

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 Электроснабжение спортивно-досугового центра

Обучающийся

Ю.Д. Сотников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., В.И. Платов

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

Тольятти 2023

Аннотация

В бакалаврской работе решены вопросы электроснабжения спортивно-досугового центра.

Выбрана схема электроснабжения, по которой центр получает питание от новой одно трансформаторной подстанции. При этом потребители относящиеся к первой категории снабжаются аккумуляторными источниками бесперебойного питания.

В работе был произведён расчёт нагрузок для летнего и зимнего режимов эксплуатации. Произведен выбор автоматических выключателей для защиты от токов короткого замыкания. Сечение питающих и распределительных кабелей и проводов выбраны по номинальному току нагрузки, проверены по потере напряжения и срабатыванию защитного аппарата при однофазном коротком замыкании.

Определены мероприятия, направленные на экономию электрической энергии.

Определены параметры молниезащиты здания и произведен расчет сопротивления системы искусственного заземления.

Выбраны проводники как для силовых сетей, так и для сетей освещения и сети аварийного освещения. Для освещения помещений выбраны светодиодные светильники. Выполнен расчет их необходимого количества для каждого из помещений и уровня полученной освещённости.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки в 46 страниц и графической части, состоящей из 6 листов А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Выбор схемы электроснабжения спортивно-досугового центра	8
2 Расчет нагрузок по спортивно-досуговому центру	9
3 Обеспечение электроприемников электрической энергией в соответствии с требованиями к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии. 15	
4 Мероприятия по экономии и учету электрической энергии	26
5 Выбор параметров системы заземления (зануления) и молниезащиты	27
6 Выбор типа, класса проводников и осветительной арматуры	35
7 Расчет количества светильников в системах рабочего и аварийного освещения.....	39
Заключение	42
Список используемой литературы	44

Введение

Строительство спортивно-досугового центра будет производиться в деревне Суоранда.

На рисунке 1 показано примерное место расположения будущего здания спортивно-досугового центра.

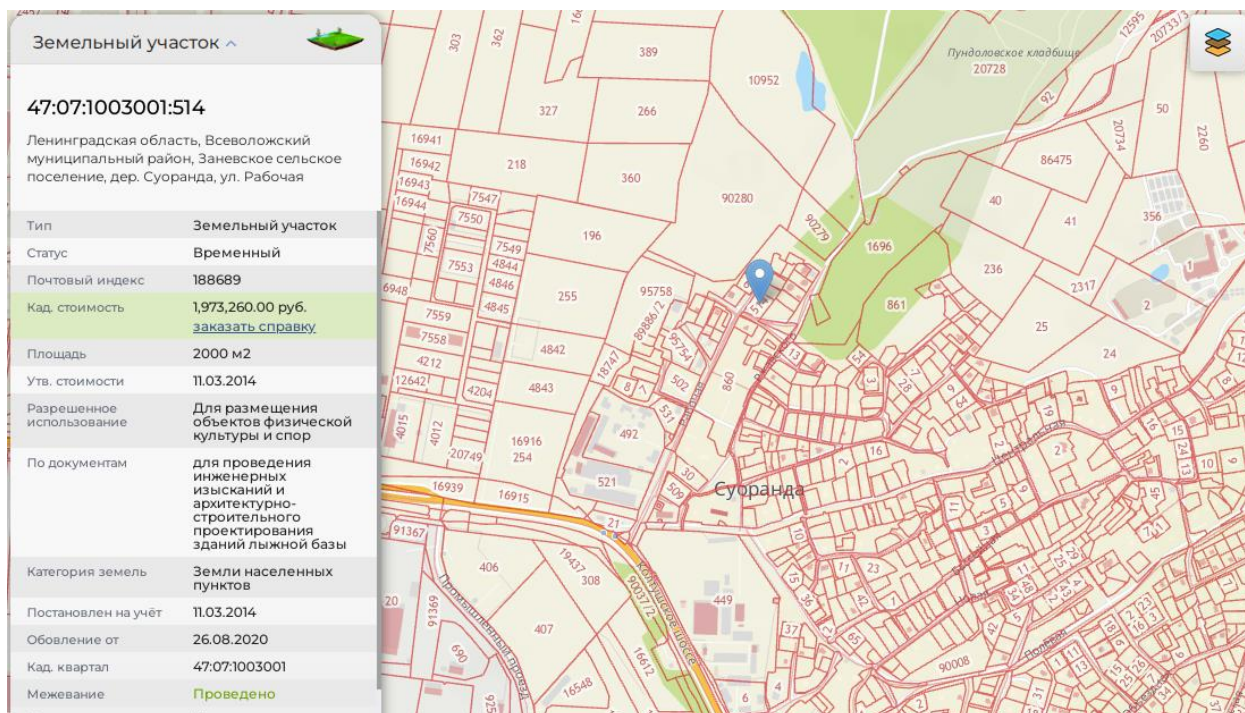


Рисунок 1 - Примерное место расположения будущего здания спортивно-досугового центра

Строительство осуществляется в рамках муниципальной программы «Развитие культуры на территории муниципального образования «Заневское городское поселение» Всеволожского муниципального района Ленинградской области» на 2020-2025 годы», цели и задачи которой определяют функциональное назначение проектируемого объекта для конкретного населенного пункта д. Суоранда:

- обеспечение активного участия населения в сохранении и укреплении культурного наследия;

- организация и проведение мероприятий, способствующих всестороннему развитию детей, в том числе находящихся в трудной жизненной ситуации;
- осуществление поддержки юных талантов;
- развитие системы обеспечения качества дополнительных образовательных услуг в сфере культуры;
- создание благоприятных условий для свободы творчества и развития культурно-информационного пространства на территории муниципального образования;
- развитие сферы этноконфессионального и межэтнического взаимодействия;
- проведение воспитательной работы среди молодежи, направленной на устранение причин и условий, способствующих совершению поведения и действий экстремистского характера;
- духовное развитие и патриотическое воспитание подрастающего поколения в целях формирования зрелого гражданского общества.

Исходя из функционального назначения, на базе проектируемого спортивно-досугового центра возможно оказание населению д. Соуранда целого ряда услуг, таких как:

- организация деятельности кружков, творческих коллективов, студий любительского художественного творчества;
- организация работы любительских объединений, групп, клубов по интересам;
- услуги по организации и проведению различных культурно-досуговых мероприятий;
- услуги по организации и проведению информационно-просветительских мероприятий;
- библиотечные услуги;
- услуги по художественному оформлению культурно-досуговых

мероприятий;

- организация работы спортивных и физкультурно-оздоровительных кружков и секций и др.

В целях реализации комплекса перечисленных услуг в бакалаврской работе предусмотрен необходимый набор помещений и оборудования, который приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Необходимый набор помещений и оборудования для реализации комплекса услуг населению

Экспликация помещений		
№ помещений	Наименование	Площадь, м ²
01	Малый зал	17,5
02	Библиотека	9,3
03	Охрана	4,0
05	Гардероб	4,0
06	Холл	32,4
07	Кабинет	7,1
08	Тамбур	3,7
09	С/У для МГН	4,0
10	С/У	1,5
11	С/У	1,5
12	Теплоузел	3,6
13	Электрощитовая	4,1
14	Большой зал	76,7
15	Раздевалка	15,0

Участок расположен в окружении, преимущественно, малоэтажной индивидуальной жилой застройки.

Спортивно-досуговый центр запроектирован как отдельно стоящее одноэтажное здание с размерами 16×18,05 м (в осях). Общая высота здания (по коньку) – 6,58 м.

Штатное расписание предполагает следующую численность работников и их профессионально-квалификационный состав:

- Заведующий – 1 чел.;
- Педагог – 1 чел.;
- Библиотекарь – 1 чел.;

- Технический работник – 2 чел.;
- Сотрудник охраны – 1 чел.

Режим работы - односменный, продолжительность смены – 8 часов. Количество дней работы в неделю – 7 дней.

Количество посадочных мест в Большом зале – 36.

Одновременное пребывание в здании спортивно-досугового центра – 49 чел.

Цель бакалаврской работы заключается в проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения спортивно-досугового центра, отвечающей современным нормативным требованиям.

В задачи работы входит расчет электрических нагрузок, выбор проводников, коммутационно-защитных аппаратов, расчет освещенности внутренних помещений и решение вопросов организации системы заземления и молниезащиты.

1 Выбор схемы электроснабжения спортивно-досугового центра

Вводно-распределительное устройство (ВРУ) объекта, подключается одним кабельным вводом к новой ТП-10/0,4кВ, данное решение соответствует третьей категории надежности электроснабжения. Резервное питание устройств охранной и пожарной сигнализации, аварийного освещения предусмотрено от автономных аккумуляторных источников (ИБП).

Электроснабжение объекта осуществляется кабельным вводом, выполняемым кабелем марки АПвБбШп 4×25 и прокладываемым от новой ТП-10/0,4 до проектируемого вводного распределительного устройства (ВРУ) в земле и далее в ПНД трубе через фундамент здания [1].

Коммерческий учёт электроэнергии осуществляется трехфазным счетчиком электроэнергии, устанавливаемым в точке подключения.

От вводного распределительного устройства прокладываются кабельные линии 0,4 кВ до распределительных щитов и остальных шкафов управления электроприемниками.

Прокладка магистральных распределительных сетей, а также групповых сетей освещения и силового электрооборудования выполняется в ПВХ трубах, которые прокладываются как за подвесными потолками, так и скрыто с зашивкой гипсокартоном, в зависимости от условий прокладки и типа помещений. Вся проводка выполняется сменяемой [3].

