

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Реконструкция системы электроснабжения библиотечно-досугового центра

Обучающийся

Ю.Д. Воронина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.Н. Черненко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

В бакалаврской работе была спроектирована система электроснабжения библиотечно-досугового центра. Определён перечень планируемых к строительству помещений и примерный состав электроприёмников, которые будут в нём установлены.

Определены категории по надёжности электроснабжения и разработана схема внешнего электроснабжения центра. Выполнен расчёт электрических нагрузок, суммарная расчётная нагрузка в аварийном режиме работы не превышает 102 кВт.

Выбраны типы кабелей как для распределительных и групповых сетей, так и для сетей аварийного освещения.

Выполнен выбор автоматических выключателей и выключателей дифференциального тока. Составлен перечень мероприятий по энергосбережению, определены параметры повторного контура заземления и выбраны элементы молниезащиты, устанавливаемые на кровле здания. Произведен расчет системы внутреннего электрического освещения, выбраны типы и определено количество светильников в каждом из помещений досугового центра. Выбраны типы светодиодных светильников для наружного освещения.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 52 страниц текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

Содержание

Введение	4
1 Характеристика внешних источников электроснабжения и обоснование принятой схемы электроснабжения Неверкинского библиотечно-досугового центра	7
2 Определение расчетной нагрузки по зданию Неверкинского библиотечно-досугового центра	12
3 Выбор элементов системы электроснабжения Неверкинского библиотечно-досугового центра	19
4 Заземление и молниезащита здания Неверкинского библиотечно-досугового центра	38
5 Определение параметров системы искусственного освещения в здании Неверкинского библиотечно-досугового центра.....	43
Заключение	48
Список используемой литературы	50

Введение

Проектируемый объект – Неверкинский библиотечно-досуговый центр (БДЦ) - расположен по адресу: Пензенская область, село Алёшкино, Набережная улица, 4А.

Расположение Неверкинского библиотечно-досугового центра на карте района показано на рисунке 1.

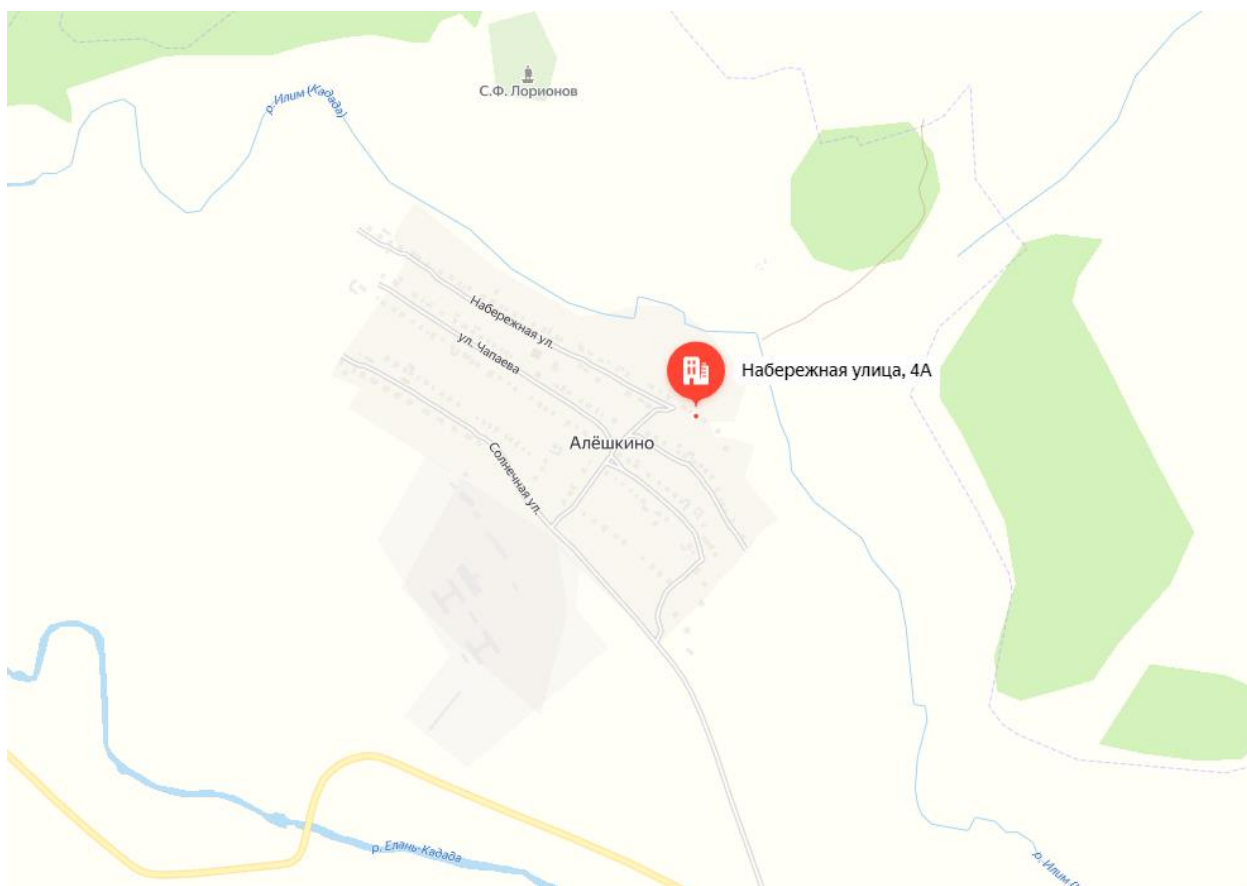


Рисунок 1 - Расположение Неверкинского библиотечно-досугового центра на карте района

В 2025-2026 годах планируется реконструкция существующего здания с учетом его конструктивных, противопожарных, и технологических требований, а также мероприятий по обеспечению условий жизнедеятельности маломобильных групп населения.

Библиотечно-досуговый центр - это здание, совмещающее зрелищную

часть (зрительный зал, фойе) и клубную часть (помещения для отдыха и развлечений, лекционно-информационные и студийно-кружковые помещения).

Реконструируемое здание предполагает перепланировку здания с организацией санитарно-технических блоков на 1 и 2 этажах.

Помещения здания подразделяются на:

- помещения зрительного комплекса;
- помещения демонстрационного комплекса (сцена; помещения технологического обеспечения сцены);
- производственные помещения;
- помещения, обслуживающие сцену (для творческих коллективов и технического персонала; склад);
- студийно-кружковые помещения;
- административно-хозяйственные помещения;

В БДЦ запроектирован зрительный зал на 214 мест. Библиотечно-досуговый центр предназначен для проведения концертов, творческих и тематических мероприятия, демонстрации спектаклей районных театров и театров близлежащих городов и подобного формата мероприятий. В связи с ограниченным местом застройки, с заданным количеством посадочных мест зрительного зала в БДЦ принят тип сцены Э-1, уровень комфорта 3 [21]. Размеры сцены: ширина игрового портала составляет 7,750 м, высота 5,700 м.

Поэтажное размещение помещений в здании библиотечно-досугового центра следующее:

Этаж 1:

- распределительный вестибюль с местом администратора- кассира (стойка-ресепшен (поз. 13 по спецификации)/пост охраны), гардероб для посетителей, санузлы, в т.ч. санузел для МГН;
- зрительный зал на 214 мест, планшет сцены;
- диско-зал;
- помещения, обслуживающие сцену: артистическая с санузлом,

комната хранения актерского инвентаря.

Этаж 2:

- помещения для занятий кружковых объединений: зал для занятий любительских объединений, комната кружковой работы, библиотека;
- кабинеты методиста и директора.

Диско - зал рассчитан на 45 мест и оснащен аудиосистемой.

Для административного персонала предусмотрены кабинеты с необходимым набором оргтехники.

Концертный зал оснащается современным Универсальным механико-аппаратным программируемым мультимедийным комплексом (УМАПМК) состоящим из:

- системы верхней механики сцены УМАПМК;
- системы одежды верхней механики сцены УМАПМК;
- системы звукоусиления УМАПМК;
- системы постановочного освещения УМАПМК;
- системы видеоотображения УМАПМК;
- системы технологической мебели УМАПМК.

Универсальный механико-аппаратный программируемый мультимедийный комплекс (УМАПМК) – должен иметь возможность создать единый адресно-временной сигнал (тайм-код) между системами: постановочного освещения, звуковой трансляции, видео- отображения для синхронизации работы систем, входящих в состав УМАПМК, а также должен иметь возможность точного позиционирования в пространстве компонентов входящих в состав систем УМАПМК. Для создания адресно-временного сигнала используется звуковая консоль типа BEHRINGER WING или YAMAHA CL серии с подключенным ПК с секвенсором.

Цель бакалаврской работы заключается в проектировании надежной и энергоэффективной системы электроснабжения Неверкинского библиотечно-досугового центра.

1 Характеристика внешних источников электроснабжения и обоснование принятой схемы электроснабжения Неверкинского библиотечно-досугового центра

По степени надежности электроснабжения Неверкинский библиотечно-досуговый центр отнесен к потребителям III категории. К I категории отнесено аварийное освещение, противопожарная вентиляция, прибор ОПС, станция управления пожарными насосами.

Питание электроприемников здания предусмотрено от сети переменного тока 380/220В.

Система заземления TN-C-S.

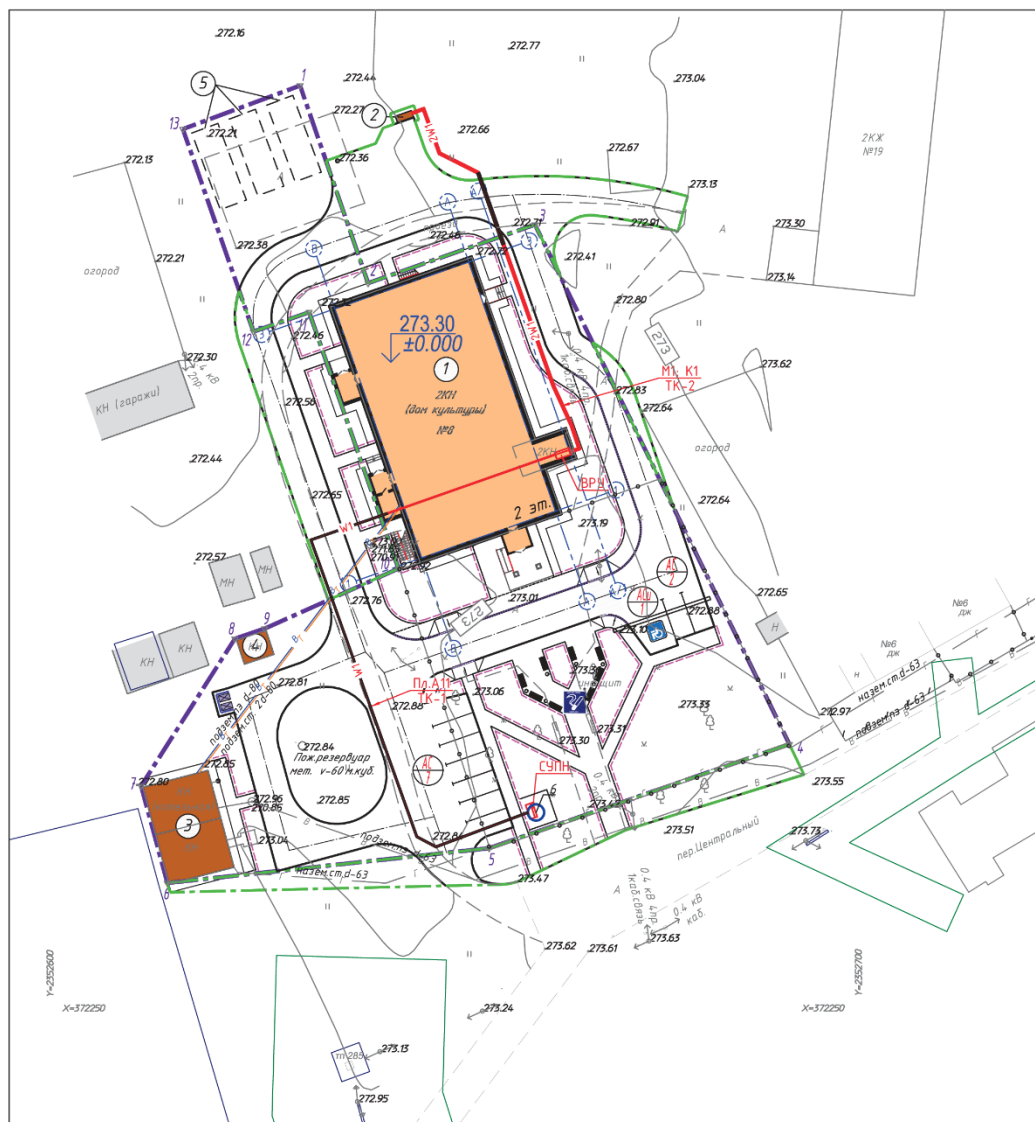
«Групповые сети - трехпроводные, пятипроводные (фазный(ые), нулевой защитный и нулевой рабочий проводники). Нулевой и защитный проводники подключаются под разные контактные зажимы. Назначение и количество проводников (по ГОСТ Р 50571.1-2009): фазные проводники; нулевой рабочий проводник (N); нулевой защитный проводник (PE)» [6].

