

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального 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

Реконструкция электроснабжения ЦК и Д «Луначарский», г. Черногорск

тема

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

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

А. В. Коловский  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

А. А. Сон  
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 \_\_\_\_\_ Сон Антону Александровичу \_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 15-01 (з-15)

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код) (наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Реконструкция  
электроснабжения ЦК и Д «Луначарский», г. Черногоorsk

Утверждена приказом по институту № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР Коловский А. В. доцент кафедры «Электроэнергетика»  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для дипломного ВКР поэтажные планы здания центра культуры и досуга с расположением электрооборудования, ведомость электропотребителей.

Перечень разделов дипломного проекта:

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий

1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения общественных зданий

2 Аналитическая часть

2.1 Общая характеристика здания ЦК и Д «Луначарский». Обоснование реконструкции электрических сетей здания

2.2 Потребители электроэнергии здания ЦК и Д «Луначарский»

3 Практическая часть

3.1 Светотехнический расчет системы освещения

3.2 Электротехнический расчет системы освещения

3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

3.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам

3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта

3.6 Выбор коммутационных аппаратов

3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции

3.8 Выбор прочих электрических устройств

3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность

Заключение

Список использованных источников

Перечень обязательных листов графической части

1 План здания центра культуры и досуга с разводкой осветительной сети

2 План здания центра культуры и досуга с разводкой силовой сети

3 Однолинейная схема электроснабжения

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_ / А. В. Коловский  
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ / А. А. Сон  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

25 февраля 2020 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Реконструкция электроснабжения ЦК и Д «Луначарский», г. Черногорск» содержит 66 страниц текстового документа, 30 использованных источников, 3 листа графического материала.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ.

Объект реконструкции – схема электроснабжения здания ЦК и Д «Луначарский» г. Черногорск Республики Хакасия.

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

Актуальность темы заключается в том, что реконструкция общественных объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для посетителей.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения здания ЦК и Д «Луначарский». 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 здания ЦК и Д «Луначарский», соответствующая всем современным требованиям.

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 реконструкции схемы электроснабжения центра культуры и досуга могут быть использованы при реконструкции и проектировании подобных общественных зданий.

## **THE ABSTRACT**

The final qualifying work on the topic “Reconstruction of the power supply of the Central Committee and the “Lunacharsky”, Chernogorsk” contains 66 pages of a text document, 30 sources used, 3 sheets of graphic material.

**ELECTRICAL LOADS, LIGHTING, LIGHTING CALCULATION, ELECTROTECHNICAL CALCULATION, SELECTION OF EQUIPMENT, CHECK OF EQUIPMENT, SHORT CIRCUIT CURRENT, LOSS OF VOLTAGE.**

The object of reconstruction is the power supply scheme for the building of the Central Committee and the Lunacharsky building in the city of Chernogorsk, the Republic of Khakassia.

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

The relevance of the topic lies in the fact that the reconstruction of public facilities using high classes of energy-saving equipment will reduce energy consumption and create comfort for visitors.

During the design process, electrical loads were calculated for each level of power supply, after which the power supply scheme of the building of the Central Committee and D Lunacharsky 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 power supply system for the building of the Central Committee and the “Lunacharsky” building was developed, which meets all modern requirements.

The novelty of the work lies in the justification and calculation of lighting and electrical loads and the choice on their basis of the most modern electrical equipment.

The practical significance of the research is due to the fact that the proposed design solutions as part of the reconstruction of the power supply circuit of the center of culture and leisure can be used in the reconstruction and design of such public buildings.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 7  |
| 1 Теоретическая часть.....   | 9  |
| 1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий.....  | 9  |
| 1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем<br>электроснабжения общественных зданий .....          | 11 |
| 2 Аналитическая часть.....   | 14 |
| 2.1 Общая характеристика здания ЦК и Д «Луначарский». Обоснование<br>реконструкции электрических сетей объекта ..... | 14 |
| 2.2 Потребители электроэнергии здания ЦК и Д «Луначарский» .....   | 22 |
| 3 Практическая часть .....   | 26 |
| 3.1 Светотехнический расчет системы освещения .....  | 26 |
| 3.2 Электротехнический расчет системы освещения .....  | 43 |
| 3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых<br>пунктов .....                                 | 45 |
| 3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ .....  | 45 |
| 3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов первого уровня<br>электроснабжения .....                        | 46 |
| 3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения .....  | 47 |
| 2.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам.....  | 52 |
| 3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта .....   | 52 |
| 3.5.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного<br>автомата.....                               | 52 |
| 3.5.2 Выбор ВРУ и вводного автомата.....   | 54 |
| 3.6 Выбор коммутационных аппаратов .....   | 55 |
| 3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции.....  | 58 |
| 3.8 Выбор прочих электрических устройств .....   | 59 |
| 3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....   | 60 |
| 3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания.....  | 60 |
| 3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность.....   | 63 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 64 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....   | 65 |

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время программа развития электроэнергетики в России рассчитана на долгосрочную перспективу. При снабжении потребителей энергией важно осуществлять комплексный подход на всех этапах работ. Так же огромную роль в условиях рыночной экономики имеет, помимо всего прочего, экономическая эффективность принятых решений и дальнейшая перспектива развития затронутой отрасли.

В современном мире стоят задачи развития промышленности путем всемирной интенсификации и повышения эффективности производства на базе ускорения научно-технического прогресса.

В области электроснабжения потребителей эти задачи предусматривают повышение уровня проектно-конструкторских разработок, внедрение и рациональную эксплуатацию высоконадежного электрооборудования, снижение непроизводительных расходов электроэнергии при ее передаче, распределении и потреблении.

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

Во время второго этапа проектирования систем электроснабжения рассчитывается мощность, определяется тип кабелей и схема их прокладки, расположение оборудования и узлов для подачи напряжения. На этом же этапе происходит подбор защитно-коммутационного оборудования.

Электроснабжение домов культуры напрямую зависит от вида оказываемых услуг. Все зависит от вместимости зрительных залов и категория надежности электроснабжения такого потребителя может быть вторая или третья.

Как известно, категория надежности электроснабжения того или иного потребителя 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 культуры заключается не только в разветвленности внутренних электросетей, но так же, в мощностях потребления электроэнергии различными установками. Вентиляционные установки, 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.

Один из важных факторов, который влияет на настроение и хороший досуг людей – это освещение. При создании комфортной обстановки для посетителей освещение является очень важной составляющей, которая может как увеличивать продажи, так и уменьшать их. Современный уровень освещенности в залах домов культуры согласно сводам правил составляет величину 300-400 лк при общем освещении.

Объект реконструкции – схема электроснабжения здания ЦК и Д «Луначарский» г. Черногорск Республики Хакасия.

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

Актуальность темы заключается в том, что реконструкция объектов с применением высоких классов энергосберегающего оборудования позволит снизить потребление электроэнергии и создаст комфорт для посетителей.

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 реконструкции схемы электроснабжения центра культуры и досуга могут быть использованы при реконструкции и проектировании подобных общественных зданий.

Цель бакалаврской работы – реконструировать схему электроснабжения здания ЦК и Д «Луначарский» г. Черногорск Республики Хакасия с применением современного электрооборудования.

Основными задачами бакалаврской работы являются:

- 1) характеристика объекта и обоснование реконструкции электросхемы;
- 2) расчет электрических нагрузок групп электрических приемников;
- 3) расчет электрического освещения;
- 4) разработка наиболее оптимальной схемы питания силовых электрических приемников здания центра культуры и досуга;
- 5) выбор сетевых электрических устройств, аппаратов защиты и проводников;
- 6) расчет токов короткого замыкания и проверка элементов электрической сети.



# 1 Теоретическая часть

## 1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий

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.

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

При реконструкции системы электроснабжения общественного здания в первую очередь определяются следующие параметры: электронагрузки групп электроприемников, узлов нагрузок и 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 реконструкции 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.

Все электроприемники общественных зданий условно можно разделить на две группы: осветительные и силовые. В основных помещениях общественных зданий применяют светильники с люминесцентными и светодиодными лампами в исполнении, соответствующем условиям среды и выполняемой работы. Используют также металлогалогенные, натриевые, ксеноновые лампы для внутреннего и наружного освещения. Во

вспомогательных помещениях (склады, кладовые) применяют лампы светодиодные.

К силовым электроприемникам относятся электроприемники механического и электротеплового оборудования, холодильных машин, подъемно-транспортного оборудования, санитарно-технических установок, связи, сигнализации, противопожарных устройств и др.

Общественные здания имеют также приточно-вытяжные вентиляционные установки, широко применяются системы кондиционирования воздуха, насосы систем горячего и холодного водоснабжения. Большинство механизмов оборудовано асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором.

Схемы электроснабжения и электрооборудование общественных зданий имеют ряд особенностей по сравнению с таковыми жилых зданий:

- значительная доля силовых электроприемников;
- специфические режимы работы этих электроприемников;
- другие требования к освещению ряда помещений;
- возможность встраивания ТП в некоторые из общественных зданий.

Расчеты и опыт эксплуатации показали, что при потребляемой мощности более 400 кВА целесообразно применять встроенные подстанции, в том числе комплектные. Это имеет следующие преимущества:

- экономия цветных металлов;
- исключение прокладки внешних кабельных линий до 1 кВ;
- отсутствие необходимости в устройстве отдельных ВРУ в здании, так как ВРУ можно совместить с РУ 0,4 кВ подстанции.

Однако нормы и правила исключают встраивание подстанций в здания учебных заведений, дошкольных учреждений, лечебных корпусов больниц, жилые зоны гостиниц и т.п. [6, 7].

Для потребителей 1 категории надежности применяют, как правило, двухтрансформаторные ТП, но возможно использование и однотрансформаторных ТП при условии резервирования (перемычки и АВР по низкому напряжению).

Для потребителей II и III категорий надежности электроснабжения устанавливают однотрансформаторные ТП.

Распределение электроэнергии в общественных зданиях производится по радиальным или магистральным схемам.

Для питания электроприемников большой мощности (крупные холодильные машины, электродвигатели насосных, крупные вентиляционные камеры и др.) применяют радиальные схемы. При равномерном размещении электроприемников небольшой мощности по зданию используют магистральные схемы.

В общественных зданиях рекомендуется питающие линии силовых и осветительных сетей выполнять раздельными. Как и в жилых зданиях, на вводах питающих сетей в общественные здания устанавливают ВРУ с аппаратами защиты, управления, учета электроэнергии, а в крупных зданиях

– и с измерительными приборами. На вводах обособленных потребителей (центры культуры и досуга, отделений связи и др.) устанавливают дополнительно отдельные аппараты управления. На вводах в распределительные пункты или щитки также устанавливают аппараты управления. Там, где это целесообразно по условиям эксплуатации, применяют, например, автоматические выключатели, которые совмещают в себе функции защиты и управления [8].

На каждой отходящей от ВРУ питающей линии устанавливают аппарат защиты. Аппарат управления может быть общим для нескольких линий, сходных по назначению и режиму работы.

Светильники эвакуационного и аварийного освещения присоединяют к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от щита ТП или от ВРУ. Так, например, при двухтрансформаторной ТП рабочее, эвакуационное и аварийное освещение присоединяют к разным трансформаторам. Силовые распределительные пункты, щиты и щитки располагают, как правило, на тех же этажах, где находятся электроприемники. Силовые электроприемники, присоединяемые к распределительным пунктам, щитам и щиткам, группируют с учетом их технологического назначения.

Электроприемники небольшой, но равной или близкой по значению установленной мощности соединяют в "цепочку", что обеспечивает экономию проводов и кабелей, а также уменьшение количества аппаратов защиты на распределительных пунктах [9].

Существуют нормы по устройству групповых осветительных сетей. Распределение нагрузок между фазами сети освещения должно быть по возможности равномерным. Это относится к групповым линиям освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий, подвалов и чердаков. В целях экономии электроэнергии в помещениях с боковым естественным освещением предусматривают автоматическое отключение светильников рядами, параллельными окнам, в зависимости от требуемой освещенности.

Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения общественных зданий после реконструкции – 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 задач в данной сфере необходимо применение вычислительной техники, а также высокий профессионализм.

## **1.2 Требования нормативных документов при проектировании схем электроснабжения общественных зданий**

Попытка экономии на проекте реконструкции схем электроснабжения – достаточно сомнительное мероприятие. Последствия в виде проверок надзорных органов, неправильной работы оборудования, разногласий с поставщиком электроэнергии – лишь малая часть проблем. При отсутствии

проекта и халатном монтаже могут пострадать люди. Поэтому грамотное проектирование с использованием актуальных версий нормативных документов является одним из факторов обеспечения дальнейшей нормальной работы общественного объекта.

Проект реконструкции электроснабжения – это комплект технической документации, разработанный и оформленный в соответствии с установленными нормами и правилами. Закупка оборудования, монтаж и пусконаладка системы производятся в соответствии с этим проектом, поэтому от его качества напрямую зависит эффективность и безопасность использования электроэнергии. Порядок проектирования и содержание такого проекта определяет ряд нормативных документов.

При составлении проекта обязательно нужно соблюдать правила, содержащиеся в ПУЭ и различных СП. Например, это СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства, устанавливающий требования к производству электромонтажных и пусконаладочных работ; СП 52.13330.2016 [14], устанавливающий требования к искусственному и естественному освещению различных, в том числе, и промышленных объектов.

НТП ЭПП-94 включает в себя общие требования, руководство по делению потребителей электроэнергии по категориям, требования к выбору источников питания, руководство по выполнению схем распределения электроэнергии, методики расчета нагрузок, тока короткого замыкания, требования к автоматизированным схемам защиты, качеству электроэнергии, к внешним токоведущим сетям и другое [9].

Определение электрических нагрузок является первым этапом проектирования любой системы электрификации. Значения электрических нагрузок определяют выбор всех элементов и технико-экономические показатели проектируемой системы электрификации. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты на электрификацию, расход цветного металла, потери электроэнергии и эксплуатационные затраты. Ошибки при определении электрических нагрузок приводят к аварийным режимам сетей и ухудшению технико-экономических показателей объекта проектирования.

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» [20], 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» [19] 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 центров культуры и досуга, является СП 256.1325800.2016 [14]. Согласно таблице 6.1 указанного документа категория электроприемников по надежности электроснабжения общественного здания 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 – 16 этажей. В противном случае это уже будет I категория электроснабжения электроприемников здания. Большинство зданий центров культуры и досуга по степени надежности электроснабжения относится ко II-й категории. Данный СП, в частности, регламентирует все основные положения и особенности электроснабжения, свойственные зданиям центров культуры и досуга.

Глава 7.1 ПУЭ [10] регламентирует кроме всего прочего, электроустановки зданий центров культуры и досуга, 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. Противоречий между ПУЭ и указанным выше СП 256.1325800.2016 не имеется, и отчасти эти документы заимствовали друг у друга нормативные материалы.

Следует отметить, что при использовании и проектировании электротехнических устройств зданий центров культуры и досуга 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 центров культуры и досуга требуется соблюдение норм, указанных в СП 52.13330.2016 [15], с учетом норм освещенности и разряда зрительных работ для каждого отдельно взятого помещения (разного или аналогичного назначения), а также геометрии помещений (как правило, прямоугольной формы, для зданий коридорного типа, которыми являются большинство зданий культурно-досугового назначения). При этом принимаемые проектные решения должны согласовываться также с нормами СП 44.13330.2011 [17] и ГОСТ Р 55710-2013 [1], регламентирующим освещение рабочих мест, способы измерения освещенности и т.д. Также при проектировании электрических сетей зданий центров культуры и досуга пользуются следующими 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, РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [11] и др.

## 2 Аналитическая часть

### 2.1 Общая характеристика здания ЦК и Д «Луначарский». Обоснование реконструкции электрических сетей объекта

Рассматриваемый объект – МАУ ЦКиД «Черногорский центр культуры и досуга» (далее - ЦКиД), располагается по адресу: г. Черногорск, ул. Советская, 46 (рисунок 2.1).

Приоритетным направлением деятельности ЦК и Д «Луначарский» является сохранение и развитие культурного потенциала, организация работы по развитию коллективов народного творчества и клубов по интересам с учётом различных возрастных категорий, создание благоприятных условий для организации досуга жителей г. Черногорска.

Основной вид деятельности – культурно развлекательная деятельность. Данный объект не является производственным. Объект не относится ни к сетевым, ни к трансформаторным объектам. В здании отсутствуют объекты производственного назначения. Технологический процесс отсутствует.

