018	10,5	0,585	0,568	0,492
К2	На шинах 10 кВ РП-27	10,5	4,256	3,511	3,041	10,5	-	-	-
К3	На шинах 10/0,4 кВ ТП-245П I с.ш.	10,5	3,481	2,966	2,569	10,5	0,777	0,748	0,648
К4	На шинах 10/0,4 кВ ТП-242П	10,5	4,240	3,500	3,031	10,5	0,365	0,359	0,311
К5	На шинах 10/0,4 кВ ТП-245П II с.ш.	10,5	3,416	2,919	2,528	10,5	0,773	0,745	0,645
К6	На шинах 10 кВ ТП-245А	10,5	3,370	2,885	2,498	10,5	-	-	-
К7	На шинах 10 кВ Ю-2 Н.Р.	10,5	1,933	1,763	1,527	10,5	-	-	-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									26-2022-ПЗ.РЗА	
									10	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

4. Проверяем уставки срабатывания РЗА ячейки 10кВ РИП-19 ПС 110/10кВ «РИП» в связи с реконструкцией головного участка КЛ-10 кВ от РУ-10 кВ ПС «РИП», присоединение 19 до РУ-10 кВ ТП-452.

Исходные данные для расчета:

Существующие уставки РЗА ячейки 10кВ РИП-26 ПС 110/10кВ «РИП»:

$K_{\text{тт}}=300/5$

ТО: 1500А/0,4с;

МТЗ: 600А/1,0с;

Реле: РТ-40

Существующие уставки РЗА в водной ячейке 10 кВ РП-27:

$K_{\text{тт}}=400/5$

ТО: нет

МТЗ: 480А/0,5с;

Реле: РТ-40

Существующие уставки РЗА в отходящей ячейке 10 кВ РП-27:

$K_{\text{тт}}=400/5$

МТЗ: 400А/0с;

Реле: РТВ-V

Существующие уставки РЗА в отходящей ячейке 10 кВ РП-27:

$K_{\text{тт}}=400/5$

МТЗ: 260А/0с;

Реле: РТВ-V

4.1. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА ячейки 10кВ питающего центра РИП-19 ПС 110/10 кВ «РИП».

4.1.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на шинах 10 кВ РП-27 точка К2:

$$I_{\text{сз}} \geq K_{\text{н}} \cdot I_{\text{макс.КЗ}}^3$$

где $K_{\text{н}}$ -коэффициент надежности, принимаем равным 1,1 (для РТ-40);

$I_{\text{макс.КЗ2}}$ - ток КЗ в точке К2 (на шинах 10 кВ РП-27);

$$I_{\text{сз}} \geq 1,1 \cdot 4256 = 4682 \text{ А}$$

Для селективной работы токовой отсечки на присоединении 10кВ РИП-19 необходимо использовать выдержку времени $t_{\text{сз}} = 0,4 \text{ с}$

Принимаем уставку ТО без изменения: $I_{\text{сз}} = 1500 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 0,4 \text{ с}$.

4.1.2 Максимальная токовая защита:

Определяем ток срабатывания:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			26-2022-ПЗ.РЗА						
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$I_{сз} \geq \frac{K_H \cdot K_{сзп}}{K_B} \cdot I_{\text{раб.макс}}$$

где K_H -коэффициент надежности, принимаем равным 1,5 (РТ-40);

$K_{сзп}$ - коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,3;

K_B - коэффициент возврата, принимаем равным 0,85;

$I_{\text{раб.макс}}$ - максимальный рабочий ток, для ячейки 10 кВ РИП-19 определяем по максимальной разрешённой мощности.

$P_{\text{сущ.разреш.РИП-19}} = 2430 \text{ кВт}$ – существующая максимальная разрешенная мощность присоединение 10кВ РИП-19;

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{P_{\text{разреш.}\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{2430}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,93} = 144 \text{ А.}$$

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 144 = 330 \text{ А.}$$

Принимаем уставку МТЗ без изменения: $I_{сз} = 600 \text{ А}$, $t_{сз} = 1,0 \text{ с}$

4.1.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании в точке К2 (основная зона чувствительности МТЗ):

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{3041}{600} = 5,1 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

4.1.4. Проверка существующих трансформаторов тока ячейки 10 кВ РИП-19 ($k_{\text{тт}}=300/5$) по условию максимальной нагрузки:

$$I_{\text{раб. макс.}} \leq I_{\text{ном.тт}}$$

$$I_{\text{раб. макс.}} = 144 \text{ А}$$

$$144 \leq 300 \text{ (условие выполняется).}$$

Замена трансформаторов тока с коэффициентом 300/5 на больший коэффициент не требуется.

