

Содержание

	Введение	8
	Раздел 1 «Пояснительная записка»	9
1	Обоснование для проектирования	9
2	Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на линейный объект	9
3	Сведения о климатической, географической и инженерно-геологической характеристике района	9
4	Описание вариантов маршрутов прохождения линейного объекта	11
5	Сведения о линейном объекте	11
6	Технико-экономические показатели	11
7	Сведения о земельных участках, изымаемых во временное (на период строительства) и (или) постоянное пользование	12
8	Проектные решения, обеспечивающие надежность линейного объекта	12
9	Выбор сечений проводов линий 0,4 кВ	14
9.1	Расчет токовых нагрузок, выбор сечений по условиям нагрева	15
9.2	Выбор сечений проводов по экономической плотности тока	18
9.3	Проверка кабеля по допустимой потере напряжения	19
9.4	Расчет однофазных токов короткого замыкания	26
	Приложения	
	А. Копия свидетельства СРО на допуск к работам.	28
	Б. Техническое задание на выполнение проектной документации «Строительство ВЛ-0,4 кВ «Соколовская»	34
	В. Акт о выборе земельного участка для строительства в Киселевском городском округе от 01.07.2013	38
	Г. Выписка из протокола заседания по вопросам землепользования от 06.06.2013 №16	43

Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подпись и дата	
Инв. № подл.							
						23/13-ПЗ	
	</						

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подпись и дата	
					23/13-ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Инженер	Злобин М.О.							
Нач. отдела	Ламонов В.А.							
	Нач. отдела	Трутнев А.А.			Строительство линии электропередачи 0,4 кВ «Соколовская» г. Киселевск	Лит.	Лист	Листов
	ГИП	Хохлов Н.В.					7	89
						ООО «Кузбасская проектная организация»		
						2		

Введение

Проектная документация «Строительство линии электропередачи ВЛ 0,4 кВ «Соколов-
ская» выполнена на основании технического задания.

В настоящей проектной документации рассматриваются вопросы строительства линейного объекта – ВЛИ-0,4 кВ для электроснабжения жилых домов «Соколовская».

Проектируемая ВЛИ-0,4 кВ в административном отношении проходит по территории Киселевского городского округа, Кемеровской области по улицам: Адмирала Рычкова, Маршала Жукова, Соколовская, Маршала Шапошникова, Маршала Василевского, Маршала Конева, Маршала Кузнецова, пер.Соколовский, проезд Кольцовой, проезд Внутренний.

В проектной документации применены типовые чертежи и типовые решения. Индивидуальных проработок в проекте нет. Оборудование использовано серийного производства. Проект является патентно чистым.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
23/13-ПЗ				Лист
				8

Раздел 1 «Пояснительная записка»

1 Основание для проектирования

Проектная документация выполнена на основании технического задания на разработку проектной документации «Строительство линии электропередачи 0,4 кВ «Соколовская».

2 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на линейный объект

Проектная документация выполнена на основании:

1. Технического задания «Строительство линии электропередачи ВЛ 0,4 кВ «Соколовская» (Приложение Б).
2. Акта о выборе земельного участка для строительства в Киселевском городском округе от 01.07.2013. (Приложение В).

Трасса проектируемой воздушной линии ВЛИ-0,4 кВ приведена в графической части проектной документации раздела 23/13 – ППО – листы 3, 4.

3 Сведения о климатической, географической и инженерно-геологической характеристике района

Площадка проектируемого строительства находится в Киселевском городском округе Кемеровской области. В геоморфологическом отношении приурочена к левому склону долины р. Кара-Чумыш.

Климат территории резко континентальный, с продолжительной морозной зимой и коротким, но жарким летом. Согласно СНиП 23-01-99*«Строительная климатология» район работ находится в IV климатическом подрайоне.

Расчетные климатические параметры в районе проектируемой ВЛИ-0,4 кВ приняты в соответствии с требованиями нормативных документов СНиП 23-01-99*, СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», главы 2.5 седьмой редакции ПУЭ.

Климатические условия района следующие:

1. Территория проектируемого объекта расположена в V гололедном районе СССР.

Подпись и дата		Грасса проектируемой воздушной линии ВЛИ-0,4 кВ приведена в графической части проектной документации раздела 23/13 – ППО – листы 3, 4.					
Инв. № дубл.		3 Сведения о климатической, географической и инженерно-геологической характеристике района					
Взам. инв. №		Площадка проектируемого строительства находится в Киселевском городском округе Кемеровской области. В геоморфологическом отношении приурочена к левому склону долины р. Кара-Чумыш.					
Подпись и дата		Климат территории резко континентальный, с продолжительной морозной зимой и коротким, но жарким летом. Согласно СНиП 23-01-99*«Строительная климатология» район работ находится в IV климатическом подрайоне.					
Инв. № подл.		Расчетные климатические параметры в районе проектируемой ВЛИ-0,4 кВ приняты в соответствии с требованиями нормативных документов СНиП 23-01-99*, СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», главы 2.5 седьмой редакции ПУЭ.					
		Климатические условия района следующие:					
		1. Территория проектируемого объекта расположена в V гололедном районе СССР.					
						23/13-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			9

При этом толщина стенки гололеда, мм (превышаемая раз в 5 лет), на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли, принимается не менее 20 мм.

