

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

подпись _____ Г.Н. Чистяков
инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Реконструкция схемы электроснабжения здания городского дома культуры
г. Минусинска
тема

Руководитель _____ доцент, к.т.н.
подпись, дата должность, ученая степень

Е. В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

Полуянов В.В.
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 Полуянову Виктору Викторовичу

(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 15-01 (з-15)

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код) (наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Реконструкция схемы
электроснабжения здания городского дома культуры г. Минусинска

Утверждена приказом по институту № 306 от 03.06.2020 г.

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

Исходные данные для дипломного ВКР: поэтажные планы здания городского дома
культуры 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 МБУК «ГДК» г. Минусинск
2.2 Потребители электроэнергии здания МБУК «ГДК» г. Минусинск

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 городского дома культуры с разводкой осветительной сети
- 2 План здания городского дома культуры с разводкой силовой сети
- 3 Однолинейная схема электроснабжения

Руководитель ВКР

/ Е. В. Платонова

(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

/ Полуянов В.В.

(подпись, инициалы и фамилия студента)

25 февраля 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Реконструкция схемы электроснабжения здания городского дома культуры г. Минусинска», содержит 59 страниц текстового документа, 35 использованных источников, 3 листа графического материала, 1 приложение.

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

Объект реконструкции – схема электроснабжения здания МБУК «ГДК», г. Минусинск Красноярского края.

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 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 здание МБУК «ГДК», г. Минусинск. 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 МБУК «ГДК», г. Минусинск, 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 городского дома культуры могут быть использованы при реконструкции и проектировании подобных общественных зданий.

THEABSTRACT

The final qualifying work on the topic «Reconstruction of the power supply scheme of the building of the city cultural center of Minusinsk» contains 59 pages of a text document, 35 sources used, 3 sheets of graphic material, 1 appendix.

ELECTRIC 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 of the building of MBUK "GDK", Minusinsk, Krasnoyarsk Territory.

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 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 was designed for the building of MBUK "GDK", Minusinsk. 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 was developed for the building of MBUK "GDK", Minusinsk, 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 scheme of the city culture house 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 электроснабжения общественных зданий	12
2 Аналитическая часть.....	18
2.1 Общая характеристика здания МБУК «ГДК» г. Минусинск.	
Обоснование реконструкции электрических сетей объекта.....	18
2.2 Потребители электроэнергии здания МБУК «ГДК» г. Минусинск	24
3 Практическая часть	28
3.1 Светотехнический расчет системы освещения.....	28
3.2 Электротехнический расчет системы освещения.....	37
3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов	39
3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ	39
3.3.2 Расчет электрических нагрузок и пусковых токов первого уровня электроснабжения	40
3.3.3 Расчет электрических нагрузок второго уровня электроснабжения ..	41
3.4 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам	45
3.5 Расчет нагрузки главного распределительного устройства объекта	47
3.5.1 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата	47
3.5.2 Выбор ВРУ и вводного автомата	47
3.6 Выбор коммутационных аппаратов	48
3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции	50
3.8 Выбор прочих электрических устройств.....	51
3.9 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....	51
3.9.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания.....	51
3.9.2 Проверка защитных аппаратов сети на отключающую способность	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	56
ПРИЛОЖЕНИЕ	59

ВВЕДЕНИЕ

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.

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.

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 до 300 люкс при общем освещении.

Объект реконструкции – схема электроснабжения здания МБУК «ГДК», г. Минусинск Красноярского края.

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 выборе на их основании самого современного электрооборудования.

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

Цель бакалаврской работы – реконструировать схему электроснабжения здания МБУК «ГДК», г. Минусинск Красноярского края 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 городского дома культуры;
- 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

Общественными являются следующие здания: различные учреждения и организации управления, финансирования, кредитования, госстраха, просвещения, дошкольные, библиотеки, архивы, предприятия торговли, общепита, бытового обслуживания населения, гостиницы, лечебные учреждения, музеи, зрелищные предприятия, дома культуры и спортивные сооружения.

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 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 I 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 (дома культуры, 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].

Групповые распределительные щитки осветительной сети по архитектурным условиям располагают на лестничных клетках, в коридорах и Т.П.

Отходящие от щитков групповые линии могут быть:

- однофазными (фаза + нуль);
- двухфазными (две фазы + нуль);
- трехфазными (три фазы + нуль).

Предпочтение следует отдавать трехфазным четырехпроводным групповым линиям, обеспечивающим втрое большую нагрузку и в шесть раз меньшую потерю напряжения по сравнению с однофазными групповыми линиями.

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 подпольй, 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

Требования научно-технического прогресса диктуют необходимость совершенствования электроэнергетики: создания экономичных надежных систем электрификации промышленных предприятий, бытовых и общественных помещений, развития электрических сетей и электрооборудования.

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.

Электрические нагрузки любого общественного здания слагается из нагрузок электрического освещения и силового электрооборудования. При расчетах электрической сети необходимо учитывать коэффициент спроса K_c , представляющий собой отношение расчетной потребляемой мощности (нагрузки) к установленной мощности работающих электроприемников.

Силовая нагрузка приемника определяется его установленной мощностью, умноженной на коэффициент спроса. Коэффициенты берутся из [14], в основном используется методика, указанная в СП 256.1325800.2016 [14].

Для новых и реконструируемых электроустановок жилых и общественных зданий выполняются проекты электроснабжения, которые проходят требуемые согласования, в соответствии с проектами осуществляется монтаж электроустановок зданий, производятся измерения и испытания электроустановок, комплектация электрозащитными средствами, организуется эксплуатация электрохозяйства и осуществляется допуск электроустановок в эксплуатацию органами госэнергонадзора (Ростехнадзора). Далее электроустановка здания эксплуатируется в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей или в соответствии с Правилами технической эксплуатации станций и сетей РФ.

Электроснабжение жилых и общественных зданий осуществляется на основании следующих документов:

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей содержатся следующие требования:

- п. 1.3.2. До начала монтажа или реконструкции электроустановок необходимо:

- получить технические условия в энергоснабжающей организации;
- выполнить проектную документацию.

- п. 1.8.1. У каждого Потребителя должна быть следующая техническая документация:

- генеральный план с нанесенными зданиями, сооружениями и подземными инженерными коммуникациями;
- утвержденная проектная документация (чертежи, пояснительные записки и др.) со всеми последующими изменениями.

Проектирование электроустановок осуществляется в соответствии с

требованиями Правил устройства электроустановок издания 7-е (ПУЭ).

Требования к организации учета электрической энергии указаны в главе 1.5. ПУЭ и в разделе 16, 17 «Учет электроэнергии, измерительные приборы» СП 256.1325800.2016 «Свода правил по проектированию и строительству». Также проектирование осуществляется на основании ряда Государственных стандартов РФ, руководящих документов, ведомственных норм и правил, технических циркуляров и других документов.

Исходные данные для выполнения проекта жилого или общественного здания:

- предпроектные изыскания.
- договор на технологическое присоединение электроустановок юридических и физических лиц к электрическим сетям.

Неотъемлемая часть договора - условия технологического присоединения. Эти документы потребитель получает в установленном порядке в сетевой организации на основании п.6. Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям.

- Справка сетевой организации о выполнении условий технологического присоединения (при наличии) (Правила технологического присоединения, п. 18, пп. «д»)

- Акт о технологическом присоединении (при наличии) (Правила технологического присоединения, п. 19) – для реконструируемых электроустановок.

- Акт разграничения сетей по имущественной (балансовой) принадлежности и эксплуатационной ответственности между энергоснабжающей (сетевой) организацией и Потребителем (для реконструируемых электроустановок) при наличии (ПТЭЭП, п. 1.8.1, Правила технологического присоединения, п. 19).

- Техническое задание на проектирование электроустановок (в соответствии со ст. 759 Гражданского Кодекса РФ). В Техническом задании должны быть предусмотрены и указаны основные параметры для проектирования электроустановки.

Основные требования к составу проектной документации содержатся в Постановлении Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и в ГОСТе Р 21.1101-2013 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации».

Основные требования к электрооборудованию жилых и общественных зданий изложены в:

- Правилах устройства электроустановок (ПУЭ 7-е издание);
- СП 256.1325800.2016 «Свод правил по проектированию и строительству»;
- РД 34-20-185 «Инструкции по проектированию городских электрических сетей»;

- РД 34.20.185-94 (утв. Минтопэнерго РФ 7 июля 1994 г.);
- иных документах, обязательного применения, утвержденных Перечнем национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (утв. распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р).

Краткие требования к техническому заданию по содержанию проекта электроснабжения жилого или общественного здания:

- изучение представленных планов с инженерными сетями участка и поэтажных планов объекта для принятия технических решений;
- проектирование наружно и внутреннего электроснабжения объекта;
- выбор и обоснование категории надежности электроснабжения объекта;
- выбор мест установки вновь проектируемого электрооборудования в соответствии с переданной заказчиком технической документации по иным инженерным системам (вентиляция и кондиционирование, водоснабжение и водоотведение, телефонизация, пожаро-охранная сигнализация, связь, ТВ, Интернет, и т.д.);
- выполнение необходимых расчетов и чертежей на основании и в соответствии с переданными заказчиком исходными данными (поэтажными планами, ситуационными планами, архитектурными и дизайнерскими решениями;
 - расчеты токов короткого замыкания;
 - расчет и выбор питающих линий, аппаратов защиты;
 - расчет электрических нагрузок;
 - согласование проекта с заинтересованными организациями – при необходимости в соответствии с действующим законодательством;
 - требования к применяемым материалам и оборудованию;
 - проектируемые материалы и оборудование должны соответствовать условиям эксплуатации и электробезопасности, кабельно-проводниковая продукция и электроустановочные изделия выбираются в соответствии с техническим заданием Заказчика;
 - выбор системы молниезащиты объекта;
 - сроки ввода объекта в эксплуатацию;
 - ответственные за выполнение указанных пунктов исполнители;
 - стыковки по срокам с исполнителями других разделов проекта и стыковки размещения оборудования по другим разделам проекта;
 - привязка типовых проектов;
 - сводный план наружных инженерных сетей в определенном масштабе для нанесения вновь проектируемых инженерных сетей и зданий, в соответствии с требованиями государственных стандартов РФ.

С другой стороны, представленные выше документы – это лишь нормативные документы, основывающиеся на следующих основных нормативных правовых актах РФ [28], основанных на Конституции РФ:

1) Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» [29];

2) Федеральный закон от 26.03.2003 № 36-ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «Об электроэнергетике» [30];

3) Федеральный закон № 125-ФЗ от 07.07.2003 «О внесении изменений и дополнений в федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» (в действующей редакции 2016) [31];

4) 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» [32];

5) Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

6) «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ.

7) Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

8) Постановление Правительства РФ от 24 февраля 2009 г. № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон».

Среди такой вышеупомянутой группы нормативных документов, таких как СП, РД, СО, ГОСТов, кроме указанных выше, можно отметить следующие актуальные документы (не считая требований нормативных документов в области пожарной безопасности к проектированию зданий и сооружений и документов общего характера):

1) РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования.

2) НПБ 246-97* Арматура электромонтажная. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний.

3) СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

4) СО 153-34.03.603-2003. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках.

5) ГОСТ 2.702-2011. Правила выполнения электрических схем.

6) ГОСТ 2.709-89 (СТ СЭВ 3754-82, СТ СЭВ 6308-88). Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.

7) ГОСТ 2.710-81 (СТ СЭВ 2182-80, СТ СЭВ 6306-88). Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

8) ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

9) ГОСТ 2.755-87. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

10) Множество ГОСТов по электротехническим, кабельным и другим изделиям и электроустановкам, а также в области обеспечения электробезопасности различными видами защит;

11) другие документы.

