

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 ДОО

Обучающийся

В.В. Шатских

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2025

Аннотация

В работе были решены вопросы проектирования надежной системы электроснабжения детской образовательной организации.

Определены источники внешнего электроснабжения, выбраны тип кабеля для питающих линий и определены их сечения.

Произведен расчет электрических нагрузок, определены категории электроприемников по надежности электроснабжения. Выполнен выбор защитных аппаратов и кабелей как к отдельным электроприемникам, так и к групповым щитам.

Определены параметры систем рабочего заземления и молниезащиты здания.

Произведен расчёт системы внутреннего искусственного освещения, выбраны типы светильников и в соответствии с нормируемыми уровнями требуемой освещённости определено количество светильников для каждого из помещений.

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

Содержание

Введение.....	4
1 Характеристика внешних источников электроснабжения и выбор схемы электроснабжения ДОО.....	8
2 Определение расчетных нагрузок по зданию ДОО.....	12
3 Определение требований к надежности электропитания, качеству поставляемой электрической энергии, выбор электрических аппаратов и проводников.....	16
4 Заземление и молниезащита здания ДОО	35
5 Расчет параметров системы искусственного освещения здания ДОО.....	41
Заключение	47
Список используемой литературы и используемых источников	49

Введение

Проектируемый корпус детской дошкольной образовательной организации (ДОО) располагается на участке внутри жилого квартала города Волгодонска, ограниченного: улицей Гагарина на юго-востоке, улицей Энтузиастов на юго-западе, проспектом Строителей на северо-западе, проспектом Курчатова на северо-востоке. Расположение участка застройки показано на рисунке 1.

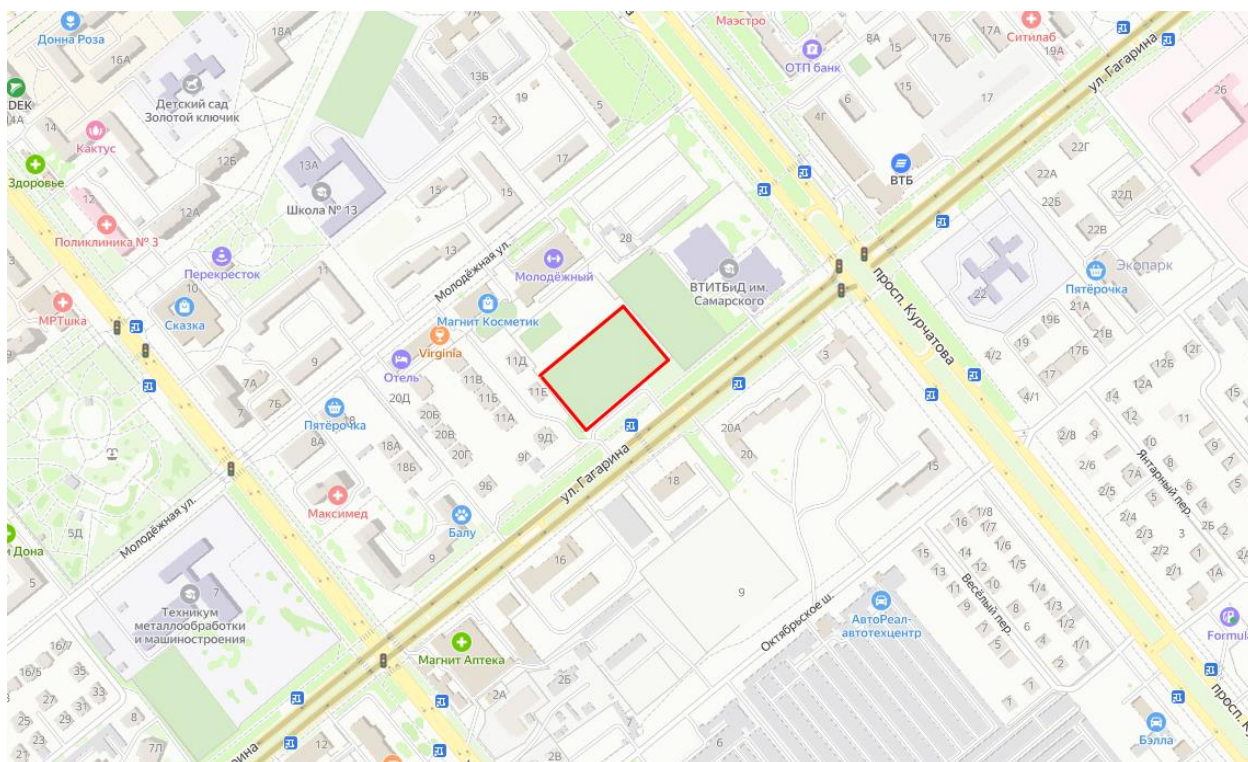


Рисунок 1 – Участок застройки, на котором будет расположен ДОО

Расчетная вместимость объекта – 300 воспитанников.

Проектируемое здание отдельно стоящее, 3-этажное с подземным этажом. Габаритные размеры в осях составляют $71,36 \times 29,68$ м. Высота этажей 3,6 м, высота подвала 2,2 м.

Вертикальная связь между этажами проектируемого здания осуществляется при помощи лестничных клеток и одного пассажирского

лифта. Для подачи готового питания на 2 и 3 этажи установлен малый грузовой подъемник грузоподъемностью 100 кг.

Площади помещений соответствуют действующим санитарно-гигиеническим нормам и правилам. Компонировка основных и вспомогательных зон дошкольной организации решена с учетом специфики их функционирования.

Дошкольная образовательная организация общего типа, реализующая общеразвивающую программу, рассчитана на 300 воспитанников возрастом от полутора до семи лет. Общее количество 16 возрастных групп, в том числе:

- групп для детей раннего возраста от 1,5 до 3 лет – 4 группы по 15 мест (60 мест);
- младшая дошкольная группа (3–4 года) – 3 группы по 20 мест (60 мест);
- средняя дошкольная группа (4–5 лет) – 3 группы по 20 мест (60 мест);
- старшая дошкольная группа (5–6 лет) - 3 группы по 20 мест (60 мест);
- подготовительная дошкольная группа (6–7 лет) - 3 группы по 20 мест (60 мест).

В ДОО обеспечивается присмотр, уход, оздоровление и обучение в рамках общеразвивающей образовательной программы детей в возрасте от полутора до семи лет.

Режим работы - дневной, полного дня (до 12 часов), 5 дней в неделю.

В планировочной структуре здания соблюден принцип групповой изоляции. Проектируемое здание состоит из функциональных зон различного назначения:

- групповые ячейки – изолированные помещения, принадлежащие каждой детской группе;
- дополнительные помещения для занятий с детьми, предназначенные для поочередного использования всеми или несколькими детскими группами;
- сопутствующие помещения (медицинский блок, пищеблок,

постирочная);

- служебно-бытовые помещения для персонала.

«В здании ДОО используются следующие виды специальных электроприемников и технологического электрооборудования.

В раздевальных групповых ячеек установлены сушильные шкафы с электрообогревом для просушивания верхней одежды и обуви» [25]. В помещениях групповых, спален и в буфетных установлены обеззараживатели воздуха (рециркуляторы). В буфетных установлены посудомоечные машины. Над моечными ваннами установлены вентиляционные отсосы для удаления избыточной влаги.

В проектируемом ДОО организован питьевой режим для пребывающих в группах детей, обеспечивающий безопасность качества питьевой воды, которая отвечает требованиям санитарных правил, что достигается кипячением и осуществляется на пищеблоке в электрокипятильнике.

Зал музыкальных занятий находится на втором этаже здания. В зале установлены музыкальная аппаратура и проектор с экраном.

В состав медицинского блока входит процедурный кабинет, помещение которого оборудовано холодильником, сухожаровым шкафом, диструктором для уничтожения одноразовых игл и облучателем воздуха [27].

В постирочной, расположенной на 1 этаже в непроходном блоке, установлены три стирально-отжимные и сушильные машины, а также установлен электрический котел (позиция 73.1 на плане) с ручным опрокидыванием для кипячения белья и два вентиляционных отсоса над котлом и гладильным катком. Помещение сортировки грязного белья оборудовано обеззараживателем воздуха. В помещении гладильной установлены каток для глажения белья, утюг с гладильной доской, швейная машина для ремонта белья.

Пищеблок расположен на 1 этаже. Для хранения запаса продуктов предусмотрено помещение с холодильным оборудованием для отдельного хранения скоропортящихся охлажденных и замороженных продуктов.

Овощной цех состоит из помещений для первичной и вторичной обработки. В помещении первичной обработки установлена картофелечистка, и овощерезка. Подготовленные овощи подаются на доработку в цех вторичной обработки, где установлены производственные шкафы, холодильный шкаф и овощерезка. Мясорыбный цех условно разделен на отдельные технологические зоны для мяса и рыбы в каждой из которых установлены холодильные шкафы, электронные весы и электромясорубки. Для обработки яиц предусмотрено отдельное помещение, оборудованное холодильным шкафом и овоскопом. В горячем цеху установлены две 6-конфорочные электроплиты, две электросковороды, два котла пищеварочных, два пароконвектомата, холодильный шкаф. Для работы с тестом установлены тестомес и планетарный миксер. Холодный цех оборудован холодильным шкафом, столом с охлаждаемым шкафом, овощерезкой, обеззараживателем воздуха. В помещении моечной кухонного инвентаря установлена котломоечная машина. В раздаточной установлен холодильник для хранения суточных проб и рециркулятор. В помещения мясорыбного, горячего и холодного цехов, раздаточной установлены обеззараживатели воздуха и поверхностей (рециркуляторы). Над тепловым оборудованием и моечными ваннами предусмотрены местные вентиляционные отсосы.

При строительстве ДОО планируется применение в основном оборудования отечественного производства.

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной и безопасной системы снабжения электрической энергией электроприемников ДОО.

1 Характеристика внешних источников электроснабжения и выбор схемы электроснабжения ДОО

Разрешенная максимальная мощность в целом по объекту составляет 1180,5 кВт.