В технических помещениях проводка выполняется в металлическом лотке.

Выводы по разделу. Питание спортивно-досугового центра осуществляется от новой однострансформаторной ТП-10/0,4кВ по третьей категории и надежности электроснабжения. Питание потребителей первой категории (сигнализация, аварийное освещение) осуществляется от аккумуляторных источников бесперебойного питания. Кабельный ввод выполнен кабелем АПвБбШп 4×25. Прокладка распределительных сетей осуществляется в ПВХ трубах за подвесным потолком.

2 Расчет нагрузок по спортивно-досуговому центру

Величина расчетной максимальной нагрузки – 62,4 кВт, в том числе силовое электрооборудование – 60,7 кВт, электроосвещение – 1,84 кВт.

Основными потребителями электроэнергии являются: оборудование теплового узла, вентиляционное оборудование, кондиционирование, розеточная сеть общего назначения, рабочее освещение, аварийное освещение, обогрев водостоков [2].

Расчет электрических нагрузок выполнен по удельным показателям и расчетным коэффициентам, приведенным в СП 256.1325800.2016.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [1]:

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

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» [4].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [1]:

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

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [1].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [1]:

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [5].

«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» [4]:

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

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» [4].

Результаты расчетов мощности по спортивно-досуговому центру для летнего режима работы приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты расчетов мощности по спортивно-досуговому центру для летнего режима

Наименование электроприемников	Установленная мощность, Руст., кВт	Коэффициент спроса Kс	Коэффициент мощности cosφ	Коэффициент реактивной мощности tgφ	Расчетная активная мощность, Pрасч, кВт	Расчетная реактивная мощность, Qрасч, кВар	Расчетная полная мощность, Sp, кВА	Расчетный ток, А
Рабочее освещение 1Р	0,60	0,9	0,95	0,33	0,54	0,18	0,57	0,86
Рабочее освещение 2Р	0,25	0,9	0,95	0,33	0,23	0,07	0,24	0,36
Рабочее освещение 3Р	0,51	1,0	0,95	0,33	0,51	0,17	0,54	0,82
Рабочее освещение 4Р	0,51	1,0	0,95	0,33	0,51	0,17	0,54	0,82
Рабочее освещение 5Р	0,10	0,5	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
Итого освещение:	1,97	0,9	0,95	0,33	1,84	0,60	1,93	2,94
Розетки р.1.1	0,50	0,9	0,92	0,43	0,45	0,19	0,49	0,74
Розетки р.1.2	0,50	0,9	0,92	0,43	0,45	0,19	0,49	0,74
Розетки р.1.3 (уборочный инвент.)	2,00	0,0	0,92	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Розетки р.1.4 (уборочный инвент.)	2,00	0,0	0,92	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Розетки р.1.5	0,50	0,9	0,92	0,43	0,45	0,19	0,49	0,74
Итого розеточная сеть:	5,50	0,2	0,92	0,43	1,35	0,58	1,47	2,23
Вентсистема ПВ1	2,20	0,8	0,90	0,48	1,65	0,80	1,83	2,79
Подогрев ПВ1	17,00	0,0	0,98	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Вентсистема В2	0,07	0,8	0,90	0,48	0,06	0,03	0,06	0,10
Кондиционер К1	1,71	0,8	0,90	0,48	1,37	0,66	1,52	2,31
Кондиционер К2	3,37	0,8	0,90	0,48	2,70	1,31	3,00	4,56
Тепловая завеса	9,22	0,0	0,98	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Обогрев кровли ЩОК	5,20	0,0	0,98	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Котел отопительный ЭВАН	15,00	0,2	0,98	0,20	3,00	0,61	3,06	4,66
Автоматика ЩУ ТМ	0,50	1,0	0,95	0,33	0,50	0,16	0,53	0,80
Дренажный насос	0,50	0,0	0,92	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Бойлер ГВС	3,00	0,6	0,98	0,20	1,80	0,37	1,84	2,79
Конвектор в щитовой	0,50	0,0	0,98	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Шкаф телекоммуникационный ТШ1	1,00	1,0	0,94	0,36	1,00	0,36	1,06	1,62

Продолжение таблицы 2

Наименование электроприемников	Установленная мощность, Руст, кВт	Коэффициент спроса Кс	Коэффициент мощности cosφ	Коэффициент реактивной мощности tgφ	Расчетная активная мощность, Pрасч, кВт	Расчетная реактивная мощность, Qрасч, кВар	Расчетная полная мощность, Sp, кВА	Расчетный ток, А
Освещение сцены	3,00	0,6	0,95	0,33	1,80	0,59	1,89	2,88
Привод занавеса	0,50	0,2	0,90	0,48	0,10	0,05	0,11	0,17
Розетки р1	0,50	0,5	0,92	0,43	0,25	0,11	0,27	0,41
Розетки р2	1,50	0,5	0,92	0,43	0,75	0,32	0,82	1,24
Розетки р3	2,50	0,2	0,92	0,43	0,50	0,21	0,54	0,83
Розетки р4	3,50	0,2	0,92	0,43	0,70	0,30	0,76	1,16
Итого по оборудованию сцены:	11,50	0,4	0,93	0,38	4,10	1,58	4,39	6,68
Итого по 3й категории:	78,24	0,2	0,94	0,36	19,36	7,05	20,60	31,34
ППУ:	-	-	-	-	-	-	-	-
Аварийное освещение 1А	0,16	1,0	0,95	0,33	0,16	0,05	0,17	0,26
Аварийное освещение 2А	0,07	1,0	0,95	0,33	0,07	0,02	0,07	0,11
Аварийное освещение 3А	0,05	1,0	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
Неотключаемая линия	0,05	1,0	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
ИБП АПС (UG01)	0,05	1,0	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
Итого ППУ	0,38	1,0	0,95	0,33	0,38	0,12	0,40	0,61
Вспомогательное здание (резерв)	20,00	0,8	0,94	0,36	15,00	5,44	15,96	24,27
Итого по объекту (ВРУ):	98,62	0,35	0,94	0,36	34,74	12,62	36,96	56,22

Результаты расчетов мощности по спортивно-досуговому центру для зимнего режима работы приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты расчетов мощности по спортивно-досуговому центру для зимнего режима

Наименование электроприемников	Установленная мощность, Руст., кВт	Коэффициент спроса Кс	Коэффициент мощности cosφ	Коэффициент реактивной мощности tgφ	Расчетная активная мощность, Pрасч, кВт	Расчетная реактивная мощность, Qрасч, кВар	Расчетная полная мощность, Sp, кВА	Расчетный ток, А
Рабочее освещение 1Р	0,60	0,9	0,95	0,33	0,54	0,18	0,57	0,86
Рабочее освещение 2Р	0,25	0,9	0,95	0,33	0,23	0,07	0,24	0,36
Рабочее освещение 3Р	0,51	1,0	0,95	0,33	0,51	0,17	0,54	0,82
Рабочее освещение 4Р	0,51	1,0	0,95	0,33	0,51	0,17	0,54	0,82
Рабочее освещение 5Р	0,10	0,5	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
Итого освещение:	1,97	0,9	0,95	0,33	1,84	0,60	1,93	2,94
Розетки р.1.1	0,50	0,9	0,92	0,43	0,45	0,19	0,49	0,74
Розетки р.1.2	0,50	0,9	0,92	0,43	0,45	0,19	0,49	0,74
Розетки р.1.3 (уборочный инвент.)	2,00	0,0	0,92	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Розетки р.1.4 (уборочный инвент.)	2,00	0,0	0,92	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Розетки р.1.5	0,50	0,9	0,92	0,43	0,45	0,19	0,49	0,74
Итого розеточная сеть:	5,50	0,2	0,92	0,43	1,35	0,58	1,47	2,23
Вентсистема ПВ1	2,20	0,8	0,90	0,48	1,65	0,80	1,83	2,79
Подогрев ПВ1	17,00	0,7	0,98	0,20	12,24	2,49	12,49	19,00
Вентсистема В2	0,07	0,8	0,90	0,48	0,06	0,03	0,06	0,10
Кондиционер К1	2,20	0,0	0,90	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
Кондиционер К2	3,70	0,0	0,90	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
Тепловая завеса	9,22	0,8	0,98	0,20	7,38	1,50	7,53	11,45
Обогрев кровли ЩОК	5,20	0,8	0,98	0,20	3,95	0,80	4,03	6,13
Котел отопительный ЭВАН	15,00	0,7	0,98	0,20	10,79	2,19	11,01	16,74
Автоматика ЩУ ТМ	0,50	1,0	0,95	0,33	0,50	0,16	0,53	0,80
Дренажный насос	0,50	0,0	0,92	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Бойлер ГВС	3,00	0,6	0,98	0,20	1,80	0,37	1,84	2,79
Конвектор в щитовой	0,50	0,8	0,98	0,20	0,40	0,08	0,41	0,62
Шкаф телекоммуникационный ТШ1	1,00	1,0	0,94	0,36	1,00	0,36	1,06	1,62