От каждого проекта реконструкции системы электроснабжения требуется соответствие актуальным архитектурным и градостроительным требованиям, требованиям законодательства в области пожаробезопасности, соображениям энергоэффективности. Такой современный проект должен отвечать не только формальным требованиям различных правил и нормативов. В нынешнем веке все чаще возникают вопросы проектной культуры, которая предполагает масштабируемость создаваемой системы и ее дальнейшее усиление без ущерба другим связанным с ней системам [20].

2 Аналитическая часть

2.1 Общая характеристика здания МБУК «ГДК» г. Минусинск. Обоснование реконструкции электрических сетей объекта

Рассматриваемый объект – Муниципальное бюджетное учреждение культуры «Городской Дом культуры» г. Минусинск (МБУК "ГДК" г. Минусинск). Адрес: г. Минусинск, ул. Утро – Сентябрьское, 49 г (рисунок 2.1).

Двухэтажное деревянное здание Дома культуры было построено в 1957 г. Минусинским грузовым автотранспортным предприятием «Тувтрансупраления». Тогда клуб назывался Автомобилист». В 1984 г. Решением Минусинского Городского Совета народных депутатов клуб «Автомобилист» был передан на баланс Городского Отдела культуры[33].

Приоритетным направлением деятельности МБУК ГДК 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. Минусинска.

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

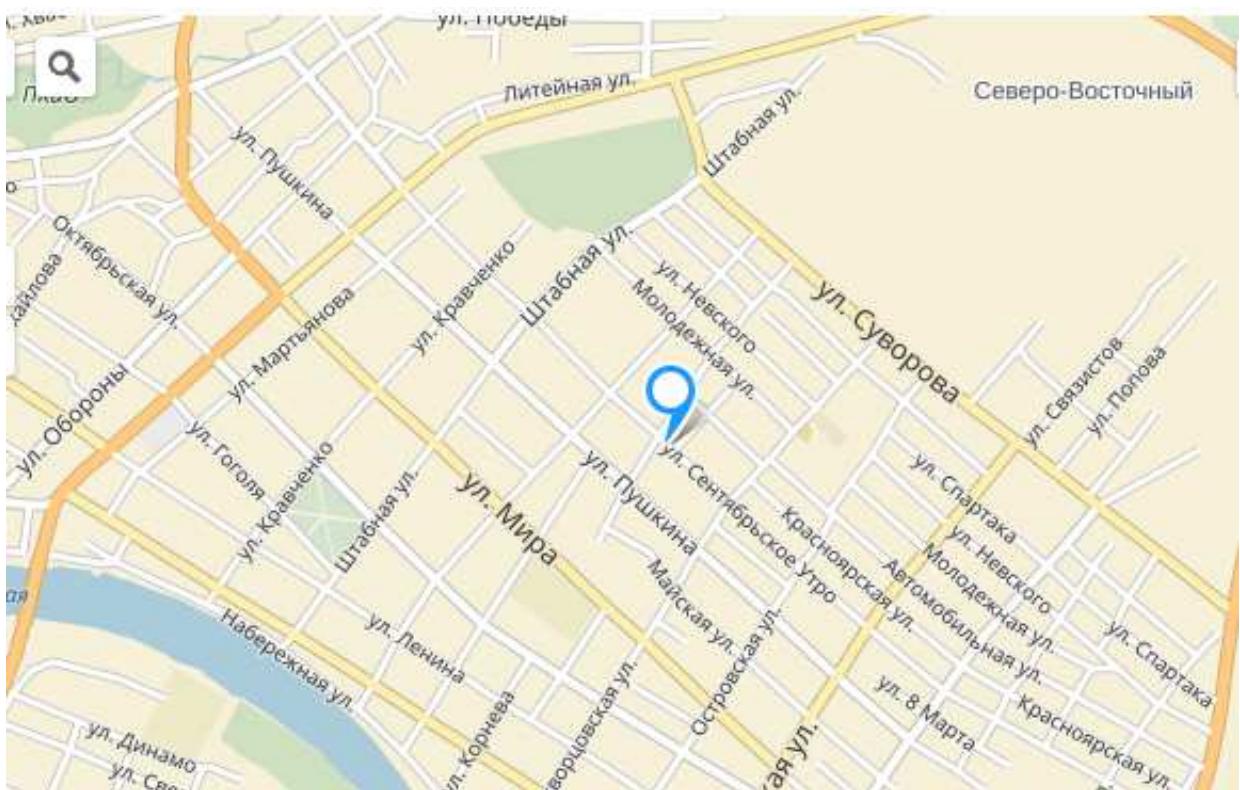


Рисунок 2.1 – Расположение «Минусинский Городской Дом Культуры» на карте Минусинска

Городской дом культуры 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 Городского Дома культуры (далее ГДК) 2-х этажное размерами 42x30x10 м, пятой степени огнестойкости. Планы 1-го и 2-го этажей приведены на рисунке 2.3. Наружные и внутренние капитальные стены бревенчатые, перегородки деревянные оштукатурены, перекрытие междуэтажное деревянное. Внутренняя отделка: стены отштукатурены, окрашены. Чердачное перекрытие деревянное. Крыша шиферная, по деревянной обрешетке. В здания имеется 1 вход, сообщение между этажами по двум лестничным клеткам находящихся с северной и южной стороны здания. Лифт отсутствует. Подвальное помещение отсутствует.

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

Система противопожарной защиты отсутствует. Имеется внутренняя автоматическая пожарная сигнализация. Установки дымоудаления и подпора воздуха отсутствуют. Внутренний водопровод является питьевым и производственным диаметр сети 50 мм. Пожарные краны отсутствуют. Давление в часы максимального отбора воды составляет 0,5 МПа на верхней точке. Насосов повысителей не имеется (нет необходимости).

Реконструкция электрической сети здания дома культуры 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 дома культуры). Также планируется заменить старую пожароопасную алюминиевую электропроводку (выше указывалось, что как таковой системы противопожарной защиты в здании нет) и 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).

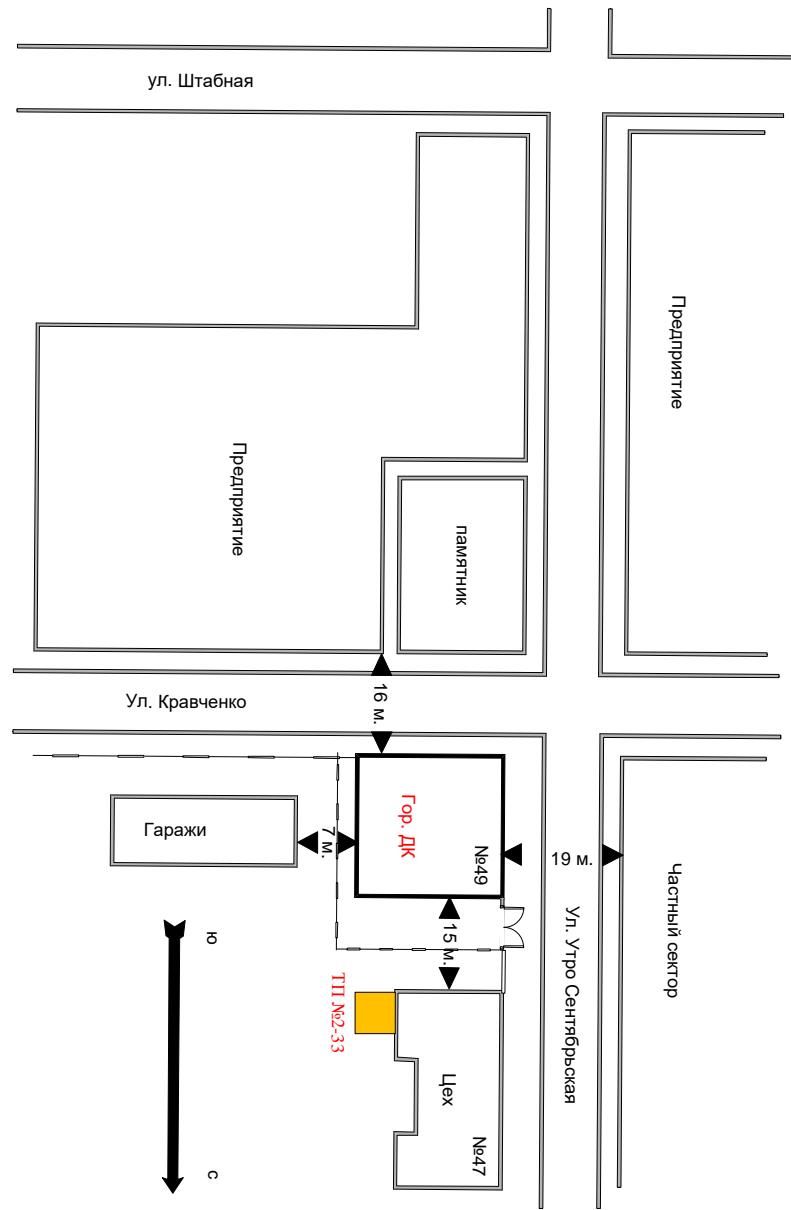
Схема расположения здания МБУК «ГДК», г. Минусинск на местности представлена на рисунке 2.2. Снабжение электроэнергией ГДК осуществляется от ТП №2-33, показанной на плане. Осветительное напряжение – 220 В, силовое напряжение – 380/220 В.

Расположение общих рубильников ГДК – на 1 этаже под лестничной клеткой с северной стороны за складом. Вентиляция: естественная. Отопление – водяное, ленточное (теплоноситель – вода $t^o=70-100^o$). Возможности перевода на резервные источники теплоснабжения нет.

ГДК			Наименование здания	
42x30 м высота 10м	1	2	Размеры геометрические (м)	
бревенчатые		3	Стены	Конструктивные элементы
деревянные		4	Перекрытие	
бревенчатые		5	Перегородки	
шиферная по деревянной обрешетке		6	Кровля	
1		7	Количество входов	
Л-1		8	Характеристика лестничных клеток	
220/380		9	Напряжение в сети	
Эл.щитовая под лестничной клеткой. Ответственный дежурный электрик.		10	Где и кем отключается	Энергетическое обеспечение
водяное, централизованное		11	Отопление	
Звуковое оповещение		12	Системы извещения	