В то же время, согласно климатического районирования территории Кемеровской области по гололедным и ветровым условиям Томскэнергосетьпроект от 2005 г. для района изысканий следует принимать следующие значения расчетных условий по ветру и гололеду.

Нормативная толщина стенки гололеда для определения гололедной нагрузки на провода и опоры ВЛ.

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда, мм	Интервалы толщины стенки гололеда, мм
V	30	от 25.1 до 30

[Региональная карта расчетных районов ветровых нагрузок при гололеде на воздушные линии электропередачи на территории Кемеровской области. Томскэнергосетьпроект 2005. (шифр 1432-372-ИИ)].

2. Ветровой район – IV, скоростной напор ветра 0,8 кПа;
3. Район по весу снегового покрова - IV, вес снегового покрова 2,4 кПа;
4. Температура воздуха:
 - максимальная +40°C;
 - минимальная -50°C;
 - среднегодовая 0°C.
5. Среднегодовая продолжительность гроз – от 40 до 60 часов;
6. Нормативная глубина промерзания грунтов 2,2 м.
7. Сейсмичность – 7 баллов.

Территория застроена строениями жилыми постройками частного сектора с элементами благоустройства. Рельеф участка – холмистый. Проезды и дороги отсыпаны щебнем.

Площадка строительства относится к сложной категории опасных природных процессов (глава 5 СП 22-01-95).

По совокупности природных, геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатацию сооружения, участок изысканий представляет собой один район со сложными инженерно-геологическими условиями (СП 11-105-97 Приложение Б).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ					10

4 Описание вариантов маршрутов прохождения линейного объекта

План трассы ВЛ-0,4 кВ от КТП-400/10/0,4 «Соколовская» приведен в графическом приложении к акту выбора площадки.

Протяженность проектируемой трассы – 2,05 км.

5 Сведения о линейном объекте

Трасса воздушной ВЛИ-0,4 кВ в административном отношении расположена в Киселевском округе Кемеровской области. Трасса воздушной ВЛИ-0,4 кВ расположена на земельном участке, находящемся в аренде «Соколовская» -2003 м² и на муниципальных землях - 4880 м².

Абсолютные отметки поверхности территории колеблются от +424,0 м до +428,0 м. Перепад высот составляет 4,0 м.

Согласно СНиП 23-01-99* район строительства ВЛИ-0,4 кВ находится в IV климатическом подрайоне и согласно СНиП 2.01.01-82 к III дорожно-климатической зоне.

6 Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Строительство ВЛИ-0,4 кВ
1	Количество цепей	1, 2, 3, 4
2	Количество проводов СИП в цепи	1
3	Номинальное напряжение, кВ	0,4
4	Протяженность трассы, км	4,88
5	Марка и сечение кабеля	СИП-2, СИП-4
6	Полная стоимость строительства	

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ	Лист	11

7 Сведения о земельных участках, изымаемых во временное (на период строительства) и (или) постоянное пользование

В соответствии с Земельным Кодексом Российской Федерации №136-ФЗ от 25.10.2001 г.; «Норм отвода земель для электрических сетей напряжением 0,38-750 кВ» ВСН 14278 тм-т1; определяются размеры земельных участков для размещения воздушных линий электропередач и опор связи, обслуживающих электрические сети.

Трасса воздушной ВЛИ-0,4 кВ в административном отношении расположена в Киселевском городском округе Кемеровской области и проходит по улицам: Адмирала Рычкова, Маршала Жукова, Соколовская, Маршала Шапошникова, Маршала Василевского, Маршала Конева, Маршала Кузнецова, пер.Соколовский, проезд Кольцовой, проезд Внутренний.

В соответствии с п.2.1 ВСН 14728 тм-т1 земельные участки для размещения опор воздушных линий электропередачи напряжением 0,38-1,0 кВ и опор линий связи, обслуживающие электрические сети, в постоянное пользование не предоставляются.

Под проектируемую ВЛИ-0,4 кВ требуется не более 3,93 га во временное пользование.

При строительстве ВЛИ-0,4 кВ снос производственных и жилых зданий и сооружений не требуется.

8 Проектные решения, обеспечивающие надежность линейного объекта

Проектируемые линии напряжением 0,4 кВ предназначены для электроснабжения жилых домов будущего строительства, расположенных по улицам: Адмирала Рычкова, Маршала Жукова, Соколовская, Маршала Шапошникова, Маршала Василевского, Маршала Конева, Маршала Кузнецова, пер.Соколовский, проезд Кольцовой, проезд Внутренний.

Категория электроприемников по надежности электроснабжения – 3.

Воздушные линии электропередач проложены в соответствии с требованиями ПУЭ и других нормативных документов.

