

Общество с ограниченной ответственностью
"МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС"

Электроснабжение ЭПУ для строительства многоквартирного, малоэтажного
блокированного жилого дома, по адресу:
г. Новороссийск, с Мысхако, (ТУ № 3-55-19-0824)

Электроснабжение

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

12-2020-ЭС.РЗА

Том 2

Общество с ограниченной ответственностью
"МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС"

Электроснабжение ЭПУ для строительства многоквартирного, малоэтажного
блокированного жилого дома, по адресу:
г. Новороссийск, с Мысхако, (ТУ № 3-55-19-0824)

Электроснабжение

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

12-2020-ЭС.РЗА

Том 2

Генеральный директор

Алтуев В.И.

г.Краснодар, 2021

Рабочая документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, документами об использовании земельного участка для строительства, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								
							12-2020-ЭС.РЗА			
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
	Разраб.		Алтуев			08.20				
							Стадия	Лист	Листов	
							П	3	15	
							ООО "МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС"			
Утвердил		Алтуев			08.20					

Обозначение	Наименование	Примечание
	Текстовая часть:	
	Титульный лист	
12-2020-ЭС.СТ.РЗА	Содержание тома	
12-2020-ПЗ.РЗА.РЗА	Пояснительная записка	
	Приложения:	
	Графическая часть:	
12-2020-ЭС.РЗА	Комплект схем применных для выполнения необходимых расчетов в данном томе	

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №		
						12-2020-ЭС.ПЗ		
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Алтуев			08.20	Стадия	Лист
							Р	4
							Листов	
							15	
	Утвердил		Алтуев			08.20	Содержание тома	
							ООО "МЕГАВАТТСПЕЦСЕРВИС"	

СОДЕРЖАНИЕ	
1. Общие сведения	6
1.1 Исходные данные и основание для проектирования	6
1.2 Состав и объем проектирования	6
2. Исходные данные	7
3. Расчет токов коротких замыканий	8
3.1 Расчет токов КЗ по прис. ШБ-15 ПС 110/10 кВ "Широкая Балка"	9
4. Расчет релейной защиты	11
5. Нормативные ссылки	15

[illegible]

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Исходные данные и основание для проектирования

Рабочая документация по данному объекту разработана на основании утвержденного главным инженером ОАО «НЭСК-электросети» Технического задания на проектирование по объекту "Электроснабжение ЭПУ для строительства многоквартирного, малоэтажного блокированного жилого дома, по адресу: г. Новороссийск, с Мысхако, (ТУ № 3-55-19-0824)".

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. №						
						12-2020-ПЗ.РЗА		Лист
								6
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата			

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Токи КЗ на ПС 110/10 кВ "Широкая Балка" (10 кВ)

-	Максимальный режим - $I^{(3)}_{\max} = 9,504 \text{ кА}$
-	Минимальный режим - $I^{(3)}_{\min} = 2,321 \text{ кА}$

2. Данные по защитах прис. 15 ПС 110/10 кВ "Широкая Балка"

-	Реле	РТ-40
-	Уставка МТЗ	400А / 1,0с
-	Уставка ТО	2000А / 0,4с
-	Трансформатор тока	ТОЛ-10 400/5

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

12-2020-ПЗ.РЗА

Лист

7

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 определим по формулам:

$$X_{с\ max} = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{max}) = 10,5 / ((\sqrt{3} * 9,425) = 0,637\ \text{Ом},$$

$$X_{с\ min} = U_n / (\sqrt{3} * I^{(3)}_{min}) = 10,5 / ((\sqrt{3} * 2,321) = 2,612\ \text{Ом}.$$

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

$$Z_{тр} = \sqrt{(R_{тр}^2 + X_{тр}^2)} = 9,625\ \text{Ом}$$

Ток короткого замыкания (КЗ) определяется по формуле:

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

где:

ΣR - сумма активных сопротивлений линий рассматриваемого участка, Ом

ΣX - сумма индуктивных сопротивлений линий рассматриваемого участка, Ом

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					12-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									8
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

3.1 Расчет токов КЗ по присоединению ШБ-15 ПС 110/10 кВ "Широкая Балка"

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. ШБ-15.