Таблица 2.1 – Сводная характеристика объекта

Рисунок 2.2 – [Лан-схема расположения объекта на местности

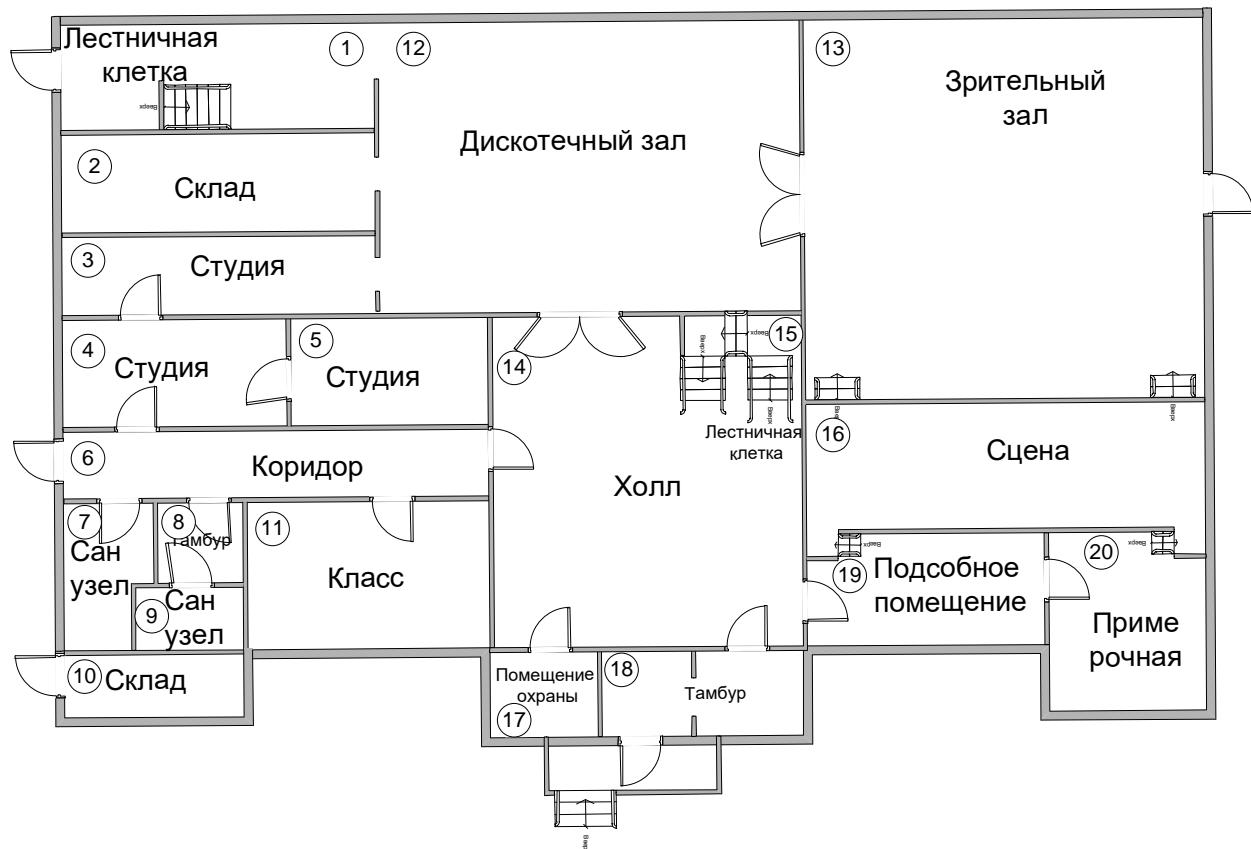


В таблице 2.2 дана экспликация помещений здания городского дома культуры, в соответствии с нумерацией и наименованием которых будет осуществляться проектирование освещения. Планы этажей здания городского дома культуры с указанной нумерацией представлены на рисунке 2.3. Ввод электроэнергии в здание осуществляется через ВРУ объекта установленное в помещении охраны №17. Высота помещений составляет 4 м, а зрительного зала – 8 м. Общая высота здания вместе с крышей – 10 м.

Таблица 2.2 – Экспликация помещений здания городского дома культуры

№ п/п	Наименование помещения	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ²
1	2	3	4	5
1	Лестничная клетка	11,3	3,9	44,07
2	Склад	11,3	3,5	39,55
3	Студия	11,3	2,6	29,38
4	Студия	8,0	3,7	29,6
5	Студия	7,0	3,7	25,9
6	Коридор	15,4	2,3	35,42
7	Санузел	5,2	3,2	16,64
8	Тамбур	3,0	2,8	8,4
9	Санузел	3,8	2,2	8,36
10	Склад	6,4	2,2	14,08
11	Класс	8,7	5,3	46,11
12	Дискотечный зал	15,5	10,3	159,65
13	Зрительный зал	14,5	13,7	198,65
14	Холл	11,9	11,3	134,47
15	Лестничная клетка	4,3	4,2	18,06
16	Сцена	14,5	4,5	65,25
17	Помещение охраны	3,8	3,0	11,4
18	Тамбур	7,3	3,0	21,9
19	Подсобное помещение	8,7	4,0	34,8
20	Примерочная	6,3	5,7	35,91
21	Склад	5,2	3,5	18,2
22	Лестничная клетка	7,6	5,2	39,52
23	Склад	11,3	5,5	62,15
24	Танцевальный зал	15,7	11,0	172,7
25	Библиотека	15,7	5,4	84,78
26	Коридор	15,4	2,3	35,42
27	Кабинет методиста	7,8	6,0	46,8
28	Репетиционная комната	8,9	5,4	48,06
29	Холл	11,9	11,3	134,47
30	Лестничная клетка	4,3	4,2	18,06
31	Кабинет заместителя директора	11,4	6,7	76,38
32	Приемная	8,4	4,6	38,64
33	Кабинет директора	7,0	5,9	41,3

План-схема 1 этажа



План-схема 2 этажа

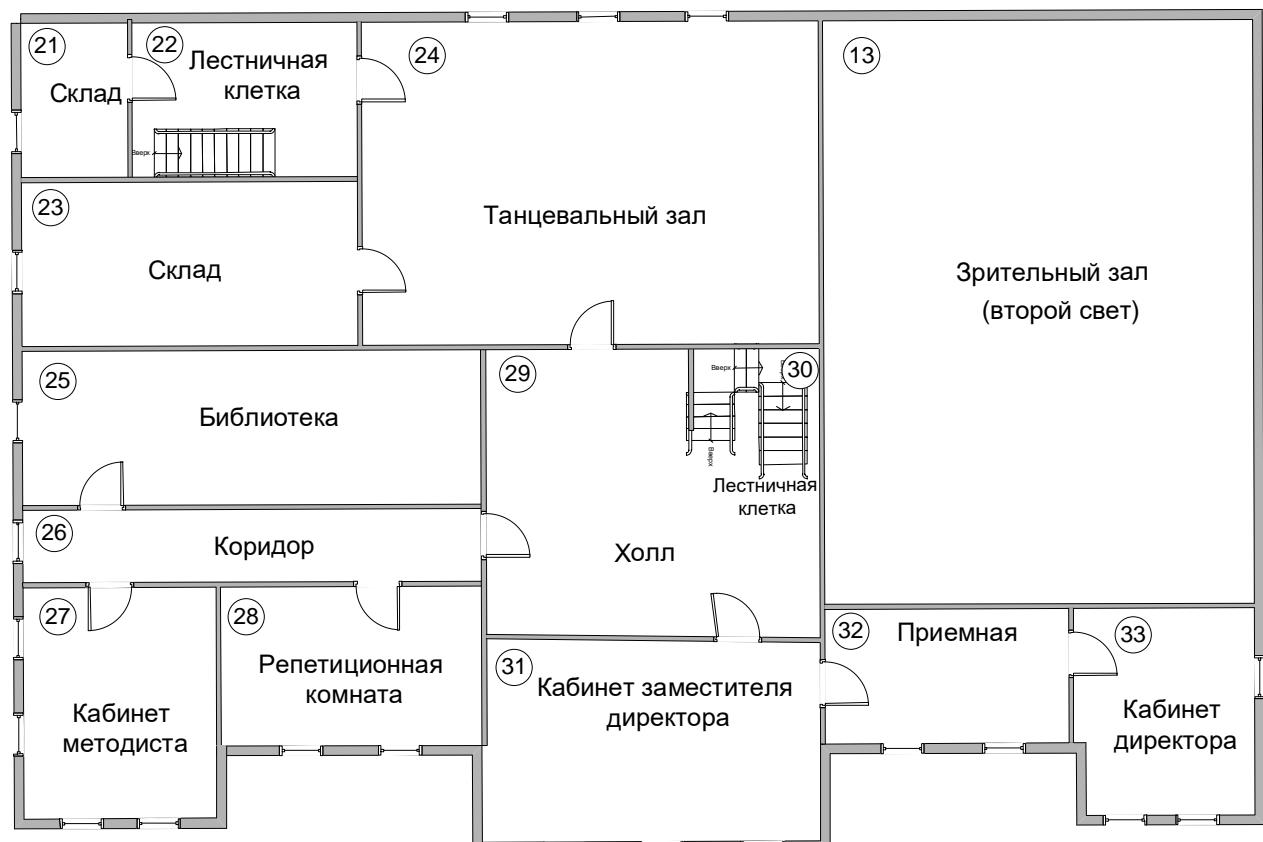


Рисунок 2.3 – Исходные поэтажные планы здания городского дома культуры г. Минусинск

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 "Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений" РД 34.21.122-87 и "Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и

"промышленных коммуникаций" СО 153.34.21.122-2003 - по III категории.

В качестве молниеприемника используется металлическая кровля здания. Токоотводы выполнены из стального прутка d8 мм, который присоединяется к кровле с помощью болтового соединения. На трубе котельной устанавливается стержневой молниеприемник ($L=1$ м, $d16$), спуск осуществляется стальным прутком d8мм, 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 МБУК «ГДК» г. Минусинск

Силовые и осветительные электроприемники здания городского дома культуры 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 городского дома культуры, показывают его высокий класс энергоэффективности.

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

№	Наименование ЭП	Установленная мощность ЭП, кВт	U _{ном} , В	K _и	K _с	cosφ
1	2	3	4	5	6	7
1	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	220	0,4	0,5	0,8
2	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	220	0,4	0,5	0,8
3	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	220	0,4	0,5	0,8
4	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	220	0,4	0,5	0,8
5	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
6	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
7	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
8	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
9	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
10	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
11	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
12	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
13	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	220	0,4	0,5	0,8
14	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	220	0,6	0,7	0,8
15	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	220	0,6	0,7	0,8
16	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	220	0,6	0,7	0,8
17	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	220	0,6	0,7	0,8
18	Механизм занавеса сцены	5,5	220	0,25	0,3	0,5
19	Механизм занавеса сцены	5,5	220	0,25	0,3	0,5