Продолжение таблицы 3

Наименование электроприемников	Установленная мощность, Руст., кВт	Коэффициент спроса Кс	Коэффициент мощности cosφ	Коэффициент реактивной мощности tgφ	Расчетная активная мощность, Pрасч, кВт	Расчетная реактивная мощность, Qрасч, кВар	Расчетная полная мощность, Sp, кВА	Расчетный ток, А
Освещение сцены	3,00	0,6	0,95	0,33	1,80	0,59	1,89	2,88
Привод занавеса	0,50	0,2	0,90	0,48	0,10	0,05	0,11	0,17
Розетки р1	0,50	0,5	0,92	0,43	0,25	0,11	0,27	0,41
Розетки р2	1,50	0,5	0,92	0,43	0,75	0,32	0,82	1,24
Розетки р3	2,50	0,2	0,92	0,43	0,50	0,21	0,54	0,83
Розетки р4	3,50	0,2	0,92	0,43	0,70	0,30	0,76	1,16
Итого по оборудованию сцены:	11,50	0,4	0,93	0,38	4,10	1,58	4,39	6,68
Итого по 3й категории:	79,06	0,6	0,97	0,25	47,05	11,53	48,44	73,68
ППУ:	-	-	-	-	-	-	-	-
Аварийное освещение 1А	0,16	1,0	0,95	0,33	0,16	0,05	0,17	0,26
Аварийное освещение 2А	0,07	1,0	0,95	0,33	0,07	0,02	0,07	0,11
Аварийное освещение 3А	0,05	1,0	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
Неотключаемая линия	0,05	1,0	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
ИБП АПС (UG01)	0,05	1,0	0,95	0,33	0,05	0,02	0,05	0,08
Итого ППУ	0,38	1,0	0,95	0,33	0,38	0,12	0,40	0,61
Вспомогательное здание (резерв)	20,00	0,8	0,94	0,36	15,00	5,44	15,96	24,27
Итого по объекту (ВРУ):	99,44	0,63	0,96	0,27	62,43	17,10	64,73	98,46

Выводы по разделу 2.

По методике, изложенной в СП 256.1325800.2016 произведено определение расчетных нагрузок для спортивно-досугового центра в летнем и зимнем режимах работы. Величина расчетной максимальной нагрузки составила 62,4 кВт, в том числе для силового электрооборудования – 60,7 кВт, электроосвещения – 1,84 кВт.

3 Обеспечение электроприемников электрической энергией в соответствии с требованиями к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии

Электроприемниками первой категории надежности электроснабжения являются: система пожарной сигнализации, охранной сигнализации, связи, оповещения при пожаре, аварийное электроосвещение. Электроприемники первой категории надежности электроснабжения не допускают перерыва электроснабжения на время большее, чем время автоматического восстановления питания. Они запитываются через индивидуальные блоки источников бесперебойного питания соответствующей мощности для каждого потребителя. Для аварийного и эвакуационного освещения помещений применены светильники со встроенными аккумуляторными батареями, рассчитанными на нормируемое время работы, и включенными в сеть аварийного освещения [6].

Электроприемниками третьей категории надежности являются: оборудование теплоузла, системы рабочего электроосвещения, вентиляционное оборудование, кондиционирование, розеточная сеть общего назначения.

Для надежности электроснабжения электроприемников и обеспечения качества электроэнергии в работе предусмотрены следующие мероприятия:

- сечение питающих и распределительных кабелей и проводов выбраны по номинальному току нагрузки, проверены по потере напряжения и срабатыванию защитного аппарата при однофазном коротком замыкании.
- выбор аппаратов защиты исходя из установленной мощности, режимов работы электроприемников, а также проверка на термическую стойкость проводника к воздействию токов КЗ (п.1.3.2. ПУЭ 7-е изд.) Аппараты защиты выбраны с соблюдением нормативного времени отключения (п.1.7.78, 1.7.79 ПУЭ 7-изд.).

Электроснабжение должно удовлетворять требованиям ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Компенсация реактивной мощности не предусматривается.

В работе предусматривается автоматическое (по сигналу от станции пожарной сигнализации) отключение систем вентиляции воздуха и кондиционирования при обнаружении пожара, для чего в распределительном щите, от которого запитаны системы вентиляции и кондиционирования, предусматривается установка независимого расцепителя [7].

Защита от токов короткого замыкания и сверхтоков предусматривается с помощью автоматических выключателей с тепловыми и электромагнитными расцепителями в распределительных и групповых сетях 0,4 кВ.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

– по номинальному напряжению» [4]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (5)$$

– «по номинальному току» [4]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (6)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [4]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)},, \quad (7)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [4].

«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 обратной зависимой от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки, свойственных нормальной эксплуатации [8].

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [4]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (8)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

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

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [4].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [4]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (9)$$

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [4].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [4]

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (10)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [4].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [4]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон},, \quad (11)$$

$$I_2 \leq 1,45I_{дон},, \quad (12)$$

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

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимы ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [4].

«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 соответствии с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [4].

Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле:

$$I_{дд} = I_{ном.дд} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (13)$$

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.

Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле:

$$U = I_{расч} \cdot L \cdot R_{уд} / S, \quad (14)$$

где $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм².

Результаты выбора АВ и кабелей для ВРУ и отходящих от него линий представлены на рисунках 2 и 3.

На рисунке 4 приведены результаты выбора АВ и кабелей для ЩРСц.

На рисунке 5 приведены результаты выбора АВ и кабелей для ППУ.

На рисунке 6 приведены результаты выбора АВ и кабелей для ЩОК.

