

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО

«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

           Г.Н. Чистяков

подпись                      инициалы, фамилия

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение детского сада в 3 жилом районе г. Абакана

тема

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент, к.э.н.  
должность, ученая степень

Н. В. Дулесова  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

Д.А. Журавлев  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.А. Кычакова  
инициалы, фамилия

Абакан 2020

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт –  
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.Н. Чистяков  
подпись                      инициалы, фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту Журавлеву Дмитрию Анатольевичу

(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 15-01 (3-15)

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код) (наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Электроснабжение детского сада в 3 жилом районе г. Абакана

Утверждена приказом по институту № 306 от 03.06.20 г.

Руководитель ВКР Н.В. Дулесова, к.э.н, доцент кафедры «Электроэнергетика»  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для дипломного ВКР поэтажные планы детского сада с расположением электрооборудования, ведомость электропотребителей

Перечень разделов ВКР:

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Основные нормативные требования при проектировании и монтаже электроустановок общественных зданий

1.2 Методы расчета электрических нагрузок общественных зданий

2 Аналитическая часть.

2.1 Характеристика объекта (детского сада)

2.2 Общие сведения об объемно-планировочных и конструктивных решениях

2.3 Перечень устанавливаемого электрического оборудования

3 Практическая часть

3.1 Расчет электрической нагрузки сети 0,4 кВ на разных уровнях СЭС объекта (расчет нагрузок розеточных групп, вентиляции и пищеблока)

3.2 Светотехнический и электротехнический расчеты освещения

3.3 Выбор и компоновка электрической сети поэтажно

3.4 Выбор и расстановка распределительных пунктов, кабельных линий и коммутационно-защитной аппаратуры

3.5 Расчет токов короткого замыкания

3.6 Проверка элементов электрической сети к действию токов короткого замыкания

3.7 Расчет затрат на сооружение электрической сети

3.8 Мероприятия по заземлению и молниезащите

3.9 Основные принятые решения

Заключение

Список использованных источников

Перечень обязательных листов графической части

Однолинейная схема электрической сети 0,4 кВ, план силовых сетей 1-го этажа детского сада, план силовых сетей 2-го этажа детского сада, план осветительных сетей 1-го этажа детского сада.

Руководитель ВКР

Н. В. Дулесова  
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению  
25 февраля 2020 г.

Д.А Журавлев  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение детского сада в 3 жилом районе г. Абакана» содержит 63 страницы текстового документа, 28 использованных источников, 4 листа графического материала, 2 приложения.

**ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОДИОДНАЯ ЛАМПА, ЭЛЕКТРОПРИЕМНИК, ОБОРУДОВАНИЕ, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ.**

Объект проектирования – схема электроснабжения здания детского сада на 300 мест с бассейном.

Основной целью разработки схемы электроснабжения является обеспечение электроэнергией надлежащего качества с учетом возможности роста электропотребления. Основная задача – разработать схему электроснабжения таким образом, чтобы она соответствовала современным требованиям безопасности, надежности и экономичности.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения детского сада в 3 жилом районе г. Абакана. Для схемы электроснабжения были выбраны удовлетворяющие всем техническим требованиям сечения кабелей и аппараты защиты. Проверка оборудования по токам короткого замыкания показала правильность выбора аппаратов защиты. В результате проектирования разработана система электроснабжения детского сада в 3 жилом районе г. Абакана, соответствующая всем современным требованиям.

## **THE ABSTRACT**

The final qualification work on the topic “Power supply of a kindergarten in the 3 residential district of the city of Abakan” contains 63 pages of a text document, 28 sources used, 6 sheets of graphic material, 2 appendices.

**LIGHTING, LED LAMP, ELECTRIC RECEIVER, EQUIPMENT, SHORT CIRCUIT CURRENT, ELECTRIC LOADS, VOLTAGE LOSSES.**

The design object is a power supply scheme for a kindergarten building with 300 seats with a pool.

The main goal of developing a power supply scheme is to provide electricity of good quality, considering the possibility of increased energy consumption. The main task is to develop a power supply scheme in such a way that it meets modern requirements of safety, reliability and efficiency.

During the design process, the electrical loads for each level of power supply were calculated, after which the power supply scheme of the kindergarten in the 3 residential district of the city of Abakan was designed. For the power supply scheme, cable cross sections and protection devices that met all technical requirements were selected. Checking equipment for short-circuit currents showed the correct choice of protection devices. As a result of the design, a kindergarten power supply system was developed in the 3 residential district of Abakan, which meets all modern requirements.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Теоретическая часть.....	9
1.1 Основные нормативные требования при проектировании и монтаже электроустановок общественных зданий .....	9
1.2 Методы расчета электрических нагрузок общественных зданий.....	11
2 Аналитическая часть.....	14
2.1 Характеристика детского сада .....	14
2.2 Общие сведения об объемно-планировочных и конструктивных решениях .....	15
2.3 Перечень устанавливаемого электрического оборудования .....	17
3 Практическая часть .....	18
3.1 Расчет электрической нагрузки сети 0,4 кВ на разных уровнях СЭС объекта.....	18
3.1.1 Расчет электрических нагрузок первого уровня электропитания .....	18
3.1.2 Расчет электрических нагрузок второго уровня электропитания .....	20
3.2 Светотехнический и электротехнический расчеты освещения.....	28
3.2.1 Светотехнический расчет освещения .....	28
3.2.2 Электротехнический расчет освещения .....	41
3.3 Выбор и компоновка электрической сети поэтажно .....	44
3.4 Выбор и расстановка распределительных пунктов, кабельных линий и коммутационно-защитной аппаратуры .....	46
3.5 Расчет токов короткого замыкания .....	51
3.6 Проверка элементов электрической сети к действию токов короткого замыкания.....	53
3.7 Расчет затрат на сооружение электрической сети.....	54
3.8 Мероприятия по заземлению и молниезащите .....	57
3.9 Основные принятые решения .....	58
Заключение .....	61
Список использованных источников .....	62
Приложение А .....	64
Приложение Б.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование систем электроснабжения общественных зданий, в том числе дошкольных учреждений, крупных нежилых помещений и др. начинается с разработки технического задания, в котором отражается необходимая мощность, уровень нагрузок и генплан.

Категория надежности электроснабжения того или иного потребителя (общественного здания), определяет сложность построения схемы его электроснабжения, количество источников питания и линий связи между ними и потребителями, их зависимость или независимость друг от друга и другие факторы. Поэтому спроектированная система электроснабжения должна отвечать современному развитию науки и техники и опираться на самые актуальные технические разработки. Иначе, в результате применения ненадежного и не зарекомендовавшего себя электрооборудования на практике, а также нерациональная конфигурация системы электроснабжения, эта система может потерять свою устойчивость к различным факторам, способным спровоцировать аварию на объекте, в частности, общественного назначения. При этом требуемое качество электроэнергии, естественно, обеспечено не будет.

Особенность электроснабжения объектов дошкольных учреждений заключается не только в разветвленности внутренних электросетей, но также, в мощностях потребления электроэнергии различными установками. Вентиляционные установки, оборудование пищеблоков и водонагреватели, вспомогательные приборы и системы, в состав которых входят различные электрические двигатели, могут потреблять намного больше электроэнергии, чем осветительные приборы, что требует более серьезной схемы электроснабжения объекта с учетом заземления электрических приборов.

Объект проектирования – схема электроснабжения здания детского сада на 300 мест с бассейном по ул. Чехова, 151 в 3 жилом районе г. Абакана.

Предмет исследования – методы расчета силовых и осветительных электрических нагрузок в системах электроснабжения общественных зданий.

Актуальность темы заключается в том, что проектирование объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для воспитанников и работников детского сада.

Цель бакалаврской работы – спроектировать схему электроснабжения здания детского сада на 300 мест с бассейном по ул. Чехова, 151 в 3 жилом районе г. Абакана с применением современного электрооборудования.

Задачами бакалаврской работы являются:

- 1) основные нормативные требования при проектировании и монтаже электроустановок общественных зданий и методы расчета электрических нагрузок общественных зданий, в том числе детских садов;
- 2) характеристика объекта, его конструктивных и объемно-планировочных решений и устанавливаемого электрооборудования;
- 3) расчет электрических нагрузок групп электрических приемников;
- 4) расчет электрического освещения;

5) разработка наиболее оптимальной схемы питания силовых электрических приемников здания детского сада и освещения;

6) выбор сетевых электрических устройств, аппаратов защиты и проводников;

7) расчет токов короткого замыкания и проверка элементов электрической сети;

8) мероприятия по молниезащите и заземлению, общие технические решения в отношении электрической сети.

Новизна работы заключается в обосновании и расчёте осветительных и электрических нагрузок и выбор на их основании самого современного электрооборудования.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования схемы электроснабжения детского сада могут быть использованы при реконструкции и проектировании подобных общественных зданий.

## **1 Теоретическая часть**

### **1.1 Основные нормативные требования при проектировании и монтаже электроустановок общественных зданий**

Основополагающие требования к проектированию электроосветительных и электросиловых установок общественных зданий, прежде всего, закреплены в базовом федеральном законодательстве, основу которого составляют федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» [23], федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [26] и некоторые другие законы и постановления правительства, связанные с техническим регулированием, составом проектной документации, электросетевым хозяйством и пр. На основе этих законов и технических норм разработаны специальные своды правил, государственные стандарты и другие нормативные документы.

Основной современный нормативный документ, регламентирующий особенности построения электрических сетей общественных зданий, в том числе и дошкольных учреждений, является СП 256.1325800.2016 [14]. Согласно таблице 6.1 указанного документа категория электроприемников по надежности электроснабжения дошкольных учреждений зависит от числа работающих сотрудников в здании. Если это небольшие здания, где количество персонала не превышает 50 человек, то здание относится к III категории, если свыше 50 человек – то к II категории, при условии, что число людей не превышает 2000 человек, а само здание – до 16 этажей. В противном случае это уже будет I категория электроснабжения электроприемников здания. Большинство дошкольных учреждений по степени надежности электроснабжения относится ко II-й категории. Данный СП, в частности, регламентирует все основные положения и особенности электроснабжения, свойственные дошкольным образовательным учреждениям.

Глава 7.1 ПУЭ [11] регламентирует кроме всего прочего, электроустановки дошкольных учреждений, особенности питания и распределения электрической энергии. Требуется, чтобы силовые и осветительные сети имели, как правило, отдельное питание: розеточные сети – от силовых пунктов, светильники – от осветительных щитков. При этом необходимо стремиться к наиболее равномерному распределению однофазных нагрузок по всем трем фазам, учитывая суммарные моменты нагрузок, для компенсации несимметрии.

При использовании и проектировании электротехнических устройств дошкольных учреждений требуется использование СП 76.13330.2016 [16], регламентирующего монтаж и наладку указанных устройств, в том числе аппаратов защиты, освещения, кабельно-проводниковой продукции и т.д. Для проектирования искусственного освещения зданий дошкольных учреждений требуется соблюдение норм, указанных в СП 52.13330.2016 [15], с учетом

норм освещённости и разряда зрительных работ для каждого отдельно взятого помещения (разного или аналогичного назначения), а также геометрии помещений (как правило, прямоугольной формы, для зданий зального типа, которыми являются большинство зданий дошкольных учреждений). При этом принимаемые проектные решения должны согласовываться также с нормами СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания и ГОСТ Р 55710-2013, регламентирующим освещение рабочих мест, способы измерения освещенности и т.д.

Также при проектировании электрических сетей зданий дошкольных учреждений пользуются актуальными документами, такими как ГОСТы, СП, РД, СО (кроме указанных выше), не считая требований нормативных документов в области пожарной безопасности к проектированию зданий и сооружений, и документов общего характера. Например, это РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [12], СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций, ГОСТы в области выполнения электрических схем, условных буквенных и графических обозначений, качества электрической энергии, множество ГОСТов по электротехническим, кабельным и другим изделиям и электроустановкам, а также в области обеспечения электробезопасности различными видами защит и другие документы.

Можно выделить основные практические принципы, которыми следует руководствоваться при проектировании электроснабжения общественных зданий.

1. Простота и масштабируемость. Системы электроснабжения общественных зданий не должны быть многоступенчатыми, питающие сети не должны быть длинными, а способ прокладки сети должен быть максимально простым. Кроме того, система обязана обеспечивать возможность внедрения нового оборудования, то есть быть масштабируемой, как для вновь проектируемых объектов, так и реконструируемых.

2. Отсутствие перегрузок. При проектировании помещений общественных зданий значение имеет как размещение оборудования в цехах, так и расположение источников питания. По возможности каждый такой объект должен быть снабжен отдельным распределительным устройством, которое устанавливается ближе ко вводу в здание. Другие сторонние потребители и дополнительная нагрузка, не предусмотренная проектом, не должны иметь возможности подключения к данному устройству во избежание перегрузки.

3. Безопасность. Все используемое электрооборудование должно обладать степенью защиты, соответствующей условиям работы конкретного помещения общественного здания.

Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения общественных зданий – задача многофункциональная и трудоемкая. Данная сфера постоянно совершенствуется и усложняется в силу появления новых технологий и оборудования. Требования к качеству электрической энергии и надежности электроснабжения также повышаются. Для решения поставленных за-

дач в данной сфере необходимо применение вычислительной техники, а также высокий профессионализм.

При проектировании системы электроснабжения общественного здания определяются следующие параметры: электрические нагрузки по уровням электроснабжения, в том числе всего здания в целом; структура системы электроснабжения – число и место размещения всех элементов системы; рациональное напряжение питающей и распределительной сетей; способ транспорта электроэнергии в сетях питания и распределения; конструктивное исполнение электроустановок и электрооборудования; технические средства для обеспечения электробезопасности при эксплуатации системы электроснабжения.

Качественно выполненный этап проекта проектирования схемы электроснабжения общественного здания избавит от таких распространенных проблем, как увеличение сметы при монтаже и «наползание» разных инженерных сетей друг на друга. Тщательная проработка деталей проекта позволяет минимизировать доработки при монтаже и интегрировать все инженерные системы между собой.

От каждого проекта системы электроснабжения требуется соответствие актуальным архитектурным и градостроительным требованиям, требованиям законодательства в области пожаробезопасности, соображениям энергоэффективности. Такой современный проект должен отвечать не только формальным требованиям различных правил и нормативов. В XXI веке все чаще возникают вопросы проектной культуры, которая предполагает масштабируемость создаваемой системы и ее дальнейшее усиление без ущерба другим связанным с ней системам [19, 21].

## **1.2 Методы расчета электрических нагрузок общественных зданий**

Целью расчета электрических нагрузок является определение токов, протекающих по токоведущим элементам с точки зрения их допустимости по условиям нагрева элементов. Расчет электрических нагрузок является определяющим при выборе основных элементов СЭС жилых и общественных зданий [6, 14].

Выполняемое для любого объекта, проектирование электроснабжения обязательно содержит в себе расчет мощности, который призван определить основные электротехнические параметры установки. Для небольших жилых зданий и помещений он выполняется достаточно просто, а вот с крупными строениями необходимо учитывать различные факторы. Расчет электрических нагрузок общественных зданий редко осуществляется с учетом каждого потребителя – такая методика отнимает очень много времени у ответственного специалиста и не может применяться при возможности дальнейшего изменения свойств формируемой установки.

В отдельных случаях проектирование может осуществляться исключительно с применением нормативных документов государственного значения. Единственный недостаток подобного способа – необходимость уточнения

соответствия полученных показателей фактическим потребностям. Проблема заключается в том, что большинство сборников нормативных показателей составлялось более 20 лет назад – за это время развитие техники и общественной жизни людей сделало подобные показатели неактуальными.

Расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий производится групповым способом – для этого потребители объединяются в однородные группы, которым присваивается определенное среднее значение энергопотребления. В сборниках можно найти основные данные, которые применяются для магазинов, кафе, ресторанов, квартир, частных домов, а также общественных зданий [14].

Правильное и обоснованное определение электрических нагрузок обеспечивает рациональный выбор числа и мощности трансформаторных подстанций, сечений проводов и кабелей, электрооборудования.

Коэффициенты спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий принимают по таблице П1.3 [14].

Коэффициент спроса для расчета групповой сети рабочего освещения, питающих и групповых сетей эвакуационного и аварийного освещения зданий, освещения витрин и световой рекламы принимают равным 1.

Коэффициенты спроса для расчета электрических нагрузок линий, питающих постановочное освещение в залах, принимают равными 0,35 для регулируемого освещения эстрады и 0,2 – для нерегулируемого.

Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки,  $P_{pp}$  определяют по формуле, кВт:

$$P_{pp} = k_{cp} P_{yp} n_p, \quad (1.1)$$

где  $k_{cp}$  – расчетный коэффициент спроса;

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

$n_p$  – число розеток.

При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку  $P_{po}$  определяют по формуле, кВт:

$$P_{po} = P'_{po} + P_{pp}, \quad (1.2)$$

где  $P'_{po}$  - расчетная нагрузка линий общего освещения, кВт;

$P_{pp}$  - расчетная нагрузка розеточной сети, кВт.

Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов  $P_p$  с определяют по формуле, кВт:

$$P_p = k_{cc} P_{yc}, \quad (1.3)$$

где  $k_{cc}$  – расчетный коэффициент спроса;

$P_{yc}$  – установленная мощность электроприемников (кроме противопо-

жарных устройств и резервных), кВт.

Коэффициенты спроса для расчета нагрузки вводов, питающих и распределительных линий силовых электрических сетей общественных зданий определяют по таблицам [14].

Расчетную нагрузку питающих линий технологического оборудования и посудомоечных машин предприятий общественного питания и пищеблоков  $P_p$  с определяют по формуле, кВт:

$$P_{pc} = P_{p.п.м} + 0,65 P_{p.т} \geq P_{p.т}, \quad (1.4)$$

где  $P_{p.п.м}$  - расчетная нагрузка посудомоечных машин, определяемая с коэффициентом спроса, который принимают по таблицам [14], кВт;

$P_{p.т}$  - расчетная нагрузка технологического оборудования, определяемая с коэффициентом спроса, который принимают по таблицам [14], кВт.

Расчетную нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения  $P_p$  определяют по формуле, кВт:

$$P_p = k (P_{p.o} + P_{pc} + P_{p.хс}), \quad (1.5)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение, принимаемый по таблицам [14];

$P_{p.o}$  – расчетная нагрузка освещения, кВт;

$P_{pc}$  – расчетная нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха, кВт;

$P_{p.хс}$  – расчетная нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха, кВт [14].

## **2 Аналитическая часть**

### **2.1 Характеристика детского сада**

Детский сад на 300 мест с бассейном в III жилом районе г. Абакана располагается на земельном участке (в условиях сложившейся городской застройки), расположенном по адресу: Республика Хакасия, город Абакан, ул. Чехова, 151.