№ Уч.	Наименование элемента	Тип	Сечение, мм ²	Длина, км	Удельные характеристики, Ом/км		Сопротивление, Ом	
					R	X	R	X
1	Прис. 15 - РП-50	АСБл	240	0,35	0,129	0,071	0,045	0,025
2	РП-50 - ТП-481	АС	70	0,28	0,46	0,4	0,129	0,112
3	ТП-481 - ТП-700	АС	70	0,115	0,46	0,4	0,053	0,046
4	ТП-700 - ТП-702	АС	70	0,115	0,46	0,4	0,053	0,046
5	ТП-702 - ТП-777	АС	70	0,14	0,46	0,40	0,064	0,056
6	ТП-777 - ТП-331	АС	70	1,80	0,46	0,40	0,828	0,720
7	ТП-331 - ТП-330	АС	70	0,14	0,46	0,4	0,064	0,056
8	ТП-330 - ТП-775	АС	70	0,1	0,46	0,4	0,046	0,040
9	ТП-775 - ТП-701	АС	70	0,9	0,46	0,4	0,414	0,360
10	ТП-701 - ТП-306	АС	70	0,1	0,46	0,4	0,046	0,040
11	ТП-306 - ТП-289	АС	70	1,00	0,46	0,40	0,460	0,400
12	ТП-289 - ТП-705	АС	70	1,00	0,46	0,40	0,460	0,400
13	ТП-705 - ТП-305	АС	70	0,18	0,46	0,40	0,081	0,070
14	ТП-305 - ТП-706	АС	70	0,01	0,46	0,40	0,005	0,004
15	ТП-706 - ТП-313	АС	70	0,075	0,46	0,4	0,035	0,030
16	ТП-313 - ТП-583	АС	70	0,475	0,46	0,4	0,219	0,190
17	ТП-583 - ТП-585	АС	70	0,07	0,46	0,4	0,032	0,028
18	ТП-585 - ТП-581	АС	70	0,07	0,46	0,4	0,032	0,028
19	ТП-581 - ТП-447	АС	70	0,07	0,46	0,4	0,032	0,028
20	ТП-447 - РП-8	АС	70	0,24	0,46	0,4	0,110	0,096
21	РП-50 - ТП-483	СИП-3	120	3,715	0,288	0,278	1,070	1,033
22	ТП-483 - ТП-222	АС	70	1,2	0,46	0,4	0,552	0,480
23	ТП-222 - ТП-822	АС	70	0,44	0,46	0,4	0,202	0,176
24	ТП-822 - ТП-221	АС	70	0,3	0,46	0,4	0,138	0,120
25	ТП-221 - ТП-602	АС	70	0,3	0,46	0,4	0,138	0,120
26	ТП-602 - ТП-251	АС	70	1,2	0,46	0,4	0,552	0,480
27	ТП-251 - ТП-339	АС	70	0,1	0,46	0,4	0,046	0,040
28	ТП-339 - ТП-529	АС	70	0,035	0,46	0,4	0,016	0,014
29	ТП-529 - ТП-334	АС	70	0,07	0,46	0,4	0,032	0,028
30	ТП-334 - ТП-604	АС	70	0,2	0,46	0,4	0,092	0,080
31	ТП-604 - ТП-772	АС	70	0,1	0,46	0,4	0,046	0,040
32	ТП-772 - ТП-417	АС	70	0,1	0,46	0,4	0,046	0,040

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	12-2020-ПЗ.РЗА	Лист
							9

