

Общество с ограниченной ответственностью
"Электро Системы"



Электроснабжение "ВРУ-0,4 кВ" ЭПУ нежилого здания, г. Ейск, ул.
Энгельса, дом № 158/3, ТУ № 3-37-19-1196

Расчет РЗА

Рабочая документация

32-2020-ЭС.РЗА

Том 2

г. Краснодар 2020

Общество с ограниченной ответственностью
"Электро Системы"



Электроснабжение "ВРУ-0,4 кВ" ЭПУ нежилого здания, г. Ейск, ул.
Энгельса, дом № 158/3, ТУ № 3-37-19-1196

Расчет РЗА

Рабочая документация

32-2020-ЭС.РЗА

Том 2

Главный инженер проекта

Каминник В.А.

Генеральный директор ООО "ЭлСи"

Стригунов Е.А.

г. Краснодар 2020

Обозначение	Наименование	Примечание
	Текстовая часть:	
	Титульный лист	
32-2020-ЭС.РЗА. СТ	Содержание тома	
32-2020-ПЗ.РЗА	Пояснительная записка	
	Приложения:	
	Графическая часть:	
32-2020-ЭС.РЗА	Комплект схем применных для выполнения необходимых расчетов в данном томе	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						32-2020-ЭС.РЗА.СТ			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Зубенко			06.20		Р	3	22
ГИП		Каминник			06.20		ООО "ЭлСи"		
Н.контр.		Стригунов			06.20				

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 Е-21, Е-6 ПС /110/35/6 кВ "Ейск-1"	8
4. Расчет уставок срабатывания устройств РЗА прис. Е-21.....	12
5. Расчет уставок срабатывания устройств РЗА прис. Е-6.....	16
6. Нормативные ссылки.....	22

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								
							32-2020-ПЗ.РЗА			
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
	Разраб.	Зубенко			06.20	Содержание пояснительной записки	Стадия	Лист	Листов	
	ГИП	Каминник			06.20		Р	4	22	
	Н.контр.	Стригунов			06.20		ООО "ЭлСи"			

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Токи КЗ на ПС 110/35/6 кВ "Ейск-1"

-	Максимальный режим - $I^{(3)}_{\max} = 21,466$ кА
-	Минимальный режим - $I^{(3)}_{\min} = 4,621$ кА

2. Данные по защитах прис. Е-6 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-1"

-	Реле	РТ-40
-	Трансформатор тока	ТОЛ-10 400/5
-	Уставка МТЗ	600А / 1,0с
-	Уставка ТО	1800А / 0,0с

3. Данные по защитах прис. Е-21 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-1"

-	Реле	РТ-40
-	Трансформатор тока	ТОЛ-10 300/5
-	Уставка МТЗ	450А / 1,0с
-	Уставка ТО	2000А / 0,2с

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							32-2020-ПЗ.РЗА	Лист
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		6

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 определим по формулам:

$$X_{с\ max} = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{max}) = 6,3 / ((\sqrt{3} * 21,466)) = 0,169\ \text{Ом},$$

$$X_{с\ min} = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{min}) = 6,3 / ((\sqrt{3} * 4,621)) = 0,787\ \text{Ом}.$$

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 630 кВА

$$Z_{тр} = \sqrt{(R_{тр}^2 + X_{тр}^2)} = 5,5\ \text{Ом}$$

Ток короткого замыкания (КЗ) определяется по формуле:

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

где:

$\sum R$ - сумма активных сопротивлений линий рассматриваемого участка, Ом

$\sum X$ - сумма индуктивных сопротивлений линий рассматриваемого участка, Ом

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					32-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									7
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

3.1 Расчет токов КЗ по присоединению Е-21 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-І".

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. Е-21.

