

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 Проектирование системы электроснабжения школьного бассейна в г. Саратов

Обучающийся

Е.В. Прошкин  
(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.Н. Черненко  
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

В бакалаврской работе была спроектированная система электроснабжения бассейна. В ходе произведенных расчетов были определены значения активных, реактивных и полных расчетных нагрузок которые составили 52 кВт, 25 квар и 58 кВА соответственно. Основные потребители бассейна относятся к первой и второй категориям надежности электроснабжения.

Для защиты от поражения молниями здание бассейна защищается молниеприёмной сеткой. Контур заземления здания выполнен горизонтальным заземлителем из горячеоцинкованной полосы проложенной в траншее на глубине 0,7 м.

Для распределения электрической энергии выбраны кабели с изоляцией из полимерной композиции, причем для питания панели противопожарных устройств кабели выбраны в огнестойком исполнении. Выбранные сечения кабелей были проверены по токовой нагрузке и допустимым потерям напряжения. Выбраны автоматические выключатели и выключатели дифференциального тока.

Произведенный расчет системы внутреннего рабочего освещения здания и выбрано необходимое количество светильников для обеспечения требуемых норм освещенности. Определены параметры наружного освещения здания бассейна и выбран питающий бронированный кабель до мачт со светодиодными светильниками. Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 44 страницы текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Выбор схемы электроснабжения и определение расчетных электрических нагрузок по зданию бассейна.....	8
2 Выбор общих решений по электроснабжению объекта.....	11
3 Определение параметров системы заземления и молниезащиты здания бассейна.....	15
4 Выбор проводников и защитных аппаратов.....	22
5 Выбор системы внутреннего освещения здания бассейна .....	32
6 Наружное освещение здания бассейна .....	37
Заключение .....	39
Список используемой литературы и источников .....	41

## Введение

Проектируемое здание бассейна, расположено на территории средней общеобразовательной школы в поселке Тепличный, входящем в муниципальное образование Саратов. Место расположения проектируемого бассейна на карте поселка Тепличный показано на рисунке 1.

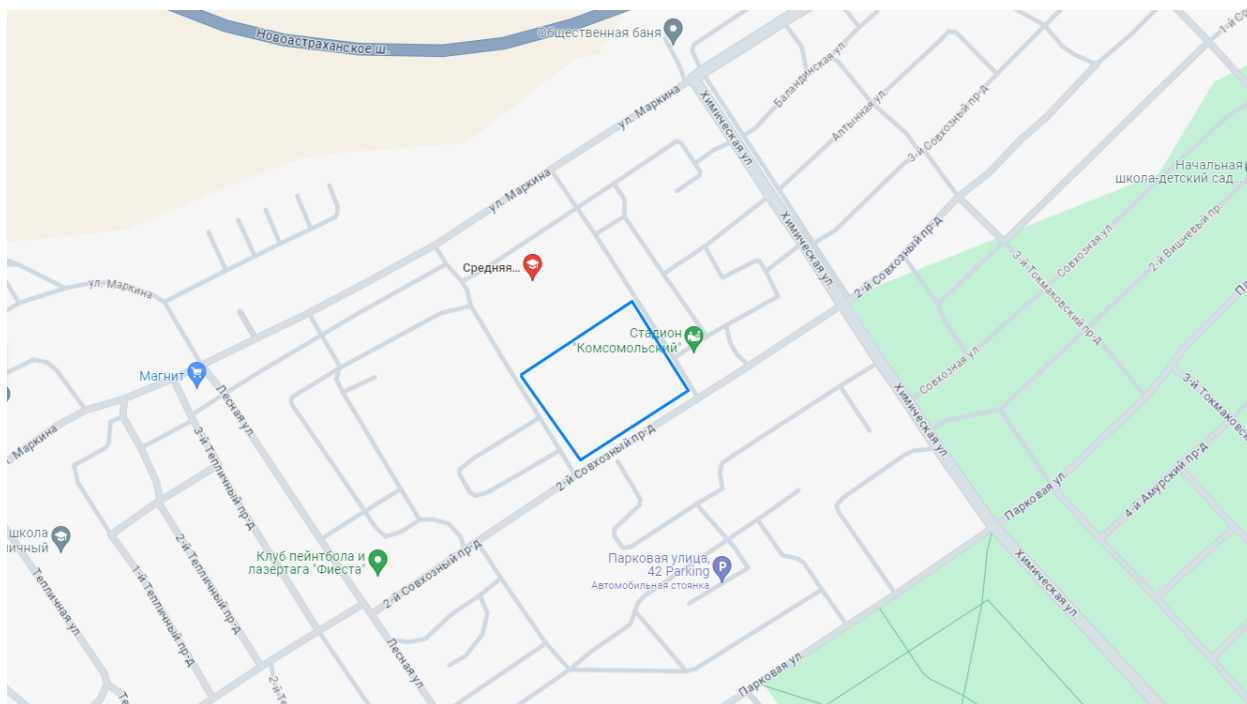


Рисунок 1 - Место расположения проектируемого бассейна на карте поселка Тепличный

Здание бассейна относится к категории «физкультурно-оздоровительный (учебный)» и предназначено для оздоровительных целей, обучения детей плаванию, для проведения учебных занятий образовательными учреждениями и физкультурно-спортивных мероприятий, создания современного архитектурного облика здания школы с обеспечением его доступности для всех групп населения, в том числе инвалидов и маломобильных групп населения (п.4.15 СП 310.1325800.2017 «Бассейны для плавания. Правила проектирования (в ред. на 14.12.2021 г) [22].

Здание бассейна имеет простую прямоугольную форму с габаритными

размерами одноэтажного объема помещения ванны бассейна 25,0×11,0 м и высотой до ферм 4,20 м, и расположенными слева от него двухэтажного объема со вспомогательными помещениями, размерами в осях «1-3/А-Г» 12,0×15,0м и высотой этажей 4,0 м.

Здание бассейна включает в себя пять основных групп помещений:

- входная группа помещений (тамбур, коридор с зоной гардероба для верхней одежды);
- спортивно-оздоровительные помещения (помещение ванны бассейна);
- группа помещений вспомогательного назначения (раздевальные помещения для учащихся школы, санузел для персонала, комната дежурной медсестры, кладовая уборочного инвентаря, инвентарная, склад химических реагентов, помещение водоподготовки);
- коммуникационные помещения (коридоры);
- инженерно-технические помещения (тепловой пункт, электрощитовая).

В центральной части 1-го этажа объема со вспомогательными помещениями здания бассейна предусмотрена входная группа помещений, которая включает в себя тамбур, коридор с расширенной частью в зоне входа с зоной гардероба верхней одежды. Контроль входов/выходов осуществляется посредством видеосигнала сотрудниками охраны школы, к зданию которой и пристраивается бассейн. Учащиеся из здания школы могут попасть в здание бассейна непосредственно через переход.

В группу спортивно-оздоровительных помещений входит помещение ванны бассейна на 5 дорожек габаритами ванны в плане 25×11м и глубиной 1,2 м. По периметру ванны бассейна предусмотрены обходные дорожки шириной не менее 2,0 м. К основному помещению проектируемого здания, помещению с ванной бассейна, примыкают вспомогательные, обеспечивающие возможность проведения учебно-тренировочных занятий. В состав вспомогательных помещений бассейна входят отдельные

раздевальные, инвентарная, комната с рабочим местом дежурной медсестры, помещения водоподготовки и хранения уборочного инвентаря, химических реагентов. Лаборатория для контроля за качеством воды в группе помещений вспомогательного назначения здания бассейна отсутствует (образцы воды будут передаваться в специализированную лабораторию для проведения анализов). Внутренняя планировка помещений проектируемого бассейна соответствует гигиеническому принципу поточности: продвижение посетителей осуществляется по функциональной схеме - раздеральные бассейна, душевая, ванна бассейна. Единовременная пропускная способность бассейна при школе в расчете на занятия одного класса составляет не более 26 человек за 45 минут или 1,5 часа, в зависимости от плана - графика школы. Водная поверхность ванны проектируемого бассейна разделена на дорожки шириной 2-2,5м. На обходной дорожке ванны бассейна для плавания предусмотрено место для дежурного инструктора (спасателя), площадью не менее 2 м<sup>2</sup> [17].

Для занимающихся в составе проектируемого бассейна предусмотрены две раздевалки для мальчиков и девочек, которые рассчитаны на 15 человек каждая. В каждую раздевальную должен быть обеспечен доступ для одного МГН. При каждой раздевалке запроектированы по пять открытых душевых кабин, в том числе одна для МГН, и санитарный узел, выполненный по типу доступной санитарной кабины для МГН [25].

Со входом с обходной дорожки ванны бассейна, в осях «З/В», в работе предусмотрена инвентарная для хранения акваинвентаря и роллера для разделительных волногасящих дорожек.

В составе вспомогательных помещений бассейна в работе также предусмотрена комната дежурной медсестры с непосредственным выходом на обходную дорожку ванны бассейна и площадью 11,63 м<sup>2</sup> с учетом нормативного 15% снижения площади помещений медицинского назначения. Вход в помещение дежурной медсестры осуществляется из общего коридора.

При общем количестве персонала, не превышающем 50-ти человек в

смену, в составе помещений бассейна в работе предусмотрен общий для женского и мужского персонала учреждения санузел, смежно расположенный с комнатой дежурной медсестры.