При разработке проектной документации на строительство ВЛИ-0,4 кВ применены следующие решения:

1. Принимается самонесущий изолированный провод.
2. Сечение жил кабеля принято по техническим условиям и проверено:
 - по пропускной способности по нагреву в нормальном режиме работы;
 - по экономической плотности тока;

Подпись и дата	<div>8 Проектные решения, обеспечивающие надежность линейного объекта</div>							
Инв. № дубл.	<p>Проектируемые линии напряжением 0,4 кВ предназначены для электроснабжения жилых домов будущего строительства, расположенных по улицам: Адмирала Рычкова, Маршала Жукова, Соколовская, Маршала Шапошникова, Маршала Василевского, Маршала Конева, Маршала Кузнецова, пер.Соколовский, проезд Кольцовой, проезд Внутренний.</p>							
Взам. инв. №	<p>Категория электроприемников по надежности электроснабжения – 3.</p> <p>Воздушные линии электропередач проложены в соответствии с требованиями ПУЭ и других нормативных документов.</p>							
Подпись и дата	<p>При разработке проектной документации на строительство ВЛИ-0,4 кВ применены следующие решения:</p> <div><div>1. Принимается самонесущий изолированный провод.</div><div>2. Сечение жил кабеля принято по техническим условиям и проверено:<div><div>- по пропускной способности по нагреву в нормальном режиме работы;</div><div>- по экономической плотности тока;</div></div></div></div>							
Инв. № подл.						23/13-ПЗ	Лист	
								12
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

стойках СВ1-05 и СВ-110» филиала ОАО «НТЦ Электроэнергетики» РОСЭП 2001 г.

Перечень нормативно-технической документации, примененной при разработке проектной документации «Строительство ВЛ-0,4 кВ «Пихтовка»:

1. Правила устройства электроустановок. Издание 7. Новосибирск, 2006 г.
2. СП 31-110-2003. «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электрических установок жилых и общественных зданий».
3. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. М. 2011 г.
4. СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» Госстрой России , 2000, изм. 1, 2003г.
5. СНиП 12-03-99. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
6. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве Часть 2. Строительное производство.
7. СНиП 3.05.06-85. Монтаж электротехнических устройств.
8. СНиП 3.02.01-87. Земляные работы. Основания и фундаменты.
9. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства.
10. РД 153-34.3-03.285-2002. Правила безопасности при строительстве линий электропередачи и производстве электромонтажных работ.
11. СО 153-34.03.150-2003 (РД 153-34.0-03.150-2001) Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, (ПОТ РМ-016-2001), Минэнерго России , 2001.
12. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию. Утверждено постановлением Правительства РФ от 16.02.2008г. №87.
13. СО 153-34.21.122-2003 (РД 34.21.122) «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций», Минэнерго России , 2003.
14. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
15. ГОСТ 12.1.030-81* Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;
16. Земельный Кодекс Российской Федерации №136-ФЗ от 25.10.2001 г.;
17. ВСН 14278 тм-т1. «Нормы отвода земель для электрических сетей напряжением 0,38-750 кВ».
18. «Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям», утвержденных постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 №861.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ					

9 Выбор сечений проводов линий 0,4 кВ

Выбор сечений проводов произведен согласно требований «Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям», утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 № 861. Принимается суммарная присоединенная мощность 15 кВт.

Сечения проводов СИП напряжением 0,4 кВ выбираются по условиям нагрева токами нагрузки с последующей проверкой:

- по экономической плотности тока;
- по допустимой потере напряжения при нормальном режиме работы.
- на обеспечение надежного автоматического отключения поврежденного участка при однофазных коротких замыканиях.

В качестве магистральных проводов от КТП-400/10/0,4 «Соколовская» принимается провод СИП-2.

В качестве ответвительных проводов для подключения отдельных потребителей принимается провод СИП-4 4х16. Ответвительные провода не содержат несущего провода и могут обслуживать одного или нескольких отдельных потребителей.

9.1 Расчет токовых нагрузок, выбор сечений по условиям нагрева

Трасса проектируемой воздушной ВЛИ-0,4 кВ разбивается на пять расчетных участков – рисунок 1:

1. Линия №1 – от опоры №194 до концевых опор №27 и №193. Количество подключенных жилых домов 23 шт

Участок 1-1 от опоры №178 до оп.№27. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Участок 1-2 от опоры №178 до оп.№193. Количество подключенных жилых домов 13 шт.

2. Линия №2 - от опоры №1 до концевых опор №12, №53, №65. Количество подключенных жилых домов 31 шт

Участок 2-1 от опоры №2 до оп.№12. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Участок 2-2 от опоры №31 до оп.№53. Количество подключенных жилых домов 11 шт.

Участок 2-3 от опоры №32 до оп.№65. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

обслуживать одного или нескольких отдельных потребителей.

9.1 Расчет токовых нагрузок, выбор сечений по условиям нагрева

Трасса проектируемой воздушной ВЛИ-0,4 кВ разбивается на пять расчетных участков – рисунок 1:

1. Линия №1 – от опоры №194 до конечных опор №27 и №193. Количество подключенных жилых домов 23 шт

Участок 1-1 от опоры №178 до оп.№27. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Участок 1-2 от опоры №178 до оп.№193. Количество подключенных жилых домов 13 шт.

2. Линия №2 - от опоры №1 до конечных опор №12, №53, №65. Количество подключенных жилых домов 31 шт

Участок 2-1 от опоры №2 до оп.№12. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Участок 2-2 от опоры №31 до оп.№53. Количество подключенных жилых домов 11 шт.

