

Общество с ограниченной ответственностью
«МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС»

Электроснабжение ЭПУ потребителей в соответствии с
договором на ТП № 4-55-20-2544 г. Новороссийск

Электроснабжение
РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

18-2021-ЭС.РЗА

Том 2

г. Краснодар, 2021

Общество с ограниченной ответственностью
«МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС»

Электроснабжение ЭПУ потребителей в соответствии с
договором на ТП № 4-55-20-2544 г. Новороссийск

Электроснабжение
РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

18-2021-ЭС.РЗА

Том 2

Генеральный директор

Алтуев Е.А.

г. Краснодар, 2021

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №		
						18-2021-ЭС.СТ.РЗА		
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Алтуев			04.21		
							Стадия	Лист
							П	3
							Листов	
							12	
	ГИП		Алтуев			04.21	Содержание тома	
							ООО "МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС"	

Обозначение	Наименование	Примечание
	Текстовая часть:	
	Титульный лист	
18-2021-ЭС.СТ.РЗА	Содержание тома	
18-2021-ПЗ.РЗА	Пояснительная записка	
	Приложения:	
	Графическая часть:	
18-2021-ЭС.РЗА	Комплект схем применных для выполнения необходимых расчетов в данном томе	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения	5
1.1 Основание для проектирования	5
1.2 Состав и объем проектирования	5
2. Исходные данные	6
3. Определение токов КЗ	7
3.1 Расчет токов КЗ по присоединению Т-20 ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная".	8
4. Расчет релейной защиты на прис. Т-20 ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная"	10
5. Нормативные ссылки	12

[illegible]

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Основание для проектирования

Рабочая документация по данному объекту разработана на основании Технического задания на проектирование "Электроснабжение ЭПУ потребителей в соответствии с договором на ТП № 4-55-20-2544 г. Новороссийск"

1.2 Состав и объем проектирования

Настоящий проект выполнен в соответствии с требованиями Задания на проектирование.

Утвержденное техническое задание на проектирование приведено в приложении А.

В объем проектирования настоящего проекта входит:

- расчет токов короткого замыкания (КЗ);
- расчет уставок релейной защиты (РЗ) .

Состав разделов проектной документации и их содержание соответствует требованиям постановления Правительства РФ №87 от 16.02.2008 г.

«О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», в редакции постановления правительства РФ № 1044 от 21.12.2009 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							18-2021-ПЗ.РЗА	Лист
										5
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		
1. Токи КЗ на ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная"		
-	Максимальный режим - $I^{(3)}_{\max} = 16,490 \text{ кА}$	
-	Минимальный режим - $I^{(3)}_{\min} = 8,557 \text{ кА}$	
2. Данные по защитам прис. Т-20 ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная"		
-	Реле	РТ-40/10
-	Уставка МТЗ	342А / 1,0с
-	Уставка ТО	1404А / 0,4с
-	Трансформатор тока	ТОЛ-10 300/5

Инв. № подл.						Подп. и дата	Взам. инв. №	
						18-2021-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 на шинах подстанции ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная" определим по формулам:

$$X_{с\ max} = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{max}) = 10,5 / ((\sqrt{3} * 16,490) = 0,221\ \text{Ом},$$

$$X_{с\ min} = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{min}) = 10,5 / ((\sqrt{3} * 8,557) = 0,425\ \text{Ом}.$$

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 60 кВА

$$Z_{тр} = \sqrt{(R_{тр}^2 + X_{тр}^2)} = 6,8\ \text{Ом}$$

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. №							Лист
									7
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	18-2021-ПЗ.РЗА

3.1 Расчет токов КЗ по присоединению Т-20 ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная".

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. Т-20.