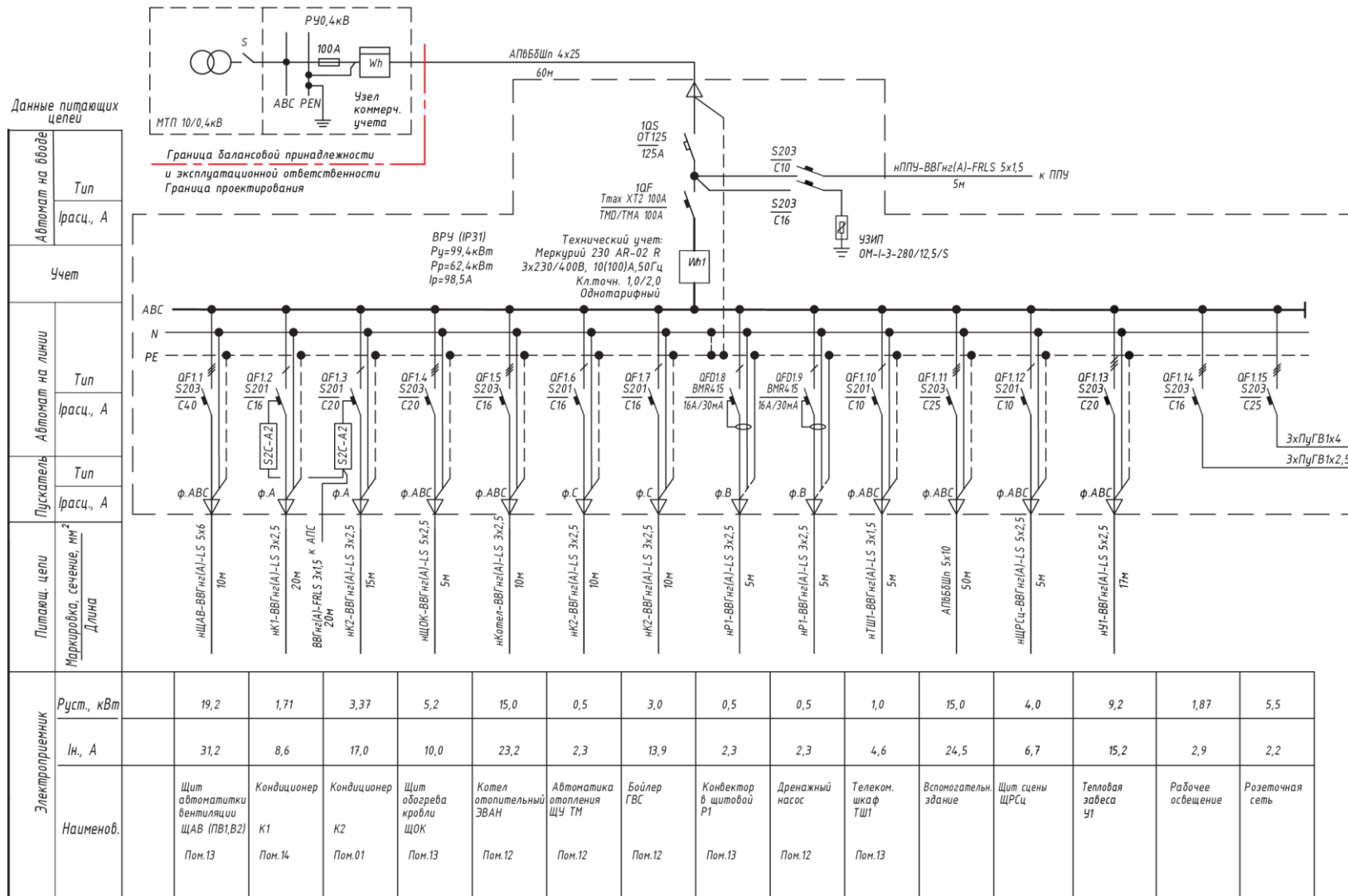


Рисунок 2 - Принципиальная схема ВРУ здания

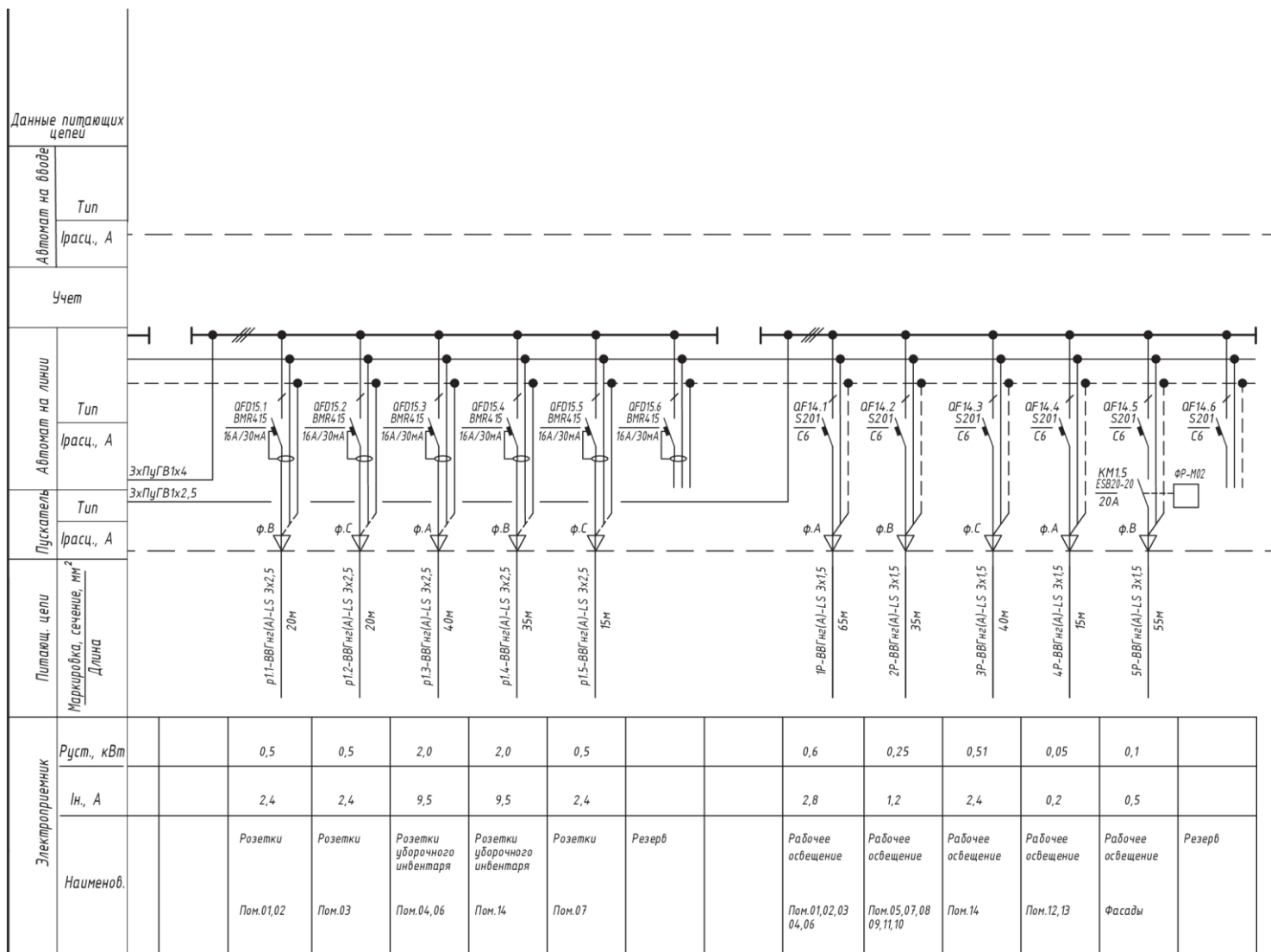


Рисунок 3 - Принципиальная схема ВРУ здания (продолжение)