Участок 2-3 от опоры №32 до оп.№65. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

					23/13-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

3. Линия №3 - от оп. №35 до концевой опоры №77, от оп. №36 до №78 и далее до оп.№98, от оп.№195 до оп. №205. Количество подключенных жилых домов - 33 шт.

Участок 3-1 от опоры №35 до оп. №77. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Участок 3-2 от опоры №78 до оп.№84. Количество подключенных жилых домов 7 шт.

Участок 3-3 от опоры №87 до оп.№98. Количество подключенных жилых домов 8 шт.

Участок 3-4 от опоры №87 до оп.№205. Количество подключенных жилых домов 8 шт

4. Линия №4 – от опоры №36 до концевых опор №41 и №177, от оп.№99до оп.№124, от оп.№125 до оп.№140. Количество подключенных жилых домов - 31 шт.

Участок 4-1 от опоры №2 до оп.№12. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

Участок 4-2 от опоры №31 до оп.№53. Количество подключенных жилых домов 11 шт.

Участок 4-3 от опоры №32 до оп.№65. Количество подключенных жилых домов 10 шт.

5. Линия №5 – от опоры №107 до концевых опор №115, №156, №172. Количество подключенных жилых домов - 29 шт.

Участок 5-1 от опоры №108 до оп.№156. Количество подключенных жилых домов 4 шт.

Участок 5-2 от опоры №107 до оп.№53. Количество подключенных жилых домов 15 шт.

Участок 5-3 от опоры №108 до оп.№172. Количество подключенных жилых домов 15 шт.

Расчетный ток в магистральной линии определяется по формуле:

$$I_{л.м.} = \frac{P_{po}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_p \cdot N}, A;$$

где P_{po} – расчетная мощность питаемого объекта, кВт;

$$P_{po} = n \cdot P_{уд} \cdot K_c \cdot K_o, \text{ кВт};$$

n – количество домов;

$P_{уд.}$ - удельная расчетная электрическая нагрузка на квартиру жилого дома, принимается согласно Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям», утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 № 861.Принимается $P_{уд.}=15$ кВт/дом;

U_n – номинальное напряжение сети (0,38 кВ);

$\cos \varphi_p$ – расчетный коэффициент мощности принимается по СП 31-110-2003 и составляет 0,98;

N – количество кабелей, обеспечивающее передачу расчетной мощности объекта;

K_c - коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности, принимается по табл. 6.2 СП 31-110-2003, $K_c=0,8$.

K_o - коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности, принимается по табл. 6.3 СП 31-110-2003 в зависимости от числа квартир (домов).

Инв. № подл.	Подпись и дата	$I_{л.м.} = \frac{P_{po}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_p \cdot N}, A,$ <p>где P_{po} – расчетная мощность питаемого объекта, кВт;</p> $P_{po} = n \cdot P_{уд} \cdot K_c \cdot K_o, \text{ кВт};$ <p>n – количество домов;</p> <p>$P_{уд}$ - удельная расчетная электрическая нагрузка на квартиру жилого дома, принимается согласно Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям», утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 № 861.Принимается $P_{уд} = 15 \text{ кВт/дом};$</p> <p>$U_n$ – номинальное напряжение сети (0,38 кВ);</p> <p>$\cos \varphi_p$ – расчетный коэффициент мощности принимается по СП 31-110-2003 и составляет 0,98;</p> <p>N – количество кабелей, обеспечивающее передачу расчетной мощности объекта;</p> <p>K_c - коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности, принимается по табл. 6.2 СП 31-110-2003, $K_c = 0,8$.</p> <p>K_o - коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности, принимается по табл. 6.3 СП 31-110-2003 в зависимости от числа квартир (домов).</p>				
		Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ	16

Расчет произведен отдельно для каждого участка ВЛИ-0,4 кВ.

Линия №1

От опоры №194 до опоры №27. Количество подключенных домов 10 шт.

$$I_{л.м1.} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,36}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 45 \text{ А}$$

От опоры №194 до опоры №193. Количество подключенных домов 13 шт.

$$I_{л.м1.} = \frac{13 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,31}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 50 \text{ А}$$

Линия № 2

От опоры №1 до опоры №12. Количество подключенных домов 10 шт.

$$I_{л.м2.} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,36}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 45 \text{ А}$$

От опоры №31 до опоры №53. Количество подключенных домов 10 шт.

$$I_{л.м2.} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,36}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 45 \text{ А}$$

От опоры №32 до опоры №65. Количество подключенных домов 10 шт.

$$I_{л.м2.} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,36}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 45 \text{ А} .$$

От опоры №1 до опоры №32. Количество подключенных домов 31 шт.

$$I_{л.м2.} = \frac{31 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,21}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 80 \text{ А}$$

Линия №3

От опоры №87 до опоры №98. Количество подключенных домов 8 шт.

$$I_{л.м3.} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,38}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 38 \text{ А} .$$

От опоры №87 до опоры №205. Количество подключенных домов 8 шт.

$$I_{л.м3.} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,38}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 38 \text{ А}$$

От опоры №35 до опоры №77. Количество подключенных домов 10 шт.

$$I_{л.м3.} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,36}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 45 \text{ А}$$

От опоры №1 до опоры №36. Количество подключенных домов 26 шт.

$$I_{л.м3.} = \frac{26 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,23}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 74 \text{ А}$$

Линия №4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.						Лист
						Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

23/13-ПЗ

17

где $\Delta U_{\text{тр}}, \Delta U_{\text{к}}$ – соответственно потери напряжения в трансформаторе и кабельной линии, В;

L - длина расчетного участка линии, км;

r, x – соответственно активное и реактивное (индуктивное) удельное сопротивление кабеля, Ом/км ;

$\cos \varphi, \sin \varphi$ – коэффициенты мощности.