Наименование элемента	Тип	Сечение, мм ²	Длина, км	Удельные характеристики, Ом/км		Сопротивление, Ом	
				R	X	R	X
Е-21 - Проект. ТП	АСБ	240	3,170	0,133	0,068	0,422	0,216
Е-21 - Проект. ТП	АСБл	240	0,227	0,129	0,071	0,029	0,016
Проект. ТП - ТП-214	АСБл	240	0,227	0,129	0,071	0,029	0,016
Проект. ТП - ТП-214	АСБл	240	0,065	0,129	0,071	0,008	0,005
ТП-214 - РП-5	АСБл	240	0,065	0,129	0,071	0,008	0,005
ТП-214 - РП-5	АСБ	240	0,7	0,133	0,068	0,093	0,048
РП-5 - ТП-177	АСБ	120	0,5	0,25	0,08	0,125	0,040
ТП-177 - ТП-178	АСБ	240	0,35	0,133	0,068	0,047	0,024
РП-5 - ТП-1п	АСБ	120	0,24	0,25	0,08	0,060	0,019
РП-5 - ТП-176	АСБ	240	0,27	0,133	0,068	0,036	0,018
ТП-176 - ТП-91п	АСБ	240	0,7	0,133	0,068	0,093	0,048
ТП-91п - ТП-85п	АСБ	240	0,28	0,133	0,068	0,037	0,019
ТП-85п - ТП-175	АСБ	240	0,25	0,133	0,068	0,033	0,017
РП-5 - ТП-179	АСБ	120	0,75	0,250	0,080	0,188	0,060
ТП-179 - ТП-4п	АСБ	185	0,3	0,160	0,071	0,048	0,021
ТП-4п - ТП-178	АСБ	120	0,22	0,250	0,080	0,055	0,018
ТП-178 - ТП-185	АСБ	70	0,3	0,44	0,08	0,132	0,024
ТП-185 - ТП-16	АСБ	240	0,26	0,133	0,068	0,035	0,018
ТП-178 - ТП-102п	АСБ	120	0,23	0,25	0,08	0,058	0,018
ТП-102п - ТП-103п	АСБ	120	1,1	0,25	0,08	0,275	0,088
ТП-103п - ТП-89п	АСБ	120	0,135	0,25	0,08	0,034	0,011

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата							Лист	
									8	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

32-2020-ПЗ.РЗА

Для расчета тока короткого замыкания в точке К1 нам понадобятся сопротивления участков № 1,2 и сопротивления системы в максимальном и минимальном режиме сети 10 кВ.

Согласно формуле приведенной ранее получим следующие выражения:

$$I_{\max}^{(3)} = (\sqrt{3} * \sqrt{(0,150)^2 + (0,077 + 0,388)^2}) = 12,406 \text{ кА}$$

$$I_{\min}^{(3)} = (\sqrt{3} * \sqrt{(0,150)^2 + (0,077 + 0,664)^2}) = 8,024 \text{ кА}$$

Сведем результаты расчетов в Таблицу 2.

Таблица 2. Значения токов КЗ на прис. Е-21 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-І".

Точка КЗ	Место КЗ	Uб	Uвн			Uнн		
			max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.	max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.
К1	На шинах 6/0,4 кВ Проект. ТП	6,3	6,027	3,265	2,827	0,398	0,373	0,323
К2	На шинах 6 кВ РП-5 ввод с Е-21	6,3	4,805	2,931	2,538	-	-	-
К3	На шинах 6/0,4 кВ ТП-177	6,3	4,509	2,826	2,447	0,581	0,540	0,467
К4	На шинах 6 кВ ТП-178	6,3	4,338	2,764	2,393	-	-	-
К5	На шинах 6/0,4 кВ ТП-1п	6,3	4,672	2,883	2,497	0,858	0,770	0,667
К6	На шинах 6 кВ ТП-175	6,3	4,125	2,679	2,320	-	-	-
К7	На шинах 6 кВ ТП-16	6,3	3,611	2,499	2,164	-	-	-
К8	На шинах 6/0,4 кВ ТП-102п	6,3	3,865	2,594	2,246	0,836	0,752	0,651
К9	На шинах 6 кВ ТП-89п	6,3	3,098	2,276	1,971	-	-	-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									32-2020-ПЗ.РЗА	
									9	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

3.2 Расчет токов КЗ по присоединению Е-6 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-І".

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 3. Сопротивления участков сети прис. Е-6.

№ Уч.	Наименование элемента	Тип	Сечение, мм ²	Длина, км	Удельные характеристики, Ом/км		Сопротивление, Ом	
					R	X	R	X
1	Е-6 - БКТП-49	А	70	2,155	0,46	0,4	0,991	0,862
2	Е-6 - БКТП-49	АСБ	150	0,25	0,2	0,07	0,050	0,018
3	БКТП-49 - Проект. ТП	ААБ	185	0,2	0,169	0,077	0,034	0,015
4	БКТП-49 - Проект. ТП	АСБ	240	0,038	0,133	0,068	0,005	0,003
5	Проект. ТП - ТП-97	АСБ	240	0,04	0,13	0,07	0,005	0,003
6	Проект. ТП - ТП-97	ААБ	185	0,28	0,17	0,08	0,047	0,022
7	ТП-97 - ТП-32п	АСБ	185	0,30	0,16	0,07	0,048	0,021
8	ТП-32п - ТП-8п	ААШв	240	0,15	0,13	0,08	0,019	0,012
9	ТП-32п - ТП-47	А	120	0,688	0,27	0,4	0,186	0,275
10	ТП-47 - ТП-48	А	50	0,363	0,64	0,4	0,232	0,145
11	ТП-47 - ТП-48	АСБ	35	0,06	0,89	0,09	0,053	0,005
12	ТП-48 - ТП-126	ААБ	185	0,06	0,169	0,077	0,010	0,005
13	ТП-48 - ТП-126	А	95	0,387	0,34	0,4	0,132	0,155
14	ТП-48 - ТП-126	АСБ	185	0,035	0,16	0,071	0,006	0,002

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									32-2020-ПЗ.РЗА	
									10	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Для расчета тока короткого замыкания в точке К1 нам понадобятся сопротивления участков № 1,2 и сопротивления системы в максимальном и минимальном режиме сети 10 кВ.

