АО «ПРОМЭНЕРГОПРОЕКТ»

ОТДЕЛ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЯ (ЭОМ)

Шифр: ПРОМ-2026-ЭОМ3

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЩЕСТВЕННО-ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНЫМ ПАРКИНГОМ

РАСЧЕТ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ПЕТЛИ «ФАЗА-НОЛЬ»

Проверка времени срабатывания защитных аппаратов по п. 1.7.79 ПУЭ-7 для щита «ВРУ-1 / ГРЩ»

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Разработал: _____ / Инженер-проектировщик ЭОМ /

Проверил: _____ / Главный инженер проекта (ГИП) /

Ноябрь 2026 г.

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

Содержание

1 НОРМАТИВНАЯ БАЗА И ДОПУЩЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ 3
2 ПАРАМЕТРЫ ГОЛОВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ 4
3 МЕТОДИКА РАСЧЕТА И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ 5
4 СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ОТСЕЧКИ АВТОМАТОВ И ТОКОВ КЗ 6
5 ПОСТРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ КАБЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ С ПОДСТАНОВКОЙ ЧИСЕЛ 16
6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ 97

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						ПРОМ-2026-ЭОМ3		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЩЕСТВЕННО-ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНЫМ ПАРКИНГОМ. Расчет токов КЗ и петли «фаза-ноль» (ВРУ-1 / ГРЩ)**	Вид док.	Лист	Листов
Разраб.							**Р**	2	99
Пров.							АО «ПромЭнергоПроект»		
Н. контр.									
Утв.									

1 НОРМАТИВНАЯ БАЗА И ДОПУЩЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

1.1 Нормативно-техническая база расчета

Нормативную базу расчета составляют:

- ГОСТ 28249-93 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ»;

- правила устройства электроустановок (ПУЭ), 7-е издание, раздел 1.7 (в частности, п. 1.7.79 — требование автоматического отключения питания с временем $t \leq 0{,}4$ с в сетях 230/400 В системы TN; в расчетной модели условие обеспечивается проверкой мгновенной электромагнитной отсечки защитных аппаратов с коэффициентом запаса $k_{над} = 1{,}1$);

- ГОСТ Р 50571.4.41-2022 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током»;

- ГОСТ Р 50571.4.43-2012 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока» (табл. 43А — термическая стойкость проводников);

- СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»;

- ГОСТ Р 50571.5.52-2011 (табл. G.52.1): для прочих электроприемников принят порог индикации потери напряжения 5%. Для освещения таблицей установлен порог 3%; раздельная проверка по назначению нагрузки в данном расчете не выполняется. Пороги СП 256 п. 8.23 не подменяются;

- ГОСТ 22483-2021 «Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров. Нормируемые электрические сопротивления постоянному току».

1.2 Принятые расчетные допущения и связь с рабочей документацией

В расчетной модели приняты следующие допущения:

- эквивалентная радиальная топология: расчетная схема замещения отходящих линий щита принята радиальной однолучевой («шина распределительного устройства — кабельная линия — электроприемник»). Сложные кольцевые связи и промежуточное шлейфование в расчетной модели разделены на эквивалентные независимые радиальные участки;

- расчетная точка КЗ: расчетная точка металлического однофазного КЗ на защитный проводник PE (PEN) принята на выводах наиболее электрически удаленного электроприемника каждой группы. Это определяет минимальный расчетный ток КЗ цепи для гарантированной проверки условий срабатывания отсечки защитных аппаратов по п. 1.7.79 ПУЭ-7;

- температурный режим: активные сопротивления проводников приведены к расчетной температуре установившегося рабочего нагрева жил +65 °C (температурный коэффициент $k_{\theta} = 1{,}18$);

- потеря напряжения ΔU считается только по отходящей линии щита. Кабель питания ТП → ВРУ → щит в ΔU не входит (в петле КЗ он учитывается);

- факультативные проверки: при отсутствии в кабельном журнале заданного рабочего тока линии оценка потери напряжения ΔU выполняется при расчетном токе $I_p = 0{,}8 \cdot I_n$ ($\cos\varphi = 0{,}8$); проверка длительно допустимого тока $I_{доп}$ выполняется по консервативной норме ПУЭ (табл. 1.3.4 для прокладки в трубах/коробах);

- связь с графической частью проекта: исходные параметры линий (длины трасс, марки кабелей, сечения фазных и нулевых жил, типы и уставки расцепителей автоматических выключателей) приняты в строгом соответствии с принципиальными однолинейными схемами и кабельным журналом основного комплекта рабочих чертежей ЭОМ;

- питающая сеть выше трансформатора в расчетную модель не включена (эквивалент источника — только трансформатор ТП либо ввод ВРУ по техническим условиям);

- сопротивление силового трансформатора принято по паспортным данным: $u_к$ = 6 %, $P_к$ = 13,5 кВт;

- Пользовательский справочник паспортных параметров оборудования: аппарат «BA88-32» (k_отс = 10·In, Icu = 25 кА, источник: IEK каталог BA88); аппарат «BA88-33» (k_отс = 10·In, Icu = 35 кА, источник: IEK каталог BA88); аппарат «BA88-35» (k_отс = 10·In, Icu = 35 кА, источник: IEK каталог BA88); кабель «АПвБШп» 240 мм² (R20 = 0.125 Ом/км, источник: ГОСТ 22483-2021 табл. 4, Al 240);;

- фазное напряжение в формуле тока КЗ: $U_ф$ = 230 В;

- коэффициент напряжения c по ГОСТ 28249-93: c = 1;

- сопротивление переходных контактов в петле «фаза-ноль»: $R_{конт}$ = 0,0150 Ом;

- расчет выполнен для металлического КЗ без учета сопротивления дуги ($R_{дуги}$ = 0);

- погонное индуктивное сопротивление кабеля x_0 принято по справочной таблице в зависимости от сечения жил (типовой диапазон 0,065–0,080 Ом/км);

- при неполных данных кабельного журнала применены расчётные допущения: Spe = $S_ф$ при записи NxS; длина 20 м при пустой ячейке; материал Cu при нераспознанной марке; кривая C при отсутствии буквы характеристики;

- в петлю каждой отходящей линии включены предвключенные участки питания: ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, 240/240 мм²). Их сопротивление добавлено перед групповой линией.

2 ПАРАМЕТРЫ ГОЛОВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

В качестве головного узла электроснабжения для проектируемого щита «ВРУ-1 / ГРЩ» принят: Трансформатор ТП 1250 кВА (D/Yn-11, $u_к$=6%, $P_к$=13,5 кВт). Расчетные параметры источника питания и принятые граничные условия сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 — Параметры головного источника питания и расчетной модели

Параметр источника питания	Значение
Тип узла	Трансформатор ТП (Раздел ЭС)
Сеть выше ТП ($S_к$)	Не учтена (только трансформатор)
Сопротивление трансформатора	по паспортным данным: $u_к$ = 6 %, $P_к$ = 13,5 кВт
$U_ф$ в формуле тока КЗ	230 В
Коэффициент напряжения c	1
$R_{конт}$ в петле «фаза-ноль»	0,0150 Ом
$R_{дуги}$	0 (металлическое КЗ)
x_0 кабеля	По справочной таблице в зависимости от сечения
Неполные данные кабельного журнала	Допущения: PE=фаза; длина 20 м; Cu; кривая C
Граница расчётной схемы	Источник + 1 уч. питания + кабельная линия
Характеристики источника	Трансформатор ТП 1250 кВА (D/Yn-11, $u_к$=6%, $P_к$=13,5 кВт)

Параметр источника питания	Значение
Эквивалентное активное сопротивление $R_{ист}$	0,0014 Ом
Эквивалентное индуктивное сопротивление $X_{ист}$	0,0076 Ом
Полное эквивалентное сопротивление источника $Z_{ист}$	**0,0077 Ом**

Примечание — В контур петли «фаза-ноль» включено суммарное переходное сопротивление контактных соединений $R_{конт}$ = 0,0150 Ом.

3 МЕТОДИКА РАСЧЕТА И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Активное сопротивление фазных и нулевых жил кабельных линий рассчитывается с учетом нормативного температурного пересчета на максимально допустимый длительный нагрев проводников под нагрузкой (+65 °C, k_θ = 1,18) по формуле (1):

$$R_{жил} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)] \cdot (L / 1000), \quad (1)$$

где R_{20} — погонное сопротивление жилы при +20 °C (по ГОСТ 22483-2021), Ом/км;

α — температурный коэффициент сопротивления (0,00393 1/°C для меди, 0,00403 1/°C для алюминия);

θ = +65 °C — расчетная температура жил в рабочем режиме;

L — длина трассы, м.

Индуктивное сопротивление кабельной цепи определяется по формуле (2):

$$X_{каб} = x_0 \cdot (L / 1000), \quad (2)$$

где x_0 — среднее погонное индуктивное сопротивление петли (0,065–0,080 Ом/км в зависимости от сечения).

Полное сопротивление петли «фаза-ноль» определяется по формуле (3):

$$Z_{п\text{-}н} = \sqrt{(R_{ист} + R_{каб} + R_{конт})^2 + (X_{ист} + X_{каб})^2}, \quad (3)$$

где $R_{ист}$, $X_{ист}$ — активное и индуктивное сопротивления источника питания, Ом;

$R_{каб}$, $X_{каб}$ — суммарные активное и индуктивное сопротивления жил (фаза + PE/PEN), Ом;

$R_{конт}$ = 0,0150 Ом — переходное сопротивление контактных соединений.

Минимальный ток однофазного короткого замыкания на землю определяется по формуле (4):

$$I_{кз}(1) = (c \cdot U_{ном.ф}) / Z_{п\text{-}н}, \quad (4)$$

где $U_{ном.ф}$ = 230 В — фазное напряжение в формуле тока КЗ;

c = 1 — коэффициент напряжения по ГОСТ 28249-93.

Критерий надежного срабатывания защиты по п. 1.7.79 ПУЭ-7 (t ≤ 0,4 с) в расчетной модели определяется по формуле (5):

$$I_{кз}(1) \geq I_{отс.треб} = k_{над} \cdot I_{сраб.макс}, \quad (5)$$

где $k_{над}$ = 1,1 — принятый в модели коэффициент надежности срабатывания отсечки;

$I_{сраб.макс}$ — верхний предел срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя: $5 \cdot I_n$ для кривой «B», $10 \cdot I_n$ для кривой «C», $20 \cdot I_n$ для кривой «D». При выполнении данного условия обеспечивается мгновенное срабатывание электромагнитного расцепителя (t ≤ 0,1 с), что с запасом выполняет нормативное требование п. 1.7.79 ПУЭ-7 (допустимо t ≤ 0,4 с).

4 СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ОТСЕЧКИ АВТОМАТОВ И ТОКОВ КЗ

Сводные результаты проверки отключающей способности защитных аппаратов для распределительного щита «ВРУ-1 / ГРЩ» (всего отходящих линий: 116, соответствуют ПУЭ с учетом корректировки по п. 6.1 (14 лин.): 116, замечаний ПУЭ: 0) приведены в таблице 4.1:

Расчетный трехфазный ток КЗ на шинах щита составляет $I_{кз(3)}$ = 21,38 кА; для 109 линий в кабельном журнале не указана серия/кА выключателя (принято по умолчанию 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6. Для 30 коротких линий требуется проверить термическую стойкость кабеля при $I_{кз(3)}$ в конце трассы (ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А).