Для приема и распределения электрической энергии предусмотрено вводно-распределительное устройство ВРУ, расположенное в помещении электрощитовой на 1м этаже.

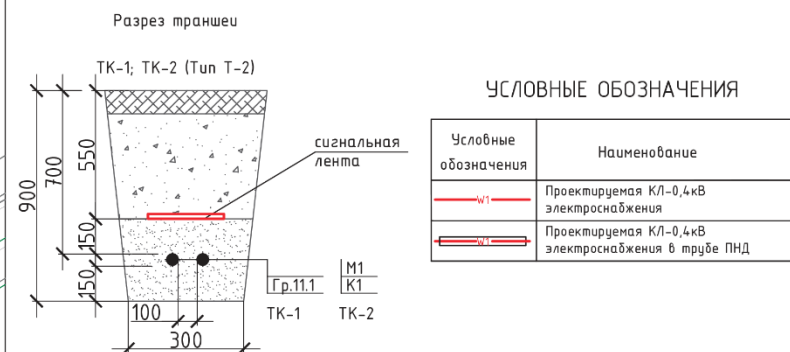
Для электроприемников, относящихся к I категории предусмотрено устройство автоматического включения резерва, питание выполнено от щита противопожарных устройств ЩС-ППУ. Фасадная часть щита ЩС-ППУ имеет отличительную окраску (красный цвет).

В качестве силовых щитов приняты наборные модульные металлические щиты серии ЩРН, ЩРВ, ЩМП навесного и встраиваемого исполнения. Шкафы распределительные размещены на высоте 1,5м от уровня чистого пола. Установка штепсельных розеток - на высоте 0.3м.

На рисунке 2 приведена схема внешнего электроснабжения, а на рисунке 3 представлен план прокладки наружных сетей. В таблице 1 приведены сведения и расчетные данные по питающим линиям.



Экспликация зданий и сооружений		
Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Дом культуры 2 эт.	реконстр.
2	Дизель-генератор	проект.
3	Котельная 1 эт.	сущ.
4	Хоз. постройка	сущ.
5	Пожарные резервуары "Поток-РВГБ-75-4,89"	проект.
6	Повысительная насосная станция "ПВНС Поток22/8,35-П(2)-3,0-2,3"	проект.



Ведомость узлов прокладки кабельной линии 0,4кВ				
Поз.	Наименование	Количество на траншее		Обозначение документа
		ТК-1	ТК-2	
	Туп Т-2 (длина, м)	65	50	A11-2011.13
1	Пересечение кабельной линии с трубопроводом	-	-	A11 - 2011.31
2	Пересечение кабельной линии с теплотрассой	-	-	A11 - 2011.32 A11 - 2011.32-0
3	Пересечение двух кабельных линий в земле	-	1	A11 - 2011.38
4	Пересечение кабельной линии с проездами	1	1	A11 - 2011.29

Рисунок 3 - План прокладки наружных сетей к Неверкинскому библиотечно-досуговому центру

Таблица 1 - Сведения и расчетные данные по питающим линиям

Марк ировк а кабеля	Начало линии	Конец линии	Нагрузка			Длитель но- допусти мый ток кабеля (провода) в авар, режиме, А	Идоп. · K1 · K2, А	K1- попр ав. коэф . по табл . 1.3.2 3 ПУЭ	K2- поправ. коэф. по табл. 1.3.26 ПУЭ	Ток плавк ой встав ки, расце пител я и т.п., А	Длин а тран шей, м	Длина кабеле й (прово дов), м	Потер я напря жения , %	Хар -ка гру нта	Кабели(провода)	
			Расче тная мощн ость, кВт	Расчетны й ток											Кол- во в тран шее	Марка, сечение, напряжение
				раб. , А	ава р., А											
КЛ-0,4 кВ (электроснабжение)																
М1	ДЭС	АВР	2,3	3,7	59,2	94,0	94,0	1	1,0	80	50,0	70,0	0,1	неп учи нис тый	2	АВБбШв- 5×25мм ²
K1	блок автозапуск а ДЭС	АВР	-	-	-	-	-	-	-	-	90,0	110,0	-			КВБбШв- 7×1,5мм ²
Пл. А11	ЩС-ППУ	СУ ПН	3,7	7,0	-	34,4	34,4	1	1,0	25	48,0	88,0	1,0		1	ППГнг(А)- FRHF-5×4мм ²
КЛ-0,4 кВ (наружное электроосвещение)																
Н1	ЯУО	№1... №13	1,3	2,0	-	34,0	34,0	1	1	16	280,0	345,0	0,5	-	1	АВБбШв- (5×10)мм ²

Выводы по разделу.

По степени надежности электроснабжения Неверкинский библиотечно-досуговый центр отнесен к потребителям III категории, при этом к I категории отнесено аварийное освещение, противопожарная вентиляция, прибор ОПС, станция управления пожарными насосами.

Для приема и распределения электрической энергии предусмотрено вводно-распределительное устройство ВРУ, расположенное в помещении электрощитовой на 1м этаже.

Для электроприемников, относящихся к I категории предусмотрено устройство автоматического включения резерва, питание выполнено от щита противопожарных устройств ЩС-ППУ.

В качестве силовых щитов приняты наборные модульные металлические щиты серии ЩРН, ЩРВ, ЩМП навесного и встраиваемого исполнения.

2 Определение расчетной нагрузки по зданию Неверкинского библиотечно-досугового центра

Основные силовые электроприемники:

- электрическое освещение;
- постановочное освещение, сценическое оборудование;
- розеточная сеть;
- электрические двигатели вентиляционных систем.

Энергопринимающее устройство объекта – вводное распределительной устройство (ВРУ №1), расположенное в электрощитовой здания.

Расчет нагрузок выполнен на основании СП 256.1325800.2016 (таблица 7.8, таблица 7.12, пункт 7.2.16) «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» [23].

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [23]:

$$P_{p.p} = K_{c.p} \cdot P_{y.p} \cdot n, \quad (1)$$

где $K_{c.p}$ - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.p}$ - установленная мощность розетки, принимаемая 0,06 кВт (в том числе для подключения оргтехники);

n - число розеток» [23].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [23]:

$$P_{p.o} = P'_{p.o} + P_{p.p}, \quad (2)$$

где « $P'_{p.o}$ - расчетная нагрузка линий общего освещения;

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [23].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [23]:

$$P_{p.c} = K_c \cdot P_{y.c}, \quad (3)$$

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [23].

«Расчетную электрическую нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения P_p , следует определять по формуле» [23]:

$$P_p = K(P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c}), \quad (4)$$

где « K - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение;

K_1 - коэффициент, зависящий от отношения расчетной электрической нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования холодильной станции;

$P_{p.o}$ - расчетная электрическая нагрузка освещения;

$P_{p.c}$ - расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха;

$P_{p.x.c}$ - расчетная электрическая нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха» [23].

На рисунке 4 показана схема электрическая принципиальная ВРУ Неверкинского библиотечно-досугового центра. В таблицы 2-7 сводим сведения об электроприемниках ЦС, ЦО, ЦОА, ЦСВ.

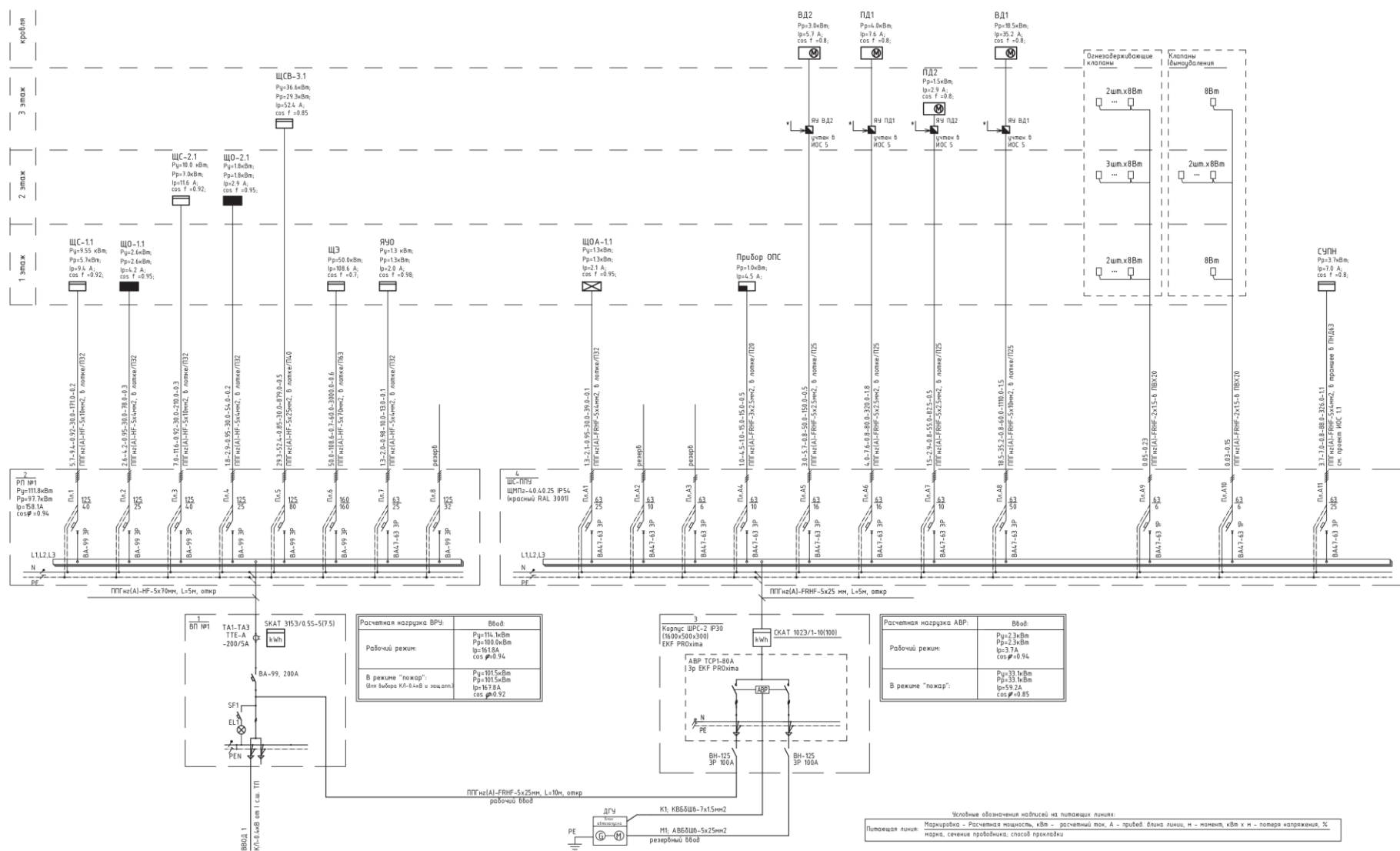


Рисунок 4 - Схема электрическая принципиальная ВРУ Неверкинского библиотечно-досугового центра