4.2. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА в водной ячейке РП-27:

4.2.1. Максимальная токовая защита:

Ток срабатывания по отстройке от МТЗ ячейки 10кВ РИП-19 ПС 110/10кВ «РИП»:

$$I_{сз} \leq \frac{I_{\text{МТЗ}}}{K_{\text{отс}}}$$

где $K_{\text{отс}}$ -коэффициент отстройки, принимаем равным 1,2;

$I_{\text{то}}$ - ток срабатывания МТЗ ячейки 10кВ РИП-19 ПС 110/10кВ «РИП»;

$$I_{сз} \leq \frac{600}{1,2} = 500 \text{ А}$$

Время срабатывания максимальной токовой защиты

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			26-2022-ПЗ.РЗА						12	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$t_{сз} = t_{сз.пред} - \Delta t$$

где $t_{сз.пред}$ - время срабатывания на отходящей ячейки 10кВ РИП-19 ПС 110/10кВ «РИП»;

Δt - ступень селективности 0,5 с.

$$t_{сз} = 1,0 - 0,5 = 0,5 \text{ с}$$

Принимаем уставку МТЗ без изменения: $I_{сз} = 480 \text{ А}$, $t_{сз} = 0,5 \text{ с}$

4.2.2. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании в точке К2 на шинах 10 кВ РП-27 (основная зона чувствительности МТЗ):

$$k_{чув.} = \frac{I_{мин.кз.}^2}{I_{уст.}^2} = \frac{3041^2}{480^2} = 6,3 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

4.2.3. Токовая отсечка: не используется.

4.3. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА в отходящей ячейке РП-27 в сторону ТП-242п:

4.3.1. Максимальная токовая защита:

Определяем ток срабатывания:

$$I_{сз} \geq \frac{K_H \cdot K_{сзп}}{K_B} \cdot I_{раб.макс}$$

где K_H - коэффициент надежности, принимаем равным 1,5 (РТВ);

$K_{сзп}$ - коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,3;

K_B - коэффициент возврата, принимаем равным 0,8;

$I_{раб.макс}$ - максимальный рабочий ток, для ячейки определяем по коэффициенту трансформаторов тока 200/5.

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 200 = 488 \text{ А.}$$

Принимаем уставку МТЗ: $I_{сз} = 700 \text{ А}$, $t_{сз} = 0 \text{ с}$ (реле РТВ-V (17.5)).

4.3.2. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании в точке К4 на шинах 10 кВ ТП-242п (основная зона чувствительности МТЗ):

$$k_{чув.} = \frac{I_{мин.кз.}^2}{I_{уст.}^2} = \frac{3031^2}{700^2} = 4,33 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

4.4. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА в отходящей ячейке РП-27 в сторону ТП-145:

4.4.1. Максимальная токовая защита:

Определяем ток срабатывания:

$$I_{сз} \geq \frac{K_H \cdot K_{сзп}}{K_B} \cdot I_{раб.макс}$$

где K_H - коэффициент надежности, принимаем равным 1,5 (РТВ);

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			26-2022-ПЗ.РЗА						
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$K_{сзп}$ - коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,3;

K_v - коэффициент возврата, принимаем равным 0,8;

$I_{\text{раб.макс}}$ - максимальный рабочий ток, для ячейки определяем по коэффициенту трансформаторов тока 200/5.

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 200 = 488 \text{ А.}$$

Принимаем уставку МТЗ: $I_{сз} = 700 \text{ А}$, $t_{сз} = 0 \text{ с}$ (реле РТВ-V (17.5)).