33	ТП-417 - ТП-485	АС	70	0,07	0,46	0,4	0,032	0,028
34	ТП-485 - ТП-474	АС	70	0,07	0,46	0,4	0,032	0,028
35	ТП-474 - ТП-605	АС	70	1,7	0,46	0,4	0,782	0,680
36	ТП-605 - ТП-642	АС	70	0,2	0,46	0,4	0,092	0,080
37	КРУН-24 - Проект. ТП	АСБ	240	0,133	0,068	0,68	0,090	0,046
38	РП-50 - ТП-668	АС	70	0,1	0,46	0,4	0,046	0,040
39	ТП-668 - КРУН-15	АС	70	0,2	0,46	0,4	0,092	0,080
40	КРУН-15 - ТП-778	АС	70	0,01	0,46	0,4	0,005	0,004

Для расчета тока короткого замыкания в точке К1 нам понадобятся сопротивление участка № 1 и сопротивление системы в максимальном и минимальном режиме сети 10 кВ.

Согласно формуле приведенной ранее получим следующие выражения:

$$I_{\max}^{(3)} = (\sqrt{3} * \sqrt{((0,045)^2 + (0,025 + 0,637)^2)}) = 9,127 \text{ кА}$$

$$I_{\min}^{(3)} = (\sqrt{3} * \sqrt{((0,045)^2 + (0,025 + 2,612)^2)}) = 2,299 \text{ кА}$$

Сведем результаты расчетов в Таблицу 2.

Таблица 2. Значения токов КЗ на прис. ШБ-15 ПС 110/10 кВ "Широкая Балка"

Точка КЗ	Место КЗ	Uб	Увн			Унн		
			max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.	max 3ф.	min 3ф.	min 2ф.
К1	На шинах 10 кВ РП-50 1 с.ш.	10,5	9,127	2,299	1,991	-	-	-
К2	На шинах 10/0,4 кВ ТП-602	10,5	1,349	0,995	0,862	0,457	0,399	0,345
К3	На шинах 10 кВ Проект. ТП	10,5	1,410	1,028	0,890	-	-	-
К4	На шинах 10/0,4 кВ ТП-585	10,5	3,201	1,642	1,422	0,540	0,459	0,398
К5	На шинах 10 кВ Н.Р. РП-8 с.ш.	10,5	1,435	1,039	0,900	-	-	-
К6	На шинах 10/0,4 кВ ТП-668	10,5	8,555	2,263	1,960	0,382	0,340	0,294
К7	На шинах 10 кВ ТП-778	10,5	7,495	2,191	1,897	-	-	-
К8	На шинах 10/0,4 кВ ТП-333	10,5	8,501	2,262	1,959	0,382	0,340	0,294
К9	На шинах 10 кВ ТП-223	10,5	3,970	1,799	1,558	-	-	-

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

12-2020-ПЗ.РЗА

Лист

10

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

4. Определяем уставки срабатывания РЗА яч. 10кВ ШБ-14 ПС 110/10 кВ «Широкая Балка»:

Исходные данные для расчета:

Существующие уставки РЗА яч. 10кВ ШБ-14 ПС 110/10 кВ «Широкая Балка»:

$K_{\text{ТТ}}=400/5$

ТО: 2000А/0,4с;

МТЗ: 400А/1,0с;

Реле: РТ-40

Существующие уставки РЗА яч. 10кВ РП-50 I с.ш. в сторону ТП-481:

$K_{\text{ТТ}}=400/5$

ТО: 1500А/0с;

МТЗ: 330А/0,3с;

Реле: РС83-А2.0

4.1. Проверяем актуальность существующих уставок РЗА яч. 10кВ питающего центра ШБ-15 в связи добавлением мощности 80 кВт (подключение ТП-250кВА):

4.1.1. Токовая отсечка:

Выбор тока срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на шинах 10кВ РП-50:

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

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

$I_{\text{макс.КЗ2}}$ - ток КЗ в точке К1' (на шинах 0,4кВ проектируемого ТП 630кВА);

$$I_{\text{сз}} \geq 1,1 \cdot 9,127/2,299 = 10040/2529 \text{ А}$$

Для селективного срабатывания ТО используется выдержка времени.