Функциональное назначение объекта капитального строительства – дошкольное образовательное учреждение.

Проектируемый детский сад – двухэтажное здание, состоящее из следующих помещений:

- групповые ячейки, принадлежащие каждой детской группе;
- специализированные помещения для занятий с детьми, предназначенные для поочередного использования всеми детскими группами;
- медицинские помещения;
- пищеблок, прачечная;
- служебно-бытовые помещения для персонала.

Дошкольное образовательное учреждение общеразвивающего вида обеспечивает воспитание, обучение и развитие, а также присмотр, уход и оздоровление детей в возрасте от 2 месяцев до 7 лет и реализует основную общеобразовательную программу дошкольного образования. Основной структурной единицей дошкольного образовательного учреждения является группа детей дошкольного возраста:

- 1 группа для детей младенческого возраста от 3-х месяцев до 1 года на 21 место;
- 1 группа для детей раннего возраста от 1 года до 2-х лет на 21 место;
- 2 группы для детей раннего возраста от 2-х лет до 3-х лет, на 21 место каждая;
- 2 младшие группы для детей в возрасте 3-4 лет на 27 человек каждая;
- 2 средние группы для детей в возрасте 4-5 лет на 27 человек каждая;
- 2 старшие группы для детей в возрасте 5-6 лет на 27 человек каждая;
- 2 подготовительные группы для детей в возрасте 6-7 лет на 27 человек каждая.

Количество мест – 300.

Продолжительность рабочего дня – 12 часов.

Штат преподавательского и административного состава принят ориентировочно 60-65 человек.

Технический персонал – 25-30 человек.

Всего в штате организации детского сада 85-90 человек.

Детский сад для детей раннего возраста (реализует основную общеобразовательную программу дошкольного образования в группах общеразвивающей направленности для детей в возрасте от 2 месяцев до 3 лет, создает условия для социальной адаптации и ранней социализации детей);

Детский сад для детей предшкольного (старшего дошкольного) возраста

та (реализует основную общеобразовательную программу дошкольного образования в группах общеразвивающей направленности, а также при необходимости в группах компенсирующей и комбинированной направленности для детей в возрасте от 5 до 7 лет с приоритетным осуществлением деятельности по обеспечению равных стартовых возможностей для обучения детей в общеобразовательных учреждениях.

## 2.2 Общие сведения об объемно-планировочных и конструктивных решениях

Технические показатели детского сада как объекта капитального строительства представлены в таблице 2.1. Класс ответственности здания - II уровень (нормальный). Класс здания – КС2, уровень ответственности – нормальный.

Таблица 2.1 – Технические показатели детского сада как объекта капитального строительства

№ п\п	Наименование показателей	Ед. изм.	Значение показателя
1	Площадь застройки, в т.ч.	м <sup>2</sup>	2297,4
	основного здания	м <sup>2</sup>	2144,0
	крыльца	м <sup>2</sup>	153,4
2	Количество этажей (этажность)	этаж	2
3	Количество групповых ячеек	шт.	12
4	Строительный объем: в т.ч.	м <sup>2</sup>	18545,0
	подземной части	м <sup>2</sup>	4474,0
	надземной части	м <sup>2</sup>	14071,0
5	Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	5562,4
6	Расчетная площадь	м <sup>2</sup>	2957,4
7	Полезная площадь	м <sup>2</sup>	3538,8
8	Площадь техподполья	м <sup>2</sup>	1839,5

Общая высота здания составляет 6,3 м, высота техподполья – 2,2 м. Отапливаемая площадь здания составляет 3538,8 м<sup>2</sup>, отапливаемый объем здания – 11670,9 м<sup>3</sup>, а общая площадь ограждающих конструкций равна 1748829 м<sup>2</sup>.

Здание детского сада на 300 места с бассейном по ул. Чехова, 151 в III жилом районе г. Абакана является двухэтажным с техподпольем и чердачной крышей, имеет крестовую в плане конфигурацию, габаритные размеры по осям 65,0 х 57,0 м. В трех изолированных блоках, объединенных центральным ядром, находятся групповые ячейки, в четвертом размещены помещения функционального обслуживания.

На 1-м этаже здания размещены 6 групповых ячеек, пищеблок, пости-

рочная, оздоровительный блок с бассейном, медицинский блок, помещение охраны, гардероб персонала, хозяйственная кладовая, санузел персонала, комната уборочного инвентаря, электрощитовая.

Каждая групповая ячейка состоит из следующих помещений: раздевальная (приемная) (для приема детей и хранения верхней одежды), групповая (для проведения игр, занятий и приема пищи), спальня, буфетная (для подготовки готовых блюд к раздаче и мытья столовой посуды), туалетная (совмещенная с умывальной). Из каждой групповой ячейки предусмотрены два рассредоточенных эвакуационных выхода. Групповые ячейки для детей младенческого и раннего возраста имеют самостоятельные входы.

Групповые комнаты имеют двустороннее освещение, что позволяет выполнить нормативные требования по инсоляции помещений. При такой планировке, несмотря на большую наполняемость детского сада, не создается ощущение тесноты и перегруженности помещения, так как каждый блок относительно независим и изолирован.

Пищеблок состоит из следующих помещений: загрузочная, горячий цех, мясо-рыбный цех, холодный цех, раздаточная, моечная кухонной посуды, овощной цех, моечная тары, кладовая овощей, помещение холодильников, кладовая сухих продуктов, комната уборочного инвентаря, гардероб персонала, санузел персонала.

Постирочная состоит из приёмной грязного белья, стиральной, гладильной, кладовой грязного белья, кладовой чистого белья.

Оздоровительный блок состоит из следующих помещений; бассейн (6,6х3.05)м, раздевалки для мальчиков и для девочек, душевые, санузлы для мальчиков и для девочек, комната тренера, инвентарная, кабинет медсестры, помещение подготовки воды, санузел персонала.

Медицинский блок включает: приёмную, медицинский кабинет, процедурный кабинет, кабинет физиолечения, санузел .

На первом этаже здания детского сада размещена электрощитовая.

На 2-ом этаже расположены 6 групповых ячеек, кабинеты логопеда, кабинет методиста, музыкальный зал с кладовой инвентаря, спортивный зал, кладовая спортивного инвентаря, кабинет заведующей, комната приёма пищи, кабинет психолога, методический кабинет, хозяйственно-складские помещения, подсобное помещение, санузел персонала, комнаты уборочного инвентаря.

Из каждой групповой ячейки, а также из бассейнов, спортивных и музыкальных залов, имеются по два рассредоточенных эвакуационных выхода.

Ширина проема входных дверей помещений дошкольных групп для эвакуации не менее 1,2 м, заполнение дверных проемов с уплотнением в притворах. Ширина коридоров на путях эвакуации не менее 1,6 м.

Для доступа инвалидов на кресле-коляске и других МГН к помещениям второго этажа предусмотрено подъемное устройство, обеспечивающее размещение инвалида на кресле коляске с сопровождающим лицом. Для их эвакуации, предусмотрена зона безопасности для временного пребывания, в лестничной клетке.

В чердачном пространстве расположена венткамера. Выход на чердак выполняется через внутренний люк по лестнице. Выходы на крышу из чердачного пространства выполняется через проемы в слуховых окна.

Подвал имеет два отдельных рассредоточенных входа. В подвале размещены узел учета, водомерный узел, помещение для хранения ламп, тепловой узел и приточная венткамера.

Наружные стены выполняются из кирпича толщиной 250 мм с утеплением минераловатной плитой группы НГ общей толщиной 180 мм, в качестве несущей системы используется подсистема компании «ТимСпан», в качестве облицовочного материала плиты керамогранит. Крыша – чердачная, стропильная деревянная. Покрытие кровли - металлочерепица.

Утепление стен и потолков входных тамбуров материалами группы НГ. В отделке стен и потолков на путях эвакуации не применены горючие материалы.

Естественное освещение и проветривание помещений, коридоров и лестничных клеток осуществляется посредством окон с открывающимися створками.

### **2.3 Перечень устанавливаемого электрического оборудования**

Источником питания детского сада является I-я и II-я секции шин ЗРУ-0,4 кВ ТП № 903. Ввод в здание произведен в блок Б на первом этаже, расстояние от ТП до ВРУ здания детского сада составляет 140 м. Трансформаторная подстанция расположена во дворе дома по адресу ул. Кирова,122. Трансформаторы 1Т, 2Т - 1000/10/0,4.

Основные потребители электроэнергии: электроосвещение, бытовые электроприборы, водоподогреватели, технологическое оборудование пищеблока, вентиляции, прачечной. Напряжение питающей сети 380/220 В. Категория электроприемников по надежности электроснабжения – I, II. К электроприемникам первой категории относятся: устройства противопожарной сигнализации, эвакуационное освещение помещений. Все остальные относятся ко второй категории.

Перечень устанавливаемого силового электрического оборудования кроме розеток, представлен в Приложении А. Основные технические характеристики силового электрооборудования, которое будем использовать для различных нужд рассматриваемого здания детского сада, показывают его высокий класс энергоэффективности.

Данные о геометрических размерах помещений детского сада для расчета освещения представлены в Приложении Б.

### 3 Практическая часть

#### 3.1 Расчет электрической нагрузки сети 0,4 кВ на разных уровнях СЭС объекта

##### 3.1.1 Расчет электрических нагрузок первого уровня электроснабжения

Расчетную нагрузку, создаваемую одним приемником электроэнергии, принимают равной номинальной мощности приемника. По этой нагрузке выбираем сечение питающей линии и коммутационно защитную аппаратуру.

Для вентиляторов, насосов, технологического оборудования коэффициент кратности пуска принимаем равным 5, для теплового оборудования пищеблока – 1.

Расчет первого уровня электроснабжения на примере ЭП №1:

Центробежный вентилятор В-1 ВР80-110;  $P = 1,1$  кВт;  $\cos\varphi = 0,8$ ;  $U=220$  В;  $K=5$ .

Определим полную мощность электропотребителя:

$$S=P / \cos\varphi, \text{ кВА} \quad (3.1)$$
$$S = 1,1 / 0,8 = 1,38 \text{ кВА.}$$

Определим расчетный ток электропотребителя:

$$I_p = S/U, \text{ А} \quad (3.2)$$
$$I_p = 1,38 / 220 \cdot 1000 = 6,25 \text{ А.}$$

Определим ток пусковой электропотребителя:

$$I_{\text{пуск}} = I_p \cdot K, \text{ А,}$$

где  $K$  - кратность пускового тока.

$$I_{\text{пуск}} = 6,25 \cdot 5 = 31,25 \text{ А.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных электроприемников, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Расчет первого уровня электроснабжения

№	Наименование ЭП	$P_{ном}$ кВт	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_{p1}$ кВт	$Q_{p1}$ кВар	$S_{p1}$ кВА	$I_p$ , А	$I_{пуск}$ А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Центробежный вентилятор В-1 ВР80-110	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
2	Центробежный вентилятор В-2 ВР80-75	0,75	0,8	0,75	0,75	0,56	0,94	4,26	21,30
3	Крышной вентилятор В-20 KVR-125/1	0,071	0,8	0,75	0,071	0,05	0,09	0,4	2,00
4	Канальный вентилятор В-19 KVR-160/1	0,105	0,8	0,75	0,105	0,08	0,13	0,6	3,00
5	Канальный вентилятор В-3 KVR-160/1	0,105	0,8	0,75	0,105	0,08	0,13	0,6	3,00
6	Центробежный вентилятор В-4 ВР80-75	0,75	0,8	0,75	0,75	0,56	0,94	4,26	21,30
7	Крышной вентилятор В-18 KVR-125/1	0,071	0,8	0,75	0,071	0,05	0,09	0,4	2,00
8	Крышной вентилятор В-5 VRK 56/35-4E	0,31	0,8	0,75	0,31	0,23	0,39	1,76	8,80
9	Крышной вентилятор В-7 VRK 30/22-2E	0,17	0,8	0,75	0,17	0,13	0,21	0,97	4,85
10	Крышной вентилятор В-6 VRK 56/35-4E	0,31	0,8	0,75	0,31	0,23	0,39	0,59	2,95
11	Крышной вентилятор В-8 VRK 30/22-2E	0,17	0,8	0,75	0,17	0,13	0,21	0,32	1,60
12	Крышной вентилятор В-11 VRK 30/22-2E	0,17	0,8	0,75	0,17	0,13	0,21	0,32	1,60
13	Крышной вентилятор В-9 VRK 56/35-4E	0,31	0,8	0,75	0,31	0,23	0,39	1,76	8,80
14	Крышной вентилятор В-12 VRK 30/22-2E	0,17	0,8	0,75	0,17	0,13	0,21	0,97	4,85
15	Крышной вентилятор В-10 VRK 56/35-4E	0,31	0,8	0,75	0,31	0,23	0,39	1,76	8,80
16	Крышной вентилятор В-13 VRK 30/22-2E	0,17	0,8	0,75	0,17	0,13	0,21	0,97	4,85
17	Крышной вентилятор В-15 VRK 56/35-4E	0,31	0,8	0,75	0,31	0,23	0,39	1,76	8,80
18	Крышной вентилятор В-14 VRK 30/22-2E	0,17	0,8	0,75	0,17	0,13	0,21	0,97	4,85
19	Крышной вентилятор В-16 VRK 56/35-4E	0,31	0,8	0,75	0,31	0,23	0,39	1,76	8,80
20	Крышной вентилятор В-17 ВР80-75	0,75	0,8	0,75	0,75	0,56	0,94	4,26	21,30
21	Электрокипятильник непрерывного действия	9	0,95	0,33	9	2,97	9,48	43,06	43,06
22	Плита электрическая 4-хкомфорочная с жарочным шкафом	16,75	0,95	0,33	16,75	5,53	17,64	26,79	26,79
23	Плита электрическая 4-хкомфорочная с жарочным шкафом	16,75	0,95	0,33	16,75	5,53	17,64	26,79	26,79
24	Электросковорода кухонная	9	0,95	0,33	9	2,97	9,48	43,06	43,06
25	Пароконвектомат	4,6	0,95	0,33	4,6	1,52	4,84	22,01	22,01
26	Планетарный миксер	0,37	0,8	0,75	0,37	0,28	0,46	2,1	10,50
27	Овощерезка	0,615	0,8	0,75	0,615	0,46	0,77	3,49	17,45
28	Хлебобрезка	0,37	0,8	0,75	0,37	0,28	0,46	2,1	10,50
29	Протирачная машина	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
30	Холодильник бытовой	0,2	0,75	0,88	0,2	0,18	0,27	1,21	6,05
31	Шкаф холодильный	0,36	0,75	0,88	0,36	0,32	0,48	2,18	10,90
32	Шкаф холодильный	0,36	0,75	0,88	0,36	0,32	0,48	2,18	10,90
33	Шкаф холодильный	0,36	0,75	0,88	0,36	0,32	0,48	2,18	10,90
34	Бактерицидная установка «Лазурь М-3»	0,125	0,75	0,88	0,125	0,11	0,17	0,76	3,80
35	Овощерезка	0,615	0,8	0,75	0,615	0,46	0,77	3,49	17,45
36	Мясорубка	1,5	0,8	0,75	1,5	1,13	1,88	8,52	42,60
37	Шкаф холодильный	0,36	0,75	0,88	0,36	0,32	0,48	2,18	10,90
38	Шкаф холодильный	0,36	0,75	0,88	0,36	0,32	0,48	2,18	10,90
39	Шкаф холодильный	0,36	0,75	0,88	0,36	0,32	0,48	2,18	10,90
40	Шкаф морозильный	0,7	0,75	0,88	0,7	0,62	0,94	4,24	21,20
41	Шкаф морозильный	0,7	0,75	0,88	0,7	0,62	0,94	4,24	21,20
42	Шкаф морозильный	0,7	0,75	0,88	0,7	0,62	0,94	4,24	21,20
43	Котел пищеварочный электрический	18,1	0,95	0,33	18,1	5,97	19,06	28,95	28,95
44	Пароконвектомат	12,5	0,75	0,88	12,5	11	16,65	75,76	75,76
45	Протирачная машина	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
46	Картофелечистка	0,37	0,8	0,75	0,37	0,28	0,46	2,1	10,50
47	Электросушитель	1,5	0,8	0,75	1,5	1,13	1,88	8,52	42,60

48	Бактерицидная установка «Лазурь М-3»	0,125	0,75	0,88	0,125	0,11	0,17	0,76	0,76
49	Машина сушильная	16,1	0,8	0,75	16,1	12,08	20,13	91,48	457,40
50	Центрифуга	1,1	0,8	0,75	1,1	0,83	1,38	6,25	31,25
51	Машина стиральная	1,5	0,8	0,75	1,5	1,13	1,88	8,52	42,60
52	Машина стиральная	1,5	0,8	0,75	1,5	1,13	1,88	8,52	42,60
53	Машина швейная	0,5	0,8	0,75	0,5	0,38	0,63	2,84	14,20
54	Электроутюг	2	0,95	0,33	2	0,66	2,11	9,57	47,85
55	Каток гладильный ВГ-1218	3,27	0,95	0,33	3,27	1,08	3,44	15,65	15,65
56	Машина стирально-отжимная	16	0,8	0,75	16	12	20	90,91	454,55
57	Гладильный стол Letit PA71	6	0,95	0,33	6	1,98	6,32	28,71	28,71
58	Физиотерапевтическое оборудование	0,2	0,8	0,75	0,2	0,15	0,25	1,14	1,14
59	Физиотерапевтическое оборудование	0,15	0,8	0,75	0,15	0,11	0,19	0,85	0,85
60	Физиотерапевтическое оборудование	0,2	0,8	0,75	0,2	0,15	0,25	1,14	1,14
61	Физиотерапевтическое оборудование	0,2	0,8	0,75	0,2	0,15	0,25	1,14	1,14
62	Прибор ОПС	0,05	0,8	0,75	0,05	0,04	0,06	0,28	0,28
63	Канальный вентилятор В-22 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
64	Канальный вентилятор В-24 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
65	Канальный вентилятор В-26 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
66	Канальный вентилятор В-27 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
67	Канальный вентилятор В-28 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
68	Канальный вентилятор В-29 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
69	Канальный вентилятор В-30 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
70	Канальный вентилятор В-32 KVR-125/1	0,076	0,8	0,75	0,076	0,06	0,1	0,43	2,15
71	Приточная установка П-4 NED50-25	37,65	0,8	0,75	37,65	28,24	47,06	71,5	357,50
72-113	Электроводонагреватель	1,5	0,95	0,33	1,5	0,5	1,58	7,18	7,18

### 3.1.2 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения

Планы силовых сетей здания детского сада представлены соответственно на рисунках 3.1-3.3.