Электроснабжение потребителей проектируемого детского сада предусматривается по II категории надежности. Напряжение сети 380/220В переменного тока.

Точки присоединения:

- РУ-0,4 кВ проектируемой трансформаторной подстанции 2ТП-10/04 кВ.

Центр питания:

- основной источник питания - ПС 220 кВ «Восточная промзона», ВП-550;
- резервный источник питания - ПС 220 кВ «Восточная промзона», ВК-626.

Согласно таблице 6.1 СП 256.1325800.2016 здание детского сада относится к потребителям II категории надежности электроснабжения, аварийное освещение, электрооборудование противопожарных устройств, оборудование связи и сигнализации, лифт для пожарного подразделения, вентиляция дымоудаления, оборудование теплового пункта, относятся к потребителям I категории.

Принятая схема электроснабжения обеспечивает надежность электроснабжения проектируемого объекта как потребителя II категории, для электроприемников I категории (гарантированное питание) предусматривается установка щита ЩГП с АВР, для противопожарного оборудования щит ПЭСПЗ с АВР. Щиты ЩГП и ПЭСПЗ подключаются через АВР, на вводе ВРУ после аппаратов управления и до аппаратов защиты.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема электроснабжения ДОО. На рисунке 2 приведена принципиальная схема щита ВРУ.

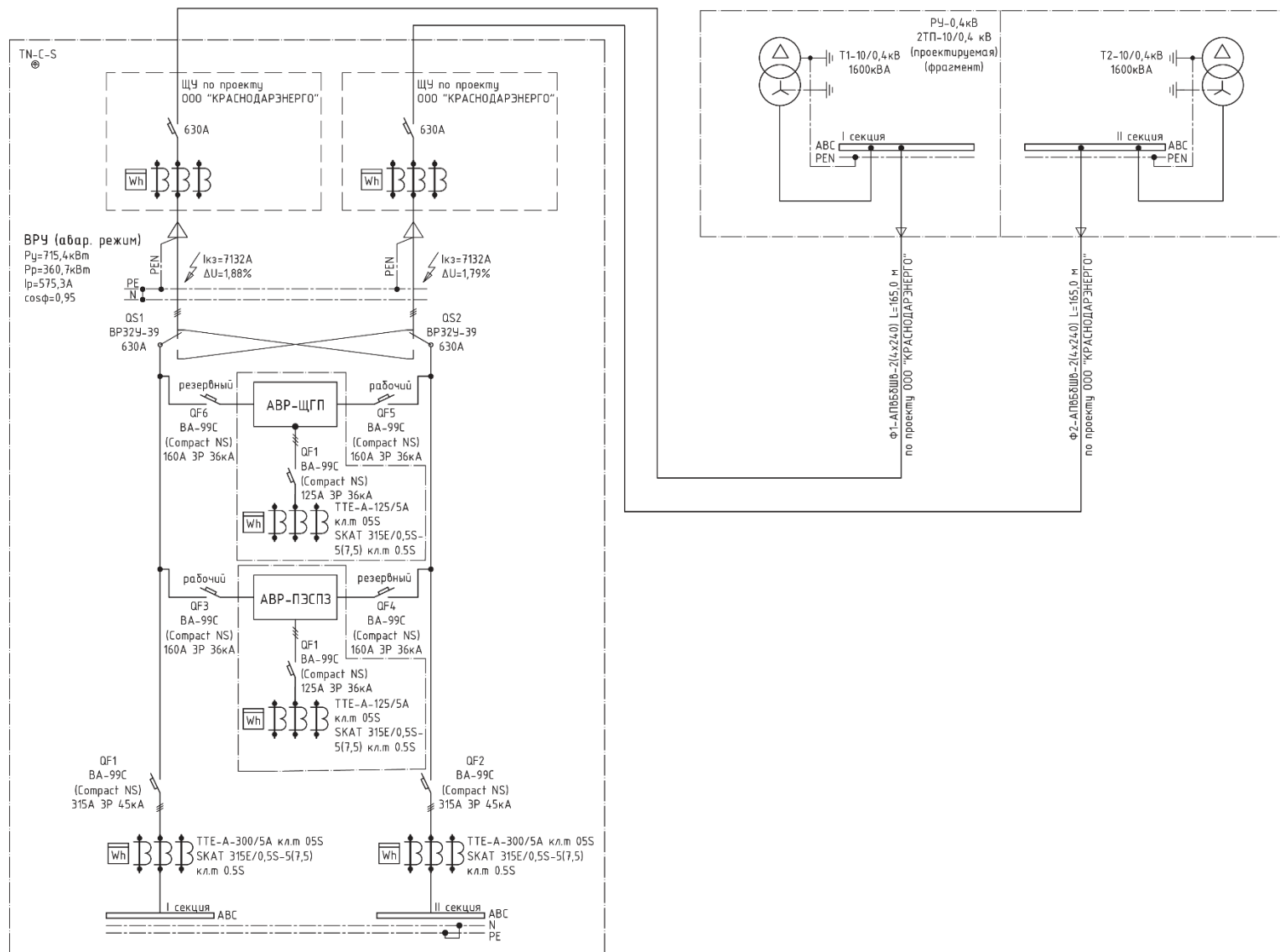


Рисунок 1 - Принципиальная схема электроснабжения ДОО

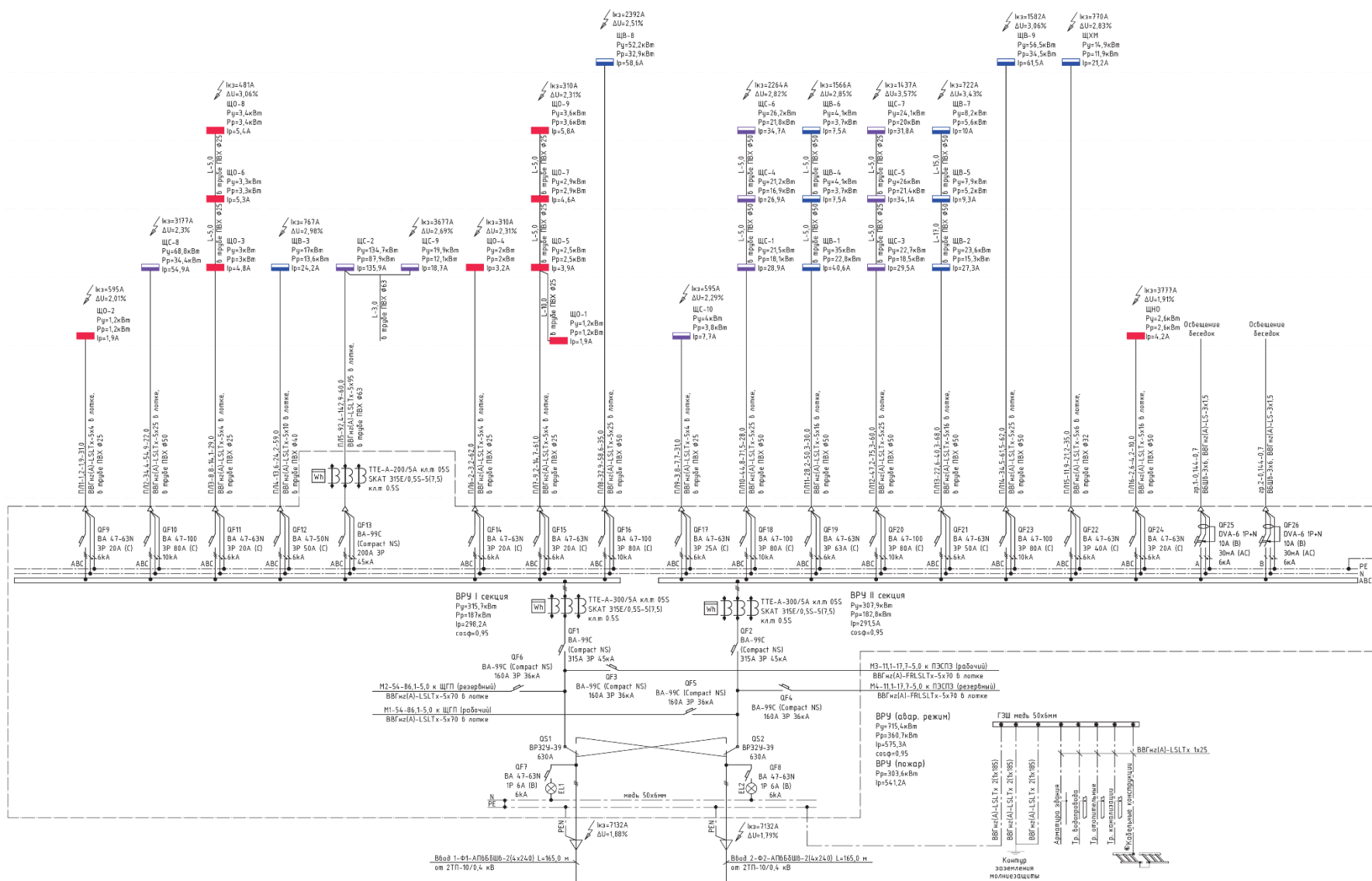


Рисунок 2 - Принципиальная схема щита ВРУ

В соответствии с классификацией в рабочем и аварийном режиме проектируемый объект обеспечивается по II категории надежности электроснабжения от проектируемой трансформаторной подстанции 2ТП-10/0,4 кВ по двум взаиморезервируемым кабельным линиям 0,4 кВ проложенными в земле до вводно – распределительного устройства ВРУ.

Для ввода и распределения электроэнергии в помещении электрощитовой устанавливается, вводно-распределительное устройство ВРУ.

Выводы по разделу.

Основные ЭП здания детского сада относятся к потребителям II категории надежности электроснабжения, аварийное освещение, электрооборудование противопожарных устройств, оборудование связи и сигнализации, лифт для пожарного подразделения, вентиляция дымоудаления, оборудование теплового пункта, относятся к потребителям I категории, для которой предусматривается щит гарантированного питания (ЩГП) с АВР.