Таблица 2 - Сведения об электроприемниках, получающих питание от ЩС 1.1

Номер по плану	Гр.1.1-1	Гр.1.1-2	Гр.1.1-3	Гр.1.1-4	Гр.1.1-5	Гр.1.1-6
Количество	2	2	1	1	1	2
Мощность расчетная, кВт	0,1	1,05	2,0	2,0	2,0	2,4
Ток рабочий в линии, А	9,5	4,8	9,1	9,1	9,1	10,9
Наименование	металлодетектор, б/п, пом. 2	ПК, принтер, пом. 2	рукосушитель, пом. 8	рукосушитель, пом. 5	рукосушитель, пом. 7	насос, бойлер, пом. 16
Итого	Р _у = 9,55 кВт; Р _р = 5,7 кВт; I _р = 9,4 А; cosφ = 0,92; Кс = 0,6					

Таблица 3 - Сведения об электроприемниках, получающих питание от ЩС 2.1

Номер по плану	Гр.2.1-1	Гр.2.1-2	Гр.2.1-3	Гр.2.1-4	Гр.2.1-5	Гр.2.1-6	Гр.2.1-7
Количество	4	1	1	1	2	4	2
Мощность расчетная, кВт	0,3	2,0	2,0	2,0	1,05	1,6	1,05
Ток рабочий в линии, А	1,4	9,1	9,1	9,1	4,8	7,3	4,8
Наименование	led панель, эл. пианино, б/п, пом. 2, 3, 10	бойлер, пом. 3	рукосушитель, пом. 7	рукосушитель, пом. 7	ПК, принтер, пом. 11	ПК, принтер, led панель, пом. 12, 13	ПК, принтер, пом. 14
Итого	Р _у = 10,0 кВт; Р _р = 7,0 кВт; I _р = 11,6 А; cosφ = 0,92; Кс = 0,7						

Таблица 4 - Сведения об электроприемниках, получающих питание от ЩО 1.1

Номер по плану	Гр.1.1-1	Гр.1.1-2	Гр.1.1-3	Гр.1.1-3	Гр.1.1-5	Гр.1.1-6
Мощность расчетная, кВт	0,6	0,3	0,97	0,36	-	0,33
Ток рабочий в линии, А	2,7	1,4	4,4	1,6	-	1,5
Наименование	рабочее освещение, пом. 2-7, 10	рабочее освещение, пом. 11	рабочее освещение, пом. 18 (бок. свет)	рабочее освещение, пом. 18 (верх. свет)	цепь управления	рабочее освещение, пом. 9,12,14-16 (1эт.)
Итого	Р _у = 2,6 кВт; Р _р = 2,6 кВт; I _р = 4,2 А; cosφ = 0,95; Кс = 1					

Таблица 5 - Сведения об электроприемниках, получающих питание от ЩО 2.1

Номер по плану	Гр.2.1-1	Гр.2.1-2	Гр.2.1-3	Гр.2.1-4
Мощность расчетная, кВт	0,34	0,46	0,49	0,53
Ток рабочий в линии, А	1,5	2,1	2,2	2,4
Наименование	рабочее освещение, пом. 2, 5-9	рабочее освещение, пом. 3	рабочее освещение, пом. 11-13	рабочее освещение, пом. 10-14
Итого	Р _у = 1,8 кВт; Р _р = 1,8 кВт; I _р = 2,9 А; cosφ = 0,95; Кс = 1			

Таблица 6 - Сведения об электроприемниках, получающих питание от ЩОА 1.1

Номер по плану	Гр. А1.1-1	Гр. А1.1-2	Гр.А1.1-3	Гр.А1.1-4	Гр. А1.1-5	Гр. А1.1-6	Гр. А1.1-7	Гр. А1.1-8
Мощность расчетная, кВт	0,15	0,12	0,31	0,37	-	0,1	0,15	0,1
Ток рабочий в линии, А	0,7	0,5	1,4	1,7	-	0,4	0,7	0,4
Наименование	аварийное освещение входные группы	аварийное освещение лестн. кл.	аварийное освещение пом. 1-3, 9, 10, 2-22 (1эт.)	аварийное освещение пом. 18	цепь управления	аварийное освещение пом. 13, 14	аварийное освещение пом. 2, 10 (2эт.)	рабочее освещение пом. 2, 3 (3эт.)
Итого	Р _у = 1,3 кВт; Р _р = 1,3 кВт; I _р = 2,1 А; cosφ = 0,95; Кс = 1							

Таблица 7 - Сведения об электроприемниках, получающих питание от ЩСВ 3.1

Номер по плану	Гр.3.1-1		Гр.3.1-2			Гр.2.1-3	Гр.2.1-4	Гр.2.1-5	Гр.2.1-6		
Количество	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Мощность расчетная, кВт	-	2,5	-	2,2	2,2	2,5	0,3	2,7	-	22,5	1,7
Ток рабочий в линии, А	-	4,5	-	3,9	3,9	4,5	1,4	4,8	-	34,9	3,0
Наименование	шкаф упр-я приточной системой ПЗ пом. 3 (3 эт.)	венти лятор пом. 3 (3 эт.)	шкаф упр-я системой П1/В1 пом. 3 (3 эт.)	вытяж ка пом. 3 (3эт.)	приток пом. 3 (3эт.)	вентилятор кровля	вентилят ор пом. 9 (2эт.)	вентилят ор пом. 14 (1эт.)	шкаф упр-я системой П2 пом. 13 (1 эт.)	нагревате ль пом. 13 (1эт.)	вентилят ор пом. 13 (1эт.)
Итого	Р _у = 36,6 кВт; Р _р = 29,3 кВт; I _р = 52,4 А; cosφ = 0,85; Кс = 0,8										

Выводы по разделу.

Показатели электроснабжения по результатам расчетов:

Расчетная нагрузка ВРУ:

В рабочем режиме (максимальная мощность):

$P_y=114,1 \text{ кВт}$, $P_p=100,0 \text{ кВт}$, $I_p=161,8 \text{ А}$, $\cos\varphi=0,94$.

Для выбора защитных аппаратов и КЛ-0,4кВ в режиме «пожар»:

$P_y=101,5 \text{ кВт}$, $P_p=101,5 \text{ кВт}$, $I_p=167,8 \text{ А}$, $\cos\varphi=0,92$.

Расчетная нагрузка АВР:

В рабочем режиме (максимальная мощность):

$P_y=2,3 \text{ кВт}$, $P_p=2,3 \text{ кВт}$, $I_p=3,7 \text{ А}$, $\cos\varphi=0,94$.

Для выбора защитных аппаратов и КЛ-0,4кВ в режиме «пожар»:

$P_y=33,1 \text{ кВт}$, $P_p=33,1 \text{ кВт}$, $I_p=59,2 \text{ А}$, $\cos\varphi=0,85$.

3 Выбор элементов системы электроснабжения Неверкинского библиотечно-досугового центра

Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

Перерыв электроснабжения электроприемников I категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания (срабатывание АВР).

«Показатели качества электроэнергии регламентируются требованиями ГОСТ 32144- 2013.

Соответствие перечисленных параметров ГОСТ 32144-2013 допускает отклонение напряжения на зажимах электроосветительных приборов от -2,5 до +5%» [5].

В здании частота - 50 Гц, напряжение - 220, 380 В.

Отклонение напряжения и частоты от значений, установленных в стандарте могут представлять опасность как для функционирования самого электроприемника, так и для взаимодействующего с ним персонала.

Для обеспечения соответствия качества электроэнергии ГОСТ 32144-2013, сечения кабелей выбраны по длительно допустимым токам и проверены по потере напряжения.

«Распределительные и групповые сети внутри здания выполняются кабелем марки ППГнг(А)-HF, а цепи питания электроприемников, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара - огнестойким кабелем марки ППГнг(А)-FRHF» [8].

Электропровод питающего кабеля в здание выполнен в стальной трубе. Для ввода предусмотрена стальная водогазопроводная труба диаметром 114мм.

В помещениях с подвесными потолками кабели прокладываются за подвесным потолком в гофрированных трубах ПВХ с креплением клипсами к строительным основаниям. «Вертикальные участки (спуски к розеткам, щитам) прокладываются скрыто в штробах под слоем штукатурки в ПВХ трубе. В технических помещениях кабели прокладываются открыто в гофрированных трубах ПВХ с креплением клипсами к поверхности потолка, стен» [9].

В коридорах магистральные сети прокладываются в металлических лотках за подвесным потолком.

Во всех остальных помещениях кабели прокладываются скрыто в штробах кирпичных стен под слоем штукатурки в ПВХ трубе.

В пределах сцены кабели прокладываются в металлических трубах. На кровле кабели прокладываются открыто в металлических трубах.

Не допускается протяжка в одной трубе одновременно нескольких сетей.

При переходе кабеля через стены и перекрытия закладываются гильзы (отрезки стальных труб). Кабельные проходки должны соответствовать степени огнестойкости стен и перекрытий [20].

Прокладку распределительных и групповых сетей необходимо выполнить в соответствии с ПУЭ.

Сечения жил кабелей выбраны по допустимой токовой нагрузке и допустимой потере напряжения.

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [13]:

$$I_{\text{до}} = I_{\text{ном.до}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (5)$$

где « k_1 - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды;

k_2 - поправочный коэффициент на термическое сопротивление грунта;

k_3 - поправочный коэффициент на количество групп кабелей;

k_4 - поправочный коэффициент на способ прокладки кабелей» [13].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [13]:

$$U = \frac{I_{расч} \cdot L \cdot R_{уд}}{S}, \quad (6)$$

где « $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

$R_{уд}$ - удельное сопротивление проводника, Ом/м;

S - сечение провода, мм» [13].

«Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле» [3]:

$$I_{КЗ}^{(1)} = \frac{0,9 \cdot U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n + Z_{нк}}, \quad (7)$$

где « U_{ϕ} - фазное напряжение, В;

Z_T - сопротивление обмотки трансформатора в Ом;

Z_n - полное сопротивление петли фаза-ноль линии от трансформатора до точки КЗ в Ом;

$Z_{нк}$ - сопротивление переходных контактов в Ом» [3].

Расчетные данные по питающим линиям сводим в таблицу 8.

Групповые и питающие сети защищаются автоматическими выключателями и автоматическими выключателями дифференциального тока от перегрузки, токов короткого замыкания, для защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции электроустановок, а также для предотвращения пожаров вследствие протекания токов утечки на землю и выбраны с учетом селективности и чувствительности.

Таблица 8 - Расчетные данные по питающим линиям

№ пит. линии	Pp, кВт	Ip, А	Lnp, м	M, кВт·м	ΔU , %	Марка и сечение кабеля (провода), мм	Способ прокладки	Назначение линии
Пл.1	5,7	9,4	30,0	171,0	0,2	ППГнг(А)-HF-5×10мм	лоток П32	Питающая линия ЩС-1.1
Пл.2	2,6	4,2	30,0	78,0	0,3	ППГнг(А)-HF-5×4мм	лоток П32	Питающая линия ЩО-1.1
Пл.3	7,0	11,6	30,0	210,0	0,3	ППГнг(А)-HF-5×10мм	лоток П32	Питающая линия ЩС-2.1
Пл.Л	1,8	2,9	30,0	54,0	0,2	ППГнг(А)-HF-5×4мм	лоток П32	Питающая линия ЩО-2.1
Пл.5	29,3	52,4	30,0	879,0	0,5	ППГнг(А)-HF-5×25мм	лоток П40	Питающая линия ЩСВ-3.1
Пл.6	50,0	108,6	60,0	3000,0	0,6	ППГнг(А)-HF-5×70мм	лоток П63	Питающая линия ЩЭ
Пл.7	1,3	2,0	10,0	13,0	0,1	ППГнг(А)-HF-5×4мм	лоток П32	Питающая линия ЯЧО
Пл.8	-	-	-	-	-	-	-	Резерв
Пл.А1	1,3	2,1	30,0	39,0	0,1	ППГнг(А)-FRHF-5×4мм	лоток П32	Питающая линия Щ0А-1.1
Пл.А2	-	-	-	-	-	-	-	Резерв
Пл.А3	-	-	-	-	-	-	-	Резерв
Пл.А4	1,0	4,5	15,0	15,0	0,5	ППГнг(А)-FRHF-5×2,5мм	лоток П20	Питающая линия прибора ОПС
Пл.А5	3,0	5,7	50,0	150,0	0,5	ППГнг(А)-FRHF-5×2,5мм	лоток П25	Питающая линия ВД2
Пл.А6	4,0	7,6	80,0	320,0	1,8	ППГнг(А)-FRHF-5×2,5мм	лоток П25	Питающая линия ПД1
Пл.А7	1,5	2,9	55,0	82,5	0,5	ППГнг(А)-FRHF-5×2,5мм	лоток П25	Питающая линия ПД2
Пл.А8	18,5	35,2	60,0	1110,0	1,5	ППГнг(А)-FRHF-5×10мм	лоток П32	Питающая линия ВД1
Пл.А9	0,05	0,23				ППГнг(А)-FRHF-5×1,5мм	лоток П20	Питающая линия ОЗК
Пл.А10	0,03	0,15				ППГнг(А)-FRHF-5×1,5мм	лоток П20	Питающая линия КДМ
Пл.А11	3,7	7,0	88,0	326,0	1,1	ППГнг(А)-FRHF-5×4мм	лоток П32	Питающая линия СУПН

Защита оборудования и кабелей реализуется отключением соответствующих участков с помощью автоматических выключателей.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [13]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (8)$$

- «по номинальному току» [13]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (9)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [13]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)},, \quad (10)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [13].