Определение нагрузки создаваемой группой электроприемников присоединенных к силовому щиту производится для выбора сечения линии, питающей эту группу и коммутационно защитной аппаратуры. Расчет мощности электроприемников на силовом щите осуществляется по формуле:

$$P_{рас} = K_c \cdot P_{\Sigma уст.} \text{ В,} \quad (3.3)$$

где  $K_c$  определяется по [14, табл.7.9].

Расчет электроснабжения для щита ЩС-1 линии 1:

ЭП №1:  $P_1=1,1$  кВт;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

ЭП №2:  $P_2=0,75$  кВт;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

ЭП №3:  $P_3=0,071$  кВт;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

ЭП №4:  $P_4=0,105$  кВт;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

Определим суммарную мощность электроприёмников:

$$P_{сумм} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

$$P_{\text{сумм}} = 1,1 + 0,75 + 0,071 + 0,105 = 2,026 \text{ Вт.}$$

Определим расчетную мощность:

$$P_{\text{рас}} = 0,8 \cdot 2,026 = 1,621 \text{ кВт.}$$

Определим полную расчетную мощность:

$$\begin{aligned} S_{\text{рас}} &= P_{\text{рас}} / \cos\varphi, \text{ кВА} \\ S_{\text{рас}} &= 1,621 / 0,8 = 2,026 \text{ кВА} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Определим расчетный ток:

$$\begin{aligned} I_{\text{рас}} &= S_{\text{рас}} / U, \text{ А} \\ I_{\text{рас}} &= 2,026 \cdot 10^3 / 220 = 9,21 \text{ А.} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Аналогичные расчеты производим для остальных линий ЩС, полученные результаты расчетов сведем в таблицы 3.3 – 3.4.

На рисунках 3.1–3.3 представлены планы силовых сетей 1-го и 2-го этажей и чердака детского сада.

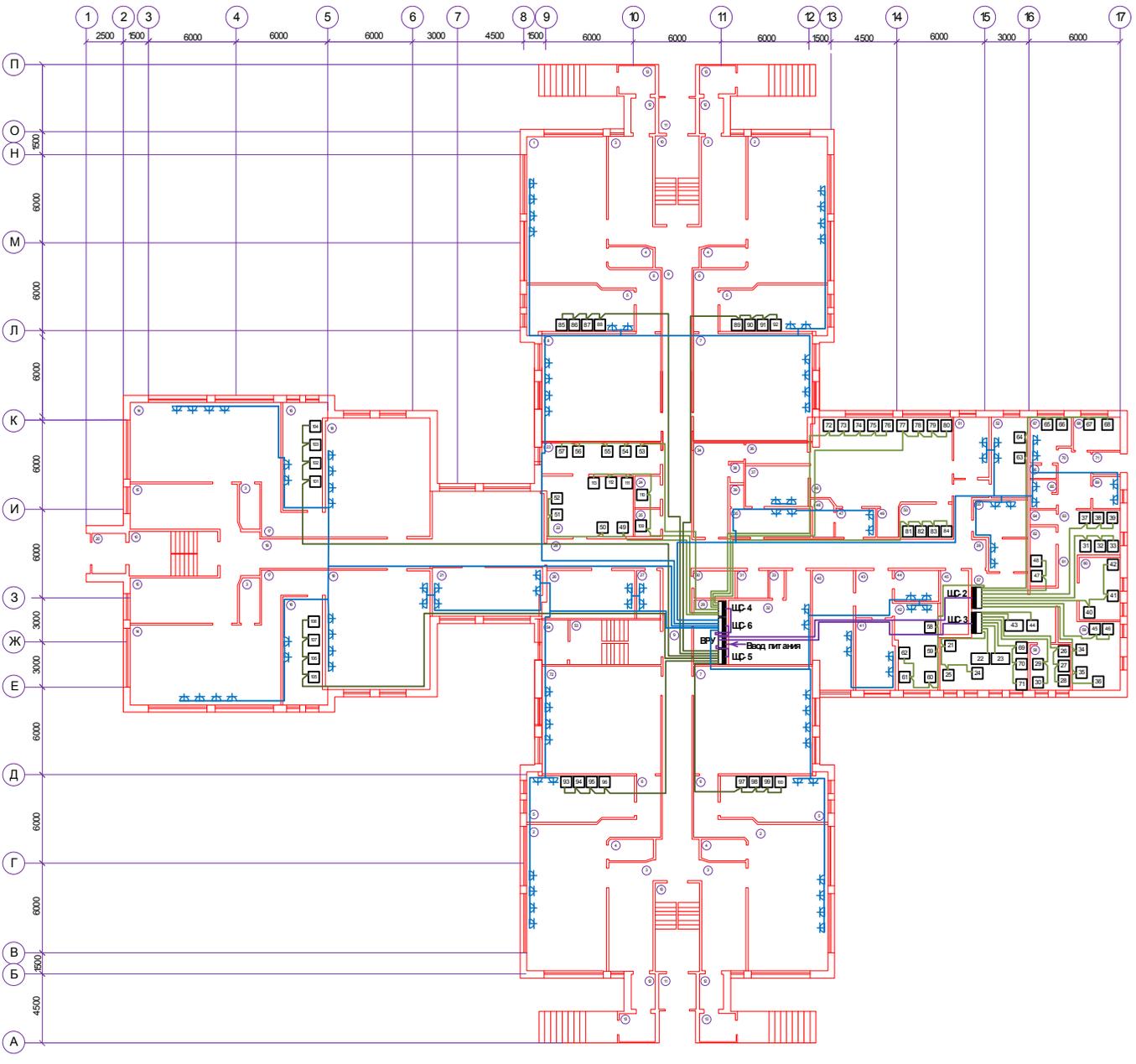


Рисунок 3.1 – План силовых сетей 1-го этажа детского сада

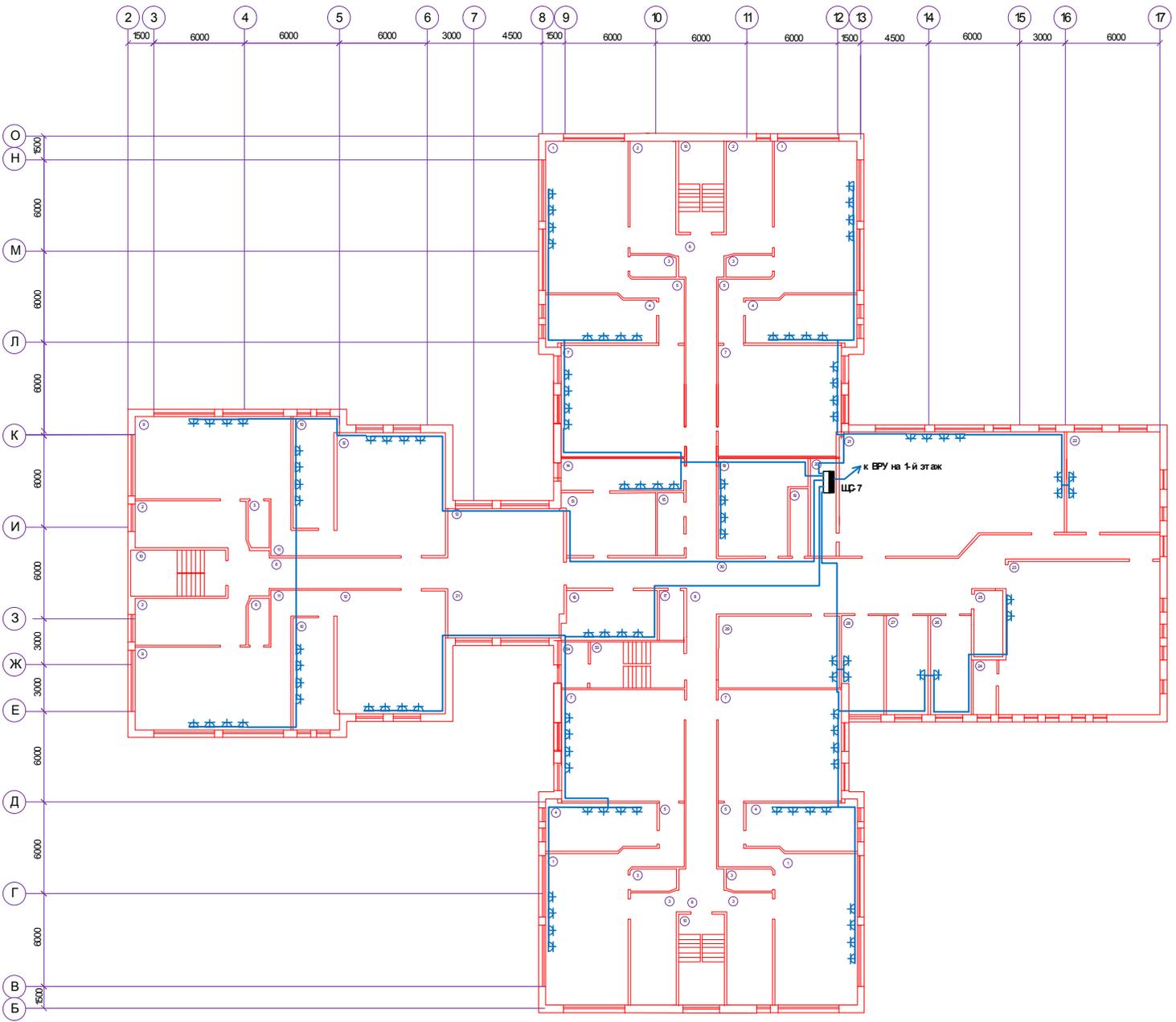


Рисунок 3.2 – План силовых сетей 2-го этажа детского сада

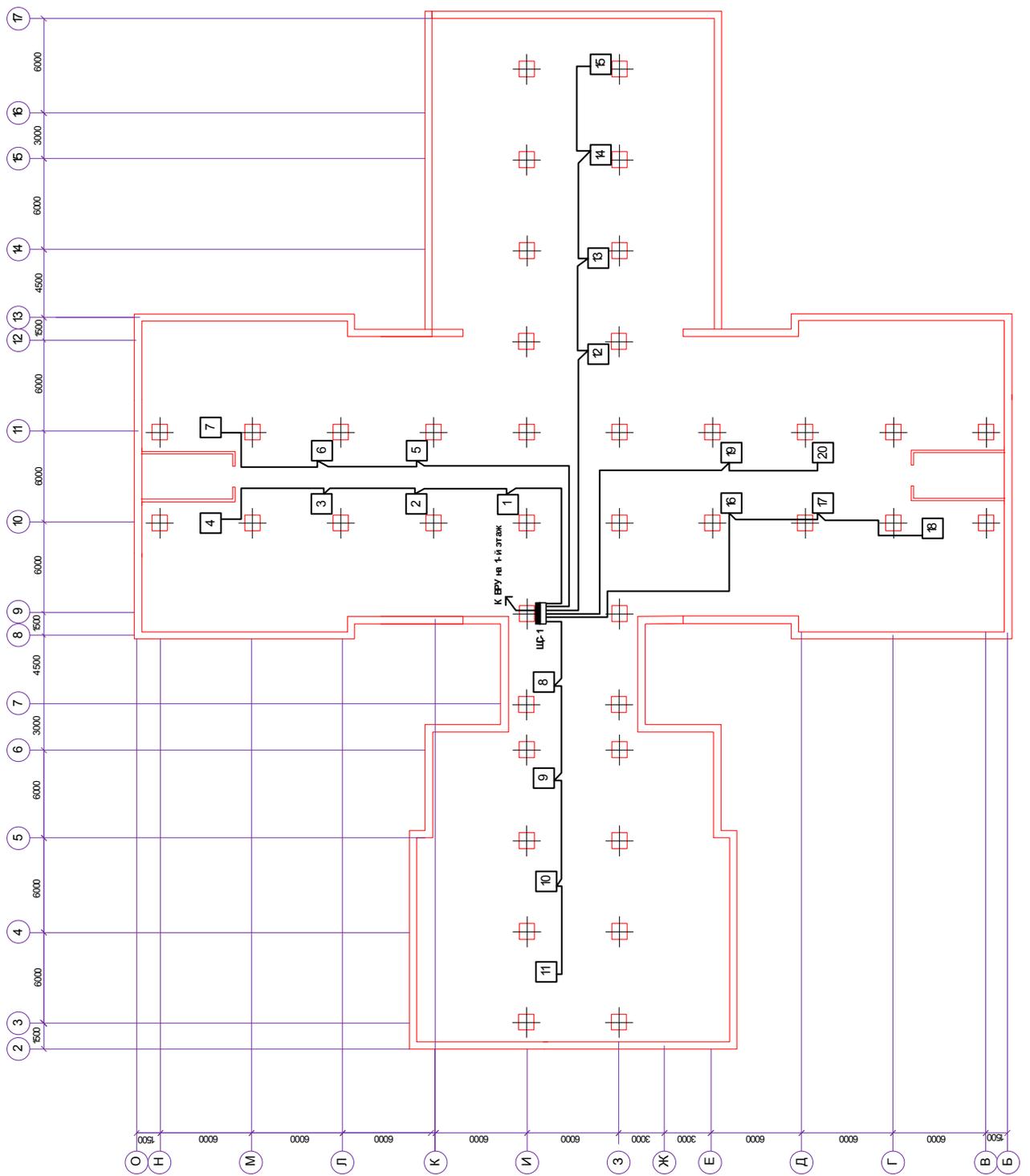


Рисунок 3.3 – План силовых сетей чердака детского сада (вентиляция)

Таблица 3.3 – Расчет второго уровня электроснабжения

№ линии ЩС	№ ЭП или наиме- нование	Количество ЭП n, шт	Мощность одного ЭП P, кВт	K <sub>с</sub>	P <sub>РАСЧ.,кВт</sub>	S <sub>расч, кВА</sub>	I <sub>p</sub> , А
1	2	3	4	5	6	7	8
ЩС-1							
Линия 1	1	1	1,1		1,1	1,38	6,25
	2	1	0,75		0,75	0,94	4,26
	3	1	0,071		0,071	0,09	0,4
	4	1	0,105		0,105	0,13	0,6
	итого	4		0,8	1,621	2,026	9,21
Линия 2	5	1	0,105		0,105	0,13	0,6
	6	1	0,75		0,75	0,94	4,26
	7	1	0,071		0,071	0,09	0,4
	итого	3		0,85	0,787	0,984	4,47
Линия 3	8	1	0,31		0,31	0,39	1,76
	9	1	0,17		0,17	0,21	0,97
	10	1	0,31		0,31	0,39	0,59
	11	1	0,17		0,17	0,21	0,32
	итого	4		0,8	0,768	0,96	4,36
Линия 4	12	1	0,17		0,17	0,21	0,32
	13	1	0,31		0,31	0,39	1,76
	14	1	0,17		0,17	0,21	0,97
	15	1	0,31		0,31	0,39	1,76
	итого	4		0,8	0,768	0,96	4,36
Линия 5	16	1	0,17		0,17	0,21	0,97
	17	1	0,31		0,31	0,39	1,76
	18	1	0,17		0,17	0,21	0,97
	итого	3		0,85	0,553	0,691	3,14
Линия 6	19	1	0,31		0,31	0,39	1,76
	20	1	0,75		0,75	0,94	4,26
	итого	2	1,06	0,9	0,954	1,193	5,42
	итого по ЩС	20		0,45	2,453	3,066	13,94
ЩС-2							
Линия 1	58	1	0,2		0,2	0,25	1,14
	59	1	0,15		0,15	0,19	0,85
	60	1	0,2		0,2	0,25	1,14
	61	1	0,2		0,2	0,25	1,14
	62	1	0,05		0,05	0,06	0,28
	итого	5		0,75	0,8	1	4,55
Линия 2	63	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	64	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	65	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	66	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	67	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	68	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	итого	6		0,7	0,456	0,57	2,59
Линия 3	47	1	1,5		1,5	1,88	8,52
	48	1	0,125		0,125	0,17	0,76
	итого	2	1,625	0,9	1,4625	1,828	8,31
Линия 4	37	1	0,36		0,36	0,48	2,18
	38	1	0,36		0,36	0,48	2,18
	39	1	0,36		0,36	0,48	2,18
	итого	3		0,85	0,918	1,148	5,22
Линия 5	31	1	0,36		0,36	0,48	2,18
	32	1	0,36		0,36	0,48	2,18
	33	1	0,36		0,36	0,48	2,18
	итого	3		0,85	0,918	1,148	5,22
Линия 6	40	1	0,7		0,7	0,94	4,24

	41	1	0,7		0,7	0,94	4,24
	42	1	0,7		0,7	0,94	4,24
		3		0,85	1,785	2,231	10,14
Линия 7	45	1	1,1		1,1	1,38	6,25
	46	1	0,37		0,37	0,46	2,1
	итого	2	1,47	0,9	1,323	1,654	7,52
Линия 8	34	1	0,125		0,125	0,17	0,76
	35	1	0,615		0,615	0,77	3,49
	36	1	1,5		1,5	1,88	8,52
		3		0,85	1,904	2,38	10,82
	итого по ЦС	27		0,45	4,305	5,381	24,46
ЦС-3							
Линия 1	44	1	12,5		12,5	16,65	75,76
Линия 2	43	1	18,1		18,1	19,06	28,95
Линия 3	26	1	0,37		0,37	0,46	2,1
	27	1	0,615		0,615	0,77	3,49
	28	1	0,37		0,37	0,46	2,1
		3		0,85	1,152	1,44	6,55
Линия 4	29	1	1,1		1,1	1,38	6,25
	30	1	0,2		0,2	0,27	1,21
	итого	2	1,3	0,9	1,17	1,463	6,65
Линия 5	69	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	70	1	0,076		0,076	0,1	0,43
	71	1	37,65		37,65	47,06	71,5
		3		0,85	32,132	40,165	182,57
Линия 6	23	1	16,75		16,75	17,64	26,79
Линия 7	22	1	16,75		16,75	17,64	26,79
Линия 8	21	1	9		9	9,48	43,06
	25	1	4,6		4,6	4,84	22,01
	24	1	9		9	9,48	43,06
		3		0,85	19,210	24,013	109,15
	итого по ЦС	15		0,5	58,882	73,602	334,55
ЦС-4							
Линия 1	81	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	82	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	83	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	84	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 2	77	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	78	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	79	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	80	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 3	72	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	73	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	74	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	75	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	76	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	5		0,75	7,5	9,375	42,61
Линия 4	53	1	0,5		0,5	0,63	2,84
	54	1	2		2	2,11	9,57
	55	1	3,27		3,27	3,44	15,65
	56	1	16		16	20	90,91
	57	1	6		6	6,32	28,71
	итого	5		0,75	27,77	34,713	157,79
Линия 5	109	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	110	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	111	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	112	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	113	1	1,5		1,5	1,58	7,18

	итого	5		0,75	7,5	9,375	42,61
Линия 6	49	1	16,1		16,1	20,13	91,48
	50	1	1,1		1,1	1,38	6,25
	51	1	1,5		1,5	1,88	8,52
	52	1	1,5		1,5	1,88	8,52
	итого	4		0,8	16,160	20,2	91,82
	итого по ШС	27		0,5	34,265	42,831	194,69
ШС-5							
Линия 1	89	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	90	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	91	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	92	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 2	85	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	86	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	87	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	88	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 3	101	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	102	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	103	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	104	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 4	105	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	106	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	107	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	108	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 5	93	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	94	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	95	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	96	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
Линия 6	97	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	98	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	99	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	100	1	1,5		1,5	1,58	7,18
	итого	4		0,8	4,800	6	27,27
	итого по ШС	24		0,5	14,4	18	81,82
ШС-6							
Линия 1	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 2	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 3	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 4	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 5	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
	итого по ШС	100		0,4	2,4	3	13,64
ШС-7							
Линия 1	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 2	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 3	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 4	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
Линия 5	роз. группа	20	0,06		1,2	1,5	6,82
	итого по ШС	100		0,4	2,4	3	13,64

## 3.2 Светотехнический и электротехнический расчеты освещения

### 3.2.1 Светотехнический расчет освещения

Проектом предусматривается рабочее и аварийное освещение. Аварийное делится на эвакуационное и резервное. Рабочее освещение - во всех помещениях детского сада. Резервное освещение - в электрощитовой, венткамерах, в ИТП, серверной, в цехах пищеблока, в раздаточных, в помещении охраны, в медкабинетах и процедурных. Светильники аварийного освещения выделяются из числа светильников рабочего освещения, имеют отличительный знак и запитываются от щитков аварийного освещения.