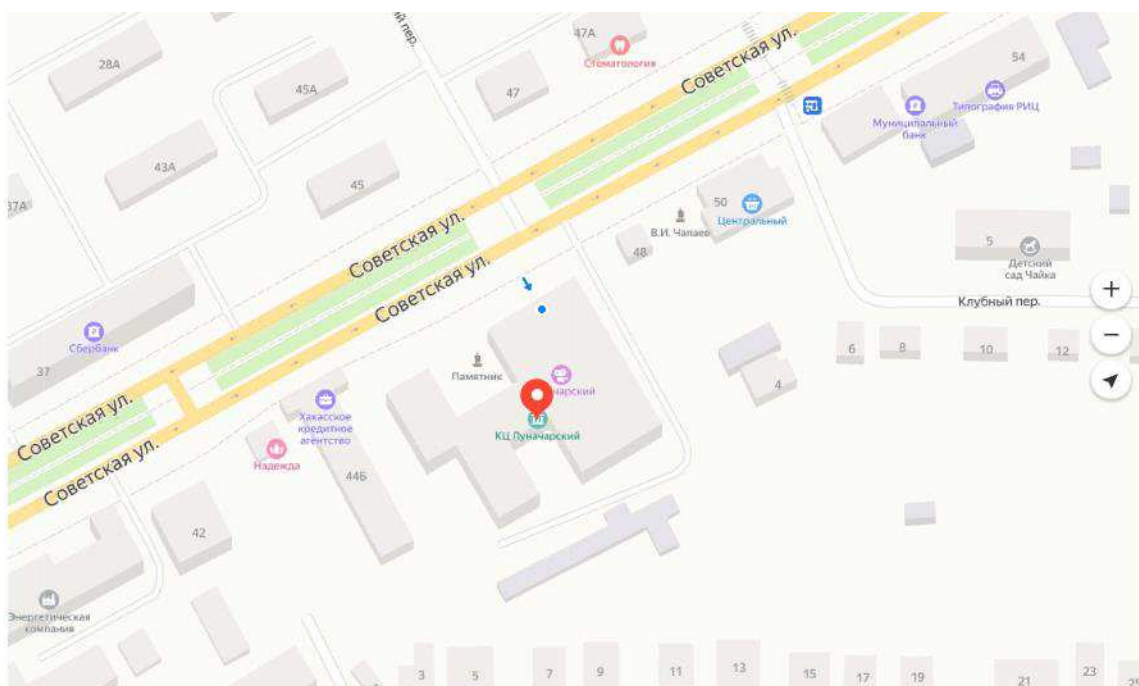


Рисунок 2.1 – Расположение ЦК и Д «Луначарский» на карте Черногорска

Городской центр культуры и досуга по характеру помещения окружающей среды относится к классу с нормальной средой, характеристика помещения сухое, в котором отсутствуют признаки, свойственные жарким, пыльным помещениям и помещениям с химически активной средой.

Здание МАУ ЦКиД «Черногорский центр культуры и досуга» 3-ей степени огнестойкости, Н-образное, 3-х этажное (3-й этаж технический) с подвальным и чердачным помещениями. Размеры в плане восточная часть

(33,38x57,76 м.)+северная часть (17,4x28,87 м.)+ южная часть (15,86x21,3 м.)+ центральная часть (24,44x11,38 м.), высота составляет 15,5м. Площадь здания составляет 3039,7 кв.м.

Стены здания кирпичные, перегородки кирпичные, шлакоблочные, перекрытия железобетонные плиты. Крыша шиферная по деревянной обрешетке. Внутренняя отделка помещений здания:

- стены фойе отделаны гипсокартоном по металлическому основанию;
- подвесной потолок фойе выполнен плитами типа «Армстронг» по металлическому каркасу;

- стены и потолок зрительного зала выполнены плитами типа «Акуста»;

- полы бетонные, в кабинетах деревянные, в зрительном зале покрыты напольным покрытием;

- оконные блоки пластиковые, деревянные двухстворчатые, двери пластиковые, филенчатые деревянные.

В рабочем состоянии находится первый и второй этажи здания. Третий этаж здания и технический этаж, в данный момент не эксплуатируются и эксплуатировать не планируется.

Из здания непосредственно наружу имеется 10 эвакуационных выходов с первого этажа. Центральный вход расположен с северной стороны здания.

В рабочей части здания расположены:

1-й этаж:

- большой киноконцертный зал
- кабинеты администрации;
- кассы;
- фойе западное - бар;
- фойе восточное - коридор;
- гардероб;
- туалеты;
- подсобные помещения;
- танцевальный зал;
- малый киноконцертный зал.

2-й этаж:

- аппаратные малого и большого залов;
- детский развлекательный центр;
- хореографический зал;
- балетный зал;
- конференцзал;
- вокальная студия;
- оркестровая студия;
- кабинеты администрации.

Примерная численность посетителей кинотеатра составляет:

В дневное время 678 человек:

киноконцертный зал - 448 человек; кафе - 60 человек; блинная – 30 человек; детский развлекательный центр – 20 человек; хореографический зал -20 человек; балетный зал -20 человек; конференцзал-20 человек; вокальная студия – 15 человек; оркестровая студия – 20 человек; персонал -35 человек.

В ночное время 452 человека:

киноконцертный зал - 448 человек; кафе - 0 человек; блинная – 0 человек; детский развлекательный центр – 0 человек; хореографический зал - 0 человек; балетный зал -0 человек; конференцзал- 0 человек; вокальная студия – 0 человек; оркестровая студия –0 человек; персонал -4 человека.

Большой кинозал МАУ ЦКиД «Черногорский центр культуры и досуга» имеет 448 посадочных мест, малый – 226 мест.

Характерной особенностью силовых сетей здания является их большая протяженность и наличие большого количества коммутационно-защитной аппаратуры.

Помещения здания ЦКиД установами автоматического пожаротушения не оборудованы. Каждое из используемых помещений оборудовано пожарной сигнализацией и средством оповещения.

Освещение и электропитание здания ЦКиД электрическое напряжением 220 вольт. Отключение электроэнергии можно производить из главной электрощитовой расположенной в подвале под восточным крылом здания в помещении около южной лестничной клетки напротив входа под сценическую коробку. Или из трансформаторной подстанции находящейся на территории ЦКиД с южной его стороны. Отключение электроэнергии в аппаратных кинозалов можно производить из щитовых, расположенных в них же.

Вентиляция естественная. Из помещения аппаратных кинозалов вентиляция приточно-вытяжная с принудительным побуждением включение производится из аппаратных кинозалов. Вентиляция в помещении кинозалов вытяжная принудительная с включением из венткамеры, расположенной над аппаратными кинозалов.

Отопление в здании водяное, центральное.

Реконструкция электрической сети здания центра культуры и досуга необходима связи с внедрением нового оборудования, т.е. предлагаются новые типы вентиляционного оборудования и кондиционеров с улучшенными характеристиками, с высокими значениями коэффициента мощности и к.п.д. (для обеспечения комфортных условий пребывания посетителей центра культуры и досуга). Также планируется заменить старую пожароопасную алюминиевую электропроводку (выше указывалось, что как таковой системы противопожарной защиты в здании нет), выбрать питающие кабели с негорючей оболочкой, и обновить коммутационно-защитную аппаратуру, т.к. прежняя также морально устарела (некорректно срабатывает или вовсе отказывает в действии при защите от перегрузок и коротких замыканий).

Схема расположения здания ЦК и Д «Луначарский» на местности представлена на рисунке 2.2.



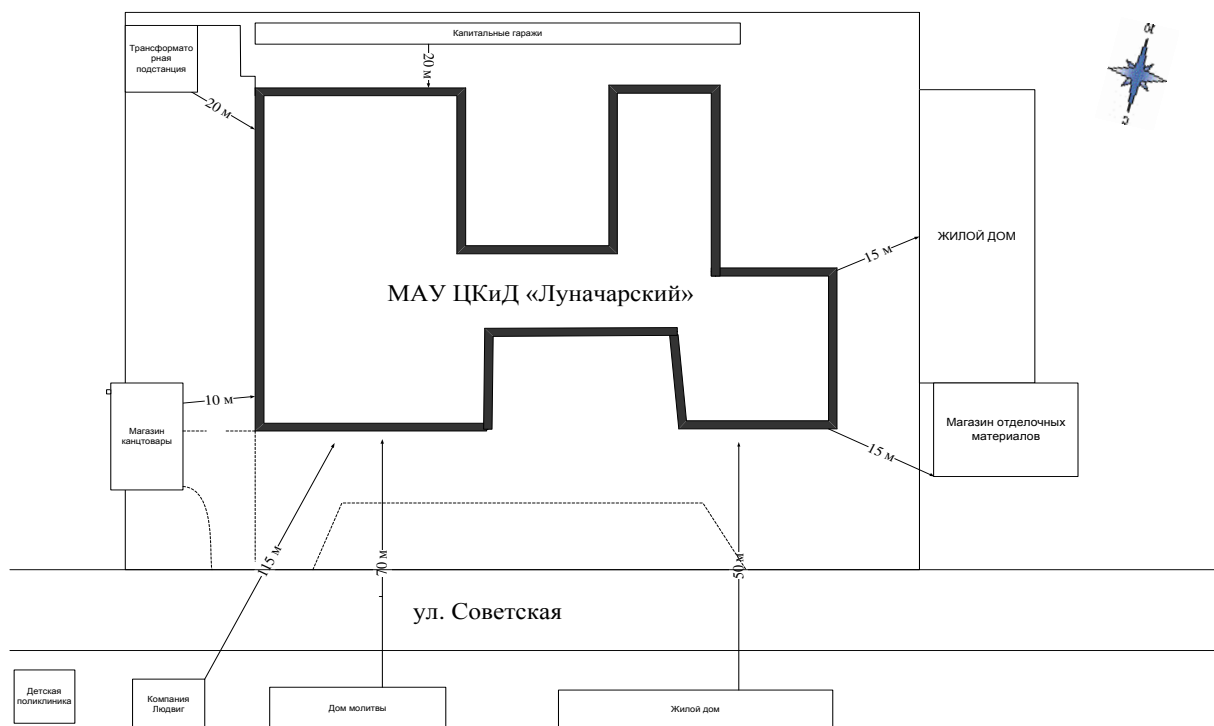


Рисунок 2.2 – План-схема расположения объекта на местности

Сводная характеристика объекта представлена в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Сводная характеристика объекта

| Наименование здания    | Размеры геометрические (м)  | Конструктивные элементы |            |             |          | Количество входов | Характеристика лестничных клеток | Энергетическое обеспечение |                                  |                     | Системы извещения |
|------------------------|---|-------------------------|------------|-------------|----------|-------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|
|                        |   | Стены                   | Перекрытие | Перегородки | Кровля   |                   |                                  | Напряжение в сети          | Где и кем отключается            | Отопление           |                   |
| 1                      | 2   | 3                       | 4          | 5           | 6        | 8                 | 9                                | 10                         | 11                               | 12                  | 13                |
| МАУ ЦКиД «Луначарский» | (33,38x57,76)<br>+(17,4x28,8)<br>+(15,86x21,3)<br>+(24,44x11,38)<br>Высота 15,5 | кирпичные               | ж/б        | кирпичные   | шиферная | 10                | Л-1                              | 220/380                    | Щит в подвале. дежурный электрик | водяное центральное | голосовая         |

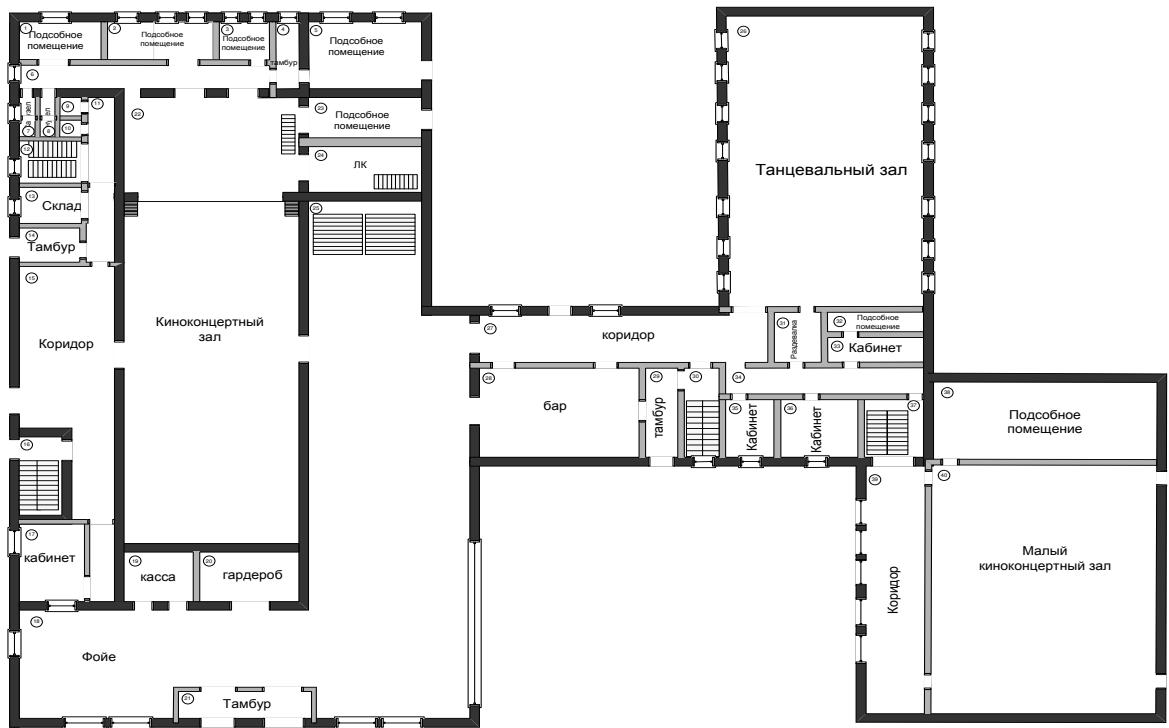
В таблице 2.2 дана экспликация помещений здания центра культуры и досуга, в соответствии с нумерацией и наименованием которых будет осуществляться проектирование освещения. Планы этажей здания центра культуры и досуга с указанной нумерацией представлены на рисунке 2.3.

Ввод электроэнергии в здание осуществляется через ВРУ объекта установленное на 1-м этаже. Высота помещений составляет 5 м, а зрительных залов – 10 м. Общая высота здания вместе с крышей – 15,5 м.