Для хранения уборочного инвентаря запроектирована отдельная кладовая. В кладовой уборочного инвентаря установлены раковина, а для слива воды используется трап.

Отдельных помещений предприятий питания в здании бассейна не предусмотрено, потому как в составе помещений школы предусмотрены столовая для учащихся, комната или специально выделенные зоны в помещениях для приема пищи персонала [16].

Помещения для размещения оборудования систем энергоснабжения здания (тепловой пункт, электрощитовая) размещены в подвальном помещении с выходами на улицу через коридор. В подвале также размещены помещение водоподготовки и склада привозных химических реагентов (готовых коагулирующих и дезинфицирующих растворов), имеющего выход непосредственно на улицу. Помещение склада рассчитано на хранение месячного запаса реагентов и соответствует требованиям, предъявляемым к хранению применяемых реагентов, указанным в документах на поставку, а также требованиям строительных норм и правил и правил пожарной безопасности. Все помещения здания проектируемого здания бассейна школы связаны между собой непосредственно дверными проемами или коридорами, используемыми также для эвакуации занимающихся и персонала.

В проектируемом здании бассейна школы устанавливается необходимое количество современного оборудования серийного изготовления, отечественного или импортного производства, в том числе спортивного, офисного, складского, а также мебели, оргтехники, создающей нормальные условия труда для работников и занимающихся.

Целью бакалаврской работы является проектирование системы электроснабжения бассейна, отвечающей требованиям безопасности, надежности и экономичности.

## 1 Выбор схемы электроснабжения и определение расчетных электрических нагрузок по зданию бассейна

Для потребителей II категории надежности электроснабжения предусматривается основной источник питания ТП-3427 10/0,4кВ. Основным источником питания 1-я секция шин РУ-0,4кВ ТП- 3427, резервный источник питания 2-я секция шин РУ-0,4кВ ТП-3427.

Учет электроэнергии осуществляется счетчиком электроэнергии, установленным в РУ-0,4кВ ТП-3427 10/0,4кВ. Напряжение питающей и распределительной сети ~400/230 В. Система заземления принята TN-C-S.

Расчетная нагрузка здания бассейна определена в соответствии с СП 256.1325800.2016.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки  $P_{p.p}$ , следует определять по формуле» [21]:

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

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» [21].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку  $P_{p.o}$ , следует определять по формуле» [21]:

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

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

$P_{p.p}$  - расчетная нагрузка розеточной сети» [21].



«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов  $P_{p.c}$ , следует определять по формуле» [21]:

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

где « $K_c$  - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$  - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [21].

«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» [21]:

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

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» [21].

Результаты определения расчетных нагрузок по зданию бассейна заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета электрических нагрузок на ВРУ-1

Наименование электроприемников	Установленная мощность, кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			Расчетный ток I <sub>p</sub> , А
		Коэффициент спроса	Коэффициент мощности cos φ	Коэффициент реактивной мощности tg φ	Коэффициент несовпадения максимумов	Активная P <sub>p</sub> , кВт	Реактивная Q <sub>p</sub> , квар	Полная S <sub>p</sub> , кВА	
Освещение рабочее	2,8	0,90	0,95	0,33	1,00	2,5	0,8	-	-
Аварийное освещение	0,7	1,00	0,95	0,33	1,00	0,7	0,2	-	-
Вентиляция	38,0	0,80	0,80	0,75	1,00	30,4	22,8	-	-
Розеточная сеть	6,2	0,80	0,95	0,33	1,00	5,0	1,7	-	-
Фасадное освещение	0,1	1,00	0,95	0,33	1,00	0,1	0,0	-	-
Охранные системы	0,5	1,00	0,95	0,33	1,00	0,5	0,2	-	-
ИТП	3,0	0,90	0,80	0,75	1,00	2,7	2,0	-	-
Слаботочные устройства	1,7	1,00	0,95	0,33	1,00	1,7	0,6	-	-
Противопожарные устройства	0,8	1,00	0,95	0,33	1,00	0,8	0,3	-	-
Оборудование водоподготовки	8,7	0,80	0,80	0,75	1,00	7,0	5,3	-	-
Освещение территории	1,0	1,00	0,95	0,33	1,00	1,0	0,3	-	-
Итого на ВРУ (до компенсации)	63,5	0,83	0,90	0,48	-	52,4	25,5	58,3	87,3

Выводы по разделу.

Произведен расчет максимальных нагрузок. Активная расчетная нагрузка на шинах ВРУ составила 52,4 кВт, реактивная 25,5 квар, полная 58,3 кВА, а суммарный расчетный ток составил 87,3 А.

## **2 Выбор общих решений по электроснабжению объекта**

По степени надежности электроснабжения электроприемники здания относятся к I и II категории согласно ПУЭ [14].

Качество электроэнергии соответствует ГОСТ 32144-2013 [4]. В электрических сетях низкого напряжения стандартное номинальное напряжение электропитания равно 220 В (между фазным и нейтральным проводниками для однофазных и четырехпроводных трехфазных систем) и 380 В (между фазными проводниками для трех- и четырехпроводных трехфазных систем). Для указанных выше показателей качества электроэнергии установлены следующие нормы: положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать 10% номинального или согласованного значения напряжения в течение 100% времени интервала в одну неделю.

Суммарные потери напряжения от шин 0,4 кВ ТП до наиболее удаленного осветительного прибора общего освещения в здании не превышают 7,5 %. При этом потери напряжения от ВРУ до наиболее удаленного светильника составляют не более 3%, согласно ГОСТ 32145-2013, а до прочих потребителей - не более 4% [5]. В качестве вводного устройства здания предусматривается устройство ВРУ1, устанавливаемое в помещениях электрощитовой. Учет электроэнергии осуществляется в РУ- 0,4кВ ТП-3427.

Схема электроснабжения ВРУ приведена на рисунке 2, а расположение электрооборудования в помещении щитовой на рисунке 3.

«Электроснабжение помещений здания осуществляется от распределительных щитков. В щитках устанавливаются вводные выключатели нагрузки, автоматические выключатели дифференциального тока на розеточные линии, а также на линии освещения, с комбинированными расцепителями для защиты электрических сетей от КЗ и перегрузок» [2]. Щитки навесного исполнения. Низ щитка располагается в 1,5 м от уровня пола.