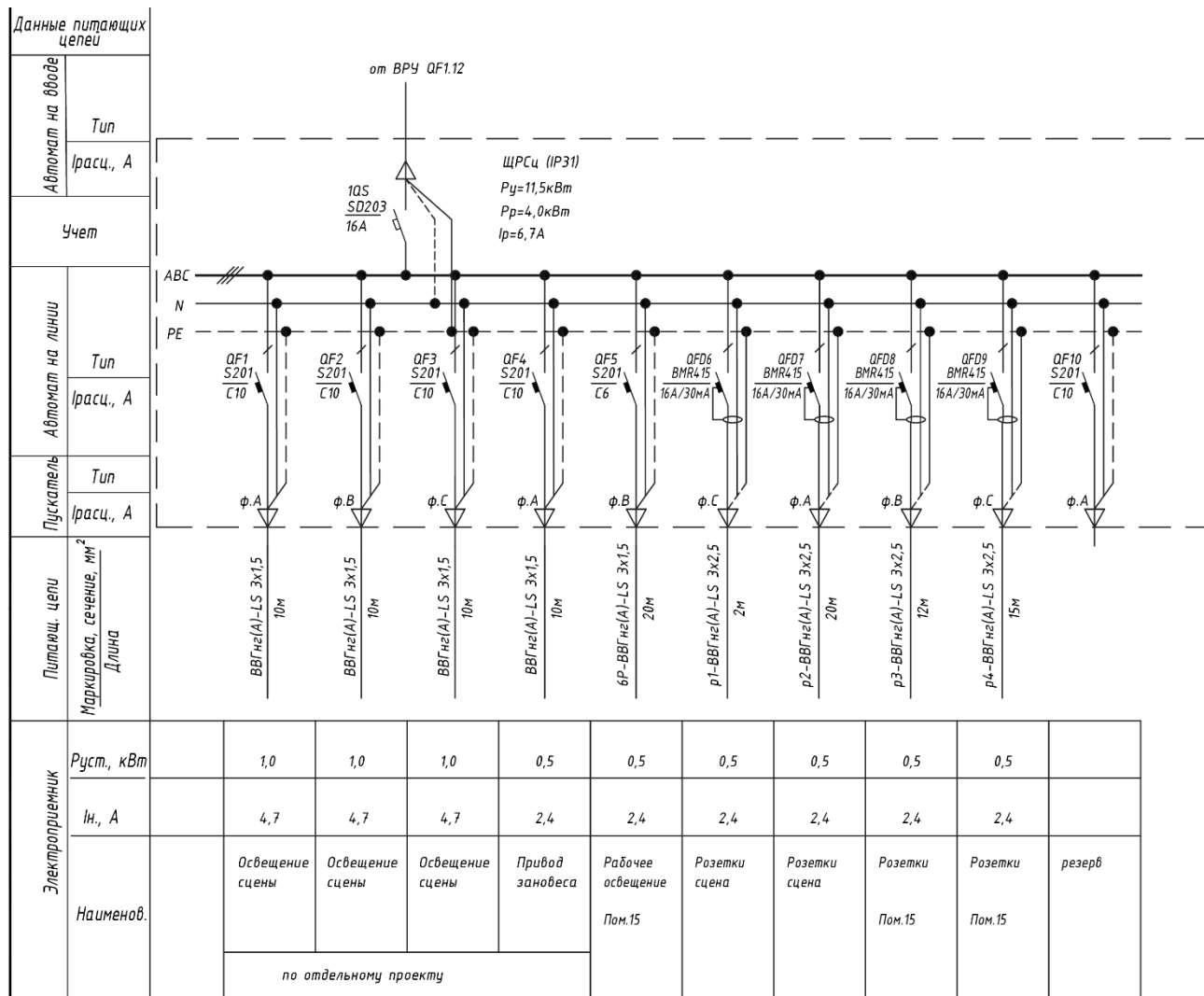


Рисунок 4 - Принципиальная схема ЩРSc

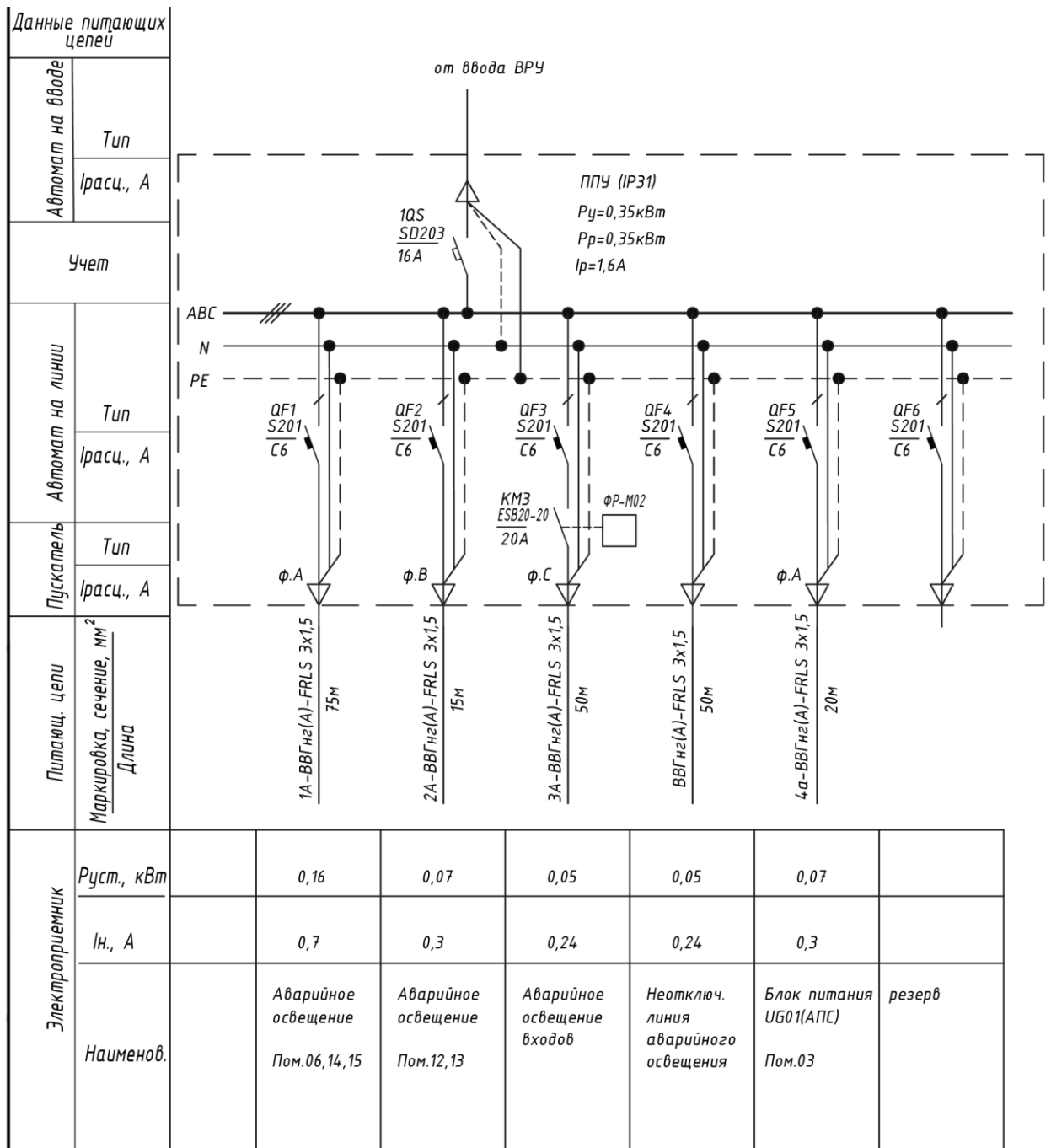


Рисунок 5 - Принципиальная схема ППУ

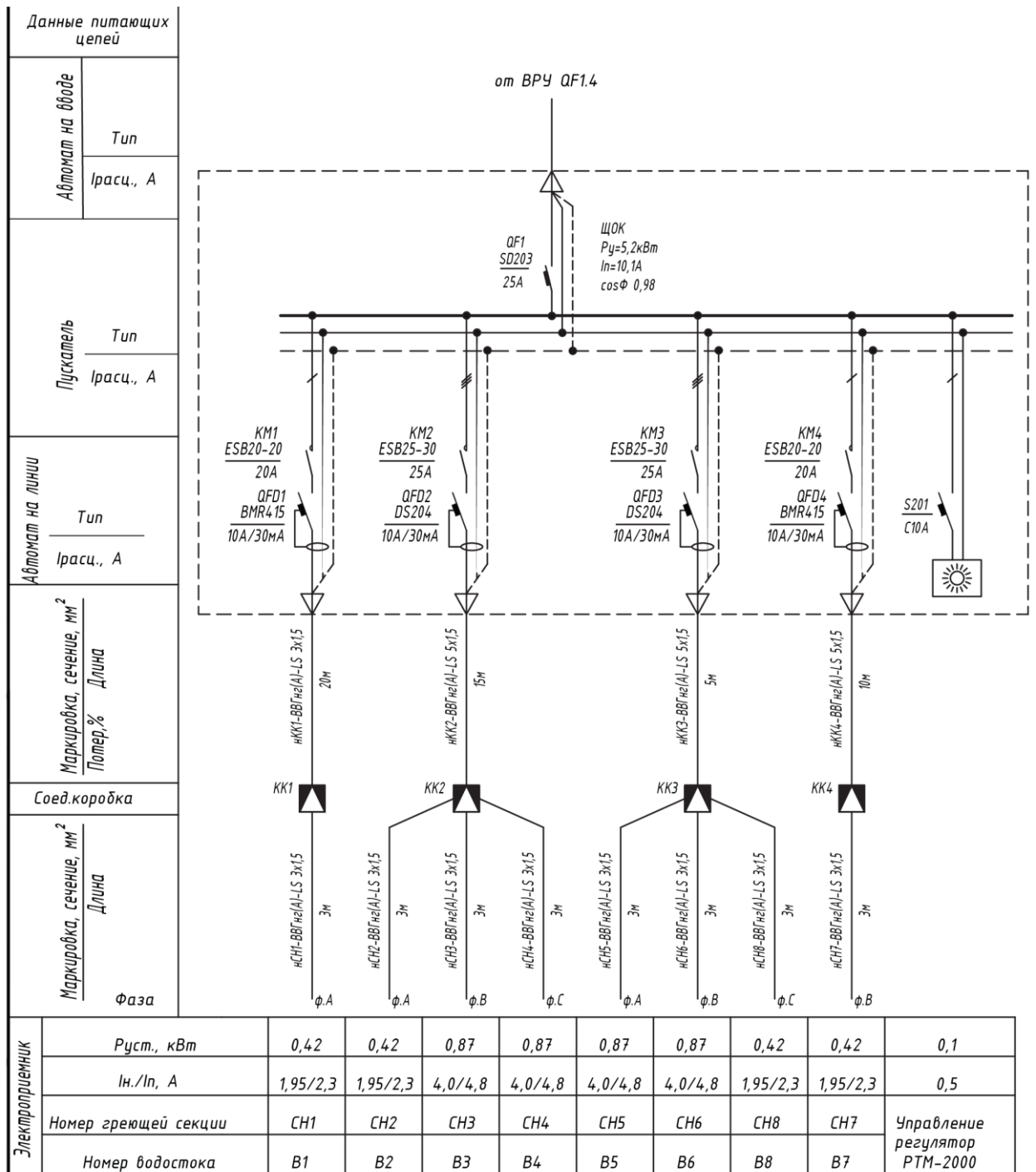


Рисунок 6 - Принципиальная схема ЩОК

Выводы по разделу 3.

Защита электрических сетей от токов короткого замыкания и сверхтоков предусматривается с помощью автоматических выключателей с тепловыми и электромагнитными расцепителями в распределительных и групповых сетях 0,4 кВ.

Выбор аппаратов защиты произведен исходя из установленной мощности, режимов работы электроприемников, также выполнена проверка на термическую стойкость проводника к воздействию токов КЗ (п.1.3.2. ПУЭ 7-е изд.) Аппараты защиты выбраны с соблюдением нормативного времени отключения.

Сечения питающих и распределительных кабелей и проводов выбраны по номинальному току нагрузки, проверены по потере напряжения и срабатыванию защитного аппарата при однофазном коротком замыкании.

Для аварийного и эвакуационного освещения помещений применены светильники со встроенными аккумуляторными батареями, рассчитанными на нормируемое время работы, и включенными в сеть аварийного освещения. Предусмотрено автоматическое отключение вентиляции в случае обнаружения пожара.

4 Мероприятия по экономии и учету электрической энергии

Контроль за рациональным расходом электроэнергии должен осуществляться ответственным за электрохозяйство, который согласно действующим «Правилам технической эксплуатации потребителей» обязан обеспечить [10]:

- надежную, экономическую и безопасную работу электроустановок;
- разработку и внедрение мероприятий по экономии электроэнергии;
- систематическое наблюдение за графиком нагрузки предприятия и принятию мер по поддержанию режима, установленного энергосистемой [9].

Для экономии электроэнергии предусмотрено [11]:

- применение светодиодных светильников для рабочего и аварийного освещения, что экономит электроэнергию, увеличивает срок службы ламп, повышает светоотдачу;
- постоянное поддержание светильников в надлежащей чистоте;
- поддержание номинального уровня напряжения за счет выбора питающих кабелей с учетом потерь напряжения;
- равномерное распределение нагрузки по фазам;
- выбор сечений кабелей, удовлетворяющих требованиям по допустимой потере напряжения [13].

Узел коммерческого учета предусматривается в РУ-0,4кВ вновь возводимой МТП-10/0,4кВ. Узел технического учета предусмотрен в ВРУ объекта, выполнен счетчиком прямого включения «Меркурий 230 AR-02 R» 10(100) А.

Выводы по разделу 4.

Определены основные мероприятия по экономии электрической энергии. Для технического учета во ВРУ выбран счетчик прямого включения «Меркурий 230 AR-02 R».

5 Выбор параметров системы заземления (зануления) и молниезащиты

Система заземления на вводе в вводное распределительное устройство «ВРУ» - TN-C-S.

Проектируемое вводное распределительное устройство «ВРУ», устанавливаемое в помещении электрощитовой, заземлить путем присоединения его к контуру заземления [12].

Все дальнейшие сети выполняются 5-и и 3-х жильными кабелями.

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции на объекте применены следующие защитные меры:

- заземление;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов.

На рисунке 7 приведена схема организации системы уравнивания потенциалов [14].