Питание осуществляется от двухтрансформаторной ТП 10/0,4 кВ по двум взаиморезервируемым линиям, при этом сама ТП питается от ПС 220 кВ «Восточная промзона»

Для ввода и распределения электроэнергии в помещении электрощитовой устанавливается, вводно-распределительное устройство ВРУ.

2 Определение расчетных нагрузок по зданию ДОО

Основными потребителями электроэнергии проектируемого здания детского сада являются: электрическое освещение и силовое электрооборудование (технологическое оборудование, лифт, подъемник, вентиляционное оборудование, оборудование связи и сигнализации, компьютеры и оргтехника, оборудование теплового пункта, оборудование насосной).

В таблице 1 приведены общие технико-экономические характеристики строительства группы объектов.

Таблица 1 - Общие технико-экономические характеристики строительства группы объектов

Наименование параметров	Единица измерения	Количество
Напряжение сети: а) «технологическое оборудование, лифт, подъемники, вентиляционное оборудование, оборудование связи и сигнализации, компьютеры и оргтехника, сантехническое оборудование, оборудование теплового пункта, аварийное и рабочее освещение, наружное освещение, оборудование насосной» [10]. б) ремонтное освещение	В	~380/220 ~36 ~12 (для теплового пункта)
Разрешённая мощность по ТУ общая	кВт	1180,5
Расчетная мощность по объекту: Проектирование и строительство СОШ на 1550 мест	кВт	521
Расчетная мощность по объекту: Проектирование и строительство ДОО на 230 мест	кВт	256,4
Расчетная мощность по объекту: Проектирование и строительство ДОО на 300 мест	кВт	360,7

Расчет потребляемой мощности электроприемников объекта выполнен согласно рекомендациям СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа».

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [28]:

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

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» [28].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [28]:

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

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [28].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [28]:

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [28].

«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» [28]:

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

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» [28].

Результаты выполненных расчетов максимальных ожидаемых нагрузок по ДОО заносим в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты выполненных расчетов максимальных ожидаемых нагрузок по ДОО

Наименование	Установленная мощность кВт	Коэффициент спроса	Расчетная мощность кВт	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
Рабочее освещение	23,1	0,81	18,7	0,95	0,33
Наружное освещение	2,89	1	2,9	0,95	0,33
Групповое оборудование (музыкальный и спортивный зал)	28,15	0,15	4,2	0,95	0,33
Посудомоечные машины	2,4	0,85	32,6	0,98	0,20
Сушильные шкафы	2,5	0,65	26	0,95	0,33
Механическое оборудование кухни	38,92	0,31	12,1	0,98	0,2
Технологическое оборудование кухни	124,80	0,65	81,1	0,98	0,2
Оборудование прачечной	68,8	0,5	34,4	0,95	0,33
Оборудование мастерской	3	0,5	1,5	0,95	0,33
Компьютерная техника	21,02	0,8	16,8	0,95	0,33

Продолжение таблицы 1

Наименование	Установленная мощность кВт	Коэффициент спроса	Расчетная мощность кВт	cos φ	tg φ
Вентиляция и холодильные установки систем кондиционирования	223,8	0,53	118,6	0,85	0,62
Подъемник	5	1	5	0,65	1,17
Насосное оборудование	3,7	0,95	3,5	0,75	0,88
Оборудование связи	2,04	0,9	1,8	0,95	0,33
в том числе: I категория (ЩГП)					
Оборудование связи (I категория)	0,3	1	0,3	0,95	0,33
ИТП (насосы, автоматика, водонагреватели)	61,2	0,59	36,2	0,98	0,2
Медицинское оборудование	4,3	0,6	2,6	0,95	0,33
Лифт	14,9	1	14,9	0,65	1,17
в том числе: I категория (ПЭСРЗ)					
Оборудование пожарной сигнализации	0,76	1	0,76	0,95	0,33
Аварийное освещение	10,3	1	10,3	0,95	0,33
Итого общая	715,4	-	424,4	0,95	0,33
Итого общая с К (пункт 7.2.15 СП 256.1325800.2016)	424,4	0,85	360,7	0,95	0,33
Итого общая с К (таблица 7.11 СП 256.1325800.2016)	360,7	1	360,7	0,95	0,33

Выводы по разделу.

В результате расчетов ожидаемых нагрузок по зданию ДОО было установлено, что суммарная установленная мощность составляет 715,4 кВт, а расчетная мощность – 424,4 кВт.

3 Определение требований к надежности электропитания, качеству поставляемой электрической энергии, выбор электрических аппаратов и проводников

«Проектируемый объект относится к потребителям II категории надежности электроснабжения, аварийное освещение, лифт, оборудование связи и сигнализации, оборудование теплового пункта и электрооборудование противопожарных устройств относится к потребителям I категории» [23].

Электроприемники I категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Электроприемники II категории в нормальных режимах обеспечиваются электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания, допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Требования качества электроэнергии в электрических сетях энергоснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединены электрические сети потребителей или приемники электрической энергии сформулированы в ГОСТ 32144-2013.

Нормы, установленные настоящим стандартом, подлежат включению в технические условия на присоединение потребителей электрической энергии и в договоры на пользование электрической энергией между электроснабжающими организациями и потребителями электрической энергии.

«Значения показателей качества электроэнергии, характеризующие свойства электрической энергии и установленные ГОСТ 32144-2013 не должны выходить за нормальные допустимые в течение 95% времени каждых суток и не должны выходить за предельно допустимые значения в течение 5% времени суток» [6].

В рабочем режиме электроснабжение производится по двум рабочим вводам 0,4кВ от проектируемой ТП к ВРУ. При пропадании напряжения на одном из вводов (аварийный режим) вся нагрузка питается по второму, оставшемуся в работе, вводу 0,4кВ.

Переключение питания между вводами на щитах ПЭСПЗ и ЩГП производится автоматически посредством АВР.

Коммутационная аппаратура на вводе выбрана с учетом аварийного режима. В рабочем режиме все системы находятся под напряжением и нагрузкой.

Групповые щиты, устанавливаемые на этажах в коридорах в зонах удобных для эксплуатации и обслуживания техническим персоналом, приняты утопленного исполнения.

Щиты в технических помещениях приняты навесного исполнения. Все щиты запираются на замок. Щиты укомплектованы автоматическими выключателями и защитными дифференциальными выключателями с максимальной токовой защитой. Щиты устанавливаются на высоте 1,2м от уровня пола. Щит противопожарных устройств ПЭСПЗ имеет боковые стенки для противопожарной защиты, установленной в нем аппаратуры, и окрашиваются огнестойкой краской.

В качестве пусковой аппаратуры приняты контакторы, электрощиты и пульты управления, входящие в комплект с оборудованием.

Для подключения бытовой техники, компьютеров, технологического оборудования предусматривается установка штепсельных розеток.

«Высота установки штепсельных розеток:

- 1,8 м - в помещениях пребывания детей;

- 0,3 м - в помещениях административно-бытового персонала;
- 1,3м - в помещениях пищеблока, в помещениях прачечной.

К установке принимаются розетки с защитным контактом и шторкой, автоматически закрывающее гнезда при вынутой вилке согласно п.п.7.1.49 ПУЭ 7-е издание» [17].

Линии питания розеток защищаются дифференциальными выключателями с дифференциальным током 30 мА.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [16]

$$U_n \geq U_{nc};, \quad (5)$$

- «по номинальному току» [16]

$$I_{np} \geq I_{pa};, \quad (6)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [16]:

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

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [16].

«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 зависимостью от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки,

свойственных нормальной эксплуатации.

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [16]:

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

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» [16].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [16]:

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

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [16].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [17]

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (10)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствие с ПУЭ» [17].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [16]:

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

$$I_2 \leq 1,45 I_{дон},, \quad (12)$$

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

I_{np} – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимы ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [16].

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

Проверка на селективность. В соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [17].

Компенсация реактивной мощности в работе не предусмотрена в соответствии с п. 7.3 СП 256.1325800.2016, т.к. $\cos\varphi=0,95$ ($\text{tg}\varphi<0,33$).

Управление рабочим и эвакуационным освещением коридоров, лестничных площадок предусмотрено автоматическими выключателями с осветительных щитов и централизованное дистанционное с поста охраны посредством кнопочных выключателей и блокировочных реле. Блокировочные реле устанавливаются в осветительных щитках, кнопочные выключатели - в щит кнопочный (ЩК) на посту охраны.

Управление наружным освещением предусмотрено от щита ЩНО.

На рисунке 3 представлена принципиальная схема щита ЩНО, а на рисунке 4 схема управления ЩНО.