Согласно формуле приведенной ранее получим следующие выражения:

$$I_{\max}^{(3)} = (\sqrt{3} * \sqrt{(0,092)^2 + (0,069 + 0,388)^2}) = 12,999 \text{ кА}$$

$$I_{\min}^{(3)} = (\sqrt{3} * \sqrt{(0,092)^2 + (0,069 + 0,664)^2}) = 8,211 \text{ кА}$$

Сведем результаты расчетов в Таблицу 2.

Таблица 4. Значения токов КЗ на прис. Е-6 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-І".

Точка КЗ	Место КЗ	Uб	Uвн			Uнн		
			max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.	max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.
К1	На шинах 6/0,4 кВ БКТП-49	6,3	2,461	1,851	1,603	0,785	0,695	0,602
К2	На шинах 6/0,4 кВ Проект. ТП	6,3	2,395	1,817	1,574	0,369	0,347	0,301
К3	На шинах 6/0,4 кВ ТП-8п	6,3	2,212	1,719	1,489	0,767	0,681	0,590
К4	На шинах 6 кВ ТП-126	6,3	1,469	1,240	1,073	-	-	-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									32-2020-ПЗ.РЗА	
									11	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

4. Определяем уставки срабатывания РЗА яч. 6кВ Е-21 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

Исходные данные для расчета:

Существующие уставки РЗА яч. 6кВ Е-21 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

$K_{ТТ}=300/5$

ТО: 2000А/0,2с;

МТЗ: 450А/1,0с;

Реле: РТ-40

Уставки РЗА вводной, трансформаторной яч. 6кВ проектируемой ТП:

ТО: проектируемые;

МТЗ: проектируемые;

Реле: Vip 400; Vip 40

4.1. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА яч. 6кВ питающего центра Е-21 в связи подключением два ТП-250кВА (150 кВт):

4.1.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на стороне 6кВ проектируемого ТП:

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

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

$I_{\text{макс.КЗ}}^3$ - ток короткого замыкания на шинах 6кВ проектируемого ТП;

$$I_{сз} \geq 1,1 \cdot 6027 / 3265 = 6630 / 3592 \text{ А}$$

Для селективного срабатывания токовой отсечки введем время срабатывания.

Время срабатывания токовой отсечки

$$t_{сз} = 0,2 \text{ с}$$

Принимаем уставку ТО: $I_{сз} = 2000 \text{ А}$, $t_{сз} = 0,2 \text{ с}$.

4.1.2 Максимальная токовая защита:

Определяем ток срабатывания:

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

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

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	4.1.2 Максимальная токовая защита: Определяем ток срабатывания: $I_{сз} \geq \frac{K_{н} \cdot K_{сзп}}{K_{в}} \cdot I_{\text{раб.макс}}$ где $K_{н}$ -коэффициент надежности, принимаем равным 1,5 (РТ-40); $K_{сзп}$ - коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,3;					
			32-2020-ПЗ.РЗА					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист		
						12		

K_v - коэффициент возврата, принимаем равным 0,85;

$I_{\text{раб.макс}}$ - максимальный рабочий ток, для яч. 6 кВ Е-21 определяем по максимальной разрешенной мощности.

$P_{\text{сущ.разреш.Е-21}} = 1127 \text{ кВт}$ – существующая максимальная разрешенная мощность присоединение 6кВ Е-21;

$P_{\text{доб.}} = 150 \text{ кВт}$ – добавленная мощность (установка два ТП 250кВА);

$P_{\text{макс.разреш.Е-21}} = 1277 \text{ кВт}$ – максимальная разрешенная мощность присоединение 6кВ Е-21 в нормальном режиме с учетом добавленной

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{P_{\text{разреш.}\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi}, \text{ А}$$

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{1277}{\sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 0,93} = 126 \text{ А.}$$

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{\text{сз}} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 126 = 289 \text{ А.}$$

Принимаем уставку МТЗ без изменения: $I_{\text{сз}} = 450 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 1,0 \text{ с}$

4.1.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании на шины 6кВ проектируемого ТП:

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{2827}{450} = 6,3 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

4.1.4 Проверка существующих трансформаторов тока яч. 6 кВ Е-21 ($k_{\text{т}}=300/5$) по условию максимальной нагрузки:

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

$$I_{\text{раб. мах.}} = I_{\text{н сущ.}} + I_{\text{н доб.}} = 126 \text{ А}$$

$$126 \leq 300 \text{ (условие выполняется).}$$

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

4.2. Выбираем параметры РЗА на вводной яч. 6кВ проектируемого ТП.