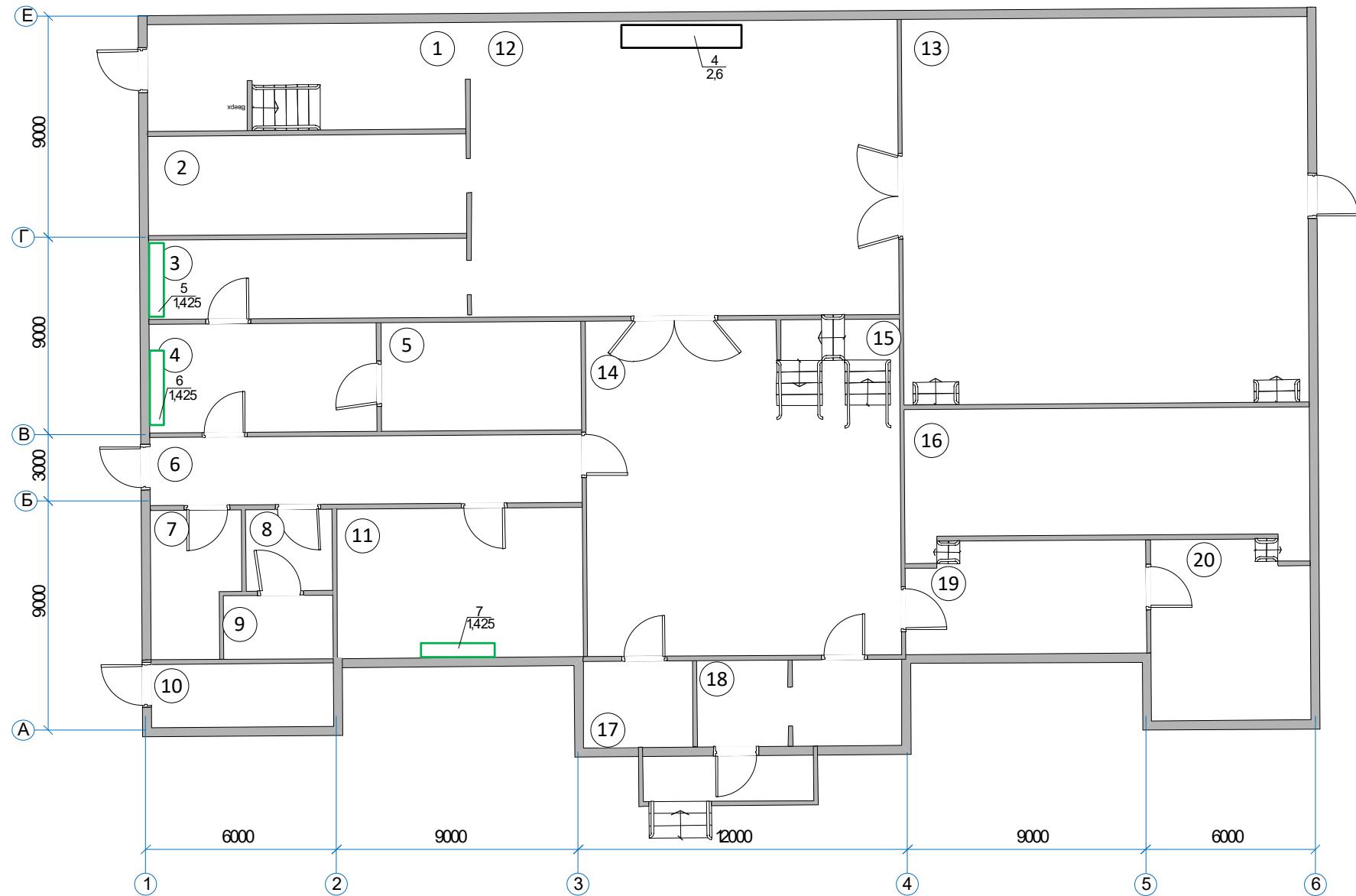


Рисунок 2.4 – План расстановки электрооборудования на 1-м этаже

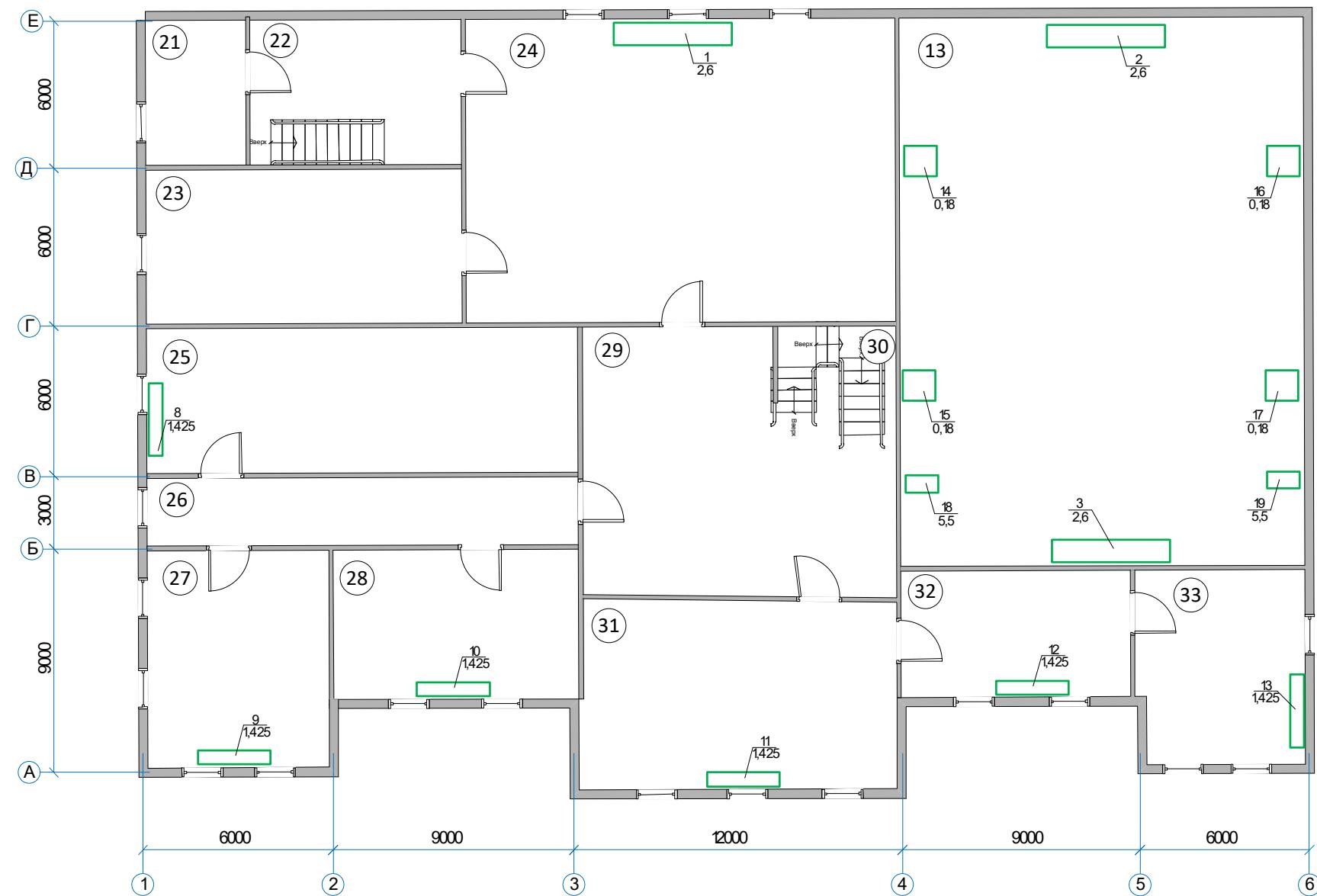


Рисунок 2.5 – План расстановки электрооборудования на 2-м этаже

3 Практическая часть

3.1 Светотехнический расчет системы освещения

Светотехнический расчет системы освещения здания городского дома культуры 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 городского дома культуры 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 АС-ДПО-01(рисунок 3.1), которые имеют квадратную форму и монтируются на подвесных потолках помещений («Армстронг»)[34], со световым потоком 3300 лм, 3800 лм, 4400 лм, 5500 лм на весь светильник и потребляемой мощностью соответственно 30 Вт, 35 Вт, 40 Вт, 50 Вт. Естественный свет от светильника исключает усталость глаз при работе.

Данные светильники для освещения общественных помещений эффективно заменяют светильники типа «Армстронг» 4x18Вт, имеют универсальный корпус и устанавливаются в стандартные подвесные потолки «Армстронг», либо крепятся на потолок. Конструкция светильников АС-ДПО-01 соответствует требованиям ГОСТ Р 54350. Светильник состоит из корпуса, выполненного из листовой стали 0,5 мм с белым полимерным покрытием. Прибор оснащен съемным рассеивателем из оптического полистирола: призма, опал и др. Внутри корпуса установлены светодиодные модули и источник питания (драйвер). Кривая сила света: Д[34].

Также выпускается вариант с блоком аварийного питания (с аккумуляторной батареей): АС-ДПО-01 с БАП.

В случае, если светильник АС-ДПО-01 не подходит по освещённости (значение светового потока превышено на 10% в меньшую сторону и более 20% в большую сторону), то применяются светодиоды меньшей мощности.

Для санузлов применяем накладные светильники, защищенные от влаги, типа ЛАЙТ ФЕНОМЕН LT-LBWP-02-8W, мощностью 8 Вт, используются светодиоды LT-LBWP, с общим световым потоком 750 Лм (рисунок 3.2). Кривая сила света: Д (косинусная)[35].



Рисунок 3.1 – Подвесной светильник АС-ДПО-01



Рисунок 3.2 – Накладной светильник ЛАЙТ ФЕНОМЕН LT-LBWP-02-8W

Таблица 3.1 – Расчет количества светильников в помещениях здания городского дома культуры

Номер по плану	Наименование помещения	Размеры, м			h_p , м	h_c , м	h , м	Тип светильника	λ_{ϕ}	Кривая силы света	L_A , м	n	l_A , м	L_B , м	m	l_B , м
		A	B	H												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Лестничная клетка	11,3	3,9	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-20	1,6	Д	4,96	3	0,69	4,96	1	1,95
2	Склад	11,3	3,5	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-30	1,6	Д	4,96	3	0,69	4,96	1	1,75
3	Студия	11,3	2,6	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	3	0,69	4,96	1	1,3
4	Студия	8	3,7	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,52	4,96	1	1,85
5	Студия	7	3,7	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,02	4,96	1	1,85
6	Коридор	15,4	2,3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-30	1,6	Д	4,96	4	0,26	4,96	1	1,15
7	Санузел	5,2	3,2	4	0,8	0,1	3,1	ЛАЙТ ФЕНОМЕН LT-LBWP-02-8W	1,6	Д	4,96	2	0,12	4,96	1	1,6
8	Тамбур	3	2,8	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-35	1,6	Д	4,96	1	2,48	4,96	1	1,4
9	Санузел	3,8	2,2	4	0,8	0,1	3,1	ЛАЙТ ФЕНОМЕН LT-LBWP-02-8W	1,6	Д	4,96	1	2,48	4,96	1	1,1
10	Склад	6,4	2,2	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-30	1,6	Д	4,96	2	0,72	4,96	1	1,1
11	Класс	8,7	5,3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,87	4,96	1	2,65
12	Дискотечный зал	15,5	10,3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	4	0,31	4,96	2	2,67
13	Зрительный зал	14,5	13,7	8	0,8	0,1	7,1	АС-ДПО-01-50	1,4	Д	9,94	2	2,28	9,94	1	6,85
14	Холл	11,9	11,3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-40	1,6	Д	4,96	3	0,99	4,96	2	3,17
15	Лестничная клетка	4,3	4,2	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-40	1,6	Д	4,96	1	2,48	4,96	1	2,1
16	Сцена	14,5	4,5	8	0,8	0,1	7,1	АС-ДПО-01-50	1,4	Д	9,94	2	2,28	9,94	1	2,25
17	Помещение охраны	3,8	3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-40	1,6	Д	4,96	1	2,48	4,96	1	1,5
18	Тамбур	7,3	3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-35	1,6	Д	4,96	2	1,17	4,96	1	1,5
19	Подсобное помещение	8,7	4	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,87	4,96	1	2
20	Примерочная	6,3	5,7	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	0,67	4,96	1	2,85
21	Склад	5,2	3,5	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-30	1,6	Д	4,96	2	0,12	4,96	1	1,75
22	Лестничная клетка	7,6	5,2	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-30	1,6	Д	4,96	2	1,32	4,96	1	2,6
23	Склад	11,3	5,5	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	3	0,69	4,96	1	2,75
24	Танцевальный зал	15,7	11	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	4	0,41	4,96	2	3,02
25	Библиотека	15,7	5,4	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	4	0,41	4,96	1	2,7
26	Коридор	15,4	2,3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-30	1,6	Д	4,96	4	0,26	4,96	1	1,15
27	Кабинет методиста	7,8	6	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,42	4,96	1	3
28	Репетиционная комната	8,9	5,4	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,97	4,96	1	2,7
29	Холл	11,9	11,3	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-40	1,6	Д	4,96	3	0,99	4,96	2	3,17
30	Лестничная клетка	4,3	4,2	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-40	1,6	Д	4,96	1	2,48	4,96	1	2,1
31	Кабинет заместителя директора	11,4	6,7	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	3	0,74	4,96	1	3,35
32	Приемная	8,4	4,6	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,72	4,96	1	2,3
33	Кабинет директора	7	5,9	4	0,8	0,1	3,1	АС-ДПО-01-50	1,6	Д	4,96	2	1,02	4,96	1	2,95