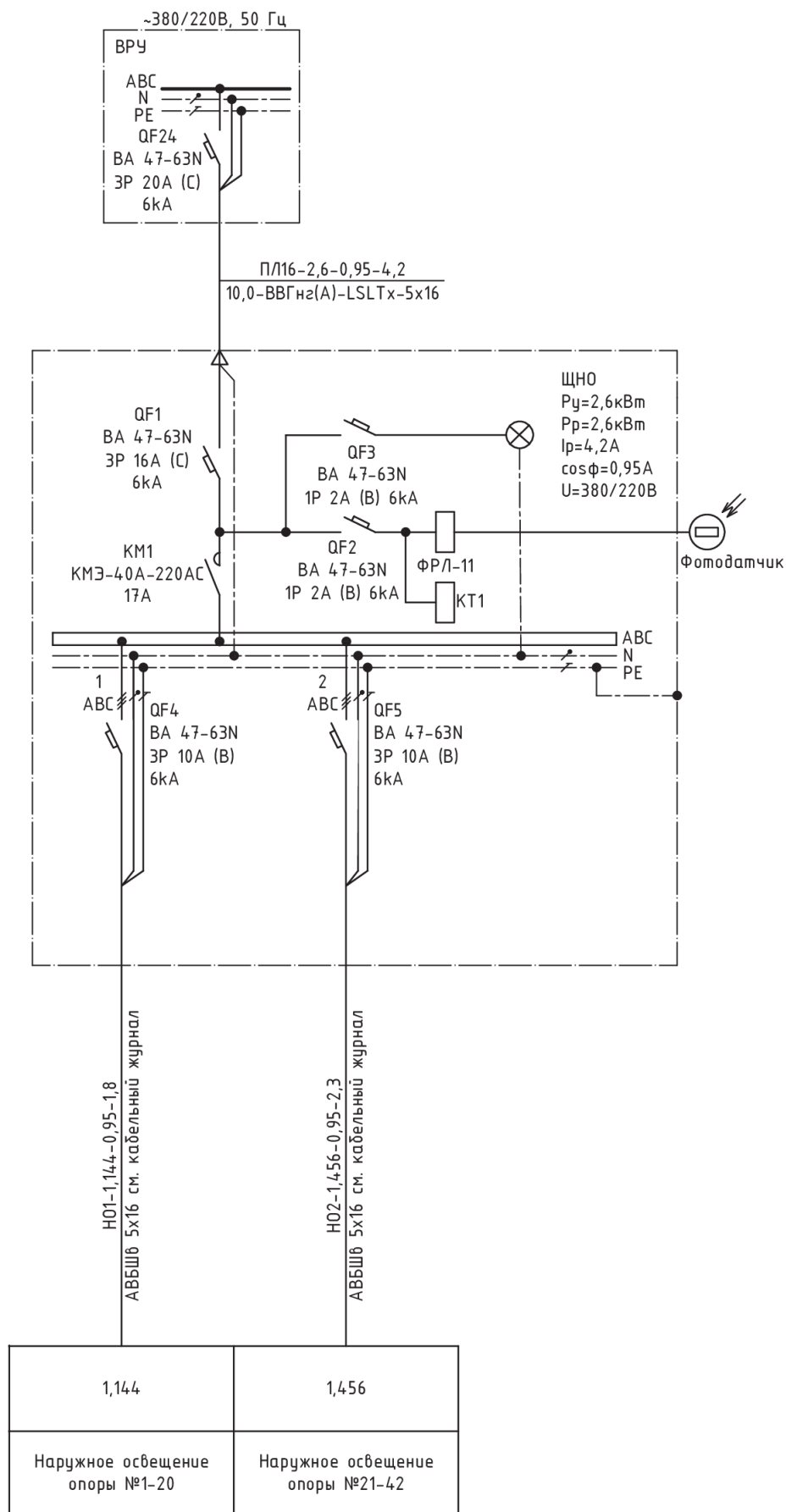


Рисунок 3 - Принципиальная схема щита ЩНО

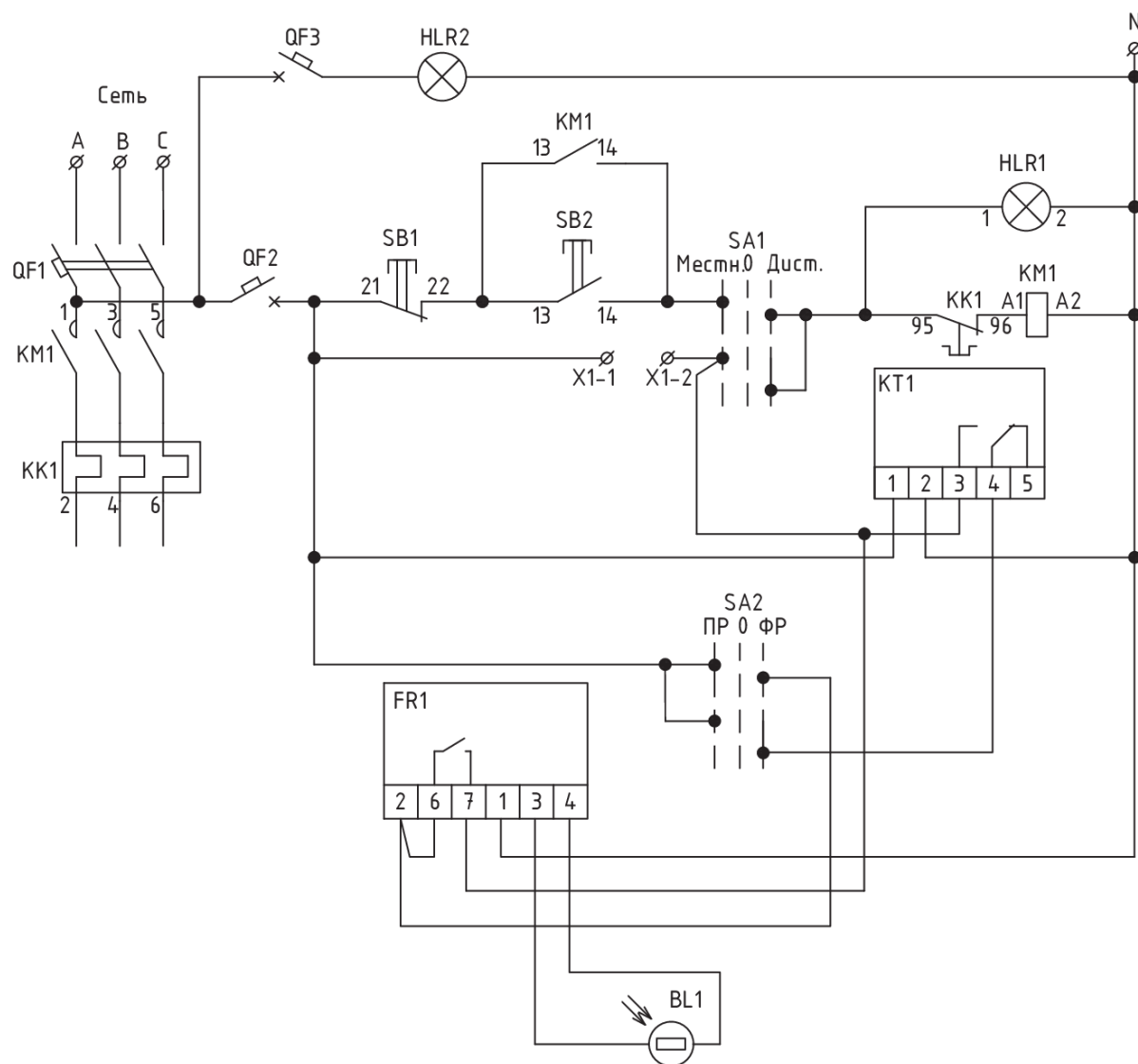


Рисунок 4 - Схема управления ЩНО

В щите наружного освещения предусмотрено:

- «включение и отключение осветительной установки от сигнала фотодатчика при достижении заданного уровня освещенности (обозначен на схеме BL1)» [13], [14];
- включения/отключения нагрузки в запрограммированное время с режимами работы по суточному или недельному циклу. Таймеры снабжены резервным подзаряжаемым источником питания, обеспечивающим их работу в течение 150 часов при отключении питания сети;

- ручное включение и отключение осветительной установки кнопками.

«Для отключения вентиляции при пожаре в щитах ЩВ устанавливается шунтовой расцепитель. Отключение приточных систем с комплектным щитом управления предусмотрено индивидуально с сохранением питания цепей защиты от замораживания» [9].

С целью экономии электроэнергии в работе предусматривается [29]:

- применение систем автоматизации с алгоритмами энергосбережения;
- применение кабелей с медными жилами с наименьшим падением напряжения;
- применению современных светодиодных технологий освещения;
- применение астрономического таймера в системе наружного освещения.

Электропроводка в помещениях выполняется в соответствии с ГОСТ Р 50571.5.52-2011. Питающие и распределительные сети выполняются медным кабелем ВВГнг(А)-LSLTx.

Сети противопожарных устройств выполняются кабелем ВВГнг(А)-FRLSLTx [5].

При открытой электропроводке применяются следующие способы прокладки кабелей:

- «по поверхности стен и потолков в трубах ПВХ, с креплением труб скобами в подвале и в технических помещениях;
- в стальном неперфорированном лотке с крышкой в подвале и в электрощитовой;
- в гибких металлических рукавах для подключения электродвигателей, установленных на виброоснованиях, на участке между неподвижной трубой и проходной коробкой электродвигателя» [2].

«При скрытой электропроводке применяются следующие способы прокладки кабелей» [20]:

- в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой;
- в подготовке пола вышележащего этажа в жесткой гладкой трубе;
- в трубах ПВХ в штробах вертикальные участки;
- в трубах ПВХ в подготовке пола;
- в трубах ПВХ за подвесным потолком;
- в стальных трубах, выводы электропроводки из подготовки пола к технологическому оборудованию, устанавливаемому в удалении от стен помещения.

Применяемые ПВХ трубы соответствуют требованиям пожарной безопасности и имеют сертификат соответствия пожарной безопасности. Применяемые стальные неперфорированные лотки с крышкой имеют степень огнестойкости R 90, прошедшим соответствующую сертификацию.

«Согласно СП 6.13130.2013 п.4.13 совместная прокладка кабельных систем противопожарной защиты с другими кабелями в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале конструкции или на одном лотке не допускается» [23]. Места прохода кабелей через стены, перегородки, междуэтажные перекрытия должны иметь уплотнения в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.15 и 2.1 ПУЭ. Для обеспечения возможности смены электропроводки проход кабелей выполнен в трубах; огнестойкость прохода должна быть не менее огнестойкости строительной конструкции, в которой он выполнен. Зазоры между кабелями и трубой необходимо заделывать легкоудаляемой массой из негорючего материала [11], [24].

Наружные электрические сети КЛ 0,4кВ осуществляются, кабелем марки АПвБбШв расчетного сечения проложенным в земле от проектируемой трансформаторной подстанции 2ТП-10/0,4 кВ по двум взаиморезервируемым кабельным линиям. «Взаиморезервирующие кабели прокладываются по разным трассам, в разных траншеях с расстоянием между траншеями не менее 1,0 м» [20].

«Сеть наружного освещения выполняется кабелем марки АВБШв.

Кабельные линии прокладываются в земле в траншее на глубине 0,7м от планировочной отметки земли» [20]. При прокладке кабельных линий непосредственно в земле (в соответствии с ПУЭ п. 2.3.83) кабели должны прокладываться в траншеях и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем мелкой земли, не содержащей камней, строительного мусора и шлака.