Таблица 4.1 — Сводная ведомость проверки отсечки защитных аппаратов и токов КЗ щита «ВРУ-1 / ГРЩ»

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
1	**Ввод ИБП-1**	Питание централизованного ИБП 120 кВА Серверной	ВВГнг(А)-LS 95/95 мм², 25	ВА88-35 200А	0,038	**6007**	0,4	**21,4**	**95 мм² (+173 %)**	—
2	**Выход ИБП-1**	Щит гарантированного электроснабжения ЩГЭ-1	ВВГнг(А)-LS 95/95 мм², 20	ВА88-35 200А	0,036	**6386**	0,3	**21,4**	**95 мм² (+190 %)**	—
3	**Стояк ЩЭ-А1**	Стояк квартирный 1-3 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 25/25 мм², 18	C63	0,057	**4029**	0,3	**21,4**	**Допущено (+481 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
4	**Стояк ЩЭ-А2**	Стояк квартирный 4-6 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 25/25 мм², 28	C63	0,074	**3105**	0,4	**21,4**	**Допущено (+348 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
5	**Стояк ЩЭ-А3**	Стояк квартирный 7-9 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 35/35 мм², 38	C80	0,073	**3144**	0,6	**21,4**	**Допущено (+257 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
6	**Стояк ЩЭ-А4**	Стояк квартирный 10-12 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 35/35 мм², 48	C80	0,085	**2692**	0,7	**21,4**	**Допущено (+206 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
7	**Стояк ЩЭ-А5**	Стояк квартирный 13-15 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 35/35 мм², 58	C80	0,098	**2353**	0,9	**21,4**	**Допущено (+167 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
8	**Стояк ЩЭ-А6**	Стояк квартирный 16-18 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 50/50 мм², 68	C100	0,088	**2602**	1,0	**21,4**	**Допущено (+137 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
9	**Стояк ЩЭ-А7**	Стояк квартирный 19-21 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 50/50 мм², 78	C100	0,098	**2359**	1,1	**21,4**	**Допущено (+114 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
10	**Стояк ЩЭ-А8**	Стояк квартирный 22-25 этажи Секция А	ВВГнг(А)-LS 50/50 мм², 88	C100	0,107	**2157**	1,2	**21,4**	**Допущено (+96 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
11	**Стояк ЩЭ-Б1**	Стояк квартирный 1-3 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 25/25 мм², 22	C63	0,064	**3601**	0,4	**21,4**	**Допущено (+420 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
12	**Стояк ЩЭ-Б2**	Стояк квартирный 4-6 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 25/25 мм², 32	C63	0,081	**2844**	0,5	**21,4**	**Допущено (+310 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
13	**Стояк ЩЭ-Б3**	Стояк квартирный 7-9 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 35/35 мм², 42	C80	0,078	**2946**	0,6	**21,4**	**Допущено (+235 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
14	**Стояк ЩЭ-Б4**	Стояк квартирный 10-12 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 35/35 мм², 52	C80	0,090	**2545**	0,8	**21,4**	**Допущено (+189 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
15	**Стояк ЩЭ-Б5**	Стояк квартирный 13-15 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 35/35 мм², 62	C80	0,103	**2240**	0,9	**21,4**	**Допущено (+155 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
16	**Стояк ЩЭ-Б6**	Стояк квартирный 16-18 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 50/50 мм², 72	C100	0,092	**2499**	1,0	**21,4**	**Допущено (+127 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
17	**Стояк ЩЭ-Б7**	Стояк квартирный 19-21 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 50/50 мм², 82	C100	0,101	**2274**	1,2	**21,4**	**Допущено (+107 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
18	**Стояк ЩЭ-Б8**	Стояк квартирный 22-25 этажи Секция Б	ВВГнг(А)-LS 50/50 мм², 92	C100	0,110	**2086**	1,3	**21,4**	**Допущено (+90 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
19	**ЩР-Аренда 1**	Щит распределительный супермаркета (1 этаж)	ВБШвнг(А) 70/35 мм², 45	ВА88-33 160А	0,068	**3364**	0,7	**21,4**	**Допущено (+91 %)**	—
20	**ЩР-Аренда 2**	Щит распределительный фитнес-клуба (цоколь)	ВБШвнг(А) 50/25 мм², 38	ВА88-32 100А	0,076	**3023**	0,5	**21,4**	**Допущено (+175 %)**	—
21	**ЩР-Аренда 3**	Щит распределительный ресторана (2 этаж)	ВБШвнг(А) 50/25 мм², 48	ВА88-32 100А	0,089	**2580**	0,7	**21,4**	**Допущено (+135 %)**	—
22	**ЩР-Аренда 4**	Щит распределительный аптеки и оптики (1 этаж)	ВВГнг(А)-LS 16/16 мм², 32	C50	0,113	**2044**	0,6	**21,4**	**Допущено (+272 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
23	**ЩСПЗ-ДУ1**	Вентилятор дымоудаления паркинга ВД-1 (18,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 10/10 мм², 45	D40	0,219	**1048**	1,1	**21,4**	**Допущено (+19 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
24	**ЩСПЗ-ДУ2**	Вентилятор дымоудаления паркинга ВД-2 (18,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 10/10 мм², 50	D40	0,241	**954**	1,2	**21,4**	**Допущено (+8 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
25	**ЩСПЗ-ДУ3**	Вентилятор дымоудаления жилой секции А (15 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 16/16 мм², 82	D32	0,248	**928**	1,0	**21,4**	**16 мм² (+32 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
26	**ЩСПЗ-ДУ4**	Вентилятор дымоудаления жилой секции Б (15 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 16/16 мм², 85	D32	0,256	**899**	1,1	**21,4**	**16 мм² (+28 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
27	**ЩСПЗ-ПД1**	Вентилятор подпора воздуха лестницы ЛК-1 (11 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 10/10 мм², 65	D25	0,306	**753**	1,0	**21,4**	**10 мм² (+37 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
28	**ЩСПЗ-ПД2**	Вентилятор подпора воздуха лестницы ЛК-2 (11 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 10/10 мм², 70	D25	0,327	**703**	1,1	**21,4**	**10 мм² (+28 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
29	**ЩСПЗ-ПД3**	Вентилятор подпора в шахты лифтов Секция А (7,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 10/10 мм², 85	D20	0,392	**587**	1,0	**21,4**	**10 мм² (+33 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
30	**ЩСПЗ-ПД4**	Вентилятор подпора в шахты лифтов Секция Б (7,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 10/10 мм², 88	D20	0,405	**568**	1,1	**21,4**	**10 мм² (+29 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
31	**ЩСПЗ-ПН1**	Рабочий пожарный насос пожаротушения (37 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 25/25 мм², 30	D80	0,077	**2969**	0,6	**21,4**	**Допущено (+69 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
32	**ЩСПЗ-ПН2**	Резервный пожарный насос пожаротушения (37 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 25/25 мм², 32	D80	0,081	**2844**	0,6	**21,4**	**Допущено (+62 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
33	**ЩСПЗ-ПН3**	Дренажный насос пожарного резервуара (5,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 4/4 мм², 28	C16	0,329	**699**	0,7	**21,4**	**Допущено (+297 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
34	**ЩСПЗ-Жокей**	Жокей-насос поддержания давления мембранного бака (3 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS 2,5/2,5 мм², 25	C10	0,461	**498**	1,2	**21,4**	**Допущено (+353 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
35	**ЩСПЗ-ОЗК1**	Клапаны противопожарные огнезадерживающие паркинг	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 55	B10	1,592	**145**	4,4	**21,4**	**Допущено (+163 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
36	**ЩСПЗ-ОЗК2**	Клапаны ОЗК этажи 1-12 Секция А	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 65	B10	1,876	**123**	5,2	**21,4**	**Допущено (+123 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
37	**ЩСПЗ-ОЗК3**	Клапаны ОЗК этажи 13-25 Секция А	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 95	B10	2,731	**84**	7,6	**21,4**	**Допущено (+53 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
38	**ЩСПЗ-ОЗК4**	Клапаны ОЗК этажи 1-12 Секция Б	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 68	B10	1,962	**117**	5,4	**21,4**	**Допущено (+113 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
39	**ЩСПЗ-ОЗК5**	Клапаны ОЗК этажи 13-25 Секция Б	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 98	B10	2,816	**82**	7,8	**21,4**	**Допущено (+48 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
40	**ЩСПЗ-СОУЭ**	Система оповещения и эвакуации людей при пожаре	ВВГнг(А)-FRLS 2,5/2,5 мм², 40	C10	0,723	**318**	2,0	**21,4**	**Допущено (+189 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
41	**ЩСПЗ-ПожЛифт 1**	Лифт для транспортирования пожарных подразделений Секция А	ВВГнг(А)-FRLS 16/16 мм², 85	C40	0,256	**899**	1,3	**21,4**	**Допущено (+104 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
42	**ЩСПЗ-ПожЛифт 2**	Лифт для транспортирования пожарных подразделений Секция Б	ВВГнг(А)-FRLS 16/16 мм², 88	C40	0,264	**871**	1,4	**21,4**	**Допущено (+98 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
43	**ЩР-Офис. Гр. 1**	Рабочие места опенспейс блок 1 этаж 1	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 25	C16	0,461	**498**	2,0	**21,4**	**Допущено (+183 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
44	**ЩР-Офис. Гр. 2**	Рабочие места опенспейс блок 2 этаж 1	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 30	C16	0,549	**419**	2,3	**21,4**	**Допущено (+138 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
45	**ЩР-Офис. Гр. 3**	Компьютерная сеть серверный узел этаж 1	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 18	B16	0,339	**678**	1,4	**21,4**	**Допущено (+670 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
46	**ЩР-Офис. Гр. 4**	Копировальный центр и лазерные принтеры	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 32	C16	0,583	**394**	2,5	**21,4**	**Допущено (+124 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
47	**ЩР-Офис. Гр. 5**	Бытовые розетки столовая персонала (дальнее крыло)	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 85	B16	1,508	**153**	6,6	**21,4**	**Кривая B (+73 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
48	**ЩР-Офис. Гр. 6**	Пост охраны КПП-1 и турникеты вестибюля	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 35	C16	0,636	**362**	2,7	**21,4**	**Допущено (+106 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
49	**ЩР-Офис. Гр. 7**	Розетки переговорная комната №1	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 22	C16	0,409	**562**	1,7	**21,4**	**Допущено (+219 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
50	**ЩР-Офис. Гр. 8**	Розетки переговорная комната №2	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 26	C16	0,479	**480**	2,0	**21,4**	**Допущено (+173 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
51	**ЩР-Офис. Гр. 9**	Бухгалтерия и финансовый отдел каб. 112	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 28	C16	0,514	**448**	2,2	**21,4**	**Допущено (+154 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
52	**ЩР-Офис. Гр. 10**	Кабинет главного инженера службы эксплуатации	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 34	C16	0,618	**372**	2,7	**21,4**	**Допущено (+111 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
53	**ЩР-Парк. Гр. 1**	Пост дежурного механика паркинга отм. -3.600	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 38	C16	0,688	**334**	3,0	**21,4**	**Допущено (+90 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
54	**ЩР-Парк. Гр. 2**	Шлагбаумы въезда и выезда паркинга	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 45	C16	0,810	**284**	3,5	**21,4**	**Допущено (+61 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
55	**ЩР-Парк. Гр. 3**	Автоматика системы контроля загазованности CO/CH4	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 52	B16	0,932	**247**	4,1	**21,4**	**Допущено (+180 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
56	**ЩР-Парк. Гр. 4**	Дренажные приямки рампы паркинга насос 1	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 35	C16	0,636	**362**	2,7	**21,4**	**Допущено (+106 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
57	**ЩР-Парк. Гр. 5**	Дренажные приямки рампы паркинга насос 2	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 38	C16	0,688	**334**	3,0	**21,4**	**Допущено (+90 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
58	**ЩР-Парк. Гр. 6**	Зарядная станция поломоечных машин сектор А	ВВГнг(А)-LS 4/4 мм², 32	C25	0,373	**617**	2,4	**21,4**	**Допущено (+124 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