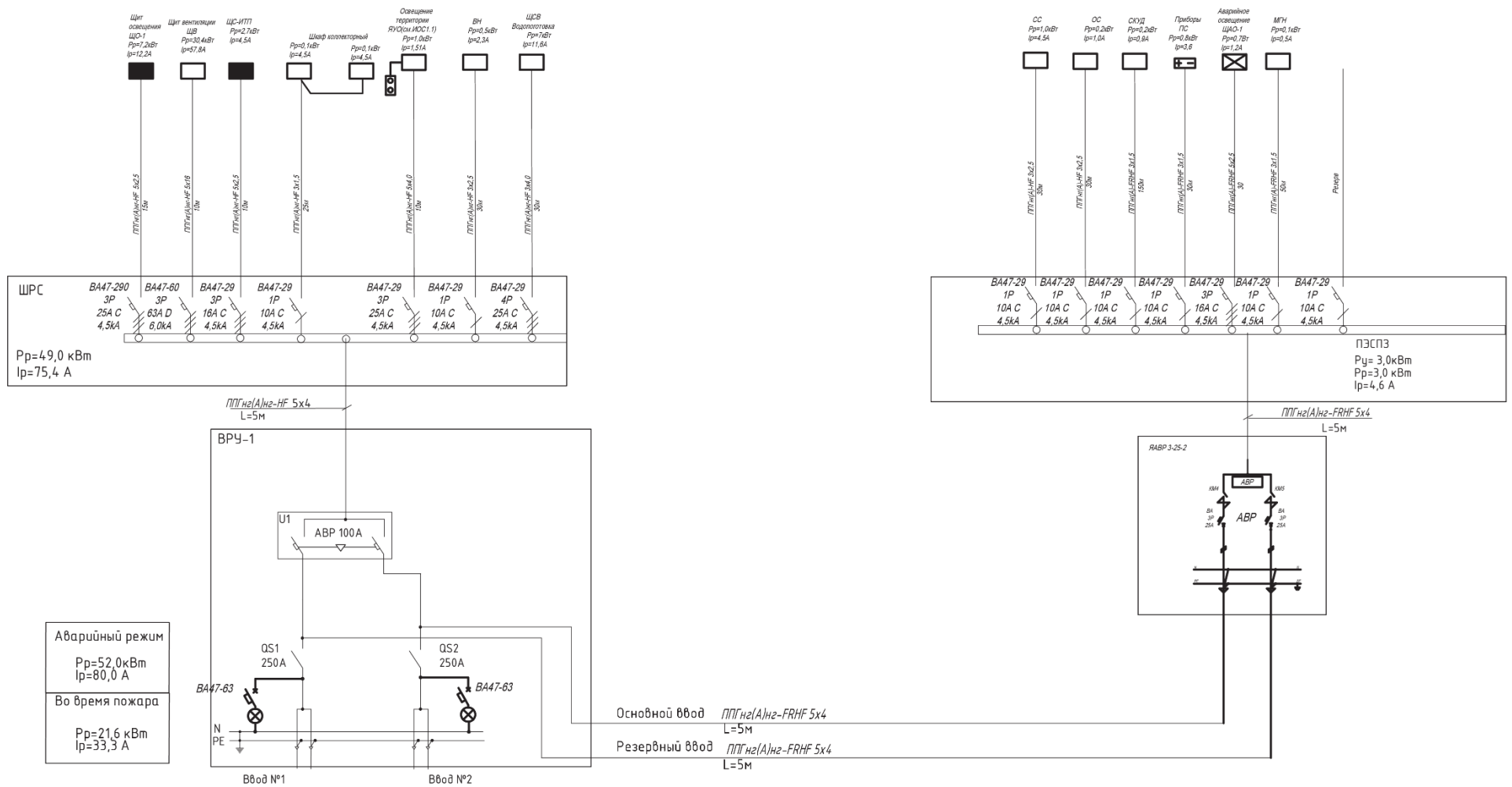


Рисунок 2 – Схема электроснабжения ВРУ

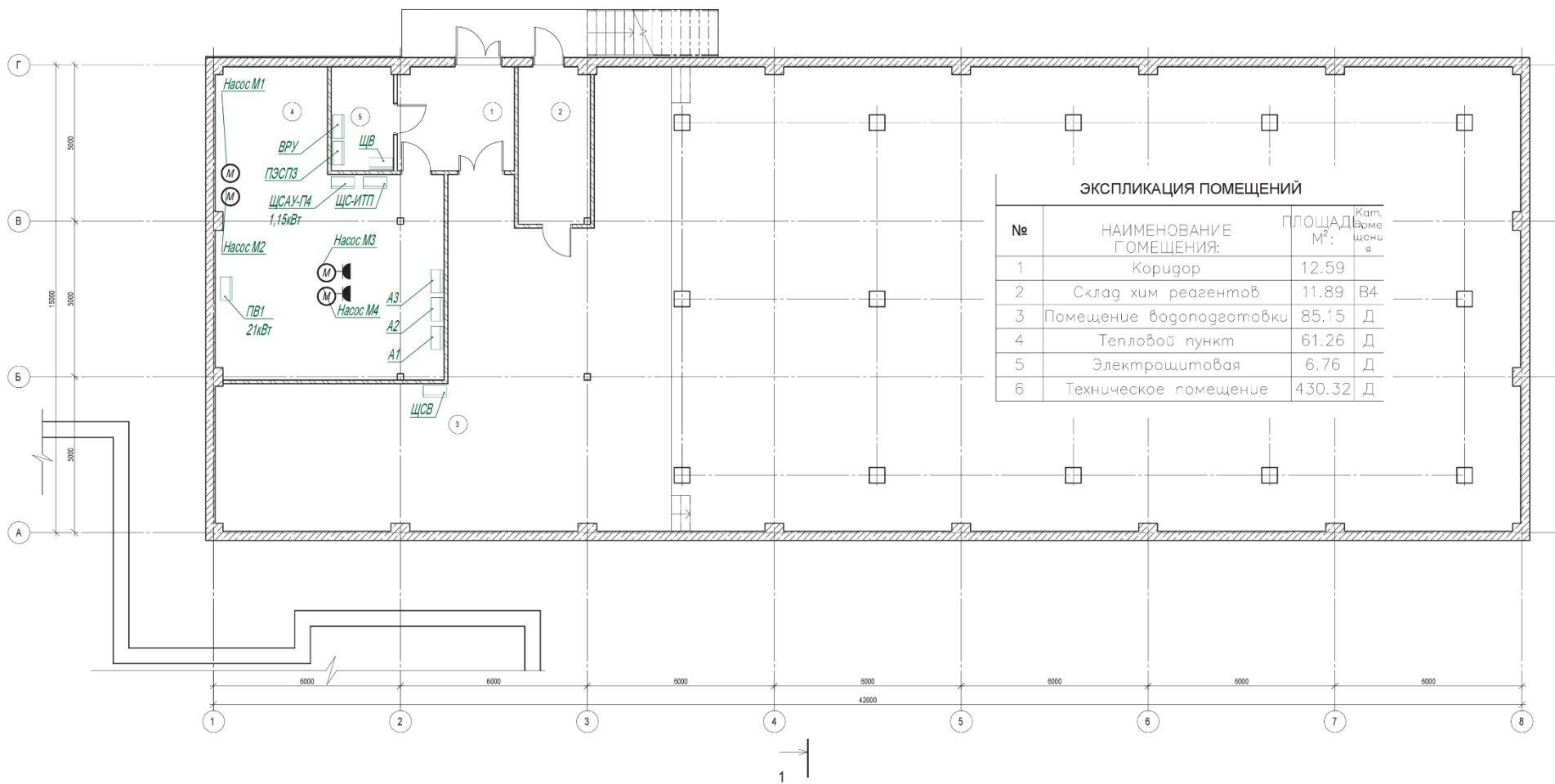


Рисунок 3 - Расположение электрооборудования в помещении щитовой

Розетки в помещениях устанавливаются на отметке 0,8м от уровня пола, выключатели электроосвещения 1,8м от уровня пола [18].

В работе предусмотрен ряд мероприятий по доступности здания для маломобильных групп населения:

- высота выключателей освещения и розеток в помещениях для МГН (санузлы МГН) принята 0,4- 0,8 м от уровня пола;
- «предусмотрено аварийное эвакуационное освещение в местах пребывания МГН;
- освещенность для мест пребывания МГН принята на ступень выше нормируемой» [18].

Защита и управление наружным освещением территории выполняется с ЯУО-1. Управление предусмотрено в ручном и автоматическом режимах. Управление освещением входных групп предусмотрено от фотодатчика [23].

«Для электроосвещения здания предусматривается установка энергосберегающих светодиодных светильников, имеющих по сравнению с другими источниками света, при одинаковом световом потоке, меньшее энергопотребление» [27].

«Все источники света, используемые в данной работе, соответствуют требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2020 г. №2255 и имеют сертификаты, подтверждающие надлежащее качество и безопасность примененных светодиодных осветительных приборов» [13].

Выбраны оптимальные с точки зрения энергоэффективности сечения проводов и кабелей.

Планируемый годовой расход электроэнергии по зданию составит 459024 кВт·ч. Площадь составляет 1271,0 м<sup>2</sup>. Годовой удельный расход электроэнергии составляет 361,15 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Выводы по разделу. Определены требования к оснащению ВРУ для обеспечения требований к надежности электроснабжения потребителей I и II категории по надежности электроснабжения.

### **3 Определение параметров системы заземления и молниезащиты здания бассейна**

Молниезащита здания выполнена согласно требованиям СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [20].

Объект по опасности ударов молнии классифицируется как обычный, а по уровню защиты от прямых ударов молнии имеет III уровень.

«Молниезащита осуществляется путем установки молниеприемной сетки на кровле с шагом не более 10×10 м из круглой стали диаметром 8 мм. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, вентиляционные устройства, металлические ограждения, стойки) присоединяются к молниеприёмной сетке круглой сталью диаметром 8 мм, а все неметаллические выступающие части оборудуются дополнительными молниеприемниками (также выполненными круглой сталью диаметром 16 мм) выше на 0,5 м от выступающих частей, соединяются с молниеприемной сеткой круглой сталью диаметром 8 мм. Предусмотрены молниеотводы высотой 3 метра.

От молниеприемника предусматриваются спуски (токоотводы) к наружному заземляющему устройству. Токоотводы проложены через 20 м друг от друга по периметру здания и выполнены круглой сталью диаметром 8 мм на внешней стороне стены. Расстояние от входных дверей и окон до токоотводов - максимально возможное» [15]. Допускается прокладывать токоотводы под несгораемыми отделочными материалами.

План молниезащиты и заземления бассейна приведен на рисунке 4.

«Выполнен контур заземления здания, состоящий из горизонтального заземлителя (стальная горячеоцинкованная полоса 40×4 мм). Расстояние от фундамента здания до горизонтального заземлителя не менее 1 м. Глубина траншеи 0,7 м. После монтажа заземлителей, траншея засыпается грунтом, не содержащим камней и строительного мусора» [7].