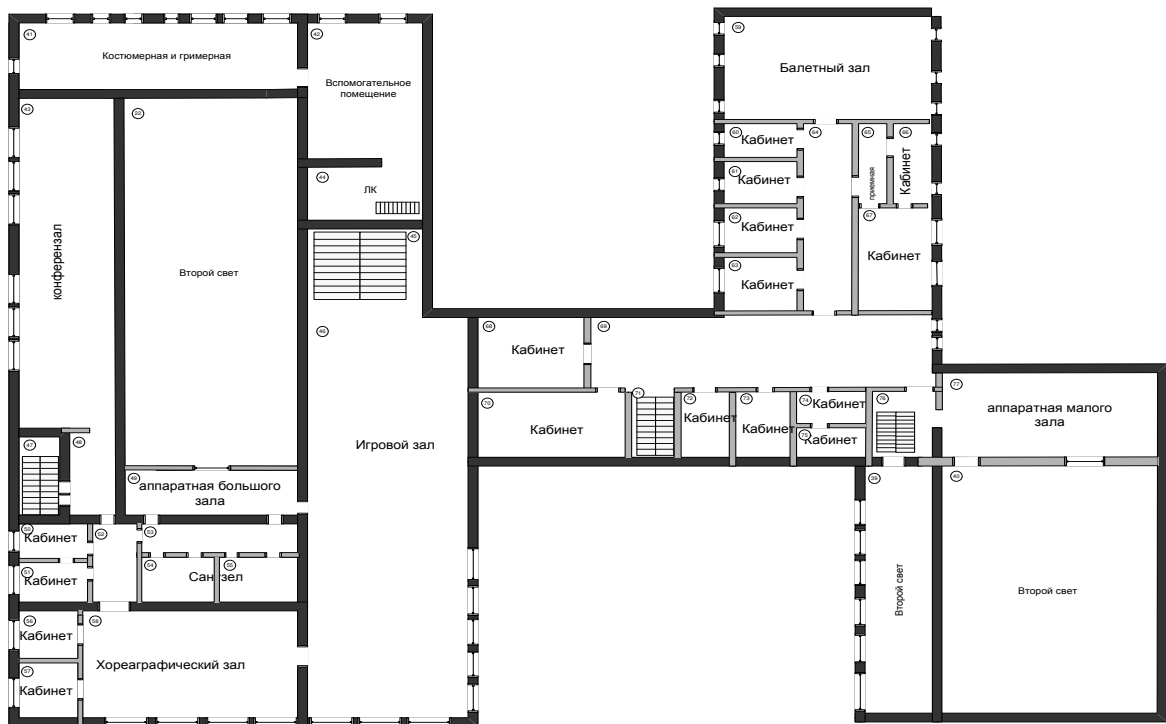
Таблица 2.2 – Экспликация помещений здания центра культуры и досуга

| № п/п | Наименование помещения     | Длина, м | Ширина, м | Высота, м | Площадь, м <sup>2</sup> |
|-------|----------------------------|----------|-----------|-----------|-------------------------|
| 1     | 2                          | 3        | 4         | 5         | 6                       |
| 1     | Подсобное помещение        | 6        | 3,1       | 5         | 18,6                    |
| 2     | Подсобное помещение        | 7,7      | 3,1       | 5         | 23,87                   |
| 3     | Подсобное помещение        | 3,7      | 3,1       | 5         | 11,47                   |
| 4     | Тамбур                     | 5,4      | 1,7       | 5         | 9,18                    |
| 5     | Подсобное помещение        | 8,2      | 5,4       | 5         | 44,28                   |
| 6     | Коридор                    | 18       | 2         | 5         | 36                      |
| 7     | Санузел                    | 3,3      | 1,2       | 5         | 3,96                    |
| 8     | Санузел                    | 3,3      | 1,2       | 5         | 3,96                    |
| 9     | Санузел                    | 1,6      | 1,6       | 5         | 2,56                    |
| 10    | Санузел                    | 1,6      | 1,6       | 5         | 2,56                    |
| 11    | Коридор                    | 13,6     | 2         | 5         | 27,2                    |
| 12    | Лестничная клетка          | 4,7      | 3,5       | 5         | 16,45                   |
| 13    | Склад                      | 4,6      | 3         | 5         | 13,8                    |
| 14    | Тамбур                     | 4,4      | 2,8       | 5         | 12,32                   |
| 15    | Фойе                       | 17,2     | 6,9       | 5         | 118,68                  |
| 16    | Лестничная клетка          | 6,4      | 3,2       | 5         | 20,48                   |
| 17    | Кабинет                    | 7        | 6,5       | 5         | 45,5                    |
| 18    | Фойе                       | 66,5     | 10,5      | 5         | 698,25                  |
| 19    | Касса                      | 5,1      | 4,2       | 5         | 21,42                   |
| 20    | Гардероб                   | 7,3      | 4,2       | 5         | 30,66                   |
| 21    | Тамбур                     | 9,8      | 2,1       | 5         | 20,58                   |
| 22    | Большой киноконцертный зал | 36,6     | 12,8      | 10        | 468,48                  |
| 23    | Подсобное помещение        | 8,2      | 3,4       | 5         | 27,88                   |
| 24    | Лестничная клетка          | 8,2      | 3,8       | 5         | 31,16                   |
| 25    | Лестничная клетка          | 9,4      | 8,2       | 5         | 77,08                   |
| 26    | Танцевальный зал           | 23,8     | 14,2      | 5         | 337,96                  |
| 27    | Коридор                    | 3,9      | 2,1       | 5         | 8,19                    |
| 28    | Бар                        | 7,4      | 11,6      | 5         | 85,84                   |
| 29    | Тамбур                     | 7,4      | 2,3       | 5         | 17,02                   |
| 30    | Лестничная клетка          | 7,4      | 2,5       | 5         | 18,5                    |
| 31    | Раздевалка                 | 4,1      | 3,4       | 5         | 13,94                   |
| 32    | Подсобное помещение        | 7        | 1,6       | 5         | 11,2                    |
| 33    | Кабинет                    | 7        | 2         | 5         | 14                      |
| 34    | Коридор                    | 14,2     | 2         | 5         | 28,4                    |
| 35    | Кабинет                    | 4,8      | 3,5       | 5         | 16,8                    |
| 36    | Кабинет                    | 5,6      | 4,8       | 5         | 26,88                   |
| 37    | Лестничная клетка          | 4,8      | 4,3       | 5         | 20,64                   |
| 38    | Подсобное помещение        | 16,2     | 6,4       | 5         | 103,68                  |

| № п/п | Наименование помещения    | Длина, м | Ширина, м | Высота, м | Площадь, м <sup>2</sup> |
|-------|---------------------------|----------|-----------|-----------|-------------------------|
| 1     | 2                         | 3        | 4         | 5         | 6                       |
| 39    | Коридор                   | 20,4     | 4,4       | 10        | 89,76                   |
| 40    | Малый киноконцертный зал  | 20,4     | 16,3      | 10        | 332,52                  |
| 41    | Костюмерная и гримерная   | 20,3     | 5,5       | 5         | 111,65                  |
| 42    | Вспомогательное помещение | 11,2     | 8,4       | 5         | 94,08                   |
| 43    | Конференцзал              | 27,2     | 7         | 5         | 190,4                   |
| 44    | Лестничная клетка         | 8,5      | 4,3       | 5         | 36,55                   |
| 45    | Лестничная клетка         | 8,5      | 7,2       | 5         | 61,2                    |
| 46    | Игровой зал               | 32,8     | 11,7      | 5         | 383,76                  |
| 47    | Лестничная клетка         | 6,3      | 3,1       | 5         | 19,53                   |
| 48    | Коридор                   | 6,8      | 3,3       | 5         | 22,44                   |
| 49    | Аппаратная большого зала  | 12,5     | 3,7       | 5         | 46,25                   |
| 50    | Кабинет                   | 5,1      | 2,8       | 5         | 14,28                   |
| 51    | Кабинет                   | 5,1      | 3,2       | 5         | 16,32                   |
| 52    | Коридор                   | 6,4      | 3,2       | 5         | 20,48                   |
| 53    | Коридор                   | 11,3     | 2,4       | 5         | 27,12                   |
| 54    | Санузел                   | 5,3      | 3,7       | 5         | 19,61                   |
| 55    | Санузел                   | 5,3      | 3,7       | 5         | 19,61                   |
| 56    | Кабинет                   | 4,3      | 4         | 5         | 17,2                    |
| 57    | Кабинет                   | 4,5      | 4,3       | 5         | 19,35                   |
| 58    | Хореографический зал      | 15,6     | 8,8       | 5         | 137,28                  |
| 59    | Балетный зал              | 15,1     | 8,6       | 5         | 129,86                  |
| 60    | Кабинет                   | 5,3      | 2,8       | 5         | 14,84                   |
| 61    | Кабинет                   | 5,3      | 2,8       | 5         | 14,84                   |
| 62    | Кабинет                   | 5,3      | 2,8       | 5         | 14,84                   |
| 63    | Кабинет                   | 5,3      | 4,3       | 5         | 22,79                   |
| 64    | Коридор                   | 15,3     | 3,6       | 5         | 55,08                   |
| 65    | Приемная                  | 6,7      | 2,1       | 5         | 14,07                   |
| 66    | Кабинет                   | 6,6      | 2,8       | 5         | 18,48                   |
| 67    | Кабинет                   | 8,4      | 5,3       | 5         | 44,52                   |
| 68    | Кабинет                   | 7,7      | 5,8       | 5         | 44,66                   |
| 69    | Коридор                   | 24,8     | 5,8       | 5         | 143,84                  |
| 70    | Кабинет                   | 10,6     | 5,4       | 5         | 57,24                   |
| 71    | Лестничная клетка         | 5,3      | 2,5       | 5         | 13,25                   |
| 72    | Кабинет                   | 5,4      | 3,5       | 5         | 18,9                    |
| 73    | Кабинет                   | 5,4      | 3,9       | 5         | 21,06                   |
| 74    | Кабинет                   | 5        | 2,6       | 5         | 13                      |
| 75    | Кабинет                   | 5        | 2,4       | 5         | 12                      |
| 76    | Лестничная клетка         | 5,4      | 4,5       | 5         | 24,3                    |
| 77    | Аппаратная малого зала    | 15,5     | 6,8       | 5         | 105,4                   |



1 этаж



2 этаж

Рисунок 2.3 – Исходные поэтажные планы здания центра культуры и досуга «Луначарский» г. Черногоorsk

Учет для потребителей выполняется счетчиком Меркурий 230 АМ-02 3ф, 10(100), кл.точ. 1.0, установленным в монтируемом ВРУ-0.4 кВ.

Согласно ПУЭ разделов 1,7 и 7,1 распределительные электрические сети объекта в рамках реконструкции необходимо выполнить кабелями с медными жилами и по системе заземления TN-S трёхпроводными, в которой нулевой рабочий и нулевой защитный проводники разделены начиная от главной заземляющей шины существующего РУ здания (т.е. PEN-проводник питающего кабеля внутри вводного устройства делится на N-нулевой рабочий и PE-нулевой защитный проводники).

Для защиты от прямого прикосновения и поражения электрическим током в нормальном режиме проектом предусмотрены:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;

Для защиты людей от поражения электрическим током все токопроводящие части электрооборудования, нормально не находящиеся под напряжением должны быть надежно заземлены. Для заземления используется защитный заземляющий проводник, входящий в состав кабеля (3-й).

При применении в качестве защитной меры при косвенном прикосновении автоматического отключения питания должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания в системе TN следующие открытые проводящие части:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- приводы электрических аппаратов;
- каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемных или открывающихся частей, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 50 В переменного или 120 В постоянного тока;
- металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные муфты, оболочки и броню контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, лотки, короба, струны, тросы и полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

Для заземления металлических корпусов стационарных и переносных электроприемников следует применять отдельный нулевой защитный проводник (PE), прокладываемый от ВРУ и щитков, к которым подключен данный электроприемник - 3-й проводник для однофазной сети 220В.

Молниезащита здания выполнена в соответствии с инструкциями РД 34.21.122-87 и СО 153.34.21.122-2003. В качестве молниеприемника используется металлическая кровля здания. Токоотводы выполнены из

стального прутка  $d=8$  мм, который присоединяется к кровле с помощью болтового соединения. На трубе котельной устанавливается стержневой молниеприемник ( $L = 1$  м,  $d=16$  мм), спуск осуществляется стальным прутком  $d=8$  мм, и присоединяется к остальным токоотводам с помощью универсальных зажимов. Ограждения на кровле здания также присоединяются к системе заземления.

По периметру здания выполнен заземляющий контур на расстоянии в 2 м от стен, на глубине 0.5 м от поверхности. Соединение токоотводов с заземляющим контуром выполняется сваркой. В точках присоединения токоотводов с заземляющим контуром к контуру приваривается вертикальный электрод длиной 3 м в четырех местах.

## **2.2 Потребители электроэнергии здания ЦК и Д «Луначарский»**

Силовые и осветительные электроприемники здания центра культуры и досуга относятся к потребителям II категории, т.к. внутри здания имеются зальные помещения, общая вместимость которых превышает 50 человек. В здании имеются розеточные группы, а также отдельные силовые однофазные электроприемники, представленные преимущественно вентиляционным оборудованием, а также кондиционерами. Планируется спроектировать освещение со светодиодными светильниками.

Таким образом, основные потребители электроэнергии: электроосвещение, бытовые приборы (питаемые через розеточные группы), вентиляция. Подробнее места установки указанного оборудования (кроме розеток) представлены на рисунках 2.4-2.5, а его характеристики – в таблице 2.2. Основные технические характеристики силового электрооборудования, которое будем использовать для различных нужд рассматриваемого здания центра культуры и досуга, показывают его высокий класс энергоэффективности.

Таблица 2.2 – Ведомость электрических нагрузок силовых электроприемников (кроме розеток)

| №  | Наименование ЭП   | Установленная мощность ЭП, кВт | U <sub>ном</sub> , В | cosφ |
|----|---|--------------------------------|----------------------|------|
| 1  | 2   | 3                              | 4                    | 7    |
| 1  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6                            | 220                  | 0,8  |
| 2  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6                            | 220                  | 0,8  |
| 3  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6                            | 220                  | 0,8  |
| 4  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6                            | 220                  | 0,8  |
| 5  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 6  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 7  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 8  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 9  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 10 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 11 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 12 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 13 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43                           | 220                  | 0,8  |
| 14 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18                           | 220                  | 0,8  |
| 15 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18                           | 220                  | 0,8  |
| 16 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18                           | 220                  | 0,8  |
| 17 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18                           | 220                  | 0,8  |
| 18 | Киноаппаратура с цифровым проектором NEC NC2000C          | 5,5                            | 220                  | 0,5  |
| 19 | Киноаппаратура с цифровым проектором NEC NC2000C          | 5,5                            | 220                  | 0,5  |



Рисунок 2.4 – План размещения основного силового оборудования здания ЦКиД, 1 этаж



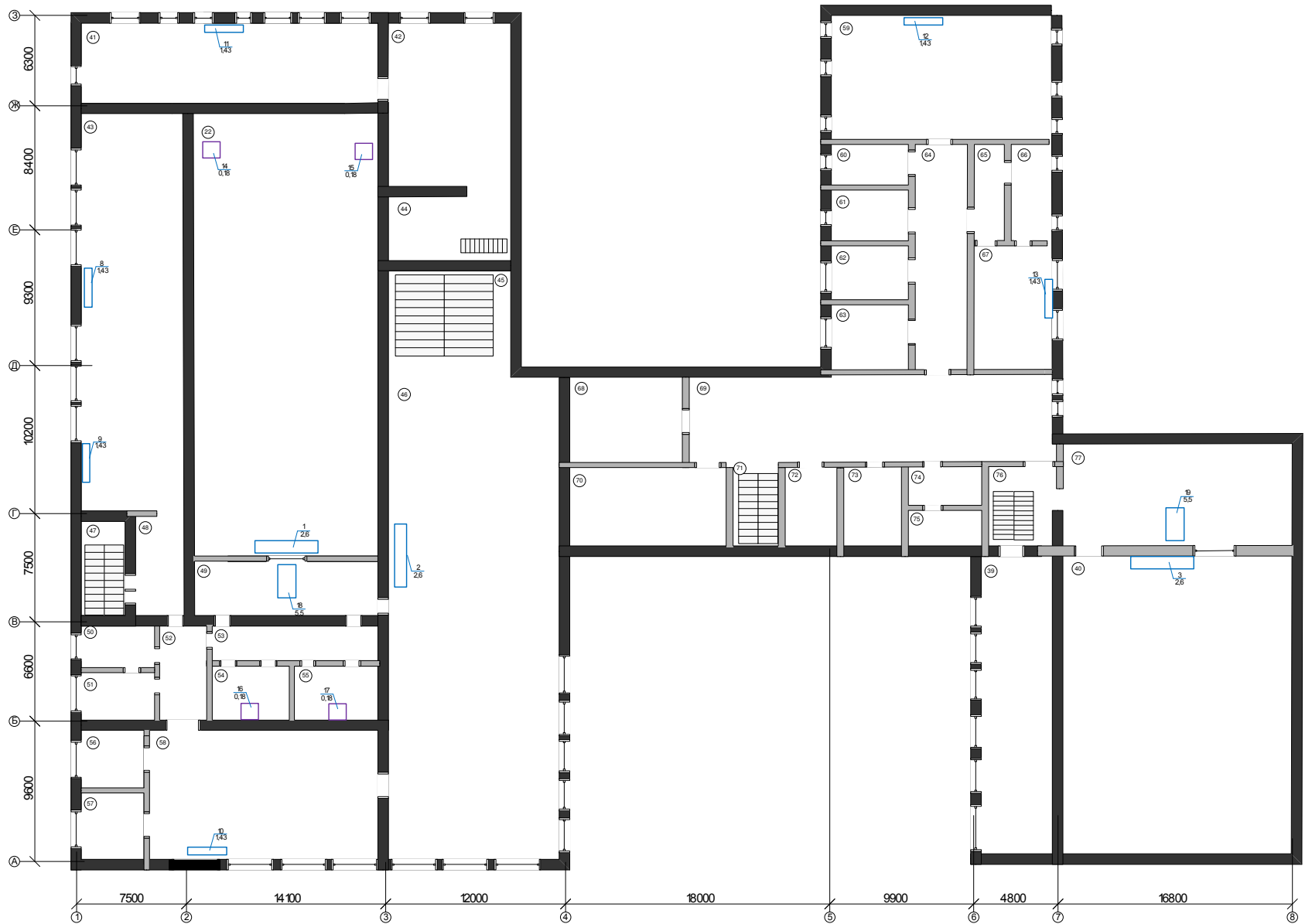


Рисунок 2.5 – План размещения основного силового оборудования здания ЦКиД, 2 этаж

### 3 Практическая часть

#### 3.1 Светотехнический расчет системы освещения

Светотехнический расчет системы освещения здания центра культуры и досуга произведем методом коэффициента использования светового потока [3, 6, 23].