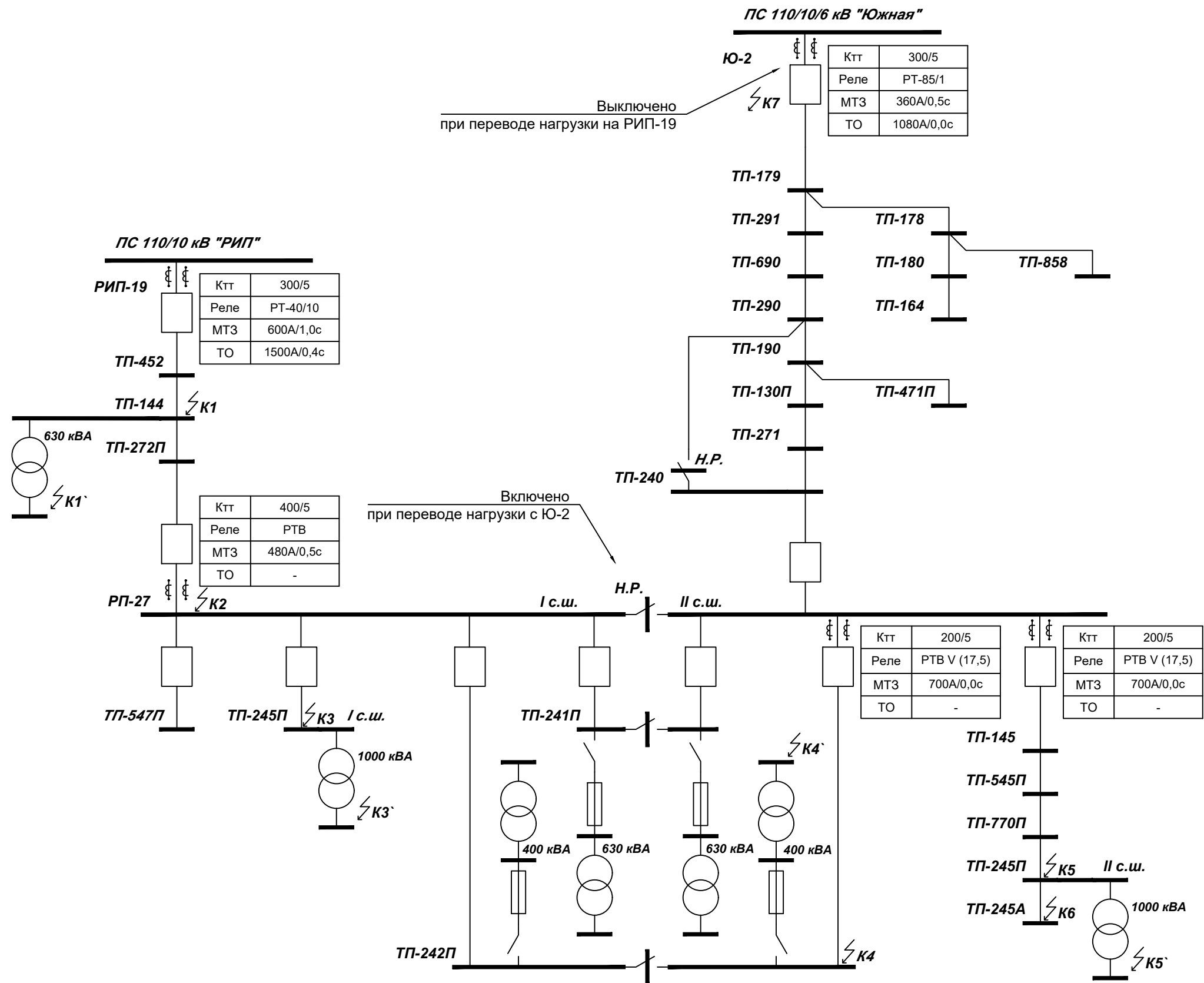
4.4.2. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании в точке К6 на шинах 10 кВ ТП-242п (основная зона чувствительности МТЗ):

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{2498}{700} = 3,6 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26-2022-ПЗ.РЗА				14