«Выбор исполнения расцепителей максимального тока. Если в соответствии с ПУЭ требуется защита от перегрузки и эта защита не обеспечивается другими устройствами, то автоматические выключатели должны иметь расцепители максимального тока с обратно зависимой от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки, свойственных нормальной эксплуатации.

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [13]:

$$k_{рн} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (11)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток двигателя;

k_{pn} – коэффициент разброса защитной характеристики, определяемый для нижней границы;

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [13].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [13]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (12)$$

где « t_i – время срабатывания расцепителя с обратной зависимой от тока характеристикой;

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [13].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [14]

$$t_{cp} > t_{don},, \quad (13)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

t_{don} – допустимое время отключения в соответствие с ПУЭ» [14].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [13]:

$$I_{pa} \leq I_{np} \leq I_{don},, \quad (14)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_{don},, \quad (15)$$

где « I_{pa} – расчетный ток цепи послеаварийного режима работы;

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{доп}$ – допустимый ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [13].

«При выполнении защиты от перегрузок и КЗ следует также выполнять требования 3.1.11 ПУЭ в части согласованности проводников и защитных устройств.

Проверка на селективность. В соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [14].

На рисунках 5-11 представлены результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩС-1.1, ЩС-2.1, ЩО-1.1, ЩО-2.1, ЩОА-1.1, ЩСВ-3.1. Порядок подключенных электроприемников соответствует их чередованию в таблицах 2-7 соответственно.

В работе предусмотрено автоматическое отключение вентиляционных систем в случае пожара. В щите ЩСВ-3.1 предусмотрена установка независимого расцепителя РН-47 на вводном автомате. В случае пожарной тревоги сигнал на отключение вентиляционного оборудования поступает на расцепитель. После чего расцепитель выполняет отключение автоматического выключателя. Для отключения приточных систем (с водяным нагревателем) во время пожара и для предотвращения замораживания приточной системы в случае ложного срабатывания пожарной сигнализации, сигнал о пожаре приходит на шкаф управления приточной системы. Шкаф управления выполняет отключение вентиляторов приточной системы.

Схема отключения вентиляции при пожаре показана на рисунке 12.

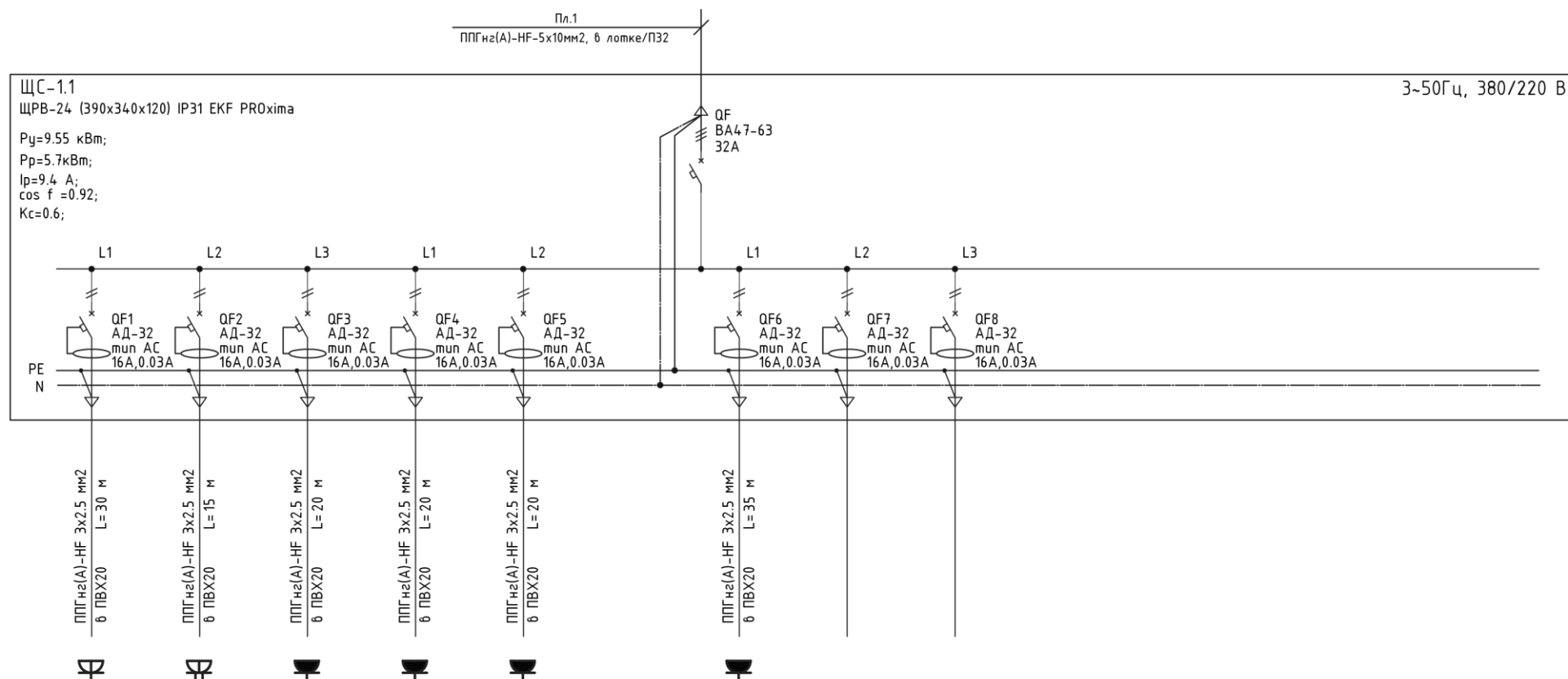


Рисунок 5 - Результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩС-1.1

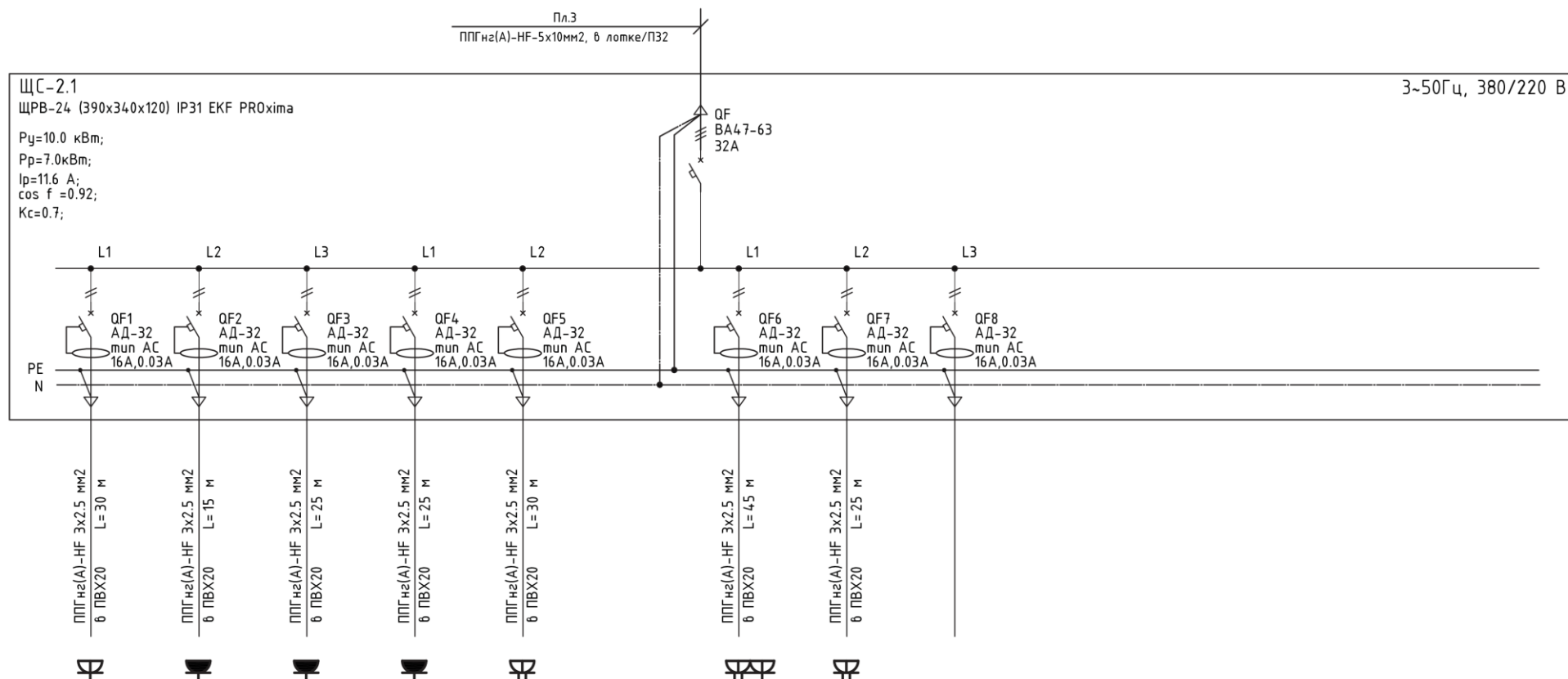
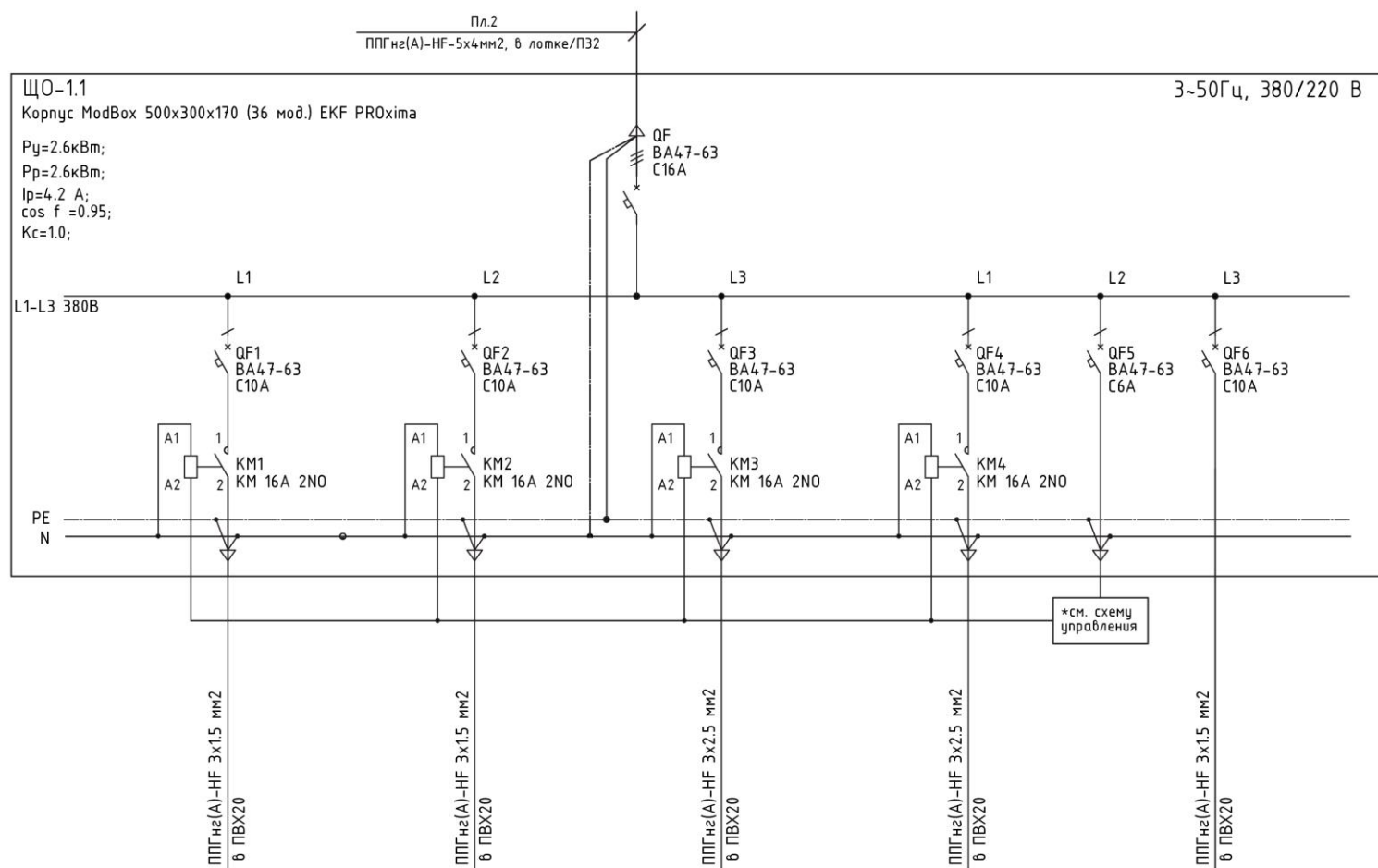