Ввиду отсутствия помещений, к которым применяются особые требования по освещению, ремонтное освещение выполняется с использованием фонарей на аккумуляторных батареях. 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 3.1. Как указывалось, для построения системы электроосвещения здания центра культуры и досуга целесообразно использовать энергоэффективные светильники со светодиодными лампами, обеспечивающими комфортную освещенность рабочих мест в кабинетах и других помещениях здания.

Выбираем для бытовых, подсобных и вспомогательных помещений, кабинетов, архива, коридоров и других подобных помещений офисные светильники типа OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт (рисунок 3.1), которые имеют квадратную форму и монтируются на подвесных потолках помещений («Грильято») [29], со световым потоком 3360 Лм на весь светильник и потребляемой мощностью 32 Вт. Естественный свет исключает усталость глаз при работе. Все светильники СПО 600 поддерживают работоспособность в пределах 140-265V. Драйвер, установленный в СПО 600, имеет коэффициент мощности 0,9 и соответствует всем требованиям по ЭМС (электромагнитной совместимости) согласно ГОСТ Р.

Светильник OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт состоит из следующих основных частей: - корпус из листовой стали, окрашенного порошковой эмалью белого цвета, с установленными на нем источниками питания и 4-я светодиодными модулями соединенные проводами внутреннего монтажа - рассеиватели из светотехнического полистирола «Микропризма», «Призма», «Опал» [29]. Кривая сила света (КСС): Д.

В случае, если светильник OnLed СПО 600-30/3500 не подходит по освещённости (значение светового потока превышено на 10% в меньшую сторону и более 20% в большую сторону), то применяются лампы меньшей мощности.

Для санузлов и туалетов применяем накладные светильники, защищенные от влаги, типа РВН-РС4-РА 12W, мощностью 12 Вт, используются светодиоды SMD2835, с общим световым потоком 930 Лм (рисунок 3.2). Кривая сила света: Д (косинусная).



Рисунок 3.1 – Встраиваемый светильник OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт



Рисунок 3.2 – Накладной светильник РВН-РС4-РА 12W

Таблица 3.1 – Расчет количества светильников в помещениях здания центра культуры и досуга

| Номер по плану | Наименование помещения | Размеры, м |      |   | h <sub>p</sub> , м | h <sub>c</sub> , м | h, м | Тип светильника       | λэ  | Кривая силы света | L <sub>A</sub> , м | n  | L <sub>B</sub> , м | m  | N  |
|----------------|------------------------|------------|------|---|--------------------|--------------------|------|-----------------------|-----|-------------------|--------------------|----|--------------------|----|----|
|                |                        | A          | B    | H |                    |                    |      |                       |     |                   |                    |    |                    |    |    |
| 1              | 2                      | 3          | 4    | 5 | 6                  | 7                  | 8    | 9                     | 10  | 11                | 12                 | 13 | 14                 | 15 | 16 |
| 1              | Подсобное помещение    | 6          | 3,1  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 2              | Подсобное помещение    | 7,7        | 3,1  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 3              | Подсобное помещение    | 3,7        | 3,1  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 4              | Тамбур                 | 5,4        | 1,7  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 5              | Подсобное помещение    | 8,2        | 5,4  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 3  | 6  |
| 6              | Коридор                | 18         | 2    | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 2  | 6  |
| 7              | Санузел                | 3,3        | 1,2  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | PBH-PC4-RA 12W        | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 4  | 4  |
| 8              | Санузел                | 3,3        | 1,2  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | PBH-PC4-RA 12W        | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 4  | 4  |
| 9              | Санузел                | 1,6        | 1,6  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | PBH-PC4-RA 10W        | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 4  | 4  |
| 10             | Санузел                | 1,6        | 1,6  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | PBH-PC4-RA 10W        | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 4  | 4  |
| 11             | Коридор                | 14         | 2    | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 2  | 6  |
| 12             | Лестничная клетка      | 4,7        | 3,5  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 13             | Склад                  | 4,6        | 3    | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,4 | Д                 | 5,74               | 1  | 5,74               | 2  | 2  |
| 14             | Тамбур                 | 4,4        | 2,8  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 15             | Фойе                   | 17         | 6,9  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 9  | 36 |
| 16             | Лестничная клетка      | 6,4        | 3,2  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,4 | Д                 | 5,74               | 2  | 5,74               | 1  | 2  |
| 17             | Кабинет                | 7          | 6,5  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 6  | 18 |
| 18             | Фойе                   | 67         | 10,5 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 11 | 6,56               | 4  | 44 |
| 19             | Касса                  | 5,1        | 4,2  | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 6  | 12 |

| Номер по плану | Наименование помещения     | Размеры, м |      |    | h <sub>p</sub> , м | h <sub>c</sub> , м | h, м | Тип светильника       | λэ  | Кривая силы света | L <sub>A</sub> , м | n  | L <sub>B</sub> , м | m  | N  |
|----------------|----------------------------|------------|------|----|--------------------|--------------------|------|-----------------------|-----|-------------------|--------------------|----|--------------------|----|----|
|                |                            | A          | B    | H  |                    |                    |      |                       |     |                   |                    |    |                    |    |    |
| 1              | 2                          | 3          | 4    | 5  | 6                  | 7                  | 8    | 9                     | 10  | 11                | 12                 | 13 | 14                 | 15 | 16 |
| 20             | Гардероб                   | 7,3        | 4,2  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 21             | Тамбур                     | 9,8        | 2,1  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 22             | Большой киноконцертный зал | 37         | 12,8 | 10 | 0,8                | 0,1                | 9,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 14,56              | 5  | 14,56              | 18 | 90 |
| 23             | Подсобное помещение        | 8,2        | 3,4  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 3  | 6  |
| 24             | Лестничная клетка          | 8,2        | 3,8  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 25             | Лестничная клетка          | 9,4        | 8,2  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 26             | Танцевальный зал           | 24         | 14,2 | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 2  | 8  |
| 27             | Коридор                    | 3,9        | 2,1  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 28             | Бар                        | 7,4        | 11,6 | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 8  | 32 |
| 29             | Тамбур                     | 7,4        | 2,3  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 30             | Лестничная клетка          | 7,4        | 2,5  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 1  | 2  |
| 31             | Раздевалка                 | 4,1        | 3,4  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 3  | 3  |
| 32             | Подсобное помещение        | 7          | 1,6  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 33             | Кабинет                    | 7          | 2    | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 4  | 8  |
| 34             | Коридор                    | 14         | 2    | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 2  | 6  |
| 35             | Кабинет                    | 4,8        | 3,5  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 4  | 8  |
| 36             | Кабинет                    | 5,6        | 4,8  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 4  | 12 |
| 37             | Лестничная клетка          | 4,8        | 4,3  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 38             | Подсобное помещение        | 16         | 6,4  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 4  | 12 |
| 39             | Коридор                    | 20         | 4,4  | 10 | 0,8                | 0,1                | 9,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 14,56              | 3  | 14,56              | 6  | 18 |

| Номер по плану | Наименование помещения    | Размеры, м |      |    | h <sub>p</sub> , м | h <sub>c</sub> , м | h, м | Тип светильника       | λэ  | Кривая силы света | L <sub>A</sub> , м | n  | L <sub>B</sub> , м | m  | N  |
|----------------|---------------------------|------------|------|----|--------------------|--------------------|------|-----------------------|-----|-------------------|--------------------|----|--------------------|----|----|
|                |                           | A          | B    | H  |                    |                    |      |                       |     |                   |                    |    |                    |    |    |
| 1              | 2                         | 3          | 4    | 5  | 6                  | 7                  | 8    | 9                     | 10  | 11                | 12                 | 13 | 14                 | 15 | 16 |
| 40             | Малый киноконцертный зал  | 20         | 16,3 | 10 | 0,8                | 0,1                | 9,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 14,56              | 7  | 14,56              | 12 | 84 |
| 41             | Костюмерная и гримерная   | 20         | 5,5  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 10 | 40 |
| 42             | Вспомогательное помещение | 11         | 8,4  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 6  | 12 |
| 43             | Конферензал               | 27         | 7    | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 5  | 6,56               | 10 | 50 |
| 44             | Лестничная клетка         | 8,5        | 4,3  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 1  | 2  |
| 45             | Лестничная клетка         | 8,5        | 7,2  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 46             | Игровой зал               | 33         | 11,7 | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 5  | 6,56               | 16 | 80 |
| 47             | Лестничная клетка         | 6,3        | 3,1  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 48             | Коридор                   | 6,8        | 3,3  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 49             | Аппаратная большого зала  | 13         | 3,7  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 3  | 6  |
| 50             | Кабинет                   | 5,1        | 2,8  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 51             | Кабинет                   | 5,1        | 3,2  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 4  | 8  |
| 52             | Коридор                   | 6,4        | 3,2  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 3  | 3  |
| 53             | Коридор                   | 11         | 2,4  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 2  | 4  |
| 54             | Санузел                   | 5,3        | 3,7  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 3  | 3  |
| 55             | Санузел                   | 5,3        | 3,7  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 3  | 3  |
| 56             | Кабинет                   | 4,3        | 4    | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 57             | Кабинет                   | 4,5        | 4,3  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 4  | 12 |
| 58             | Хореографический зал      | 16         | 8,8  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 10 | 40 |
| 59             | Балетный зал              | 15         | 8,6  | 5  | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 10 | 40 |

| Номер по плану | Наименование помещения | Размеры, м |     |   | h <sub>p</sub> , м | h <sub>c</sub> , м | h, м | Тип светильника       | λэ  | Кривая силы света | L <sub>A</sub> , м | n  | L <sub>B</sub> , м | m  | N  |
|----------------|------------------------|------------|-----|---|--------------------|--------------------|------|-----------------------|-----|-------------------|--------------------|----|--------------------|----|----|
|                |                        | A          | B   | H |                    |                    |      |                       |     |                   |                    |    |                    |    |    |
| 1              | 2                      | 3          | 4   | 5 | 6                  | 7                  | 8    | 9                     | 10  | 11                | 12                 | 13 | 14                 | 15 | 16 |
| 60             | Кабинет                | 5,3        | 2,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 61             | Кабинет                | 5,3        | 2,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 62             | Кабинет                | 5,3        | 2,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 63             | Кабинет                | 5,3        | 4,3 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 64             | Коридор                | 15         | 3,6 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 2  | 6  |
| 65             | Приемная               | 6,7        | 2,1 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 66             | Кабинет                | 6,6        | 2,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 67             | Кабинет                | 8,4        | 5,3 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 5  | 15 |
| 68             | Кабинет                | 7,7        | 5,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 5  | 15 |
| 69             | Коридор                | 25         | 5,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 4  | 6,56               | 3  | 12 |
| 70             | Кабинет                | 11         | 5,4 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 6  | 18 |
| 71             | Лестничная клетка      | 5,3        | 2,5 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 72             | Кабинет                | 5,4        | 3,5 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 73             | Кабинет                | 5,4        | 3,9 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 74             | Кабинет                | 5          | 2,6 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 5  | 10 |
| 75             | Кабинет                | 5          | 2,4 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 2  | 6,56               | 4  | 8  |
| 76             | Лестничная клетка      | 5,4        | 4,5 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 1  | 6,56               | 2  | 2  |
| 77             | Аппаратная малого зала | 16         | 6,8 | 5 | 0,8                | 0,1                | 4,1  | OnLed СПО 600-30/3500 | 1,6 | Д                 | 6,56               | 3  | 6,56               | 4  | 12 |

| Номер по плану | i   | $\eta$ | $E_n$ , лк | Кзап | z    | $\Phi_p$ , лм | Число ламп в светильнике | Тип лампы      | Световой поток одной лампы $\Phi_{л}$ , лм | Световой поток светильника $\Phi_{св}$ , лм | Отклонение $\Delta\Phi$ -10...+20% | Мощность одной лампы, Вт | Мощность светильника, Вт |
|----------------|-----|--------|------------|------|------|---------------|--------------------------|----------------|--|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1              | 18  | 19     | 20         | 21   | 22   | 23            | 24                       | 25             | 26   | 27  | 28                                 | 29                       | 30                       |
| 1              | 0,5 | 0,27   | 100        | 1,5  | 1,1  | 2842          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 18,2                               | 8                        | 32                       |
| 2              | 0,5 | 0,27   | 100        | 1,5  | 1,1  | 3647          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -7,9                               | 8                        | 32                       |
| 3              | 0,4 | 0,22   | 100        | 1,5  | 1,1  | 2151          | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 17,2                               | 6                        | 24                       |
| 4              | 0,3 | 0,16   | 75         | 1,5  | 1,1  | 3550          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -5,4                               | 8                        | 32                       |
| 5              | 0,8 | 0,43   | 100        | 1,5  | 1,1  | 2832          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 18,6                               | 8                        | 32                       |
| 6              | 0,4 | 0,22   | 75         | 1,5  | 1,1  | 3375          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -0,4                               | 8                        | 32                       |
| 7              | 0,2 | 0,11   | 75         | 1,5  | 1,15 | 1164          | 1                        | CL Jazzway 12  | 930  | 930   | -9,1                               | 12                       | 12                       |
| 8              | 0,2 | 0,11   | 75         | 1,5  | 1,15 | 1164          | 1                        | CL Jazzway 12  | 930  | 930   | -9,1                               | 12                       | 12                       |
| 9              | 0,2 | 0,11   | 75         | 1,5  | 1,15 | 753           | 1                        | CL Jazzway 10  | 760  | 760   | 0,9                                | 10                       | 10                       |
| 10             | 0,2 | 0,11   | 75         | 1,5  | 1,15 | 753           | 1                        | CL Jazzway 10  | 760  | 760   | 0,9                                | 10                       | 10                       |
| 11             | 0,4 | 0,22   | 75         | 1,5  | 1,1  | 2550          | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | -1,2                               | 6                        | 24                       |
| 12             | 0,5 | 0,27   | 50         | 1,5  | 1,1  | 2513          | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 0,3                                | 6                        | 24                       |
| 13             | 0,4 | 0,22   | 75         | 1,5  | 1,1  | 3881          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -9,4                               | 8                        | 32                       |
| 14             | 0,4 | 0,22   | 75         | 1,5  | 1,1  | 3465          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -3                                 | 8                        | 32                       |



| Номер по плану | i   | η    | E <sub>н</sub> , лк | K <sub>ЗАП</sub> | 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              | 18  | 19   | 20                  | 21               | 22  | 23                  | 24                       | 25             | 26   | 27  | 28                       | 29                       | 30                       |
| 15             | 1,2 | 0,46 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3548                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -5,3                     | 8                        | 32                       |
| 16             | 0,5 | 0,27 | 50                  | 1,5              | 1,1 | 3129                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 7,4                      | 8                        | 32                       |
| 17             | 0,8 | 0,43 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 2910                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 15,5                     | 8                        | 32                       |
| 18             | 2,2 | 0,84 | 100                 | 1,5              | 1,1 | 3117                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 7,8                      | 8                        | 32                       |
| 19             | 0,6 | 0,32 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 2761                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | -8,7                     | 6                        | 24                       |
| 20             | 0,7 | 0,38 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 2496                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 1                        | 6                        | 24                       |
| 21             | 0,4 | 0,22 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 2894                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 16,1                     | 8                        | 32                       |
| 22             | 1   | 0,54 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 4772                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -9,6                     | 8                        | 32                       |
| 23             | 0,6 | 0,32 | 100                 | 1,5              | 1,1 | 2396                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 5,2                      | 6                        | 24                       |
| 24             | 0,6 | 0,32 | 50                  | 1,5              | 1,1 | 2008                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 15,5                     | 6                        | 24                       |
| 25             | 1,1 | 0,42 | 50                  | 1,5              | 1,1 | 3785                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -8,2                     | 8                        | 32                       |
| 26             | 2,2 | 0,84 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3594                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -6,5                     | 8                        | 32                       |
| 27             | 0,3 | 0,16 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 3167                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 6,1                      | 8                        | 32                       |
| 28             | 1,1 | 0,42 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3162                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 6,3                      | 8                        | 32                       |