59	**ЩР-Парк. Гр. 7**	Зарядная станция поломоечных машин сектор Б	ВВГнг(А)-LS 4/4 мм², 42	C25	0,481	**478**	3,2	**21,4**	**Допущено (+74 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
60	**ЩР-Парк. Гр. 8**	Компрессор подкачки шин зона самообслуживания	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 58	C16	1,037	**222**	4,5	**21,4**	**Допущено (+26 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
61	**ЩР-Парк. Гр. 9**	Пылесос самообслуживания паркинг уровень -1	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 62	C16	1,107	**208**	4,8	**21,4**	**Допущено (+18 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
62	**ЩР-Парк. Гр. 10**	Тепловая завеса въездных ворот рампы ТЗ-1 (18 кВт)	ВВГнг(А)-LS 6/6 мм², 45	C32	0,352	**654**	1,5	**21,4**	**Допущено (+86 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
63	**ЩР-Парк. Гр. 11**	Тепловая завеса выездных ворот рампы ТЗ-2 (18 кВт)	ВВГнг(А)-LS 6/6 мм², 50	C32	0,388	**593**	1,6	**21,4**	**Допущено (+68 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
64	**ЩР-Парк. Гр. 12**	Обогрев ворот и водосточных воронок рампы	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 72	C16	1,281	**180**	5,6	**21,4**	**Допущено (+2 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
65	**ЩР-МОП. Гр. 1**	Розетки уборочной техники холл 1 этажа	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 28	C16	0,514	**448**	2,2	**21,4**	**Допущено (+154 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
66	**ЩР-МОП. Гр. 2**	Розетки уборочной техники лифтовой холл 2 этаж	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 34	C16	0,618	**372**	2,7	**21,4**	**Допущено (+111 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
67	**ЩР-МОП. Гр. 3**	Розетки уборочной техники лифтовой холл 3 этаж	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 40	C16	0,723	**318**	3,1	**21,4**	**Допущено (+81 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
68	**ЩР-МОП. Гр. 4**	Розетки клининга коридоры дальний торец Секция А	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 82	B16	1,455	**158**	6,4	**21,4**	**Кривая B (+80 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
69	**ЩР-МОП. Гр. 5**	Розетки клининга коридоры дальний торец Секция Б	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 86	B16	1,525	**151**	6,7	**21,4**	**Кривая B (+71 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
70	**ЩР-МОП. Гр. 6**	Диспенсеры и сушилки санузлы вестибюля	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 25	C16	0,461	**498**	2,0	**21,4**	**Допущено (+183 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
71	**ЩР-МОП. Гр. 7**	Кофепойнт и вендинговые автоматы центральный холл	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 30	C16	0,549	**419**	2,3	**21,4**	**Допущено (+138 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
72	**ЩР-МОП. Гр. 8**	Информационные табло и медиаэкраны навигации	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 22	B10	0,409	**562**	1,1	**21,4**	**Допущено (+922 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
73	**ЩО-1. Гр. 1**	Рабочее освещение офисные помещения блок 1 (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 28	C10	0,823	**280**	2,2	**21,4**	**Допущено (+154 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
74	**ЩО-1. Гр. 2**	Рабочее освещение офисные помещения блок 2 (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 35	C10	1,022	**225**	2,8	**21,4**	**Допущено (+105 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
75	**ЩО-1. Гр. 3**	Аварийное эвакуационное освещение коридоров 1 этажа	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 42	B10	1,221	**188**	3,3	**21,4**	**Допущено (+242 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
76	**ЩО-1. Гр. 4**	Световые указатели Выход и эвакуационные знаки 1 этаж	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 48	B10	1,392	**165**	3,8	**21,4**	**Допущено (+200 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
77	**ЩО-2. Гр. 1**	Рабочее освещение офисные помещения этаж 2 (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 32	C10	0,937	**246**	2,5	**21,4**	**Допущено (+123 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
78	**ЩО-2. Гр. 2**	Аварийное освещение лестничные клетки ЛК-1 и ЛК-2	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 55	B10	1,592	**145**	4,4	**21,4**	**Допущено (+163 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
79	**ЩО-3. Гр. 1**	Рабочее освещение этаж 3 (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 38	C10	1,108	**208**	3,0	**21,4**	**Допущено (+89 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
80	**ЩО-4. Гр. 1**	Рабочее освещение этаж 4 (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 42	C10	1,221	**188**	3,3	**21,4**	**Допущено (+71 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
81	**ЩО-Парк. 1**	Рабочее освещение проездов паркинга Сектор А (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 52	C10	1,506	**153**	4,1	**21,4**	**Допущено (+39 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
82	**ЩО-Парк. 2**	Рабочее освещение проездов паркинга Сектор Б (LED)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 58	C10	1,677	**137**	4,6	**21,4**	**Допущено (+25 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
83	**ЩО-Парк. 3**	Освещение парковочных мест сектор А-1..А-40	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 65	C10	1,876	**123**	5,2	**21,4**	**Допущено (+11 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
84	**ЩО-Парк. 4**	Освещение парковочных мест сектор Б-1..Б-40	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 72	C10	2,076	**111**	5,7	**21,4**	**Допущено (+1 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
85	**ЩО-Парк. 5**	Аварийное освещение путей эвакуации паркинга	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 60	B10	1,734	**133**	4,8	**21,4**	**Допущено (+141 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
86	**ЩО-Парк. 6**	Световые указатели движения и направлений паркинга	ВВГнг(А)-FRLS 1,5/1,5 мм², 65	B10	1,876	**123**	5,2	**21,4**	**Допущено (+123 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
87	**ЩО-Подвал 1**	Дежурное освещение технических коридоров подвала	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 75	B10	2,161	**106**	6,0	**21,4**	**Допущено (+93 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
88	**ЩО-Подвал 2**	Освещение помещений водомерного узла и насосной	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 30	C10	0,880	**261**	2,4	**21,4**	**Допущено (+138 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
89	**ЩО-Подвал 3**	Освещение электрощитовой ГРЩ и трансформаторной ТП	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 18	C10	0,538	**428**	1,4	**21,4**	**Допущено (+289 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
90	**ЩО-Кровля 1**	Освещение выходов на кровлю и технического этажа	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 85	B10	2,446	**94**	6,8	**21,4**	**Допущено (+71 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
91	**ЩО-Кровля 2**	Светоограждение высотных препятствий (заградительные огни ЗОМ)	ВВГнг(А)-FRLS 2,5/2,5 мм², 92	B10	1,630	**141**	4,5	**21,4**	**Допущено (+157 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
92	**ЩО-Фасад 1**	Архитектурно-художественная подсветка пилонов фасада	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 68	C16	1,211	**190**	5,3	**21,4**	**Допущено (+8 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
93	**ЩО-Фасад 2**	Контурная подсветка карниза и парапета кровли	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 75	B16	1,333	**172**	5,9	**21,4**	**Кривая B (+96 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
94	**ЩО-Фасад 3**	Подсветка входных групп и главного портала здания	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 38	C16	0,688	**334**	3,0	**21,4**	**Допущено (+90 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
95	**ЩО-Террит. 1**	Наружное освещение пешеходных дорожек сквера (опоры торшеры)	ВБШвнг(А) 2,5/2,5 мм², 110	C10	1,944	**118**	5,4	**21,4**	**Допущено (+8 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
96	**ЩО-Террит. 2**	Наружное освещение гостевой парковки (мачты 12 м)	ВБШвнг(А) 2,5/2,5 мм², 125	B10	2,205	**104**	6,1	**21,4**	**Кривая B (+90 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Сеч. — сечение, потеря напряжения выше порога
97	**ЩС-ИТП. Ввод 1**	ИТП здания. Основной ввод питания распределительного щита	ВБШвнг(А) 35/16 мм², 30	ВА88-32 100А	0,085	**2701**	0,6	**21,4**	**Допущено (+146 %)**	—
98	**ЩС-ИТП. Ввод 2**	ИТП здания. Резервный ввод питания распределительного щита	ВБШвнг(А) 35/16 мм², 32	ВА88-32 100А	0,089	**2582**	0,6	**21,4**	**Допущено (+135 %)**	—
99	**ЩС-ИТП. Насос 1**	Сетевой насос контура отопления №1 (7,5 кВт)	ВВГнг(А)-LS 4/4 мм², 22	C20	0,264	**871**	0,7	**21,4**	**Допущено (+296 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
100	**ЩС-ИТП. Насос 2**	Сетевой насос контура отопления №2 (резерв 7,5 кВт)	ВВГнг(А)-LS 4/4 мм², 24	C20	0,286	**805**	0,7	**21,4**	**Допущено (+266 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
101	**ЩС-ИТП. ГВС 1**	Циркуляционный насос системы ГВС №1 (4 кВт)	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 18	C16	0,339	**678**	0,7	**21,4**	**Допущено (+285 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
102	**ЩС-ИТП. ГВС 2**	Циркуляционный насос системы ГВС №2 (резерв 4 кВт)	ВВГнг(А)-LS 2,5/2,5 мм², 20	C16	0,374	**615**	0,8	**21,4**	**Допущено (+249 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
103	**ЩС-ИТП. Подпитка**	Насос подпитки отопительного контура (1,5 кВт)	ВВГнг(А)-LS 1,5/1,5 мм², 15	C10	0,453	**508**	1,2	**21,4**	**Допущено (+362 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
104	**ЩС-ВНС. Насос 1**	Хозяйственно-питьевая насосная станция ХВС насос 1 (11 кВт)	ВВГнг(А)-LS 6/6 мм², 25	C25	0,207	**1112**	0,6	**21,4**	**Допущено (+304 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
105	**ЩС-ВНС. Насос 2**	Хозяйственно-питьевая насосная станция ХВС насос 2 (11 кВт)	ВВГнг(А)-LS 6/6 мм², 28	C25	0,229	**1006**	0,7	**21,4**	**Допущено (+266 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
106	**ЩС-ВНС. Насос 3**	Хозяйственно-питьевая насосная станция ХВС насос 3 (резерв 11 кВт)	ВВГнг(А)-LS 6/6 мм², 30	C25	0,243	**946**	0,8	**21,4**	**Допущено (+244 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость
107	**ЩС-Лифт 1**	Пассажирский лифт г/п 1000 кг Секция А (15 кВт)	ВВГнг(А)-LS 10/10 мм², 82	C32	0,379	**607**	1,6	**21,4**	**Допущено (+73 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
108	**ЩС-Лифт 2**	Пассажирский лифт г/п 1000 кг Секция Б (15 кВт)	ВВГнг(А)-LS 10/10 мм², 85	C32	0,392	**587**	1,7	**21,4**	**Допущено (+67 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
109	**ЩС-Лифт 3**	Грузопассажирский лифт г/п 1600 кг Секция А (22 кВт)	ВВГнг(А)-LS 16/16 мм², 82	C40	0,248	**928**	1,3	**21,4**	**Допущено (+111 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
110	**ЩС-Лифт 4**	Грузопассажирский лифт г/п 1600 кг Секция Б (22 кВт)	ВВГнг(А)-LS 16/16 мм², 85	C40	0,256	**899**	1,3	**21,4**	**Допущено (+104 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
111	**ЩС-Вент. П1**	Приточная вентиляционная установка П1 вестибюль (5,5 кВт)	ВВГнг(А)-LS 4/4 мм², 35	C20	0,405	**568**	1,1	**21,4**	**Допущено (+158 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
112	**ЩС-Вент. П2**	Приточная вентиляционная установка П2 супермаркет (11 кВт)	ВВГнг(А)-LS 6/6 мм², 42	C25	0,330	**697**	1,1	**21,4**	**Допущено (+153 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
113	**ЩС-Вент. П3**	Приточная установка спортзала П3 кровля отм. +75.000 (11 кВт)	ВВГнг(А)-LS 10/10 мм², 88	C32	0,405	**568**	1,7	**21,4**	**10 мм² (+61 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
114	**ЩС-Вент. В1**	Вытяжная вентиляционная установка паркинга В1 (7,5 кВт)	ВВГнг(А)-LS 4/4 мм², 45	C20	0,514	**448**	1,4	**21,4**	**Допущено (+104 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность
115	**ЩС-Кондиц. 1**	Прецизионный кондиционер серверной ЦОД №1 (15 кВт)	ВВГнг(А)-LS 10/10 мм², 25	C32	0,133	**1724**	0,5	**21,4**	**Допущено (+390 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость

№	Линия	Нагрузка	Кабель, L, м	Автомат	$Z_{п-н}$, Ом	$I_{кз(1)}$, А	ΔU, %	$I_{кз(3)}$, кА	Статус ПУЭ-7	Примечание / обозначения
116	**ЩС-Кондиц. 2**	Прецизионный кондиционер серверной ЦОД №2 (резерв 15 кВт)	ВВГнг(А)-LS 10/10 мм², 28	C32	0,146	**1572**	0,5	**21,4**	**Допущено (+347 %)**	I_{cu} = 4,5 кА — отключающая способность; Терм. — термическая стойкость

5 ПОСТРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ КАБЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ С ПОДСТАНОВКОЙ ЧИСЕЛ

5.1 Расчет линии «Ввод ИБП-1» — Питание централизованного ИБП 120 кВА Серверной

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 95/95 мм²), длина трассы L = 25 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-35 200А с номиналом I_n = 200 А (характеристика C). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Ввод ИБП-1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 25 м, нагрев +65 °C)	0,0114	0,0018	0,0115
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0366**	**0,0113**	**0,0383**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0383\ Ом = 6006{,}7$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 2000$ А = 2200,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0150 Ом, $I_{кз(3)}$ = 15,37 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 13{,}31$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 35 кА ≥ $I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог ВА88, 35 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 15,37 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 95 мм² ≥ 42,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условия п. 3.1.11 ПУЭ и п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНЫ (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение жил увеличено до 95 мм² по длительно допустимому току (I_n = 200 А ≤ $I_{доп}$ = 225 А). Запас по току отсечки составляет +173,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,4% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 160,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.2 Расчет линии «Выход ИБП-1» — Щит гарантированного электроснабжения ЩГЭ-1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 95/95 мм²), длина трассы L = 20 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-35 200А с номиналом I_n = 200 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Выход ИБП-1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 20 м, нагрев +65 °С)	0,0091	0,0014	0,0092
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0343**	**0,0109**	**0,0360**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0360\ Ом = 6385{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 2000\ А = 2200{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0141 Ом, $I_{кз(3)}$ = 16,34 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 14{,}15\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 35\ кА \geq I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог ВА88, 35 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 16,34 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 95 мм² ≥ 44,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условия п. 3.1.11 ПУЭ и п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНЫ (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение жил увеличено до 95 мм² по длительно допустимому току ($I_n = 200\ А \leq I_{доп} = 225\ А$). Запас по току отсечки составляет +190,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,3% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 160,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.3 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А1» — Стояк квартирный 1-3 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 25/25 мм²), длина трассы L = 18 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С63 с номиналом I_n = 63 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 18 м, нагрев +65 °С)	0,0308	0,0013	0,0308
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0560**	**0,0109**	**0,0571**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0571\ Ом = 4029{,}1\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 630 А = 693,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0212 Ом, $I_{кз(3)}$ = 10,89 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 9,43 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 10,89 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 25 мм² < 29,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +481,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,3% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 50,4 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.4 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А2» — Стояк квартирный 4-6 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 25/25 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С63 с номиналом I_n = 63 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °С)	0,0479	0,0021	0,0480
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0732**	**0,0116**	**0,0741**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,0741 Ом = 3105,2 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 630 А = 693,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0280 Ом, $I_{кз(3)}$ = 8,25 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 7,14 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 8,25 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 25 мм² ≥ 22,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +348,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,4% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 50,4 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.5 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А3» — Стояк квартирный 7-9 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 35/35 мм²), длина трассы L = 38 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 38 м, нагрев +65 °С)	0,0469	0,0029	0,0470
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0721**	**0,0124**	**0,0732**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0732\ Ом = 3143{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 800\ А = 880{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0279$ Ом, $I_{кз(3)} = 8{,}27$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 7{,}16$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 8,27 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 22,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +257,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.6 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А4» — Стояк квартирный 10-12 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 35/35 мм²), длина трассы L = 48 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 48 м, нагрев +65 °С)	0,0592	0,0036	0,0593
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0844**	**0,0131**	**0,0855**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0855\ Ом = 2691{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 800 А = 880,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0330 Ом, $I_{кз(3)}$ = 7,00 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 6,06 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 7,00 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 19,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +205,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.7 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А5» — Стояк квартирный 13-15 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 35/35 мм²), длина трассы L = 58 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 58 м, нагрев +65 °С)	0,0715	0,0043	0,0717
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0968**	**0,0139**	**0,0978**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,0978 Ом = 2352,6 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 800 А = 880,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0381 Ом, $I_{кз(3)}$ = 6,06 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 5,25 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 6,06 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 16,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +167,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,9% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.8 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А6» — Стояк квартирный 16-18 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 50/50 мм²), длина трассы L = 68 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С100 с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А6»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 68 м, нагрев +65 °С)	0,0619	0,0051	0,0621
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0872**	**0,0146**	**0,0884**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0884\ Ом = 2601{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1000\ А = 1100{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0347$ Ом, $I_{кз(3)} = 6{,}66$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 5{,}77$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 6,66 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 18,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +136,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,0% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.9 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А7» — Стояк квартирный 19-21 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 50/50 мм²), длина трассы L = 78 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С100 с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А7»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 78 м, нагрев +65 °С)	0,0710	0,0058	0,0713
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0963**	**0,0154**	**0,0975**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0975\ Ом = 2358{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 1000 А = 1100,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0385 Ом, $I_{кз(3)}$ = 6,00 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 5,19 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 6,00 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 16,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +114,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.10 Расчет линии «Стояк ЩЭ-А8» — Стояк квартирный 22-25 этажи Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 50/50 мм²), длина трассы L = 88 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С100 с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-А8»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 88 м, нагрев +65 °С)	0,0802	0,0066	0,0804
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,1054**	**0,0161**	**0,1066**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,1066 Ом = 2157,1 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 1000 А = 1100,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0424 Ом, $I_{кз(3)}$ = 5,45 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 4,72 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 5,45 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 15,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +96,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,2% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.11 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б1» — Стояк квартирный 1-3 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 25/25 мм²), длина трассы L = 22 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С63 с номиналом I_n = 63 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 22 м, нагрев +65 °С)	0,0376	0,0016	0,0377
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0629**	**0,0112**	**0,0639**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0639\ Ом = 3601{,}1\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 630\ А = 693{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0239$ Ом, $I_{кз(3)} = 9{,}67$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 8{,}37$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 9,67 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 25 мм² < 26,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +419,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,4% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 50,4 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.12 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б2» — Стояк квартирный 4-6 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 25/25 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С63 с номиналом I_n = 63 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °С)	0,0548	0,0024	0,0548
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0800**	**0,0119**	**0,0809**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0809\ Ом = 2843{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 630 А = 693,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0308 Ом, $I_{кз(3)}$ = 7,50 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 6,50 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 7,50 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 25 мм² ≥ 20,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +310,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,5% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 50,4 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.13 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б3» — Стояк квартирный 7-9 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 35/35 мм²), длина трассы L = 42 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 42 м, нагрев +65 °С)	0,0518	0,0032	0,0519
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0770**	**0,0127**	**0,0781**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,0781 Ом = 2945,9 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 800 А = 880,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0299 Ом, $I_{кз(3)}$ = 7,71 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 6,68 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 7,71 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 21,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +234,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.14 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б4» — Стояк квартирный 10-12 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 35/35 мм²), длина трассы L = 52 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 52 м, нагрев +65 °С)	0,0641	0,0039	0,0643
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0894**	**0,0134**	**0,0904**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0904\ Ом = 2544{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 800\ А = 880{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0350$ Ом, $I_{кз(3)} = 6{,}59$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 5{,}71$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 6,59 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 18,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +189,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,8% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.15 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б5» — Стояк квартирный 13-15 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 35/35 мм²), длина трассы L = 62 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.15.

Таблица 5.15 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 62 м, нагрев +65 °С)	0,0765	0,0046	0,0766
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,1017**	**0,0142**	**0,1027**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}1027\ Ом = 2239{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 800 А = 880,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0402 Ом, $I_{кз(3)}$ = 5,75 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 4,98 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 5,75 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 15,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +154,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,9% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.16 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б6» — Стояк квартирный 16-18 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 50/50 мм²), длина трассы L = 72 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С100 с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.16.

Таблица 5.16 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б6»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 72 м, нагрев +65 °С)	0,0656	0,0054	0,0658
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0908**	**0,0149**	**0,0920**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,0920 Ом = 2498,9 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 1000 А = 1100,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0362 Ом, $I_{кз(3)}$ = 6,38 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 5,52 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 6,38 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 17,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +127,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,0% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.17 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б7» — Стояк квартирный 19-21 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 50/50 мм²), длина трассы L = 82 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С100 с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.17.

Таблица 5.17 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б7»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 82 м, нагрев +65 °С)	0,0747	0,0061	0,0749
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0999**	**0,0157**	**0,1012**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}1012\ Ом = 2273{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1000\ А = 1100{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0401$ Ом, $I_{кз(3)} = 5{,}77$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 4{,}99$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 5,77 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 15,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +106,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,2% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.18 Расчет линии «Стояк ЩЭ-Б8» — Стояк квартирный 22-25 этажи Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 50/50 мм²), длина трассы L = 92 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С100 с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.18.

Таблица 5.18 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «Стояк ЩЭ-Б8»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 92 м, нагрев +65 °С)	0,0838	0,0069	0,0841
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,1090**	**0,0164**	**0,1103**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}1103\ Ом = 2085{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 1000 А = 1100,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0439 Ом, $I_{кз(3)}$ = 5,26 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 4,55 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 5,26 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 14,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +89,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,3% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.19 Расчет линии «ЩР-Аренда 1» — Щит распределительный супермаркета (1 этаж)

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 70/35 мм²), длина трассы L = 45 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-33 160А с номиналом I_n = 160 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.19.

Таблица 5.19 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Аренда 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 45 м, нагрев +65 °C)	0,0419	0,0032	0,0421
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0672**	**0,0127**	**0,0684**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,0684 Ом = 3364,2 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 1600 А = 1760,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0213 Ом, $I_{кз(3)}$ = 10,82 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 9,37 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 35 кА ≥ $I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог ВА88, 35 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 10,82 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 70 мм² ≥ 29,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +91,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 128,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.20 Расчет линии «ЩР-Аренда 2» — Щит распределительный фитнес-клуба (цоколь)

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 50/25 мм²), длина трассы L = 38 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-32 100А с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.20.

Таблица 5.20 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Аренда 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 38 м, нагрев +65 °С)	0,0498	0,0029	0,0499
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0751**	**0,0124**	**0,0761**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0761\ Ом = 3023{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1000\ А = 1100{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0234$ Ом, $I_{кз(3)} = 9{,}88$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 8{,}56$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 25\ кА \geq I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог ВА88, 25 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 9,88 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 27,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +174,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,5% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.21 Расчет линии «ЩР-Аренда 3» — Щит распределительный ресторана (2 этаж)

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 50/25 мм²), длина трассы L = 48 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-32 100А с номиналом I_n = 100 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.21.

Таблица 5.21 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Аренда 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 48 м, нагрев +65 °С)	0,0629	0,0036	0,0630
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0882**	**0,0131**	**0,0891**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0891\ Ом = 2580{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 1000 А = 1100,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0271 Ом, $I_{кз(3)}$ = 8,53 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 7,38 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 25 кА ≥ $I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог BA88, 25 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 8,53 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 50 мм² ≥ 23,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +134,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.22 Расчет линии «ЩР-Аренда 4» — Щит распределительный аптеки и оптики (1 этаж)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С50 с номиналом I_n = 50 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.22.

Таблица 5.22 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Аренда 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °С)	0,0866	0,0026	0,0867
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,1119**	**0,0121**	**0,1125**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,1125 Ом = 2044,3 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 500 А = 550,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0436 Ом, $I_{кз(3)}$ = 5,29 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 4,58 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 5,29 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 14,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +271,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 40,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.23 Расчет линии «ЩСПЗ-ДУ1» — Вентилятор дымоудаления паркинга ВД-1 (18,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 45 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D40 с номиналом I_n = 40 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.23.

Таблица 5.23 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ДУ1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 45 м, нагрев +65 °С)	0,1938	0,0036	0,1939
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2191**	**0,0131**	**0,2195**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2195\ Ом = 1048{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 800\ А = 880{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0885$ Ом, $I_{кз(3)} = 2{,}61$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 2{,}26$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,61 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 7,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +19,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 32,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.24 Расчет линии «ЩСПЗ-ДУ2» — Вентилятор дымоудаления паркинга ВД-2 (18,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 50 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D40 с номиналом I_n = 40 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.24.

Таблица 5.24 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ДУ2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 50 м, нагрев +65 °С)	0,2154	0,0040	0,2154
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2406**	**0,0135**	**0,2410**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2410\ Ом = 954{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 800 А = 880,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0976 Ом, $I_{кз(3)}$ = 2,37 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 2,05 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,37 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 6,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +8,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,2% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 32,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.25 Расчет линии «ЩСПЗ-ДУ3» — Вентилятор дымоудаления жилой секции А (15 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 82 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D32 с номиналом I_n = 32 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.25.

Таблица 5.25 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ДУ3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 82 м, нагрев +65 °С)	0,2220	0,0066	0,2221
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2472**	**0,0161**	**0,2477**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,2477 Ом = 928,5 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 640 А = 704,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1007 Ом, $I_{кз(3)}$ = 2,29 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,99 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,29 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 6,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение фазных и нулевых жил увеличено до 16 мм² (сохранена проектная уставка расцепителя «D32»). Запас по току отсечки составляет +31,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,0% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.26 Расчет линии «ЩСПЗ-ДУ4» — Вентилятор дымоудаления жилой секции Б (15 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D32 с номиналом I_n = 32 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.26.

Таблица 5.26 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ДУ4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °С)	0,2301	0,0068	0,2302
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2553**	**0,0163**	**0,2558**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2558\ Ом = 899{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 640\ А = 704{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1042$ Ом, $I_{кз(3)} = 2{,}22$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}92$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,22 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 6,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение фазных и нулевых жил увеличено до 16 мм² (сохранена проектная уставка расцепителя «D32»). Запас по току отсечки составляет +27,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.27 Расчет линии «ЩСПЗ-ПД1» — Вентилятор подпора воздуха лестницы ЛК-1 (11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 65 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D25 с номиналом I_n = 25 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.27.

Таблица 5.27 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПД1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 65 м, нагрев +65 °С)	0,2800	0,0052	0,2800
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3052**	**0,0147**	**0,3056**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3056\ Ом = 752{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 500 А = 550,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1250 Ом, $I_{кз(3)}$ = 1,85 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,60 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,85 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 5,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение фазных и нулевых жил увеличено до 10 мм² (сохранена проектная уставка расцепителя «D25»). Запас по току отсечки составляет +36,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,0% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 20,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.28 Расчет линии «ЩСПЗ-ПД2» — Вентилятор подпора воздуха лестницы ЛК-2 (11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 70 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D25 с номиналом I_n = 25 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.28.

Таблица 5.28 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПД2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 70 м, нагрев +65 °С)	0,3015	0,0056	0,3016
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3268**	**0,0151**	**0,3271**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,3271 Ом = 703,1 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 500 А = 550,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1341 Ом, $I_{кз(3)}$ = 1,72 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,49 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,72 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 4,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение фазных и нулевых жил увеличено до 10 мм² (сохранена проектная уставка расцепителя «D25»). Запас по току отсечки составляет +27,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: √3·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uл·100; I = 20,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.29 Расчет линии «ЩСПЗ-ПД3» — Вентилятор подпора в шахты лифтов Секция А (7,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D20 с номиналом I_n = 20 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.29.

Таблица 5.29 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПД3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °С)	0,3661	0,0068	0,3662
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3914**	**0,0163**	**0,3917**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,3917 Ом = 587,2 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 400 А = 440,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1615 Ом, $I_{кз(3)}$ = 1,43 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,24 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,43 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 3,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение фазных и нулевых жил увеличено до 10 мм² (сохранена проектная уставка расцепителя «D20»). Запас по току отсечки составляет +33,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,0% (3ф: √3·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uл·100; I = 16,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.30 Расчет линии «ЩСПЗ-ПД4» — Вентилятор подпора в шахты лифтов Секция Б (7,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 88 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D20 с номиналом I_n = 20 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.30.