Рисунок 6 - Результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩС-2.1



*СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

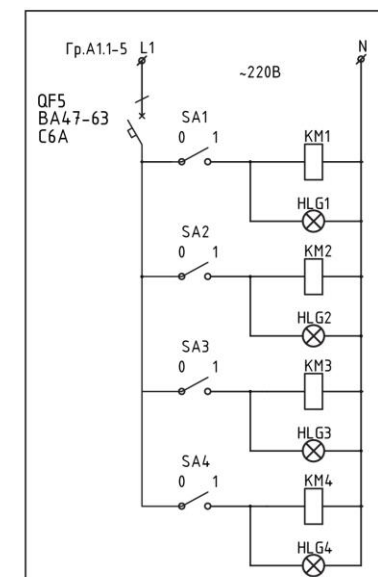


Рисунок 7 - Результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩО-1.1

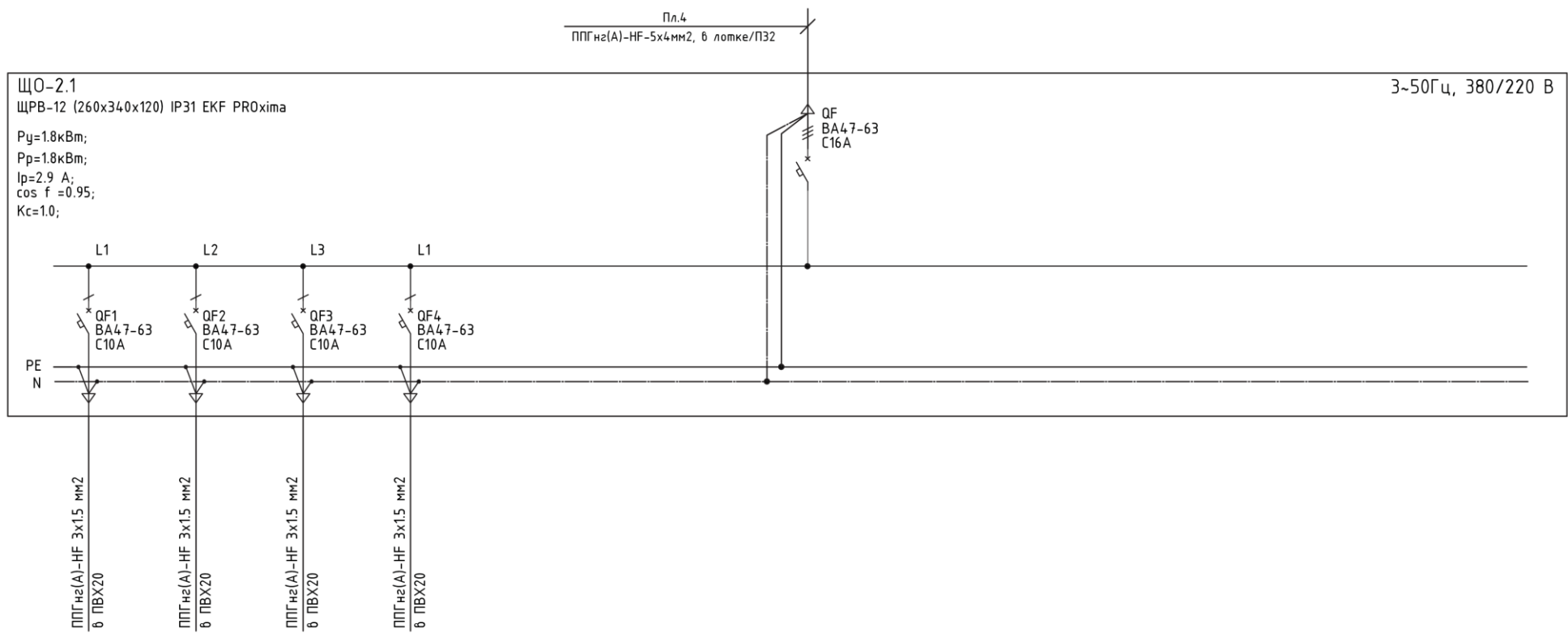
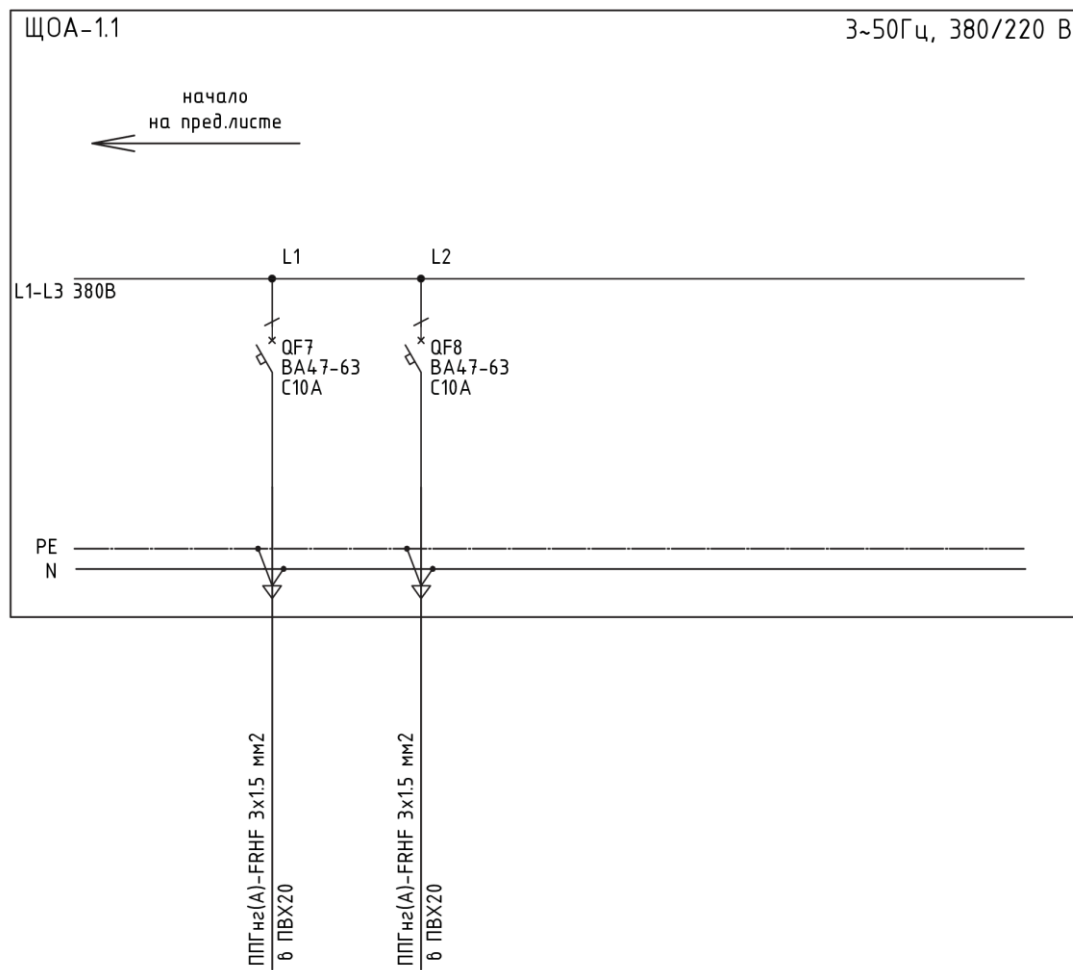


Рисунок 8 - Результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩО-2.1



*СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

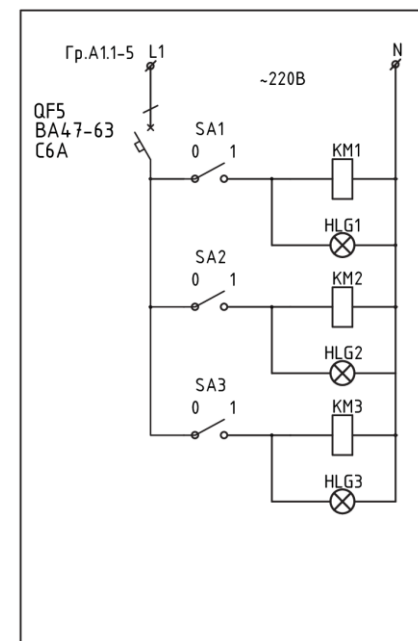


Рисунок 10 - Результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩОА-1.1 (продолжение)