Потери напряжения в трансформаторе определяются по формулам (стр.508, 510) /10/:

$$\Delta U_{\text{тр}} = \beta_{\text{т}} (u_{\text{а}} \cdot \cos \varphi + u_{\text{р}} \sin \varphi), \quad \%;$$

где $\beta_{\text{т}} = I_{\text{р}} / I_{\text{н.тр}}$ – коэффициент загрузки трансформатора, принимается $\beta_{\text{т}} = 1,0$;

$u_{\text{а}}, u_{\text{р}}$ – активная и реактивная составляющие напряжения к.з., %.

$$u_{\text{а}} = P_{\text{к}} \cdot 100 / S_{\text{ном}}, \quad u_{\text{р}} = \sqrt{u_{\text{кз}}^2 - u_{\text{а}}^2};$$

где $P_{\text{кз}}$ - потери напряжения при коротком замыкании, кВт;

$S_{\text{ном}}$ - номинальная мощность трансформатора, кВА;

$u_{\text{кз}}$ – напряжение к.з., %.

Для трансформатора ТМ-400/10/0,4 кВ потери трансформатора и напряжение к.з. принимаются по таблице 7.1 /11/- $P_{\text{кз}} = 5,5$ кВт, $u_{\text{кз}} = 4,5$ %.

$$u_{\text{а}} = 5,5 \cdot 100 / 400 = 1,38 \quad \%;$$

$$u_{\text{р}} = \sqrt{4,5^2 - 1,38^2} = 4,3 \quad \%;$$

$$\Delta U_{\text{тр1}} = 262 / 620 \cdot (1,38 \cdot 0,98 + 4,3 \cdot 0,2) = 0,93 \quad \%;$$

$$\Delta U_{\text{тр1}} = \Delta U_{\text{тр1}} \cdot U_{\text{н}} / 100 = 0,93 \cdot 380 / 100 = 3,5 \text{ В.}$$

Для проводов СИП-2, СИП-4 удельные сопротивления приняты из таблиц 3, 8 Типовой серии 26.0085.

В соответствии с требованиями ГОСТ 13109 потеря напряжения в сети 0,38 кВ не должна превышать 5% (19 В).

Расчеты по определению потери напряжения в наиболее удаленной точке сведены в таблицу 2.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
					23/13-ПЗ					Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 2 - Определение потерь напряжения в линии

№п/п	Питающая линия		Сечение провода, мм ²	Длина линии, м	Расчетный ток, А	Удельное со- противление, Ом/км	Потеря на- пряжения	
	Откуда	Куда					В	%
Линия №1-1								
1	ТП	Оп. №178	120	30	45	0,253	2,47	0,6
2	Оп. №178	Оп. №15	95	104	45	0,320	4,95	1,3
3	Оп. №15	Оп. №16	95	26	45	0,320	5,58	1,5
4	Оп. №16	Оп. №17	95	26	40,5	0,320	6,14	1,6
5	Оп. №17	Оп. №18	95	26	36	0,320	6,63	1,7
6	Оп. №18	Оп. №19	95	26	31,5	0,320	7,07	1,9
7	Оп. №19	Оп. №20	95	26	27	0,320	7,44	2,0
8	Оп. №20	Оп. №22	95	48	22,5	0,320	8,02	2,1
9	Оп. №22	Оп. №23	95	20	18	0,320	8,21	2,2
10	Оп. №23	Оп. №24	95	20	13,5	0,320	8,35	2,2
11	Оп. №24	Оп. №26	95	40	9	0,320	8,54	2,2
12	Оп. №26	Оп. №27	95	18	4,5	0,320	8,58	2,3
Линия 1-2								
1	ТП	Оп. №178	120	30	50	0,253	2,53	0,7
2	Оп. №178	Оп. №179	95	10	50,00	0,320	2,80	0,7
3	Оп. №179	Оп. №181	95	54	46,15	0,320	4,12	1,1
4	Оп. №181	Оп. №182	95	27	38,45	0,320	4,67	1,2
5	Оп. №182	Оп. №183	95	27	34,60	0,320	5,17	1,4
6	Оп. №183	Оп. №185	95	52	30,8	0,320	6,02	1,6
7	Оп. №185	Оп. №187	95	52	26,9	0,320	6,76	1,8
8	Оп. №187	Оп. №188	95	28	23,1	0,320	7,10	1,9
9	Оп. №188	Оп. №189	95	26	19,20	0,320	7,37	1,9
10	Оп. №189	Оп. №190	95	29	15,4	0,320	7,61	2,0
11	Оп. №190	Оп. №191	95	26	7,6	0,320	7,71	2,0
12	Оп. №191	Оп. №193	95	53	3,8	0,320	7,82	2,1
Участок №2-1								
1	ТП	Оп. №2	120	20	45,0	0,288	2,33	0,6