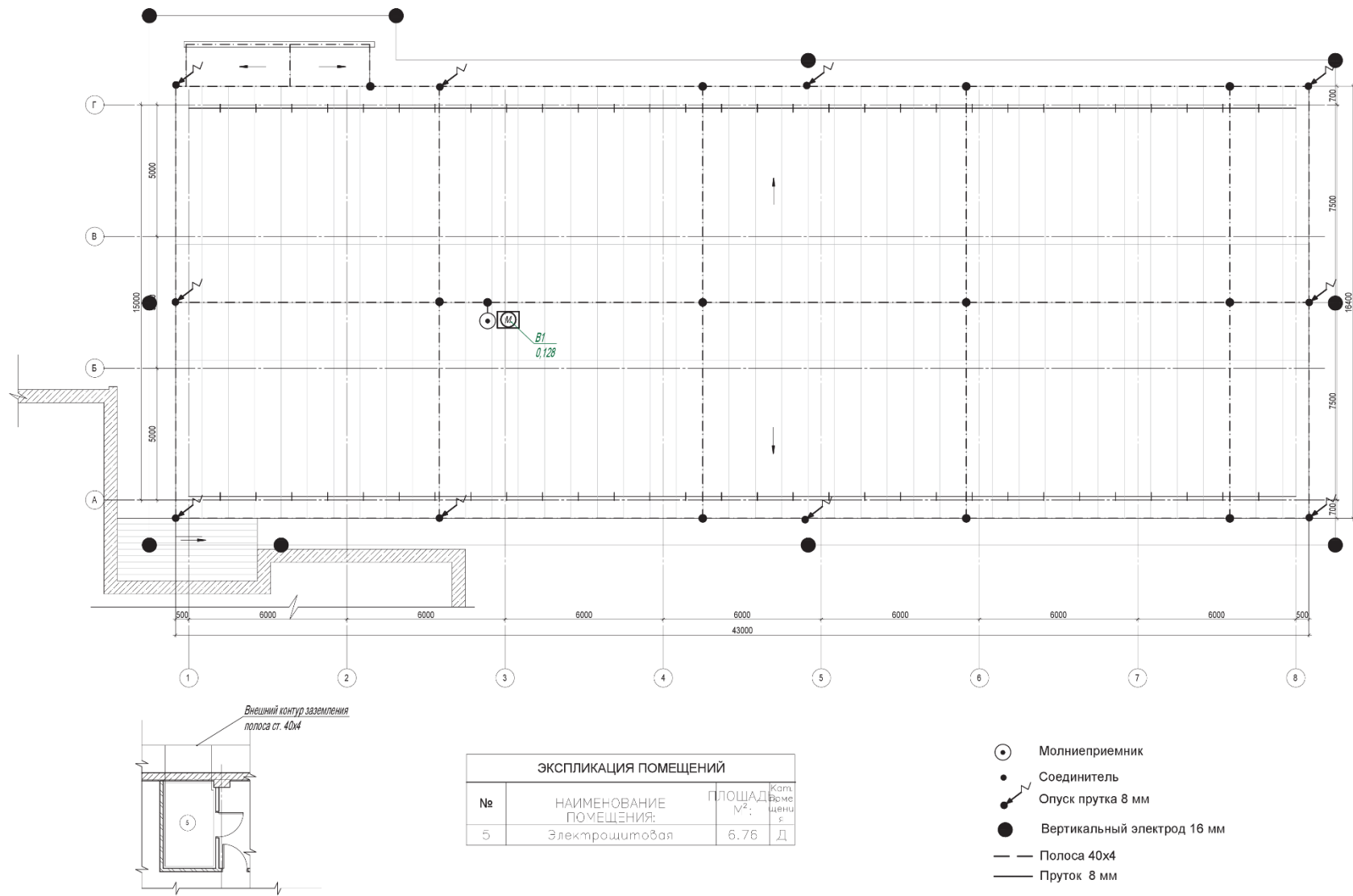


Рисунок 4 - План молниезащиты и заземления здания бассейна



Заземляющее устройство бассейна необходимо соединить с существующим заземляющим устройством школы.

«Все соединения токоотводов, молниеприемника, заземляющих устройств, должны быть выполнены сваркой (с восстановлением цинкового покрытия в местах сварки) или специальными болтовыми соединителями.

От наружного контура заземления заведены два заземляющих проводника в электрощитовую здания, и присоединены к ГЗШ здания» [7].

Схема уравнивания потенциалов приведена на рисунке 5.

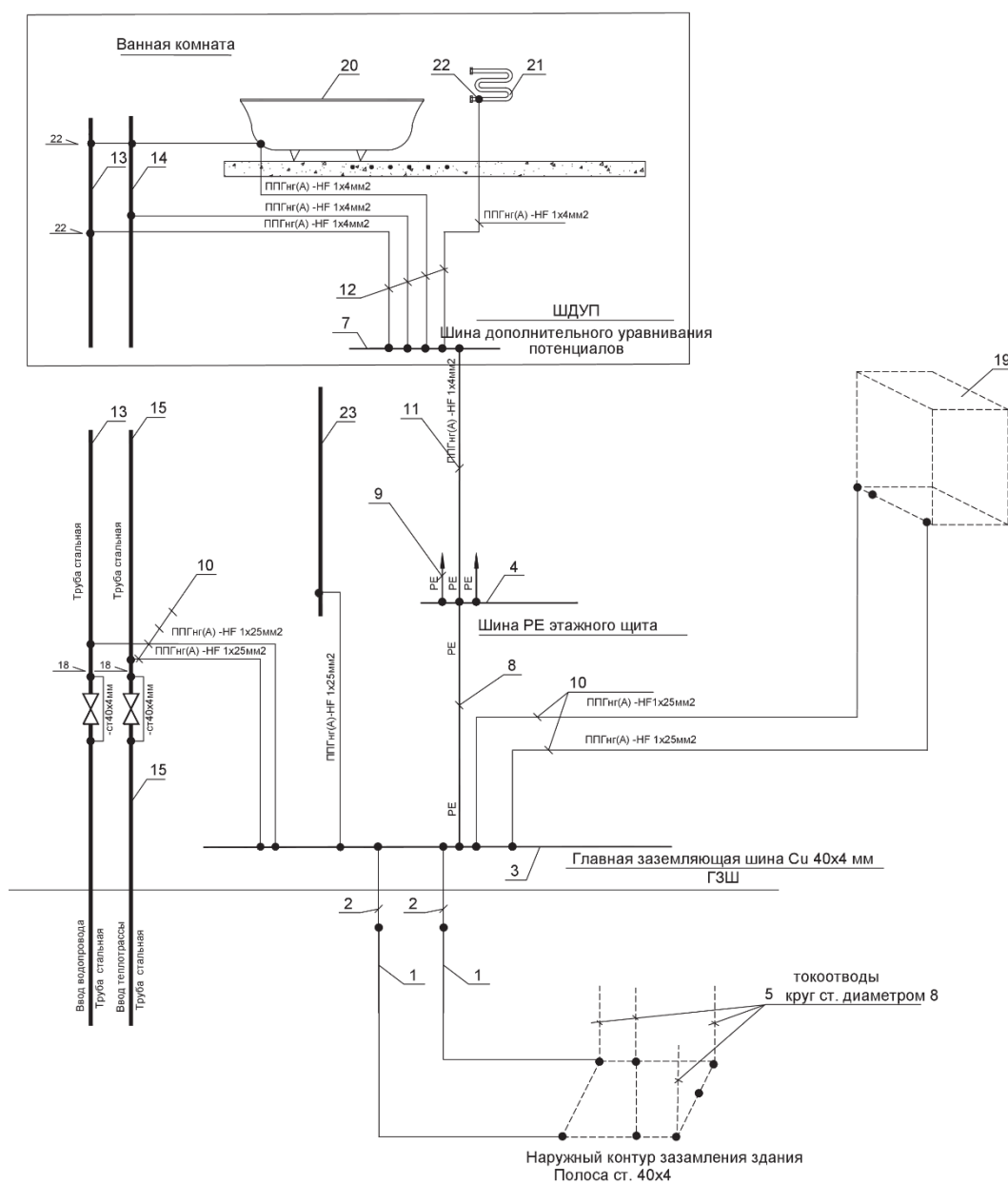


Рисунок 5 - Схема уравнивания потенциалов

На схеме уравнивания потенциалов используются следующие обозначения:

- позиция 1 – заземлитель;
- позиция 2 – заземляющий проводник ст. полоса 40×4;
- позиция 3 – главная заземляющая шина (медная);
- позиция 4 – шина РЕ главного распределительного щита ЩЭ;
- позиция 5 – токоотводы;
- позиция 6 – вертикальные электроды;
- позиция 7 – коробка с медной шиной дополнительной системы уравнивания потенциалов;
- позиция 8 – проводник от шины РЕ ГЗШ;
- позиция 9 – защитный проводник РЕ в составе распределительной или групповой сети;
- позиция 10 – проводники основной системы уравнивания потенциалов;
- позиция 11 – защитный проводник дополнительной системы уравнивания потенциалов;
- позиция 12 – проводники системы дополнительного уравнивания потенциалов;
- позиция 13 – труба холодного водопровода;
- позиция 14 – труба горячего водопровода;
- позиция 15 – труба отопления;
- позиция 18 – шунтирующие перемычки задвижек трубопроводов;
- позиция 19 – металлоконструкции (фундамент) здания;
- позиция 20 – металлическая ванна (поддон);
- позиция 21 – полотенцесушитель стальной;
- позиция 22 – хомут;
- позиция 23 – металл, направляющие лифта.

«Магистралы уравнивания потенциалов электрощитовой, выполнены

стальной полосой 40×4 мм.

Система заземления здания принята TN-C-S.

На вводе в здание предусматривается основная система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой с помощью главной заземляющей шины (ГЗШ) следующие проводящие части:

- защитные заземляющие нулевые проводники питающих кабельных линий (PEN);
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание;
- металлические части каркаса здания;
- систему молниезащиты здания;
- металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке ввода в здание.

В качестве главной заземляющей шины используется РЕ шина вводного устройства» [7].

«Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали» [12]:

$$R_{60} = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.в}}{l} \cdot \left( \lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (5)$$

где « $\rho_{расч.в}$  – расчетное удельное сопротивление грунта для стержневых

заземлителей,

$l$  – длина вертикального заземлителя;

$b$  – ширина полки уголка;

$t'$  – глубина заложения верха заземлителя» [12].

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [12]:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (6)$$

где « $t_o$  – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [12].

«Сопротивление вертикальных электродов при коэффициенте использования нормативном коэффициенте использования» [12]:

$$R_e = \frac{R_{eo}}{\eta_e \cdot n_e}, \quad (7)$$

где « $\eta_e$  – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [12].

«Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы для 2-ой климатической зоны» [12]:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (8)$$

где « $l_z$  – длина горизонтального заземлителя;

$b$  – ширина полосы горизонтального заземлителя;

$t_0$  – глубина заложения горизонтального заземлителя» [12].

«Расчетное результирующее сопротивление  $R_u$  заземляющего устройства» [12]:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_e}{R_z + R_e}, \quad (9)$$

В душевых комнатах и моечных предусмотрена дополнительная система уравнивания потенциалов, где к защитному заземляющему проводнику РЕ с помощью шины ШДУП должны быть присоединены все сторонние проводящие части: металлические трубы холодного, горячего водоснабжения, канализации, трубы отопления, металлические корпуса ванн (поддонов, моек и т.д.). Осветительные опоры заземляются РЕ-проводником кабельной линии.

Выводы по разделу.

В соответствии с инструкцией по устройству молниезащиты зданий, здание бассейна по опасности ударов молнии классифицируется как обычное, а по уровню защиты от прямых ударов молнии имеет III уровень.

Молниезащита осуществляется путем установки молниеприемной сетки на кровле с шагом не более  $10 \times 10$  м из круглой стали диаметром 8 мм. Для защиты выступающих частей предусмотрены молниеотводы высотой 3 метра.

Система заземления здания принята TN-C-S. Выполнен расчет контура заземления здания бассейна.

Контур заземления здания состоит из горизонтального заземлителя (стальная горячеоцинкованная полоса  $40 \times 4$  мм), проложенного на расстоянии 1 м от фундамента здания в траншее глубиной 0,7 м.

От наружного контура заземления заведены два заземляющих проводника в электрощитовую здания, и присоединены к ГЗШ здания.

#### 4 Выбор проводников и защитных аппаратов

Кабельные силовые линия 0,4 кВ в здании здания выполнены кабелем ППГнг(А)-НФ. До панелей ПЭСПЗ прокладывается кабель марки ППГнг(А)-FRHF.

«Групповые сети общего освещения здания прокладываются кабелем ППГнг(А)-НФ-3×1,5. Для аварийной сети освещения используется кабель ППГнг(А)-FRHF проводники N и PE берутся на каждую групповую линию отдельно, начиная от распределительного щита. Розеточная сеть выполняется кабелем ППГнг(А)-НФ-3×2,5» [3].

На рисунках 6 и 7 показан внешний вид кабелей ППГнг(А)-НФ и ППГнг(А)-FRHF соответственно.

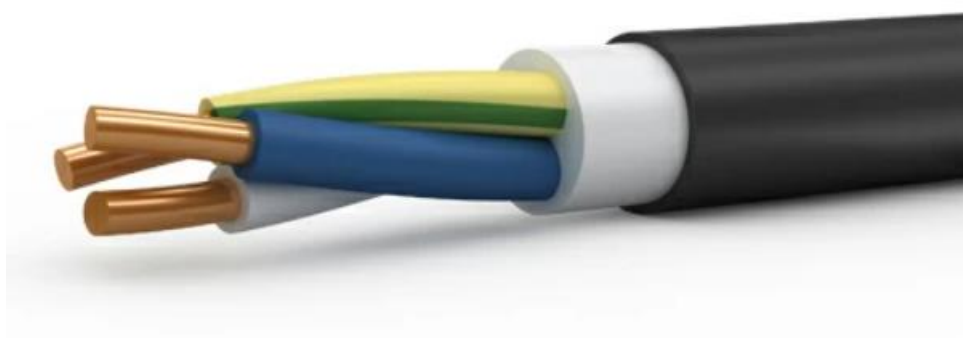


Рисунок 6 - Внешний вид кабелей ППГнг(А)-НФ

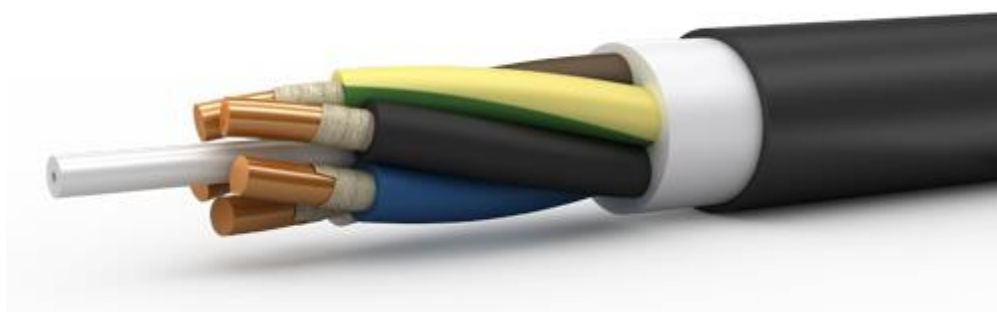


Рисунок 7 - Внешний вид кабелей ППГнг(А)-FRHF

Магистральная питающая электрическая сеть и групповые линии первого этажа выполнены кабелем ППГнг(А)-HF и ППГнг(А)-FRHF (для аварийных и противопожарных устройств) скрыто в штробах, в металлических лотках и в безгалогенных HF ПВХ трубах за подвесными потолками [1]. Магистральная питающая электрическая сеть и групповые линии подвальных помещений выполнены кабелем ППГнг(А)-HF и ППГнг(А)-FRHF открытым способом в лотках и в безгалогенных HF ПВХ трубах [11].

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [12]:

$$I_{\text{до}} = I_{\text{ном.до}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (10)$$

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» [12].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [12]:

$$U = \frac{I_{\text{расч}} \cdot L \cdot R_{\text{уд}}}{S}, \quad (11)$$

где « $I_{\text{расч}}$  - расчетный ток, А;

$L$  - длина линии, м;

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

$S$  - сечение провода, мм» [12].

«Все проходы кабелей и проводов в защитной оболочке из стальной

трубы через стены, перегородки, междуэтажные перекрытия, должны иметь заделки с огнестойкостью не ниже огнестойкости строительных конструкций, в которых выполнен проход (п. 15.25 СП 256.1325800.2016)» [21].

Типы групповых щитков, пусковая аппаратура, марка и сечения проводов, способы их прокладки приведены на нижеследующих рисунках после выбора автоматических выключателей.

«Согласно ПУЭ изд.7 и СП 256.1325800.2016 конструкции светильников, щитков, аппаратов, выключателей, розеток, всех основных узлов и деталей осветительных установок, предусмотрены с классом защиты, соответствующим среде помещений, в которых они располагаются. Применяемые в проекте светильники имеют необходимые сертификаты соответствия» [6].

«Все автоматические выключатели с комбинированными расцепителями для защиты электрических сетей от токов КЗ и перегрузок, а дифференциальные автоматы, реагирующие на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА и обеспечивающие электро- и пожаробезопасность установок. Уставки токов трогания расцепителей автоматических выключателей, сечения проводников выбраны из условия обеспечения надежного отключения при однофазных коротких замыканиях в сети 0,4 кВ» [8].

«Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле» [2]:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{0,9 \cdot U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n + Z_{нк}}, \quad (12)$$

где « $U_{\phi}$  - 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» [2].



Величины  $Z_T$  и  $Z_{ПК}$  определяются по табличным данным.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

Результаты выбора автоматических выключателей, выключателей дифференциального тока и проводников приведены на рисунках 8-11.