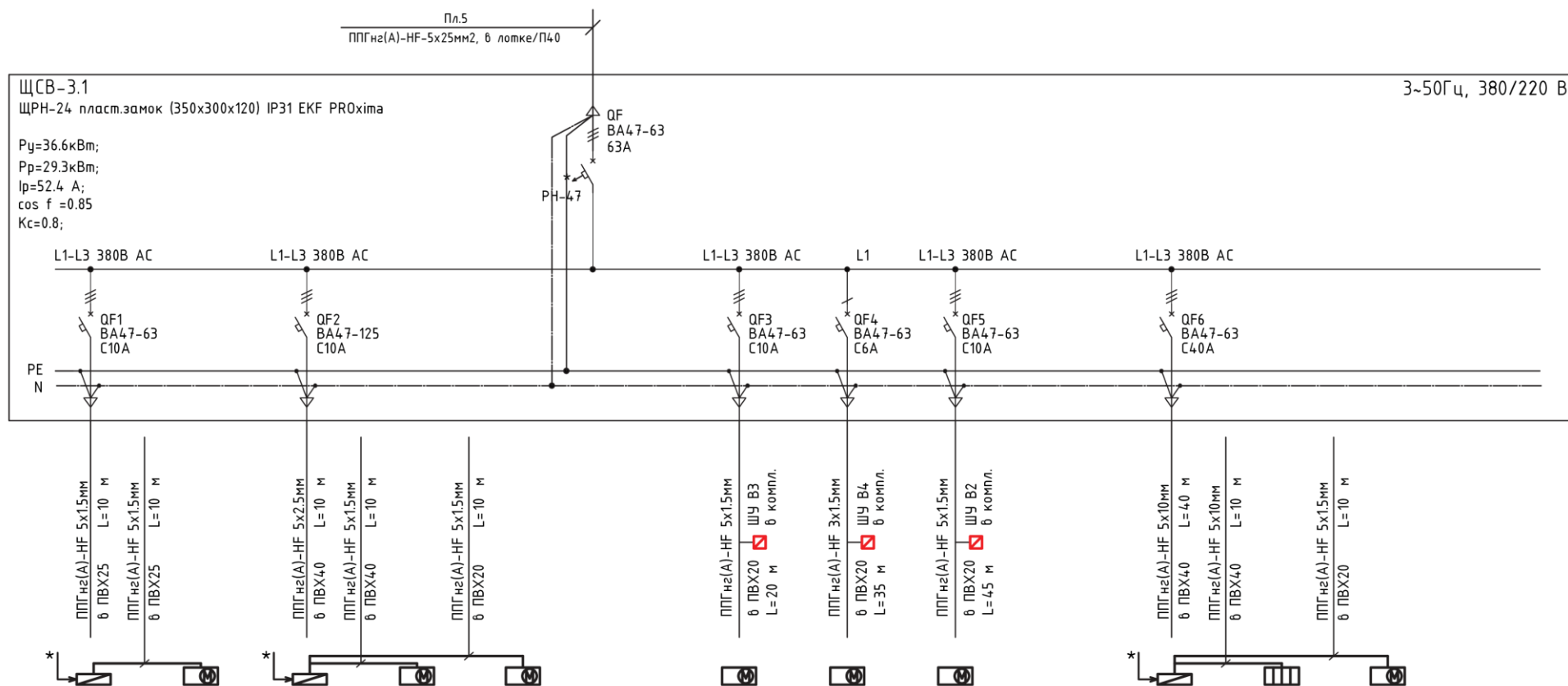


Рисунок 11 - Результаты выбора автоматических выключателей, дифавтоматов и кабелей к электроприемникам, получающим питание от ЩСВ-3.1

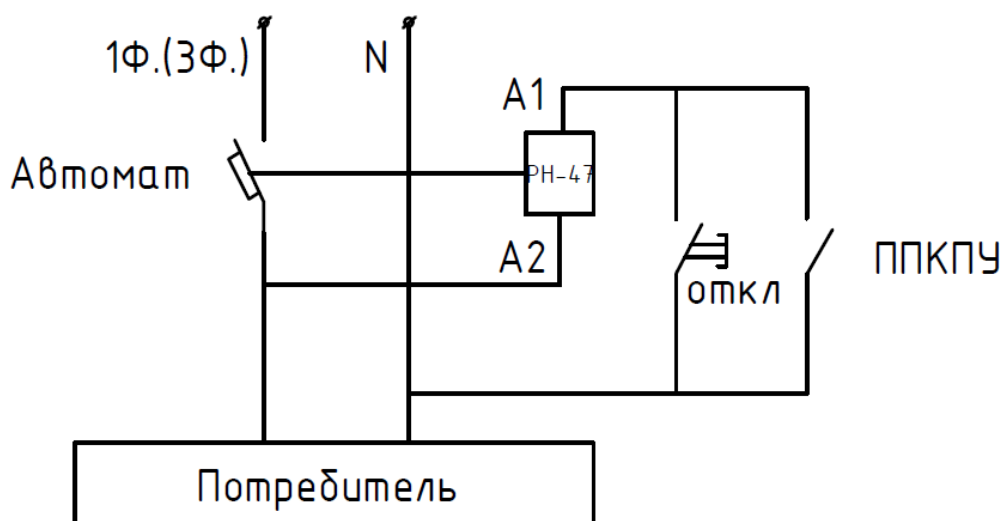


Рисунок 12 - Схема отключения вентиляции при пожаре

Мероприятия по компенсации реактивной мощности на данном объекте не требуются.

«Прочие мероприятия по релейной защите, управлению, автоматизации и диспетчеризации в данной работе не рассматривались» [19].

Для обеспечения рационального расходования электроэнергии в работе предусмотрены современные технические средства и решения [24]:

- рациональное построение электрических сетей по конфигурации, длинам линий электропередачи с учетом размещения оборудования;
- коммерческий учет электроэнергии счетчиками активной и реактивной энергии;
- трехфазный ввод, неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам не превышает 15%;
- выбор сечений кабелей, удовлетворяющих требованиям по допустимой потере напряжения;
- использование светодиодных светильников с наибольшей световой отдачей;
- соблюдение дисциплины отключения осветительных приборов;
- применение оборудования защиты от перегрузок и токов утечки;
- применение кабелей и проводов с медными жилами;

- профилактические работы должны осуществляться в часы максимума энергосистемы.

Учет электрической энергии предусмотрен на вводных панелях ВРУ, щите с АВР счетчиками трансформаторного и прямого включения типа SKAT. Внешний вид выбранного счетчика представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 - Внешний вид выбранного счетчика электрической энергии трехфазного многотарифного SKAT 315E/1-10(100) SIRP PROxima

В работе предусмотрено электроснабжение станции управления пожарными насосами (СУПН) от ЩС-ППУ панели АВР ВРУ№1 кабельной линией ППГнг(А)-FRHF-5×25мм² в земляной траншее к СУПН на запуск. Кабель прокладывается в трубе ПНД 63мм на всем протяжении трассы. При пересечении с проезжей частью дорог, кабель проложить на глубине 1 м от уровня земли.

В работе предусмотрено резервное питание (по 2-му вводу) АВР от резервного дизельного генератора ТСС АД-40С-Т400 в шумозащитном кожухе бронированным кабелем АВБбШв-5×25мм² в земляной траншее совместно с прокладкой бронированного кабеля управления КВБбШв-

7×1,5мм² для запуска ДЭС при пропадании напряжения на рабочем вводе (1 ввод) АВР. «В местах пересечения кабельных линий с инженерными сетями кабели защищаются трубами ПНД 63мм» [17]. При пересечении с проезжей частью дорог, кабели прокладываются в трубах ПНД 63мм на глубине 1 м от уровня земли.

Подключение светильников наружного освещения выполняется кабелем марки ВВГнг сечением 3×1,5мм² с присоединением защитной нулевой жилы РЕ к заземляющему болту в цоколе опоры. Подключения к магистрали освещения производится в щитках NTB в цокольной части опор освещения. Щитки NTB комплектуется предохранителями с номинальным током 6А. Принципиальная схема электрических соединений опоры с одним светильником показана на рисунке 14.

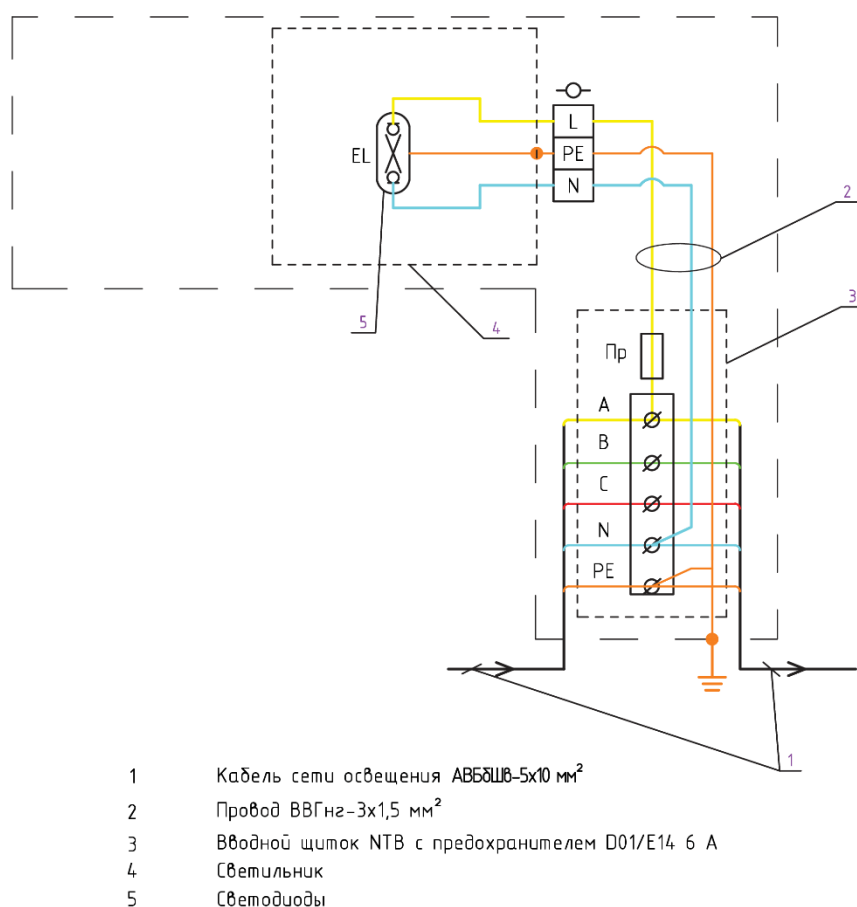


Рисунок 14 - Принципиальная схема электрических соединений опоры с одним светильником

Наружная распределительная сеть запроектирована кабелем марки АВБбШв-5×10 мм².

Расключение светильников по фазам указано на схеме подключения светильников к магистрали освещения на рисунке 15.

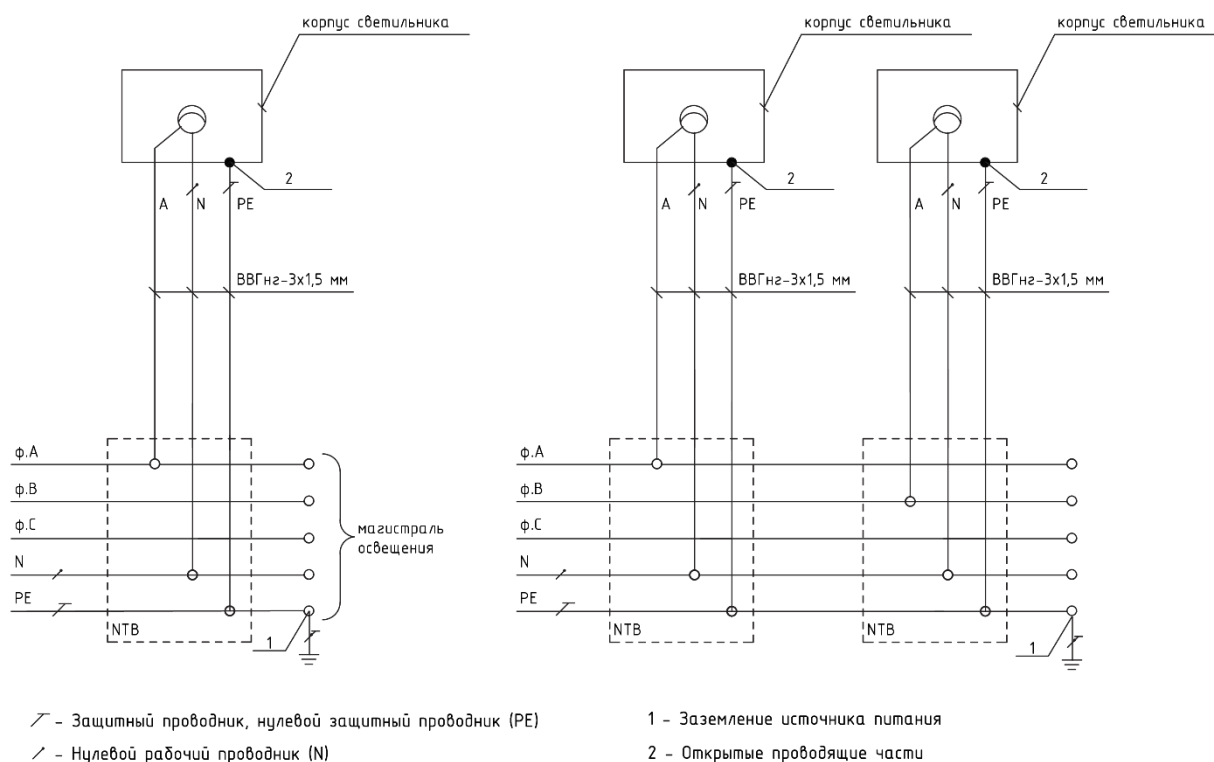


Рисунок 15 – схема подключения светильников к магистрали освещения

Прокладка кабелей выполняется в траншее, согласно типовыми решениями. «Прокладка кабеля напряжением до 35 кВ в траншеях с применением двустенных гофрированных труб «Тяжпромэлектропроект» на глубине 0,7 м от уровня планировочной отметки земли на слое песка и просеянной земли.