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Лист

23/13-ПЗ

21

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2

1	Оп. №2	Оп. №31	120	83	46,0	0,253	5,83	1,5
2	Оп. №31	Оп. №42	95	10	46,0	0,320	6,08	1,6
3	Оп. №42	Оп. №43	95	25	41,8	0,320	6,63	1,7
4	Оп. №43	Оп. №44	95	30	37,6	0,320	7,23	1,9
5	Оп. №44	Оп. №45	95	27	33,4	0,320	7,71	2,0
6	Оп. №45	Оп. №46	95	28	29,2	0,320	8,15	2,1
7	Оп. №46	Оп. №47	95	27	25,0	0,320	8,51	2,2
8	Оп. №47	Оп. №48	95	27	20,8	0,320	8,81	2,3
9	Оп. №48	Оп. №49	95	25	16,6	0,320	9,03	2,4
10	Оп. №49	Оп. №50	95	25	12,4	0,320	9,19	2,4
11	Оп. №50	Оп. №51	95	25	8,2	0,320	9,30	2,4
12	Оп. №51	Оп. №52	95	20	4,0	0,320	9,34	2,5

Участок №2-3

1	Оп. №31	Оп. №32	120	10	45,0	0,253	7,92	2,1
2	Оп. №32	Оп. №54	95	10	45,0	0,320	8,16	2,1
3	Оп. №54	Оп. №55	95	29	40,5	0,320	8,79	2,3
4	Оп. №55	Оп. №56	95	27	36,0	0,320	9,30	2,4
5	Оп. №56	Оп. №57	95	28	31,5	0,320	9,77	2,6
6	Оп. №57	Оп. №58	95	26	27,0	0,320	10,15	2,7
7	Оп. №58	Оп. №59	95	27	22,5	0,320	10,47	2,8
8	Оп. №59	Оп. №60	95	26	18,0	0,320	10,72	2,8
9	Оп. №60	Оп. №61	95	21	13,5	0,320	10,87	2,9
10	Оп. №61	Оп. №63	95	54	9,0	0,320	11,13	2,9
11	Оп. №62	Оп. №64	95	21	4,5	0,320	11,18	2,9

Участок №3-1

1	ТП	Оп. №35	120	190	45,0	0,288	5,99	1,6
2	Оп. №35	Оп. №66	95	10	45,0	0,320	6,23	1,6
3	Оп. №66	Оп. №67	95	30	40,5	0,320	6,87	1,8
4	Оп. №67	Оп. №68	95	26	36,0	0,320	7,37	1,9
5	Оп. №68	Оп. №69	95	26	31,5	0,320	7,81	2,1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ	Лист
						22

Продолжение таблицы 2

6	Оп. №69	Оп. №70	95	27	27,0	0,320	8,19	2,2
7	Оп. №70	Оп. №71	95	27	22,5	0,320	8,52	2,2
8	Оп. №71	Оп. №72	95	21	18,0	0,320	8,72	2,3
9	Оп. №72	Оп. №73	95	29	13,5	0,320	8,93	2,3
10	Оп. №73	Оп. №75	95	25	9,0	0,320	9,05	2,4
11	Оп. №75	Оп. №76	95	21	4,5	0,320	9,10	2,4

Участок №3-2

1	Оп. №35	Оп. №87	120	239	38,0	0,288	12,23	3,2
2	Оп. №87	Оп. №90	95	75	38,0	0,320	13,75	3,6
3	Оп. №90	Оп. №91	95	30	33,2	0,320	14,28	3,8
4	Оп. №91	Оп. №92	95	30	28,4	0,320	14,73	3,9
5	Оп. №92	Оп. №93	95	30	23,6	0,320	15,11	4,0
6	Оп. №93	Оп. №94	95	30	18,8	0,320	15,41	4,1
7	Оп. №94	Оп. №95	95	30	14,0	0,320	15,63	4,1
8	Оп. №95	Оп. №96	95	30	9,2	0,320	15,78	4,2
9	Оп. №96	Оп. №98	95	53	4,4	0,320	15,90	4,2

Участок №3-3

1	Оп. №87	Оп. №195	95	10	38,0	0,320	14,34	3,8
2	Оп. №195	Оп. №197	95	60	33,2	0,320	15,39	4,1
3	Оп. №197	Оп. №199	95	58	28,4	0,320	16,27	4,3
4	Оп. №199	Оп. №200	95	30	23,6	0,320	16,65	4,4
5	Оп. №200	Оп. №201	95	30	18,8	0,320	16,95	4,5
6	Оп. №201	Оп. №202	95	30	14,0	0,320	17,17	4,5
7	Оп. №202	Оп. №203	95	30	9,2	0,320	17,32	4,6
8	Оп. №203	Оп. №204	95	23	4,4	0,320	17,37	4,6