При устройстве системы выравнивания потенциалов [15]:

- Устройство искусственного заземлителя выполнить по типовому альбому «Серия 5.407-11 Заземление и зануление электроустановок. Рабочие чертежи», лист 47 «Устройство заземлителя из угловой и полосовой стали»;
- Траншеи для заземлителей следует засыпать однородным грунтом, не содержащим камней, щебня строительного мусора. Засыпка должна производиться с утрамбовкой грунта;
- На коротких участках (пересечение с подземными коммуникациями) допускается уменьшение заложения горизонтального заземлителя до 500 мм с обязательной защитой хризотилцементной трубой;
- Сварные швы покрываются битумным лаком для защиты от коррозии;

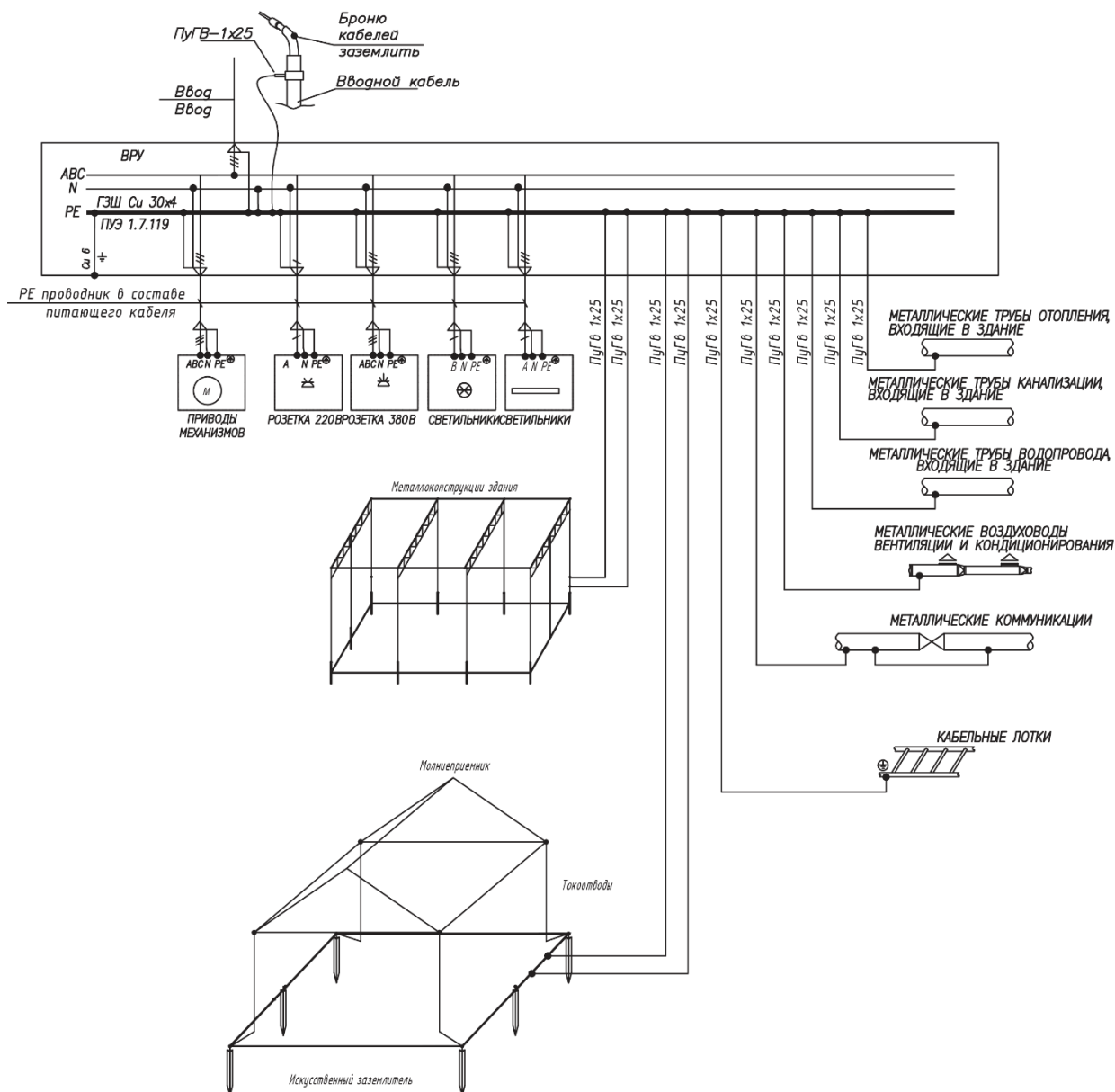


Рисунок 7 - Схема организации системы уравнивания потенциалов

- При необходимости количество вертикальных электродов может быть увеличено по местным условиям [16];
- Основная система уравнивания потенциалов на вводе соединяет между собой следующие проводящие части:
 - нулевой защитный (PE) проводник или PEN-проводник питающей линии;

- заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание
- металлические части каркаса здания;
- металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования;
- Проводящие части, входящие в здание извне должны быть соединены как можно ближе к точке их входа в здание [17];
- Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников основной системы уравнивания потенциалов;
- Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой:
 - все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования;
 - сторонние проводящие части включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания;
 - нулевые защитные проводники включая защитные проводники штепсельных розеток;
- Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые проводящие части и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют требованиям ПУЭ п. 1.7.122.

Для комплексной защиты людей от поражения электрическим током на распределительных щитах предусматривается установка дифференциальных автоматических выключателей (УЗО) с током утечки 30 мА во всех сетях, питающих электрооборудование, подключаемое через штепсельные розетки.

В зоне действия УЗО нулевой рабочий проводник не должен иметь соединения с заземленными элементами и нулевым защитным проводником [19].

Контур наружного заземления (с сопротивлением не более 30 Ом,) соединенный с системой уравнивания потенциалов, объединить со следующими проводящими частями [18]:

- Основной заземляющий проводник;
- Основной (магистральный) заземляющий проводник;
- Стальные трубы коммуникаций;
- Металлические части строительных конструкций; (в том числе, в обязательном порядке, металлоконструкции подвесного потолка),
Заземление металлических корпусов электрооборудования, технологического оборудования, монтажных металлоконструкций (направляющие подвесных потолков) выполнить ответвлениями, сталью оцинкованной $d=16\text{мм}$, сталью полосовой сечением $25\times 4\text{мм}$ или гибким медным заземляющим проводником сечением 6 мм.кв.

По ходу передачи электроэнергии необходимо повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов. Уравнивание потенциалов должно охватывать все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок и сторонние проводящие части, в т.ч. металлические части строительных конструкций.

К системе уравнивания потенциалов должны быть подключены РЕ - проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток).

По классификации объектов согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003» здание относится к обычным объектам, требующим устройства молниезащиты с уровнем защиты III.

Проект молниезащиты здания предусматривает устройство молниеприемника из стальной оцинкованной проволоки диаметром 8мм,

размещаемой по коньку кровли и четырем молниеотводами по углам здания, присоединяемый к контуру заземления [20].

На рисунке 8 приведен план заземления и молниезащиты здания.

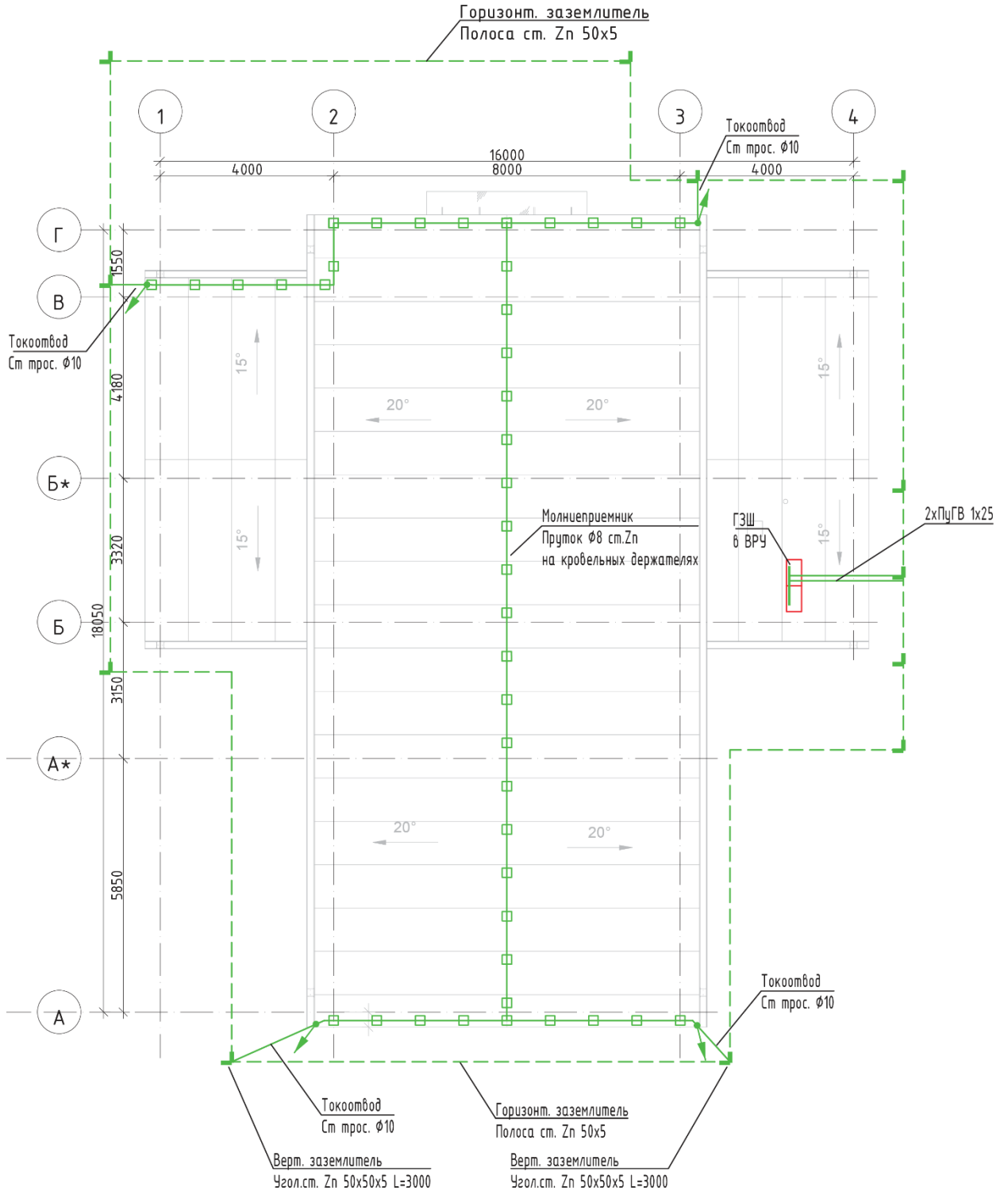


Рисунок 8 - План заземления и молниезащиты здания

Контур заземления выполняется по периметру здания. На глубине 0,7м и на расстоянии не менее 1 метра от фундамента прокладывается стальная оцинкованная полоса сечением 5×50. По углам и в местах опуска токоотводов выполняется вертикальный заземлитель из оцинкованного уголка 50×50×3000. Места сварки зачищаются и покрываются грунтом в два слоя.