«Сечения кабеля выбрано по длительно-допустимому току. Кабели проверены по отключению при однофазном коротком замыкании и по потерям напряжения» [16].

Согласно ГОСТ Р 50571.5.52 - 2011/МЭК 60364-5-52: 2009 суммарные потери напряжения от шин 0,4 кВ ТП до ВРУ не должны превышать 5%.

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [17]:

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

где « k_1 - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды в месте прокладки кабеля;

k_2 - поправочный коэффициент на термическое сопротивление грунта;

k_3 - поправочный коэффициент на количество групп кабелей;

k_4 - поправочный коэффициент на способ прокладки кабелей» [17].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [17]:

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

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

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [17].

«Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле» [4]:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{0,9 \cdot U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n + Z_{пк}}, \quad (15)$$

где « U_{ϕ} - фазное напряжение, В;

Z_T - сопротивление обмотки трансформатора в Ом;

$Z_{п}$ - полное сопротивление петли фаза-ноль линии от трансформатора до точки КЗ в Ом;

$Z_{пк}$ - сопротивление переходных контактов в Ом» [4].

В таблицах 2-8 приведены результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щитов ЩС-1 – ЩС-7 соответственно.

Таблица 2 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-1

Номер оборудования	90 (3шт.), 175, ПО	90 (3шт.), 175, ПО	200	ПО	4	200	ПО	4	156, ПО (2шт.)	34а, ПО	-	-	УМ
Номер группы	гр.1.1	гр.2.1	гр.3.1	гр.4.1	гр.5.1	гр.6.1	гр.7.1	гр.8.1	гр.9.1	гр.10.1	гр.11.1	гр.12.1	гр.13.1
Установленная мощность, кВт	1,1	1,1	2,4	1,5	2,5	2,4	1,5	2,5	1,5	3	3	0,04	3
Расчетный ток, А	5,3	5,3	11,5	7,2	12	11,5	7,2	12	7,2	14,4	14,4	0,2	14,4
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA	BA 47- 63N 2P 16A (B) 6kA	BA 47- 63N 2P 10A (B) 6kA	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6kA
Уставка расцепителя А / дифференциальный ток, А	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16	10	16/0,03
Марка кабеля	BBГнг(А) -LSLTx	BBГнг(А) -LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А))-LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А)- LSLTx	BBГнг(А))-LSLTx
Число жил. сечение, мм ²	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=44,0м под штукатур кой	L=66,0м под штукатур кой	L=20,0 м под штукатур кой	L=21,0 м под штукатур кой	L=22,0м под штукатур кой	L=14,0м под штукатур кой	L=15,0м под штукатур кой	L=18,0 м под штукатур кой	L=41,0м под штукатур кой	L=28,0м под штукатур кой	L=28,0м под штукатур кой	L=53,0м под штукатур кой	L=23,0м под штукатур кой
Номер помещения	76,77,78	68,69,70	68	68	67	76	76	75	2, 3	19	20	3, 5, 20	3, 5
Наименование потребителя	Рециркул ятор, ноутбук, переносн ое обор., местное освещени е розетка- 5 шт.	Рециркул ятор, ноутбук, переносн ое обор., местное освещени е розетка- 5 шт.	Машина посудом оечная розетка	Перено сное оборудо вание розетка	Шкаф сушильн ый розетка	Машина посудом оечная розетка	Перенос ное оборудо вание розетка	Шкаф сушил ный розетка	Компьют ер, местное освещени е, переносн ое обор., радио розетка- 4шт.	Стол слесаря, перенос ное обор. розетка- 2шт.	Шкаф связи (3 шт.)	Часы электрон ные	Уборочн ый механизм розетка- 2шт.

Таблица 3 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-2

Номер оборудования	156, 170, 90	к7	к7	к7.1	к7.1	к9	к9	к4	к4	к11, к11.3	к29, к13, к22	к13.1, к12	90, к12, ПО	ПО, к25, к3
Номер группы	гр.1.2	гр.2.2	гр.3.2	гр.4.2	гр.5.2	гр.6.2	гр.7.2	гр.8.2	гр.9.2	гр.10.2	гр.11.2	гр.12.2	гр.13.2	гр.14.2
Установленная мощность, кВт	1	18,1	18,1	9	9	12,5	12,5	22,8	22,8	0,97	3,5	1,75	1,29	1,4
Расчетный ток, А	4,8	27,9	27,9	13,9	13,9	19,3	19,3	35,3	35,3	4,5	5,4	8,1	5,9	6,5
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	BA 47-63N 4P 32A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 32A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 20A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 20A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 25A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 25A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 40A (C) 6кА	BA 47-63N 4P 40A (C) 6кА	DVA-6 1P+N 15A (C) 30mA (AC) 6кА	АД-4 4P 16A (C) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА
Уставка расцепителя, А / дифференциальный ток	16/0,03	32	32	20	20	25	25	40	40	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03
Марка кабеля	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx
Число жил, сечение, мм ²	3×2,5	5×4	5×4	5×4	5×4	5×4	5×4	5×6	5×6	3×2,5	5×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=45,0 м под штукатуркой	L=22,0 м под штукатуркой	L=23,0 м под штукатуркой	L=25,0 м под штукатуркой	L=26,0 м под штукатуркой	L=27,0 м под штукатуркой	L=28,0 м под штукатуркой	L=22,0 м под штукатуркой тр.	L=22,0 м под штукатуркой тр.	L=34,0 м под штукатуркой	L=32,0 м под штукатуркой	L=21,0 м под штукатуркой	L=25,0 м под штукатуркой	L=23,0 м под штукатуркой
Номер помещения	45,53	42	42	42	42	42	42	42	42	42,44,45	42,44	42	44	44
Наименование потребителя	Компьютер, местное освещение, МФУ, рециркулятор, радиорозетка-4шт	Котел пищеварочный	Котел пищеварочный	Сковорода электрическая	Сковорода электрическая	Пароконвектомат	Пароконвектомат	Плита электрическая	Плита электрическая	Шкаф холодильный розетка-3шт.	Машина универсальная, тестомесильная, овощерезательная розетка-3шт	Миксер, весы электрические розетка-2шт.	Рециркулятор, весы электрические, переносное оборуд. розетка-3шт.	Переносное оборуд., стерилизатор, стол с охлаждаемой поверхностью розетка-3шт.

Таблица 4 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-3

Номер оборудования	200	ПО	4	90 (3шт.), 175, ПО	90 (3шт.), 175, ПО	ПО	200	4	51а (2шт.)	168, ПО	ПО, 167, 168а	-	УМ
Номер группы	гр.1.3	гр.2.3	гр.3.3	гр.4.3	гр.5.3	гр.6.3	гр.7.3	гр.8.3	гр.9.3	гр.10.3	гр.11.3	гр.12.3	гр.13.3
Установленная мощность. кВт	2,4	1,5	2,5	1,1	1,1	1,5	2,4	2,5	2,6	1,8	3,3	0,005	3
Расчетный ток, А	11,5	7,2	12	5,3	5,3	7,2	11,5	12	12,4	8,6	15,8	0,02	14,4
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АО 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	ВА 47- 63N 2P 10А (В) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА
Уставка расцепителя. А / дифференциальный ток, А	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	10	16/0,03
Марка кабеля	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx	ВВГнг(А))-LSLTx
Число жил, сечение, мм ²	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=11,0 м под штукатур кой	L=13,0 м под штукатур кой	L=16,0 м под штукатур кой	L=44,0 м под штукатур кой	L=53,0 м под штукатур кой	L=22,0 м под штукатур кой	L=24,0 м под штукатур кой	L=27,0 м под штукатур кой	L=32,0 м под штукатур кой	L=36,0 м под штукатур кой	L=41,0 м под штукатур кой	L=23,0 м под штукатур кой	L=27,0 м под штукатур кой
Номер помещения	84	84	83	84,85,86	91,92,93	91	91	90	64	63	63	12	3,12
Наименование потребителя	Машина посудом очная розетка	Перенос ное оборудо вание розетка	Шкаф сушильн ый розетка	Рецирку лятор, ноутбук, перенос ное обор. местное освеще ние розетки- 5шт	Рецирку лятор, ноутбук, перенос ное обор., местное освеще ние розетки- 5шт	Перенос ное оборудо вание розетка	Машина посудом очная розетка	Шкаф сушильн ый розетка	Фен настенн ый розетка- 2шт.	Холодил ьник, перенос ное оборудо вание розетка- 2шт.	Перенос ное оборуд. микрово лновая печь, куллер для воды розетка- 3шт.	Часы электрон ные	Уборочн ый механиз м розетка- 2шт.

Таблица 5 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-4

Номер оборудования	90 (3шт) 175, ПО	90 (3шт) 175, ПО	200	4	200	4	170, 175, 90	170, 175, 90	200	4	90 (3шт) 175, ПО	ПО, 180, 181	90 (2шт.) 115	-	УМ
Номер группы	гр.1.4	гр.2.4	гр.3.4	гр.4.4	гр.5.4	гр.6.4	гр.7.4	гр.8.4	гр.9.4	гр.10.4	гр.11.4	гр.12.4	гр.13.4	гр.14.4	гр.15.4
Установленная мощность. кВт	1,1	1,1	2,4	2,5	2,4	2,5	1	1	2,4	2,5	1,1	1,2	0,37	0,02	3
Расчетный ток, А	5,3	5,3	11,5	12	11,5	12	4,8	4,8	11,5	12	5,3	5,7	1,8	0,1	14,4
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (АО 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	BA 47- 63N 2P 10A (B) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА
Уставка расцепителя. А / дифференц. ток, А	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	10	16/0,03
Марка кабеля	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx
Число жил, сеч., мм ²	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=44,0 м под штукатуркой	L=66,0 м под штукатуркой	L=20,0 м под штукатуркой	L=22,0 м под штукатуркой	L=14,0 м под штукатуркой	L=18,0 м под штукатуркой	L=28,0 м под штукатуркой	L=36,0 м под штукатуркой	L=19,0 м под штукатуркой	L=25,0 м под штукатуркой	L=49,0 м под штукатуркой	L=35,0 м под штукатуркой, тр.	L=41,0 м под штукатуркой	L=49,0 м под штукатуркой	L=38,0 м под штукатуркой
Номер помещения	46,47,48	40,41,42	40	39	46	45	51	52	17	16	17,18,19	22	22	1, 5, 6	1, 5, 6
Наименование потребителя	Рециркулятор, ноутбук, переносное оборуд., местное освещение розетка-5шт.	Рециркулятор, ноутбук, переносное оборуд., местное освещение розетка-5шт.	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	МФУ. ноутбук, местное освещение, рециркулятор, розетка-3шт.	МФУ, ноутбук, местное освещение, рециркулятор, розетка-3шт.	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Рециркулятор, ноутбук, переносное оборуд., местное освещение розетка-5шт.	Переносное оборуд., проектор, экран розетка-2шт.	Рециркулятор, музыкальный центр розетка-3шт.	Часы электронные	Уборочный механизм розетка-3шт.