Освещенность помещений принята согласно СП 52.1333.2016 [15] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Типы и исполнение светильников соответствуют назначению и среде помещения. В помещениях с повышенной опасностью (влажных, сырых – душевые, ванный зал – светильники приняты со степенью защиты не менее IP44).

Для освещения спален, групп, коридоров, тамбуров, бытовых помещений используются светодиодные светильники типа Varton A270-3640 мощностью по 36 Вт, для санузлов, душевых – светильники ИЕК ДПО 1801 мощностью 12 Вт.

Светотехнический расчет системы освещения здания детского сада произведем методом коэффициента использования светового потока [3, 6, 23]. Рекомендации по проектированию систем освещения взяты из СП 256.1325800.2016 [14] и СП 52.13330.2016 [15], с учетом ГОСТ Р 55710-2013 [1].

Произведем светотехнический расчет системы рабочего освещения, который сведем в таблицу 3.5. Для построения системы электроосвещения здания детского сада целесообразно использовать энергоэффективные светильники со светодиодными лампами, обеспечивающими комфортную освещенность рабочих мест в кабинетах, классах и других помещениях здания.

Таблица 3.5 – Светотехнический расчет рабочего освещения для помещений детского сада

Номер по плану	Наименование помещения	Размеры, м			h <sub>р</sub> , м	h <sub>с</sub> , м	h, м	Тип светильника	λэ	Кривая силы света	L <sub>А</sub> , м	n	l <sub>А</sub> , м	L <sub>В</sub> , м	m	l <sub>В</sub> , м	N	L <sub>А</sub> /L <sub>В</sub> ≤1,5
		А	В	Н														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 этаж																		
1	Групповая младенческого возраста	9,1	5,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,68	1,935	3	0,7	15	1
2	Групповая раннего возраста	9,1	5,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,68	1,935	3	2,1	15	1
3	Раздевальная	6,8	3,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,433	1,935	2	2,35	4	1
4	Буфетная	2,8	1,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	0,433	1,935	1	2,25	2	1
5	Туалетная	6,9	3,2	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	2,483	1,935	2	0,08	4	1
6	Коридор при групповой	5,9	1,7	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	1,983	1,935	1	1,6	2	1
7	Спальная	9,4	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,765	1,935	2	0,6	6	1
8	Спальная	9,5	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,815	1,935	2	2,15	6	1
9	Коридор	15,7	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	5,915	1,935	1	2,3	3	1
10	Лестничная клетка	6,5	2,7	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,283	1,935	1	1,25	2	1
11	Тамбур центральный	2,8	1,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	2,35	1	1
12	Тамбур боковой 1	2,6	1,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1	1	1
13	Тамбур боковой 2	2,9	1,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	3,55	1	1
14	Групповая младшая	9,3	5,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,78	1,935	3	1,15	15	1
15	Раздевальная	6,9	3,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,548	1,935	1	2,3	4	1
16	Туалетная	6,7	3	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	2,383	1,935	2	1,65	4	1
17	Коридор при групповой	6	1,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,033	1,935	1	1,65	2	1
18	Спальная	9,4	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,765	1,935	2	0,7	6	1
19	Коридор	15,6	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	5,865	1,935	1	0,8	3	1
20	Тамбур	6,3	1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,183	1,935	1	0,75	2	1
21	Тамбур центральный	6,5	2,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,283	1,935	1	0,8	2	1
22	Стиральная	7	3,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,565	1,935	2	0,75	6	1
23	Гладильная	6,5	2,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,315	1,935	1	0,75	3	1
24	Кладовая чистого белья	2,6	1,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,2	1	1
25	Приемная грязного белья	2,4	1,3	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,25	1	1
26	Хозяйственная кладовая	6,6	2,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,333	1,935	1	1,25	2	1
27	Кладовая грязного белья	2,9	1,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,25	1	1

28	Коридор	64,7	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	12	21,71	1,935	1	1,25	12	1
29	Электрощитовая	5,3	1,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,3	1	1
30	Комната уборочного инвентаря	2,9	1,7	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,2	1	1
31	Санузел персонала	2,6	1,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,2	1	1
32	Гардероб персонала	7,3	3,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,748	1,935	2	2,15	8	1
33	Душевая персонала	1,6	1,1	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,1	1	1
34	Раздевальная 1	6,4	2,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,265	1,935	1	1	3	1
35	Раздевальная 2	6,1	1,7	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,115	1,935	1	0,6	3	1
36	Душевая 1	6,3	1,2	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	3	1,215	1,935	1	1	3	1
37	Душевая 2	6	1,5	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	3	1,065	1,935	1	1,1	3	1
38	Санузел 1	1,2	1	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	0,6	1	1
39	Санузел 2	1,3	1	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	0,6	1	1
40	Медицинский кабинет	7,1	3,3	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,615	1,935	2	1,65	6	1
41	Процедурный кабинет	6,2	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,198	1,935	1	1,2	4	1
42	Кабинет физиолечения	6,5	2,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	-0,62	1,935	1	1,2	5	1
43	Приемная	6,1	1,3	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,148	1,935	1	0,85	4	1
44	Санузел	3,2	1,9	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	0,633	1,935	1	0,6	2	1
45	Холл	2,8	1,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,8	1	1
46	Ванный зал	9,3	6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,715	1,935	2	1,9	6	1
47	Комната тренера	2,8	1,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	0,433	1,935	1	0,8	2	1
48	Санузел тренера	2,6	1,4	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	0,333	1,935	1	2,3	2	1
49	Инвентарная	2,5	1,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	2,23	1	1
50	Помещение подготовки воды	6	1,3	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	2,3	1	1
51	Кабинет медсестры	5,9	1,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,047	1,935	1	2,35	4	1
52	Комната дежурного	6,2	2,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,198	1,935	1	2,35	4	1
53	Лестничная клетка	6,5	2,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,283	1,935	1	1,25	2	1
54	Тамбур при лестничной клетке	2,7	1,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1	1	1
55	Моечная кухонной посуды 1	6,1	1,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,115	1,935	1	3,5	3	1
56	Моечная кухонной посуды 2	3	1,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	0,533	1,935	1	2,3	2	1
57	Горячий цех	8,6	5,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,365	1,935	2	1,1	6	1
58	Холодный цех	6	1,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,065	1,935	1	1,3	3	1
59	Мясо-рыбный цех	6,3	2,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,215	1,935	1	1,1	3	1
60	Овощной цех	6,1	1,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,115	1,935	1	2,1	3	1
61	Коридор	3	1,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,3	1	1
62	Кладовая сухих продуктов	5,9	1,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	0,6	1	1
63	Помещение холодиль-	6,2	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,133	1,935	1	1,15	2	1

	ников																	
64	Комната уборочного инвентаря	1,3	1,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,2	1	1
65	Санузел	2,4	1,3	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	0,233	1,935	1	1,9	2	1
66	Душевая	1,4	1,1	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,65	1	1
67	Гардероб персонала	6,1	1,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	0,8	1	1
68	Кладовая овощей	6,2	1,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	0,75	1	1
69	Моечная тары	2,6	1,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	0,333	1,935	1	1,2	2	1
70	Загрузочная	6,1	1,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	6	1	1
71	Тамбур	2,2	1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	2,3	1	1
72	Спальня	9,5	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,815	1,935	2	4,7	6	1
2 этаж																		
1	Групповая подготовительная	9,1	5,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,68	1,935	3	2,3	15	1
2	Раздевальная	6,9	3,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,483	1,935	2	4,75	4	1
3	Буфетная	2,3	1,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,25	1	1
4	Туалетная	6,8	3	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	2,433	1,935	2	2,25	4	1
5	Коридор при групповой	5,9	1,7	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	1,983	1,935	1	1,1	2	1
6	Спальня	9,4	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,765	1,935	2	2,25	6	1
7	Спальня	9,5	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,815	1,935	2	1,75	6	1
8	Коридор	7,5	4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,815	1,935	1	2,25	3	1
9	Групповая средняя	9,3	5,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,78	1,935	3	1,2	15	1
10	Туалетная	6,7	3	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	2,383	1,935	2	2,4	4	1
11	Коридор при групповой	6	1,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,3	1	1
12	Спальня	9,4	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,765	1,935	2	1,25	6	1
13	Кабинет заведующей	7,9	4,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,08	1,935	2	2,25	10	1
14	Комната приема пищи	6,3	2,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	1,215	1,935	1	2,25	3	1
15	Комната уборочного инвентаря	2,6	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	2,25	1	1
16	Кабинет завхоза	6,7	2,7	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,448	1,935	1	1,1	4	1
17	Безопасная зона для МГН	2,2	2,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	0,133	1,935	1	1,2	2	1
18	Хозяйственная кладовая	7,7	4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,883	1,935	1	2,4	2	1
19	Санузел персонала	4	1,2	3	0,8	0,05	2,15	ДПО 1801	0,9	Г	1,935	2	1,033	1,935	1	1,3	2	1
20	Кладовая инвентаря	6	1,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,3	1	1
21	Зал физкультурных занятий	12,2	9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	2,23	1,935	4	1,3	20	1
22	Методический кабинет	8,3	4,9	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,28	1,935	3	1,3	15	1
23	Зал музыкальных заня-	11,7	8,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	1,98	1,935	4	1,3	20	1

	тий																	
24	Кладовая инвентаря	2,7	1,5	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,3	1	1
25	Холл	2,6	1,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	1	0,968	1,935	1	1,3	1	1
26	Кабинет методиста	6,4	2,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,298	1,935	1	1,3	4	1
27	Кабинет психолога	6,5	2,6	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,348	1,935	1	1,3	4	1
28	Кабинет логопеда	6,5	2,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	4	0,348	1,935	1	1,3	4	1
29	Хозяйственная кладовая	7,9	4,4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,015	1,935	1	1,3	3	1
30	Коридор	45,7	4	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	12	12,21	1,935	1	1,3	12	1
31	Групповая старшая	9,1	5,8	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	5	0,68	1,935	3	1,3	15	1
32	Раздевальная	6,8	3,2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	2	2,433	1,935	2	1,3	4	1
33	Спальня	9,5	6,1	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	2,815	1,935	2	1,3	6	1
34	Коридор	15	2	3	0,8	0,05	2,15	A270-3640	0,9	Г	1,935	3	5,565	1,935	1	1,3	3	1

Номер по плану	Наименование помещения	i	η	E <sub>н</sub> , лк	Кзап	z	Ф <sub>р</sub> , лм	Число ламп в светильнике	Тип лампы	Световой поток одной лампы Ф <sub>л</sub> , лм	Световой поток светильника Ф <sub>св</sub> , лм	Отклонение ΔФ - 10...+20%	Мощность одной лампы, Вт	Мощность светильника, Вт
1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1 этаж														
1	Групповая младенческого возраста	1,6	0,61	400	1,5	1,1	3807	4	A270-3640	1000	4000	5,1	9	36
2	Групповая раннего возраста	1,6	0,61	400	1,5	1,1	3807	4	A270-3640	1000	4000	5,1	9	36
3	Раздевальная	1	0,54	200	1,5	1,1	3324	4	A270-3640	1000	4000	19,3	9	36
4	Буфетная	0,5	0,27	200	1,5	1,1	2567	4	A270-3640	1000	4000	15,8	9	36
5	Туалетная	1	0,54	50	1,5	1,15	882	1	ДПО 1801	810	810	-8,2	12	12
6	Коридор при групповой	0,6	0,32	100	1,5	1,1	2586	4	A270-3640	1000	4000	14,7	9	36
7	Спальная	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3639	4	A270-3640	1000	4000	9,9	9	36
8	Спальная	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3678	4	A270-3640	1000	4000	8,8	9	36
9	Коридор	0,8	0,43	100	1,5	1,1	4016	4	A270-3640	1000	4000	-0,4	9	36
10	Лестничная клетка	0,9	0,49	100	1,5	1,1	2955	4	A270-3640	1000	4000	15,4	9	36
11	Тамбур центральный	0,5	0,27	100	1,5	1,1	3080	4	A270-3640	1000	4000	19,9	9	36
12	Тамбур боковой 1	0,4	0,22	100	1,5	1,1	2730	4	A270-3640	1000	4000	16,5	9	36
13	Тамбур боковой 2	0,5	0,27	100	1,5	1,1	2836	4	A270-3640	1000	4000	18	9	36
14	Групповая младшая	1,7	0,65	400	1,5	1,1	3714	4	A270-3640	1000	4000	7,7	9	36
15	Раздевальная	1	0,54	200	1,5	1,1	3373	4	A270-3640	1000	4000	18,6	9	36
16	Туалетная	1	0,54	50	1,5	1,15	803	1	ДПО 1801	810	810	19,3	12	12
17	Коридор при групповой	0,6	0,32	100	1,5	1,1	2475	4	A270-3640	1000	4000	16,1	9	36
18	Спальная	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3639	4	A270-3640	1000	4000	9,9	9	36

19	Коридор	0,8	0,43	100	1,5	1,1	3991	4	A270-3640	1000	4000	0,2	9	36
20	Тамбур	0,4	0,22	100	1,5	1,1	2363	4	A270-3640	1000	4000	19,3	9	36
21	Тамбур центральный	0,8	0,43	100	1,5	1,1	3118	4	A270-3640	1000	4000	18,3	9	36
22	Стиральная	1,1	0,42	200	1,5	1,1	3208	4	A270-3640	1000	4000	14,7	9	36
23	Гладильная	0,9	0,49	200	1,5	1,1	3794	4	A270-3640	1000	4000	5,4	9	36
24	Кладовая чистого белья	0,4	0,22	100	1,5	1,1	2730	4	A270-3640	1000	4000	16,5	9	36
25	Приемная грязного белья	0,4	0,22	100	1,5	1,1	2340	4	A270-3640	1000	4000	19	9	36
26	Хозяйственная кладовая	0,9	0,49	100	1,5	1,1	3223	4	A270-3640	1000	4000	14,1	9	36
27	Кладовая грязного белья	0,5	0,27	100	1,5	1,1	3190	4	A270-3640	1000	4000	15,4	9	36
28	Коридор	0,9	0,49	100	1,5	1,1	3631	4	A270-3640	1000	4000	10,2	9	36
29	Электрощитовая	0,6	0,32	100	1,5	1,1	4919	4	A270-3640	1000	4000	-8,7	9	36
30	Комната уборочного инвентаря	0,5	0,27	100	1,5	1,1	3013	4	A270-3640	1000	4000	12,8	9	36
31	Санузел персонала	0,4	0,22	50	1,5	1,1	1365	4	A270-3640	1000	4000	193	9	36
32	Гардероб персонала	1,1	0,42	75	1,5	1,1	968	4	A270-3640	1000	4000	313,2	9	36
33	Душевая персонала	0,3	0,16	50	1,5	1,15	949	1	ДПО 1801	810	810	-4,6	12	12
34	Раздевальная 1	0,8	0,43	200	1,5	1,1	4093	4	A270-3640	1000	4000	-2,3	9	36
35	Раздевальная 2	0,6	0,32	200	1,5	1,1	3565	4	A270-3640	1000	4000	12,2	9	36
36	Душевая 1	0,5	0,27	50	1,5	1,15	805	1	ДПО 1801	810	810	0,6	12	12
37	Душевая 2	0,6	0,32	50	1,5	1,15	809	1	ДПО 1801	810	810	0,1	12	12
38	Санузел 1	0,3	0,16	50	1,5	1,15	647	1	ДПО 1801	810	810	18,2	12	12
39	Санузел 2	0,3	0,16	50	1,5	1,15	701	1	ДПО 1801	810	810	15,5	12	12
40	Медицинский кабинет	1	0,54	300	1,5	1,1	3580	4	A270-3640	1000	4000	11,7	9	36
41	Процедурный кабинет	0,7	0,38	300	1,5	1,1	4038	4	A270-3640	1000	4000	-0,9	9	36
42	Кабинет физиолече-	0,8	0,43	300	1,5	1,1	3741	4	A270-	1000	4000	6,9	9	36