№	Наименование элемента	Тип	Сечение, мм ²	Длина, км	Удельные характеристики, Ом/км		Сопротивление, Ом	
					R	X	R	X
1	Т-20 - ТП-391	ААШв	120	0,79	0,26	0,086	0,205	0,068
2	ТП-391 - Проект. ТП	ААШв	120	0,2	0,26	0,086	0,052	0,017
3	ТП-391 - Проект. ТП	АСБ	120	0,2	0,25	0,08	0,050	0,016
4	Проект. ТП - ТП-397Б	АСБ	120	0,2	0,25	0,08	0,050	0,016
5	Проект. ТП - ТП-397Б	ААШв	120	0,4	0,26	0,086	0,104	0,034
6	ТП-397 - ТП-697	АСБл	70	0,03	0,443	0,086	0,013	0,003
7	ТП-697 - ТП-398	АСБл	70	0,03	0,443	0,086	0,013	0,003
8	ТП-398 - ТП-393К	АСБ	95	0,3	0,32	0,08	0,096	0,024
9	ТП-393К - ТП-390	ААБл	120	0,61	0,258	0,081	0,157	0,049
10	ТП-390 - ТП-492	ААБл	150	0,73	0,206	0,079	0,150	0,058
11	ТП-492 - ЯКНО-8	ААБл	240	0,305	0,13	0,075	0,040	0,023
12	ЯКНО-8 - ТП-693	ААБл	240	0,3	0,13	0,075	0,039	0,023
13	ТП-693 - ТП-793	СИП-3	120	0,72	0,288	0,278	0,207	0,200

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							18-2021-ПЗ.РЗА		Лист
											8
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

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

Согласно формуле приведенной ранее получим следующие выражения:

$$I_{\max}^{(3)} = 6,3 / (\sqrt{3} * \sqrt{(0,205)^2 + (0,068 + 0,221)^2}) = 10,270 \text{ кА}$$

$$I_{\min}^{(3)} = 6,3 / (\sqrt{3} * \sqrt{(0,205)^2 + (0,068 + 0,425)^2}) = 6,810 \text{ кА}$$

Сведем результаты расчетов в Таблицу 2.

Таблица 2. Значения токов КЗ на прис. Т-20 ПС 110/35/6 кВ "Тоннельная"

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 ТП-391	6,3	10,270	6,810	5,898	0,633	0,611	0,529
К2	На шинах 6/0,4 кВ ТП-793	6,3	2,601	2,395	2,074	0,830	0,795	0,688

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							18-2021-ПЗ.РЗА		Лист
											9
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

4. Определяем уставки срабатывания РЗА ячейка 10кВ Т-20 ПС 110/35/10кВ «Тоннельная»:

Исходные данные для расчета:

Существующие уставки РЗА яч. 10кВ Т-20 ПС 110/35/10кВ «Тоннельная»:

$K_{\text{ТТ}}=300/5$

ТО: 1500А/0,4с;

МТЗ: 600А/1,0с;

Реле: РТ-40

4.1. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА ячейке РЗА ячейка 10кВ Т-20 ПС 110/35/10кВ «Тоннельная» в связи добавлением мощности 65 кВт (подключение проектируемого ТП-250 кВА):

4.1.1. Токовая отсечка:

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

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

где $K_{\text{н}}$ -коэффициент надежности, принимаем равным 1,5 (для РТ-40);

$I_{\text{макс.КЗ2}}^3$ - ток КЗ в точке К1' (на шинах 0,4кВ ТП-391 400 кВА);

$$I_{\text{сз}} \geq 1,5 \cdot 633 = 950 \text{ А}$$

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: $I_{\text{сз}} = 1404 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 0,4 \text{ с}$.

4.1.3 Максимальная токовая защита:

Определяем ток срабатывания:

$$I_{\text{сз}} \geq \frac{K_{\text{н}} \cdot K_{\text{сзп}}}{K_{\text{в}}} \cdot I_{\text{раб.макс}}$$

где $K_{\text{н}}$ -коэффициент надежности, принимаем равным 1,5 (РТ-40);

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

$K_{\text{в}}$ - коэффициент возврата, принимаем равным 0,85;

$I_{\text{раб.макс}}$ - максимальный рабочий ток, для яч. Т-20 определяем по максимальной разрешённой мощности.