При пересечении с существующими и проектируемыми инженерными коммуникациями кабель защищается трубами ПНД диаметром 63. При пересечении с проезжей частью дорог, кабель необходимо проложить в трубах на глубине 1 м от уровня земли» [17].

Необходимо выполнить защиту кабеля от механических повреждений сигнальной лентой, а также для идентификации кабельной сети по всей длине траншеи.

Сигнальная лента должна укладываться в траншею над кабелем на расстоянии 250 мм от их наружного покрова. При расположении в траншее одного кабеля лента укладывается по оси кабеля, края ленты должны выступать за край кабеля не менее чем на 50 мм [1].

При применении сигнальной ленты прокладка кабелей в траншее с устройством подушки для кабелей, присыпка кабелей первым слоем земли по всей длине, должна производиться в присутствии электромонтажной организации и владельца электросетей.

При рытье траншеи под кабель вблизи существующих коммуникаций необходимо выполнить предварительную шурфовку для определения их точного расположения.

Выводы по разделу.

«Распределительные и групповые сети внутри здания выполняются кабелем марки ППГнг(А)-HF, а цепи питания электроприемников, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара - огнестойким кабелем марки ППГнг(А)-FRHF» [4].

«Сечения жил кабелей выбраны по допустимой токовой нагрузке и допустимой потере напряжения» [13].

Групповые и питающие сети защищаются автоматическими выключателями и автоматическими выключателями дифференциального тока от перегрузки, токов короткого замыкания, для защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции электроустановок, а также для предотвращения пожаров вследствие протекания токов утечки на землю и выбраны с учетом селективности и чувствительности.

В работе предусмотрено автоматическое отключение вентиляционных систем в случае пожара. В щите ЩСВ-3.1 предусмотрена установка независимого расцепителя РН-47 на вводном автомате.

4 Заземление и молниезащита здания Неверкинского библиотечно-досугового центра

В работе предусмотрена основная система уравнивания потенциалов. На вводе в здание предусмотрена система уравнивания потенциалов путем присоединения к главной планке потенциалов (Медь размером 4×40) металлических частей здания, стальных труб инженерных сетей, PEN ВРУ №1 стальной полосой 40×5 мм и соединения с внешним контуром заземления.

Схема основной системы уравнивания потенциалов представлена на рисунке 16.

В работе предусмотрен контур повторного заземления ВРУ. Контур заземления выполнен из 3-х электродов (стальной уголок 50×50×5 мм L=2,5м.), забитых в землю и соединенных между собой стальной полосой 40×5мм.

Удельное сопротивление грунта $\rho=60$ Ом/м (суглинок) по таблице 8.1 [7]. Сопротивление растеканию зарядов для одиночного уголка 50×50×5 мм длиной 2,5 м.:

$$R_b = 0,318 \cdot \rho, \quad (16)$$

$$R_b = 0,318 \cdot 60 = 19,1 \text{ Ом.}$$

Принимаем число заземлителей $n = 3$ шт. Сопротивление грунта вертикальных электродов:

$$R_{aa} = \frac{R_a}{n \cdot \eta_n}, \quad (17)$$

где $\eta_n = 0,8$ коэффициент использования вертикальных электродов, по таблице 8.6 [7].

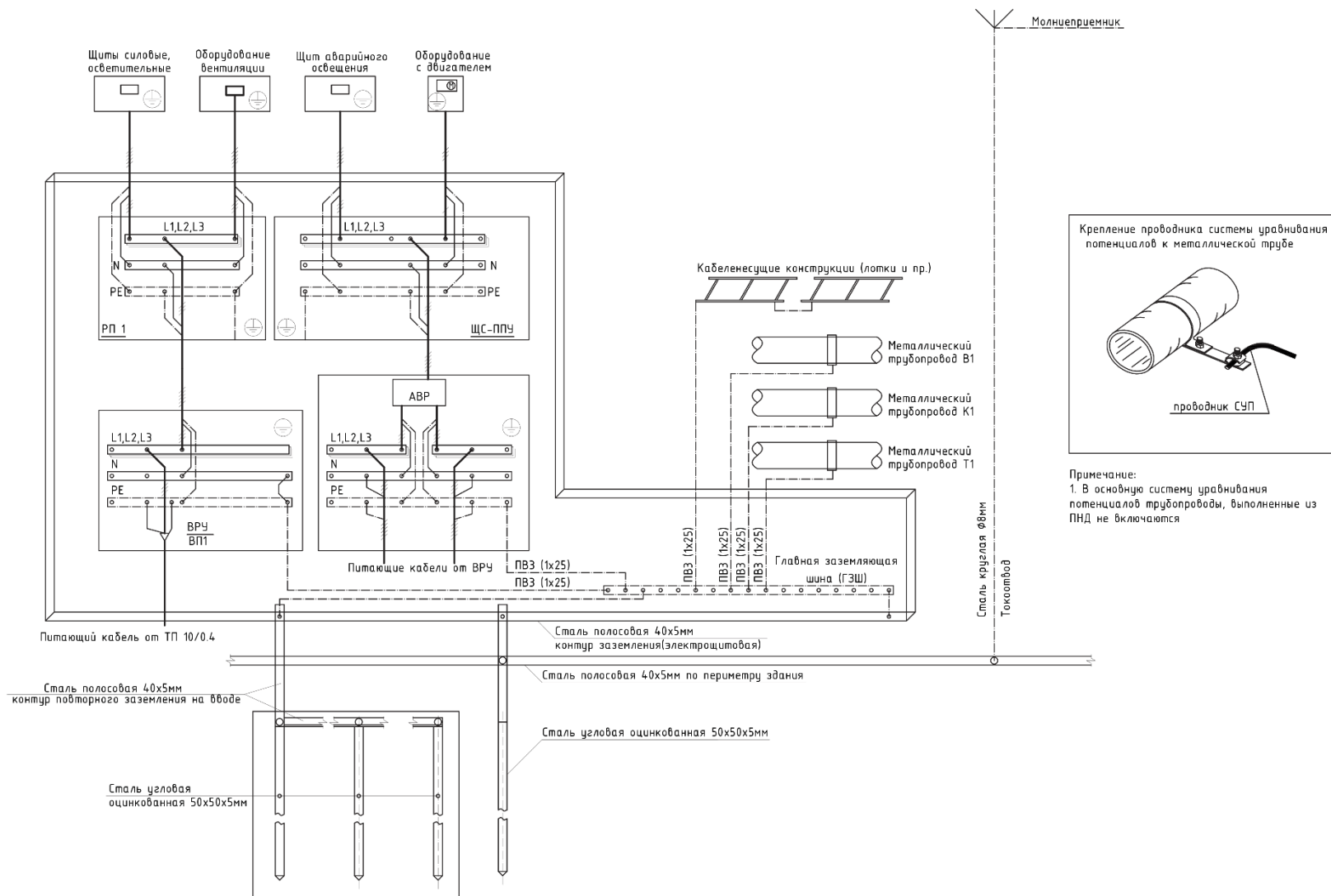


Рисунок 16 - Схема основной системы уравнивания потенциалов

$$R_{aa} = \frac{19,1}{3 \cdot 0,8} = 7,07 \text{ Ом}.$$

Сопротивление горизонтального соединения вертикальных электродов сталью полосовой 40×5 мм при глубине заложения $t = 0,8$ м, $l = 16,5$ м:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \lg \frac{2 \cdot l^2}{6 \cdot t}, \quad (18)$$

$$R_z = \frac{0,366 \cdot 60}{16,5} \lg \frac{2 \cdot 16,5^2}{6 \cdot 0,8} = 5,6 \text{ Ом}.$$

Сопротивление растеканию зарядов для полосы с учетом экранирования:

$$R_{z1} = \frac{R_z}{\eta_1}, \quad (19)$$

где η_1 - коэффициент использования горизонтальной полосы в ряду вертикальных электродов, определяется по таблице 8.8 [7];

$$R_{z1} = \frac{5,6}{0,8} = 7,02 \text{ Ом}.$$

Полное сопротивление заземления:

$$R_3 = \frac{R_z \cdot R_{z1}}{R_z + R_{z1}}, \quad (20)$$

$$R_3 = \frac{7,07 \cdot 7,07}{7,07 + 7,07} = 3,5 \text{ Ом}.$$

Конструкция выбранных заземлителей представлена на рисунке 17.

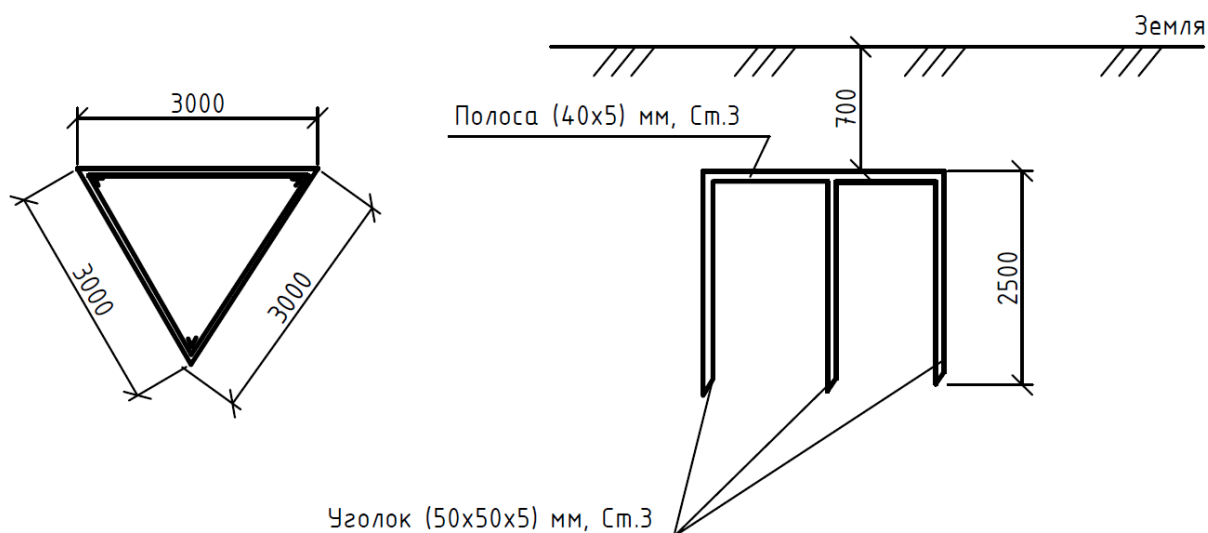


Рисунок 17 - Конструкция выбранных заземлителей

Все нетоковедущие части электрооборудования заземляются путем присоединения к защитному проводу электросети.

Электропроводка должна обеспечивать возможность легкого распознавания по всей длине проводников по цветам согласно ПУЭ гл.2.1.31.

В соответствии с РД 34.21.122-87 здание отнесено к III уровню защиты от прямого удара молнии [15].

«В качестве молниеприемника используется стальная проволока $d=8\text{ мм}$, проложенная по контуру и коньку кровли. Монтаж проволоки выполнен поверх кровли при помощи специальных держателей. Держатели устанавливаются на кровле с шагом 1 м.

Все находящиеся на кровле выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) присоединяются к стальной проволоке» [18].

Молниеприемник при помощи токоотводов (стальная проволока $d=8\text{ мм}$) соединяется с заземлителями - горизонтальной стальной полосой $40\times 5\text{ мм}$, в местах присоединения токоотводов необходимо приварить вертикальные электроды длиной 3 м. К фасаду токоотводы крепятся при помощи фасадных держателей.