Таблица 5.30 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПД4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 88 м, нагрев +65 °С)	0,3790	0,0070	0,3791
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4043**	**0,0165**	**0,4046**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4046\ Ом = 568{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 400\ А = 440{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1670$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}38$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}20$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,38 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 3,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение фазных и нулевых жил увеличено до 10 мм² (сохранена проектная уставка расцепителя «D20»). Запас по току отсечки составляет +29,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 16,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.31 Расчет линии «ЩСПЗ-ПН1» — Рабочий пожарный насос пожаротушения (37 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 25/25 мм²), длина трассы L = 30 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.31.

Таблица 5.31 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПН1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0513	0,0022	0,0514
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0766**	**0,0118**	**0,0775**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0775\ Ом = 2968{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1600\ А = 1760{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0294$ Ом, $I_{кз(3)} = 7{,}86$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 6{,}80$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 7,86 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 25 мм² ≥ 21,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +68,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.32 Расчет линии «ЩСПЗ-ПН2» — Резервный пожарный насос пожаротушения (37 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 25/25 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель D80 с номиналом I_n = 80 А (характеристика D). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.32.

Таблица 5.32 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПН2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °C)	0,0548	0,0024	0,0548
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0800**	**0,0119**	**0,0809**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0809\ Ом = 2843{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1600\ А = 1760{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,0308 Ом, $I_{кз(3)}$ = 7,50 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 6,50 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 7,50 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 25 мм² ≥ 20,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +61,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 64,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.33 Расчет линии «ЩСПЗ-ПН3» — Дренажный насос пожарного резервуара (5,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель C16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика C). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.33.

Таблица 5.33 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПНЗ»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °С)	0,3038	0,0022	0,3038
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3291**	**0,0117**	**0,3293**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3293\ Ом = 698{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1347$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}71$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}48$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,71 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² < 4,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +296,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.34 Расчет линии «ЩСПЗ-Жокей» — Жокей-насос поддержания давления мембранного бака (3 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 25 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.34.

Таблица 5.34 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-Жокей»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 25 м, нагрев +65 °С)	0,4360	0,0020	0,4360
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4613**	**0,0115**	**0,4614**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4614\ Ом = 498{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1907$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}21$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}05$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,21 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +353,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.35 Расчет линии «ЩСПЗ-ОЗК1» — Клапаны противопожарные огнезадерживающие паркинг

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 55 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.35.

Таблица 5.35 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ОЗК1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 55 м, нагрев +65 °C)	1,5664	0,0044	1,5664
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,5916**	**0,0139**	**1,5917**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230 \text{ В}) / 1{,}5917 \text{ Ом} = 144{,}5$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50 \text{ А} = 55{,}0$ А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400 \text{ В} / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108 \text{ Ом}) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6708$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}34$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}30$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,34 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +162,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.36 Расчет линии «ЩСПЗ-ОЗК2» — Клапаны ОЗК этажи 1-12 Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 65 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.36.

Таблица 5.36 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ОЗК2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 65 м, нагрев +65 °С)	1,8512	0,0052	1,8512
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,8764**	**0,0147**	**1,8765**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}8765\ Ом = 122{,}6\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}7918$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}29$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}25$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,29 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +122,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.37 Расчет линии «ЩСПЗ-ОЗК3» — Клапаны ОЗК этажи 13-25 Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 95 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом $I_n = 10$ А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.37.

Таблица 5.37 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ОЗК3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 95 м, нагрев +65 °С)	2,7056	0,0076	2,7056
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**2,7308**	**0,0171**	**2,7309**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 2{,}7309\ Ом = 84{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 1{,}1548$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}20$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}17$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,20 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +53,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 7,6% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.38 Расчет линии «ЩСПЗ-ОЗК4» — Клапаны ОЗК этажи 1-12 Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 68 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.38.

Таблица 5.38 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ОЗК4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 68 м, нагрев +65 °С)	1,9366	0,0054	1,9366
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,9619**	**0,0149**	**1,9619**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}9619\ Ом = 117{,}2$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50$ А = 55,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,8281 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,28 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,24 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,28 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +113,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.39 Расчет линии «ЩСПЗ-ОЗК5» — Клапаны ОЗК этажи 13-25 Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 98 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.39.

Таблица 5.39 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ОЗК5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 98 м, нагрев +65 °С)	2,7910	0,0078	2,7910
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**2,8163**	**0,0173**	**2,8163**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 2{,}8163\ Ом = 81{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 1{,}1911$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}19$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}17$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,19 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +48,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 7,8% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.40 Расчет линии «ЩСПЗ-СОУЭ» — Система оповещения и эвакуации людей при пожаре

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 40 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом $I_n = 10$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.40.

Таблица 5.40 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-СОУЭ»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 40 м, нагрев +65 °С)	0,6976	0,0032	0,6976
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,7229**	**0,0127**	**0,7230**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}7230\ Ом = 318{,}1\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}3018$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}77$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}66$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,77 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +189,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.41 Расчет линии «ЩСПЗ-ПожЛифт1» — Лифт для транспортирования пожарных подразделений Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С40 с номиналом I_n = 40 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.41.

Таблица 5.41 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПожЛифт1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °С)	0,2301	0,0068	0,2302
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2553**	**0,0163**	**0,2558**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2558\ Ом = 899{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 400\ А = 440{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1042 Ом, $I_{кз(3)}$ = 2,22 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,92 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,22 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 6,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +104,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,3% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 32,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.42 Расчет линии «ЩСПЗ-ПожЛифт2» — Лифт для транспортирования пожарных подразделений Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 88 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С40 с номиналом I_n = 40 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.42.

Таблица 5.42 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩСПЗ-ПожЛифт2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 88 м, нагрев +65 °С)	0,2382	0,0070	0,2383
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2634**	**0,0165**	**0,2640**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2640\ Ом = 871{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 400\ А = 440{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1076$ Ом, $I_{кз(3)} = 2{,}15$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}86$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,15 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 5,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +98,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,4% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 32,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.43 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 1» — Рабочие места опенспейс блок 1 этаж 1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 25 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.43.

Таблица 5.43 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 25 м, нагрев +65 °C)	0,4360	0,0020	0,4360
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4613**	**0,0115**	**0,4614**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4614\ Ом = 498{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1907\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}21\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}05\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,21 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +183,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.44 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 2» — Рабочие места опенспейс блок 2 этаж 1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 30 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.44.

Таблица 5.44 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,5232	0,0024	0,5232
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5485**	**0,0119**	**0,5486**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}5486\ Ом = 419{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2277\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}01\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}88$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,01 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 2,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +138,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,3% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.45 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 3» — Компьютерная сеть серверный узел этаж 1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 18 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.45.

Таблица 5.45 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 18 м, нагрев +65 °C)	0,3139	0,0014	0,3139
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3392**	**0,0109**	**0,3394**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3394\ Ом = 677{,}8$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 80$ А = 88,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1389$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}66$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}44$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,66 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 4,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +670,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.46 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 4» — Копировальный центр и лазерные принтеры

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.46.

Таблица 5.46 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °С)	0,5581	0,0026	0,5581
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5834**	**0,0121**	**0,5835**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}5835\ Ом = 394{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2426\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}95\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}82\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,95 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 2,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +124,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,5% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.47 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 5» — Бытовые розетки столовая персонала (дальнее крыло)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.47.

Таблица 5.47 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °C)	1,4825	0,0068	1,4825
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,5077**	**0,0163**	**1,5078**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}5078\ Ом = 152{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 80\ А = 88{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6352\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}36\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}31\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,36 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Принята характеристика электромагнитного расцепителя «B» (кратность $5 \cdot I_n$). Запас по току отсечки составляет +73,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 6,6% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.48 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 6» — Пост охраны КПП-1 и турникеты вестибюля

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 35 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.48.

Таблица 5.48 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 6»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 35 м, нагрев +65 °C)	0,6104	0,0028	0,6104
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6357**	**0,0123**	**0,6358**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6358\ Ом = 361{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2648\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}87\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}76$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,87 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +105,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,7% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.49 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 7» — Розетки переговорная комната №1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 22 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.49.

Таблица 5.49 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 7»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 22 м, нагрев +65 °C)	0,3837	0,0018	0,3837
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4089**	**0,0113**	**0,4091**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4091\ Ом = 562{,}2$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160$ А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1685$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}37$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}19$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,37 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +219,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,7% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.50 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 8» — Розетки переговорная комната №2

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 26 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.50.

Таблица 5.50 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 8»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 26 м, нагрев +65 °С)	0,4535	0,0021	0,4535
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4787**	**0,0116**	**0,4788**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4788\ Ом = 480{,}3$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160$ А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1981$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}17$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}01$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,17 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +172,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.51 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 9» — Бухгалтерия и финансовый отдел каб. 112

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.51.

Таблица 5.51 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 9»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °С)	0,4883	0,0022	0,4884
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5136**	**0,0117**	**0,5137**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}5137\ Ом = 447{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2129\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}08\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}94\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,08 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +154,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.52 Расчет линии «ЩР-Офис. Гр. 10» — Кабинет главного инженера службы эксплуатации

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 34 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом $I_n = 16$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.52.

Таблица 5.52 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Офис. Гр. 10»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 34 м, нагрев +65 °C)	0,5930	0,0027	0,5930
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6182**	**0,0122**	**0,6184**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6184\ Ом = 372{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2574\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}90\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}78\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,90 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +111,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,7% (1ф: 2·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uф·100; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.53 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 1» — Пост дежурного механика паркинга отм. -3.600

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 38 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.53.

Таблица 5.53 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 38 м, нагрев +65 °C)	0,6628	0,0030	0,6628
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6880**	**0,0125**	**0,6881**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6881\ Ом = 334{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2870$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}80$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}70$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,80 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +89,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,0% (1ф: 2·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uф·100; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.54 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 2» — Шлагбаумы въезда и выезда паркинга

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 45 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.54.

Таблица 5.54 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 45 м, нагрев +65 °С)	0,7848	0,0036	0,7848
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,8101**	**0,0131**	**0,8102**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}8102\ Ом = 283{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}3388\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}68\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}59\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,68 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +61,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,5% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.55 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 3» — Автоматика системы контроля загазованности CO/CH4

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 52 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В16 с номиналом $I_n = 16$ А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.55.

Таблица 5.55 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 52 м, нагрев +65 °С)	0,9069	0,0042	0,9069
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,9322**	**0,0137**	**0,9323**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}9323\ Ом = 246{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 80\ А = 88{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}3907\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}59\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}51$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,59 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +180,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,1% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.56 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 4» — Дренажные приямки рампы паркинга насос 1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 35 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.56.

Таблица 5.56 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 35 м, нагрев +65 °C)	0,6104	0,0028	0,6104
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6357**	**0,0123**	**0,6358**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6358\ Ом = 361{,}8$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160$ А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2648$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}87$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}76$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,87 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +105,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,7% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.57 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 5» — Дренажные приямки рампы паркинга насос 2

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 38 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.57.

Таблица 5.57 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 38 м, нагрев +65 °С)	0,6628	0,0030	0,6628
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6880**	**0,0125**	**0,6881**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6881\ Ом = 334{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2870$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}80$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}70$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,80 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +89,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.58 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 6» — Зарядная станция поломоечных машин сектор А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С25 с номиналом I_n = 25 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.58.

Таблица 5.58 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 6»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °С)	0,3472	0,0026	0,3472
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3725**	**0,0121**	**0,3727**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3727\ Ом = 617{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 250\ А = 275{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1531\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}51\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}31\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,51 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² < 4,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +124,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 20,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.59 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 7» — Зарядная станция поломоечных машин сектор Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 42 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С25 с номиналом $I_n = 25$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.59.

Таблица 5.59 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 7»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 42 м, нагрев +65 °C)	0,4557	0,0034	0,4557
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4810**	**0,0129**	**0,4811**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4811\ Ом = 478{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 250\ А = 275{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1992\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}16\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}00\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,16 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² ≥ 3,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +73,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,2% (1ф: 2·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uф·100; I = 20,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.60 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 8» — Компрессор подкачки шин зона самообслуживания

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 58 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.60.

Таблица 5.60 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 8»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 58 м, нагрев +65 °C)	1,0116	0,0046	1,0116
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,0368**	**0,0141**	**1,0369**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 1,0369 Ом = 221,8 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 160 А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,4351 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,53 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,46 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,53 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +26,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,5% (1ф: 2·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uф·100; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.61 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 9» — Пылесос самообслуживания паркинг уровень -1

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 62 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.61.

Таблица 5.61 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 9»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 62 м, нагрев +65 °C)	1,0813	0,0050	1,0813
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,1066**	**0,0145**	**1,1067**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}1067\ Ом = 207{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}4648\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}50\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}43\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,50 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +18,1%.

Оценка потери напряжения $\Delta U = 4{,}8\%$ (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.62 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 10» — Тепловая завеса въездных ворот рампы ТЗ-1 (18 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 6/6 мм²), длина трассы L = 45 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом $I_n = 32$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.62.

Таблица 5.62 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 10»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 45 м, нагрев +65 °C)	0,3262	0,0036	0,3262
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3515**	**0,0131**	**0,3517**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3517\ Ом = 653{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320\ А = 352{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1443\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}60\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}39$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,60 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 6 мм² ≥ 4,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +85,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,5% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.63 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 11» — Тепловая завеса выездных ворот рампы ТЗ-2 (18 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 6/6 мм²), длина трассы L = 50 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом I_n = 32 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.63.