	ния								3640					
43	Приемная	0,5	0,27	300	1,5	1,1	3635	4	A270-3640	1000	4000	10	9	36
44	Санузел	0,6	0,32	50	1,5	1,15	819	1	ДПО 1801	810	810	-1,1	12	12
45	Холл	0,5	0,27	100	1,5	1,1	2567	4	A270-3640	1000	4000	15,8	9	36
46	Ванный зал	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3541	4	A270-3640	1000	4000	13	9	36
47	Комната тренера	0,5	0,27	300	1,5	1,1	4620	4	A270-3640	1000	4000	-9,4	9	36
48	Санузел тренера	0,4	0,22	50	1,5	1,15	714	1	ДПО 1801	810	810	13,4	12	12
49	Инвентарная	0,4	0,22	100	1,5	1,1	2063	4	A270-3640	1000	4000	19,9	9	36
50	Помещение подготовки воды	0,5	0,27	100	1,5	1,1	4767	4	A270-3640	1000	4000	-6,1	9	36
51	Кабинет медсестры	0,6	0,32	300	1,5	1,1	3651	4	A270-3640	1000	4000	9,6	9	36
52	Комната дежурного	0,7	0,38	300	1,5	1,1	4240	4	A270-3640	1000	4000	-5,7	9	36
53	Лестничная клетка	0,9	0,49	100	1,5	1,1	3064	4	A270-3640	1000	4000	15,5	9	36
54	Тамбур при лестничной клетке	0,5	0,27	100	1,5	1,1	2640	4	A270-3640	1000	4000	11,5	9	36
55	Моечная кухонной посуды 1	0,6	0,32	200	1,5	1,1	3145	4	A270-3640	1000	4000	17,2	9	36
56	Моечная кухонной посуды 2	0,5	0,27	200	1,5	1,1	3483	4	A270-3640	1000	4000	14,8	9	36
57	Горячий цех	1,5	0,57	200	1,5	1,1	4232	4	A270-3640	1000	4000	-5,5	9	36
58	Холодный цех	0,5	0,27	200	1,5	1,1	3422	4	A270-3640	1000	4000	16,9	9	36
59	Мясо-рыбный цех	0,8	0,43	200	1,5	1,1	3868	4	A270-3640	1000	4000	3,4	9	36
60	Овощной цех	0,7	0,38	200	1,5	1,1	3355	4	A270-3640	1000	4000	19,2	9	36
61	Коридор	0,5	0,27	100	1,5	1,1	3483	4	A270-3640	1000	4000	14,8	9	36
62	Кладовая сухих продуктов	0,5	0,27	100	1,5	1,1	4327	4	A270-3640	1000	4000	-7,6	9	36
63	Помещение холодильников	0,7	0,38	100	1,5	1,1	2692	4	A270-3640	1000	4000	18,6	9	36
64	Комната уборочного инвентаря	0,3	0,16	100	1,5	1,1	1609	4	A270-3640	1000	4000	18,6	9	36
65	Санузел	0,4	0,22	50	1,5	1,15	612	1	ДПО 1801	810	810	14,2	12	12

66	Душевая	0,3	0,16	50	1,5	1,15	830	1	ДПО 1801	810	810	-2,4	12	12
67	Гардероб персонала	0,5	0,27	75	1,5	1,1	3355	4	A270- 3640	1000	4000	19,2	9	36
68	Кладовая овощей	0,4	0,22	100	1,5	1,1	5115	4	A270- 3640	1000	4000	-9,8	9	36
69	Моечная тары	0,4	0,22	200	1,5	1,1	2925	4	A270- 3640	1000	4000	16,8	9	36
70	Загрузочная	0,5	0,27	75	1,5	1,1	3914	4	A270- 3640	1000	4000	2,2	9	36
71	Тамбур	0,3	0,16	100	1,5	1,1	2269	4	A270- 3640	1000	4000	16,3	9	36
72	Спальня	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3678	4	A270- 3640	1000	4000	8,8	9	36
2 этаж														
1	Групповая подгото- вительная	1,6	0,61	400	1,5	1,1	3807	4	A270- 3640	1000	4000	5,1	9	36
2	Раздевальная	1	0,54	200	1,5	1,1	3373	4	A270- 3640	1000	4000	18,6	9	36
3	Буфетная	0,5	0,27	200	1,5	1,1	5060	4	A270- 3640	1000	4000	-9,9	9	36
4	Туалетная	1	0,54	50	1,5	1,15	815	1	ДПО 1801	810	810	-0,6	12	12
5	Коридор при группо- вой	0,6	0,32	100	1,5	1,1	2586	4	A270- 3640	1000	4000	14,7	9	36
6	Спальная	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3639	4	A270- 3640	1000	4000	9,9	9	36
7	Спальная	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3678	4	A270- 3640	1000	4000	8,8	9	36
8	Коридор	1,2	0,46	100	1,5	1,1	3587	4	A270- 3640	1000	4000	11,5	9	36
9	Групповая средняя	1,7	0,65	400	1,5	1,1	3714	4	A270- 3640	1000	4000	7,7	9	36
10	Туалетная	1	0,54	50	1,5	1,15	803	1	ДПО 1801	810	810	0,9	12	12
11	Коридор при группо- вой	0,6	0,32	100	1,5	1,1	4950	4	A270- 3640	1000	4000	-9,2	9	36
12	Спальная	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3639	4	A270- 3640	1000	4000	9,9	9	36
13	Кабинет заведующей	1,3	0,49	300	1,5	1,1	3591	4	A270- 3640	1000	4000	11,4	9	36
14	Комната приема пи- щи	0,8	0,43	200	1,5	1,1	3868	4	A270- 3640	1000	4000	3,4	9	36
15	Комната уборочного инвентаря	0,5	0,27	100	1,5	1,1	3178	4	A270- 3640	1000	4000	15,9	9	36
16	Кабинет завхоза	0,9	0,49	300	1,5	1,1	4569	4	A270- 3640	1000	4000	-8,5	9	36

17	Безопасная зона для МГН	0,5	0,27	200	1,5	1,1	3361	4	A270-3640	1000	4000	19	9	36
18	Хозяйственная кладовая	1,2	0,46	100	1,5	1,1	5524	4	A270-3640	1000	4000	-7,6	9	36
19	Санузел персонала	0,4	0,22	50	1,5	1,15	941	1	ДПО 1801	810	810	-8,9	12	12
20	Кладовая инвентаря	0,7	0,38	100	1,5	1,1	4950	4	A270-3640	1000	4000	-9,2	9	36
21	Зал физкультурных занятий	2,4	0,91	400	1,5	1,1	3982	4	A270-3640	1000	4000	0,5	9	36
22	Методический кабинет	1,4	0,53	400	1,5	1,1	3376	4	A270-3640	1000	4000	18,5	9	36
23	Зал музыкальных занятий	2,3	0,87	400	1,5	1,1	3772	4	A270-3640	1000	4000	6	9	36
24	Кладовая инвентаря	0,4	0,22	100	1,5	1,1	3038	4	A270-3640	1000	4000	13,7	9	36
25	Холл	0,4	0,22	100	1,5	1,1	2730	4	A270-3640	1000	4000	16,5	9	36
26	Кабинет методиста	0,9	0,49	300	1,5	1,1	4202	4	A270-3640	1000	4000	-4,8	9	36
27	Кабинет психолога	0,9	0,49	300	1,5	1,1	4268	4	A270-3640	1000	4000	-6,3	9	36
28	Кабинет логопеда	0,9	0,49	300	1,5	1,1	4596	4	A270-3640	1000	4000	-9,7	9	36
29	Хозяйственная кладовая	1,3	0,49	100	1,5	1,1	3902	4	A270-3640	1000	4000	2,5	9	36
30	Коридор	1,7	0,65	100	1,5	1,1	3867	4	A270-3640	1000	4000	3,4	9	36
31	Групповая старшая	1,6	0,61	400	1,5	1,1	3807	4	A270-3640	1000	4000	5,1	9	36
32	Раздевальная	1	0,54	200	1,5	1,1	3324	4	A270-3640	1000	4000	20	9	36
33	Спальня	1,7	0,65	150	1,5	1,1	3678	4	A270-3640	1000	4000	8,8	9	36
34	Коридор	0,8	0,43	100	1,5	1,1	3837	4	A270-3640	1000	4000	4,2	9	36

Светильники аварийного (эвакуационного освещения) принимаются из того же числа выбранных светильников, т.к. каждый из них снабжен блоком бесперебойного питания, которое обеспечивает автономное питание (горит небольшое количество диодов при отключении основного питания).

Для определения мощности освещения необходимо рассчитать активную и реактивную нагрузки, а также полную суммарную мощность освещения (таблица 3.6) по следующим формулам.

Мощность освещения:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2}, \quad (3.7)$$

где активная мощность:

$$P_{\text{осв}} = N P_{\text{ном}} K_c K_{\text{пра}}, \quad (3.8)$$

где  $N$  – количество ламп;  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность светильника, кВт;  
 $K_c$  – коэффициент спроса, для общественных зданий принимается 0,8 [3];  $K_{\text{пра}}$  – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры, для светодиодных ламп  $K_{\text{пра(СЛ)}} = 1,3$ ;

реактивная нагрузка осветительной сети:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.9)$$

где коэффициент мощности: для светодиодных ламп  $\cos \varphi_{\text{СЛ}} = 0,9$ .

Таблица 3.6 – Расчет нагрузки от светильников

Номер по плану	Наименование помещения	N	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$K_c$	$K_{\text{пра}}$	$P_{\text{осв}}$ , кВт	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$	$Q_{\text{осв}}$ , кВт	$S_{\text{осв}}$ , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 этаж										
1	Групповая младенческого возраста	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62
2	Групповая раннего возраста	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62
3	Раздевальная	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
4	Буфетная	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
5	Туалетная	4	0,012	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
6	Коридор при групповой	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
7	Спальная	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25

8	Спальная	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
9	Коридор	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
10	Лестничная клетка	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
11	Тамбур центральный	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
12	Тамбур боковой 1	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
13	Тамбур боковой 2	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
14	Групповая младшая	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62
15	Раздевальная	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
16	Туалетная	4	0,012	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
17	Коридор при групповой	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
18	Спальная	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
19	Коридор	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
20	Тамбур	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
21	Тамбур центральный	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
22	Стиральная	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
23	Гладильная	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
24	Кладовая чистого белья	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
25	Приемная грязного белья	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
26	Хозяйственная кладовая	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
27	Кладовая грязного белья	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
28	Коридор	12	0,036	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
29	Электрощитовая	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
30	Комната уборочного инвентаря	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
31	Санузел персонала	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
32	Гардероб персонала	8	0,036	0,8	1,3	0,3	0,9	0,48	0,14	0,33
33	Душевая персонала	1	0,012	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
34	Раздевальная 1	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
35	Раздевальная 2	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
36	Душевая 1	3	0,012	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
37	Душевая 2	3	0,012	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
38	Санузел 1	1	0,012	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
39	Санузел 2	1	0,012	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
40	Медицинский кабинет	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
41	Процедурный кабинет	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
42	Кабинет физиолечения	5	0,036	0,8	1,3	0,19	0,9	0,48	0,09	0,21
43	Приемная	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
44	Санузел	2	0,012	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02

45	Холл	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
46	Ванный зал	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
47	Комната тренера	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
48	Санузел тренера	2	0,012	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
49	Инвентарная	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
50	Помещение подготовки воды	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
51	Кабинет медсестры	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
52	Комната дежурного	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
53	Лестничная клетка	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
54	Тамбур при лестничной клетке	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
55	Моечная кухонной посуды 1	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
56	Моечная кухонной посуды 2	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
57	Горячий цех	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
58	Холодный цех	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
59	Мясо-рыбный цех	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
60	Овощной цех	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
61	Коридор	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
62	Кладовая сухих продуктов	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
63	Помещение холодильников	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
64	Комната уборочного инвентаря	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
65	Санузел	2	0,012	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
66	Душевая	1	0,012	0,8	1,3	0,01	0,9	0,48	0	0,01
67	Гардероб персонала	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
68	Кладовая овощей	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
69	Моечная тары	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
70	Загрузочная	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
71	Тамбур	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
72	Спальня	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
2 этаж										
1	Групповая подготовительная	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62
2	Раздевальная	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
3	Буфетная	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
4	Туалетная	4	0,012	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
5	Коридор при групповой	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
6	Спальня	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
7	Спальня	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
8	Коридор	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
9	Групповая средняя	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62

10	Туалетная	4	0,012	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
11	Коридор при групповой	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
12	Спальная	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
13	Кабинет заведующей	10	0,036	0,8	1,3	0,37	0,9	0,48	0,18	0,41
14	Комната приема пищи	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
15	Комната уборочного инвентаря	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
16	Кабинет завхоза	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
17	Безопасная зона для МГН	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
18	Хозяйственная кладовая	2	0,036	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
19	Санузел персонала	2	0,012	0,8	1,3	0,02	0,9	0,48	0,01	0,02
20	Кладовая инвентаря	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
21	Зал физкультурных занятий	20	0,036	0,8	1,3	0,75	0,9	0,48	0,36	0,83
22	Методический кабинет	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62
23	Зал музыкальных занятий	20	0,036	0,8	1,3	0,75	0,9	0,48	0,36	0,83
24	Кладовая инвентаря	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
25	Холл	1	0,036	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
26	Кабинет методиста	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
27	Кабинет психолога	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
28	Кабинет логопеда	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
29	Хозяйственная кладовая	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
30	Коридор	12	0,036	0,8	1,3	0,45	0,9	0,48	0,22	0,5
31	Групповая старшая	15	0,036	0,8	1,3	0,56	0,9	0,48	0,27	0,62
32	Раздевальная	4	0,036	0,8	1,3	0,15	0,9	0,48	0,07	0,17
33	Спальная	6	0,036	0,8	1,3	0,22	0,9	0,48	0,11	0,25
34	Коридор	3	0,036	0,8	1,3	0,11	0,9	0,48	0,05	0,12
ИТОГО						12,66			6,02	

### 3.2.2 Электротехнический расчет освещения

Распределение светильников по фазам по длине групповой линии выполняется для снижения потерь мощности и напряжения в проводе, снижения ущерба при исчезновении напряжения в одной из фаз. В связи с этим светильнике в каждой линии распределяем по фазам, чередуя их в группе, т.е. согласно последовательности А-В-С-С-В-А-В-А-С-... и т.д., повторяя цикл.

Момент осветительной нагрузки определяют по выражению:

$$M = \sum P_i \cdot l_i, \quad (3.10)$$

Потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot s}, \quad (3.11)$$

где  $K_c = 72$  – для сети 380/220 В при медных проводниках [23], для трехфазной системы сети с нулем.

Для прокладки электрических сетей освещения принимаем медные кабели марки ВВГнг(А)-LSLTx трехжильные с негорючей оболочкой, практически не поддерживающей горение.

Максимальный расчетный ток в трехфазной сети, А:

$$I_{p\ o} = \frac{P_{p\ o}}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos \phi}, \quad (3.12)$$

где  $P_{p\ o}$  – расчетная нагрузка;

$U_{л}$  – напряжение на лампах, В;

$\cos \phi$  – коэффициент мощности ламп.

Если взять самую протяженную линию помещения №23 на уровне 2-го этажа, где сосредоточено 20 светильников (таблица 3.2) в одну световую линию, то максимальный расчетный ток данного присоединения составит по формуле (3.12):

$$I_{p\ o} = \frac{0,75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9} = 2,19 \text{ А.}$$

Принимаем кабель типа ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5 с сечением основной жилы  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 25 А для групповой сети и на вводе в каждый ЩО-2 кабель типа ВВГнг LS 5x2,5 с сечением основной жилы  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 25 А (максимальный ток на вводе в ЩО-2 при количестве групп до 9 составит не более  $2,19 \cdot 9 = 19,71 \text{ А}$ . Т.е. очевидно, что по нагреву условие выбора каждого кабеля будет выполняться для любого щитка, поскольку прослеживается запас по току.

Момент нагрузки для самой длинной линии коридора №30 2-го этажа в 24 м:

$$M = 24 \cdot 0,45 = 10,8 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самую нагруженную группу ЩО-2:

$$\Delta U_1 = \frac{10,8}{72 \cdot 2,5} = 0,06\%.$$

Проверим потери напряжения в кабеле, питающем самый удаленный ЩО-2, которые составят

$$M_P = P_{Л} \cdot N_{Л.Р.} \cdot \left( l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.18)$$

где  $N_{Л.Р.}$  - число светильников в одном ряду;

$P_{Л}$  - мощность одного светильника;

$L_1$  - длина участка линии от осветительного щитка до первого светильника;

$L_2$  - длина участка линии от осветительного щитка до последнего светильника.

Определяем максимальный момент нагрузки для одной фазы:

$$M_{max} = 0,036 \cdot 12 \cdot \left( 24 + \frac{42}{2} \right) = 19,44 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самый нагруженный ЩО-2:

$$\Delta U_2 = \frac{19,44}{72 \cdot 2,5} = 0,11\%.$$

Проверим суммарные потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0,06 + 0,11 = 0,17 \% < 5\%.$$

Условие выполняется. Выбор сечений кабельных линий, питающих ЩО, сведем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Выбор сечений кабельных линий, питающих ЩО

№	$P_{ОСВ},$ кВт	$I_p, A$	Марка кабеля	$I_{доп}, A$	$r_{уд.кл}, Ом/км$	$X_{уд.кл}, Ом/км$
ЩО-1	6,583	10,000	ВВГнг(А)-LSLTx 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-2	6,077	9,230	ВВГнг(А)-LSLTx 5x2,5	25	7,4	0,116

Щитки выбираем исходя из количества присоединений и рабочего тока самого ЩО (таблица 3.8) [15, с. 187].

Вводной автомат ЩО-1 и ЩО-2: ВА 47-29,  $I_{НОМ} = 25 A$ ;

Групповые автоматы отходящих линий ЩО-1 и ЩО-2: ВА 47-29,  $I_{НОМ} = 5 A$ .

Таблица 3.8 – Выбор щитков освещения

Наименование	Расчетный ток, А	Тип СП	Допустимый ток, А	Количество присоединений ЩО
ЩО-1	10,000	ЩО-1-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-2	9,230	ЩО-1-1А-25-9 УХЛ4	25	9

Каждая отходящая линия от ЩО по приведенным выше соображениям питается кабелем ВВГнг(А)-LSLTx 5x2,5.

Схемы осветительных сетей представлены на рисунках 3.4–3.5.

### 3.3 Выбор и компоновка электрической сети поэтажно

Силовые щитки (ЩС) располагаем – часть в пищеблоке (ЩС-2 и ЩС-3), один для питания вентиляции – на чердаке (ЩС-1), остальные – в щитовой на первом этаже. Щит освещения первого этажа – ЩО-1 располагаем в щитовой, ЩО-2 – на втором этаже в комнате хозяйственного инвентаря.

Розеточная и осветительная сети выполнены отдельно.

Групповые сети освещения прокладываются под слоем штукатурки на скобах по стенам помещений; в лотке за подвесными потолком; открыто на скобах по стенам и потолкам технических помещений техподполья; открыто в стальных водогазопроводных трубах по чердачным помещениям. Групповые сети рабочего и аварийного освещения проложены в отдельных пучках, трубах.

В доступных для пребывания детей помещениях ДОО (групповые, раздевалы, залы физкультурных и музыкальных занятий, кабинеты логопеда, психолога, медицинский, помещения бассейна, коридоры, туалетные, буфетные, душевые, тамбура) розетки, снабженные защитными шторками, закрывающими отверстия при вынутой вилке, кнопки звонковой сигнализации и выключатели установлены на высоте от пола не менее 1,8 м.