Продолжение таблицы 3.1

Номер по плану	Наименование помещения	N	L _A /L _B ≤1,5	i	η	E _h , лк	Kзап	z	Φ _p , лм	Число ламп в светильнике	Тип лампы	Световой поток одной лампы Φ _л , лм	Световой поток светильника Φ _{СВ} , лм	Отклонение ΔΦ - 10...+20%	Мощность одной лампы, Вт	Мощность светильника, Вт
1	2	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Лестничная клетка	3	1	0,9	0,49	50	1,5	1,1	2473	4	Samsung 20	550	2200	-9,1	5	20
2	Склад	3	1	0,9	0,49	75	1,5	1,1	3329	4	Samsung 30	825	3300	-0,9	7,5	30
3	Студия	8	1	0,7	0,38	300	1,5	1,1	4784	4	Samsung 45	1375	5500	15	12,5	50
4	Студия	6	1	0,8	0,43	300	1,5	1,1	5679	4	Samsung 45	1375	5500	-3,2	12,5	50
5	Студия	6	1	0,8	0,43	300	1,5	1,1	4969	4	Samsung 45	1375	5500	10,7	12,5	50
6	Коридор	4	1	0,6	0,32	75	1,5	1,1	3424	4	Samsung 30	825	3300	-3,6	7,5	30
7	Санузел	2	1	0,6	0,32	75	1,5	1,1	3218	4	Samsung 30	825	3300	18,8	8	32
8	Тамбур	1	1	0,5	0,27	75	1,5	1,1	3850	4	Samsung 35	950	3800	-1,3	8,75	35
9	Санузел	1	1	0,4	0,22	75	1,5	1,1	4703	4	Samsung 45	1375	5500	-9,9	12,5	50
10	Склад	2	1	0,5	0,27	75	1,5	1,1	3227	4	Samsung 30	825	3300	2,3	7,5	30
11	Класс	10	1	1,1	0,42	300	1,5	1,1	5434	4	Samsung 45	1375	5500	1,2	12,5	50
12	Дискотечный зал	18	1	2	0,76	300	1,5	1,1	5777	4	Samsung 45	1375	5500	-4,8	12,5	50
13	Зрительный зал	32	1	1	0,54	300	1,5	1,1	5690	4	Samsung 45	1375	5500	-3,3	12,5	50
14	Холл	6	1	1,9	0,72	75	1,5	1,1	3852	4	Samsung 40	1100	4400	14,2	10	40
15	Лестничная клетка	1	1	0,7	0,38	50	1,5	1,1	3921	4	Samsung 40	1100	4400	12,2	10	40
16	Сцена	20	1	0,5	0,27	300	1,5	1,1	5981	4	Samsung 45	1375	5500	-8	12,5	50
17	Помещение охраны	3	1	0,5	0,27	200	1,5	1,1	4644	4	Samsung 40	1100	4400	-5,3	10	40
18	Тамбур	2	1	0,7	0,38	75	1,5	1,1	3566	4	Samsung 35	950	3800	6,6	8,75	35

Окончание таблицы 3.1

1	2	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
19	Подсобное помещение	2	1	0,9	0,49	100	1,5	1,1	5859	4	Samsung 45	1375	5500	-6,1	12,5	50
20	Примерочная	4	1	1	0,54	200	1,5	1,1	5486	4	Samsung 45	1375	5500	0,3	12,5	50
21	Склад	2	1	0,7	0,38	75	1,5	1,1	2963	4	Samsung 30	825	3300	11,4	7,5	30
22	Лестничная клетка	2	1	1	0,54	50	1,5	1,1	3019	4	Samsung 30	825	3300	9,3	7,5	30
23	Склад	3	1	1,2	0,46	75	1,5	1,1	5573	4	Samsung 45	1375	5500	-1,3	12,5	50
24	Танцевальный зал	18	1	2,1	0,8	300	1,5	1,1	5937	4	Samsung 45	1375	5500	-7,4	12,5	50
25	Библиотека	15	1	1,3	0,49	300	1,5	1,1	5710	4	Samsung 45	1375	5500	-3,7	12,5	50
26	Коридор	4	1	0,6	0,32	75	1,5	1,1	3424	4	Samsung 30	825	3300	-3,6	7,5	30
27	Кабинет методиста	10	1	1,1	0,42	300	1,5	1,1	5516	4	Samsung 45	1375	5500	-0,3	12,5	50
28	Репетиционная комната	12	1	1,1	0,42	300	1,5	1,1	4720	4	Samsung 45	1375	5500	16,5	12,5	50
29	Холл	6	1	1,9	0,72	75	1,5	1,1	3852	4	Samsung 40	1100	4400	14,2	10	40
30	Лестничная клетка	1	1	0,7	0,38	50	1,5	1,1	3921	4	Samsung 40	1100	4400	12,2	10	40
31	Кабинет заместителя директора	12	1	1,4	0,53	300	1,5	1,1	5945	4	Samsung 45	1375	5500	-7,5	12,5	50
32	Приемная	6	1	1	0,54	300	1,5	1,1	5903	4	Samsung 45	1375	5500	-6,8	12,5	50
33	Кабинет директора	8	1	1	0,54	300	1,5	1,1	4732	4	Samsung 45	1375	5500	16,2	12,5	50

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

Мощность освещения:

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

где активная мощность:

$$P_{ocb} = N P_{nom} K_c K_{pra}, \quad (3.2)$$

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

реактивная нагрузка осветительной сети:

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

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

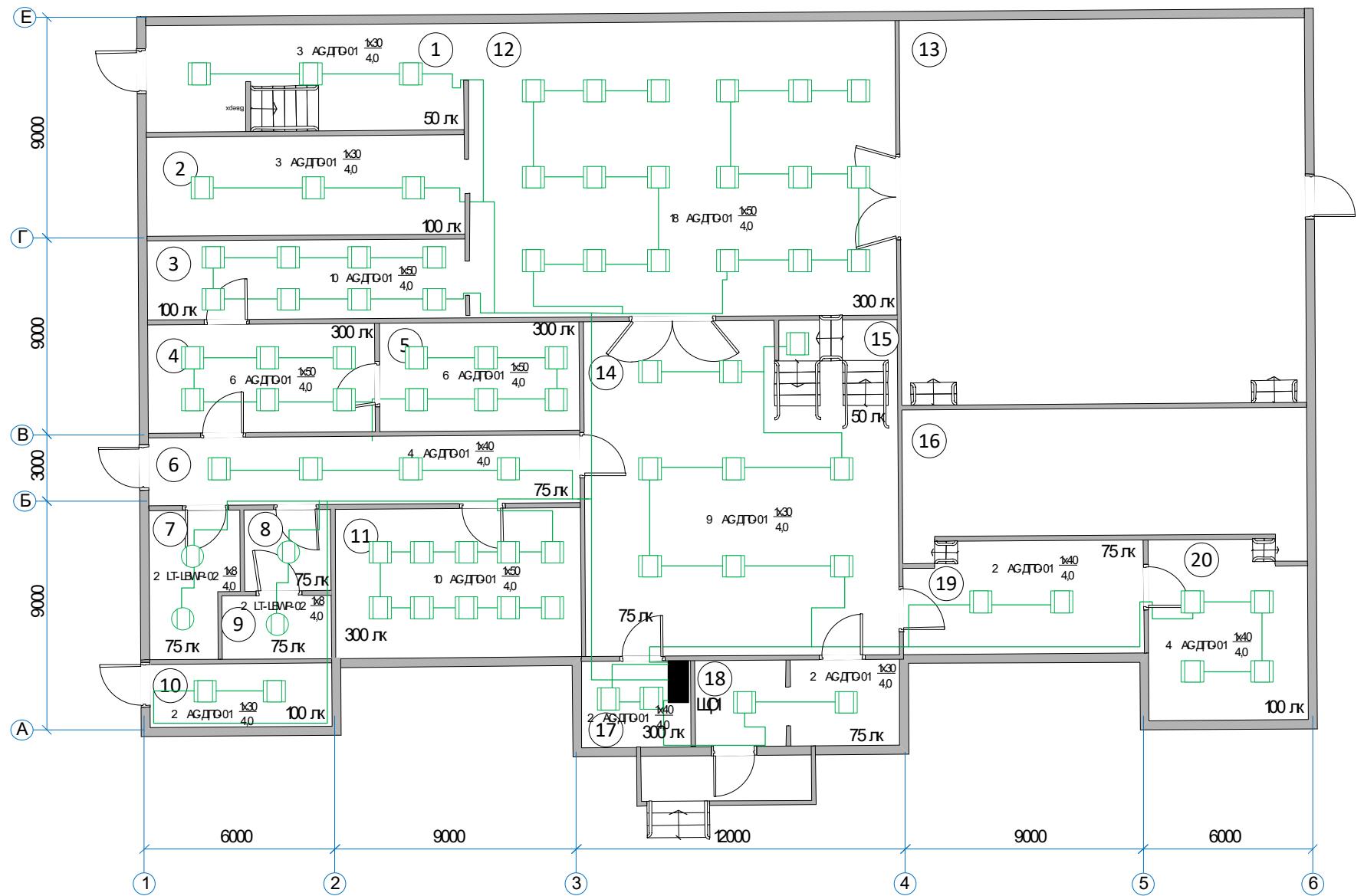
Таблица 3.2 – Расчет нагрузки от светильников

Номер по плану	Наименование помещения	N	P_{nom} , кВт	K_c	K_{PRA}	P_{ocb} , кВт	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Q_{ocb} , кВт	S_{ocb} , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Лестничная клетка	3	0,02	0,8	1,3	0,06	0,9	0,48	0,03	0,07
2	Склад	3	0,03	0,8	1,3	0,09	0,9	0,48	0,04	0,1
3	Студия	8	0,05	0,8	1,3	0,42	0,9	0,48	0,2	0,47
4	Студия	6	0,05	0,8	1,3	0,31	0,9	0,48	0,15	0,34
5	Студия	6	0,05	0,8	1,3	0,31	0,9	0,48	0,15	0,34
6	Коридор	4	0,03	0,8	1,3	0,12	0,9	0,48	0,06	0,13
7	Санузел	2	0,032	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
8	Тамбур	1	0,035	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
9	Санузел	1	0,05	0,8	1,3	0,05	0,9	0,48	0,02	0,05
10	Склад	2	0,03	0,8	1,3	0,06	0,9	0,48	0,03	0,07
11	Класс	10	0,05	0,8	1,3	0,52	0,9	0,48	0,25	0,58
12	Дискотечный зал	18	0,05	0,8	1,3	0,94	0,9	0,48	0,45	1,04
13	Зрительный зал	32	0,05	0,8	1,3	1,66	0,9	0,48	0,8	1,84
14	Холл	6	0,04	0,8	1,3	0,25	0,9	0,48	0,12	0,28
15	Лестничная клетка	1	0,04	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
16	Сцена	20	0,05	0,8	1,3	1,04	0,9	0,48	0,5	1,15

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	Помещение охраны	3	0,04	0,8	1,3	0,12	0,9	0,48	0,06	0,13
18	Тамбур	2	0,035	0,8	1,3	0,07	0,9	0,48	0,03	0,08
19	Подсобное помещение	2	0,05	0,8	1,3	0,1	0,9	0,48	0,05	0,11
20	Примерочная	4	0,05	0,8	1,3	0,21	0,9	0,48	0,1	0,23
21	Склад	2	0,03	0,8	1,3	0,06	0,9	0,48	0,03	0,07
22	Лестничная клетка	2	0,03	0,8	1,3	0,06	0,9	0,48	0,03	0,07
23	Склад	3	0,05	0,8	1,3	0,16	0,9	0,48	0,08	0,18
24	Танцевальный зал	18	0,05	0,8	1,3	0,94	0,9	0,48	0,45	1,04
25	Библиотека	15	0,05	0,8	1,3	0,78	0,9	0,48	0,37	0,86
26	Коридор	4	0,03	0,8	1,3	0,12	0,9	0,48	0,06	0,13
27	Кабинет методиста	10	0,05	0,8	1,3	0,52	0,9	0,48	0,25	0,58
28	Репетиционная комната	12	0,05	0,8	1,3	0,62	0,9	0,48	0,3	0,69
29	Холл	6	0,04	0,8	1,3	0,25	0,9	0,48	0,12	0,28
30	Лестничная клетка	1	0,04	0,8	1,3	0,04	0,9	0,48	0,02	0,04
31	Кабинет заместителя директора	12	0,05	0,8	1,3	0,62	0,9	0,48	0,3	0,69
32	Приемная	6	0,05	0,8	1,3	0,31	0,9	0,48	0,15	0,34
33	Кабинет директора	8	0,05	0,8	1,3	0,42	0,9	0,48	0,2	0,47
ИТОГО						11,38			5,47	12,61