Таблица 6 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-5

Номер оборудования	200	4	90 (3шт) 175, ПО	90 (3шт) 175, ПО	200	4	90 (2шт) 115	175(2шт)) ПО	175, ПО. 170	175, ПО. 170	200	90 (3шт) 175, ПО	4	-	УМ
Номер группы	гр.1.5	гр.2.5	гр.3.5	гр.4.5	гр.5.5	гр.6.5	гр.7.5	гр.8.5	гр.9.5	гр.10.5	гр.11.5	гр.12.5	гр.13.5	гр.14.5	гр.15.5
Установленная мощность, кВт	2,4	2,5	1,1	1,1	2,4	2,5	0,39	2	1,5	1,5	2,4	1,1	2,5	0,01	3
Расчетный ток, А	11,5	12	5,3	5,3	11,5	12	1,9	9,6	7,2	7,2	11,5	5,3	12	0,05	14,4
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (АО 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА	BA 47- 63N 2P 10A (B) 6кА	DVA-6 1P+N 16A (B) 30mA (AC) 6кА
Уставка расцепителя. А / дифференц. ток, А	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	10	16/0,03
Марка кабеля	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx
Число жил, сеч., мм ²	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=13,0 м под штукатуркой	L=15,0 м под штукатуркой	L=55,0 м под штукатуркой	L=55,0 м под штукатуркой	L=23,0 м под штукатуркой	L=24,0 м под штукатуркой	L=40,0 м под штукатуркой	L=51,0 м под штукатуркой	L=46,0 м под штукатуркой	L=51,0 м под штукатуркой	L=21,0 м под штукатуркой	L=58,0 м под штукатуркой	L=27,0 м под штукатуркой	L=31,0 м под штукатуркой	L=42,0 м под штукатуркой
Номер помещения	54	53	54,55,56	60,61,62	60	59	1,29	30	28	23	34	34,35,36	33	12,13	1,12,25
Наименование потребителя	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Рециркулятор, ноутбук, переносное оборуд., местное освещение розетка-5шт	Рециркулятор, ноутбук, переносное оборуд., местное освещение розетка-5шт	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Рециркулятор, музыкальный центр, усилитель ТВ розетка-4шт.	Ноутбук переносное оборуд., местное освещение розетка-4шт.	Ноутбук переносное оборуд., местное освещение, МФУ, радио розетка-4шт.	Ноутбук переносное оборуд., местное освещение МФУ. розетка-3шт.	Машина посудомоечная розетка	Рециркулятор, ноутбук, переносное оборуд., местное освещение розетка-5шт.	Шкаф сушильный розетка	Часы электронные	Уборочный механизм розетка-4шт.

Таблица 7 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-6

Номер оборудования	90 (3шт) 175, ПО, 175.1	90 (3шт) 175, ПО, 175.1	200	4	200	4	170, 175	ПО 2шт 175 2шт 170	200	4	90 3шт, 175, ПО, 175.1	90, 170, 115, 175, ПО	175 2шт ПО 2шт	-	УМ
Номер группы	гр.1.6	гр.2.6	гр.3.6	гр.4.6	гр.5.6	гр.6.6	гр.7.6	гр.8.6	гр.9.6	гр.10.6	гр.11.6	гр.12.6	гр.13.6	гр.14.6	гр.15.6
Установленная мощность, кВт	1,4	1,4	2,4	2,5	2,4	2,5	1	2,5	2,4	2,5	1,4	1,8	2	0,02	3
Расчетный ток, А	6,7	6,7	11,5	12	11,5	12	4,8	12	11,5	12	6,7	8,8	9,6	0,1	14,4
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АО 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА	ВА 47- 63N 2P 10А (В) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (В) 30мА (АС) 6кА
Уставка расцепителя. А / дифференц. ток, А	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	10	16/0,03
Марка кабеля	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx
Число жил, сеч., мм ²	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=47,0 м под штукатуркой	L=69,0 м под штукатуркой	L=20,0 м под штукатуркой	L=22,0 м под штукатуркой	L=14,0 м под штукатуркой	L=18,0 м под штукатуркой	L=25,0 м под штукатуркой	L=50,0 м под штукатуркой	L=19,0 м под штукатуркой	L=25,0 м под штукатуркой	L=49,0 м под штукатуркой	L=44,0 м под штукатуркой тр.	L=49,0 м под штукатуркой	L=49,0 м под штукатуркой	L=38,0 м под штукатуркой
Номер помещения	49,50,51	43,44,45	43	42	49	48	34	54	17	16	17,18,19	22	23	1,4,6	1,4,6
Наименование потребителя	Рециркулятор, ноутбук, переносное об., местное осв. инт. панель розетка-бшт	Рециркулятор, ноутбук, переносное об., местное осв. инт. панель розетка-бшт	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	МФУ, ноутбук, местное освещение розетка-2шт.	Переносное об., ноутбук, МФУ, местное освещение, розетка-5шт.	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Рециркулятор, ноутбук, переносное об., местное осв. инт. панель розетка-бшт	Рециркулятор, МФУ, муз. центр, ноут., переносное об., местное освещ.	Ноутбук, переносное об., местное освещение розетка-4шт.	Часы электронные	Уборочный механизм розетка-3шт.

Таблица 8 - Результаты выбора кабелей и автоматических выключателей для электроприемников, получающих питание от щита ЩС-7

Номер оборудования	200	4	90 (3шт) 175, ПО, 175.1	90 (3шт) 175, ПО, 175.1	200	4	90, ПО	90, 170, 175.1, ПО, 175	175, ПО	175, ПО, 90, 170, 115	200	90 (3шт) 175, ПО, 175.1	4	-	ЧМ
Номер группы	гр.1.7	гр.2.7	гр.3.7	гр.4.7	гр.5.7	гр.6.7	гр.7.7	гр.8.7	гр.9.7	гр.10.7	гр.11.7	гр.12.7	гр.13.7	гр.14.7	гр.15.7
Установленная мощность, кВт	2,4	2,5	1,4	1,4	2,4	2,5	0,54	1,8	1	1,8	2,4	1,4	2,5	0,01	3
Расчетный ток, А	11,5	12	6,7	6,7	11,5	12	2,6	8,8	4,8	8,8	11,5	6,7	12	0,05	14,4
Аппарат отходящей линии, № по каталогу	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (АО 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА	BA 47- 63N 2P 10А (B) 6кА	DVA-6 1P+N 16А (B) 30мА (AC) 6кА
Уставка расцепителя. А / дифференц. ток, А	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	16/0,03	10	16/0,03
Марка кабеля	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx	ВВГнг(А)-LSLTx
Число жил, сеч., мм ²	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5	3×2,5
Способ прокладки	L=13,0 м под штукатуркой	L=15,0 м под штукатуркой	L=58,0 м под штукатуркой	L=58,0 м под штукатуркой	L=23,0 м под штукатуркой	L=24,0 м под штукатуркой	L=33,0 м под штукатуркой	L=52,0 м под штукатуркой	L=40,0 м под штукатуркой	L=74,0 м под штукатуркой	L=21,0 м под штукатуркой	L=68,0 м под штукатуркой	L=27,0 м под штукатуркой	L=31,0 м под штукатуркой	L=42,0 м под штукатуркой
Номер помещения	56	55	56,57,58	62,63,64	62	61	33	32	31	29	37	37,38,39	36	12,13	1,12,28
Наименование потребителя	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Рециркулятор, ноутбук. перенос. обор., местное освещ., интер. панель роз.-6шт	Рециркулятор, ноутбук. перенос. обор., местное освещ., интер. панель роз.-6шт	Машина посудомоечная розетка	Шкаф сушильный розетка	Рециркулятор, переносное обор., местное освещ. розетка-2шт.	Рециркулятор, МФУ, интер. панель, перенос. обор., местное освещ., розетка-ноутбук	Ноутбук, переносное обор., местное освещ. розетка-2шт.	Ноут., переносное мест освещ. розетка-5шт	Машина посудомоечная розетка	Рецирк., ноутбук. перенос. обор., местное освещ. интер. панель розетка-бшт.	Шкаф сушильный розетка	Часы электронные	Уборочный механизм розетка-4шт.

Выводы по разделу.

Коммутационная аппаратура на вводе выбрана с учетом аварийного режима. В рабочем режиме все системы находятся под напряжением и нагрузкой.

Групповые щиты, устанавливаемые на этажах укомплектованы автоматическими выключателями и защитными дифференциальными выключателями с максимальной токовой защитой.

Линии питания розеток защищаются дифференциальными выключателями с дифференциальным током 30 мА.

Компенсация реактивной мощности в работе не предусмотрена в соответствии с п. 7.3 СП 256.1325800.2016, т.к. $\cos\varphi=0,95$ ($\operatorname{tg}\varphi<0,33$).

Питающие и распределительные сети выполняются медным кабелем ВВГнг(А)-LSLTx.

Сети противопожарных устройств выполняются кабелем ВВГнг(А)-FRLSLTx.