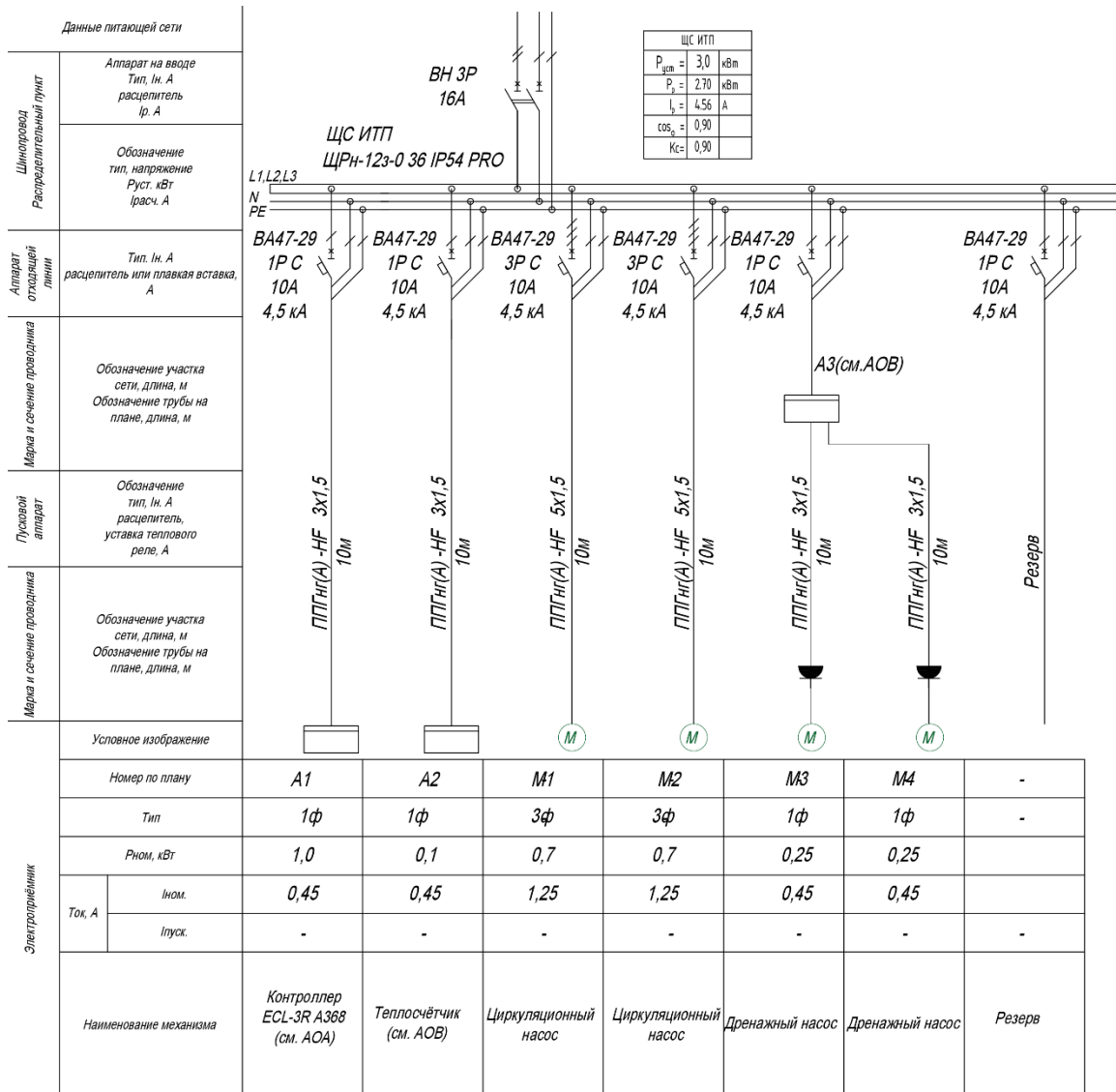


Рисунок 8 - Однолинейная расчетная схема ЩС ИТП

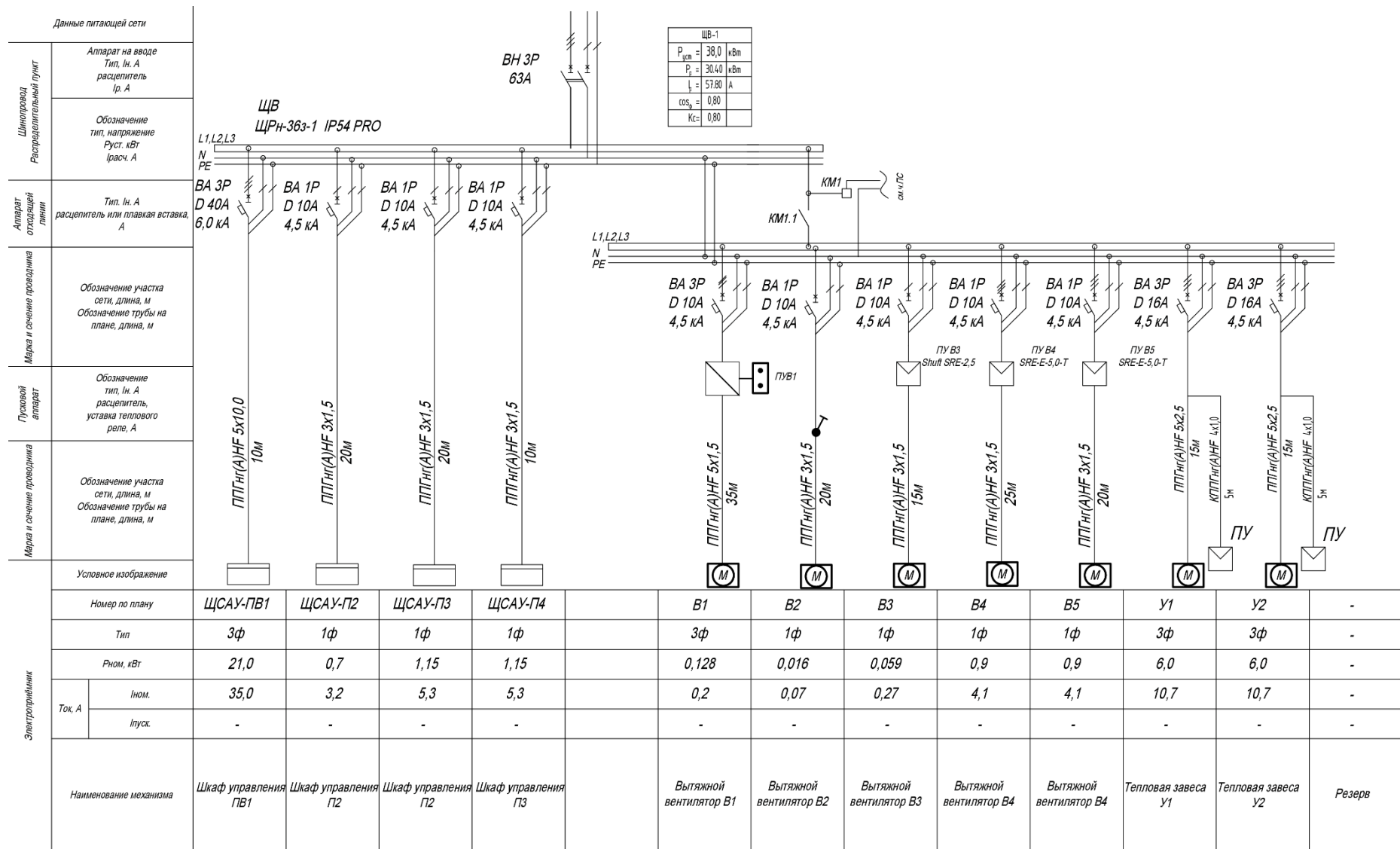


Рисунок 9 - Однолинейная расчетная схема ЩВ

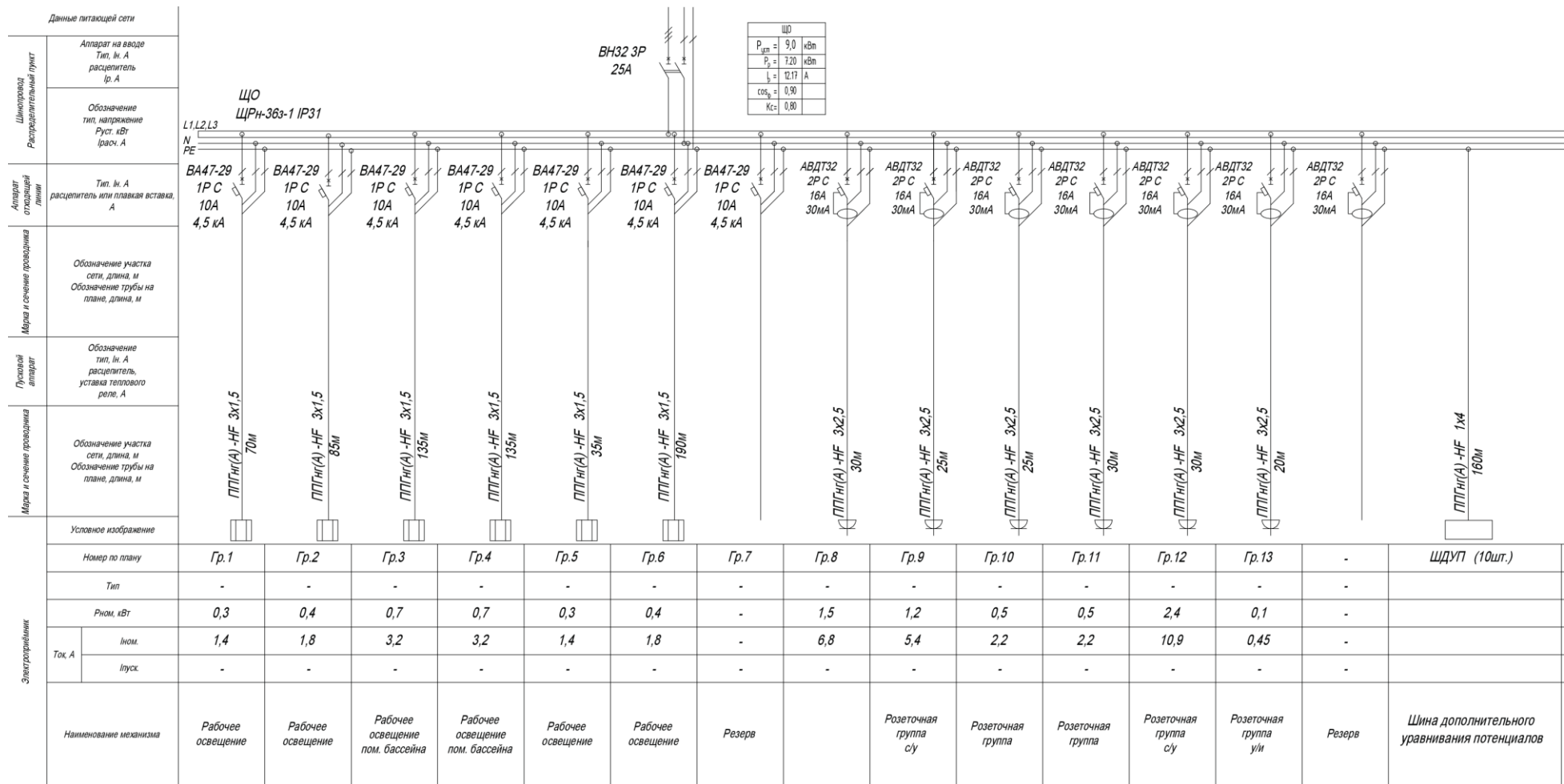


Рисунок 10 - Однолинейная расчетная схема ЩО

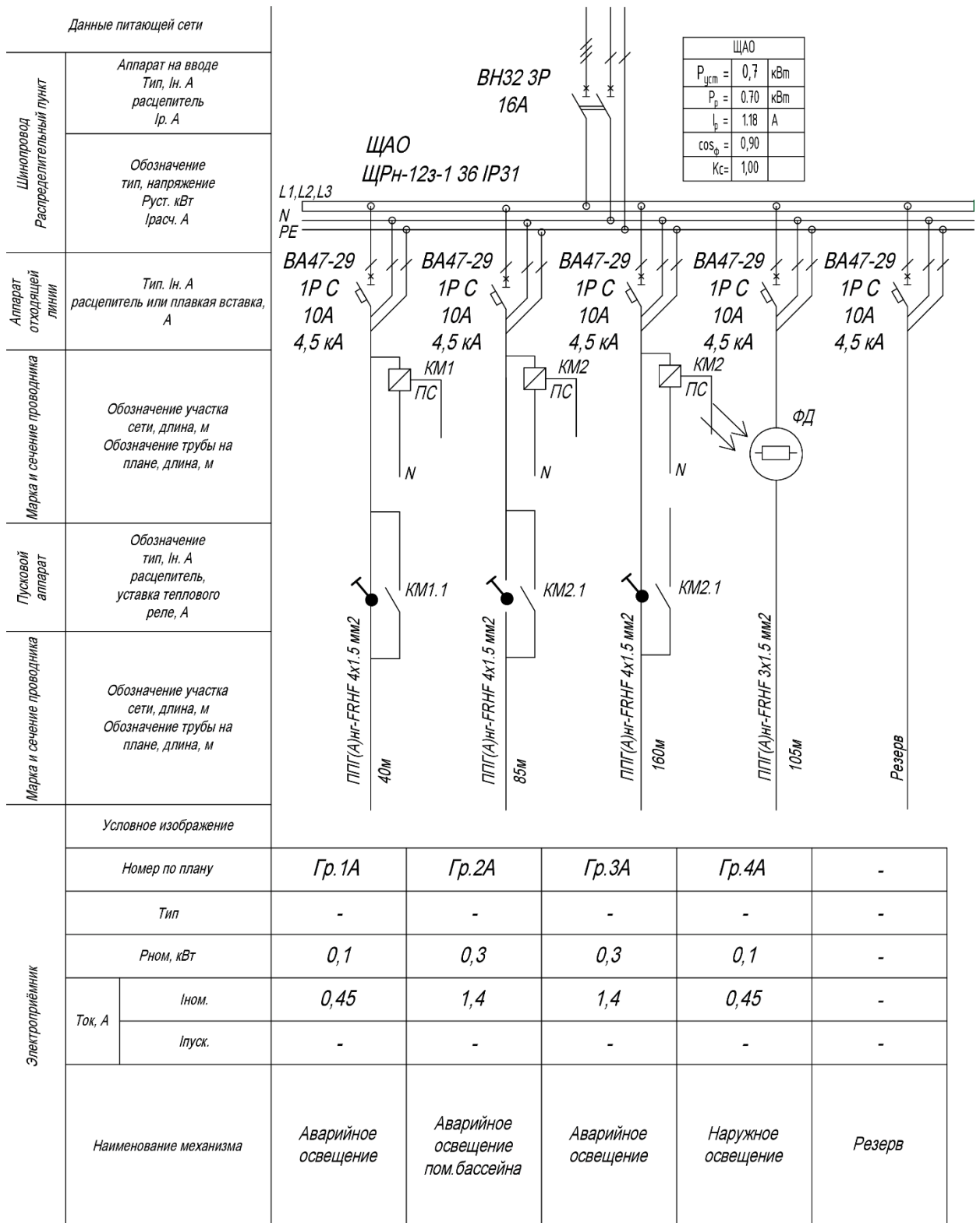


Рисунок 11 - Однолинейная расчетная схема ЩАО

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [12]

$$U_n \geq U_{nc};, \quad (13)$$

– «по номинальному току» [12]

$$I_{np} \geq I_{pa};, \quad (14)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [12]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)},, \quad (15)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$  – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [2].

«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» [12]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (16)$$

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» [12].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [12]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (17)$$

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

$t_{ni}$  – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [12].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [12]:

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (18)$$

где « $t_{cp}$  – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$  – допустимое время отключения в соответствии 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» [12]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон},, \quad (19)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_{дон},, \quad (20)$$

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» [12].

«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» [14].

Выключатели автоматические на системах общеобменной вентиляции и насосной группы применяются характеристикой D [10]. Высота установки пусковых аппаратов – 1,2...1,6 м, высота установки розеток в помещениях общего назначения – 1 м, высота установки выключателей освещения в помещениях общего назначения – 1 м.

Выводы по разделу.

Кабельные силовые линия 0,4 кВ в здании здания выполнены кабелем ППГнг(А)-НФ. До панелей ПЭСПЗ прокладывается кабель марки ППГнг(А)-FRNF. Для групповых сетей общего освещения здания прокладываются кабели ППГнг(А)-НФ-3×1,5, а до розеточной сети кабель ППГнг(А)-НФ-3×2,5.

Сечения выбранных кабелей проверены по токовой нагрузке и допустимым потерям напряжения.

«Выбраны автоматические выключатели с комбинированными расцепителями для защиты электрических сетей от токов КЗ и перегрузок, а дифференциальные автоматы, реагирующие на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА и обеспечивающие электро- и пожаробезопасность установок. Уставки токов трогания расцепителей автоматических выключателей, сечения проводников выбраны из условия обеспечения надежного отключения при однофазных коротких замыканиях в сети 0,4 кВ» [8].