Участок №4-1

1	ТП	Оп. №36	120	200	90,0	0,253	9,46	2,5
2	Оп. №36	Оп. №40	50	76	49,0	0,641	13,43	3,5
3	Оп. №40	Оп. №173	50	10	49,0	0,641	13,95	3,7
4	Оп. №173	Оп. №174	50	29	36,8	0,641	15,08	4,0

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ	Лист
						23

Продолжение таблицы 2

5	Оп. №174	Оп. №175	50	27	24,5	0,641	15,79	4,2
6	Оп. №175	Оп. №176	50	28	12,2	0,641	16,15	4,2
Участок №4-2								
1	Оп. №36	Оп. №78	120	10	65,0	0,253	9,74	2,6
2	Оп. №78	Оп. №79	120	30	62,2	0,253	10,52	2,8
3	Оп. №79	Оп. №80	120	29	59,4	0,253	11,24	3,0
4	Оп. №80	Оп. №81	120	27	56,5	0,253	11,88	3,1
5	Оп. №81	Оп. №82	120	25	53,7	0,253	12,45	3,3
6	Оп. №82	Оп. №83	120	24	50,9	0,253	12,96	3,4
7	Оп. №83	Оп. №84	120	25	48,1	0,253	13,47	3,5
8	Оп. №84	Оп. №99	120	51	45,3	0,253	14,44	3,8
9	Оп. №99	Оп. №100	120	30	42,4	0,253	14,97	3,9
10	Оп. №100	Оп. №101	120	30	39,6	0,253	15,47	4,1
11	Оп. №101	Оп. №102	120	27	36,8	0,253	15,89	4,2
Участок №4-2								
1	Оп. №102	Оп. №103	120	22	24,8	0,253	0,23	0,1
2	Оп. №103	Оп. №122	50	158	24,8	0,641	4,40	1,2
3	Оп. №122	Оп. №124	50	24	12,4	0,641	4,72	1,2
Участок №4-3								
1	Оп. №103	Оп. №125	120	530	54,0	0,253	12,03	3,2
2	Оп. №103	Оп. №125	95	31	54,0	0,320	12,92	3,4
3	Оп. №125	Оп. №126	95	24	50,4	0,320	13,56	3,6
4	Оп. №126	Оп. №127	95	25	46,8	0,320	14,18	3,7
5	Оп. №127	Оп. №128	95	25	43,2	0,320	14,75	3,9
6	Оп. №128	Оп. №129	95	26	39,6	0,320	15,30	4,0
7	Оп. №129	Оп. №130	95	24	36,0	0,320	15,76	4,1
8	Оп. №130	Оп. №131	95	25	32,4	0,320	16,19	4,3
9	Оп. №131	Оп. №132	95	24	28,8	0,320	16,56	4,4
10	Оп. №132	Оп. №133	95	25	25,2	0,320	16,89	4,4
11	Оп. №133	Оп. №134	95	26	21,6	0,320	17,19	4,5

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ	Лист
						24

Продолжение таблицы 2

12	Оп. №134	Оп. №135	95	25	18,0	0,320	17,43	4,6
13	Оп. №135	Оп. №136	95	25	14,4	0,320	17,62	4,64
14	Оп. №136	Оп. №137	95	26	10,8	0,320	17,77	4,68
15	Оп. №137	Оп. №138	95	25	7,2	0,320	17,87	4,70
16	Оп. №138	Оп. №139	95	20	3,6	0,320	17,91	4,71

Участок №5-1

1	ТП	Оп. №107	150	612	88,0	0,164	14,67	3,9
2	Оп. №107	Оп. №141	120	10	54,0	0,253	14,90	3,9
3	Оп. №141	Оп. №142	120	24	50,4	0,253	15,40	4,1
4	Оп. №142	Оп. №143	120	25	46,8	0,253	15,90	4,2
5	Оп. №143	Оп. №144	120	25	43,2	0,253	16,35	4,3
6	Оп. №144	Оп. №145	120	26	39,6	0,253	16,78	4,4
7	Оп. №145	Оп. №146	120	24	36,0	0,253	17,15	4,5
8	Оп. №146	Оп. №147	120	24	32,4	0,253	17,47	4,6
9	Оп. №147	Оп. №148	120	25	28,8	0,253	17,77	4,7
10	Оп. №148	Оп. №149	120	24	25,2	0,253	18,03	4,7
11	Оп. №149	Оп. №150	120	25	21,6	0,253	18,26	4,8
12	Оп. №150	Оп. №151	120	26	18,0	0,253	18,45	4,9
13	Оп. №151	Оп. №152	120	25	14,4	0,253	18,60	4,9
14	Оп. №152	Оп. №153	120	25	10,8	0,253	18,72	4,9
15	Оп. №153	Оп. №154	120	26	7,2	0,253	18,80	4,9
16	Оп. №154	Оп. №155	120	25	3,6	0,253	18,83	5,0

Участок №5-2

1	Оп. №107	Оп. №108	150	19	54,0	0,164	14,95	3,9
2	Оп. №108	Оп. №157	120	10	54,0	0,253	15,18	4,0
3	Оп. №157	Оп. №158	120	24	50,4	0,253	15,68	4,1
4	Оп. №158	Оп. №159	120	25	46,8	0,253	16,18	4,3
5	Оп. №159	Оп. №160	120	25	43,2	0,253	16,63	4,4
6	Оп. №160	Оп. №161	120	26	39,6	0,253	17,06	4,5
7	Оп. №161	Оп. №162	120	24	36,0	0,253	17,42	4,6