4.2.1. Токовая отсечка: не используется.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									32-2020-ПЗ.РЗА	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	13	

4.2.2. Максимальная токовая защита:

Ток срабатывания по отстройке от яч. 6кВ Е-21 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

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

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

$I_{то}$ - ток срабатывания МТЗ яч. 6кВ Е-21 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»;

$$I_{сз} \leq \frac{450}{1,1} = 410 \text{ А}$$

Время срабатывания максимальной токовой защиты

$$t_{сз} = t_{сз.пред} - \Delta t$$

где $t_{сз.пред}$ -время срабатывания на отходящей яч. 6кВ Е-21 ПС 110/35/6 кВ «Ейская-1»;

Δt - ступень селективности 0,3 с.

$$t_{сз} = 1,0 - 0,3 = 0,7 \text{ с}$$

Принимаем уставку МТЗ: $I_{сз} = 410 \text{ А}$, $t_{сз} = 0,7 \text{ с}$

4.2.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании на шинах 6 кВ РП-5 в точке К2:

$$k_{чув.} = \frac{I_{мин.кз.}^2}{I_{уст.}^2} = \frac{2538}{410} = 6,2 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

4.3. Выбираем параметры РЗА на отходящей яч. 6кВ Т1 проектируемого ТП:

4.3.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на стороне 0,4кВ проектируемого трансформатора 250кВА:

$$I_{сз} \geq K_n \cdot I_{макс.КЗ}^3$$

где K_n -коэффициент надежности, принимаем равным 1,25 (для Vir 40);

$I_{макс.КЗ}^3$ - ток короткого замыкания на шинах 0,4кВ проектируемого трансформатора 250кВА;

$$I_{сз} \geq 1,25 \cdot 398 = 477 \text{ А}$$

Принимаем уставку ТО: $I_{сз} = 500 \text{ А}$, $t_{сз} = 0 \text{ с}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			32-2020-ПЗ.РЗА						14	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

4.3.2. Максимальная токовая защита яч. Т1 2БРТП 250 кВА:

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 (реле VIP-40);

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

K_B - коэффициент возврата, принимаем равным 0,95;

$I_{н.тр-ра} = 23A$ —номинальный ток трансформатора Т1, Т2 250кВА по стороне 6кВ;

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,95} \cdot 23 = 47A$$

Время срабатывания максимальной токовой защиты

$$t_{сз} = t_{сз.пред} - \Delta t$$

где $t_{сз.пред}$ - время срабатывания на вводной яч. 6кВ проектируемой ТП;

Δt - ступень селективности 0,2 с.

$$t_{сз} = 0,5 - 0,2 = 0,3с$$

Принимаем МТЗ: $I_{сз} = 50 A$, $t_{сз} = 0,3с$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								32-2020-ПЗ.РЗА	Лист
											15
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

5. Определяем уставки срабатывания РЗА яч. 6кВ Е-6 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

Исходные данные для расчета:

Существующие уставки РЗА яч. 6кВ Е-6 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

$K_{\text{ТТ}}=400/5$

ТО: 1800А/0с;

МТЗ: 600А/1,0с;

Реле: РТ-40

Уставки РЗА вводной яч. 6кВ в БКТП-49 (РП-11):

$K_{\text{ТТ}}=300/5$

ТО: выведено по режиму

МТЗ: выведено по режиму

Реле: Seram S40

Уставки РЗА отходящей яч.6кВ в БКТП-49 (РП-11) в сторону проектируемой ТП:

$K_{\text{ТТ}}=200/5$

ТО: 1800А/0с;

МТЗ: 520А/0,6с;

Реле: Seram S20

Уставки РЗА вводной, трансформаторной яч. 6кВ проектируемой ТП:

ТО: проектируемые;

МТЗ: проектируемые;

Реле: Vip 400; Vip 40

5.1. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА яч. 6кВ питающего центра Е-6 в связи подключением два ТП-250кВА (150 кВт):

5.1.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на стороне 6кВ БКТП-49 (РП-11):

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

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

$I_{\text{макс.КЗ2}}$ - ток короткого замыкания на шинах 6кВ БКТП-49 (РП-11);

$$I_{\text{сз}} \geq 1,1 \cdot 2461 / 1852 = 2707 / 2037 \text{ А}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					32-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									16
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Принимаем уставку ТО: $I_{сз} = 2700 \text{ А}$, $t_{сз} = 0 \text{ с}$.

5.1.2 Максимальная токовая защита:

Определяем ток срабатывания:

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

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 яч. 6 кВ Е-6 определяем по максимальной разрешенной мощности.