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



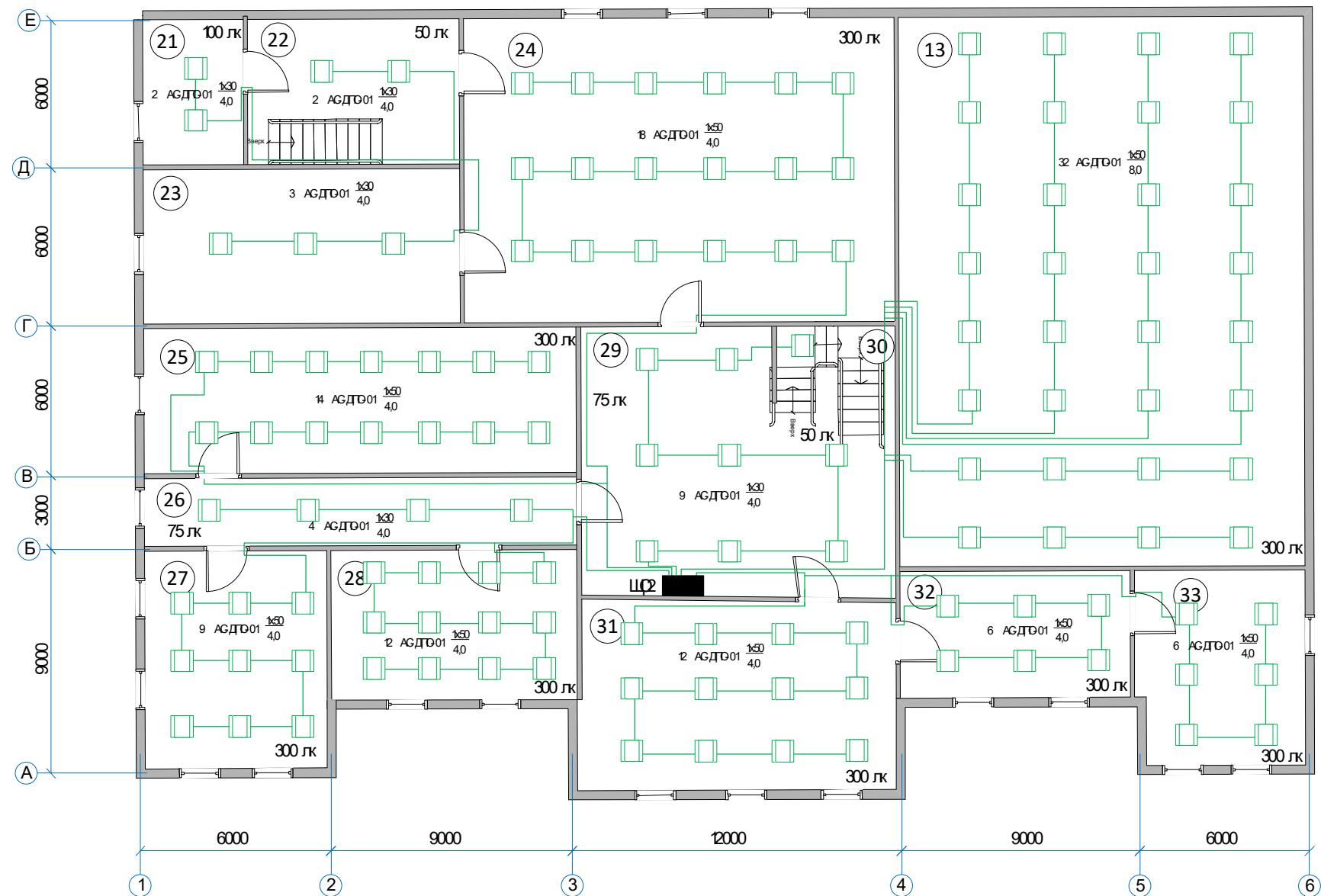


Рисунок 3.4 – План осветительной сети дома культуры, 2 этаж

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).

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 светильнике в каждой линии распределяем по фазам, чередуя их в группе, т.е. согласно последовательности А-В-С-С-В-А-В-А-С... и т.д., повторяя цикл.

Момент осветительной нагрузки определяют по выражению:

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

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-LS трехжильные с негорючей оболочкой, практически не поддерживающей горение.

Максимальный расчетный ток в трехфазной сети, А:

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

где $P_{p\ o}$ – расчетная нагрузка;

$U_{\text{л}}$ – напряжение на лампах, В;

$\cos\phi$ – коэффициент мощности ламп.

Если взять самую протяженную линию танцевального зала 2-го этажа, где сосредоточено 18 светильников (см. таблицу 3.2) в одну световую линию, то максимальный расчетный ток данного присоединения составит по формуле (3.6):

$$I_{p\ o} = \frac{0.94 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.9} = 2.74 \text{ A.}$$

Принимаем кабель типа ВВГнг-LS 3x2,5с 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 LS5x2,5с 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 $2,74 * 9 = 24,66$ 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 42 м:

$$M = 42 \cdot 0,94 = 39,48 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Потери напряжения в кабеле,итающем самую нагруженную группуЩО-2:

$$\Delta U_1 = \frac{39,48}{72 \cdot 2,5} = 0,22\%.$$

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

$$M_P = P_L \cdot N_{L.P.} \cdot \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.7)$$

где $N_{L.P.}$ - число светильников в одном ряду;

P_L - 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:

$$M_{max} = 0,050 \cdot 18 \cdot \left(18 + \frac{48}{2} \right) = 37,8 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

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

$$\Delta U_2 = \frac{37,8}{72 \cdot 2,5} = 0,21\%.$$

Проверим суммарные потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0,22 + 0,21 = 0,43 \% < 5\%.$$

Условие выполняется.

3.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

3.3.1 Расчет нагрузки ВРУ

Суммарная мощность здания городского дома культуры:

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

где K - коэффициент разновременности 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:

$$P_{\text{освет.нагр.}} = P_{\text{осв.}} = 11,38 \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

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 розетоки, 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:

$$\begin{aligned} P_{\text{здания}} &= K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) = \\ &= 0,85 \cdot (11,38 + 1,728 + 20,967) = 28,96 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

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 приемников 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:

Кондиционер Dantex RK-24SSI; $P=2,6\text{кВт}$; $\cos\phi = 0,8$; $U=220\text{ В}$; $K=5$

Определим полную мощность электропотребителя:

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

Определим расчетный ток электропотребителя:

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

Определим ток пусковой электропотребителя:

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

где K - кратность пускового тока.

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

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} кВт	cosφ	tgφ	P _{p1} , кВт	Q _{p1} , кВар	S _{p1} , кВА	I _p , A	I _{пуск} , A
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12
1	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	0,8	0,75	2,6	1,95	3,25	14,77	73,85
2	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	0,8	0,75	2,6	1,95	3,25	14,77	73,85
3	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	0,8	0,75	2,6	1,95	3,25	14,77	73,85
4	Кондиционер Dantex RK-24SSI	2,6	0,8	0,75	2,6	1,95	3,25	14,77	73,85
5	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
6	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
7	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
8	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
9	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
10	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
11	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
12	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
13	Кондиционер Dantex RK-12ENT2	1,425	0,8	0,75	1,425	1,07	1,78	8,1	40,50
14	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	0,8	0,75	0,18	0,14	0,23	1,02	5,10
15	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	0,8	0,75	0,18	0,14	0,23	1,02	5,10
16	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	0,18	0,8	0,75	0,18	0,14	0,23	1,02	5,10
17	Вентилятор ВентсTT ПРО 250	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 городского дома культуры представлены соответственно на рисунках 3.5-3.6.

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

$$P_{pac} = K_c \cdot P_{\Sigma ycm.B}, \quad (3.14)$$

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

Расчет электроснабжения для щита ЩС-1линии 1:

ЭП №5: $P_1=1,425\text{кВт}$; $K_c=0,8$; $\cos\phi = 0,8$; $U=220\text{ В}$.

ЭП №6: $P_1=1,425\text{кВт}$; $K_c=0,8$; $\cos\phi = 0,8$; $U=220\text{ В}$.

ЭП №7: $P_1=1,425\text{кВт}$; $K_c=0,8$; $\cos\phi = 0,8$; $U=220\text{ В}$.

Определим суммарную мощность электроприёмников :

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

$$P_{\text{сумм}} = 1,425 + 1,425 + 1,425 = 4,275 \text{Вт}$$

Определим расчетную мощность:

$$P_{\text{pac}} = 0,8 \cdot 4,275 = 3,42 \text{ кВт.}$$

Определим полную расчетную мощность:

$$S_{\text{pac}} = P_{\text{pac}} / \cos \varphi, \text{kVA} (3.22)$$

$$S_{\text{pac}} = 3,42 / 0,8 = 4,275 \text{ кВА}$$

Определим расчетный ток:

$$\begin{aligned} I_{\text{pac}} &= S_{\text{pac}} / U, \text{A} \\ I_{\text{pac}} &= 4,275 \cdot 10^3 / 220 = 19,43 \text{ A.} \end{aligned} \quad (3.23)$$

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 ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП n, шт	P, кВт	K _C	P _{расч.,кВт}	S _{расч., кВА}	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8
ЩС-1							
Линия 1	5	1	1,425				
	6	1	1,425				
	7	1	1,425				
	итого	3	4,275	0,8	3,42	4,275	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	1,425				
	9	1	1,425				
	10	1	1,425				
	итого	3	4,275	0,8	3,42	4,275	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	1,425				
	12	1	1,425				
	13	1	1,425				
	итого	3	4,275	0,8	3,42	4,275	19,43
Линия 7	18	1	5,5				
	19	1	5,5				
	итого	2	11	0,6	6,6	11	37,5