В помещениях розетки и выключатели размещены на высоте не выше 1 м от пола. Расстояние от уровня пола до нижней грани распределительного щита принято 1,3 м.

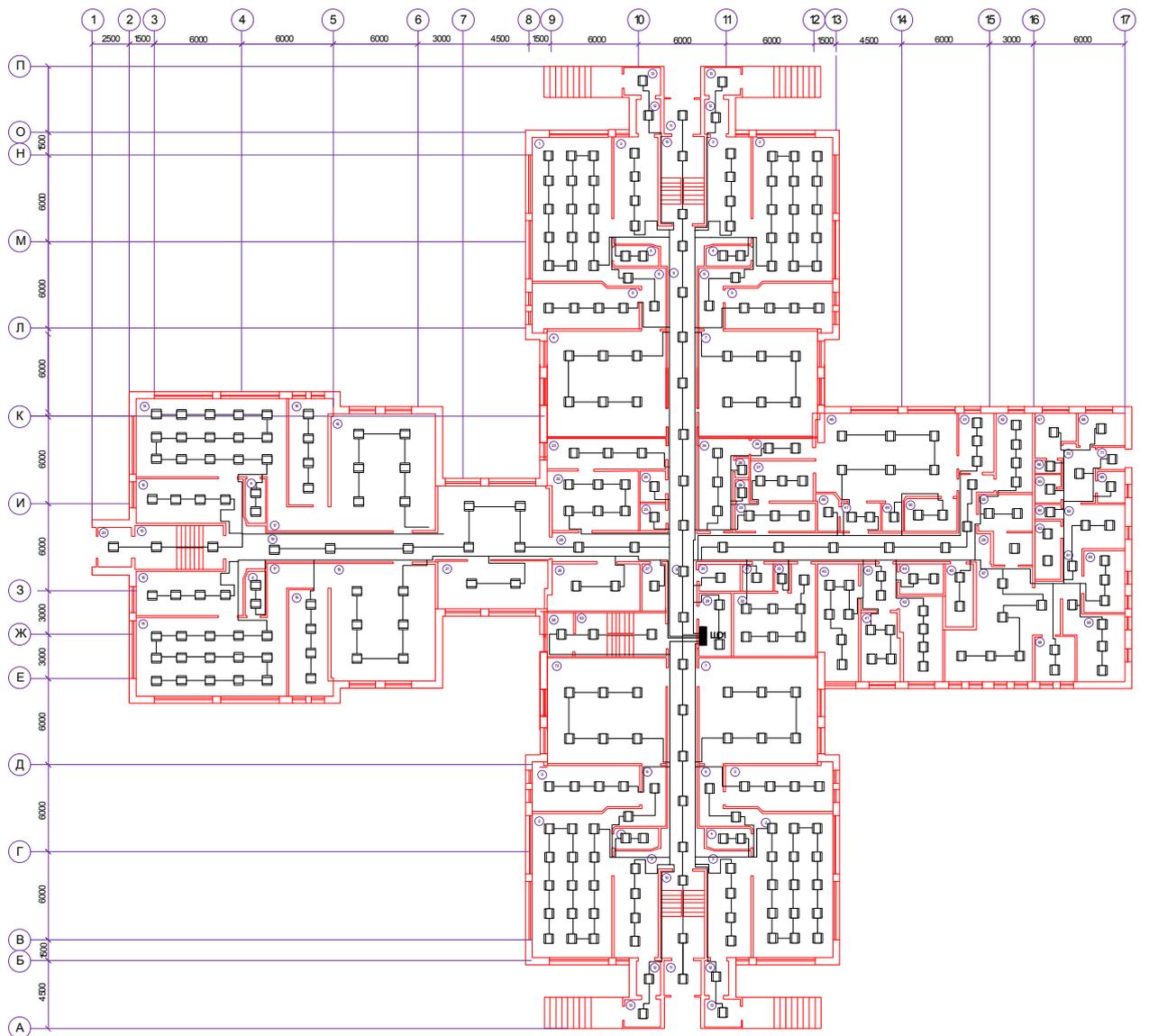


Рисунок 3.4 – План 1-го этажа детского сада с разводкой осветительной сети

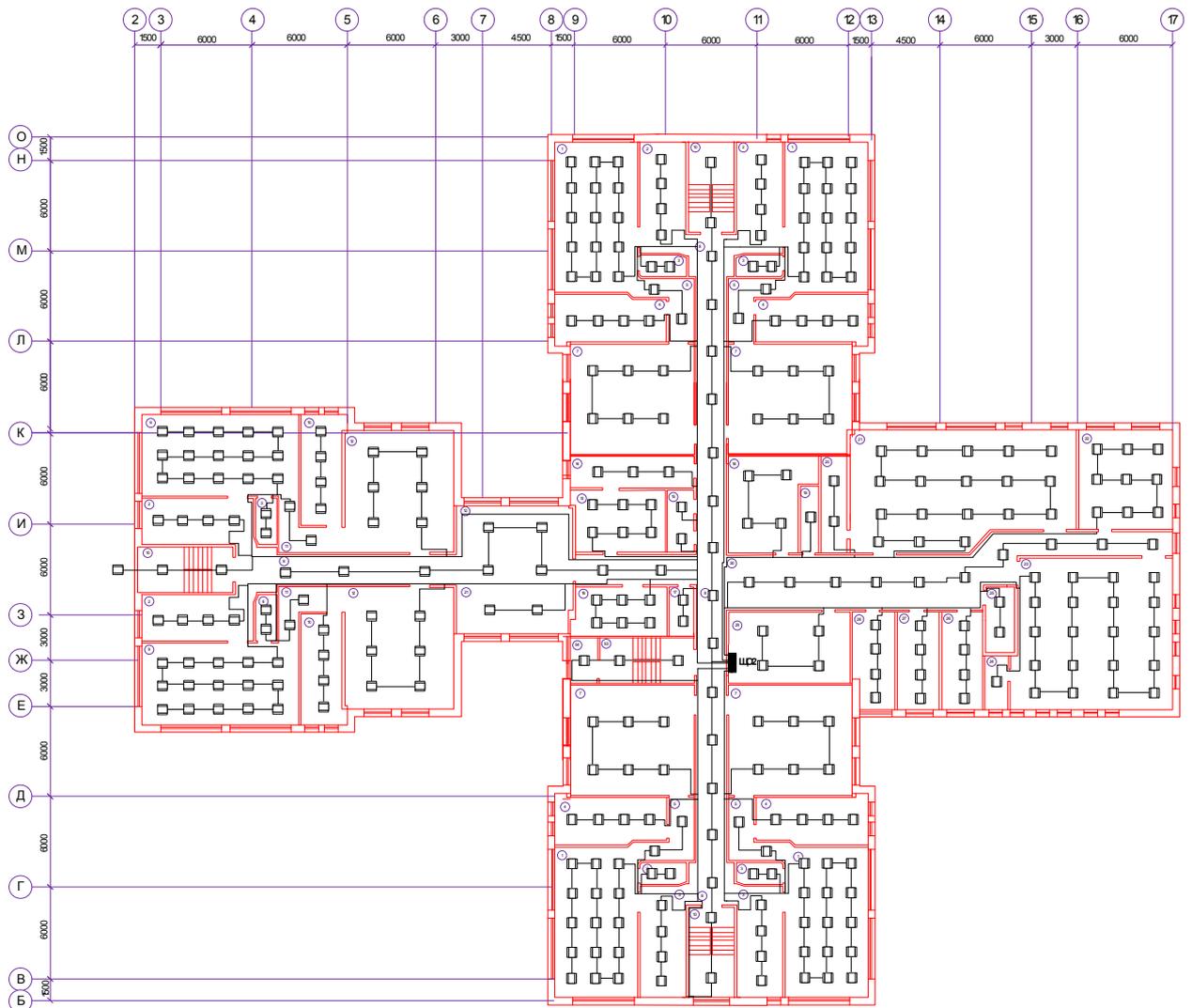


Рисунок 3.5 – План 2-го этажа детского сада с разводкой осветительной сети

### 3.4 Выбор и расстановка распределительных пунктов, кабельных линий и коммутационно-защитной аппаратуры

Сечения кабелей определяем по условию нагрева, т.е. соответствия расчетного тока и допустимого тока выбираемого кабеля. Выбор сечений кабельных линий для отдельных линий, отходящих от ЩС, сведем в таблицу 3.9, а для линий, питающих ЩС – в таблицу 3.10.

Таблица 3.9 – Выбор сечений кабельных линий для отдельных линий, отходящих от ЩС

№ линии	Ip, А	Марка кабеля	Идоп, А	Гуд.кл, Ом/км	Худ.кл, Ом/км
1	2	3	4	5	6
ЩС-1					
линия 1	9,21	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	4,47	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	4,36	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	4,36	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	3,14	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	5,42	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-2					
линия 1	4,55	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	2,59	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	8,31	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	5,22	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	5,22	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	10,14	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 7	7,52	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 8	24,46	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-3					
линия 1	75,76	ВВГнг(А)-LSLTx 3x25	90	0,74	0,0662
линия 2	28,95	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 3	6,55	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	6,65	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	182,57	ВВГнг(А)-LSLTx 3x70	185	0,26	0,0612
линия 6	26,79	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 7	26,79	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 8	109,15	ВВГнг(А)-LSLTx 3x35	115	0,52	0,0637
ЩС-4					
линия 1	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 2	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 3	42,61	ВВГнг(А)-LSLTx 3x10	50	1,84	0,073
линия 4	157,79	ВВГнг(А)-LSLTx 3x70	185	0,26	0,0612
линия 5	42,61	ВВГнг(А)-LSLTx 3x10	50	1,84	0,073
линия 6	91,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x35	115	0,52	0,0637
ЩС-5					
линия 1	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 2	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 3	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 4	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 5	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
линия 6	27,27	ВВГнг(А)-LSLTx 3x4	30	4,6	0,095
ЩС-6					
линия 1	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-7					
линия 1	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	6,82	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116

Таблица 3.10 – Выбор сечений кабельных линий для линий, питающих ЩС

Номер СП	Расчетный ток ЩС, А	Допустимый ток провода (кабеля), А	Сечение основной жилы S, мм <sup>2</sup>	Марка, сечение провода (кабеля)
1	2	3	4	5
ЩС-1	13,94	25	2,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5
ЩС-2	24,46	25	2,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5
ЩС-3	334,55	375	185	ВВГнг(А)-LSLTx 3x185
ЩС-4	194,69	225	95	ВВГнг(А)-LSLTx 3x95
ЩС-5	81,82	90	25	ВВГнг(А)-LSLTx 3x25
ЩС-6	13,64	25	2,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5
ЩС-7	13,64	25	2,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5

Выбор автоматических выключателей для защиты ЩС и отходящих от них линий производим по следующим условиям [12]:

а) по номинальному напряжению

$$U_a \geq U_{\text{ном.сети}}, \quad (3.19)$$

где  $U_a$  - номинальное напряжение автомата, В.

б) по номинальному току (уставка теплового расцепителя):

$$I_{\text{расц}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.20)$$

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.21)$$

где  $I_{\text{ном.а}}$  - номинальный ток теплового расцепителя, А;

$I_{\text{ном.а}}$  - номинальный ток автомата, А.

в) по номинальному току электромагнитного расцепителя:

$$I_{\text{ном.то}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (3.22)$$

где  $I_{\text{ном.то}}$  – номинальный ток срабатывания токовой отсечки, А:

$$I_{\text{ном.то}} = K_o \cdot I_{\text{расц}}, \quad (3.23)$$

где кратность отсечки  $K_o$ .

Выбор вводных автоматов на ЩС сведем в таблицу 3.11, выбор автоматов защиты отходящих линий сведем в таблицу 3.12.

Таблица 3.11 – Выбор вводных автоматов на ЩС

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$ , А	Номинальный ток расцепителя $I_{расц}$ , А	Пиковый ток $I_{пик}$ , А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$ , А	К <sub>о</sub>	$I_{ном.т}$ , А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$ , кА
ЩС-1	13,94	15,33	25	16	69,7	83,64	5	80	ВА 47-29	3
ЩС-2	24,46	26,91	63	31,5	122,3	146,76	5	157,5	ВА 47-29	6
ЩС-3	334,55	368,01	500	400	1672,75	2007,3	5	2000	ВА 51-35	25
ЩС-4	194,69	214,16	250	250	973,45	1168,14	5	1250	ВА 51-35	15
ЩС-5	81,82	90	250	100	409,1	490,92	5	500	ВА 47-29	7
ЩС-6	13,64	15	25	16	68,2	81,84	5	80	ВА 47-29	3
ЩС-7	13,64	15	25	16	68,2	81,84	5	80	ВА 47-29	3

Таблица 3.12 – Выбор автоматов защиты отходящих линий

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$ , А	Номинальный ток расцепителя $I_{расц}$ , А	Пиковый ток $I_{пик}$ , А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$ , А	К <sub>о</sub>	$I_{ном.т}$ , А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$ , кА
ЩС-1										
линия 1	9,21	10,13	25	16	46,05	55,26	5	80	ВА 47-29	3
линия 2	4,47	4,92	25	5	22,35	26,82	5	25	ВА 47-29	3
линия 3	4,36	4,8	25	5	21,8	26,16	5	25	ВА 47-29	3
линия 4	4,36	4,8	25	5	21,8	26,16	5	25	ВА 47-29	3
линия 5	3,14	3,45	25	5	15,7	18,84	5	25	ВА 47-29	3
линия 6	5,42	5,96	25	5	27,1	32,52	5	25	ВА 47-29	3
ЩС-2										
линия 1	4,55	5,01	25	6,3	22,75	27,3	5	31,5	ВА 47-29	3
линия 2	2,59	2,85	25	5	12,95	15,54	5	25	ВА 47-29	3
линия 3	8,31	9,14	25	10	41,55	49,86	5	50	ВА 47-29	3
линия 4	5,22	5,74	25	6,3	26,1	31,32	5	31,5	ВА 47-29	3
линия 5	5,22	5,74	25	6,3	26,1	31,32	5	31,5	ВА 47-29	3
линия 6	10,14	11,15	25	12,5	50,7	60,84	5	62,5	ВА 47-29	3
линия 7	7,52	8,27	25	10	37,6	45,12	5	50	ВА 47-29	3
линия 8	24,46	26,91	63	31,5	122,3	146,76	5	157,5	ВА 47-29	6
ЩС-3										
линия 1	75,76	83,34	100	100	378,8	454,56	5	500	ВА 47-29	7
линия 2	28,95	31,85	63	40	144,75	173,7	5	200	ВА 47-29	6
линия 3	6,55	7,21	25	10	32,75	39,3	5	50	ВА 47-29	3
линия 4	6,65	7,32	25	10	33,25	39,9	5	50	ВА 47-29	3

линия 5	182,57	200,83	250	250	912,85	1095,42	5	125 0	BA 51- 35	15
линия 6	26,79	29,47	63	31,5	133,95	160,74	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 7	26,79	29,47	63	31,5	133,95	160,74	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 8	109,15	120,07	63	125	545,75	654,9	5	625	BA 47- 29	7
ЩС-4										
линия 1	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 2	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 3	42,61	46,87	63	50	213,05	255,66	5	250	BA 47- 29	6
линия 4	157,79	173,57	250	200	788,95	946,74	5	100 0	BA 51- 35	15
линия 5	42,61	46,87	63	50	213,05	255,66	5	250	BA 47- 29	6
линия 6	91,82	101	160	125	459,1	550,92	5	625	BA 47- 29	7
ЩС-5										
линия 1	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 2	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 3	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 4	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 5	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
линия 6	27,27	30	63	31,5	136,35	163,62	5	157, 5	BA 47- 29	6
ЩС-6										
линия 1	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47- 29	3
линия 2	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47- 29	3
линия 3	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47- 29	3
линия 4	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47- 29	3
линия 5	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47- 29	3
ЩС-7										
линия 1	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47-29	3
линия 2	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47-29	3
линия 3	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47-29	3
линия 4	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47-29	3
линия 5	6,82	7,5	25	10	34,1	40,92	5	50	BA 47-29	3

Распределительные пункты выбираем исходя из количества присоединений и рабочего тока самого пункта (таблицы 3.13) [15].

Таблица 3.13 – Выбор силовых распределительных пунктов

Наименование	Расчетный ток, А	Тип СП	Допустимый ток, А	Количество присоединений СП
ЩС-1	13,94	ПР11-3024-54У3	25	8
ЩС-2	24,46	ПР11-3024-54У3	25	8
ЩС-3	334,55	ПР11-3094-54У3	400	8
ЩС-4	194,69	ПР11-3074-54У3	200	8
ЩС-5	81,82	ПР11-3054-54У3	100	8
ЩС-6	13,64	ПР11-3024-54У3	25	8
ЩС-7	13,64	ПР11-3024-54У3	25	8

### 3.5 Расчет токов короткого замыкания

Расчет токов КЗ ниже 1000 В, как правило, вводится в именованных единицах. Особенностью расчетов КЗ в сетях ниже 1000 В является тот факт, что необходимо учитывать сопротивления дуги и трансформатора тока. На автоматах для этой цели вводится дополнительное сопротивление, величина которого зависит от места возникновения КЗ (рисунок 3.6).