От молниеприемника прокладываются токоотводы из стального троса диаметром 10мм, и соединяется с контуром заземления из стальной полосы, при помощи болтового соединения (М6) и наконечника. Токоотводы располагаются не ближе чем в 3м от входов, и по возможности ближе к углам здания. Токоотводы прокладываются по прямым и вертикальным линиям так, чтобы путь до земли был кратчайшим.

Выполним расчет сопротивления искусственного заземлителя.

По данным изысканий с учетом промерзания принимаем удельное усредненное сопротивление грунта $\rho = 500 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Для устройства заземления принимаем:

- вертикальные электроды длиной 2 м (сталь полосовая 50×50×5 мм);
- горизонтальный заземлитель - стальная полоса сечением 5×50 мм.

Сопротивление одного вертикального электрода:

$$r_B = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (15)$$

где $d = 0,95b$ (ширина стороны уголка) - ширина стороны уголка, приведенная к диаметру стержневого электрода;
 t - глубина заложения электрода равная расстоянию от поверхности земли до середины электрода.

$$r_B = \frac{0,366 \cdot 500}{2} \left(\lg \frac{2 \cdot 2}{0,95 \cdot 0,050} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,7 + 2}{4 \cdot 1,7 - 2} \right) = 188,2 \text{ Ом.}$$

Суммарное сопротивление для вертикальных заземлителей определяется по формуле:

$$R_{з.в.} = \frac{r_B}{n_B \cdot \eta}, \quad (16)$$

где $\eta = 0,85$ - коэффициент использования вертикальных заземлителей;
 n_B - количество вертикальных заземлителей (12шт.).

$$R_{з.в.} = \frac{188,2}{12 \cdot 0,85} = 18,45 \text{ Ом.}$$

Сопротивление соединительной полосы, длина конструктивно составляет $L = 83$ м. В последующих формулах: t - глубина заложения стальной полосы, м; b - ширина полосы, м.

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя с учетом коэффициента использования определяется по формуле:

$$r_2 = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \lg \frac{2l^2}{b \cdot t}, \quad (17)$$

$$r_2 = \frac{0,366 \cdot 500}{83} \lg \frac{2 \cdot 83^2}{0,05 \cdot 0,7} = 12,3 \text{ Ом.}$$

$$R_{з.г.} = \frac{r_2}{\eta}, \quad (18)$$

где $\eta = 0,77$ - коэффициент использования горизонтального заземлителя;

$$R_{з.г.} = \frac{12,3}{0,77} = 16,0 \text{ Ом.}$$

Полное проектируемое сопротивление определяем по формуле:

$$R_3 = \frac{R_{3.B.} \cdot R_{3.G.}}{R_{3.B.} + R_{3.G.}}, \quad (19)$$

$$R_3 = \frac{18,45 \cdot 16}{18,45 + 16} = 8,5 \text{ Ом.}$$

Вывод: данное значение сопротивления R удовлетворяет 1.7.100-1.7.103 ПУЭ.

Выводы по разделу 5.

Система заземления на вводе в вводное распределительное устройство принята TN-C-S.

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции на объекте применены следующие защитные меры:

- заземление;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов.

Все оборудование, подключаемое через розетки, защищается дифавтоматами с током утечки 30 мА.

Молниезащита здания осуществляется устройством молниеприемника из стальной оцинкованной проволоки диаметром 8мм, размещаемой по коньку кровли и четырьмя молниеотводами по углам здания, присоединяемыми к контуру заземления.

Выполнен расчет сопротивления искусственного заземлителя, который показал, что значение сопротивления R контура заземления удовлетворяет пунктам 1.7.100-1.7.103 ПУЭ.

6 Выбор типа, класса проводников и осветительной арматуры

Электропроводки внутри объекта должны быть выполнены кабелем марки ВВГнг(А)-LS, с медными токопроводящими жилами, с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката (ПВХ), с оболочкой из ПВХ пластиката, пониженной горючести и низким дымо- и газовыделением.

На рисунке 9 показан выбранный кабель ВВГнг(А)-LS.



Рисунок 9 - Внешний вид выбранного кабеля ВВГнг(А)-LS

Подключение систем противопожарной защиты (СПЗ) выполняется кабелем марки ВВГнг(А)-FRLS, внешний вид которого приведен на рисунке 10.



Рисунок 10 - Внешний вид выбранного кабеля ВВГнг(А)-FRLS

Добавка в обозначении FR указывает на повышенную огнестойкость

кабеля.

Изолированные жилы кабеля должны иметь отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил - голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки). Изолированные жилы трех- и пятижильных кабелей скручены и имеют одинаковое сечение. Толщина оболочки кабеля соответствует выбранному напряжению.

Прокладка кабелей осуществляется в металлическом кабельном лотке, а также скрыто в стенах за гипсокартоном, в конструкциях потолка в электромонтажной ПВХ-трубе. Проход кабелей через стены выполняется в металлических трубах (гильзах) диаметром не менее 20 мм. Места прохождения кабельных каналов, коробов, кабелей и проводов через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости предусмотрены кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций

Прокладка кабельных линий систем противопожарной защиты (аварийного освещения) выполняется отдельно от других кабельных линий, в отдельном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке, совместная прокладка не допускается.

Кабельные линии систем противопожарной защиты выполняются огнестойкими кабельными линиями (ОКЛ) состоящими из кабеля с низким дымо и газовойделением типа ВВГнг(А)-FRLSLTx (класс пожарной опасности - П16.7.1.2.1 по ГОСТ Р 31565-2012), сертифицированного металлорукава и короба «ДКС». Кабельная продукция, короба для электропроводки должны иметь пожарный сертификат. Прокладка производится в соответствии с требованиями ПУЭ гл.2.1, гл.2.3, п.7.1.32-7.1.45.

В качестве светильников аварийного освещения к установке приняты светодиодные ARCTIC.OPL ECO LED 600 EM с блоком аварийного питания. Внешний вид данных светильников приведен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Внешний вид светодиодного светильника ARCTIC.OPL ECO LED 600 EM с блоком аварийного питания

Для освещения холла, малого зала, кабинета применены светодиодные светильники STANDARD.OPL LED 595, номинальное напряжение 220 В, класс защиты I от поражения электрическим током, степень защиты IP 20, световой поток 3200лм, мощность 32Вт, встраиваемые в подвесной потолок. Внешний вид данного светильника представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 - Внешний вид светильника STANDARD.OPL LED 595

Выводы по разделу 6.

Электропроводки внутри объекта выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LS с медными токопроводящими жилами. Подключение систем противопожарной защиты (СПЗ) выполняется кабелем марки ВВГнг(А)-FRLS с повышенной огнеустойчивостью. Прокладка кабельных линий систем противопожарной защиты (аварийного освещения) выполняется отдельно от других кабельных линий.

В качестве светильников аварийного освещения к установке приняты светодиодные ARCTIC.OPL ECO LED 600 EM с блоком аварийного питания.

Для освещения холла, малого зала, кабинета и других помещений применены светодиодные светильники STANDARD.OPL LED 595, встраиваемые в подвесной потолок.

7 Расчет количества светильников в системах рабочего и аварийного освещения

В помещениях объекта предусмотрены следующие два вида электроосвещения: рабочее и аварийное (эвакуационное). Освещенность выбирается согласно СП 52 13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95) «Естественное и искусственное освещение».

Рабочее освещение является основным видом и выполняется во всех помещениях.

Основным источником света являются светодиодные светильники. Выключатели устанавливаются на стене возле дверного проема, со стороны дверных ручек, в коридоре на высоте 1,8м., внутри помещений на высоте 0,9м от уровня чистого пола.

Аварийное освещение выполняется путем установки на путях эвакуации светильников со встроенными аккумуляторными батареями, запитанных от сети аварийного освещения и включаемых при исчезновении напряжения в этих сетях.

Расчет освещенности выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования светового потока [14].

«Индекс помещения i определяется по выражению» [3]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (20)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [3].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [3]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (21)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [4].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (22)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [13].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [3]:

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (23)$$

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [3]:

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

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [3]:

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

Результаты выбора и расстановки светильников на плане спортивно-досугового центра приведены на рисунке 13.