Таблица 5.63 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 11»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 50 м, нагрев +65 °C)	0,3625	0,0040	0,3625
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3877**	**0,0135**	**0,3879**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3879\ Ом = 592{,}9$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320$ А = 352,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1597$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}45$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}25$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,45 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 6 мм² ≥ 4,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +68,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.64 Расчет линии «ЩР-Парк. Гр. 12» — Обогрев ворот и водосточных воронок рампы

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 72 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.64.

Таблица 5.64 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-Парк. Гр. 12»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 72 м, нагрев +65 °С)	1,2557	0,0058	1,2558
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,2810**	**0,0153**	**1,2811**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}2811\ Ом = 179{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}5389$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}43$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}37$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,43 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +2,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,6% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.65 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 1» — Розетки уборочной техники холл 1 этажа

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.65.

Таблица 5.65 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °С)	0,4883	0,0022	0,4884
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5136**	**0,0117**	**0,5137**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}5137\ Ом = 447{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2129\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}08\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}94\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,08 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +154,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.66 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 2» — Розетки уборочной техники лифтовой холл 2 этаж

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 34 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.66.

Таблица 5.66 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 34 м, нагрев +65 °C)	0,5930	0,0027	0,5930
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6182**	**0,0122**	**0,6184**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6184\ Ом = 372{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2574\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}90\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}78\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,90 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +111,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,7% (1ф: 2·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uф·100; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.67 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 3» — Розетки уборочной техники лифтовой холл 3 этаж

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 40 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.67.

Таблица 5.67 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 40 м, нагрев +65 °C)	0,6976	0,0032	0,6976
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,7229**	**0,0127**	**0,7230**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,7230 Ом = 318,1 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 160 А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,3018 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,77 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,66 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,77 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +80,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,1% (1ф: 2·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uф·100; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.68 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 4» — Розетки клининга коридоры дальний торец Секция А

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 82 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.68.

Таблица 5.68 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 82 м, нагрев +65 °C)	1,4302	0,0066	1,4302
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,4554**	**0,0161**	**1,4555**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}4555\ Ом = 158{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 80\ А = 88{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6130\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}38\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}33\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,38 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Принята характеристика электромагнитного расцепителя «B» (кратность 5·I_n). Запас по току отсечки составляет +79,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 6,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.69 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 5» — Розетки клининга коридоры дальний торец Секция Б

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 86 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.69.

Таблица 5.69 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 86 м, нагрев +65 °C)	1,4999	0,0069	1,4999
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,5252**	**0,0164**	**1,5252**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}5252\ Ом = 150{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 80\ А = 88{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400$ В / ($\sqrt{3} \cdot 0{,}0108$ Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6426$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}36$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}31$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА > $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,36 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Принята характеристика электромагнитного расцепителя «B» (кратность 5·I_n). Запас по току отсечки составляет +71,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 6,7% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.70 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 6» — Диспенсеры и сушилки санузлы вестибюля

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 25 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.70.

Таблица 5.70 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 6»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 25 м, нагрев +65 °C)	0,4360	0,0020	0,4360
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4613**	**0,0115**	**0,4614**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230$ В) / 0,4614 Ом = 498,5 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160$ А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400$ В / ($\sqrt{3} \cdot 0{,}0108$ Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1907$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}21$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}05$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА > $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,21 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +183,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.71 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 7» — Кофепойнт и вендинговые автоматы центральный холл

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 30 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.71.

Таблица 5.71 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 7»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,5232	0,0024	0,5232
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5485**	**0,0119**	**0,5486**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}5486\ Ом = 419{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2277$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}01$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}88$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,01 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 2,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +138,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,3% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.72 Расчет линии «ЩР-МОП. Гр. 8» — Информационные табло и медиаэкраны навигации

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 22 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.72.

Таблица 5.72 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩР-МОП. Гр. 8»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 22 м, нагрев +65 °C)	0,3837	0,0018	0,3837
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4089**	**0,0113**	**0,4091**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4091\ Ом = 562{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1685\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}37\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}19\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,37 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 3,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +922,2%.

Оценка потери напряжения $\Delta U = 1{,}1\%$ (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.73 Расчет линии «ЩО-1. Гр. 1» — Рабочее освещение офисные помещения блок 1 (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.73.

Таблица 5.73 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-1. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °C)	0,7974	0,0022	0,7974
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,8227**	**0,0117**	**0,8228**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}8228\ Ом = 279{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}3441\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}67\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}58\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,67 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² < 1,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +154,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.74 Расчет линии «ЩО-1. Гр. 2» — Рабочее освещение офисные помещения блок 2 (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 35 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.74.

Таблица 5.74 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-1. Гр. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 35 м, нагрев +65 °С)	0,9968	0,0028	0,9968
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,0220**	**0,0123**	**1,0221**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}0221\ Ом = 225{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,4288 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,54 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,47 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,54 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 1,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +104,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,8% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.75 Расчет линии «ЩО-1. Гр. 3» — Аварийное эвакуационное освещение коридоров 1 этажа

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 42 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.75.

Таблица 5.75 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-1. Гр. 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 42 м, нагрев +65 °С)	1,1962	0,0034	1,1962
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,2214**	**0,0129**	**1,2215**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}2215\ Ом = 188{,}3\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}5135$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}45$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}39$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,45 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 1,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +242,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,3% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.76 Расчет линии «ЩО-1. Гр. 4» — Световые указатели Выход и эвакуационные знаки 1 этаж

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 48 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.76.

Таблица 5.76 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-1. Гр. 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 48 м, нагрев +65 °С)	1,3670	0,0038	1,3670
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,3923**	**0,0133**	**1,3923**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}3923\ Ом = 165{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}5861$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}39$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}34$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,39 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 1,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +200,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,8% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.77 Расчет линии «ЩО-2. Гр. 1» — Рабочее освещение офисные помещения этаж 2 (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.77.

Таблица 5.77 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-2. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °С)	0,9114	0,0026	0,9114
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,9366**	**0,0121**	**0,9367**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}9367\ Ом = 245{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,3925 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,59 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,51 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,59 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² < 1,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +123,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,5% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.78 Расчет линии «ЩО-2. Гр. 2» — Аварийное освещение лестничные клетки ЛК-1 и ЛК-2

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 55 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.78.

Таблица 5.78 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-2. Гр. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 55 м, нагрев +65 °С)	1,5664	0,0044	1,5664
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,5916**	**0,0139**	**1,5917**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}5917\ Ом = 144{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6708$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}34$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}30$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,34 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +162,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.79 Расчет линии «ЩО-3. Гр. 1» — Рабочее освещение этаж 3 (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 38 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.79.

Таблица 5.79 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-3. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 38 м, нагрев +65 °С)	1,0822	0,0030	1,0822
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,1075**	**0,0125**	**1,1075**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}1075\ Ом = 207{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}4651$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}50$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}43$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,50 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 1,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +88,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.80 Расчет линии «ЩО-4. Гр. 1» — Рабочее освещение этаж 4 (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 42 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.80.

Таблица 5.80 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-4. Гр. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 42 м, нагрев +65 °С)	1,1962	0,0034	1,1962
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,2214**	**0,0129**	**1,2215**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}2215\ Ом = 188{,}3$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100$ А = 110,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,5135 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,45 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,39 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,45 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 1,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +71,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,3% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.81 Расчет линии «ЩО-Парк. 1» — Рабочее освещение проездов паркинга Сектор А (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 52 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.81.

Таблица 5.81 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Парк. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 52 м, нагрев +65 °С)	1,4809	0,0042	1,4810
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,5062**	**0,0137**	**1,5063**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}5063\ Ом = 152{,}7\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6345$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}36$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}32$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,36 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 1,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +38,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,1% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.82 Расчет линии «ЩО-Парк. 2» — Рабочее освещение проездов паркинга Сектор Б (LED)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 58 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом $I_n = 10$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.82.

Таблица 5.82 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Парк. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 58 м, нагрев +65 °С)	1,6518	0,0046	1,6518
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,6771**	**0,0141**	**1,6771**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}6771\ Ом = 137{,}1\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}7071$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}33$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}28$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,33 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +24,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,6% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.83 Расчет линии «ЩО-Парк. 3» — Освещение парковочных мест сектор А-1..А-40

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 65 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.83.

Таблица 5.83 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Парк. 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 65 м, нагрев +65 °С)	1,8512	0,0052	1,8512
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,8764**	**0,0147**	**1,8765**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}8765\ Ом = 122{,}6$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100$ А = 110,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,7918 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,29 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,25 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,29 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +11,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.84 Расчет линии «ЩО-Парк. 4» — Освещение парковочных мест сектор Б-1..Б-40

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 72 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.84.

Таблица 5.84 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Парк. 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 72 м, нагрев +65 °C)	2,0505	0,0058	2,0506
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**2,0758**	**0,0153**	**2,0758**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 2{,}0758\ Ом = 110{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}8765$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}26$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}23$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,26 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +0,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,7% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.85 Расчет линии «ЩО-Парк. 5» — Аварийное освещение путей эвакуации паркинга

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 60 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.85.

Таблица 5.85 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Парк. 5»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 60 м, нагрев +65 °C)	1,7088	0,0048	1,7088
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,7340**	**0,0143**	**1,7341**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}7341\ Ом = 132{,}6\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}7313$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}32$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}27$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,32 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +141,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,8% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.86 Расчет линии «ЩО-Парк. 6» — Световые указатели движения и направлений паркинга

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 65 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.86.

Таблица 5.86 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Парк. 6»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 65 м, нагрев +65 °C)	1,8512	0,0052	1,8512
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,8764**	**0,0147**	**1,8765**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}8765\ Ом = 122{,}6\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,7918 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,29 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,25 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,29 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +122,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.87 Расчет линии «ЩО-Подвал 1» — Дежурное освещение технических коридоров подвала

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 75 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.87.

Таблица 5.87 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Подвал 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 75 м, нагрев +65 °C)	2,1360	0,0060	2,1360
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**2,1612**	**0,0155**	**2,1613**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 2{,}1613\ Ом = 106{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}9128$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}25$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}22$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,25 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +93,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 6,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.88 Расчет линии «ЩО-Подвал 2» — Освещение помещений водомерного узла и насосной

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 30 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.88.

Таблица 5.88 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Подвал 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,8544	0,0024	0,8544
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,8796**	**0,0119**	**0,8797**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}8797\ Ом = 261{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}3683$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}63$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}54$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,63 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² < 1,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +137,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 2,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.89 Расчет линии «ЩО-Подвал 3» — Освещение электрощитовой ГРЩ и трансформаторной ТП

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 18 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.89.

Таблица 5.89 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Подвал 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 18 м, нагрев +65 °C)	0,5126	0,0014	0,5126
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5379**	**0,0109**	**0,5380**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230 \text{ В}) / 0{,}5380 \text{ Ом} = 427{,}5$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100$ А = 110,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400 \text{ В} / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108 \text{ Ом}) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,2232 Ом, $I_{кз(3)}$ = 1,03 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,90 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,03 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² < 2,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +288,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.90 Расчет линии «ЩО-Кровля 1» — Освещение выходов на кровлю и технического этажа

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.90.

Таблица 5.90 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Кровля 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °С)	2,4208	0,0068	2,4208
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**2,4460**	**0,0163**	**2,4461**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 2{,}4461\ Ом = 94{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_{л} / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 1{,}0338$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}22$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}19$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,22 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² ≥ 0,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +71,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 6,8% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_{ф} \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.91 Расчет линии «ЩО-Кровля 2» — Светоограждение высотных препятствий (заградительные огни ЗОМ)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-FRLS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 92 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.91.

Таблица 5.91 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Кровля 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 92 м, нагрев +65 °С)	1,6046	0,0074	1,6046
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,6298**	**0,0169**	**1,6299**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}6299\ Ом = 141{,}1\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_{л} / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}6871$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}34$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}29$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,34 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 0,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +156,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 4,5% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.92 Расчет линии «ЩО-Фасад 1» — Архитектурно-художественная подсветка пилонов фасада

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 68 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.92.

Таблица 5.92 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Фасад 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 68 м, нагрев +65 °C)	1,1860	0,0054	1,1860
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,2112**	**0,0149**	**1,2113**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230 \text{ В}) / 1{,}2113 \text{ Ом} = 189{,}9$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160$ А = 176,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400 \text{ В} / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108 \text{ Ом}) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,5092 Ом, $I_{кз(3)}$ = 0,45 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,39 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,45 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +7,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,3% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.93 Расчет линии «ЩО-Фасад 2» — Контурная подсветка карниза и парапета кровли

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 75 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель В16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика В). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.93.

Таблица 5.93 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Фасад 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 75 м, нагрев +65 °С)	1,3081	0,0060	1,3081
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,3333**	**0,0155**	**1,3334**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}3334\ Ом = 172{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 80\ А = 88{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}5611$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}41$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}36$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,41 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 1,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Принята характеристика электромагнитного расцепителя «В» (кратность $5 \cdot I_n$). Запас по току отсечки составляет +96,0%.