| Номер по плану | i   | η    | E <sub>н</sub> , лк | K <sub>зап</sub> | 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              | 18  | 19   | 20                  | 21               | 22  | 23                  | 24                       | 25             | 26   | 27  | 28                       | 29                       | 30                       |
| 29             | 0,4 | 0,22 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 2393                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 5,3                      | 6                        | 24                       |
| 30             | 0,5 | 0,27 | 50                  | 1,5              | 1,1 | 2826                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 18,9                     | 8                        | 32                       |
| 31             | 0,5 | 0,27 | 100                 | 1,5              | 1,1 | 2840                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 18,3                     | 8                        | 32                       |
| 32             | 0,3 | 0,16 | 100                 | 1,5              | 1,1 | 2888                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 16,3                     | 8                        | 32                       |
| 33             | 0,4 | 0,22 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3938                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -9,7                     | 8                        | 32                       |
| 34             | 0,4 | 0,22 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 2663                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | -5,4                     | 6                        | 24                       |
| 35             | 0,5 | 0,27 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3850                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -8,7                     | 8                        | 32                       |
| 36             | 0,6 | 0,32 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3465                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -3                       | 8                        | 32                       |
| 37             | 0,6 | 0,32 | 50                  | 1,5              | 1,1 | 2661                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | -5,3                     | 6                        | 24                       |
| 38             | 1,1 | 0,42 | 100                 | 1,5              | 1,1 | 3394                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -1                       | 8                        | 32                       |
| 39             | 0,4 | 0,22 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 2805                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 19,8                     | 8                        | 32                       |
| 40             | 1   | 0,54 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3629                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -9,5                     | 8                        | 32                       |
| 41             | 1,1 | 0,42 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3290                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 2,1                      | 8                        | 32                       |
| 42             | 1,2 | 0,46 | 100                 | 1,5              | 1,1 | 2812                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 19,5                     | 8                        | 32                       |

| Номер по плану | i   | η    | E <sub>н, лк</sub> | K <sub>зап</sub> | z   | Φ <sub>p, лм</sub> | Число ламп в светильнике | Тип лампы      | Световой поток одной лампы Фл, лм | Световой поток светильника Фсв, лм | Отклонение ΔФ -10...+20% | Мощность одной лампы, Вт | Мощность светильника, Вт |
|----------------|-----|------|--------------------|------------------|-----|--------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1              | 18  | 19   | 20                 | 21               | 22  | 23                 | 24                       | 25             | 26                                | 27                                 | 28                       | 29                       | 30                       |
| 43             | 1,4 | 0,53 | 300                | 1,5              | 1,1 | 3557               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | -5,5                     | 8                        | 32                       |
| 44             | 0,7 | 0,38 | 50                 | 1,5              | 1,1 | 3968               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | -8,3                     | 8                        | 32                       |
| 45             | 1   | 0,54 | 50                 | 1,5              | 1,1 | 2338               | 4                        | Samsung LM276D | 630                               | 2520                               | 7,8                      | 6                        | 24                       |
| 46             | 2,1 | 0,8  | 300                | 1,5              | 1,1 | 2968               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 13,2                     | 8                        | 32                       |
| 47             | 0,5 | 0,27 | 50                 | 1,5              | 1,1 | 2984               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 12,6                     | 8                        | 32                       |
| 48             | 0,5 | 0,27 | 75                 | 1,5              | 1,1 | 2571               | 4                        | Samsung LM276D | 630                               | 2520                               | -2                       | 6                        | 24                       |
| 49             | 0,7 | 0,38 | 100                | 1,5              | 1,1 | 3347               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 0,4                      | 8                        | 32                       |
| 50             | 0,4 | 0,22 | 300                | 1,5              | 1,1 | 3213               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 4,6                      | 8                        | 32                       |
| 51             | 0,5 | 0,27 | 300                | 1,5              | 1,1 | 3740               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | -9,2                     | 8                        | 32                       |
| 52             | 0,5 | 0,27 | 75                 | 1,5              | 1,1 | 3129               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 7,4                      | 8                        | 32                       |
| 53             | 0,5 | 0,27 | 75                 | 1,5              | 1,1 | 3108               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 8,1                      | 8                        | 32                       |
| 54             | 0,5 | 0,27 | 75                 | 1,5              | 1,1 | 2996               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 12,1                     | 8                        | 32                       |
| 55             | 0,5 | 0,27 | 75                 | 1,5              | 1,1 | 2996               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 12,1                     | 8                        | 32                       |
| 56             | 0,5 | 0,27 | 300                | 1,5              | 1,1 | 3153               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 6,6                      | 8                        | 32                       |
| 57             | 0,5 | 0,27 | 300                | 1,5              | 1,1 | 2956               | 4                        | Samsung LM281D | 840                               | 3360                               | 13,7                     | 8                        | 32                       |

| Номер по плану | i   | η    | E <sub>н</sub> , лк | K <sub>зап</sub> | 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              | 18  | 19   | 20                  | 21               | 22  | 23                  | 24                       | 25             | 26   | 27  | 28                       | 29                       | 30                       |
| 58             | 1,4 | 0,53 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3205                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 4,8                      | 8                        | 32                       |
| 59             | 1,3 | 0,49 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3280                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 2,4                      | 8                        | 32                       |
| 60             | 0,4 | 0,22 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3339                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 0,6                      | 8                        | 32                       |
| 61             | 0,4 | 0,22 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3339                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 0,6                      | 8                        | 32                       |
| 62             | 0,4 | 0,22 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3339                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 0,6                      | 8                        | 32                       |
| 63             | 0,6 | 0,32 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3525                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -4,7                     | 8                        | 32                       |
| 64             | 0,7 | 0,38 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 2990                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 12,4                     | 8                        | 32                       |
| 65             | 0,4 | 0,22 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3166                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 6,1                      | 8                        | 32                       |
| 66             | 0,5 | 0,27 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3388                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -0,8                     | 8                        | 32                       |
| 67             | 0,8 | 0,43 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3417                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -1,7                     | 8                        | 32                       |
| 68             | 0,8 | 0,43 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3427                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -2                       | 8                        | 32                       |
| 69             | 1,1 | 0,42 | 75                  | 1,5              | 1,1 | 3532                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -4,9                     | 8                        | 32                       |
| 70             | 0,9 | 0,49 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3212                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 4,6                      | 8                        | 32                       |
| 71             | 0,4 | 0,22 | 50                  | 1,5              | 1,1 | 2484                | 4                        | Samsung LM276D | 630  | 2520  | 1,4                      | 6                        | 24                       |
| 72             | 0,5 | 0,27 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3465                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -3                       | 8                        | 32                       |
| 73             | 0,6 | 0,32 | 300                 | 1,5              | 1,1 | 3258                | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 3,1                      | 8                        | 32                       |

| Номер по плану | i   | $\eta$ | $E_{лк}$ | $K_{зап}$ | z   | $\Phi_p$ , лм | Число ламп в светильнике | Тип лампы      | Световой поток одной лампы $\Phi_{л}$ , лм | Световой поток светильника $\Phi_{св}$ , лм | Отклонение $\Delta\Phi$ -10...+20% | Мощность одной лампы, Вт | Мощность светильника, Вт |
|----------------|-----|--------|----------|-----------|-----|---------------|--------------------------|----------------|--|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1              | 18  | 19     | 20       | 21        | 22  | 23            | 24                       | 25             | 26   | 27  | 28                                 | 29                       | 30                       |
| 74             | 0,4 | 0,22   | 300      | 1,5       | 1,1 | 2925          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 14,9                               | 8                        | 32                       |
| 75             | 0,4 | 0,22   | 300      | 1,5       | 1,1 | 3375          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | -0,4                               | 8                        | 32                       |
| 76             | 0,6 | 0,32   | 50       | 1,5       | 1,1 | 3132          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 7,3                                | 8                        | 32                       |
| 77             | 1,2 | 0,46   | 100      | 1,5       | 1,1 | 3151          | 4                        | Samsung LM281D | 840  | 3360  | 6,6                                | 8                        | 32                       |

Для определения мощности освещения необходимо рассчитать активную и реактивную нагрузки, а также полную суммарную мощность освещения (таблица 3.2) по следующим формулам.

Мощность освещения:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2}, \quad (3.1)$$

где активная мощность:

$$P_{\text{осв}} = N P_{\text{ном}} K_c K_{\text{пра}}, \quad (3.2)$$

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:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.3)$$

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

Таблица 3.2 – 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              | Подсобное помещение    | 4  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,13                   | 0,9            | 0,48                        | 0,06                   | 0,14                   |
| 2              | Подсобное помещение    | 4  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,13                   | 0,9            | 0,48                        | 0,06                   | 0,14                   |
| 3              | Подсобное помещение    | 4  | 0,024                  | 0,8   | 1,3              | 0,1                    | 0,9            | 0,48                        | 0,05                   | 0,11                   |
| 4              | Тамбур                 | 2  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,07                   | 0,9            | 0,48                        | 0,03                   | 0,08                   |
| 5              | Подсобное помещение    | 6  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,2                    | 0,9            | 0,48                        | 0,1                    | 0,22                   |
| 6              | Коридор                | 6  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,2                    | 0,9            | 0,48                        | 0,1                    | 0,22                   |
| 7              | Санузел                | 4  | 0,012                  | 0,8   | 1,3              | 0,05                   | 0,9            | 0,48                        | 0,02                   | 0,05                   |
| 8              | Санузел                | 4  | 0,012                  | 0,8   | 1,3              | 0,05                   | 0,9            | 0,48                        | 0,02                   | 0,05                   |
| 9              | Санузел                | 4  | 0,01                   | 0,8   | 1,3              | 0,04                   | 0,9            | 0,48                        | 0,02                   | 0,04                   |
| 10             | Санузел                | 4  | 0,01                   | 0,8   | 1,3              | 0,04                   | 0,9            | 0,48                        | 0,02                   | 0,04                   |
| 11             | Коридор                | 6  | 0,024                  | 0,8   | 1,3              | 0,15                   | 0,9            | 0,48                        | 0,07                   | 0,17                   |
| 12             | Лестничная клетка      | 2  | 0,024                  | 0,8   | 1,3              | 0,05                   | 0,9            | 0,48                        | 0,02                   | 0,05                   |
| 13             | Склад                  | 2  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,07                   | 0,9            | 0,48                        | 0,03                   | 0,08                   |
| 14             | Тамбур                 | 2  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,07                   | 0,9            | 0,48                        | 0,03                   | 0,08                   |
| 15             | Фойе                   | 36 | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 1,2                    | 0,9            | 0,48                        | 0,58                   | 1,33                   |
| 16             | Лестничная клетка      | 2  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,07                   | 0,9            | 0,48                        | 0,03                   | 0,08                   |
| 17             | Кабинет                | 18 | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,6                    | 0,9            | 0,48                        | 0,29                   | 0,67                   |
| 18             | Фойе                   | 44 | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 1,46                   | 0,9            | 0,48                        | 0,7                    | 1,62                   |
| 19             | Касса                  | 12 | 0,024                  | 0,8   | 1,3              | 0,3                    | 0,9            | 0,48                        | 0,14                   | 0,33                   |
| 20             | Гардероб               | 4  | 0,024                  | 0,8   | 1,3              | 0,1                    | 0,9            | 0,48                        | 0,05                   | 0,11                   |
| 21             | Тамбур                 | 4  | 0,032                  | 0,8   | 1,3              | 0,13                   | 0,9            | 0,48                        | 0,06                   | 0,14                   |

| Номер по плану | Наименование помещения     | N  | P <sub>ном</sub> , кВт | K <sub>c</sub> | K <sub>ПРА</sub> | P <sub>осв</sub> , кВт | cosφ | tgφ  | Q <sub>осв</sub> , кВт | S <sub>осв</sub> , кВА |
|----------------|----------------------------|----|------------------------|----------------|------------------|------------------------|------|------|------------------------|------------------------|
| 1              | 2                          | 3  | 4                      | 5              | 6                | 7                      | 8    | 9    | 10                     | 11                     |
| 22             | Большой киноконцертный зал | 90 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 3                      | 0,9  | 0,48 | 1,44                   | 3,33                   |
| 23             | Подсобное помещение        | 6  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,15                   | 0,9  | 0,48 | 0,07                   | 0,17                   |
| 24             | Лестничная клетка          | 4  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 25             | Лестничная клетка          | 4  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,13                   | 0,9  | 0,48 | 0,06                   | 0,14                   |
| 26             | Танцевальный зал           | 8  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,27                   | 0,9  | 0,48 | 0,13                   | 0,3                    |
| 27             | Коридор                    | 2  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,07                   | 0,9  | 0,48 | 0,03                   | 0,08                   |
| 28             | Бар                        | 32 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 1,06                   | 0,9  | 0,48 | 0,51                   | 1,18                   |
| 29             | Тамбур                     | 4  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 30             | Лестничная клетка          | 2  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,07                   | 0,9  | 0,48 | 0,03                   | 0,08                   |
| 31             | Раздевалка                 | 3  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 32             | Подсобное помещение        | 4  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,13                   | 0,9  | 0,48 | 0,06                   | 0,14                   |
| 33             | Кабинет                    | 8  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,27                   | 0,9  | 0,48 | 0,13                   | 0,3                    |
| 34             | Коридор                    | 6  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,15                   | 0,9  | 0,48 | 0,07                   | 0,17                   |
| 35             | Кабинет                    | 8  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,27                   | 0,9  | 0,48 | 0,13                   | 0,3                    |
| 36             | Кабинет                    | 12 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,4                    | 0,9  | 0,48 | 0,19                   | 0,44                   |
| 37             | Лестничная клетка          | 2  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,05                   | 0,9  | 0,48 | 0,02                   | 0,05                   |
| 38             | Подсобное помещение        | 12 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,4                    | 0,9  | 0,48 | 0,19                   | 0,44                   |
| 39             | Коридор                    | 18 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,6                    | 0,9  | 0,48 | 0,29                   | 0,67                   |
| 40             | Малый киноконцертный зал   | 84 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 2,8                    | 0,9  | 0,48 | 1,34                   | 3,1                    |
| 41             | Костюмерная и гримерная    | 40 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 1,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,64                   | 1,48                   |
| 42             | Вспомогательное помещение  | 12 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,4                    | 0,9  | 0,48 | 0,19                   | 0,44                   |
| 43             | Конференцзал               | 50 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 1,66                   | 0,9  | 0,48 | 0,8                    | 1,84                   |
| 44             | Лестничная клетка          | 2  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,07                   | 0,9  | 0,48 | 0,03                   | 0,08                   |
| 45             | Лестничная клетка          | 4  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 46             | Игровой зал                | 80 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 2,66                   | 0,9  | 0,48 | 1,28                   | 2,95                   |
| 47             | Лестничная клетка          | 2  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,07                   | 0,9  | 0,48 | 0,03                   | 0,08                   |
| 48             | Коридор                    | 4  | 0,024                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 49             | Аппаратная большого зала   | 6  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,2                    | 0,9  | 0,48 | 0,1                    | 0,22                   |
| 50             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 51             | Кабинет                    | 8  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,27                   | 0,9  | 0,48 | 0,13                   | 0,3                    |
| 52             | Коридор                    | 3  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 53             | Коридор                    | 4  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,13                   | 0,9  | 0,48 | 0,06                   | 0,14                   |
| 54             | Санузел                    | 3  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 55             | Санузел                    | 3  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,1                    | 0,9  | 0,48 | 0,05                   | 0,11                   |
| 56             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 57             | Кабинет                    | 12 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,4                    | 0,9  | 0,48 | 0,19                   | 0,44                   |
| 58             | Хореографический зал       | 40 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 1,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,64                   | 1,48                   |
| 59             | Балетный зал               | 40 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 1,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,64                   | 1,48                   |
| 60             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 61             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 62             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 63             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 64             | Коридор                    | 6  | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,2                    | 0,9  | 0,48 | 0,1                    | 0,22                   |
| 65             | Приемная                   | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 66             | Кабинет                    | 10 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,33                   | 0,9  | 0,48 | 0,16                   | 0,37                   |
| 67             | Кабинет                    | 15 | 0,032                  | 0,8            | 1,3              | 0,5                    | 0,9  | 0,48 | 0,24                   | 0,55                   |

| Номер по плану | Наименование помещения    | N  | $P_{ном},$<br>кВт | $K_c$ | $K_{пра}$ | $P_{осв},$<br>кВт | $\cos\varphi$ | $tg\varphi$ | $Q_{осв},$<br>кВт | $S_{осв},$<br>кВА |
|----------------|---------------------------|----|-------------------|-------|-----------|-------------------|---------------|-------------|-------------------|-------------------|
| 1              | 2                         | 3  | 4                 | 5     | 6         | 7                 | 8             | 9           | 10                | 11                |
| 68             | Кабинет                   | 15 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,5               | 0,9           | 0,48        | 0,24              | 0,55              |
| 69             | Коридор                   | 12 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,4               | 0,9           | 0,48        | 0,19              | 0,44              |
| 70             | Кабинет                   | 18 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,6               | 0,9           | 0,48        | 0,29              | 0,67              |
| 71             | Лестничная клетка         | 2  | 0,024             | 0,8   | 1,3       | 0,05              | 0,9           | 0,48        | 0,02              | 0,05              |
| 72             | Кабинет                   | 10 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,33              | 0,9           | 0,48        | 0,16              | 0,37              |
| 73             | Кабинет                   | 10 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,33              | 0,9           | 0,48        | 0,16              | 0,37              |
| 74             | Кабинет                   | 10 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,33              | 0,9           | 0,48        | 0,16              | 0,37              |
| 75             | Кабинет                   | 8  | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,27              | 0,9           | 0,48        | 0,13              | 0,3               |
| 76             | Лестничная клетка         | 2  | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,07              | 0,9           | 0,48        | 0,03              | 0,08              |
| 77             | Аппаратная<br>малого зала | 12 | 0,032             | 0,8   | 1,3       | 0,4               | 0,9           | 0,48        | 0,19              | 0,44              |
| ИТОГО          |                           |    |                   |       |           | 22,38             |               |             | 10,49             | 27,82             |

Планы осветительных сетей 1-го и 2-го этажей представлены на рисунках 3.3-3.4.