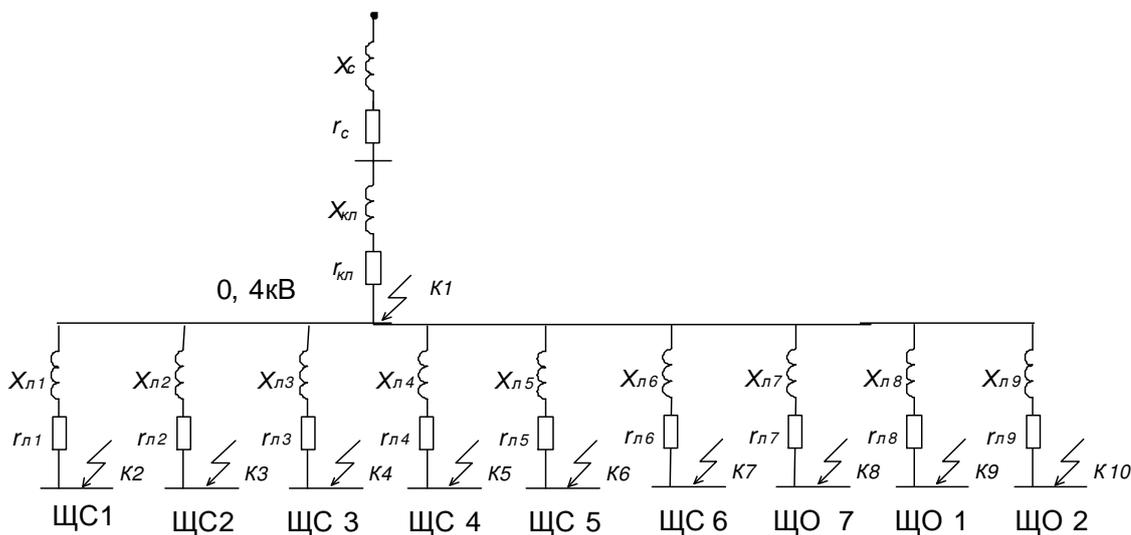


Рисунок 3.6 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Ввод в здание от ТП выполняется кабелем АВБШвнг(А) 4х150 длиной 140 м. По справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

Активное сопротивление:  $R_{уд.кл} = 0,167 \text{ Ом/км}$

Реактивное сопротивление:  $X_{уд.кл} = 0,0596 \text{ Ом/км}$

$$R_{л} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.24)$$

$$R_{л} = 0,167 \cdot 140 = 23,38 \text{ мОм}$$

$$X_{л} = X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.25)$$

$$X_{л} = 0,0596 \cdot 140 = 8,344 \text{ мОм}$$

Аналогично для кабеля Л1 марки ВВГнг(А)-LSLTx 3х2,5 протяженностью  $L_{л1}=28\text{м}$  по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

Активное сопротивление:  $R_{уд.кл} = 7,4 \text{ Ом/км}$

Реактивное сопротивление:  $X_{уд.кл} = 0,116 \text{ Ом/км}$

$$R_{л1} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм};$$

$$R_{л1} = 7,4 \cdot 28 = 207,2 \text{ мОм};$$

$$X_{л1} = X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм};$$

$$X_{л1} = 0,116 \cdot 28 = 3,25 \text{ мОм}.$$

В качестве сопротивления системы в данном случае будут являться сопротивления трансформатора типа ТМЗ-1000/10 ТП, т.к. для сетей 0,4 кВ именно такие трансформаторы являются источником питания, а питающая его линия и далее сопротивления верхних уровней электроснабжения оказывают малое влияние на величину тока к.з. в сети 0,4 кВ ввиду достаточно большой их электрической удаленности [2, 11].

Таким образом, определяем сопротивления трансформатора по формулам [11]:

$$r_{тр} = \frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6; \quad (3.26)$$

$$x_{тр} = \sqrt{\left(\frac{U_k}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}}\right)^2} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6. \quad (3.27)$$

$$r_{тр} = \frac{12,2}{1000} \cdot \frac{0,4^2}{1000} \cdot 10^6 = 1,95 \text{ мОм};$$

$$x_{тр} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{12,2}{1000}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{1000} \cdot 10^6 = 8,58 \text{ мОм}.$$

$$R_c = r_{тр} = 1,95 \text{ мОм};$$

$$X_c = x_{тр} = 8,58 \text{ мОм}.$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma} = X_{л} + X_{л1} + X_c, \quad (3.28)$$

$$X_{\Sigma} = 8,344 + 3,25 + 8,58 = 20,17 \text{ мОм}.$$

Суммарное активное сопротивление должно учитывать переходные сопротивления контактов. Для этой цели в расчет вводят добавочное сопротивление, которое на силовых пунктах 20 мОм [11].

$$R_{\Sigma} = R_{доб} + R_{л} + R_{л1} + R_c, \quad (3.29)$$

$$R_{\Sigma} = 20 + 23,38 + 207,2 + 1,95 = 252,53 \text{ мОм}.$$

Ток трехфазного КЗ:

$$I_{K-1} = \frac{U_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}}, \quad (3.30)$$

$$I_{K-1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{20,17^2 + 252,53^2}} = 0,91 \text{ кА.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных точек КЗ, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.14.

Таблица 3.14 – Трехфазный ток КЗ

точка КЗ	R <sub>c</sub> , МОм	X <sub>c</sub> , МОм	R <sub>л</sub> , МОм	X <sub>л</sub> , МОм	R <sub>уд.кл</sub> , МОм/м	X <sub>уд.кл</sub> , МОм/м	L <sub>кл</sub> , м	R <sub>л1</sub> , МОм	X <sub>л1</sub> , МОм	R <sub>доб</sub> , МОм	R <sub>сумм</sub> , МОм	X <sub>сумм</sub> , МОм	I <sub>к.з</sub> ,кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K2	1,95	8,58	23,38	8,344	7,4	0,116	28	207,20	3,25	20	252,53	20,17	0,91
K3	1,95	8,58	23,38	8,344	7,4	0,116	24	177,60	2,78	20	222,93	19,71	1,03
K4	1,95	8,58	23,38	8,344	0,099	0,0696	22	2,18	1,53	20	47,51	18,46	4,53
K5	1,95	8,58	23,38	8,344	0,194	0,0602	4	0,78	0,24	20	46,11	17,16	4,69
K6	1,95	8,58	23,38	8,344	0,74	0,0662	3	2,22	0,20	20	47,55	17,12	4,57
K7	1,95	8,58	23,38	8,344	7,4	0,116	2	14,80	0,23	20	60,13	17,16	3,69
K8	1,95	8,58	23,38	8,344	7,4	0,116	8	59,20	0,93	20	104,53	17,85	2,18
K9	1,95	8,58	23,38	8,344	7,4	0,116	4	29,60	0,46	20	74,93	17,39	3
K10	1,95	8,58	23,38	8,344	7,4	0,116	10	74,00	1,16	20	119,33	18,08	1,91

### 3.6 Проверка элементов электрической сети к действию токов короткого замыкания

Проверим выключатели, защищающие кабельные линии напряжением 0,4 кВ. Проверку будем проводить по току КЗ (таблица 3.15):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл}, \quad (3.31)$$

где  $I_{пр.откл}$  – предельная отключающая способность.

Таблица 3.15 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Щит	Точка к.з.	I <sub>к.з.</sub> , кА	Тип выключателя	Предельная отключающая способность, кА	I <sub>к.з.</sub> ≤ I <sub>пр.откл</sub>
1	2	3	4	5	6
ЩС-1	K2	3,24	ВА 47-29	6	соответствует
ЩС-2	K3	2,74	ВА 47-29	6	соответствует
ЩС-3	K4	4,06	ВА 51-35	10	соответствует
ЩС-4	K5	0,59	ВА 51-35	10	соответствует
ЩС-5	K6	0,56	ВА 47-29	6	соответствует
ЩС-6	K7	0,47	ВА 47-29	6	соответствует
ЩС-7	K8	0,73	ВА 47-29	6	соответствует
ЩО-1	K9	0,92	ВА 47-29	6	соответствует
ЩО-2	K10	0,59	ВА 47-29	6	соответствует

Выбранные автоматические воздушные выключатели соответствуют условию проверки на отключающую способность.

### 3.7 Расчет затрат на сооружение электрической сети

Капитальные затраты на сооружение складываются из затрат на:

1. Распределительные пункты;
2. Кабели, питающие отдельные электроприемники и ЩС;
3. Коммутационно-защитные аппараты на 0,4 кВ.

Расчет для ЩС и ЩО сведем в таблицу 3.16. Стоимость распределительных пунктов определяется по [23, 25].

Таблица 3.16 – Расчет стоимости ЩС и ЩО [23]

Номер СП	$I_p$ , А	Марка СП	Номинальный ток СП, А	Количество присоединенный СП	Стоимость, руб
ЩС-1	13,94	ПР11-3024-54У3	25	8	13000
ЩС-2	24,46	ПР11-3024-54У3	25	8	13000
ЩС-3	334,55	ПР11-3094-54У3	400	8	76000
ЩС-4	194,69	ПР11-3074-54У3	200	8	44000
ЩС-5	81,82	ПР11-3054-54У3	100	8	20000
ЩС-6	13,64	ПР11-3024-54У3	25	8	13000
ЩС-7	13,64	ПР11-3024-54У3	25	8	13000
ИТОГО					192000

Стоимость кабельных линий (таблица 3.17) определяется как:

$$K_{\text{кл}} = \sum K_{\text{кли}} \cdot L_i, \quad (3.32)$$

где  $K_{\text{кли}}$  – стоимость 1 м кабеля,  $L_i$  – длина кабеля.

Таблица 3.17 – Расчет стоимости кабелей [22]

№ п/п	Сечение кабеля	L, м	Цена, руб./м	Стоимость, руб
1	2	3	4	5
линия 1 ЩС-1	2,5	34	48	1632
линия 2 ЩС-1	2,5	37	48	1776
линия 3 ЩС-1	2,5	25	48	1200
линия 4 ЩС-1	2,5	39	48	1872
линия 5 ЩС-1	2,5	32	48	1536
линия 6 ЩС-1	2,5	28	48	1344
линия 1 ЩС-2	2,5	17	48	816
линия 2 ЩС-2	2,5	29	48	1392
линия 3 ЩС-2	2,5	17	48	816
линия 4 ЩС-2	2,5	15	48	720
линия 5 ЩС-2	2,5	13	48	624
линия 6 ЩС-2	2,5	14	48	672

линия 7 ШС-2	2,5	19	48	912
линия 8 ШС-2	2,5	17	48	816
линия 1 ШС-3	25	4	258	1032
линия 2 ШС-3	4	2	63	126
линия 3 ШС-3	2,5	14	48	672
линия 4 ШС-3	2,5	12	48	576
линия 5 ШС-3	70	10	696	6960
линия 6 ШС-3	4	5	63	315
линия 7 ШС-3	4	4	63	252
линия 8 ШС-3	35	14	348	4872
линия 1 ШС-4	4	26	63	1638
линия 2 ШС-4	4	28	63	1764
линия 3 ШС-4	10	22	111	2442
линия 4 ШС-4	70	34	696	23664
линия 5 ШС-4	10	37	111	4107
линия 6 ШС-4	35	25	348	8700
линия 1 ШС-5	4	39	63	2457
линия 2 ШС-5	4	32	63	2016
линия 3 ШС-5	4	28	63	1764
линия 4 ШС-5	4	29	63	1827
линия 5 ШС-5	4	17	63	1071
линия 6 ШС-5	4	15	63	945
линия 1 ШС-6	2,5	37	48	1776
линия 2 ШС-6	2,5	42	48	2016
линия 3 ШС-6	2,5	38	48	1824
линия 4 ШС-6	2,5	44	48	2112
линия 5 ШС-6	2,5	36	48	1728
линия 1 ШС-7	2,5	36	48	1728
линия 2 ШС-7	2,5	45	48	2160
линия 3 ШС-7	2,5	47	48	2256
линия 4 ШС-7	2,5	42	48	2016
линия 5 ШС-7	2,5	38	48	1824
линия 1 ШО-1	2,5	42	48	2016
линия 2 ШО-1	2,5	38	48	1824
линия 3 ШО-1	2,5	44	48	2112
линия 4 ШО-1	2,5	36	48	1728
линия 5 ШО-1	2,5	36	48	1728
линия 6 ШО-1	2,5	45	48	2160
линия 7 ШО-1	2,5	47	48	2256
линия 8 ШО-1	2,5	42	48	2016
линия 9 ШО-1	2,5	38	48	1824
линия 1 ШО-2	2,5	42	48	2016
линия 2 ШО-2	2,5	38	48	1824
линия 3 ШО-2	2,5	44	48	2112
линия 4 ШО-2	2,5	38	48	1824
линия 5 ШО-2	2,5	36	48	1728
линия 6 ШО-2	2,5	41	48	1968
линия 7 ШО-2	2,5	48	48	2304
линия 8 ШО-2	2,5	43	48	2064
линия 9 ШО-2	2,5	39	48	1872
ВРУ - ШС-1	2,5	28	48	1344
ВРУ - ШС-2	2,5	24	48	1152
ВРУ - ШС-3	185	22	1335	29370
ВРУ - ШС-4	95	4	1110	4440
ВРУ - ШС-5	25	3	258	774
ВРУ - ШС-6	2,5	2	48	96
ВРУ - ШС-7	2,5	8	48	384
ВРУ - ШО-1	2,5	4	48	192
ВРУ - ШО-2	2,5	10	48	480
				176376

Стоимость автоматов [23] (таблица 3.18-3.19).

Таблица 3.18 – Стоимость автоматов, питающих ЩС

Место установки	Тип автомата	Номинальный ток, А	Цена автомата, руб.
Вариант 1			
ЩС-1	ВА 47-29	16	1280
ЩС-2	ВА 47-29	31,5	900
ЩС-3	ВА 51-35	400	4600
ЩС-4	ВА 51-35	250	2600
ЩС-5	ВА 47-29	100	2400
ЩС-6	ВА 47-29	16	1280
ЩС-7	ВА 47-29	16	1280
ЩО-1	ВА 47-29	25	900
ЩО-2	ВА 47-29	25	900
ИТОГО			16140

Таблица 3.19 – Стоимость автоматов, питающих отдельные приемники

Место установки	Тип автомата	Номинальный ток, А	Цена автомата, руб.
ЩС-1			
линия 1	ВА 47-29	16	1280
линия 2	ВА 47-29	5	1040
линия 3	ВА 47-29	5	1040
линия 4	ВА 47-29	5	1040
линия 5	ВА 47-29	5	1040
линия 6	ВА 47-29	5	1040
ЩС-2			
линия 1	ВА 47-29	6,3	1040
линия 2	ВА 47-29	5	1040
линия 3	ВА 47-29	10	1200
линия 4	ВА 47-29	6,3	1040
линия 5	ВА 47-29	6,3	1040
линия 6	ВА 47-29	12,5	1200
линия 7	ВА 47-29	10	1200
линия 8	ВА 47-29	31,5	900
ЩС-3			
линия 1	ВА 47-29	100	2400
линия 2	ВА 47-29	40	1360
линия 3	ВА 47-29	10	1200
линия 4	ВА 47-29	10	1200
линия 5	ВА 47-29	250	2600
линия 6	ВА 47-29	31,5	900
линия 7	ВА 47-29	31,5	900
линия 8	ВА 47-29	125	2400
ЩС-4			
линия 1	ВА 47-29	31,5	900
линия 2	ВА 47-29	31,5	900
линия 3	ВА 47-29	50	1360
линия 4	ВА 47-29	200	2600
линия 5	ВА 47-29	50	1360
линия 6	ВА 47-29	125	2400
ЩС-5			
линия 1	ВА 47-29	31,5	900
линия 2	ВА 47-29	31,5	900
линия 3	ВА 47-29	31,5	900
линия 4	ВА 47-29	31,5	900
линия 5	ВА 47-29	31,5	900

линия 6	ВА 47-29	31,5	900
ЩС-6			
линия 1	ВА 47-29	10	1200
линия 2	ВА 47-29	10	1200
линия 3	ВА 47-29	10	1200
линия 4	ВА 47-29	10	1200
линия 5	ВА 47-29	10	1200
ЩС-7			
линия 1	ВА 47-29	10	1200
линия 2	ВА 47-29	10	1200
линия 3	ВА 47-29	10	1200
линия 4	ВА 47-29	10	1200
линия 5	ВА 47-29	10	1200
ЩО-1			
линия 1	ВА 47-29	5	1040
линия 2	ВА 47-29	5	1040
линия 3	ВА 47-29	5	1040
линия 4	ВА 47-29	5	1040
линия 5	ВА 47-29	5	1040
линия 6	ВА 47-29	5	1040
линия 7	ВА 47-29	5	1040
линия 8	ВА 47-29	5	1040
линия 9	ВА 47-29	5	1040
ЩО-2			
линия 1	ВА 47-29	5	1040
линия 2	ВА 47-29	5	1040
линия 3	ВА 47-29	5	1040
линия 4	ВА 47-29	5	1040
линия 5	ВА 47-29	5	1040
линия 6	ВА 47-29	5	1040
линия 7	ВА 47-29	5	1040
линия 8	ВА 47-29	5	1040
линия 9	ВА 47-29	5	1040
ИТОГО			73740

Суммарные затраты на ЩС, ЩО, аппараты защиты и кабельные линии сети составят:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{КЛ}} + K_{\text{ЩС}} + K_{\text{АВТОМАТ}} = 176,38 + 192 + (16,14 + 73,74) = 458,26 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.8 Мероприятия по заземлению и молниезащите

В проекте принята система TN-C-S с нулевым-рабочим и нулевым-защитным проводниками (N, PE), после шин ВРУ, работающих отдельно. Распределительные щитки оборудованы шинами N и PE, при этом шина N изолирована от корпуса щита.

Главная заземляющая шина (ГЗШ) устанавливается во ВРУ - шина PE. Нулевую жилу питающего четырехжильного кабеля соединена с шиной PE. Предусмотрено присоединение ГЗШ на повторный контур заземления.

Для мероприятий по уравниванию потенциалов с ГЗШ соединены вводы в здание трубопроводов инженерных коммуникаций, металлические части каркаса здания, заземляющее устройство системы молниезащиты, заземляю-

щий проводник заземлителя повторного заземления на вводе в здание. ГЗШ обозначается на обоих концах продольными или поперечными полосами желто-зеленого цвета одной ширины. ГЗШ выполнена обособленно для ВРУ стальной полосой 40x4 мм по периметру помещения и соединена проводником системы уравнивания – стальной полосой 30x4, проложенной открыто по потолку подвала здания.

Предусмотрена дополнительная система уравнивания потенциалов. Для этого металлические конструкции подвесного потолка, корпуса ванн и металлические водопроводные трубы в туалетных помещениях присоединены к шине уравнивания при помощи проводников уравнивания потенциалов, выполненных кабелем ВВГ.

Согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-2003. Здание детского сада относится к III категории устройства молниезащиты, допустимое сопротивление заземляющего устройства не более 20 Ом.

Здание детского сада защищено от прямых ударов молнии, от вторичных ее проявлений и заноса высоких потенциалов комплексом средств молниезащиты, состоящим из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. В качестве молниеприемника сооружается молниеприемная сетка с шагом не более 10x10 м по поверхности кровли, при этом краями сетки считается ограждение кровли по внешним границам парапета. Все металлические части, выступающие над поверхностью кровли соединяются токоотводами с металлической сеткой. В качестве заземляющих электродов используется соединенная между собой арматура железобетонных колонн. В подвале здания выпуски арматуры объединены с ГЗШ стальной полосой 40x4 мм, на кровле к выпускам присоединены токоотводы молниеприемников, металлическое ограждение кровли, металлическое ограждение вентиляционных шахт, ТВ антенна.

Заземлители молниезащиты совмещены с заземлителями электроустановок и средств связи. Общее сопротивление контуров не более 4 Ом. Расположение контуров заземления уточнить на месте с учетом возможных подземных коммуникаций.