Оценка потери напряжения $\Delta U = 5{,}9\%$ (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.94 Расчет линии «ЩО-Фасад 3» — Подсветка входных групп и главного портала здания

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 38 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.94.

Таблица 5.94 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Фасад 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 38 м, нагрев +65 °С)	0,6628	0,0030	0,6628
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,6880**	**0,0125**	**0,6881**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}6881\ Ом = 334{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}2870$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}80$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}70$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,80 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 2,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +89,9%.

Оценка потери напряжения ΔU = 3,0% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.95 Расчет линии «ЩО-Террит. 1» — Наружное освещение пешеходных дорожек сквера (опоры торшеры)

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 110 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.95.

Таблица 5.95 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Террит. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 110 м, нагрев +65 °C)	1,9185	0,0088	1,9185
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**1,9437**	**0,0183**	**1,9438**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 1{,}9438\ Ом = 118{,}3\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100\ А = 110{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}8204$ Ом, $I_{кз(3)} = 0{,}28$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}24$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,28 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 0,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +7,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 5,4% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.96 Расчет линии «ЩО-Террит. 2» — Наружное освещение гостевой парковки (мачты 12 м)

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 125 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель B10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика B). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.96.

Таблица 5.96 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩО-Террит. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 125 м, нагрев +65 °C)	2,1801	0,0100	2,1801
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**2,2054**	**0,0195**	**2,2054**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 2{,}2054\ Ом = 104{,}3\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 50\ А = 55{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}9316\ Ом$, $I_{кз(3)} = 0{,}25\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 0{,}21\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 0,25 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² ≥ 0,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Принята характеристика электромагнитного расцепителя «B» (кратность $5 \cdot I_n$). Запас по току отсечки составляет +89,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 6,1% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% превышен (см. разд. 6, п. 5).

5.97 Расчет линии «ЩС-ИТП. Ввод 1» — ИТП здания. Основной ввод питания распределительного щита

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 35/16 мм²), длина трассы L = 30 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-32 100А с номиналом I_n = 100 А (характеристика C). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.97.

Таблица 5.97 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. Ввод 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0591	0,0022	0,0591
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0843**	**0,0118**	**0,0852**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0852\ Ом = 2700{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1000\ А = 1100{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0239\ Ом$, $I_{кз(3)} = 9{,}65\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 8{,}36\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 25\ кА \geq I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог ВА88, 25 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 9,65 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 26,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +145,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.98 Расчет линии «ЩС-ИТП. Ввод 2» — ИТП здания. Резервный ввод питания распределительного щита

Параметры цепи: кабель ВБШвнг(А) (медь, сечение жил: 35/16 мм²), длина трассы L = 32 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель ВА88-32 100А с номиналом $I_n = 100$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.98.

Таблица 5.98 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. Ввод 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 32 м, нагрев +65 °С)	0,0630	0,0024	0,0631
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,0883**	**0,0119**	**0,0891**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}0891\ Ом = 2581{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 1000\ А = 1100{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0249\ Ом$, $I_{кз(3)} = 9{,}26\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 8{,}02$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 25$ кА $\geq I_{кз(3)}$ на шинах (справочник: IEK каталог ВА88, 25 кА).

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} \,/\, k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 9,26 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 35 мм² ≥ 25,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +134,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 80,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.99 Расчет линии «ЩС-ИТП. Насос 1» — Сетевой насос контура отопления №1 (7,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 22 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С20 с номиналом I_n = 20 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.99.

Таблица 5.99 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. Насос 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 22 м, нагрев +65 °C)	0,2387	0,0018	0,2387
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2640**	**0,0113**	**0,2642**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2642\ Ом = 870{,}6$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 200$ А = 220,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1071$ Ом, $I_{кз(3)} = 2{,}16$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}87$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} \,/\, k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,16 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² < 5,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +295,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 16,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.100 Расчет линии «ЩС-ИТП. Насос 2» — Сетевой насос контура отопления №2 (резерв 7,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 24 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С20 с номиналом I_n = 20 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.100.

Таблица 5.100 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. Насос 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 24 м, нагрев +65 °С)	0,2604	0,0019	0,2604
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2857**	**0,0114**	**0,2859**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2859\ Ом = 804{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 200\ А = 220{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1163$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}99$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}72$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,99 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² < 5,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +265,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 16,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.101 Расчет линии «ЩС-ИТП. ГВС 1» — Циркуляционный насос системы ГВС №1 (4 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 18 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом I_n = 16 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.101.

Таблица 5.101 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. ГВС 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 18 м, нагрев +65 °С)	0,3139	0,0014	0,3139
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3392**	**0,0109**	**0,3394**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3394\ Ом = 677{,}8\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1389\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}66\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}44\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,66 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 4,6 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +285,1%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 12,8 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.102 Расчет линии «ЩС-ИТП. ГВС 2» — Циркуляционный насос системы ГВС №2 (резерв 4 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 2,5/2,5 мм²), длина трассы L = 20 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С16 с номиналом $I_n = 16$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.102.

Таблица 5.102 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. ГВС 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 20 м, нагрев +65 °С)	0,3488	0,0016	0,3488
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3741**	**0,0111**	**0,3742**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3742\ Ом = 614{,}6\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 160\ А = 176{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1537\ Ом$, $I_{кз(3)} = 1{,}50\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}30$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} \,/\, k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,50 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 2,5 мм² < 4,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +249,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,8% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi)/U_л \cdot 100$; I = 12,8 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.103 Расчет линии «ЩС-ИТП. Подпитка» — Насос подпитки отопительного контура (1,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 1,5/1,5 мм²), длина трассы L = 15 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С10 с номиналом I_n = 10 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.103.

Таблица 5.103 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ИТП. Подпитка»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 15 м, нагрев +65 °C)	0,4272	0,0012	0,4272
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4524**	**0,0107**	**0,4526**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4526\ Ом = 508{,}2$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 100$ А = 110,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1869$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}24$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}07$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} \,/\, k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,24 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 1,5 мм² < 3,4 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +362,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,2% (1ф: $2 \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi)/U_ф \cdot 100$; I = 8,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.104 Расчет линии «ЩС-ВНС. Насос 1» — Хозяйственно-питьевая насосная станция ХВС насос 1 (11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 6/6 мм²), длина трассы L = 25 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С25 с номиналом I_n = 25 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.104.

Таблица 5.104 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ВНС. Насос 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 25 м, нагрев +65 °С)	0,1812	0,0020	0,1812
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2065**	**0,0115**	**0,2068**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2068\ Ом = 1112{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 250\ А = 275{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0829$ Ом, $I_{кз(3)} = 2{,}78$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 2{,}41$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,78 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 6 мм² < 7,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +304,4%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 20,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.105 Расчет линии «ЩС-ВНС. Насос 2» — Хозяйственно-питьевая насосная станция ХВС насос 2 (11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 6/6 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С25 с номиналом I_n = 25 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.105.

Таблица 5.105 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ВНС. Насос 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °С)	0,2030	0,0022	0,2030
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2282**	**0,0117**	**0,2285**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2285\ Ом = 1006{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 250\ А = 275{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0921\ Ом$, $I_{кз(3)} = 2{,}51\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 2{,}17\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,51 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 6 мм² < 6,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +266,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 20,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.106 Расчет линии «ЩС-ВНС. Насос 3» — Хозяйственно-питьевая насосная станция ХВС насос 3 (резерв 11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 6/6 мм²), длина трассы L = 30 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С25 с номиналом $I_n = 25$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.106.

Таблица 5.106 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-ВНС. Насос 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,2175	0,0024	0,2175
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2427**	**0,0119**	**0,2430**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2430\ Ом = 946{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 250\ А = 275{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0983\ Ом$, $I_{кз(3)} = 2{,}35\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 2{,}04$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,35 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 6 мм² < 6,5 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +244,2%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,8% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 20,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.107 Расчет линии «ЩС-Лифт 1» — Пассажирский лифт г/п 1000 кг Секция А (15 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 82 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом I_n = 32 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.107.

Таблица 5.107 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Лифт 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 82 м, нагрев +65 °C)	0,3532	0,0066	0,3533
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3784**	**0,0161**	**0,3788**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3788\ Ом = 607{,}2$ А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320$ А = 352,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1560$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}48$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}28$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,48 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 4,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +72,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,6% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.108 Расчет линии «ЩС-Лифт 2» — Пассажирский лифт г/п 1000 кг Секция Б (15 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом I_n = 32 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.108.

Таблица 5.108 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Лифт 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °С)	0,3661	0,0068	0,3662
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3914**	**0,0163**	**0,3917**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3917\ Ом = 587{,}2\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320\ А = 352{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1615$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}43$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}24$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,43 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 3,9 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +66,8%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,7% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.109 Расчет линии «ЩС-Лифт 3» — Грузопассажирский лифт г/п 1600 кг Секция А (22 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 82 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С40 с номиналом I_n = 40 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.109.

Таблица 5.109 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Лифт 3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 82 м, нагрев +65 °С)	0,2220	0,0066	0,2221
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2472**	**0,0161**	**0,2477**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}2477\ Ом = 928{,}5\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 400 А = 440,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1007 Ом, $I_{кз(3)}$ = 2,29 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,99 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,29 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 6,3 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +111,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,3% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 32,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.110 Расчет линии «ЩС-Лифт 4» — Грузопассажирский лифт г/п 1600 кг Секция Б (22 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 16/16 мм²), длина трассы L = 85 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С40 с номиналом I_n = 40 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.110.

Таблица 5.110 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Лифт 4»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 85 м, нагрев +65 °С)	0,2301	0,0068	0,2302
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,2553**	**0,0163**	**0,2558**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,2558 Ом = 899,0 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 400 А = 440,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,1042 Ом, $I_{кз(3)}$ = 2,22 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 1,92 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 2,22 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 16 мм² ≥ 6,1 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +104,3%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,3% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 32,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.111 Расчет линии «ЩС-Вент. П1» — Приточная вентиляционная установка П1 вестибюль (5,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 35 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С20 с номиналом I_n = 20 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.111.

Таблица 5.111 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Вент. П1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 35 м, нагрев +65 °С)	0,3798	0,0028	0,3798
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4050**	**0,0123**	**0,4052**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4052\ Ом = 567{,}6\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 200\ А = 220{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °С, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1669$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}38$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}20$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,38 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² ≥ 3,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +158,0%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 16,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °С, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.112 Расчет линии «ЩС-Вент. П2» — Приточная вентиляционная установка П2 супермаркет (11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 6/6 мм²), длина трассы L = 42 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С25 с номиналом I_n = 25 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.112.

Таблица 5.112 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Вент. П2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °С)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 42 м, нагрев +65 °С)	0,3045	0,0034	0,3045
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,3297**	**0,0129**	**0,3300**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}3300\ Ом = 697{,}0\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 250\ А = 275{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1351$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}71$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}48$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,71 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 6 мм² ≥ 4,7 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +153,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,1% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_л \cdot 100$; I = 20,0 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.113 Расчет линии «ЩС-Вент. П3» — Приточная установка спортзала П3 кровля отм. +75.000 (11 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 88 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом $I_n = 32$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.113.

Таблица 5.113 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Вент. П3»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 88 м, нагрев +65 °C)	0,3790	0,0070	0,3791
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,4043**	**0,0165**	**0,4046**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}4046\ Ом = 568{,}4\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320\ А = 352{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38$ кА на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}1670$ Ом, $I_{кз(3)} = 1{,}38$ кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 1{,}20$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,38 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² ≥ 3,8 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условия п. 3.1.11 ПУЭ и п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНЫ (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Сечение жил увеличено до 10 мм² по длительно допустимому току ($I_n = 32$ А ≤ $I_{доп} = 50$ А). Запас по току отсечки составляет +61,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,7% (3ф: √3·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uл·100; I = 25,6 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.114 Расчет линии «ЩС-Вент. В1» — Вытяжная вентиляционная установка паркинга В1 (7,5 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 4/4 мм²), длина трассы L = 45 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С20 с номиналом I_n = 20 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.114.

Таблица 5.114 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Вент. В1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 45 м, нагрев +65 °C)	0,4883	0,0036	0,4883
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,5135**	**0,0131**	**0,5137**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1)$ = (1 · 230 В) / 0,5137 Ом = 447,7 А.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб}$ = 1,1 · 200 А = 220,0 А.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_л / (\sqrt{3} \cdot Z_1)$ = 1 · 400 В / (√3 · 0,0108 Ом) = 21,38 кА на шинах. В конце линии Z_1 = 0,2130 Ом, $I_{кз(3)}$ = 1,08 кА. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2$ = 0,94 кА (справочно, отдельного вердикта нет). I_{cu} = 4,5 кА < $I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 1,08 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 4 мм² ≥ 3,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +103,5%.

Оценка потери напряжения ΔU = 1,4% (3ф: √3·I·L·(r₀·cosφ + x₀·sinφ)/Uл·100; I = 16,0 А, cosφ = 0,8, жила +65 °C, r₀ фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.115 Расчет линии «ЩС-Кондиц. 1» — Прецизионный кондиционер серверной ЦОД №1 (15 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 25 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом I_n = 32 А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.115.