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





Рисунок 3.3 – План 1-го этажа здания ЦКиД с расположением светильников



Рисунок 3.4 – План 2-го этажа здания ЦКиД с расположением светильников

### 3.2 Электротехнический расчет системы 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 светильники 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:

$$M = \sum P_i \cdot l_i, \quad (3.4)$$

Потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot s}, \quad (3.5)$$

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:

$$I_{p\ o} = \frac{P_{p\ o}}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos \phi}, \quad (3.6)$$

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

$U_{л}$  – напряжение на лампах, В;

$\cos \phi$  – коэффициент мощности ламп.

Если взять самую протяженную линию коридора 2-го этажа, где сосредоточено 18 светильников (см. таблицу 3.1) в одну световую линию, то максимальный расчетный ток данного присоединения составит по формуле (3.6):

$$I_{p\ o} = \frac{0.45}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.9} = 1.31 \text{ А.}$$

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 кабель типа ВВГнг(А)-LSLTx 5x2,5 с сечением основной жилы  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 25 А (максимальный ток на вводе в ЩО при количестве групп до 9 составит не более  $1,31 \cdot 9 = 11,79 \text{ А}$ . Т.е. очевидно, что

по нагреву условие выбора каждого кабеля будет выполняться для любого щитка, поскольку прослеживается достаточно большой запас по току.

Момент нагрузки для самой длинной линии коридора второго этажа в 50 м:

$$M = 50 \cdot 0,45 = 22,5 \text{ кВт}\cdot\text{м}.$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самую нагруженную группу ЩО-6:

$$\Delta U_1 = \frac{22,5}{72 \cdot 2,5} = 0,125\%.$$

Проверим потери напряжения в кабеле, питающем самый удаленный ЩО-6, которые составят

$$M_P = P_{Л} \cdot N_{Л.Р.} \cdot \left( l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.7)$$

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:

$$M_{max} = 0,032 \cdot 18 \cdot \left( 16 + \frac{50}{2} \right) = 23,616 \text{ кВт}\cdot\text{м}.$$

Потери напряжения в кабеле, питающем самый нагруженный ЩО-6:

$$\Delta U_2 = \frac{23,616}{72 \cdot 2,5} = 0,131\%.$$

Проверим суммарные потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0,125 + 0,131 = 0,256 \% < 5\%.$$

Условие выполняется.

### 3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

#### 3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ

Суммарная мощность здания центра культуры и досуга:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) \text{ кВт}, \quad (3.8)$$

где  $K$  - коэффициент одновременности максимума;

$P_{\text{роз.}}$  - мощности розеточной группы;

$P_{\text{осв.}}$  - мощность осветительной нагрузки ;

$P_{\text{охл.}}$  - мощность систем охлаждения;

$P_{\text{тепл.}}$  - мощность тепловой нагрузки;

$P_{\text{проч.}}$  - мощность прочей нагрузки.

Расчет осветительной нагрузки из таблицы 3.2:

$$P_{\text{освет.нагр.}} = P_{\text{осв.}} = 22,38 \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

где  $P_{\text{освет.}}$  - мощность осветительной нагрузки с учетом коэффициента спроса.

Расчет мощности розеточных групп:

$$P_{\text{роз.гр}} = P_{\text{уд.р}} \cdot n \cdot K_c = 0,06 \cdot 72 \cdot 0,4 = 1,728 \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

где  $P_{\text{уд.р}}$  - установленная мощность розетки, принимаемая 0,06 кВт;

$n$  - число розеток (36 - 1 этаж, 36 - 2 этаж).

$K_c = 0,4$  - расчетный коэффициент спроса, [14, табл.7.9].

Расчет силового оборудования:

$$P_{\text{сил.пр.обор.}} = P_{\text{пр.обор.}} \cdot K_c = 34,945 \cdot 0,6 = 20,967 \text{ кВт}, \quad (3.11)$$

где  $P_{\text{пр.обор.}}$  - суммарная мощность прочих приборов.

Определяем электрической нагрузки ЭП в целом по зданию:

$$\begin{aligned} P_{\text{здания}} &= K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) = \\ &= 0,85 \cdot (22,38 + 1,728 + 20,967) = 38,96 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

Таким образом, для выбора вводного кабеля ВРУ здания известна расчетная нагрузка, которая, очевидно, является не простой суммой составляющих нагрузок.

### 3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов 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, кондиционеров коэффициент кратности пуска принимаем равным 5.

Расчет первого уровня электроснабжения на примере ЭП №1:

Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO;  
 $P=2,6$  кВт ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В;  $K=5$

Определим полную мощность электропотребителя:

$$S=P/\cos\varphi, \text{ кВА} \quad (3.12)$$
$$S = 2,6 / 0,8 = 3,25 \text{ кВА.}$$

Определим расчетный ток электропотребителя:

$$I_p = S/U, \text{ А} \quad (3.13)$$
$$I_p = 3,25 / 220 \cdot 1000 = 14,77 \text{ А.}$$

Определим ток пусковой электропотребителя:

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

где  $K$  - кратность пускового тока.

$$I_{\text{пуск}} = 14,77 \cdot 5 = 73,85 \text{ А.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных электроприемников, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет первого уровня электроснабжения

| №  | Наименование ЭП   | $P_{ном}$<br>кВт | $\cos\varphi$ | $\operatorname{tg}\varphi$ | $P_{р1}$ ,<br>кВт | $Q_{р1}$ ,<br>кВар | $S_{р1}$ ,<br>кВА | $I_p$ , А | $I_{пуск}$ ,<br>А |
|----|---|------------------|---------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------------------|
| 1  | 2   | 3                | 6             | 7                          | 8                 | 9                  | 10                | 11        | 12                |
| 1  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6              | 0,8           | 0,75                       | 2,6               | 1,95               | 3,25              | 14,77     | 73,85             |
| 2  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6              | 0,8           | 0,75                       | 2,6               | 1,95               | 3,25              | 14,77     | 73,85             |
| 3  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6              | 0,8           | 0,75                       | 2,6               | 1,95               | 3,25              | 14,77     | 73,85             |
| 4  | Приточно-вытяжная установка BLAUBERG BLAUBOX E300-2.6 PRO | 2,6              | 0,8           | 0,75                       | 2,6               | 1,95               | 3,25              | 14,77     | 73,85             |
| 5  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 6  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 7  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 8  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 9  | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 10 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 11 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 12 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 13 | Кондиционер Mitsubishi Electric MSZ-AP42VGK/MUZ-AP42VG    | 1,43             | 0,8           | 0,75                       | 1,43              | 1,07               | 1,78              | 8,1       | 40,50             |
| 14 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18             | 0,8           | 0,75                       | 0,18              | 0,14               | 0,23              | 1,02      | 5,10              |
| 15 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18             | 0,8           | 0,75                       | 0,18              | 0,14               | 0,23              | 1,02      | 5,10              |
| 16 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18             | 0,8           | 0,75                       | 0,18              | 0,14               | 0,23              | 1,02      | 5,10              |
| 17 | Вентилятор ВЦ 14-46(МК)                                   | 0,18             | 0,8           | 0,75                       | 0,18              | 0,14               | 0,23              | 1,02      | 5,10              |
| 18 | Механизм занавеса сцены                                   | 5,5              | 0,5           | 1,73                       | 5,5               | 9,52               | 10,99             | 50        | 250,00            |
| 19 | Механизм занавеса сцены                                   | 5,5              | 0,5           | 1,73                       | 5,5               | 9,52               | 10,99             | 50        | 250,00            |

### 3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения

Планы силовых сетей 1-го и 2-го этажей здания центра культуры и досуга представлены соответственно на рисунках 3.5-3.6.

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:

$$P_{рас} = K_c \cdot P_{\Sigma уст. В}, \quad (3.14)$$

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

Расчет электроснабжения для щита ЩС-1 линии 1:

ЭП №5:  $P_1=1,43$  кВт ;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

ЭП №6:  $P_1=1,43$  кВт ;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

ЭП №7:  $P_1=1,43$  кВт ;  $K_c=0,8$ ;  $\cos\varphi =0,8$ ;  $U=220$  В.

Определим суммарную мощность электроприёмников :

$$P_{\text{сумм}} = P_1 + P_2 + P_3, \text{Вт} \quad (3.15)$$

$$P_{\text{сумм}} = 1,43 + 1,43 + 1,43 = 4,29 \text{ Вт}$$

Определим расчетную мощность:

$$P_{\text{рас}} = 0,8 \cdot 4,29 = 3,42 \text{ кВт.}$$

Определим полную расчетную мощность:

$$S_{\text{рас}} = P_{\text{рас}} / \cos\varphi, \text{кВА} \quad (3.22)$$

$$S_{\text{рас}} = 3,42 / 0,8 = 4,29 \text{ кВА}$$

Определим расчетный ток:

$$I_{\text{рас}} = S_{\text{рас}} / U, \text{ А} \quad (3.23)$$

$$I_{\text{рас}} = 4,29 \cdot 10^3 / 220 = 19,43 \text{ А.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных линий ЩС-1, ЩС-2 полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.4.



Таблица 3.4 – Расчет второго уровня электроснабжения

| № линии<br>ЩС | № ЭП или<br>наименование | Количество<br>ЭП п, шт | P, кВт | Kс  | P <sub>РАСЧ.</sub> ,кВт | S <sub>расч.</sub> ,<br>кВА | I <sub>p</sub> , А |
|---------------|--------------------------|------------------------|--------|-----|-------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1             | 2                        | 3                      | 4      | 5   | 6                       | 7                           | 8                  |
| ЩС-1          |                          |                        |        |     |                         |                             |                    |
| Линия 1       | 5                        | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | 6                        | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | 7                        | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | итого                    | 3                      | 4,29   | 0,8 | 3,42                    | 4,29                        | 19,43              |
| Линия 2       | роз. группа              | 16                     | 0,06   | 1   | 0,96                    | 1,2                         | 5,45               |
| Линия 3       | 4                        | 1                      | 2,6    | 1   | 2,6                     | 3,25                        | 14,77              |
| Линия 4       | роз. группа              | 8                      | 0,06   | 1   | 0,48                    | 0,6                         | 2,73               |
| Линия 5       | роз. группа              | 12                     | 0,06   | 1   | 0,72                    | 0,9                         | 4,09               |
| ЩС-2          |                          |                        |        |     |                         |                             |                    |
| Линия 1       | роз. группа              | 18                     | 0,06   | 1   | 1,08                    | 1,35                        | 6,14               |
| Линия 2       | 8                        | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | 9                        | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | 10                       | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | итого                    | 3                      | 4,29   | 0,8 | 3,42                    | 4,29                        | 19,43              |
| Линия 3       | роз. группа              | 18                     | 0,06   | 1   | 1,08                    | 1,35                        | 6,14               |
| Линия 4       | 1                        | 1                      | 2,6    |     |                         |                             |                    |
|               | 2                        | 1                      | 2,6    |     |                         |                             |                    |
|               | 3                        | 1                      | 2,6    |     |                         |                             |                    |
|               | итого                    | 3                      | 7,8    | 0,8 | 6,24                    | 7,8                         | 35,45              |
| Линия 5       | 14                       | 1                      | 0,18   |     |                         |                             |                    |
|               | 15                       | 1                      | 0,18   |     |                         |                             |                    |
|               | 16                       | 1                      | 0,18   |     |                         |                             |                    |
|               | 17                       | 1                      | 0,18   |     |                         |                             |                    |
|               | итого                    | 4                      | 0,72   | 0,8 | 0,576                   | 0,72                        | 3,27               |
| Линия 6       | 11                       | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | 12                       | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | 13                       | 1                      | 1,43   |     |                         |                             |                    |
|               | итого                    | 3                      | 4,29   | 0,8 | 3,42                    | 4,29                        | 19,43              |
| Линия 7       | 18                       | 1                      | 5,5    |     |                         |                             |                    |
|               | 19                       | 1                      | 5,5    |     |                         |                             |                    |
|               | итого                    | 2                      | 11     | 0,6 | 6,6                     | 11                          | 37,5               |



Рисунок 3.5 – План 1-го этажа здания ЦКиД с силовыми сетями

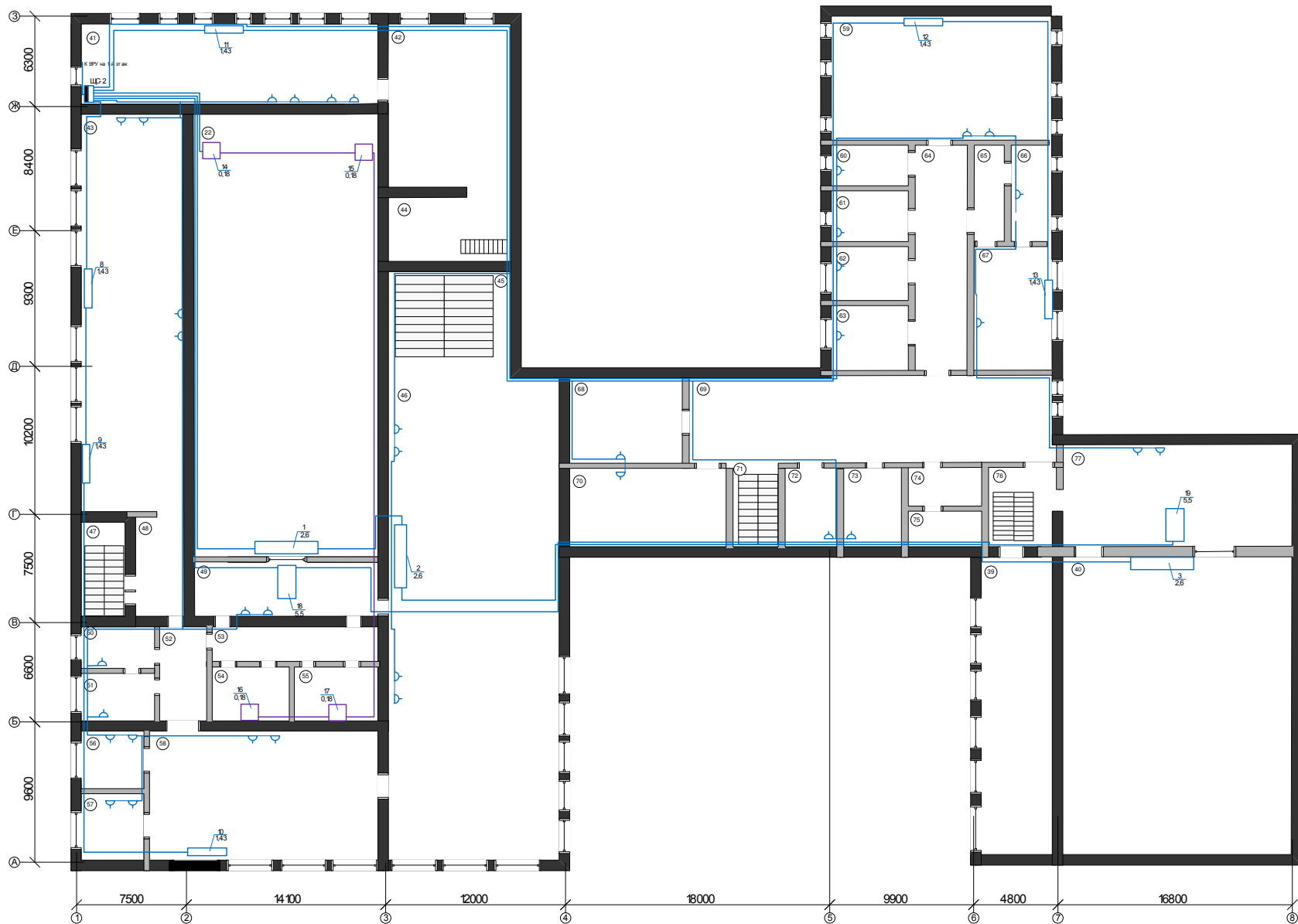


Рисунок 3.6 – План 2-го этажа здания ЦКиД с силовыми сетями

## 2.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам

При включении однофазного ЭП на фазное напряжение он учитывается в графе 2 (таблица 3.5) как эквивалентный трехфазный ЭП номинальной мощностью [9]

$$p_n = 3p_{н.о}; q_n = 3q_{н.о}, \quad (3.24)$$

где  $p_{н.о}$ ,  $q_{н.о}$  - активная и реактивная мощности однофазного ЭП.