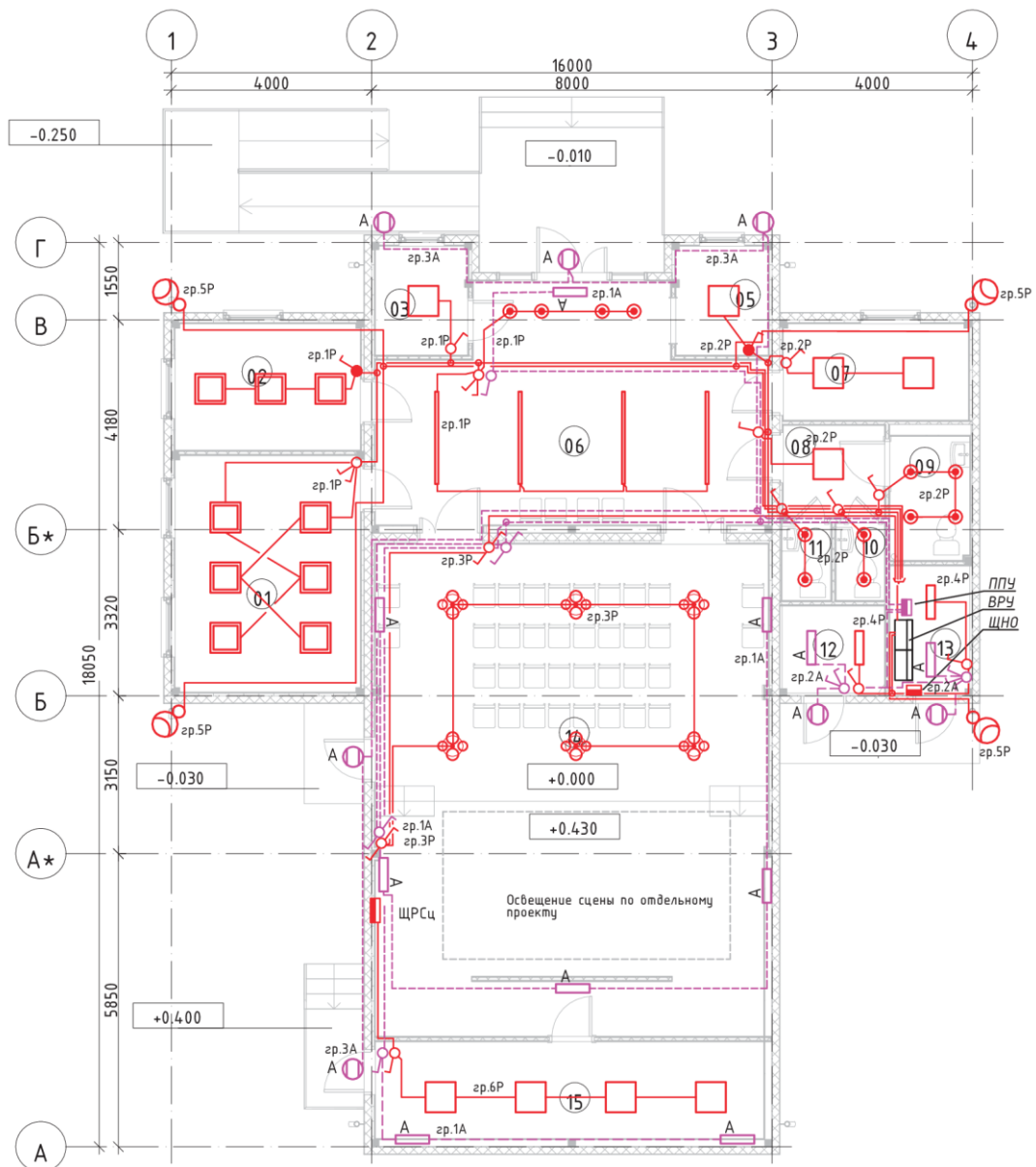


Рисунок 13 - Результаты выбора и расстановки светильников на плане спортивно-досугового центра

Вывод. Выполнен расчет освещенности и количества светильников.

Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения спортивно-досугового центра, отвечающей современным нормативным требованиям.

Питание спортивно-досугового центра осуществляется от новой однотрансформаторной ТП-10/0,4кВ по третьей категории и надежности электроснабжения. Питание потребителей первой категории (сигнализация, аварийное освещение) осуществляется от аккумуляторных источников бесперебойного питания. Кабельный ввод выполнен кабелем АПвБбШп 4×25. Прокладка распределительных сетей осуществляется в ПВХ трубах за подвесным потолком.

По методике, изложенной в СП 256.1325800.2016 произведено определение расчетных нагрузок для спортивно-досугового центра в летнем и зимнем режимах работы. Величина расчетной максимальной нагрузки составила 62,4 кВт, в том числе для силового электрооборудования – 60,7 кВт, электроосвещения – 1,84 кВт.

Защита электрических сетей от токов короткого замыкания и сверхтоков предусматривается с помощью автоматических выключателей с тепловыми и электромагнитными расцепителями в распределительных и групповых сетях 0,4 кВ. Выбор аппаратов защиты произведен исходя из установленной мощности, режимов работы электроприемников, также выполнена проверка на термическую стойкость проводника к воздействию токов КЗ (п.1.3.2. ПУЭ 7-е изд.) Аппараты защиты выбраны с соблюдением нормативного времени отключения.

Сечения питающих и распределительных кабелей и проводов выбраны по номинальному току нагрузки, проверены по потере напряжения и срабатыванию защитного аппарата при однофазном коротком замыкании.

Для аварийного и эвакуационного освещения помещений применены светильники со встроенными аккумуляторными батареями, рассчитанными на

нормируемое время работы, и включенными в сеть аварийного освещения. Предусмотрено автоматическое отключение вентиляции в случае обнаружения пожара.

Определены основные мероприятия по экономии электрической энергии. Для технического учета во ВРУ выбран счетчик прямого включения «Меркурий 230 AR-02 R».

Система заземления на вводе в вводное распределительное устройство принята TN-C-S. Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции на объекте применены следующие защитные меры: заземление; защитное заземление; выравнивание потенциалов.

Все оборудование, подключаемое через розетки, защищается дифавтоматами с током утечки 30 мА.

Молниезащита здания осуществляется устройством молниеприемника из стальной оцинкованной проволоки диаметром 8мм, размещаемой по коньку кровли и четырьмя молниеотводами по углам здания, присоединяемыми к контуру заземления. Выполнен расчет сопротивления искусственного заземлителя, который показал, что значение сопротивления R контура заземления удовлетворяет пунктам 1.7.100-1.7.103 ПУЭ.

Электропроводки внутри объекта выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LS с медными токопроводящими жилами. Подключение систем противопожарной защиты (СПЗ) выполняется кабелем марки ВВГнг(А)-FRLS с повышенной огнестойкостью. Прокладка кабельных линий систем противопожарной защиты (аварийного освещения) выполняется отдельно от других кабельных линий.

В качестве светильников аварийного освещения к установке приняты светодиодные ARCTIC.OPL ECO LED 600 EM с блоком аварийного питания. Для освещения холла, малого зала, кабинета и других помещений применены светодиодные светильники STANDARD.OPL LED 595, встраиваемые в подвесной потолок. Выполнен расчет освещенности и количества светильников.

Список используемой литературы

1. Анчарова Т.В., Рашевская М.А., Стебунова Е.Д. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. 415 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1911021> (дата обращения: 27.04.2023).
2. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: учебно-методическое пособие. Издательство ТГУ: Тольятти, 2016. 78 с.
3. Выбор автомата по мощности нагрузки и сечению провода [Электронный ресурс]. URL: <https://volgaproekt.ru/stati/vybor-avtomata-po-moshchnosti-nagruzki.html> (дата обращения: 12.02.2023).
4. 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 11.11.2022).
5. 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 14.01.2023).
6. ГОСТ 53768-2010 Провода и кабели для электрических установок на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2012. 22 с.
7. Группа компаний «Световые технологии». Каталог LED светильников [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ltcompany.com/ru/products/types/commercial-luminaires/office-luminaires/> (дата обращения 16.04.23).
8. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: справочные материалы по электрооборудованию

[Электронный ресурс]. URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SEROB/ucheberab3/Tabstud3/M_Kabishev_Obuhov_Raschet.pdf (дата обращения: 08.02.2023).

9. Конденсаторная установка УКМ-58 0.4-167-33.3. «Микрон» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mircond.com/kondensatornyye-ustanovki/kondensatornaya-ustanovka-ukm-58-0-4-167-33-3-1900x450x440/> (дата обращения 05.12.22).

10. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> (дата обращения 08.04.2023).

11. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. [Электронный ресурс]: URL: <https://ru-bezh.ru/uploads/instrukcii/rd/%D0%A0%D0%94%2034.21.122-87.pdf> (дата обращения: 11.01.2023).

12. Силовой трансформатор ТСЗ-1600 [Электронный ресурс]. URL: https://slavenergo.ru/transformator_tsz_1600 (дата обращения 18.11.2022).

13. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: Свод правил по проектированию и строительству от 01.01.2004. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 16.12.2022).

14. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 05.04.2023).

15. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Петров Д.В. Технико-экономические расчеты распределительных электрических сетей: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 96 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1839652> (дата обращения: 27.04.2023).

16. Calculation of short-circuit currents [Электронный ресурс]. URL: <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/3357/3357-ect158.pdf> (дата обращения 11.03.2023).

17. Daza S. A. Electric Power System Fundamentals: tutorial. London: Artech house, 2016. 405 p.
18. Panteleev V. Optimization model of power supply system of industrial enterprise. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. pp. 441 – 450.
19. Sanober Hassan Khattak, Michael Oates, Rick Greenough Towards improved energy and recourse management in manufacturing // Energies. 2018. № 11(4). C. 1-15
20. Ugrad H., Winker W. Protection Techniques in Electrical Energy System. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. pp. 441 – 450.