Таблица 5.115 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Кондиц. 1»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 25 м, нагрев +65 °C)	0,1077	0,0020	0,1077
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,1329**	**0,0115**	**0,1334**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}1334\ Ом = 1723{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320\ А = 352{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_{л} / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0522\ Ом$, $I_{кз(3)} = 4{,}43\ кА$. $I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 3{,}83\ кА$ (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5\ кА < I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 4,43 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² < 12,2 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +389,7%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,5% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) / U_{л} \cdot 100$; I = 25,6 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

5.116 Расчет линии «ЩС-Кондиц. 2» — Прецизионный кондиционер серверной ЦОД №2 (резерв 15 кВт)

Параметры цепи: кабель ВВГнг(А)-LS (медь, сечение жил: 10/10 мм²), длина трассы L = 28 м. Защитный аппарат: автоматический выключатель С32 с номиналом $I_n = 32$ А (характеристика С). Составляющие сопротивления петли «фаза-ноль» приведены в таблице 5.116.

Таблица 5.116 — Составляющие полного сопротивления петли «фаза-ноль» линии «ЩС-Кондиц. 2»

Участок расчетной цепи	R (акт.), Ом	X (инд.), Ом	Z (полн.), Ом
Головной источник питания	0,0014	0,0076	0,0077
ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240 (L = 30 м, нагрев +65 °C)	0,0089	0,0020	0,0091
Кабельная линия (L = 28 м, нагрев +65 °C)	0,1206	0,0022	0,1206
Переходные контакты коммутации ($R_{конт}$)	0,0150	0,0000	0,0150
ИТОГО по петле «фаза-ноль»	**0,1458**	**0,0117**	**0,1463**

Подстановка в формулу (4) тока КЗ: $I_{кз}(1) = (1 \cdot 230\ В) / 0{,}1463\ Ом = 1571{,}9\ А$.

По формуле (5) требуемый ток надежного срабатывания электромагнитной отсечки: $I_{отс.треб} = 1{,}1 \cdot 320\ А = 352{,}0\ А$.

Максимальный ток КЗ при +20 °C, прямая последовательность, без контакта и дуги: $I_{кз(3)} = c \cdot U_{л} / (\sqrt{3} \cdot Z_1) = 1 \cdot 400\ В / (\sqrt{3} \cdot 0{,}0108\ Ом) = 21{,}38\ кА$ на шинах. В конце линии $Z_1 = 0{,}0576\ Ом$, $I_{кз(3)} = 4{,}01\ кА$.

$I_{кз(2)} \approx I_{кз(3)} \cdot \sqrt{3}/2 = 3{,}47$ кА (справочно, отдельного вердикта нет). $I_{cu} = 4{,}5$ кА $< I_{кз(3)}$ на шинах (в марке только кривая, 4,5 кА). Требование к отключающей способности приведено в §6.

Термическая стойкость $S \geq I_{кз(3)} \cdot \sqrt{t} / k$. $I_{кз(3)}$ конца линии 4,01 кА, t = 0,1 с (расчетное время мгновенного отключения при выполнении п. 1.7.79 ПУЭ-7), Cu, ПВХ, k = 115, ГОСТ Р 50571.4.43-2012 табл. 43А. Жила 10 мм² < 11,0 мм². Экран не задан, стойкость экрана не проверялась.

ВЫВОД: Условие надежного автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7 ВЫПОЛНЕНО (отсечка t ≤ 0,1 с при норме t ≤ 0,4 с). Запас по току отсечки составляет +346,6%.

Оценка потери напряжения ΔU = 0,5% (3ф: $\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi)/U_л \cdot 100$; I = 25,6 А, $\cos\varphi = 0{,}8$, жила +65 °C, r_0 фазы по ГОСТ 22483). Порог индикации 5% (ГОСТ Р 50571.5.52-2011, табл. G.52.1, прочие ЭП; освещение 3% не разделяется). Порог 5% не превышен.

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В ответ на замечание Государственной (негосударственной) экспертизы проектной документации в части подтверждения эффективности мер защиты при косвенном прикосновении и условий автоматического отключения питания по п. 1.7.79 ПУЭ-7:

1. Проектной организацией АО «ПромЭнергоПроект» выполнен сплошной комплексный поверочный расчет полного сопротивления петли «фаза-ноль» и токов однофазного короткого замыкания в наиболее удаленных точках всех кабельных линий щита «ВРУ-1 / ГРЩ» по строгой нормативной методике ГОСТ 28249-93.

2. При расчете учтен максимальный рабочий нагрев жил кабелей до +65 °C ($k_\theta = 1{,}18$), индуктивные сопротивления трасс, а также переходные сопротивления контактов $R_{конт} = 0{,}0150$ Ом.

3. По результатам проверки: для всех 116 кабельных линий щита гарантировано выполнение требований п. 1.7.79 ПУЭ-7 и ГОСТ Р 50571.4.41-2022. Для 14 отходящих линий по результатам проверки отсечки (п. 1.7.79 ПУЭ-7) и длительно допустимого тока (п. 3.1.11 ПУЭ) приняты корректирующие инженерные решения (см. Ведомость корректировки п. 6.1). Замечание экспертизы по п. 1.7.79 ПУЭ-7 снято в полном объеме.

4. Указание для рабочей спецификации по ГОСТ Р 50571.4.43-2012 (п. 434.5.1) и ПУЭ (п. 1.4.2): расчетный трехфазный ток КЗ на шинах щита (по ГОСТ 28249-93) составляет $I_{кз(3)} = 21{,}38$ кА. Для отходящих линий без указанной в кабельном журнале серии автомата (109 шт.) при комплектации щита применить выключатели с предельной отключающей способностью $I_{cu} \geq 21{,}38$ кА (с учётом кабеля питания: ТП → ВРУ: АПвБШп 4х240, L = 30 м). Для коротких линий (30 шт.) дополнительно учесть ограничение сквозного интеграла Джоуля I^2t выключателя по ГОСТ Р 50571.4.43-2012 (п. 434.5.2, табл. 43А).

5. Индикация потери напряжения по ГОСТ Р 50571.5.52-2011 (табл. G.52.1; не является отказом по п. 1.7.79 ПУЭ-7): для 17 линий (ЩСПЗ-ОЗК2 — ΔU = 5,2%, ЩСПЗ-ОЗК3 — ΔU = 7,6%, ЩСПЗ-ОЗК4 — ΔU = 5,4%, ЩСПЗ-ОЗК5 — ΔU = 7,8%, ЩР-Офис. Гр. 5 — ΔU = 6,6%, ЩР-Парк. Гр. 12 — ΔU = 5,6%, ЩР-МОП. Гр. 4 — ΔU = 6,4%, ЩР-МОП. Гр. 5 — ΔU = 6,7%, ЩО-Парк. 3 — ΔU = 5,2%, ЩО-Парк. 4 — ΔU = 5,7%, ЩО-Парк. 6 — ΔU = 5,2%, ЩО-Подвал 1 — ΔU = 6,0%, ЩО-Кровля 1 — ΔU = 6,8%, ЩО-Фасад 1 — ΔU = 5,3%, ЩО-Фасад 2 — ΔU = 5,9%, ЩО-Террит. 1 — ΔU = 5,4%, ЩО-Террит. 2 — ΔU = 6,1%) расчетная потеря напряжения превышает 5%. При необходимости соблюдения порога ΔU ≤ 5% принять следующую ступень сечения жилы в рабочей документации.

6.1 Ведомость корректировки проектных решений щита

По результатам проверки (п. 1.7.79 ПУЭ-7 и п. 3.1.11 ПУЭ) и для снятия замечаний экспертизы проектной организацией приняты следующие решения, подлежащие внесению в основной комплект рабочих чертежей ЭОМ: Сводный перечень изменений приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 — Ведомость корректировки проектных решений щита по результатам поверочного расчета

№	Линия (Гр.)	Потребитель	Проектное решение (до расчета)	Принятое решение (для Экспертизы)	Нормативное основание
1	**Ввод ИБП-1**	Питание централизованного ИБП 120 кВА Серверной	ВВГнг(А)-LS (70 мм²), Авт. ВА88-35 200А	**Увеличение сечения жил кабеля до 95 мм²**	п. 3.1.11 ПУЭ (In = 200 А > Iдоп = 185 А; автомат ВА88-35 200А сохранён)
2	**Выход ИБП-1**	Щит гарантированного электроснабжения ЩГЭ-1	ВВГнг(А)-LS (70 мм²), Авт. ВА88-35 200А	**Увеличение сечения жил кабеля до 95 мм²**	п. 3.1.11 ПУЭ (In = 200 А > Iдоп = 185 А; автомат ВА88-35 200А сохранён)
3	**ЩСПЗ-ДУ3**	Вентилятор дымоудаления жилой секции А (15 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS (10 мм²), Авт. D32	**Увеличение сечения жил кабеля до 16 мм²**	ПУЭ-7 п. 1.7.79 (снижение сопротивления петли)
4	**ЩСПЗ-ДУ4**	Вентилятор дымоудаления жилой секции Б (15 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS (10 мм²), Авт. D32	**Увеличение сечения жил кабеля до 16 мм²**	ПУЭ-7 п. 1.7.79 (снижение сопротивления петли)
5	**ЩСПЗ-ПД1**	Вентилятор подпора воздуха лестницы ЛК-1 (11 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS (6 мм²), Авт. D25	**Увеличение сечения жил кабеля до 10 мм²**	ПУЭ-7 п. 1.7.79 (снижение сопротивления петли)
6	**ЩСПЗ-ПД2**	Вентилятор подпора воздуха лестницы ЛК-2 (11 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS (6 мм²), Авт. D25	**Увеличение сечения жил кабеля до 10 мм²**	ПУЭ-7 п. 1.7.79 (снижение сопротивления петли)
7	**ЩСПЗ-ПД3**	Вентилятор подпора в шахты лифтов Секция А (7,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS (4 мм²), Авт. D20	**Увеличение сечения жил кабеля до 10 мм²**	ПУЭ-7 п. 1.7.79 (снижение сопротивления петли)
8	**ЩСПЗ-ПД4**	Вентилятор подпора в шахты лифтов Секция Б (7,5 кВт)	ВВГнг(А)-FRLS (4 мм²), Авт. D20	**Увеличение сечения жил кабеля до 10 мм²**	ПУЭ-7 п. 1.7.79 (снижение сопротивления петли)
9	**ЩР-Офис. Гр. 5**	Бытовые розетки столовая персонала (дальнее крыло)	ВВГнг(А)-LS (2,5 мм²), Авт. C16	**Замена автоматического выключателя на характеристику «B» (B16)**	п. 1.7.79 ПУЭ-7 (обеспечение мгновенной отсечки t ≤ 0,1 с при длине L = 85 м)
10	**ЩР-МОП. Гр. 4**	Розетки клининга коридоры дальний торец Секция А	ВВГнг(А)-LS (2,5 мм²), Авт. C16	**Замена автоматического выключателя на характеристику «B» (B16)**	п. 1.7.79 ПУЭ-7 (обеспечение мгновенной отсечки t ≤ 0,1 с при длине L = 82 м)
11	**ЩР-МОП. Гр. 5**	Розетки клининга коридоры дальний торец Секция Б	ВВГнг(А)-LS (2,5 мм²), Авт. C16	**Замена автоматического выключателя на характеристику «B» (B16)**	п. 1.7.79 ПУЭ-7 (обеспечение мгновенной отсечки t ≤ 0,1 с при длине L = 86 м)
12	**ЩО-Фасад 2**	Контурная подсветка карниза и парапета кровли	ВВГнг(А)-LS (2,5 мм²), Авт. C16	**Замена автоматического выключателя на характеристику «B» (B16)**	п. 1.7.79 ПУЭ-7 (обеспечение мгновенной отсечки t ≤ 0,1 с при длине L = 75 м)

№	Линия (Гр.)	Потребитель	Проектное решение (до расчета)	Принятое решение (для Экспертизы)	Нормативное основание
13	**ЩО-Террит. 2**	Наружное освещение гостевой парковки (мачты 12 м)	ВБШвнг(А) (2,5 мм²), Авт. С10	**Замена автоматического выключателя на характеристику «В» (В10)**	п. 1.7.79 ПУЭ-7 (обеспечение мгновенной отсечки $t \leq 0{,}1$ с при длине L = 125 м)
14	**ЩС-Вент. П3**	Приточная установка спортзала П3 кровля отм. +75.000 (11 кВт)	ВВГнг(А)-LS (4 мм²), Авт. С32	**Увеличение сечения жил кабеля до 10 мм²**	п. 1.7.79 и п. 3.1.11 ПУЭ (снижение сопротивления петли и устранение перегрузки In = 32 А > Iдоп = 30 А; уставка С32 сохранена)

Указание главному инженеру проекта (ГИП) и разработчикам марки ЭОМ: Внести соответствующие изменения в принципиальную однолинейную схему щита и спецификацию оборудования, изделий и материалов (форма 1 по ГОСТ 21.110-2013).