Принимаем уставку ТО без изменения: $I_{\text{сз}} = 2000 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 0,4 \text{ с}$.

4.1.2 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 (для 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. ШБ-15 определяем по максимальной разрешенной мощности.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							12-2020-ПЗ.РЗА		Лист
											11
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$P_{\text{сущ.разреш.ШБ-15}} = 1938 \text{ кВт}$ – существующая максимальная разрешенная мощность присоединение 10кВ ШБ-14;

$P_{\text{доб.ШБ-15}} = 80 \text{ кВт}$ – добавленная мощность (проектируемая ТП-630кВА);

$P_{\text{мак.разреш.ШБ-15}} = 2018 \text{ кВт}$ – максимальная разрешенная мощность присоединения 10кВ ШБ-15 в нормальном режиме с учетом добавленной мощности;

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

$$I_{\text{раб.макс.}} = \frac{2018}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,93} = 119 \text{ А.}$$

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{\text{сз}} \geq \frac{1,5 \cdot 1,3}{0,85} \cdot 183 = 273 \text{ А.}$$

Принимаем уставку МТЗ без изменения: $I_{\text{сз}} = 400 \text{ А}$, $t_{\text{сз}} = 1,0 \text{ с}$

4.1.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании в точке К1 (основная зона чувствительности МТЗ):

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{1991}{400} = 4,9 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

4.1.4 Проверка существующих трансформаторов тока яч. 10 кВ ШБ-15 ($k_{\text{тт}}=400/5$) по условию максимальной нагрузки:

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

$$I_{\text{раб. макс.}} = I_{\text{н сущ.}} + I_{\text{н доб.}} = 191 \text{ А}$$

$$191 \leq 400 \text{ (условие выполняется).}$$

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

4.2. Определяем уставки срабатывания РЗА в яч. 10кВ РП-50 в сторону ТП-481:

4.2.1.Токовая отсечка:

Ток срабатывания по отстройке от максимального тока короткого замыкания на стороне 0,4кВ проектируемого ТП-283 400кВА:

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

где $K_{\text{н}}$ -коэффициент надежности, принимаем равным 1,25 (реле РС83-А2.0);

$I_{\text{макс.КЗ2}}$ - ток КЗ в точке К2' (за ТП-400кВА);

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					12-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									12
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$I_{сз} \geq 1,25 \cdot 457 = 571A$$

Ток срабатывания по отстройки от ТО вводной яч.10кВ РП-50:

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

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

$I_{ТО}$ - ток срабатывания ТО вводной яч.10кВ РП-50.

$$I_{сз} \leq \frac{2000}{1,1} = 1818A$$

Принимаем уставку без изменения $I_{сз} = 1500 A, t_{сз} = 0с.$

4.2.2. 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 1,25 (реле РС83-А2.0);

$K_{сзп}$ - коэффициент самозапуска, принимаем равным 1,2;

K_B - коэффициент возврата, принимаем равным 0,90;

$I_{раб.макс}$ - максимальный рабочий ток, для яч.10кВ проектируемой в РП-50 определяем по максимальной разрешенной мощности в нормальном и ремонтном режимах.

$P_{сущ.разреш.} = 1738кВт$ – существующая максимальная разрешенная мощность присоединение;

$P_{доб.} = 80кВт$ – добавленная мощность (проектируемая ТП);

$P_{мак.разреш.} = 1818кВт$ – максимальная разрешенная мощность присоединения 10кВ ШБ-15 в нормальном режиме с учетом добавленной мощности;