## 5 Выбор системы внутреннего освещения здания бассейна

В данной работе предусмотрена система рабочего и аварийного освещения.

Для освещения территории предусмотрено наружное освещение пешеходной зоны и проездных дорог. Приняты светодиодные светильники и прожектора на световых опорах.

В помещениях применяемые светильники имеют индекс светопередачи не менее 90, с ССТ 4000(940), что соответствует постановлению правительства от 24 декабря 2020 г. № 2255 [13].

«Напряжение распределительной сети - 400/230 В, ламп рабочего и аварийного освещения – 230 В, переносного – 42 В.

В данной работе, согласно п. 7.6 СП 52.13330.2016, выполнено аварийное эвакуационное и резервное освещение. Эвакуационное освещение разделяется на: освещение путей эвакуации и антипаническое освещение» [24].

Освещение путей эвакуации выполнено в коридорах и проходах по путям эвакуации, на лестничных маршах, в местах размещения средств пожаротушения.

Антипаническое освещение выполнено в помещениях, площадью более 60 м<sup>2</sup>, для предотвращения паники и обеспечения условий для безопасного подхода к путям эвакуации.

Резервное освещение выполнено в: электрощитовой и других помещениях, где требуется нормальное продолжение работы при нарушении питания рабочего освещения, а также если связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- гибель, травмирование или отравление людей;
- взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса.

Управление аварийным освещением предусмотрено с мест. Предусмотрено автоматическое включение аварийного освещения при



пожаре.

Групповые линии аварийного освещения проложены отдельно от цепей рабочего освещения и других сетей. В местах открытой прокладки цепей аварийного освещения выдерживается расстояние более 300 мм от других сетей.

Совместная прокладка взаиморезервируемых питающих и распределительных линий электроприемников противопожарных устройств, охранной сигнализации и других сетей в одном канале или трубе не допускается.

Светильники рабочего освещения получают питание от этажных щитов ЩО, аварийного от ЩАО по отдельным распределительным линиям.

Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования.

«Индекс помещения  $i$  определяется по выражению» [19]:

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

где « $A$  и  $B$  - длина и ширина помещения;

$H_p$  - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [19].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [19]:

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

где « $N$  - число светильников;

$n$  - число ламп в светильнике;

$\Phi_l$  - световой поток лампы;

$\eta$  - коэффициент использования;

$k$  - коэффициент запаса;

$S$  - площадь помещения» [19].