$P_{\text{сущ.разреш.Е-6}} = 1512 \text{ кВт}$ – существующая максимальная разрешенная мощность присоединение 6кВ Е-6;

$P_{\text{доб.}} = 150 \text{ кВт}$ – добавленная мощность (установка два ТП 250кВА);

$P_{\text{мак.разреш.Е-6}} = 1662 \text{ кВт}$ – максимальная разрешенная мощность присоединение 6кВ Е-6 в нормальном режиме с учетом добавленной

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{P_{\text{разреш.}\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi}, \text{ А}$$

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{1662}{\sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 0,93} = 164 \text{ А.}$$

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 164 = 326 \text{ А.}$$

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

5.1.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании на шины 6кВ БКТП-49 (РП-11):

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{1603^2}{600^2} = 2,7 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									32-2020-ПЗ.РЗА	
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	17	

5.1.4 Проверка существующих трансформаторов тока яч. 6 кВ Е-6 ($k_{\text{тг}}=400/5$) по условию максимальной нагрузки:

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

$$I_{\text{раб. макс.}} = I_{\text{н сущ.}} + I_{\text{н доб.}} = 164 \text{ А}$$

$$164 \leq 400 \text{ (условие выполняется).}$$

Замена трансформаторов тока с коэффициентом 400/5 на больший коэффициент не требуется.

5.2. Выбираем уставки РЗА отходящей яч. 6кВ БКТП-49 (РП-11) в сторону проектируемого ТП:

5.2.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от ТО яч. 6кВ Е-6 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

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

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

$I_{\text{то}}$ - ток срабатывания ТО яч. Е-6 ПС 110/35/6 кВ «Ейская-1»;

$$I_{\text{сз}} \leq \frac{2700}{1,1} = 2454 \text{ А}$$

Принимаем уставку ТО: $I_{\text{сз}} = 2500 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 0,0 \text{ с}$.

5.2.2 Максимальная токовая защита:

Ток срабатывания по отстройке от МТЗ яч. 6кВ Е-6 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»:

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

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

$I_{\text{то}}$ - ток срабатывания МТЗ яч. 6кВ Е-6 ПС 110/35/6 кВ «Ейск-1»;

$$I_{\text{сз}} \leq \frac{600}{1,2} = 545 \text{ А}$$

Время срабатывания максимальной токовой защиты

$$t_{\text{сз}} = t_{\text{сз.пред}} - \Delta t$$

где $t_{\text{сз.пред}}$ -время срабатывания МТЗ яч. 6кВ Е-6;

Δt - ступень селективности 0,3 с.

$$t_{\text{сз}} = 1,0 - 0,3 = 0,7 \text{ с}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					32-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									18
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Принимаем уставку МТЗ без изменения : $I_{сз} = 520 \text{ А}, t_{сз} = 0,7 \text{ с}.$

5.2.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании на шинах 6кВ проектируемого ТП:

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{1574}{520} = 3,02 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

5.3. Выбираем параметры РЗА на вводной яч. 6кВ проектируемого ТП.

5.3.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от ТО отходящей яч. 6кВ БКТП-49 (РП-11) в сторону проектируемого ТП:

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

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

$I_{\text{ТО}}$ - ток срабатывания ТО отходящей яч. 6кВ БКТП-49 (РП-11) в сторону проектируемого ТП;

$$I_{сз} \leq \frac{2500}{1,1} = 2272 \text{ А}$$

Принимаем уставку ТО: $I_{сз} = 2300 \text{ А}, t_{сз} = 0,0 \text{ с}.$

5.3.2. Максимальная токовая защита:

Ток срабатывания по отстройке от отходящей яч. 6кВ БКТП-49 (РП-11) в сторону проектируемого ТП:

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

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

$I_{\text{ТО}}$ - ток срабатывания МТЗ на отходящей яч. 6кВ БКТП-49 (РП-11);

$$I_{сз} \leq \frac{520}{1,1} = 470 \text{ А}$$

Время срабатывания максимальной токовой защиты

$$t_{сз} = t_{сз.\text{пред}} - \Delta t$$

где $t_{сз.\text{пред}}$ -время срабатывания на отходящей яч. 6кВ БКТП-49 (РП-11);

Δt - ступень селективности 0,2 с.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	32-2020-ПЗ.РЗА	Лист
							19

$$t_{сз} = 0,7 - 0,2 = 0,5с$$

Принимаем уставку МТЗ: $I_{сз} = 470$ А, $t_{сз} = 0,5$ с

5.3.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании на шинах 6 кВ ТП-126 в точке К4:

$$k_{чув.} = \frac{I_{мин.кз.}^2}{I_{уст.}^2} = \frac{1073^2}{470^2} = 2,3 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

5.4. Выбираем параметры РЗА на отходящей яч. 6кВ Т1 проектируемого ТП:

5.4.1. Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на стороне 0,4кВ проектируемого трансформатора 250кВА:

$$I_{сз} \geq K_H \cdot I_{макс.КЗ}^3$$

где K_H -коэффициент надежности, принимаем равным 1,25 (для Vip 40);
 $I_{макс.КЗ}^3$ - ток короткого замыкания на шинах 0,4кВ проектируемого трансформатора 250кВА;

$$I_{сз} \geq 1,25 \cdot 369 = 461 \text{ А}$$

Принимаем уставку ТО: $I_{сз} = 500$ А, $t_{сз} = 0$ с.