Наружные электрические сети КЛ 0,4кВ осуществляются, кабелем марки АПВБбШв расчетного сечения проложенным в земле от проектируемой трансформаторной подстанции 2ТП-10/0,4 кВ по двум взаиморезервируемым кабельным линиям.

Сечения кабеле выбрано по длительно-допустимому току. Кабели проверены по отключению при однофазном коротком замыкании и по потерям напряжения.

4 Заземление и молниезащита здания ДОО

«Для обеспечения безопасности при эксплуатации электроустановки в работе предусматривается защита от косвенного прикосновения к токоведущим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением вследствие повреждения изоляции» [8].

Согласно ГОСТ 30331.1-2013 в данной работе принята система электрической сети TN-C-S.

«От ВРУ до групповых щитов, и от групповых щитов до токоприемников прокладываются дополнительные проводники, сечением, равным сечению фазного проводника. Нулевой защитный проводник и нулевой рабочий подключаются к РЕ - и N - шине ВРУ» [16]. Групповая сеть выполняется в трехпроводном и пятипроводном исполнении, начиная от щита (фазный, нулевой и защитный), причем нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не должны подключаться под один контактный зажим.

«Электропроводка должна обеспечивать возможность распознавания по всей длине проводников по цветам, для чего необходимо в каждой распаечной коробке, а также при подходе к выключателям и розеткам выполнить расцветку проводов: голубой цвет - нулевой рабочий; зелено-желтый - нулевой защитный; фазные проводники могут быть черного, коричневого, фиолетового, серого, розового, белого цветов» [1]. «При питании нескольких штепсельных розеток от одной групповой линии ответвления защитного проводника, к каждой штепсельной розетке выполняются в ответвительных коробках, или (при питании розеток шлейфом) в коробках для установки штепсельных розеток одним из принятых способов (сварка, опрессовка, специальные сжимы, клеммы и т. д.)» [8].

«Все открытые проводящие части зануляются путем присоединения к нулевому защитному проводнику сети.

На групповых линиях, питающих сети в помещениях с повышенной опасностью, устанавливаются двух - и четырехполюсные автоматические

выключатели и дифференциальные выключатели с током отсечки 30мА» [16].

На вводе выполняется система уравнивания потенциалов. Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части присоединяются к главной заземляющей шине (ГЗШ).

- «основной защитный проводник питающей линии;
- основной заземляющий проводник;
- металлические конструкции каркаса здания;
- металлические коммуникации, входящие в здание;
- системы молниезащиты;
- металлические лотки;
- металлические направляющие кабины и противовесов лифта и подъемника;
- дополнительная система уравнивания потенциалов ДШУП» [8].

Главная заземляющая шина соединяется с наружным заземляющим устройством.

«Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали» [16]:

$$R_{\text{го}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.в}}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (16)$$

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

l – длина вертикального заземлителя;

b – ширина полки уголка;

t' – глубина заложения верха заземлителя» [16];

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [16]:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (17)$$

где « t_o – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [16].

«Сопротивление вертикальных электродов при коэффициенте использования нормативном коэффициенте использования» [16]:

$$R_{\varepsilon} = \frac{R_{\varepsilon o}}{\eta_{\varepsilon} \cdot n_{\varepsilon}}, \quad (18)$$

где « η_{ε} – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [16].

«Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы для 2-ой климатической зоны» [16]:

$$R_{\varepsilon} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.з}}}{l_{\varepsilon}} \cdot \lg \frac{2l_{\varepsilon}^2}{b \cdot t_0}, \quad (19)$$

где « l_{ε} – длина горизонтального заземлителя;

b – ширина полосы горизонтального заземлителя;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя» [16].

«Расчетное результирующее сопротивление R_u заземляющего устройства» [16]:

$$R_u = \frac{R_{\varepsilon} \cdot R_{\varepsilon}}{R_{\varepsilon} + R_{\varepsilon}}, \quad (20)$$

«Защита электрических сетей от сверхтоков выполняется автоматическими выключателями с учетом обеспечения нормируемого времени отключения поврежденной цепи не более 5 с. в распределительных сетях и 0,4 с. в групповых сетях» [20].

В технических помещениях, в моечных, горячих и холодных цехах,

душевых и в кладовых уборочного инвентаря, в туалетных для детей, в буфетных, предусматривается дополнительная система уравнивания потенциалов, путем присоединения металлических корпусов поддонов, открытых и сторонних проводящих частей, водопроводных кранов, нулевых защитных проводников электрооборудования (в том числе штепсельных розеток), через медную заземляющую шину на 8 присоединений, устанавливаемую в специальной пластмассовой коробке в вышеперечисленных помещениях на высоте 800мм от пола.

Молниезащита здания выполнена в соответствии с РД 34.21.122-87 [18] и СО 153-34.21.122- 2003 [21].

«Здание относится по устройству молниезащиты к III категории. Для защиты от прямых ударов молнии используются стержневые молниеприемники и молниеприемная сетка. От сетки и молниеприемников прокладываются токоотводы, выполненные из круга стального оцинкованного диаметром 8мм. От каждого молниеприемника должно быть обеспечено не менее двух токоотводов. Шаг ячейки молниеприемной сетки не превышает 10×10м» [21]. Токоотводы равномерно располагаются по периметру здания на максимально возможном расстоянии от окон и дверей. Расстояние между токоотводами не превышает 20 м.

«Токоотводы крепятся на кровле при помощи блока крепления проводника, держателя проводника. Опуски крепятся при помощи клеммы с шагом 1000 мм.

Каждый токоотвод присоединяется к искусственному заземлителю, состоящему из электродов длиной 3,0 м, объединенных горизонтальным проводником из оцинкованной полосы 40×5 мм, уложенном на глубине 0,5-0,7м от уровня земли и на расстоянии не менее 1,0 м от фундамента. Соединение с круглого проводника на плоский выполняется при помощи держателя проводника» [18].

План заземления и молниезащиты здания ДОО приведен на рисунке 5.

«Выступающие над крышей металлические элементы (ограждение кровли, пожарные лестницы и пр.) присоединяются к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы - оборудуются дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке.

Необходимо обеспечить непрерывность соединения всех элементов заземления и молниезащиты. Соединения выполняются сваркой, пайкой, допускается также вставка в зажимной наконечник или болтовое крепление» [18]. Сварные соединения обработать цинковым спреем. Заземляющее устройство (защитное и молниезащита) объединены в общую систему. Сопротивление заземления не должно превышать 20 Ом.

Заземление опор выполняется кабелем ВВГнг 1×16 мм² который соединяет PEN-проводник питающей линии с болтом заземления опоры, также к болту заземления присоединяется кабель заземления металлической оболочки питающего кабеля. Составные элементы: опора, кронштейн и закладная деталь фундамента имеют металлическую связь между собой.

Выводы по разделу.

Согласно ГОСТ 30331.1-2013 в данной работе принята система электрической сети TN-C-S.

На вводе выполняется система уравнивания потенциалов. Главная заземляющая шина соединяется с наружным заземляющим устройством.

«Для защиты от прямых ударов молнии используются стержневые молниеприемники и молниеприемная сетка. Шаг ячейки молниеприемной сетки не превышает 10×10м» [21].

«Каждый токоотвод присоединяется к искусственному заземлителю, состоящему из электродов длиной 3,0 м, объединенных горизонтальным проводником из оцинкованной полосы 40×5 мм, уложенном на глубине 0,5-0,7м от уровня земли и на расстоянии не менее 1,0 м от фундамента» [18].

5 Расчет параметров системы искусственного освещения здания ДОО

«В работе предусмотрены следующие виды освещения:

- рабочее (общее, местное, ремонтное);
- аварийное (резервное, эвакуационное, антипаническое).

Рабочее освещение выполняется для всех помещений в здании детского сада» [19].

Ремонтное освещение предусматривается в помещении теплового пункта, электрощитовой, венткамере, водомерном узле и осуществляется путем подключения переносных светильников к сети 12В (для теплового пункта) и 36В.

Аварийное эвакуационное освещение для эвакуации людей предусматривается по линиям проходов, перед каждым эвакуационным выходом, перед пунктом медицинской помощи и в местах размещения средств пожаротушения и средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайных ситуациях согласно СП52.13330.2016 [22], [26]. «Аварийное резервное освещение предусматривается для продолжения работы и обслуживания оборудования.

Антипаническое освещение предусматривается в больших помещениях, площадью более 60м². Светильники аварийного освещения выделяются из числа светильников общего рабочего освещения» [12].

«Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой окружающей среды.

Для общего и местного искусственного освещения используются светодиодные источники света с закрытыми рассеивателями и с цветовой коррелированной температурой 4000К, со спектрами светового излучения: белый, тепло-белый, естественно белый» [7].

Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320 - 400 нм не превышает 0,03 Вт/м²; наличие в спектре излучения длин волн

менее 320 нм не допускается.

«Световые приборы должны иметь защитный угол не менее 90°, исключающий попадание в поле зрения прямого излучения» [3]. Габаритная яркость светильников не должна превышать 5000 кд/м².

В подсобных помещениях с влажной и пожароопасной средой приняты светильники со степенью защиты IP65.

Управление рабочим и эвакуационным освещением коридоров, лестничных площадок предусмотрено автоматическими выключателями с осветительных щитов и централизованное дистанционное с поста охраны посредством кнопочных выключателей и блокировочных реле. Блокировочные реле устанавливаются в осветительных щитках, кнопочные выключатели - в щит кнопочный (ЩК) на посту охраны.

«Управление освещением остальных помещений по месту выключателями у входов в помещения и автоматическими выключателями со щитков, из помещений с пожароопасной средой выключатели вынесены в смежные помещения с нормальной средой» [15]. В медицинских помещениях для врачебного осмотра у кушетки на высоте 1,7м от пола устанавливается настенный светильник.

«Высота установки выключателей в помещениях с пребыванием детей 1,8м над уровнем пола, в остальных помещениях до 1,0 м. Выключатели устанавливаются со стороны дверной ручки» [19].