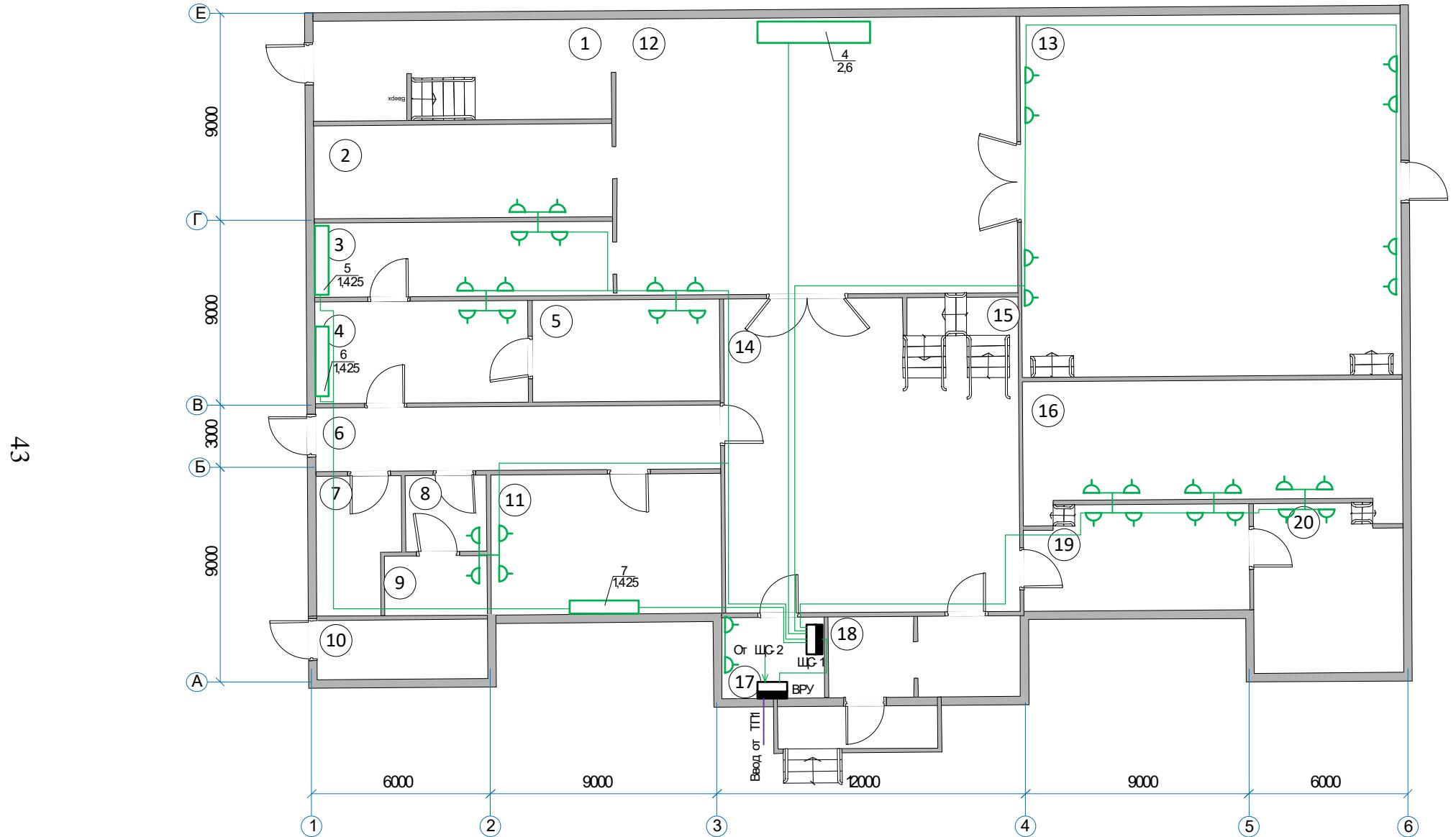


Рисунок 3.5 – План силовой сети, 1 этаж

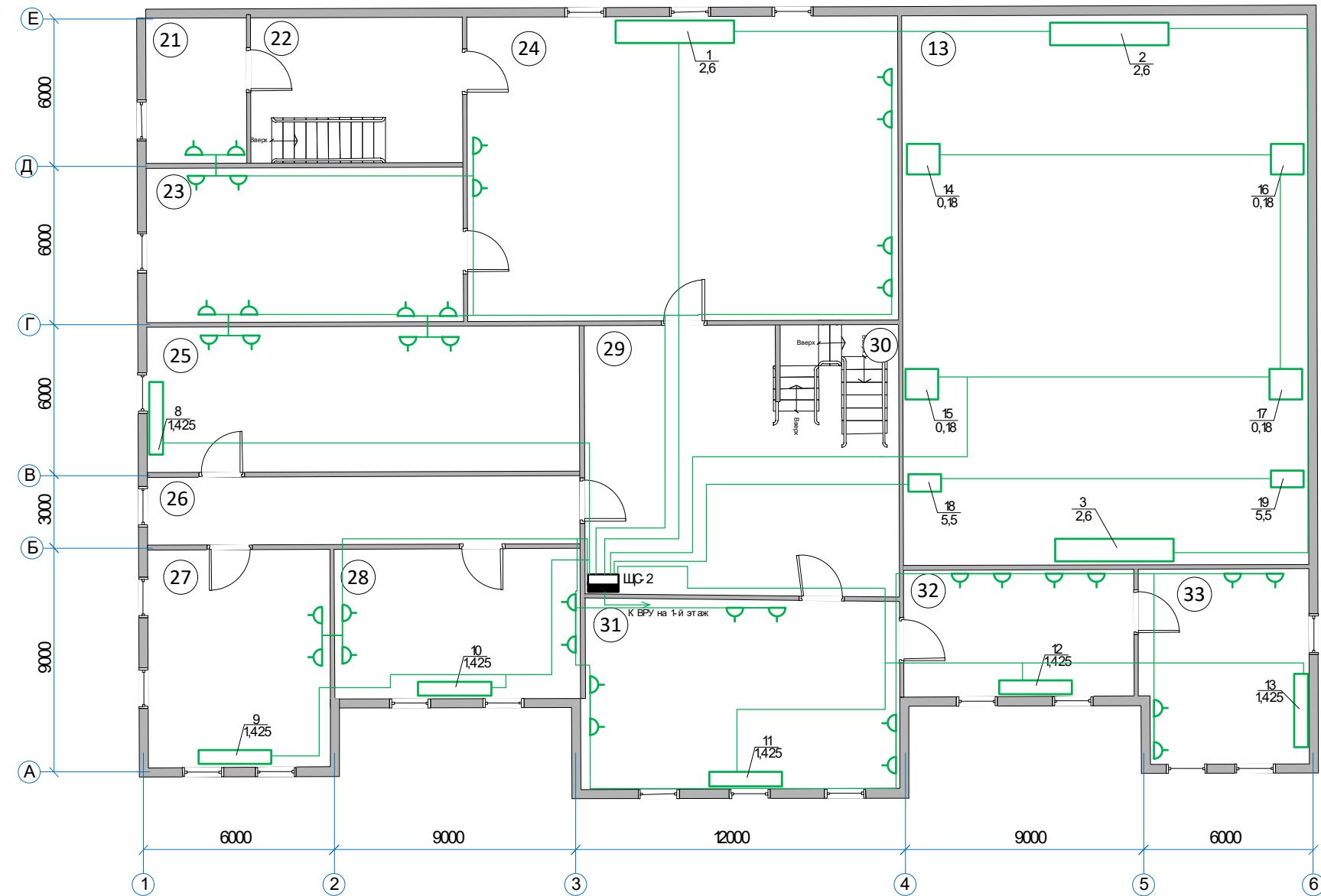


Рисунок 3.6 – План силовой сети, 2 этаж

3.4 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]

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

где $p_{n.o}, q_{n.o}$ - активная и реактивная мощности однофазного ЭП.

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

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

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.

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

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:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{nom} \cdot n} A, \quad (3.26)$$

где n – число линий;

S_p - полная расчетная электрическая нагрузка , кВт;

U_{nom} .- номинальное напряжение линии, кВ.

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

$$I_p = \frac{28,96/0,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 2} = 27,5 \text{ A.}$$

Выбираем 2 кабеля для потребителя II категории для питания здания по расчетному току после аварийного режима типа ВВГнгLS5x35 с допустимым током $I_{dop}=115$ А [22,табл.1.3.13]. Проверяем в послеаварийном режиме $27,5 \cdot 2 = 55$ А < 115 А, условие выполняется.

3.5.2 Выбор ВРУ и вводного автомата

ВРУ выбирается по числу отходящих линий и номинальному току. Для здания городского дома культуры выбран в качестве ВРУ шкаф ВРУ-8504 и вводной автомат типа ВА57-Ф35 на номинальный ток 63 А.

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

$$I_p \leq K_{c,n} \cdot I_{dop}, \quad (3.27)$$

где I_p - расчетный ток линии, А;

I_{dop} - длительно допустимый ток проводника, А;

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

$$22 \leq 0,95 \cdot 115 \text{ A};$$

$$22 \leq 109,25 \text{ A.}$$

Соответствия выбранному защитному устройству:

$$K_{c.n} \cdot I_{don} \geq K_{заш.} \cdot I_3, \quad (3.28)$$

где I_3 - параметр защитного устройства, А;

$K_{заш.}$ - 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 ПВД/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:

$$I_{ср.рас} \geq I_p, \quad (3.29)$$

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

б) по номинальному току теплового реле:

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

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

$K_n = 1,1$ – коэффициент надежности.

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

$$I_{ср.рас} \geq I_3, \quad (3.31)$$

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

где $K_{ус.прок}$ – прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля [7],
 $I_{доп}$ – длительный ток кабеля, А;

$K_{заш.}$ - коэффициент защиты который равен 1, представляющий собой отношения длительного тока для провода или кабеля к параметру защитного устройства [2];

I_3 - ток срабатывания автомата.

Выбор вводных автоматов на силовой пункт сведем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Выбор вводных автоматов на силовой пункт

№	Ip, A	Сечение кабеля	Iном, A	Кус.п рок.	Кзаш .	Iср.рас,	Тип выключателя	Номинальный ток выключа теля, A	Уставка по току срабатывания, A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ВРУ	55	35	115	0,95	1	109,25	ВА57Ф35	400	2000
ЩС-1	19,43	10	50	0,95	1	47,5	ВА57Ф35	160	800
ЩС-2	37,5	35	115	0,95	1	95	ВА57Ф35	25	100
ЩО-1	5,3	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	160
ЩО-2	6,08	2,5	25	0,95	1	19	ВА57Ф35	25	100

Выбор автоматов защиты отходящих линий сведем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Выбор автоматов защиты отходящих линий

№ линии	Ip, A	Марка кабеля	Iдо п, A	Кус. прок.	Кза щ.	Iср.р ас, A	типа автомата	номинальный ток выключа теля, A	отключа ющая способн ость, A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЩС-1									
линия 1	19,43	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	5,45	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	14,77	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	2,73	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 5	4,09	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
ЩС-2									
линия 1	6,14	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	19,43	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	6,14	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	35,45	ВВГнгLS- 3x10	50	0,95	1	47,5	ВА 47-29	50	8000
линия 5	3,27	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 6	19,43	ВВГнгLS- 3x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 7	37,5	ВВГнгLS- 3x10	50	0,95	1	47,5	ВА 47-29	50	8000
ЩО-1									
линия 1	0,51	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	1,18	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	1,14	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	2,51	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 5	0,47	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 6	0,96	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
ЩО-2									
линия 1	1,16	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 2	1,51	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 3	0,91	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 4	0,84	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 5	0,46	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000
линия 6	0,98	ВВГнгLS- 5x2,5	25	0,95	1	23,75	ВА 47-29	25	6000

3.7 Выбор кабельно-проводниковой продукции

Сечение провода определяем по условию, аналогично пункту 3.1.

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

Таблица 3.8 – Выбор сечений проводов и кабельных линий

№	I _p , A	Марка кабеля	I _{доп,А}	r _{уд.кл} , Ом/км	X _{уд.кл} , Ом/км
1	2	3	4	5	6
ВРУ	55	БВГнгLS 5x35	115	0,89	0,0637
ЩС-1	19,43	БВГнгLS 5x10	50	3,1	0,073
ЩС-2	37,5	БВГнгLS 5x10	50	3,1	0,073
ЩО-1	5,3	БВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-2	6,08	БВГнгLS 5x2,5	25	7,4	0,116

Выбор сечений кабельной линий, 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,А}	r _{уд.кл} , Ом/км	X _{уд.кл} , Ом/км
1	2	3	4	5	6
ЩС-1					
линия 1	19,43	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	5,45	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	14,77	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,73	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	4,09	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-2					
линия 1	6,14	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	19,43	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	6,14	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	35,45	БВГнгLS- 3x10	50	3,1	0,073
линия 5	3,27	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	19,43	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 7	37,5	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-1					
линия 1	0,51	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	1,18	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	1,14	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	2,51	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,47	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,96	БВГнгLS - 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩО-2					
линия 1	1,16	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 2	1,51	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 3	0,91	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 4	0,84	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 5	0,46	БВГнгLS- 3x2,5	25	7,4	0,116
линия 6	0,98	БВГнгLS- 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	5,3	ЩО-II-1А-25-9 УХЛ4	25	9
ЩО-2	6,08	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, введется 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 введется дополнительное сопротивления, величина которого зависит от места возникновения КЗ (рисунок 3.7).