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23/13-ПЗ	Лист
						25

Продолжение таблицы 2

8	Оп. №162	Оп. №163	120	24	32,4	0,253	17,75	4,7
9	Оп. №163	Оп. №164	120	25	28,8	0,253	18,05	4,8
10	Оп. №164	Оп. №165	120	24	25,2	0,253	18,31	4,8
11	Оп. №165	Оп. №166	120	25	21,6	0,253	18,53	4,9
12	Оп. №166	Оп. №167	120	26	18,0	0,253	18,73	4,9
13	Оп. №167	Оп. №168	120	25	14,4	0,253	18,88	5,0
14	Оп. №168	Оп. №169	120	25	10,8	0,253	19,00	5,0
15	Оп. №169	Оп. №170	120	26	7,2	0,253	19,07	5,0
16	Оп. №170	Оп. №171	120	25	3,6	0,253	19,11	5,0
Участок №5-2								
1	Оп. №108	Оп. №112	120	96	62,0	0,253	17,45	4,6
2	Оп. №112	Оп. №113	120	25	46,5	0,235	17,90	4,7
3	Оп. №113	Оп. №114	120	25	31,0	0,253	18,23	4,8
4	Оп. №114	Оп. №115	120	23	15,5	0,253	18,38	4,8

Все выбранные сечения жил кабелей удовлетворяют требованиям проверки по допустимой потере напряжения.

По произведенным расчетам выбора сечения проводов по нагреву, экономической плотности тока и проверки на падение напряжения окончательно принимается установка проводов ВЛИ-0,4 кВ СИП-2 3х70+54,6 с номинальным током 240 А.

Для подключения жилых домов к магистральным линиям принимается провод СИП-4 4х16.

9.4 Расчет однофазных токов короткого замыкания

Линии до 1 кВ в сетях с глухим заземлением нейтрали должны быть проверены, согласно требованиям гл. 1.7 ПУЭ, на обеспечение надежного автоматического отключения поврежденного участка при однофазных коротких замыканиях.

Условие для обеспечения автоматического отключения:

$$I_{к.з} \geq 3 \cdot I_{ном пл.вст.} \text{ или } I_{к.з} \geq 3 \cdot I_{ном расцепителя}$$

Это требование ПУЭ выполняется подбором сечения заземляющего проводника таким

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

					23/13-ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

образом, чтобы в петле фаза-нуль возникал ток (стр.94 /10):

$$I_{к.з} = 1,1 \cdot k \cdot I_y$$

Где k – коэффициент, учитывающий разброс тока срабатывания автомата (для автоматов с $I_{ном}$ до 100 А $I_{к.з} \geq 1,4 \cdot I_y$, для прочих автоматов $I_{к.з} \geq 1,25 \cdot I_y$).

Для проверки отключения автоматами или сгорания плавкой вставки $I_{к.з}$ между фазным и нулевым проводом определяется ток однофазного замыкания (стр.95 /10):

$$I_{к.з}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_n + \frac{Z_{тр}}{3}}$$

Где U_{ϕ} - фазное напряжение сети, В;

Z_n - полное сопротивление петли фазный провод - нулевой провод линии, Ом. Принимается по таблице по техническим характеристикам проводов СИП;

Z_T – полное сопротивление трансформатора току замыкания на корпус, Ом. Принимается по таблице 5.7 /10/ $Z_T/3 = 0,065$ Ом.

Расчет однофазных токов короткого замыкания сведен в таблицу 3. Расчетная схема представлена на рисунке 1.

Таблица 3- Расчет однофазных токов КЗ

Расчетная точка	Тип и сечение провода	Сечение провода мм ²		Длина линии, м	Сопротивление жилы провода Ом/км	Сопротивление нулевого провода Ом/км	Полное сопротивление петли кабеля, Ом	Суммарное полное сопротивление петли, Ом	$I_{к.з}^{(1)}$, А
		прямого	обратного						
1	ТМ-400/10/0,4 №1								3385
2	СИП-2 3x70+54,6	70	54,6	429	0,443	0,63	0,460	0,460	420
3	СИП-4 4x16	16	16	10	1,91	1,91	0,038	0,499	394
4	СИП-2 3x70+54,6	70	54,6	435	0,443	0,63	0,467	0,467	415
5	СИП-4 4x16	16	16	10	1,91	1,91	0,038	0,505	389
6	СИП-2 3x70+54,6	70	54,6	429	0,443	0,63	0,460	0,460	420
7	СИП-4 4x16	16	16	10	1,91	1,91	0,038	0,499	394
8	ТМ-400/10/0,4 №2								3385
9	СИП-2 3x70+54,6	70	54,6	363	0,443	0,63	0,389	0,389	486
10	СИП-4 4x16	16	16	10	1,91	1,91	0,038	0,428	451
11	СИП-2 3x70+54,6	70	54,6	332	0,443	0,63	0,356	0,356	525
12	СИП-4 4x16	16	16	10	1,91	1,91	0,038	0,394	484

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
										23/13-ПЗ
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	27