5.4.2 Максимальная токовая защита яч. Т2 2БРТП 250 кВА:

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 (реле VIP-40);
 $K_{сзп}$ - коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,3;

K_B - коэффициент возврата, принимаем равным 0,95;

$I_{н.тр-ра} = 23$ А —номинальный ток трансформатора Т2 250кВА по стороне 6кВ;

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,95} \cdot 23 = 47 \text{ А}$$

Время срабатывания максимальной токовой защиты

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					32-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									20
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$t_{сз} = t_{сз.пред} - \Delta t$$

где $t_{сз.пред}$ - время срабатывания на вводной яч. 6кВ проектируемой ТП;
 Δt - ступень селективности 0,2 с.

$$t_{сз} = 0,5 - 0,2 = 0,3с$$

Принимаем МТЗ: $I_{сз} = 50$ А, $t_{сз} = 0,3с$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	32-2020-ПЗ.РЗА				21

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПС 110/35/6 кВ "Ейск I"

Е-21

КТТ	300/5
Реле	РТ-40
МТЗ	450А/1,0с
ТО	2000А/0,2с

Реле	Vip 400
МТЗ	410А/0,7с
ТО	2000А/0,0с

Реле	Vip 400
МТЗ	470А/0,5с
ТО	2300А/0,0с

Реле	Vip 40
МТЗ	40А/0,3с
ТО	500А/0,0с

Реле	Vip 40
МТЗ	40А/0,3с
ТО	500А/0,0с

250 кВА

250 кВА

ТП-214

К1'

КТТ	400/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	выведено
ТО	выведено

РП-5

КТТ	400/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	360А/0,5с
ТО	1200А/0,0с

КТТ	150/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	360А/0,5с
ТО	1200А/0,0с

КТТ	150/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	150А/0,5с
ТО	1200А/0,0с

КТТ	300/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	360А/0,5с
ТО	1200А/0,0с

КТТ	200/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	360А/0,5с
ТО	1200А/0,0с

КТТ	400/5
Реле	Серам 10А
МТЗ	400А/0,7с
ТО	-

СВВ

I с.ш.

II с.ш.

ТП-179

ТП-2п

ТП-1п

ТП-176

ТП-177

К2

ТП-63п

ТП-64п

ТП-62п

ТП-4п

ТП-178

ТП-102п

ТП-103п

ТП-89п

К4

630 кВА

К4'

К7

630 кВА

К7'

ТП-91п

ТП-85п

ТП-175

К5

К3

400 кВА

К2'

ТП-185

ТП-16

К6

32-2020-ЭС.Р3А

Электроснабжение "ВРУ-0,4 кВ" ЭПУ нежилого здания,
г. Ейск, ул. Энгельса, дом № 158/3, ТУ № 3-37-19-1196

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Зубенко			06.20
ГИП		Каминник			06.20
Н.контр.		Стригунов			06.20

Схемы сети и исходные данные

Схема присоединения
Е-21 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-I"