Токоотводы должны быть проложены не реже, чем через 20м по периметру здания. Все соединения выполняются сваркой.

Расстояние от заземлителя до стен (фундамента) здания не менее 1 м.

Выводы по разделу.

В работе предусмотрена основная система уравнивания потенциалов.

В работе предусмотрен контур повторного заземления ВРУ. Контур заземления выполнен из 3-х электродов (стальной уголок $50 \times 50 \times 5$ мм $L=2,5$ м.), забитых в землю и соединенных между собой стальной полосой 40×5 мм. Согласно произведенных расчетов сопротивление контура не превышает 3,5 Ом.

В соответствии с РД 34.21.122-87 здание отнесено к III уровню защиты от прямого удара молнии.

В качестве молниеприемника используется стальная проволока $d=8$ мм, проложенная по контуру и коньку кровли. Монтаж проволоки выполнен поверх кровли при помощи специальных держателей.

5 Определение параметров системы искусственного освещения в здании Неверкинского библиотечно-досугового центра

В работе предусмотрены следующие виды электроосвещения: рабочее, аварийное (эвакуационное, резервное).

Рабочим освещением обеспечены помещения здания.

Аварийное освещение (эвакуационное) выполнено отдельными осветительными приборами, и служит совместно для создания общего освещения. «Светильники аварийного (эвакуационного) освещения выделяются из числа светильников рабочего освещения специальными знаками «А»» [12]. Аварийное (эвакуационное) освещение выполнено на путях эвакуации людей (в коридорах, тамбурах, вестибюле, лестничных клетках, на входных группах здания).

Резервное освещение предусмотрено в помещении электрощитовой, венткамере, в помещении узла ввода, в с/у для МГН, зрительном зале.

В помещениях электрощитовой, венткамере, узла ввода в работе предусмотрено освещение переносными светильниками на напряжение ~12В через понижающий разделительный трансформатор (ЯТП-0,25 220/42В) для обеспечения ремонтных и профилактических работ (ПУЭ, п. 6.1.17).

Аварийное освещение предусмотрено от щита ЩС-ППУ панели АВР.

Величины освещенностей рабочего и аварийного освещения в соответствии с назначением помещений принимаются по СП 52.13330.2016.

«Индекс помещения i определяется по выражению» [22]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (21)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [22].

«По справочным данным принимаются значения коэффициентов запаса и использования светового потока.

Определяется расчетное число светильников по формуле» [22]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (22)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [22].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [22]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (23)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [22].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [22]:

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (24)$$

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [22]:

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (25)$$

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [22]:

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (26)$$

Для освещения помещений здания в работе применены светодиодные светильники. Управление рабочим и аварийным освещением предусмотрено [2]:

- для зрительного зала - от входа в зрительный зал;
- для сцены, эстрады - с пульта на сцене (эстраде);
- для вестибюлей, гардеробов, буфетов, санузлов и других помещений для зрителей - централизованное управление рабочим освещением от входа в зрительный зал.

Управление резервным освещением и эвакуационным освещением предусмотрено с поста билетера.

Для резервного и аварийного освещения предусмотрены светильниками с собственными источниками питания на время работы не менее 3 часов [10].

Управление освещением входных групп автоматическое и предусмотрено от фотореле. Фотореле необходимо установить на фасаде здания и экранизировать от прямых солнечных лучей.

Управление освещением лестничных клеток автоматическое и выполнено светильниками с микроволновым датчиком движения.

Для технических помещений и помещений персонала управление освещением предусмотрено от настенных выключателей по месту.

Высота установки выключателей - 1м от уровня пола.

Наружное освещение территории объекта выполнено уличными светодиодными светильниками консольного типа «АСТЗ ДКУ63-100-001 Favorit 750», 100Вт.

Внешний вид выбранного светильника представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 - Внешний вид выбранного светильника «АСТЗ ДКУ63-100-001 Favorit 750»

Участок пешеходного пространства класса П2:

- проезды основные, тротуары – 4лк;
- стоянки автомобильные – 10лк;

Установленная мощность наружного электроосвещения – 1,3 кВт.

Для управления уличным освещением предусмотрен ящик ЯУО 9602 (ЯУО) установленный в электрощитовой и запитанный от ВРУ №1.

«Схема ЯУО 9602 работает в двух режимах с автоматическим и ручным (местным) управлением. Данные режимы выбираются при помощи переключателя SA1. В положении переключателя SA1 в автоматическом режиме, включение и отключение осветительной установки выполняется от фотодатчика или диспетчерского пульта, выбор режима работы обеспечивается переключателем SA2. Сигнальная лампа HLG «Включено», служит для световой сигнализации состояния задействованной электрической цепи. Кнопки «Пуск», «Стоп» служат для оперативного управления осветительной установкой в ручном режиме.

Перед началом работы схемы в автоматическом режиме от фотодатчика KL, (входит в комплект поставки ЯУО 9602) необходимо выполнить его подключение к клемной колодке XT1 согласно цветовой маркировке.

Настройка порога срабатывания фотореле выполняется регулятором «LUX», на основании корпуса фотореле. Для работы схемы в автоматическом режиме от диспетчерского пульта (не входит в комплект поставки ЯУО 9602), необходимо выполнить его подключение к клемной колодке ХТ2.

Подключение и настройка режимов работы ЯУО 9602 должно выполняться квалифицированным персоналом» [11].

Для освещения территории применяются фланцевые граненные опоры типа НФГ-9,0- 05-ц высотой 9м с однорожковыми кронштейнами.

Фланцевые опоры НФГ у своего основания имеют приваренный подпятник – фланец с отверстиями под крепежные болты. Опора устанавливается на предварительно вкопанную в грунт, отцентрованную и залитую бетоном закладную деталь фундамента. Крепление осуществляется за счет специальных анкерных болтов, а также гаек и шайб необходимого размера. Глубина вкапывания закладной детали фундамента, а также другие параметры фундаментов определяются исходя из надземной высоты опоры, качества грунта, ветровых нагрузок и других индивидуальных факторов, и обстоятельств.

Опоры наружного освещения должны располагаться на расстоянии не менее 0,6 м от лицевой грани бортового камня до внешней поверхности цоколя опоры.

Выводы по разделу.

«В работе предусмотрены следующие виды электроосвещения: рабочее, аварийное (эвакуационное, резервное)» [16].

Величины освещенностей рабочего и аварийного освещения в соответствии с назначением помещений приняты по СП 52.13330.2016, а затем определено необходимое количество светильников в каждом помещении. Для освещения помещений здания в работе применены светодиодные светильники. Наружное освещение территории объекта выполнено уличными светодиодными светильниками консольного типа «АСТЗ ДКУ63-100-001 Favorit 750» мощностью 100Вт каждый.

Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектировании надежной и энергоэффективной системы электроснабжения Неверкинского библиотечно-досугового центра.

По степени надежности электроснабжения Неверкинский библиотечно-досуговый центр отнесен к потребителям III категории, при этом к I категории отнесено аварийное освещение, противопожарная вентиляция, прибор ОПС, станция управления пожарными насосами.

Для приема и распределения электрической энергии предусмотрено вводно-распределительное устройство ВРУ, расположенное в помещении электрощитовой на 1м этаже. Для электроприемников, относящихся к I категории предусмотрено устройство автоматического включения резерва, питание выполнено от щита противопожарных устройств ЩС-ППУ.

В качестве силовых щитов приняты наборные модульные металлические щиты серии ЩРН, ЩРВ, ЩМП навесного и встраиваемого исполнения.

Показатели электроснабжения по результатам расчетов:

Расчетная нагрузка ВРУ:

В рабочем режиме (максимальная мощность):

$P_u=114,1$ кВт, $P_p=100,0$ кВт, $I_p=161,8$ А, $\cos\varphi=0,94$.

Для выбора защитных аппаратов и КЛ-0,4кВ в режиме «пожар»:

$P_u=101,5$ кВт, $P_p=101,5$ кВт, $I_p=167,8$ А, $\cos\varphi=0,92$.

Расчетная нагрузка АВР:

В рабочем режиме (максимальная мощность):

$P_u=2,3$ кВт, $P_p=2,3$ кВт, $I_p=3,7$ А, $\cos\varphi=0,94$.

Для выбора защитных аппаратов и КЛ-0,4кВ в режиме «пожар»:

$P_u=33,1$ кВт, $P_p=33,1$ кВт, $I_p=59,2$ А, $\cos\varphi=0,85$.

«Распределительные и групповые сети внутри здания выполняются кабелем марки ППГнг(А)-HF, а цепи питания электроприемников, которые

должны сохранять работоспособность в условиях пожара - огнестойким кабелем марки ППГнг(А)-FRHF» [4]. «Сечения жил кабелей выбраны по допустимой токовой нагрузке и допустимой потере напряжения» [13].

Групповые и питающие сети защищаются автоматическими выключателями и автоматическими выключателями дифференциального тока от перегрузки, токов короткого замыкания, для защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции электроустановок, а также для предотвращения пожаров вследствие протекания токов утечки на землю и выбраны с учетом селективности и чувствительности.

В работе предусмотрено автоматическое отключение вентиляционных систем в случае пожара. В щите ЩСВ-3.1 предусмотрена установка независимого расцепителя РН-47 на вводном автомате.

В работе предусмотрена основная система уравнивания потенциалов. В работе предусмотрен контур повторного заземления ВРУ. Контур заземления выполнен из 3-х электродов (стальной уголок $50 \times 50 \times 5$ мм $L=2,5$ м.), забитых в землю и соединенных между собой стальной полосой 40×5 мм. Согласно произведенных расчетов сопротивление контура не превышает 3,5 Ом.

В соответствии с РД 34.21.122-87 здание отнесено к III уровню защиты от прямого удара молнии. В качестве молниеприемника используется стальная проволока $d=8$ мм, проложенная по контуру и коньку кровли. Монтаж проволоки выполнен поверх кровли при помощи специальных держателей.

«В работе предусмотрены следующие виды электроосвещения: рабочее, аварийное (эвакуационное, резервное)» [16].

Величины освещенностей рабочего и аварийного освещения в соответствии с назначением помещений приняты по СП 52.13330.2016, а затем определено необходимое количество светильников в каждом помещении. Для освещения помещений здания в работе применены светодиодные светильники. Наружное освещение территории объекта выполнено уличными светодиодными светильниками консольного типа «АСТЗ ДКУ63-100-001 Favorit 750» мощностью 100Вт каждый.

Список используемой литературы

1. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136061> (дата обращения 14.08.2024).
2. ГОСТ 27900-88 (МЭК 598-2-22). Светильники для аварийного освещения. Технические требования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200013534> (дата обращения 23.08.2024).
3. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 07.07.2024).
4. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 26.07.2024).
5. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 15.08.2024).
6. ГОСТ Р 50571.1-2009 (МЭК 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200073895> (дата обращения 04.10.2024).
7. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 24.07.2024).
8. ГОСТ Р 50571.5.56-2013/МЭК 60364-5-56:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-56. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы

обеспечения безопасности [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105243> (дата обращения 15.07.2024).

9. ГОСТ Р 53316-2021 Электропроводки. Сохранение работоспособности в условиях стандартного температурного режима пожара. Методы испытаний [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180917> (дата обращения 15.08.2024).

10. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 26.07.2024).

11. ГОСТ Р МЭК 60598-1-99 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009085> (дата обращения 23.07.2024).

12. ГОСТ Р МЭК 60598-2-22-99. Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026865> (дата обращения 16.07.2024).

13. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 416 с.

14. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 19.08.2024).

15. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 16.07.2024).

16. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/901859404> (дата обращения 14.08.2024).

17. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.

18. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения 26.07.2024).

19. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 24.08.2024).

20. СП 6.13130.2021 Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 14.07.2024).

21. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: docs.cntd.ru/document/1200084087 (дата обращения 28.07.2024).

22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 07.08.2024).

23. СП 256.1325800.2016. Свод правил. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения 26.07.2024).

24. Федеральный закон от 23 ноября 2009г. № 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 13.08.2024).