Заземлители молниезащиты совмещены с заземлителями электроустановок и средств связи. Общее сопротивление контуров не более 4 Ом.

### **3.9 Основные принятые решения**

Из зоны застройки производится вынос объекта электросетевого хозяйства – кабеля АСБ2л-3x120, монтаж соединительной муфты с выполнением шурфов с одной стороны и завод кабеля в панель распределительного устройства 10кВ действующей ТП №903 с другой стороны.

Трасса кабельной линии выбрана с учетом наименьшего расхода кабеля и обеспечения его сохранности при механических воздействиях. Взаиморезервируемые кабели запроектированы в траншее глубиной 0,9м. В местах пересечения кабельных линий с подземными коммуникациями, автодорогой и

на расстоянии 2м в каждую сторону от пересекаемой коммуникации кабеля защищаются хризотилцементной трубой диаметром 100мм. В месте установки кабельных муфт в радиусе 2м. кабель защищается глиняным обыкновенным кирпичом в один слой поперек трассы кабелей.

Ввод в здание производится в блок Б в осях 3-4. Ввод в здание от ТП выполняется кабелем 2АВБШвнг(А) 4х150 длиной 140 м. До подъема в вводно-распределительное устройство, расположенное в помещении электрощитовой на 1 этаже блока Б кабель, прокладывается открыто по потолку техподполья.

В электрощитовой устанавливается вводно-распределительное устройство типа ВРУ1-13-10УХЛ4 две распределительные панели типа ВРУ1-44-00УХЛ4, и шкаф АВР для питания потребителей I категории. Питание электроприемников запроектировано от сети переменного тока напряжением 220В.

Шкафы распределительные устанавливаются в коридорах первого и второго этажей каждого блока здания детского сада. Предусмотрено отключение вентиляции при пожаре, по сигналу с прибора пожарной сигнализации на сухие контакты магнитного пускателя, установленного на вводе в шкаф вентиляции.

Для управления электродвигателями вентиляционных систем приняты регуляторы скорости, управление приточными системами выполняются от блоков автоматики, которые входят в комплект сантехнического оборудования, управление тепловыми завесами с пультов управления, которые входят в комплект поставки.

Распределительные и групповые сети выполнены кабелем ВВГнг (А)-LSLTx, сети I категории огнестойким кабелем ВВГнг(А)-FRLSLTx. Однофазные сети выполнены трехпроводными, трехфазные - пятипроводными с идентификацией проводов по цветам.

Распределительные сети от ВРУ выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LSLTx различного сечения и количеством жил, прокладываемым по помещениям подвала, электрощитовой открыто по стенам и потолкам; в коридорах - в лотке за подвесным потолком; сети для противопожарных устройств и эвакуационного освещения – кабелем марки ВВГнг(А)-FRLSLTx. Групповые сети по стоякам - в виниловых трубах скрыто в пустотах строительных конструкций.

Для мероприятий по экономии электроэнергии предусмотрена установка светильников с энергосберегающими лампами.

Аварийное освещение предусмотрено в групповых, раздевальных, коридорах, спальнях, пищеблоке, бассейне, постирочной, залах музыкальных и физкультурных занятий, а также освещение лестниц и входов. В светильниках аварийного освещения предусмотрена установка блоков аварийного питания. Управление освещением помещений детского сада местное - выключателями.

Учет электроэнергии осуществляется электронными счетчиками активной энергии, класса точности 0,5S включенными через трансформаторы тока

с возможностью программирования параметров работы прибора учета от внешнего компьютера через интерфейсы связи для осуществления контроля параметров автоматизированного удаленного сбора показаний приборов учета.

Защита от сверхтоков предусматривается в вводно-распределительном устройстве автоматическими выключателями, в распределительных щитах - автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями. В качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током и повышения пожаробезопасности в распределительных щитах на розеточных группах предусматривается установка устройств защитного отключения (автоматических выключателей дифференциального тока). Последовательное включение в защитный проводник заземляющих контактов штепсельных розеток не предусматривается.

Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов, бактерицидных облучателей предусмотрена установка автоматических выключателей с дифференциальной защитой и защитой от сверхтоков со срабатыванием на ток утечки 30 мА.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом бакалаврской работы является проект системы электропитания здания детского сада на 300 мест с бассейном, в III жилом районе г. Абакана.

В процессе проектирования выполнены расчёты электрических нагрузок для каждого уровня электропитания и разработана схема электропитания здания детского сада.

Выполнен расчет электрооборудования и проводников внутреннего и внешнего электропитания по условиям проверки выбранных параметров и с учетом обоснования до 1000 В. Для спроектированной схемы электропитания были выбраны удовлетворяющие всем техническим требованиям сечения кабелей и аппараты защиты.

С целью выполнения расчета токов короткого замыкания составлена схема замещения и рассчитаны необходимые параметры токов короткого замыкания.

Проверка оборудования, согласно полученным значениям токов короткого замыкания, показала правильность выбора аппаратов защиты.

В результате проектирования разработана система электропитания здания детского сада, соответствующая требованиям соблюдения качества, надежности и экономичности.

Практическая ценность выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что выполненные проектные решения и полученные результаты могут быть применены при проектировании и реконструкции системы электропитания дошкольных учреждений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дулесова Н. В. Системы электроснабжения. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: учебн.-метод. пособие / сост. Н. В. Дулесова; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Электрон. текстовые, граф. дан. (2,68 МБ). – Абакан: ХТИ – филиал СФУ, 2016. – 72 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие / Л. Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Торопов, А. Н. Туликов; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан: Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
4. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение: справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
7. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы: Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
9. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АО ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.
10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.
11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.
12. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.
13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.
14. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.

15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*; дата введ. 08.05.2017. – М.: НИИСФ РААСН, 2016. – 116 с.
16. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.
17. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т. 2. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 602 с.
18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М.: Колос, 2007. – 464 с.
19. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.
20. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.
21. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.
22. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 214 с.
23. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1177.
24. Федеральный закон от 26.03.2003 № 36-ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1178.
25. Федеральный закон № 125-ФЗ от 07.07.2003 "О внесении изменений и дополнений в федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» (действующая редакция 2016) [Электронный ресурс]: URL: [consultant.ru/document/cons\\_dos\\_](http://consultant.ru/document/cons_dos_) (дата обращения: 05.04.2020).
26. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» // Собрание законодательства РФ. 30.11.2009. № 48. Ст. 5711.
27. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.
28. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Перечень устанавливаемого силового электрического оборудования, кроме розеток

№	Наименование ЭП	Установленная мощность ЭП, кВт	U <sub>ном</sub> , В	cosφ
1	2	3	4	5
1	Центробежный вентилятор В-1 ВР80-110	1,1	220	0,8
2	Центробежный вентилятор В-2 ВР80-75	0,75	220	0,8
3	Крышной вентилятор В-20 КVR-125/1	0,071	220	0,8
4	Канальный вентилятор В-19 КVR-160/1	0,105	220	0,8
5	Канальный вентилятор В-3 КVR-160/1	0,105	220	0,8
6	Центробежный вентилятор В-4 ВР80-75	0,75	220	0,8
7	Крышной вентилятор В-18 КVR-125/1	0,071	220	0,8
8	Крышной вентилятор В-5 VRK 56/35-4E	0,31	220	0,8
9	Крышной вентилятор В-7 VRK 30/22-2E	0,17	220	0,8
10	Крышной вентилятор В-6 VRK 56/35-4E	0,31	220	0,8
11	Крышной вентилятор В-8 VRK 30/22-2E	0,17	220	0,8
12	Крышной вентилятор В-11 VRK 30/22-2E	0,17	220	0,8
13	Крышной вентилятор В-9 VRK 56/35-4E	0,31	220	0,8
14	Крышной вентилятор В-12 VRK 30/22-2E	0,17	220	0,8
15	Крышной вентилятор В-10 VRK 56/35-4E	0,31	220	0,8
16	Крышной вентилятор В-13 VRK 30/22-2E	0,17	220	0,8
17	Крышной вентилятор В-15 VRK 56/35-4E	0,31	220	0,8
18	Крышной вентилятор В-14 VRK 30/22-2E	0,17	220	0,8
19	Крышной вентилятор В-16 VRK 56/35-4E	0,31	220	0,8
20	Крышной вентилятор В-17 ВР80-75	0,75	220	0,8
21	Электрокипятильник непрерывного действия	9,0	220	0,95
22	Плита электрическая 4-хкомфорочная с жарочным шкафом	16,75	380	0,95
23	Плита электрическая 4-хкомфорочная с жарочным шкафом	16,75	380	0,95
24	Электросковорода кухонная	9,0	220	0,95
25	Пароконвектомат	4,6	220	0,95
26	Планетарный миксер	0,37	220	0,8
27	Овощерезка	0,615	220	0,8
28	Хлеборезка	0,37	220	0,8
29	Протирочная машина	1,1	220	0,8
30	Холодильник бытовой	0,2	220	0,75
31	Шкаф холодильный	0,36	220	0,75
32	Шкаф холодильный	0,36	220	0,75
33	Шкаф холодильный	0,36	220	0,75
34	Бактерицидная установка «Лазурь М-3»	0,125	220	0,75
35	Овощерезка	0,615	220	0,8
36	Мясорубка	1,5	220	0,8
37	Шкаф холодильный	0,36	220	0,75
38	Шкаф холодильный	0,36	220	0,75
39	Шкаф холодильный	0,36	220	0,75
40	Шкаф морозильный	0,7	220	0,75
41	Шкаф морозильный	0,7	220	0,75
42	Шкаф морозильный	0,7	220	0,75
43	Котел пищеварочный электрический	18,1	380	0,95
44	Пароконвектомат	12,5	220	0,75
45	Протирочная машина	1,1	220	0,8
46	Картофелечистка	0,37	220	0,8
47	Электросушитель	1,5	220	0,8
48	Бактерицидная установка «Лазурь М-3»	0,125	220	0,75
49	Машина сушильная	16,1	220	0,8
50	Центрифуга	1,1	220	0,8
51	Машина стиральная	1,5	220	0,8
52	Машина стиральная	1,5	220	0,8
53	Машина швейная	0,5	220	0,8
54	Электроутюг	2,0	220	0,95
55	Каток гладильный ВГ-1218	3,27	220	0,95

№	Наименование ЭП	Установленная мощность ЭП, кВт	U <sub>ном</sub> , В	cosφ
1	2	3	4	5
56	Машина стирально-отжимная	16,0	220	0,8
57	Гладильный стол Letit PA71	6,0	220	0,95
58	Физиотерапевтическое оборудование	0,2	220	0,8
59	Физиотерапевтическое оборудование	0,15	220	0,8
60	Физиотерапевтическое оборудование	0,2	220	0,8
61	Физиотерапевтическое оборудование	0,2	220	0,8
62	Прибор ОПС	0,05	220	0,8
63	Канальный вентилятор В-22 KVR-125/1	0,076	220	0,8
64	Канальный вентилятор В-24 KVR-125/1	0,076	220	0,8
65	Канальный вентилятор В-26 KVR-125/1	0,076	220	0,8
66	Канальный вентилятор В-27 KVR-125/1	0,076	220	0,8
67	Канальный вентилятор В-28 KVR-125/1	0,076	220	0,8
68	Канальный вентилятор В-29 KVR-125/1	0,076	220	0,8
69	Канальный вентилятор В-30 KVR-125/1	0,076	220	0,8
70	Канальный вентилятор В-32 KVR-125/1	0,076	220	0,8
71	Приточная установка П-4 NED50-25	37,65	380	0,8
72	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
73	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
74	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
75	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
76	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
77	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
78	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
79	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
80	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
81	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
82	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
83	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
84	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
85	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
86	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
87	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
88	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
89	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
90	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
91	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
92	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
93	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
94	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
95	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
96	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
97	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
98	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
99	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
100	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
101	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
102	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
103	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
104	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
105	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
106	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
107	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
108	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
109	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
110	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
111	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
112	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95
113	Электроводонагреватель	1,5	220	0,95

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Данные о геометрических размерах помещений детского сада

№ п/п	Наименование помещения	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Первый этаж					
1	Групповая младенческого возраста	9,1	5,8	3	52,78
2	Групповая раннего возраста	9,1	5,8	3	52,78
3	Раздевальная	6,8	3,2	3	21,76
4	Буфетная	2,8	1,5	3	4,2
5	Туалетная	6,9	3,2	3	22,08
6	Коридор при групповой	5,9	1,7	3	10,03
7	Спальная	9,4	6,1	3	57,34
8	Спальная	9,5	6,1	3	57,95
9	Коридор	15,7	2	3	31,4
10	Лестничная клетка	6,5	2,7	3	17,55
11	Тамбур центральный	2,8	1,8	3	5,04
12	Тамбур боковой 1	2,6	1,4	3	3,64
13	Тамбур боковой 2	2,9	1,6	3	4,64
14	Групповая младшая	9,3	5,9	3	54,87
15	Раздевальная	6,9	3,2	3	22,08
16	Туалетная	6,7	3	3	20,1
17	Коридор при групповой	6	1,6	3	9,6
18	Спальная	9,4	6,1	3	57,34
19	Коридор	15,6	2	3	31,2
20	Тамбур	6,3	1	3	6,3
21	Тамбур центральный	6,5	2,5	3	16,25
22	Стиральная	7	3,5	3	24,5
23	Гладильная	6,5	2,6	3	16,9
24	Кладовая чистого белья	2,6	1,4	3	3,64
25	Приемная грязного белья	2,4	1,3	3	3,12
26	Хозяйственная кладовая	6,6	2,9	3	19,14
27	Кладовая грязного белья	2,9	1,8	3	5,22
28	Коридор	64,7	2	3	129,4
29	Электрощитовая	5,3	1,8	3	9,54
30	Комната уборочного инвентаря	2,9	1,7	3	4,93
31	Санузел персонала	2,6	1,4	3	3,64
32	Гардероб персонала	7,3	3,6	3	26,28
33	Душевая персонала	1,6	1,1	3	1,76
34	Раздевальная 1	6,4	2,5	3	16
35	Раздевальная 2	6,1	1,7	3	10,37
36	Душевая 1	6,3	1,2	3	7,56
37	Душевая 2	6	1,5	3	9

№ п/п	Наименование помещения	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
38	Санузел 1	1,2	1	3	1,2
39	Санузел 2	1,3	1	3	1,3
40	Медицинский кабинет	7,1	3,3	3	23,43
41	Процедурный кабинет	6,2	2	3	12,4
42	Кабинет физиолечения	6,5	2,5	3	16,25
43	Приемная	6,1	1,3	3	7,93
44	Санузел	3,2	1,9	3	6,08
45	Холл	2,8	1,5	3	4,2
46	Ванный зал	9,3	6	3	55,8
47	Комната тренера	2,8	1,8	3	5,04
48	Санузел тренера	2,6	1,4	3	3,64
49	Инвентарная	2,5	1,1	3	2,75
50	Помещение подготовки воды	6	1,3	3	7,8
51	Кабинет медсестры	5,9	1,6	3	9,44
52	Комната дежурного	6,2	2,1	3	13,02
53	Лестничная клетка	6,5	2,8	3	18,2
54	Тамбур при лестничной клетке	2,7	1,6	3	4,32
55	Моечная кухонной посуды 1	6,1	1,5	3	9,15
56	Моечная кухонной посуды 2	3	1,9	3	5,7
57	Горячий цех	8,6	5,1	3	43,86
58	Холодный цех	6	1,4	3	8,4
59	Мясо-рыбный цех	6,3	2,4	3	15,12
60	Овощной цех	6,1	1,9	3	11,59
61	Коридор	3	1,9	3	5,7
62	Кладовая сухих продуктов	5,9	1,2	3	7,08
63	Помещение холодильников	6,2	2	3	12,4
64	Комната уборочного инвентаря	1,3	1,2	3	1,56
65	Санузел	2,4	1,3	3	3,12
66	Душевая	1,4	1,1	3	1,54
67	Гардероб персонала	6,1	1,2	3	7,32
68	Кладовая овощей	6,2	1,1	3	6,82
69	Моечная тары	2,6	1,5	3	3,9
70	Загрузочная	6,1	1,4	3	8,54
71	Тамбур	2,2	1	3	2,2
72	Спальня	9,5	6,1	3	57,95
Второй этаж					
1	Групповая подготовительная	9,1	5,8	3	52,78
2	Раздевальная	6,9	3,2	3	22,08
3	Буфетная	2,3	1,8	3	4,14
4	Туалетная	6,8	3	3	20,4
5	Коридор при групповой	5,9	1,7	3	10,03

№ п/п	Наименование помещения	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
6	Спальная	9,4	6,1	3	57,34
7	Спальная	9,5	6,1	3	57,95
8	Коридор	7,5	4	3	30
9	Групповая средняя	9,3	5,9	3	54,87
10	Туалетная	6,7	3	3	20,1
11	Коридор при групповой	6	1,6	3	9,6
12	Спальная	9,4	6,1	3	57,34
13	Кабинет заведующей	7,9	4,5	3	35,55
14	Комната приема пищи	6,3	2,4	3	15,12
15	Комната уборочного инвентаря	2,6	2	3	5,2
16	Кабинет завхоза	6,7	2,7	3	18,09
17	Безопасная зона для МГН	2,2	2,5	3	5,5
18	Хозяйственная кладовая	7,7	4	3	30,8
19	Санузел персонала	4	1,2	3	4,8
20	Кладовая инвентаря	6	1,9	3	11,4
21	Зал физкультурных занятий	12,2	9	3	109,8
22	Методический кабинет	8,3	4,9	3	40,67
23	Зал музыкальных занятий	11,7	8,5	3	99,45
24	Кладовая инвентаря	2,7	1,5	3	4,05
25	Холл	2,6	1,4	3	3,64
26	Кабинет методиста	6,4	2,6	3	16,64
27	Кабинет психолога	6,5	2,6	3	16,9
28	Кабинет логопеда	6,5	2,8	3	18,2
29	Хозяйственная кладовая	7,9	4,4	3	34,76
30	Коридор	45,7	4	3	182,8
31	Групповая старшая	9,1	5,8	3	52,78
32	Раздевальная	6,8	3,2	3	21,76
33	Спальня	9,5	6,1	3	57,95
34	Коридор	15	2	3	30

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Н. Чистяков  
подпись                      инициалы, фамилия

«29» 06 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение детского сада в 3 жилом районе г. Абакана

тема

Руководитель Дулесова 29.06.20 доцент, к.э.н.  
подпись, дата                      должность, ученая степень

Н. В. Дулесова  
инициалы, фамилия

Выпускник И.А. 28.06.20  
подпись, дата

Д.А. Журавлев  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. 28.06.20  
подпись, дата

И.А. Кычакова  
инициалы, фамилия

Абакан 2020