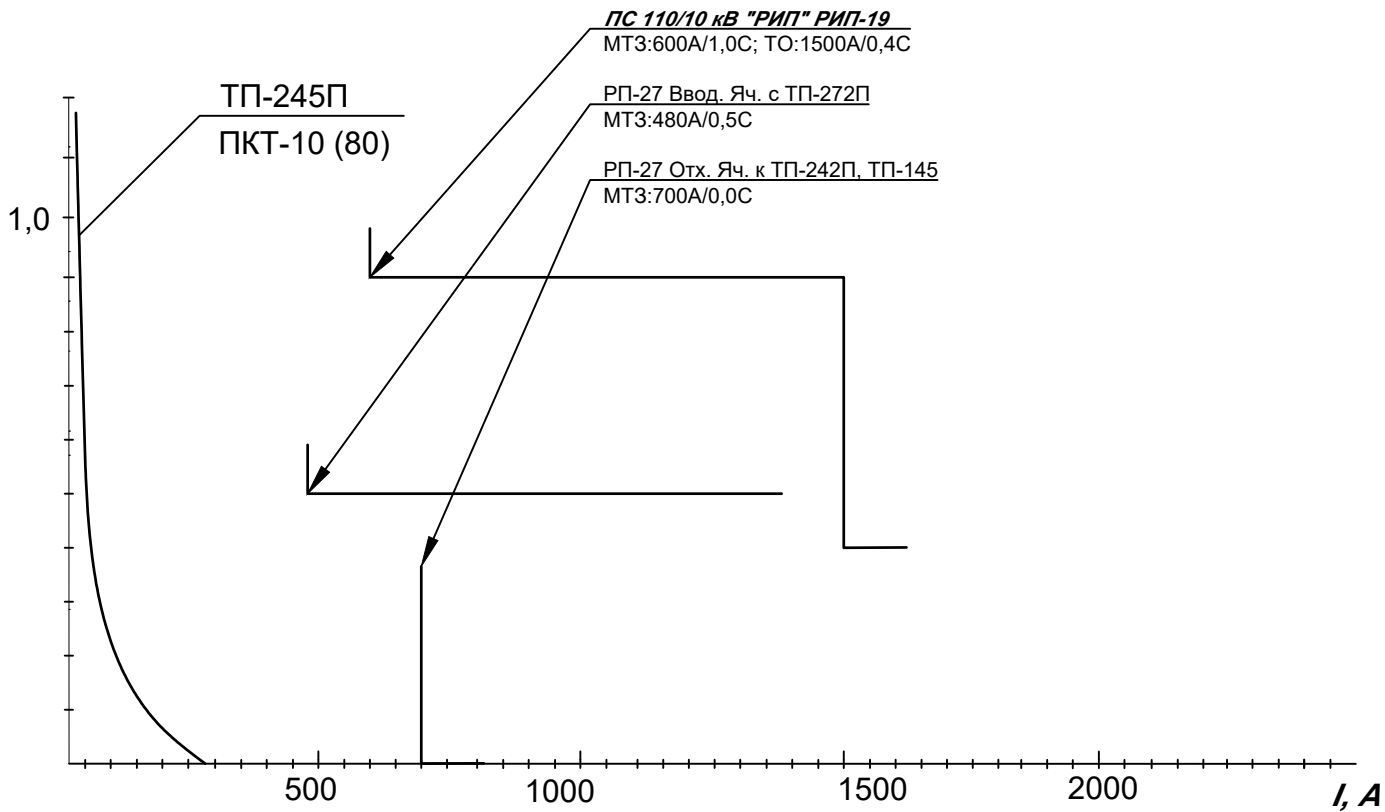
Согласовано

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



						26-2022-ЭС.РЗА			
						Реконструкция КЛ-10 кВ ПС РИП прис.19 - ТП-452 г. Новороссийск			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схемы сети и исходные данные	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Германов			12.22		Р	1	2
ГИП		Зубенко			12.22				
Н.контр.		Стригунов			12.22	Схема присоединения Е-23 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-І"	ООО "ЭлСи"		

Согласовано



Инв. № подл.	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						
Подп. и дата	Взам. инв. №											
26-2022-ЭС.Р3А												
Реконструкция КЛ-10 кВ ПС РИП прис.19 - ТП-452 г. Новороссийск												

5. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

При разработке проектной и рабочей документации использованы следующие

нормативные документы:

1) Постановление Правительства РФ №87 от 16 февраля 2008 г. (в ред. Постановления Правительства РФ от 06.07.2020 №864) О составе разделов

проектной документации и требованиях к их содержанию.

2) Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7 издание. 2020 г.

3) РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей (с изменениями и дополнениями от 29.06.1999 N213).

4) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утв.

приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 №6).

5) ГОСТ Р 21.1101-2013 Основные требования к проектной и рабочей документации.

6) Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (приказ №328н от 24.07.2013).

7) ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

8) РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчёту токов короткого

замыкания и выбору электрооборудования.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					Лист
										15

26-2022-ПЗ.РЗА