При включении однофазного ЭП на линейное напряжение он учитывается как эквивалентный ЭП номинальной мощностью [9]

$$p_n = \sqrt{3}p_{н.о}; q_n = \sqrt{3}q_{н.о}, \quad (3.25)$$

При наличии группы однофазных ЭП, которые распределены по фазам с неравномерностью не выше 15% по отношению к общей мощности трехфазных и однофазных ЭП в группе, они могут быть представлены в расчете как эквивалентная группа однофазных ЭП с той же суммарной номинальной мощностью. В случае превышения указанной неравномерности номинальная мощность эквивалентной группы однофазных ЭП принимается равной тройному значению мощности наиболее загруженной фазы [9]. Более детальная информация о расчете однофазных нагрузок приводится в [2].

Результат расчета однофазных нагрузок представлен в таблице 3.5.

## 3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта

### 3.5.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата

Произведем выбор питающих кабельных линий.

Расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot n} \text{ А}, \quad (3.26)$$

где  $n$  – число линий;

$S_p$ - полная расчетная электрическая нагрузка, кВт;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение линии, кВ.

Для питающей кабельной линии (от ТП) определяем расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{38,96/0,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 2} = 27,5 \text{ А}.$$

Таблица 3.5 – Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам (результат расчета однофазных нагрузок)

| №   | Исходные данные   |                    |                           |      |  |  |   | Вариант симметрирования нагрузки   |   |  |      |   |  |       |                               |   | Расчетные величины |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
|---|---|--------------------|---------------------------|------|--|--|---|--|---|--|------|---|--|-------|-------------------------------|---|--------------------|--|------|------|------------------|-----|-----|-----|------|------|-----------------|------|------|---------------------------------|-------|
|   | Наименование узлов питания, групп электроприемников, номинальное напряжение и ПВ% | Число приемников n | Номинальная мощность, кВт |      |  | Коэффициент использования K <sub>н</sub> | Коэффициент реактивной мощности   |  | Номинальная мощность однофазных приемников, включенных: |  |      |   |  |       | Коэффициенты приведения       |   |                    | Номинальная мощность P <sub>н</sub> , приведенная к фазам (кВт): |      |      | Средние нагрузки |     |     |     |      |      | Токи в фазах, А |      |      | n p <sup>2</sup> <sub>уст</sub> |       |
|   |   |                    | одног. ЭП, P <sub>н</sub> |      | общая P <sub>н</sub> =Σ(n·p <sub>н</sub> ) |  | cos φ   | tg φ   | на фазное напряжение, кВт                               |  |      | на линейное напряжение, кВт                                   |  |       | линейной нагрузки к фазе      | для мощности  |                    | a  | b    | c    | a                | b   | c   | a   | b    | c    | a               | b    | c    |                                 |       |
|   |   |                    | min                       | max  |  |  |   |  | a   | b  | c    | ab  | bc   | ca    |                               | p   | q                  |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| 10  | 11  | 12                 | 13                        | 14   | 15   | 16                                       | 17  | 18   | 19  | 20   | 21   | 22  | 23   | 24    | 25                            | 26  | 27                 | 28   | 29   | 30   | 31               | 32  |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| 1   | Приточные установки 1-4 включенные на фазное напряжение 220 В                     | 4                  |                           | 2,6  | 10,4                                       | 0,4                                      | 0,8   | 0,75   | 2,6   | 5,2  | 2,6  | ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам! |  |       |                               |   |                    | 2,6  | 5,2  | 2,6  | 1,0              | 2,1 | 1,0 | 0,8 | 1,6  | 0,8  |                 |      |      | 27,04                           |       |
| 2   | Кондиционеры 5-13 включенные на фазное напряжение 220 В                           | 9                  |                           | 1,43 | 12,87                                      | 0,4                                      | 0,8   | 0,75   | 4,29  | 4,29   | 4,29 | ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам! |  |       |                               |   |                    | 4,29   | 4,29 | 4,29 | 1,7              | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 1,3  | 1,3  |                 |      |      | 18,4041                         |       |
| 3   | Вентиляторы 14-17, включенные на фазное напряжение 220 В                          | 4                  |                           | 0,18 | 0,72                                       | 0,6                                      | 0,8   | 0,75   |   | 0,72   |      | ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам! |  |       |                               |   |                    | 0  | 0,72 | 0    | 0,0              | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,3  | 0,0  |                 |      |      | 0,1296                          |       |
| 4   | Киноаппаратура 18,19, включенные на фазное напряжение 220 В                       | 2                  |                           | 5,5  | 11   | 0,25                                     | 0,5   | 1,73   | 5,5   |  | 5,5  | ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам! |  |       |                               |   |                    | 5,5  | 0    | 5,5  | 1,4              | 0,0 | 1,4 | 2,4 | 0,0  | 2,4  |                 |      |      | 60,5                            |       |
| Итого однофазная нагрузка   |   | 19                 | 0                         | 5,5  | 34,99                                      |  |   |  | 5,5   | 0  | 5,5  | #####   | #####  | ##### |                               |   |                    |  | 12,4 | 10,2 | 12,4             | 4,1 | 4,2 | 4,1 | 4,4  | 3,2  | 4,4             | 26,4 | 23,0 | 26,4                            | 106,1 |
| <b>Несимметрия токов фаз - 14,9 %</b>   |   |                    |                           |      |  |  | Равномерность загрузки фаз ≤ 15%, такую нагрузку можно считать симметричной. Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП представляется в расчете (форма Ф636-92) как сумме всех однофазных нагрузок. |  |   |  |      |   |  |       |                               |   |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| Трехфазная нагрузка   |   | 0                  | 0                         | 0    | 0,55                                       |  | 0,64  | Данные в этой строке таблицы заносятся из итоговой строки расчета симметричных трехфазных силовых ЭП формы Ф636-92 "Расчет электрических нагрузок" |   |  |      |   |  |       |                               |   |                    | 0  | 0    | 0    | 0                | 0   | 0   |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| Всего   |   | 19                 |                           |      | 35,0                                       |  |   |  |   |  |      |   |  |       |                               |   |                    |  | 4,1  | 4,2  | 4,1              | 4,4 | 3,2 | 4,4 | 26,4 | 23,0 | 26,4            |      |      |                                 |       |
| <b>Несимметрия токов фаз с учетом трехфазных ЭП - 14,9 %</b>  |   |                    |                           |      |  |  | Равномерность загрузки фаз ≤ 15%, такую нагрузку можно считать симметричной. Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП представляется в расчете (форма Ф636-92) как сумме всех однофазных нагрузок. |  |   |  |      |   |  |       |                               |   |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| <b>Результаты расчетов эквивалентное трехфазной нагрузки узла ЭП для однофазных нагрузок, включаемых на линейное и фазное напряжения (для переноса результатов в форму Ф636-92)</b> |   |                    |                           |      |  |  |   |  |   |  |      |   |  |       |                               |   |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| Наименование групп электроприемников  |   | Число приемников n | Номинальная мощность, кВт |      |  | Коэффициент использования K <sub>н</sub> | Коэффициент реактивной  |  | Средние нагрузки  |  |      |   |  |       | n p <sup>2</sup> <sub>н</sub> | Для групп с однофазными и трехфазными электроприемниками эффективное число определяется по точной формуле: $n_3 = \frac{(\sum P_{н.3i} + \sum P_{н.oi})^2}{\sum P_{н.3i}^2 + \sum P_{н.oi}^2}$ где $\delta_{i.3i}$ – номинальная нагрузка 3-фазного электроприемника;<br>$\delta_{i.oi}$ – эквивалентная номинальная нагрузка однофазного электроприемника наиболее загруженной фазы. |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП для расчетов по форме Ф636-92   |   |                    | 19                        | 0    | 5,5  |  | 35,0  | 0,36   | 1   | 12,5   | 12,1 | 106,1   | По точной формуле → → → →  |       |                               |   | nэ= 11,54          |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
| Эффективное число однофазных электроприемников (без 3-х фазных)   |   |                    |                           |      |  |  |   |  |   |  |      |   | Если K <sub>н</sub> >0,2 и m=P <sub>нmax</sub> /P <sub>нmin</sub> ≤3 |       | m= 30,6                       |   |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
|   |   |                    |                           |      |  |  |   |  |   | то, → → → → → → → → → →  |      | nэ= ЛОЖЬ  |  |       |                               |   |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |
|   |   |                    |                           |      |  |  |   |  |   | иначе по приближенной формуле nэ=2*ΣP <sub>н</sub> /(3*P <sub>нmax</sub> ) |      | nэ= 4,2   |  |       |                               |   |                    |  |      |      |                  |     |     |     |      |      |                 |      |      |                                 |       |

Выбираем 2 кабеля для потребителя II категории для питания здания по расчетному току после аварийного режима типа ВВГнг(А)-LSLTx 5x35 с допустимым током  $I_{доп}=115$  А [22,табл.1.3.13]. Проверяем в послеаварийном режиме  $27,5*2=55$  А < 115 А, условие выполняется.

### 3.5.2 Выбор ВРУ и вводного автомата

ВРУ выбирается по числу отходящих линий и номинальному току. Для здания центра культуры и досуга выбран в качестве ВРУ шкаф ВРУ-8504 и вводной автомат типа ВА 55-45 на номинальный ток 63 А.

Ток срабатывания автоматического выключателя должен быть согласован с максимально допустимым длительным током линии при выполнении условия:

$$I_p \leq K_{с.н} \cdot I_{доп} , \quad (3.27)$$

где  $I_p$  - расчетный ток линии, А;

$I_{доп}$  - длительно допустимый ток проводника, А;

$K_{с.н.}$ - прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля который равен 0,95 [7].

$$22 \leq 0,95 \cdot 115 \text{ А};$$

$$22 \leq 109,25 \text{ А}.$$

Соответствия выбранному защитному устройству:

$$K_{с.н} \cdot I_{доп} \geq K_{защ.} \cdot I_3 , \quad (3.28)$$

где  $I_3$  - параметр защитного устройства, А;

$K_{защ.}$ - коэффициент защиты который равен 1, представляющий собой отношения длительного тока для провода или кабеля к параметру защитного устройства [7, таб.7.6]

$$0,95 \cdot 115 \geq 1 \cdot 100,$$

$$109,25 \geq 63 \text{ А}.$$

Прокладку кабеля внешнего электроснабжения будем производить в траншее в гофрированной двустенной трубе из ПВХ/ПНД пластика. Это обеспечит достаточную механическую защиту кабеля. Глубина заложения кабеля от планировочной отметки должна быть не менее 0,7 м. Прокладку кабеля внутри объекта также выполним в гофрированной трубе.

### 3.6 Выбор коммутационных аппаратов

Выбор автоматических выключателей производим по условию:

а) по номинальному току:

$$I_{\text{ср.рас}} \geq I_p, \quad (3.29)$$

где  $I_{\text{ср.рас}}$  – номинальный ток автомата, А.

б) по номинальному току теплового расцепителя:

$$I_{\text{ном.т.в}} \geq K_n \cdot I_p, \quad (3.30)$$

где  $I_{\text{ном.т.в}}$  – номинальный ток срабатывания токовой отсечки, А;

$K_n = 1,1$  – коэффициент надежности.

в) Защиты автомат и защищаемая линия, должны быть согласованы по условию:

$$I_{\text{ср.рас}} \geq I_z, \quad (3.31)$$

$$I_{\text{ср.рас}} = \frac{K_{\text{ус.прок}} \cdot I_{\text{доп}}}{K_{\text{защ}}} \quad (3.32)$$

где  $K_{\text{ус.прок}}$  – прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля [7],

$I_{\text{доп}}$  – длительный ток кабеля, А;

$K_{\text{защ}}$  – коэффициент защиты который равен 1, представляющий собой отношения длительного тока для провода или кабеля к параметру защитного устройства [2];

$I_z$  – ток срабатывания автомата.

Выбор вводных автоматов на силовой пункт сведем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Выбор вводных автоматов на силовой пункт

| №    | $I_p$ , А | Сечение кабеля | $I_{\text{ном}}$ , А | $K_{\text{ус.п.рок}}$ | $K_{\text{защ}}$ | $I_{\text{ср.рас}}$ , А | Тип выключателя | Номинальный ток выключателя, А | Уставка по току срабатывания, А |
|------|-----------|----------------|----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1    | 2         | 3              | 4                    | 5                     | 6                | 7                       | 8               | 9                              | 10                              |
| ВРУ  | 55        | 35             | 115                  | 0,95                  | 1                | 109,25                  | ВА 55-45        | 400                            | 2000                            |
| ЩС-1 | 19,43     | 10             | 50                   | 0,95                  | 1                | 47,5                    | ВА 55-45        | 160                            | 800                             |
| ЩС-2 | 37,5      | 35             | 115                  | 0,95                  | 1                | 95                      | ВА 55-45        | 25                             | 100                             |
| ЩО-1 | 10,29     | 2,5            | 25                   | 0,95                  | 1                | 19                      | ВА 55-45        | 25                             | 160                             |
| ЩО-2 | 9,01      | 2,5            | 25                   | 0,95                  | 1                | 19                      | ВА 55-45        | 25                             | 100                             |
| ЩО-3 | 8,66      | 2,5            | 25                   | 0,95                  | 1                | 19                      | ВА 55-45        | 25                             | 100                             |
| ЩО-4 | 11,05     | 2,5            | 25                   | 0,95                  | 1                | 19                      | ВА 55-45        | 25                             | 160                             |
| ЩО-5 | 10,24     | 2,5            | 25                   | 0,95                  | 1                | 19                      | ВА 55-45        | 25                             | 160                             |
| ЩО-6 | 11,79     | 2,5            | 25                   | 0,95                  | 1                | 19                      | ВА 55-45        | 25                             | 160                             |

Выбор автоматов защиты отходящих линий сведем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Выбор автоматов защиты отходящих линий

| № линии | Ip, А | Марка кабеля           | Ido п,А | Кус. прок. | Кза щ. | Isр,р ас, А | тип автомата | номиналь ный ток выключат еля, А | отключа ющая способн ость, А |
|---------|-------|------------------------|---------|------------|--------|-------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1       | 2     | 3                      | 4       | 5          | 6      | 7           | 8            | 9                                | 10                           |
| ЩС-1    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 19,43 | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 5,45  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 14,77 | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 2,73  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 4,09  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| ЩС-2    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 6,14  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 19,43 | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 6,14  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 35,45 | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x10  | 50      | 0,95       | 1      | 47,5        | ВА 47-63     | 50                               | 8000                         |
| линия 5 | 3,27  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 19,43 | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 7 | 37,5  | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x10  | 50      | 0,95       | 1      | 47,5        | ВА 47-63     | 50                               | 8000                         |
| ЩО-1    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 0,46  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 2,51  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 1,14  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 2,51  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 0,46  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 0,96  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| ЩО-2    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 1,14  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 2,51  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 0,91  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 2,51  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 0,46  | ВВГнг(А)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 0,96  | ВВГнг(А)-              | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | ВА 47-63     | 25                               | 6000                         |



| № линии | Ip, А | Марка кабеля           | Идо п,А | Кус. прок. | Кза щ. | Иср.р ас, А | тип автомата | НОМИНАЛЬ НЫЙ ТОК ВЫКЛЮЧАТ ЕЛЯ, А | отключа ющая способн ость, А |
|---------|-------|------------------------|---------|------------|--------|-------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1       | 2     | 3                      | 4       | 5          | 6      | 7           | 8            | 9                                | 10                           |
|         |       | LSLTx - 5x2,5          |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| ЩО-3    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 0,46  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 0,96  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 0,46  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 0,96  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| ЩО-4    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 1,14  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 0,91  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 0,46  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 1,14  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| ЩО-5    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 1,14  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 1,14  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 0,91  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| ЩО-6    |       |                        |         |            |        |             |              |                                  |                              |
| линия 1 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 2 | 0,91  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 3 | 2,51  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 4 | 0,46  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 5 | 0,96  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |
| линия 6 | 0,96  | BBΓнг(A)-LSLTx - 5x2,5 | 25      | 0,95       | 1      | 23,75       | BA 47-63     | 25                               | 6000                         |

### 3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции

Сечение провода определяем по условию, аналогично пункту 3.1.