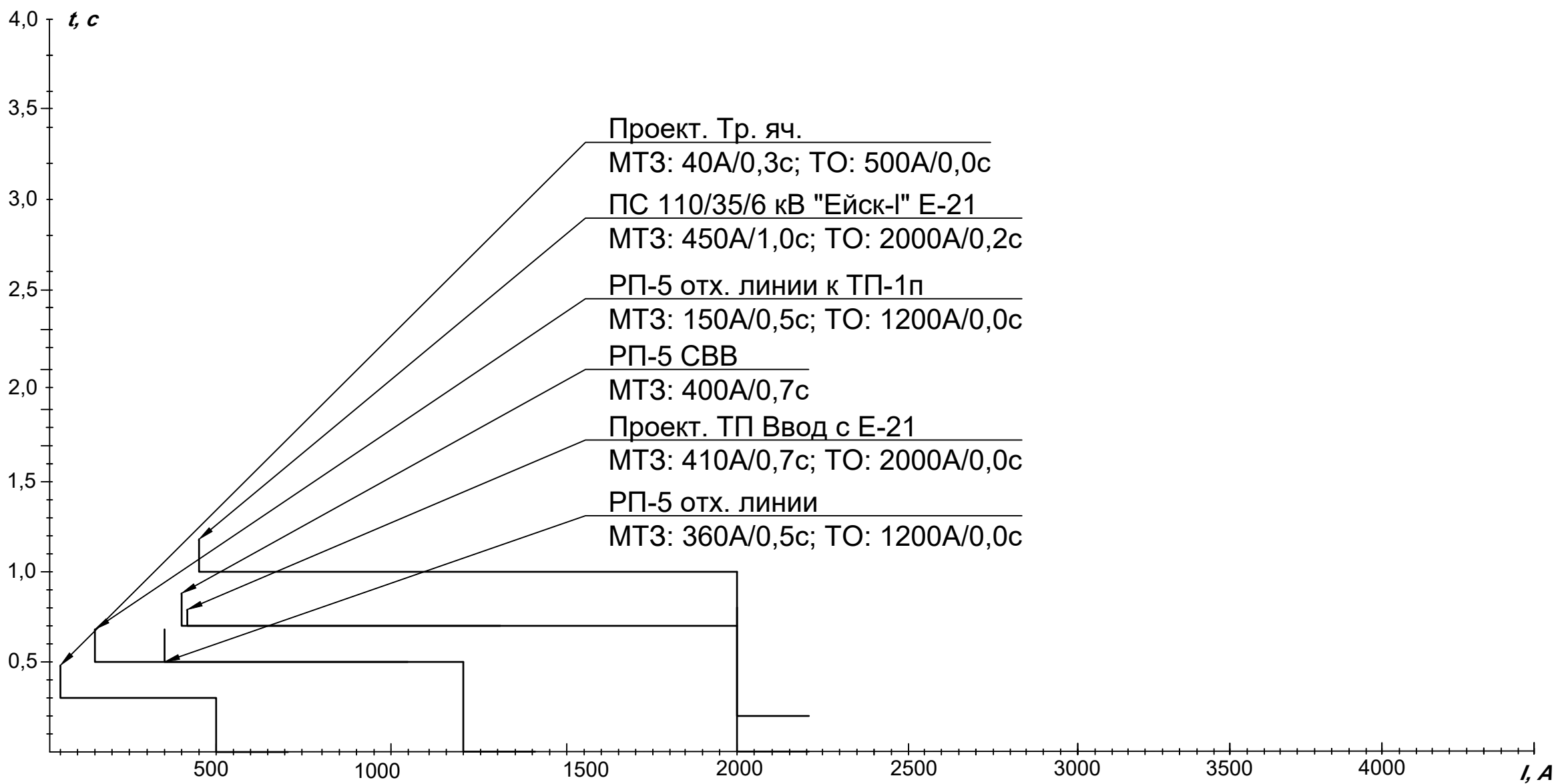
Стадия	Лист	Листов
Р	1	4

ООО "ЭлСи"

Формат

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

Проверка селективности релейной защиты



						32-2020-ЭС.Р3А			
						Электроснабжение "ВРУ-0,4 кВ" ЭПУ нежилого здания, г. Ейск, ул. Энгельса, дом № 158/3, ТУ № 3-37-19-1196			
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата				
Разраб.		Зубенко			06.20				
ГИП		Каминник			06.20	Схемы сети и исходные данные	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.		Стригунов			06.20		Р	2	4
						Карта селективности присоединения Е-21 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-І"	ООО "ЭлСи"		

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПС 110/35/6 кВ "Ейск I"

Е-6

КТТ	400/5
Реле	РТ-40
МТЗ	600А/1,0с
ТО	2700А/0,0с

КТТ	300/5
Реле	Sepam S40
МТЗ	выведено
ТО	выведено

БКТП-49
(РП-11)

К1

II с.ш.

СВВ

I с.ш.

К Е-21

Реле	Vip 400
МТЗ	410А/0,7с
ТО	2000А/0,0с

К1

Проект. ТП

Н.Р.

Реле	Vip 400
МТЗ	470А/0,5с
ТО	2300А/0,0с

К2

Реле	Vip 40
МТЗ	40А/0,3с
ТО	500А/0,0с

250 кВА

К ТП-214

Реле	Vip 40
МТЗ	40А/0,3с
ТО	500А/0,0с

250 кВА

К2'

ТП-97

ТП-32п

ТП-33п

ТП-187

ТП-47

ТП-48

ТП-126

К4

ТП-8п

ТП-128

ТП-130

ТП-114п

ТП-132п

К3

630 кВА

К3'

КТТ	150/5
Реле	Sepam S20
МТЗ	100А/0,3с
ТО	1000А/0,0с

630 кВА

К1'

32-2020-ЭС.Р3А

Электроснабжение "ВРУ-0,4 кВ" ЭПУ нежилого здания,
г. Ейск, ул. Энгельса, дом № 158/3, ТУ № 3-37-19-1196

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Зубенко			06.20
ГИП		Каминник			06.20
Н.контр.		Стригунов			06.20