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

							18-2021-ПЗ.РЗА	Лист
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			10

$P_{\text{сущ.разреш.Т-20 ТП-НЭСК}} = 65 \text{ кВт}$ – существующая максимальная разрешенная мощность присоединение 10кВ Т-20;

$P_{\text{доб.Т-20 ТП-НЭСК}} = 150 \text{ кВт}$ – добавленная мощность (проектируемая ТП);

$P_{\text{мак.разреш.Т-20}} = 2295 \text{ кВт}$ – максимальная разрешенная мощность присоединение 10кВ Т-20 в нормальном режиме с учетом добавленной мощности;

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

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{2295}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,93} = 136 \text{ А.}$$

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{\text{сз}} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 136 = 311 \text{ А.}$$

Принимаем уставку МТЗ без изменения: $I_{\text{сз}} = 342 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 1,0 \text{ с}$

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

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{2074}{342} = 6,1 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

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

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

$$I_{\text{раб. макс.}} = I_{\text{н сущ.}} + I_{\text{н доб.}} = 136 \text{ А}$$

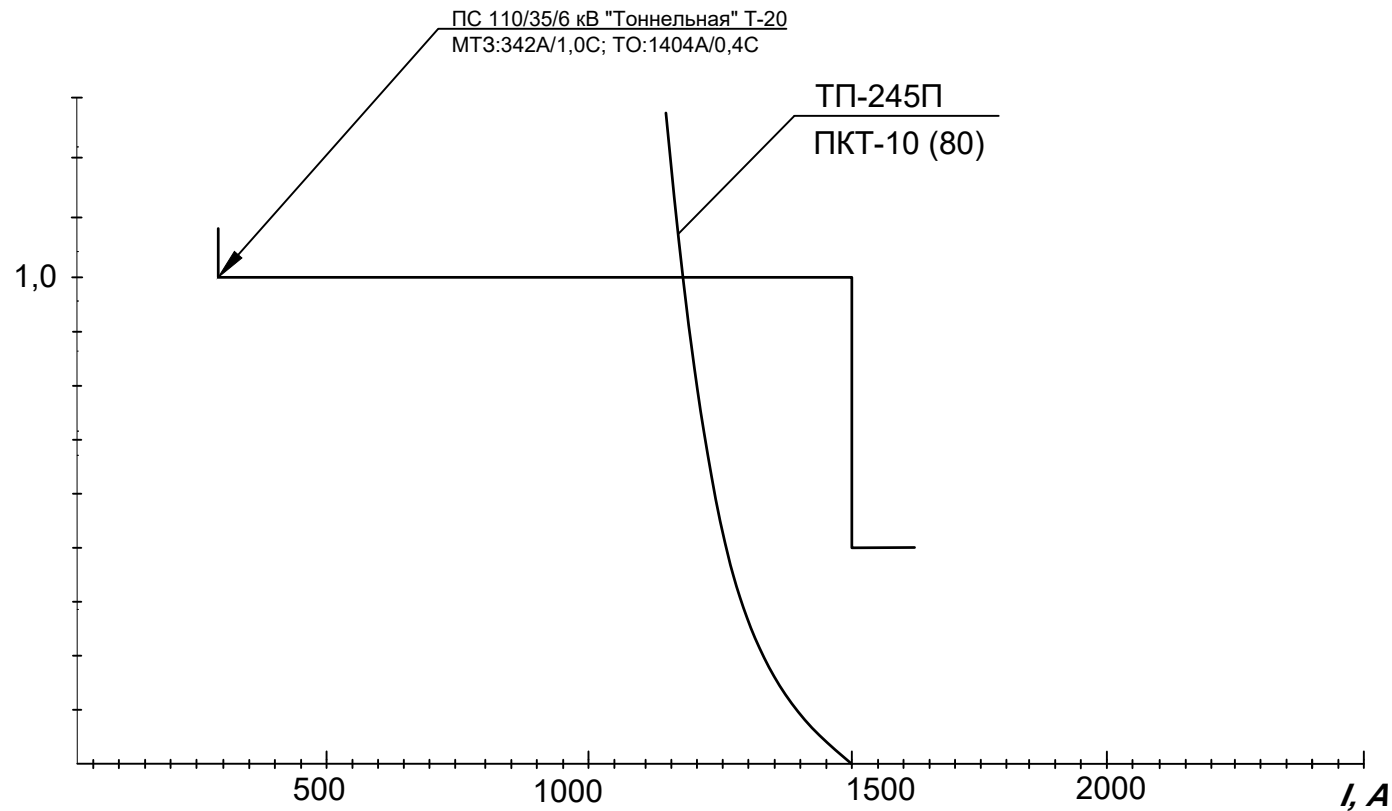
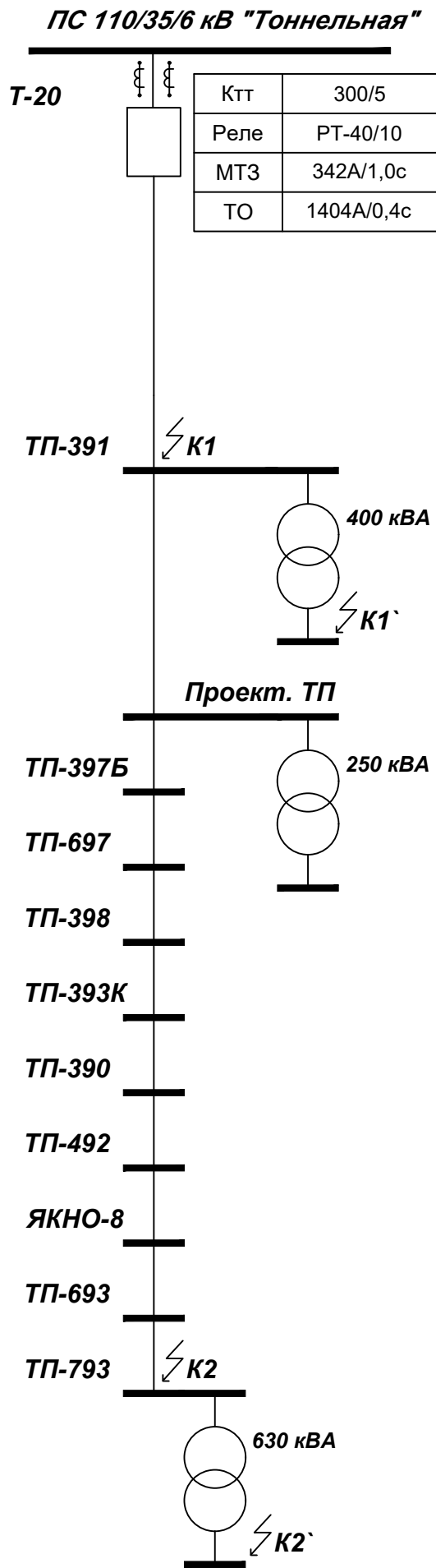
$$136 \leq 300 \text{ (условие выполняется).}$$

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							18-2021-ПЗ.РЗА	Лист
										11
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Согласовано

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



						18-2021-ЭС.Р3А			
						Электроснабжение ЭПУ потребителей в соответствии с договором на ТП № 4-55-20-2544 г. Новороссийск			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схемы сети и исходные данные	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Алтуев			04.21		П	1	1
ГИП		Алтуев			04.21		ООО "МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС"		
						Формат			

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 06.07.2019 №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 13.01.2003 №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
										12

18-2021-ПЗ.РЗА