Выбор сечений кабельной линии, питающих силовые пункты сведем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

| №    | $I_p, A$ | Марка кабеля        | $I_{доп}, A$ | $\gamma_{уд.кл}, Ом/км$ | $\chi_{уд.кл}, Ом/км$ |
|------|----------|---------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
| 1    | 2        | 3                   | 4            | 5                       | 6                     |
| ВРУ  | 55       | ВВГнг(А)-LSLTx 5x35 | 115          | 0,89                    | 0,0637                |
| ЩС-1 | 19,43    | ВВГнг(А)-LSLTx 5x10 | 50           | 3,1                     | 0,073                 |
| ЩС-2 | 37,5     | ВВГнг(А)-LSLTx 5x10 | 50           | 3,1                     | 0,073                 |
| ЩО-1 | 10,29    | ВВГнгLS 5x2,5       | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-2 | 9,01     | ВВГнгLS 5x2,5       | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-3 | 8,66     | ВВГнгLS 5x2,5       | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-4 | 11,05    | ВВГнгLS 5x2,5       | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-5 | 10,24    | ВВГнгLS 5x2,5       | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-6 | 11,79    | ВВГнгLS 5x2,5       | 25           | 7,4                     | 0,116                 |

Выбор сечений кабельной линии, отходящих от щитков до отдельных потребителей, сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

| № линии | $I_p, A$ | Марка кабеля           | $I_{доп}, A$ | $\gamma_{уд.кл}, Ом/км$ | $\chi_{уд.кл}, Ом/км$ |
|---------|----------|------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
| 1       | 2        | 3                      | 4            | 5                       | 6                     |
| ЩС-1    |          |                        |              |                         |                       |
| линия 1 | 19,43    | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 2 | 5,45     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 3 | 14,77    | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 4 | 2,73     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 5 | 4,09     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩС-2    |          |                        |              |                         |                       |
| линия 1 | 6,14     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 2 | 19,43    | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 3 | 6,14     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 4 | 35,45    | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x10  | 50           | 3,1                     | 0,073                 |
| линия 5 | 3,27     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 6 | 19,43    | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 7 | 37,5     | ВВГнг(А)-LSLTx - 3x2,5 | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-1    |          |                        |              |                         |                       |
| линия 1 | 0,46     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 2 | 2,51     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 3 | 1,14     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 4 | 2,51     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 5 | 0,46     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| линия 6 | 0,96     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |
| ЩО-2    |          |                        |              |                         |                       |
| линия 1 | 1,14     | ВВГнгLS - 3x2,5        | 25           | 7,4                     | 0,116                 |

| № линии | Ip, А | Марка кабеля    | Идоп,А | Гуд.кл,<br>Ом/км | Худ.кл,<br>Ом/км |
|---------|-------|-----------------|--------|------------------|------------------|
| 1       | 2     | 3               | 4      | 5                | 6                |
| линия 2 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 3 | 0,91  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 4 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 5 | 0,46  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 6 | 0,96  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| ЩО-3    |       |                 |        |                  |                  |
| линия 1 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 2 | 0,46  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 3 | 0,96  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 4 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 5 | 0,46  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 6 | 0,96  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| ЩО-4    |       |                 |        |                  |                  |
| линия 1 | 1,14  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 2 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 3 | 0,91  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 4 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 5 | 0,46  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 6 | 1,14  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| ЩО-5    |       |                 |        |                  |                  |
| линия 1 | 1,14  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 2 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 3 | 1,14  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 4 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 5 | 0,91  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 6 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| ЩО-6    |       |                 |        |                  |                  |
| линия 1 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 2 | 0,91  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 3 | 2,51  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 4 | 0,46  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 5 | 0,96  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |
| линия 6 | 0,96  | ВВГнгLS - 3x2,5 | 25     | 7,4              | 0,116            |

Прокладка кабелей на розеточные группы оборудования осуществляется в потолке в гофре и спуски с потолка осуществляются в пенал канале, на кассовые аппараты спуски с потолка осуществляются в трубе. Розетки устанавливаются на высоте 0,9 м от пола. Прокладка кабелей на силовое оборудование осуществляется в потолке в лотках, кабель проложен в гофре и спуски с потолка осуществляются в пенал канале.

### 3.8 Выбор прочих электрических устройств

Распределительные пункты выбираем исходя из количества присоединений и рабочего тока самого пункта (таблица 3.10) [15, с. 187].

Таблица 3.10 – Выбор распределительных пунктов и щитков освещения

| Наименование | Расчетный ток, А | Тип СП             | Допустимый ток, А | Количество присоединений СП |
|--------------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| ЩС-1         | 19,43            | ПР11-3024-54у3     | 50                | 8                           |
| ЩС-2         | 37,5             | ПР11-3024-54у3     | 50                | 8                           |
| ЩО-1         | 10,29            | ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4 | 25                | 9                           |
| ЩО-2         | 9,01             | ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4 | 25                | 9                           |
| ЩО-3         | 8,66             | ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4 | 25                | 9                           |
| ЩО-4         | 11,05            | ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4 | 25                | 9                           |
| ЩО-5         | 10,24            | ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4 | 25                | 9                           |
| ЩО-6         | 11,79            | ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4 | 25                | 9                           |

### 3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

#### 3.9.1 Расчет токов трехфазного 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 3.7).

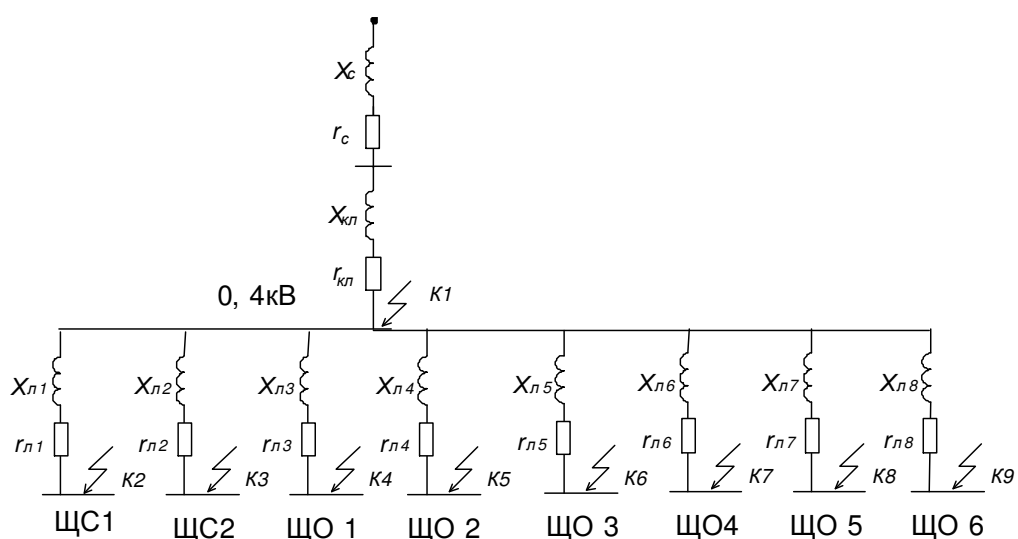


Рисунок 3.7 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Для двух кабелей КЛ марки ВВГнг LS 5х35 протяженностью  $L_{кл}=20$  м и проложенных параллельно, по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

Активное сопротивление:  $R_{уд.кл} = 0,89$  Ом/км

Реактивное сопротивление:  $X_{уд.кл} = 0,0637$  Ом/км

$$R_{л} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \tag{3.33}$$

$$R_{л} = 0,89 \cdot 20/2 = 8,9 \text{ мОм}$$

$$\begin{aligned} X_{л} &= X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \\ X_{л} &= 0,0637 \cdot 20/2 = 0,637 \text{ мОм} \end{aligned} \quad (3.34)$$

Аналогично для кабеля Л1 марки ВВГнг(А)-LSLTx 5x10 протяженностью  $L_{л1}=3\text{м}$  по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

$$\begin{aligned} \text{Активное сопротивление: } R_{уд.кл} &= 3,1 \text{ Ом/км} \\ \text{Реактивное сопротивление: } X_{уд.кл} &= 0,073 \text{ Ом/км} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{л1} &= R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм;} \\ R_{л1} &= 3,1 \cdot 3 = 9,3 \text{ мОм;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{л1} &= X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм;} \\ X_{л1} &= 0,073 \cdot 3 = 0,219 \text{ мОм.} \end{aligned}$$

В качестве сопротивления системы в данном случае будут являться сопротивления трансформатора типа ТМ-400/10 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 [11].

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

$$r_{тр} = \frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6; \quad (3.35)$$

$$x_{тр} = \sqrt{\left(\frac{U_{к}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}}\right)^2} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6. \quad (3.36)$$

$$r_{тр} = \frac{5,5}{400} \cdot \frac{0,4^2}{400} \cdot 10^6 = 5,5 \text{ мОм};$$

$$x_{тр} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{5,5}{400}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{400} \cdot 10^6 = 17,14 \text{ мОм.}$$

$$R_c = r_{тр} = 5,5 \text{ мОм};$$

$$X_c = x_{тр} = 17,14 \text{ мОм.}$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma} = X_{л} + X_{л1} + X_{с}, \quad (3.35)$$

$$X_{\Sigma} = 0,637 + 0,219 + 17,14 = 17,996 \text{ мОм.}$$

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

$$R_{\Sigma} = R_{доб} + R_{л1} + R_{л} + R_{с}, \quad (3.36)$$

$$R_{\Sigma} = 20 + 8,9 + 9,3 + 5,5 = 43,7 \text{ мОм.}$$

Ток трехфазного КЗ:

$$I_{К-1} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}}, \quad (3.37)$$

$$I_{К-1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{17,996^2 + 43,7^2}} = 4,89 \text{ кА.}$$

Аналогичные расчеты производим и для остальных точек КЗ, полученные результаты расчетов сведем в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Трехфазный ток КЗ

| точка КЗ | R <sub>с</sub> ,<br>мОм | X <sub>с</sub> ,<br>мОм | R <sub>л</sub> ,<br>мОм | X <sub>л</sub> ,<br>мОм | R <sub>уд.кл</sub><br>мОм/м | X <sub>уд.кл</sub><br>мОм/м | L <sub>кл</sub> ,<br>м | R <sub>лі</sub> ,<br>мОм | X <sub>лі</sub> ,<br>мОм | R <sub>доб</sub> ,<br>мОм | R <sub>сумм</sub> ,<br>мОм | X <sub>сум</sub> ,<br>мОм | I <sub>к.з</sub> ,кА |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1        | 2                       | 3                       | 4                       | 5                       | 6                           | 7                           | 8                      | 9                        | 10                       | 11                        | 12                         | 13                        | 14                   |
| К2       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 3,1                         | 0,073                       | 3                      | 9,30                     | 0,22                     | 20                        | 43,70                      | 17,996                    | 4,89                 |
| К3       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 3,1                         | 0,073                       | 12                     | 37,20                    | 0,88                     | 20                        | 71,60                      | 18,653                    | 3,12                 |
| К4       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 7,4                         | 0,116                       | 33                     | 22,20                    | 0,35                     | 20                        | 56,60                      | 18,125                    | 3,89                 |
| К5       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 7,4                         | 0,116                       | 31                     | 81,40                    | 1,28                     | 20                        | 115,80                     | 19,053                    | 1,97                 |
| К6       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 7,4                         | 0,116                       | 42                     | 88,80                    | 1,39                     | 20                        | 118,76                     | 18,54                     | 1,92                 |
| К7       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 7,4                         | 0,116                       | 33                     | 96,20                    | 1,51                     | 20                        | 126,16                     | 18,66                     | 1,81                 |
| К8       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 7,4                         | 0,116                       | 35                     | 111,00                   | 1,74                     | 20                        | 140,96                     | 18,89                     | 1,62                 |
| К9       | 5,5                     | 17,14                   | 8,9                     | 0,637                   | 7,4                         | 0,116                       | 37                     | 125,80                   | 1,97                     | 20                        | 155,76                     | 19,12                     | 1,47                 |

### 3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность

Проверим выключатели, защищающие кабельные линии напряжением 0,4 кВ. Проверку будем проводить по току КЗ (таблица 3.12):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл} , \quad (3.38)$$

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

Таблица 3.12 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

| Щит  | Точка к.з. | $I_{к.з.}$ , кА | Тип выключателя | Предельная отключающая способность, кА | $I_{к.з.} \leq I_{пр.откл}$ |
|------|------------|-----------------|-----------------|--|-----------------------------|
| 1    | 2          | 3               | 4               | 5                                      | 6                           |
| ЩС-1 | К2         | 4,89            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩС-2 | К3         | 3,12            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩО-1 | К4         | 2,54            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩО-2 | К5         | 2,19            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩО-3 | К6         | 1,92            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩО-4 | К7         | 1,81            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩО-5 | К8         | 1,62            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |
| ЩО-6 | К9         | 1,47            | ВА 55-45        | 10                                     | соответствует               |

Выбранные автоматические воздушные выключатели соответствуют условию проверки на отключающую способность.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результатом бакалаврской работы является система электроснабжения здания ЦК и Д «Луначарский» г. Черногоorsk, находящегося на территории Республики Хакасия.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения здание ЦК и Д «Луначарский». 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 здания ЦК и Д «Луначарский», соответствующая всем современным требованиям.

Практическая ценность предложенного варианта реконструкции обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного здания центра культуры и досуга могут быть использованы при проектировании и реконструкции подобных общественных зданий.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-н/Д: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 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.: АООТ 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, 2010. – 602 с.

18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М.: Колос, 2010. – 464 с.

19. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» // Собрание законодательства РФ. 30.11.2009. № 48. Ст. 5711.

20. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1177.

21. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.

22. 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.

23. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 214 с.

24. 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.

25. 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. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

26. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.

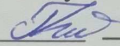
27. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 2. Электротехнические устройства и изделия / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 10-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 988 с.

28. Этапы и стоимость проекта электроснабжения коммерческих объектов [Электронный ресурс] : URL: <https://www.kp.ru/guide/proektirovanie-ielektrosnabzhenija.html> (дата обращения: 05.05.2020).

29. OnLed СПО 600-30/3500 Стандарт [Электронный ресурс] : URL: <https://evzrus.ru/elektrotehnika/svetotehnika/ofisnoe-osveschenie/ofisnyy-svetilnik-onled-spo-600-30-3500-standart/> (дата обращения: 05.05.2020).

30. PBH-PC4-RA 12W пылевлагозащищенный светильник [Электронный ресурс] : URL: [https://jazz-way.com/catalog/pbh-pc4/svetilnik-svetodiodnyy-pylevlagozashchishchennyu-pwp-os-analog-lsp-1/?iblock\\_id=16](https://jazz-way.com/catalog/pbh-pc4/svetilnik-svetodiodnyy-pylevlagozashchishchennyu-pwp-os-analog-lsp-1/?iblock_id=16) (дата обращения: 05.05.2020).

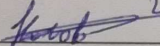

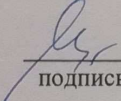
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт  
«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 Г.Н. Чистяков  
подпись инициалы, фамилия  
« 26 » 06 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Реконструкция электроснабжения ЦК и Д «Луначарский», г. Черногорск  
тема

|                |   |  |   |
|----------------|---|--|---|
| Руководитель   | <u></u> <u>27.06.20</u><br>подпись, дата   | <u>доцент, к.т.н.</u><br>должность, ученая степень | <u>А. В. Коловский</u><br>инициалы, фамилия |
| Выпускник      | <u></u> <u>26.06.2020</u><br>подпись, дата |  | <u>А. А. Сон</u><br>инициалы, фамилия       |
| Нормоконтролер | <u></u> <u>26.06.20</u><br>подпись, дата   |  | <u>И.А. Кычакова</u><br>инициалы, фамилия   |

Абакан 2020