Схемы сети и исходные данные

Стадия	Лист	Листов
Р	3	4

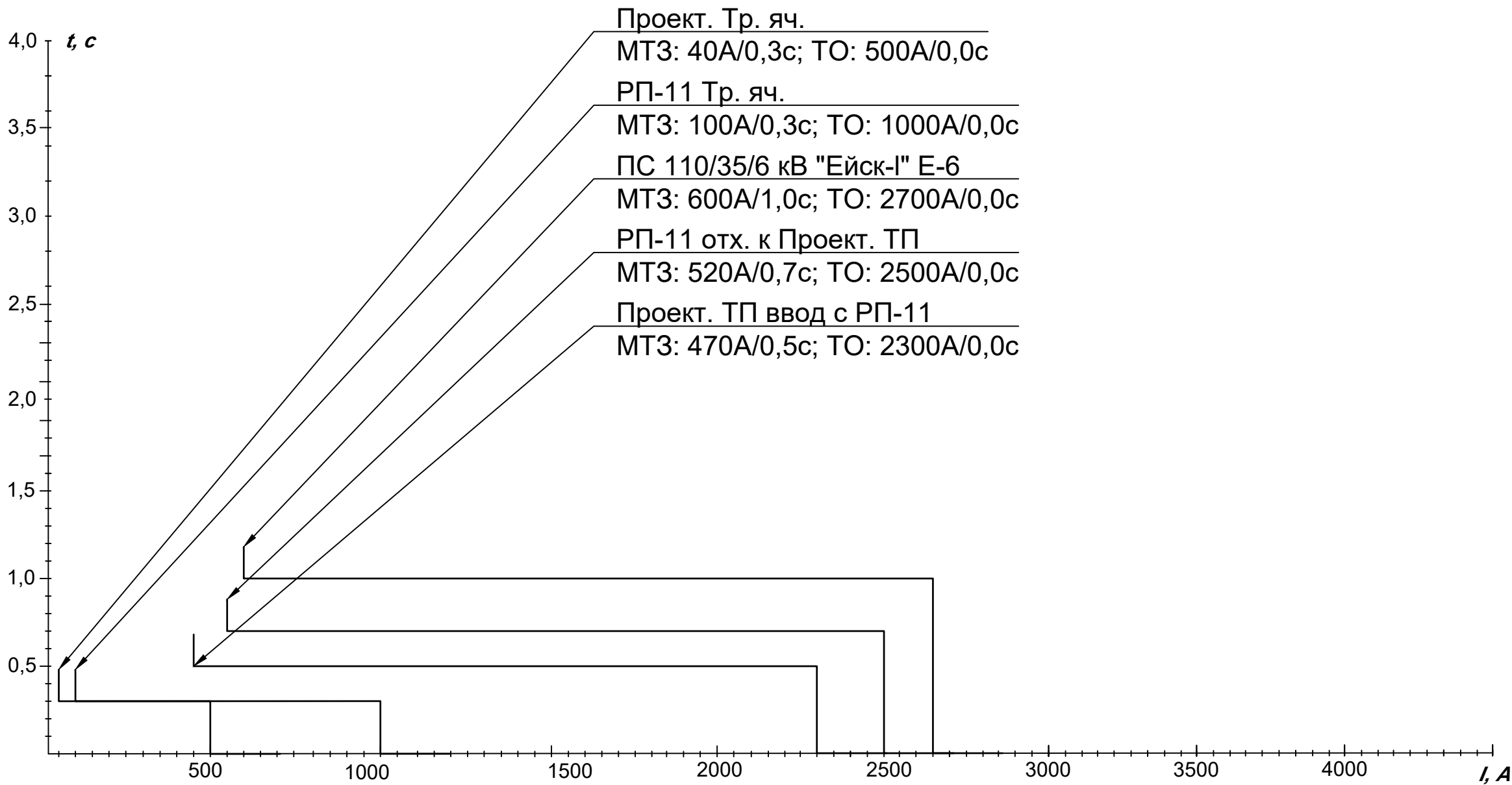
Схема присоединения
Е-6 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-I"

ООО "ЭлСи"

Формат

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

Проверка селективности релейной защиты



						32-2020-ЭС.Р3А			
						Электроснабжение "ВРУ-0,4 кВ" ЭПУ нежилого здания, г. Ейск, ул. Энгельса, дом № 158/3, ТУ № 3-37-19-1196			
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата				
Разраб.		Зубенко			06.20				
ГИП		Каминник			06.20	Схемы сети и исходные данные	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.		Стригунов			06.20		Р	4	4
						Карта селективности присоединения Е-6 ПС 110/35/6 кВ "Ейск-I"		ООО "ЭлСи"	

6. 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 06.07.2019 №864) О составе разделов

проектной документации и требованиях к их содержанию.

2) Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7 издание. 2019 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 13.06.2003 №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							32-2020-ПЗ.РЗА	Лист
									22
		Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		