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

$$I_{раб.макс.} = \frac{1818}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,93} = 107A.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					12-2020-ПЗ.РЗА		Лист
									13
			Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Ток срабатывания МТЗ:

$$I_{сз} \geq \frac{1,25 \cdot 1,3}{0,90} \cdot 107 = 193 \text{ А.}$$

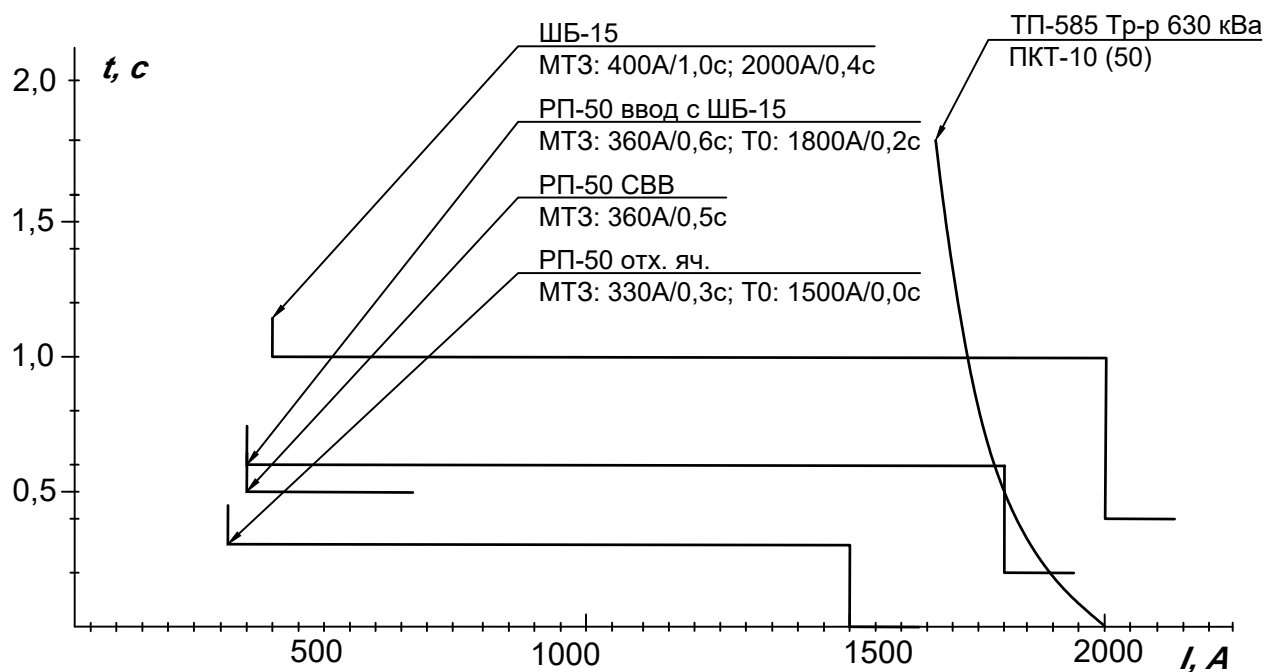
Принимаем уставку без изменения $I_{сз} = 330 \text{ А}$, $t_{сз} = 0,3 \text{ с}$

4.2.3. Определяем коэффициент чувствительности, при двухфазном коротком замыкании: в точке К5 (основная зона).

$$k_{\text{чув.}} = \frac{I_{\text{мин.кз.}}^2}{I_{\text{уст.}}^2} = \frac{900}{330} = 2,7 \geq 1,5, \text{ что соответствует ПУЭ п.3.2.25.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист		
									12-2020-ПЗ.РЗА		
									14		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

Карта селективности релейной защиты



Согласовано			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №										
							12-2020-ЭС.РЗА					
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Электроснабжение ЭПУ для строительства многоквартирного, малоэтажного блокированного жилого дома, по адресу: г. Новороссийск, с Мысхако, (ТУ № 3-55-19-0824)					
	Разраб.	Алмуев			08.20							
						Схемы сети и исходные данные		Стадия	Лист	Листов		
								П	2	2		
	Утвердил	Алмуев			08.20	Карта селективности № 15 ПС 110/10 кВ "Широкая балка"		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							12-2020-ПЗ.РЗА	Лист
									15
		Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		