Для местного освещения на рабочих местах предусмотрены розетки для подключения настольных ламп.

Для освещения учебных досок предусматриваются установка светильников на кронштейны.

Наружное освещение территории детского сада выполняется светодиодными светильниками устанавливаемые на опорах высотой 5,0 м.

В таблице 9 приведены основные показатели освещения здания ДОО.

Таблица 9 - Основные показатели освещения здания ДОО

Наименование помещения	Нормируемая освещенность, лк	Назначение освещения
Лестничная клетка	100	Рабочее, аварийное
Техническое помещение	20	Рабочее, аварийное
Водомерный узел; насосная	200	Рабочее, аварийное, ремонтное
Индивидуальный тепловой пункт	200	Рабочее, аварийное, ремонтное
Тамбур, коридор	100	Рабочее, аварийное
Пост охраны	400	Рабочее, аварийное
Вестибюль	150	Рабочее, аварийное
Электрощитовая	200	Рабочее, аварийное, ремонтное
Венткамера	200	Рабочее, аварийное, ремонтное
Кладовая уличного инвентаря, кладовая уборочного инвентаря, кладовая моющих средств, кладовая чистого белья	150	Рабочее
Ремонтная мастерская	400	Рабочее, аварийное
Серверная	500	Рабочее, аварийное
Прием и сортировка грязного белья	300	Рабочее
Постирочная	200	Рабочее, аварийное
Гладильная с рабочим местом кастелянши	400	Рабочее, аварийное
Загрузочная	200	Рабочее, аварийное
Кладовая хранения овощей, сухих продуктов	200	Рабочее
Помещение холодильного оборудования	200	Рабочее
Моечная яиц, моечная кухонного инвентаря, моечная емкостей готов. пит. из групповых	300	Рабочее, аварийное
Кабинет зав. производством, кабинет заместителя заведующего, кабинет заведующего, кабинет делопроизводителя	500	Рабочее
Мясо-рыбный цех, цех обработки овощей горячий цех, холодный цех	400	Рабочее, аварийное
Хлеборезка	300	Рабочее, аварийное
Раздаточная	300	Рабочее, аварийное
Помещение приема пищи персонала	400	Рабочее
Душ	50	Рабочее
С/у	75	Рабочее
С/у для МГН	100	Рабочее, аварийное
Помещение хранения медицинских отходов	150	Рабочее
Медицинский кабинет, процедурный кабинет	500	Рабочее, аварийное
Гардеробная персонала	200	Рабочее
Раздевалка	200	Рабочее, аварийное
Буфет	200	Рабочее, аварийное

Продолжение таблицы 9

Наименование помещения	Нормируемая освещенность, лк	Назначение освещения
Групповая	400	Рабочее, аварийное
Спальня	75	Рабочее, аварийное
Терраса (место для колясок)	50	Рабочее
Кладовая игрушек	150	Рабочее
Лифтовый холл	100	Рабочее, аварийное
Музыкальный зал, спортивный зал	200	Рабочее, аварийное
Кабинет музыкального руководителя, кабинет инструктора по физкультуре	400	Рабочее
Кладовая музыкальных инструментов, кладовая спортивного инвентаря	150	Рабочее
Кабинет психолога, кабинет логопеда, кабинет преподавателя, кабинет методиста	500	Рабочее
Изостудия, кабинет подготовки к школе	500	Рабочее, аварийное
Steam лаборатория	500	Рабочее, аварийное
Музей "Родной край"	500	Рабочее, аварийное
Площадки для занятий физкультуры, площадки для игр детей	10	-
Проезды	4	-
Площадка главного входа	100	-
Площадка прочих входов	20	-

«Индекс помещения i определяется по выражению» [26]:

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

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [26].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [26]:

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

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;
 $\Phi_{\text{л}}$ - световой поток лампы;
 η - коэффициент использования;
 k - коэффициент запаса;
 S - площадь помещения» [26].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .
 Определяется суммарная установленная мощность ламп» [26]:

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

где « $P_{\text{нл}}$ - мощность одной лампы» [26].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [26]:

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

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [26]:

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

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [26]:

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

Выводы по разделу.

В работе предусмотрены рабочее и аварийное освещение, причем

рабочее освещение выполняется для всех помещений в здании детского сада.

Аварийное эвакуационное освещение для эвакуации людей предусматривается по линиям проходов, перед каждым эвакуационным выходом, перед пунктом медицинской помощи и в местах размещения средств пожаротушения и средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайных ситуациях.

Для общего и местного искусственного освещения были выбраны светодиодные светильники, укомплектованные закрытыми рассеивателями и с цветовой температурой равной 4000К.

Для каждого из помещений ДОО были определены требования нормативных документов к нормируемой освещенности и рассчитано требуемое количество светильников.

Наружное освещение территории детского сада выполняется светодиодными светильниками устанавливаемые на опорах высотой 5,0 м.

Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектировании надежной и безопасной системы снабжения электрической энергией электроприемников ДОО.

Основные ЭП здания детского сада относятся к потребителям II категории надежности электроснабжения, аварийное освещение, электрооборудование противопожарных устройств, оборудование связи и сигнализации, лифт для пожарного подразделения, вентиляция дымоудаления, оборудование теплового пункта, относятся к потребителям I категории, для которой предусматривается щит гарантированного питания (ЩГП) с АВР.

Питание осуществляется от двухтрансформаторной ТП 10/0,4 кВ по двум взаиморезервируемым линиям, при этом сама ТП питается от ПС 220 кВ «Восточная промзона»

Для ввода и распределения электроэнергии в помещении электрощитовой устанавливается, вводно-распределительное устройство ВРУ.

В результате расчетов ожидаемых нагрузок по зданию ДОО было установлено, что суммарная установленная мощность составляет 715,4 кВт, а расчетная мощность – 424,4 кВт.

Коммутационная аппаратура на вводе выбрана с учетом аварийного режима. В рабочем режиме все системы находятся под напряжением и нагрузкой.

Групповые щиты, устанавливаемые на этажах укомплектованы автоматическими выключателями и защитными дифференциальными выключателями с максимальной токовой защитой.

Линии питания розеток защищаются дифференциальными выключателями с дифференциальным током 30 мА.

Компенсация реактивной мощности в работе не предусмотрена в соответствии с п. 7.3 СП 256.1325800.2016, т.к. $\cos\varphi=0,95$ ($\tan\varphi<0,33$).

Питающие и распределительные сети выполняются медным кабелем ВВГнг(А)-LSLTx.

Сети противопожарных устройств выполняются кабелем ВВГнг(А)-FRLSLTx.

Наружные электрические сети КЛ 0,4кВ осуществляются, кабелем марки АПвБбШв расчетного сечения проложенным в земле от проектируемой трансформаторной подстанции 2ТП-10/0,4 кВ по двум взаиморезервируемым кабельным линиям.

Сечения кабеле выбрано по длительно-допустимому току. Кабели проверены по отключению при однофазном коротком замыкании и по потерям напряжения.

Согласно ГОСТ 30331.1-2013 в данной работе принята система электрической сети TN-C-S.

На вводе выполняется система уравнивания потенциалов. Главная заземляющая шина соединяется с наружным заземляющим устройством.

«Для защиты от прямых ударов молнии используются стержневые молниеприемники и молниеприемная сетка. Шаг ячейки молниеприемной сетки не превышает 10×10м» [21].

«Каждый токоотвод присоединяется к искусственному заземлителю, состоящему из электродов длиной 3,0 м, объединенных горизонтальным проводником из оцинкованной полосы 40×5 мм, уложенном на глубине 0,5-0,7м от уровня земли и на расстоянии не менее 1,0 м от фундамента» [18].

В работе предусмотрены рабочее и аварийное освещение, причем рабочее освещение выполняется для всех помещений в здании детского сада.

Для общего и местного искусственного освещения были выбраны светодиодные светильники, укомплектованные закрытыми рассеивателями и с цветовой температурой равной 4000К.

Для каждого из помещений ДОО были определены требования нормативных документов к нормируемой освещенности и рассчитано требуемое количество светильников.

Список используемой литературы и используемых источников

1. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136061> (дата обращения 07.09.2024).
2. ГОСТ 22483-2012 (IEC 60228:2004) Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100953> (дата обращения 15.09.2024).
3. ГОСТ 27900-88 (МЭК 598-2-22). Светильники для аварийного освещения. Технические требования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200013534> (дата обращения 23.09.2024).
4. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 07.09.2024).
5. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 26.09.2024).
6. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 15.09.2024).
7. ГОСТ IEC 60598-2-22-2012. Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097788> (дата обращения 07.09.2024).
8. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 24.09.2024).

9. ГОСТ Р 50571.5.56-2013/МЭК 60364-5-56:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-56. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы обеспечения безопасности [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105243> (дата обращения 15.09.2024).
10. ГОСТ Р 50571.28-2006 Электроустановки зданий. Часть 7-710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200050064> (дата обращения 15.09.2024).
11. ГОСТ Р 53316-2021 Электропроводки. Сохранение работоспособности в условиях стандартного температурного режима пожара. Методы испытаний [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180917> (дата обращения 15.09.2024).
12. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 26.09.2024).
13. ГОСТ Р МЭК 598-2-9-98 Светильники. Часть 2. Частные требования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009085> (дата обращения 06.09.2024).
14. ГОСТ Р МЭК 60598-1-99 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009085> (дата обращения 23.09.2024).
15. ГОСТ Р МЭК 60598-2-22-99. Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026865> (дата обращения 16.09.2024).
16. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 416 с.
17. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 19.09.2024).

18. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 16.09.2024).
19. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/901859404> (дата обращения 14.09.2024).
20. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.
21. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения 26.09.2024).
22. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 24.09.2024).
23. СП 6.13130.2021 Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 14.09.2024).
24. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456069587> (дата обращения 18.09.2024).
25. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: docs.cntd.ru/document/1200084087 (дата обращения 28.09.2024).
26. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]: Свод

правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 07.09.2024).

27. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1937/> (дата обращения 08.09.2024).

28. СП 256.1325800.2016. Свод правил. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения 26.09.2024).

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