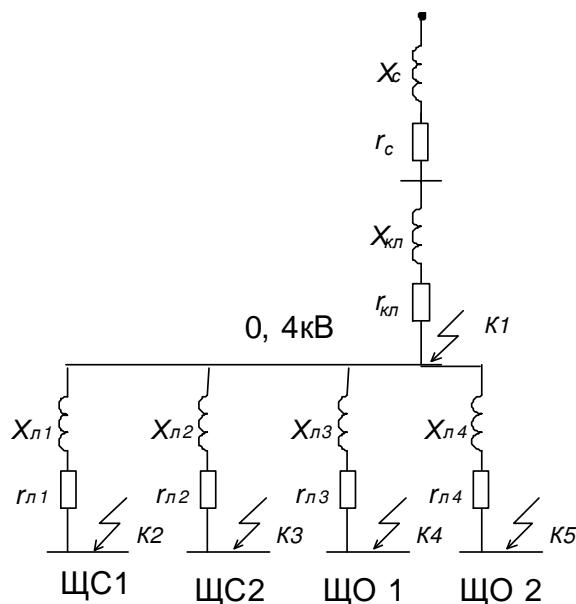


Рисунок 3.7 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Для двух кабелей КЛ марки ВВГнг LS 5x35 протяженностью $L_{кл}=20\text{м}$ и проложенных параллельно, по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

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

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

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

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

$$X_{л}=X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.34)$$

$$X_{л}=0,0637 \cdot 20/2=0,637 \text{ мОм}$$

Аналогично для кабеля Л1 марки ВВГнгLS 5x10 протяженностью $L_{л1}=3\text{м}$ по справочным данным удельные активное и реактивное сопротивления:

Активное сопротивление: $R_{уд.кл}=3,1 \text{ Ом/км}$

Реактивное сопротивление: $X_{уд.кл}=0,073 \text{ Ом/км}$

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

$$R_{л1}=3,1 \cdot 3=9,3 \text{ мОм};$$

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

$$X_{л1}=0,073 \cdot 3=0,219 \text{ мОм}.$$

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]:

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

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

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

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

$$R_c = r_{tp} = 5,5 \text{ мОм}; \\ X_c = x_{tp} = 17,14 \text{ мОм.}$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$\begin{aligned} X_\Sigma &= X_l + X_{l1} + X_c, \\ X_\Sigma &= 0,637 + 0,219 + 17,14 = 17,996 \text{ мОм.} \end{aligned} \quad (3.35)$$

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

$$\begin{aligned} R_\Sigma &= R_{\text{доб}} + R_{l1} + R_l + R_c, \\ R_\Sigma &= 20 + 8,9 + 9,3 + 5,5 = 43,7 \text{ мОм.} \end{aligned} \quad (3.36)$$

Ток трехфазного КЗ:

$$\begin{aligned} I_{K-1} &= \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_\Sigma^2 + R_\Sigma^2}}, \\ I_{K-1} &= \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{17,996^2 + 43,7^2}} = 4,89 \text{ кА.} \end{aligned} \quad (3.37)$$

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

Таблица 3.11 – Трехфазный ток КЗ

точка КЗ	Rc, мОм	Xc, мОм	Rл, мОм	Xл, мОм	Rуд.кл мОм/м	Xуд.кл мОм/м	Lкл, м	Rл1, мОм	Xл1, мОм	Rдоб, мОм	Rсумм, мОм	Xсумм, мОм	Iк.з, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K2	5,5	17,14	8,9	0,637	3,1	0,073	3	9,30	0,22	20	43,70	17,996	4,89
K3	5,5	17,14	8,9	0,637	3,1	0,073	12	37,20	0,88	20	71,60	18,653	3,12
K4	5,5	17,14	8,9	0,637	7,4	0,116	3	22,20	0,35	20	56,60	18,125	3,89
K5	5,5	17,14	8,9	0,637	7,4	0,116	11	81,40	1,28	20	115,80	19,053	1,97

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):

$$I_{k.z.} \leq I_{\text{пр.откл}}, \quad (3.38)$$

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

Таблица 3.12 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Щит	Точка к.з.	$I_{k.z.}, \text{kA}$	Тип выключателя	Предельная отключающая способность, кА	$I_{k.z.} \leq I_{\text{пр.откл}}$
1	2	3	4	5	6
ЩС-1	K2	4,89	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩС-2	K3	3,12	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-1	K4	3,89	ВА57Ф35	10	соответствует
ЩО-2	K5	1,97	ВА57Ф35	10	соответствует

Выбранные автоматические воздушные выключатели соответствуют условию проверки на отключающую способность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом бакалаврской работы является система электроснабжения здания МБУК «ГДК» г. Минусинск, находящегося на территории Красноярского края.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки для каждого уровня электроснабжения, после чего была спроектирована схема электроснабжения здание МБУК «ГДК», г. Минусинск. 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 МБУК «ГДК», г. Минусинск, соответствующая всем современным требованиям.

Практическая ценность предложенного варианта реконструкции обусловлена тем, что предложенные проектные решения в рамках проектирования системы электроснабжения данного здания городского дома культуры 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. Карташев, 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, 2007. – 602 с.
18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.
19. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.
20. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В.Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.
21. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И.Анастасиев, Е.З.Бранзбург, А.В.Коляда. - М.: Энергия, 2010.–397 с.
22. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2010. – 214 с.
23. 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.
24. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.
25. 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.
26. 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.
27. Зачем нужен проект электроснабжения?[Электронный ресурс] : URL:<https://obion.ru/blog/zachem-nuzhen-proekt-elektrosnabzheniya/>(дата обращения: 05.04.2020).
28. Этапы и стоимость проекта электроснабжения коммерческих объектов [Электронный ресурс] : URL:<https://www.kp.ru/guide/proektirovaniye-elektronsnabzhenija.html> (дата обращения: 05.04.2020).
29. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1177.

30. Федеральный закон от 26.03.2003 № 36-ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период» // Собрание законодательства РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1178.

31. Федеральный закон № 125-ФЗ от 07.07.2003 "О внесении изменений и дополнений в федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» (действующая редакция 2016) [Электронный ресурс] : URL:consultant.ru/document/cons_dos_ (дата обращения: 05.04.2020).

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

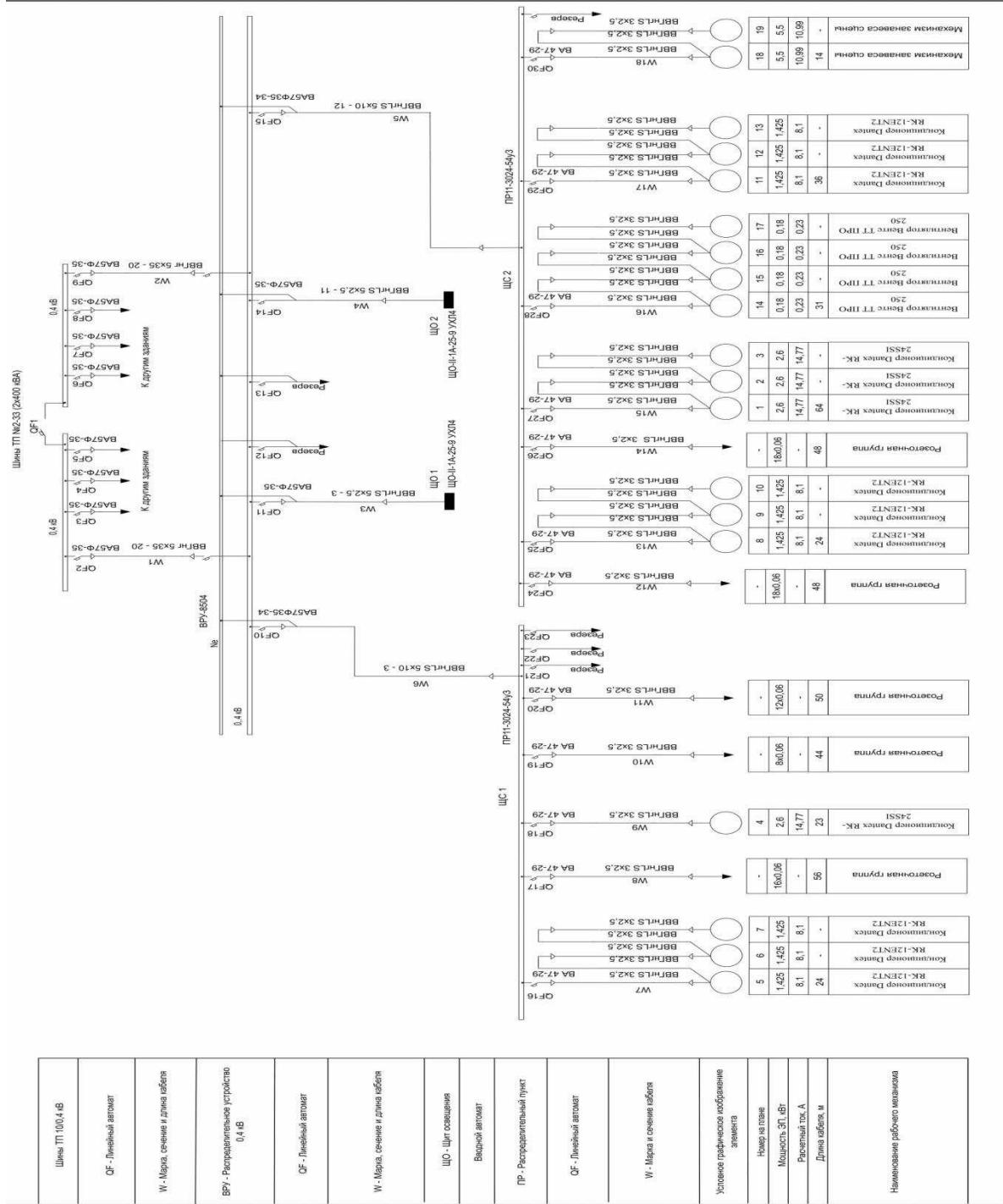
33. Отдел культуры администрации г. Минусинска [Электронный ресурс]. URL: <http://old.educentre.ru/munitsipalnye-organy-upravleniya-kultury-krasnoyarskogo-kraya-i-uchrezhdeniya-kultury-i-iskusstva/goroda/minusinsk> (дата обращения 15.05.2020).

34. АС-ДПО-01-50 светильник [Электронный ресурс]. URL: <https://astraled.ru/magazin/product/svetodiodnyy-svetilnik-as-dpo-01-50> (дата обращения 15.05.2020).

35. LT-LBWP-02-8W светильник Лайт Феномен [Электронный ресурс]. URL: <https://lightphenomenon.ru/svetilniki-svetodiodnye-dlya-zhkh-lbwp-ip65> (дата обращения 15.05.2020).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Однолинейная схема электроснабжения дома культуры



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
Н.Н. Г.Н. Чистяков
подпись инициалы, фамилия
«29 » 06 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Реконструкция схемы электроснабжения здания городского дома культуры
г. Минусинска
тема

Руководитель Е. В. Платонова
доцент, к.т.н.
подпись, дата

Е. В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник Полуянов В.В.
подпись, дата

Полуянов В.В.
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. Кычакова
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2020