«Значение  $N$  округляется до ближайшего целого числа  $N_p$ .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [19]:

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

где « $P_{nl}$  - мощность одной лампы» [19].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания  $N_B$ » [19]:

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

«Определяем число светильников в каждом ряду  $N_A$ » [19]:

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

«Определяем расстояние между светильниками  $L$  и расстояние от крайнего ряда светильников до стены  $l$ » [19]:

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

Результаты выбора светильников по помещениям бассейна заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты выбора светильников по помещениям бассейна

Группа светильников	Тип выбранного светильника	Степень защиты	Мощность	Количество
Подвальные помещения				
1	ДБО85-16-001 Tablette 840	IP65	16Вт	2 шт.
2	ДБО88-18-001 CDR 840	IP65	18Вт	8 шт.
2a	ДБО88-18-041 CDR 840 EM3	IP65	18Вт	2 шт.
4	ДПО52-40-501 Optimus 840	IP65	37Вт	13 шт.
4a	ДПО52-40-541 Optimus 840 EM3	IP65	37Вт	7 шт.
Помещения 1-го этажа				
1	ДБО85-16-001 Tablette 840	IP65	16Вт	3 шт.
2	ДБО88-18-001 CDR 840	IP65	18Вт	14 шт.
2a	ДБО88-18-041 CDR 840 EM3	IP65	18Вт	2 шт.
3	ДПО12-38-003 Universal Opal 840	IP20	36Вт	22 шт.
3a	ДПО12-38-043 Universal Opal EM3 840	IP20	36Вт	3 шт.
4a	ДПО52-40-541 Optimus 840 EM3	IP65	37Вт	1 шт.
5	ДСП47-80-601 Arsenal Sport 940	IP65	73Вт	20 шт.
5a	ДСП47-80-641 Arsenal Sport 940 EM1	IP65	73 Вт	4 шт.

«Управление рабочим освещением здания осуществляется выключателями по месту. Управление аварийным освещением мест общего пользования осуществляется по месту выключателями. Управление освещением коридоров и лестничных маршей осуществляется от кнопочных постов с поста охраны.

Управление освещением спортивного зала производится непосредственно из зала, аппараты управления размещены у входных дверей. Управление освещением обеспечивает возможность отключения 2/3 светильников основного освещения при сохранении равномерности освещения» [27].

В помещении санузла МГН освещенность принята на ступень выше нормируемой.

Освещение входных групп предусмотрено светодиодными светильниками IP65, установленными на фасаде здания.

У мест размещения первичных средств пожаротушения и обозначения поста медицинской помощи размещены знаки безопасности. Питание знаков безопасности осуществляется от щитов ЩАО [9].

Выводы по разделу.

В данной работе предусмотрена система рабочего и аварийного освещения.

В помещениях применяемые светильники имеют индекс светопередачи не менее 90. Степень защиты выбрана в соответствии с условиями окружающей среды, большинство светильников выбраны со степенью защиты IP65.

Расчет освещения выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования светового потока.

Светильники рабочего освещения получают питание от этажных щитов ЩО, аварийного от ЩАО по отдельным распределительным линиям.

## 6 Наружное освещение здания бассейна

Наружное освещение территории бассейна предусмотрено от осветительного ящика ЯУО-9602 установленного в помещении охраны.

На рисунке 12 представлен внешний вид ящика ЯУО-9602, планируемого к установке.



Рисунок 12 - Внешний вид ящика ЯУО-9602

Освещение с нагрузкой 1,42 кВт осуществляется от ящика ЯУО-9602 магистралью Н1 включающей в себя кабельную линию выполненную кабелем ППГнг(А)NF 3×4,0 протянутую в гофрированной трубе по строительным конструкциям и Н2, включающую в себя кабельную линию выполненную кабелем АВБбШв 3×6,0 в двухстенной трубе ДКС диаметром 63мм., опор освещения с установленными на них светодиодными светильниками в количестве 2шт. и светодиодных уличных светильников, установленных на фасад здания на высоте 7,000м от уровня земли. Опоры устанавливаются в грунт в пробуренные отверстия на фундамент и заливаются бетоном. В опорах

устанавливается блок предохранителей, с которым соединяются питающие провода светильника кабелем ВВГ 3×2,5мм<sup>2</sup> [26]. Светильники по фасаду устанавливаются на поворотных кронштейнах с креплением к строительным конструкциям через ограничительные стальные втулки.

Схема шкафа предусматривает как автоматическое (дистанционное) с помощью фотодатчика, так и ручное управление. Автоматическое управление освещением осуществляется от фотодатчика, производящего включение отключение освещения в зависимости от уровня естественной освещенности. Величина нормированной освещенности выбрана в соответствии с СП 52-13330- 2011 «Естественное и искусственное освещение» - дороги 6 лк, пешеходная зона 4 лк. Способы прокладки кабеля и пересечения с подземными коммуникациями выполняются по типовому проекту А11-2011 «Прокладка кабельных линий до 35 кВ в траншеях». Кабели прокладываются в земле на глубине 0,7м.

Выводы по разделу.

Определены общие требования к системе наружного освещения здания бассейна, применяемые типы и сечения кабелей. Наружное освещение территории бассейна осуществляется от осветительного ящика ЯУО-9602 установленного в помещении охраны. К уличным опорам освещения с установленными на них светодиодными светильниками проложен кабель АВБбШв 3×6,0 в двухстенной трубе ДКС.

## Заключение

Целью бакалаврской работы являлось проектирование системы электроснабжения бассейна, отвечающей требованиям безопасности, надежности и экономичности.

Произведен расчет максимальных нагрузок. Активная расчетная нагрузка на шинах ВРУ составила 52,4 кВт, реактивная 25,5 квар, полная 58,3 кВА, а суммарный расчетный ток составил 87,3 А.

Определены требования к оснащению ВРУ для обеспечения требований к надежности электроснабжения потребителей I и II категории по надежности электроснабжения.

В соответствии с инструкцией по устройству молниезащиты зданий, здание бассейна по опасности ударов молнии классифицируется как обычное, а по уровню защиты от прямых ударов молнии имеет III уровень.

Молниезащита осуществляется путем установки молниеприемной сетки на кровле с шагом не более  $10 \times 10$  м из круглой стали диаметром 8 мм. Для защиты выступающих частей предусмотрены молниеотводы высотой 3 метра.

Система заземления здания принята TN-C-S. Выполнен расчет контура заземления здания бассейна.

Контур заземления здания состоит из горизонтального заземлителя (стальная горячеоцинкованная полоса  $40 \times 4$  мм), проложенного на расстоянии 1 м от фундамента здания в траншее глубиной 0,7 м.

От наружного контура заземления заведены два заземляющих проводника в электрощитовую здания, и присоединены к ГЗШ здания.

Кабельные силовые линия 0,4 кВ в здании здания выполнены кабелем ППГнг(А)-HF. До панелей ПЭСПЗ прокладывается кабель марки ППГнг(А)-FRHF. Для групповых сетей общего освещения здания прокладываются кабели ППГнг(А)-HF- $3 \times 1,5$ , а до розеточной сети кабель ППГнг(А)-HF- $3 \times 2,5$ .

Сечения выбранных кабелей проверены по токовой нагрузке и допустимым потерям напряжения.

«Выбраны автоматические выключатели с комбинированными расцепителями для защиты электрических сетей от токов КЗ и перегрузок, а дифференциальные автоматы, реагирующие на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА и обеспечивающие электро- и пожаробезопасность установок. Уставки токов трогания расцепителей автоматических выключателей, сечения проводников выбраны из условия обеспечения надежного отключения при однофазных коротких замыканиях в сети 0,4 кВ» [8].

В данной работе предусмотрена система рабочего и аварийного освещения.

В помещениях применяемые светильники имеют индекс светопередачи не менее 90. Степень защиты выбрана в соответствии с условиями окружающей среды, большинство светильников выбраны со степенью защиты IP65.

Расчет освещения выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования светового потока.

Светильники рабочего освещения получают питание от этажных щитов ЩО, аварийного от ЩАО по отдельным распределительным линиям.

Определены общие требования к системе наружного освещения здания бассейна, применяемые типы и сечения кабелей. Наружное освещение территории бассейна осуществляется от осветительного ящика ЯУО-9602 установленного в помещении охраны. К уличным опорам освещения с установленными на них светодиодными светильниками проложен кабель АВБбШв 3×6,0 в двухстенной трубе ДКС.



## Список используемой литературы и источников

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. 86 с.
2. 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 08.01.2024).
3. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 30.12.2023).
4. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 30.12.2023).
5. ГОСТ 32145-2013 (ГОСТ Р 53333-2008) Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104289> (дата обращения 27.02.2024).
6. ГОСТ Р 50571.2-94 (МЭК 364-3-93). Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200133481> (дата обращения 06.02.2024).
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 17.01.2024).
8. ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016). Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и

электрооборудования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170001> (дата обращения 21.01.2024).

9. 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](https://docs.cntd.ru/document/1200107497) (дата обращения 15.12.2023).

10. Миронова А.Н., Миронов Ю.М. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2023. 470 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1996313> (дата обращения: 15.11.2023).

11. НПБ 246-97. Арматура электромонтажная. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001088> (дата обращения 05.02.2024).

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

13. Постановление правительства РФ №2255 от 24.12.2020. Об утверждении требований к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/400149914/> (дата обращения 21.01.2024).

14. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 23.01.2024).

15. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 13.08.2023).

16. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 21.01.2024).

17. СанПиН 2.4.2821-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902256369> (дата обращения 30.12.2023).
18. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.
19. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения 15.12.2023).
20. 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 15.12.2023).
21. 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 30.12.2023).
22. СП 310.1325800.2017. Бассейны для плавания. Правила проектирования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556522748> (дата обращения 27.02.2024).
23. СП 323.1325800.2017. Территории селитебные. Правила проектирования наружного освещения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556794135> (дата обращения 21.01.2024).
24. 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 16.12.2023).
25. СП 59.13330.2012. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 (с Изменением №1) [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/1200089976> (дата обращения 04.02.2024).

26. СП 6.13130.2021 Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 30.12.2023).

27. 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/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/) (дата обращения 30.12.2023).