

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Электроснабжение сельского дома культуры на 100 мест в Мещовском районе
Калужской области

Обучающийся

И.А. Тишин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2024

Аннотация

В бакалаврской работе разработан проект системы электроснабжения дома культуры на 100 мест.

Питание дома культуры осуществляется от трансформаторной подстанции до электрощитовой, в которой располагается в водно-распределительное устройство.

В работе была определена расчётная ожидаемая нагрузка в целом по зданию. Определены категории надёжности электроснабжения установленных в здании электроприёмников. Установлено, что основная часть электроприёмников относится к третьей категории и имеется группа электроприёмников первой категории.

Выбрано сечение кабелей для внутренних сетей и сетей к противопожарному оборудованию. Для защиты кабельных линий электроприёмников в точках подключения устанавливаются автоматические выключатели, которые были выбраны по рабочим токам и током короткого замыкания.

Выбраны типы светильников для внутренней и наружной установки. Для внутренних помещений был произведён расчёт необходимого количества светильников.

Определены параметры системы заземления и молниезащиты здания, а также выполнен расчёт их параметров.

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

Содержание

Введение.....	4
1 Определение параметров системы внутреннего электроснабжения дома культуры.....	8
1.1 Выбор схемы электроснабжения.....	8
1.2 Определение расчетной электрической нагрузки по дому культуры ...	10
1.3 Определение требований к надежности электроснабжения и качеству получаемой электроэнергии.....	12
1.4 Выбор проводников и защитных аппаратов	16
2 Определение параметров системы электрического освещения дома культуры.....	28
3 Проектирование системы заземления и молниезащиты дома культуры	37
4 Перечень мероприятий по предотвращению поражения людей электрическим током	46
Заключение	48
Список используемой литературы и источников	50

Введение

Планируется строительство сельского дома культуры на 100 мест в зрительном зале с минимальным количеством помещений, необходимых для полноценного функционирования клуба, а также достаточным для удовлетворения общественных потребностей в сохранении и развитии традиционной народной культуры и поддержки художественного любительского творчества, другой самодеятельной творческой инициативы и социальной активности населения, организации его досуга и отдыха с учетом потребностей и интересов различных социально-возрастных групп жителей п. Молодежный.

На рисунке 1 показан участок планируемой застройки.



Рисунок 1 - Участок планируемой застройки

Часть здания в осях 3/А-В предназначена для размещения помещений

образовательно-воспитательной деятельности (номера 118 и 119) (проведение лекций, семинаров, а также занятий по коррекции знаний и способов деятельности, их проверке и оценке, дополнительных учебных занятий для разных возрастных групп населения), в осях 2-3/Г-Д – для размещения изостудии (кабинет 125) с приемной (кабинет 124). Помещение 125 предназначено для проведения занятий по рисунку, живописи и скульптуре (каждый вид деятельности (предмет) проводится в разное время). Помещение приемной предназначено для оборудования рабочего места преподавателя, хранения художественных принадлежностей и методических материалов и организации мест для переодевания и ожидания детей.

Помещения для образовательно-воспитательной деятельности и изостудия имеют обособленные входы с целью проведения мероприятий независимо от времени работы дома культуры и без привязки к технологическому процессу дома культуры.

Вестибюль предназначен для встречи посетителей. Оборудован системой контроля и управления доступом, напольным кулером.

Гардероб, без выделения постоянного рабочего места гардеробщика, рассчитан на 100 человек.

Зрительный зал на 100 мест с эстрадой оснащены видеопроекционным, световым и звуковым оборудованием, для сцены предусмотрены механика и одежда.

Видеопроекционное оборудование: для презентаций, кинофильмов в зале установлен экран и проектор, а также предусмотрена возможность управления показами с ноутбука.

Световое оборудование: система профессионального динамического освещения (светодиодные «вращающиеся головы» и прожекторы, генератор тумана, треугольные фермы, кронштейны и т.д.) позволит освещать сцену и создавать дополнительные световые эффекты при проведении развлекательных мероприятий или живых музыкальных выступлений.

Звуковое оборудование: современный и актуальный для сегодняшнего

дня набор профессионального звукового оборудования (пассивная акустическая система и сабвуфер, усилитель, цифровой микшер, радиомикрофонная система, микрофонные стойки, стойки под акустическую систему и т.д.) обеспечит стандартный функционал применения – позволит проводить концертно-развлекательные мероприятия, вокальные выступления артистов, конференции и выступления.

Управление занавесом дистанционное с помощью пульта.

Игровая-кружковая оборудована 2-х местными аудиторными столами, столами для черчения и рисования, различного рода шкафами для хранения атрибутов, магнитно-маркерной доской и полутораметровым зеркалом и рассчитана на одновременное пребывание не более 15 человек, включая преподавателя.

Костюмерная размещена совместно с игровой-кружковой и предназначена для хранения костюмов и реквизита, оснащена, помимо офисной мебели и техники, оборудованием для ухода за костюмами (швейной машиной, гладильной доской и утюгом).

Кабинет заведующего ДК оснащен современной офисной мебелью и техникой (МФУ, ноутбуками, мебельным сейфом).

Библиотека с объемами фондов до 2 тыс. ед. хранения функционально разделена на зону обслуживания посетителей и рабочую зону сотрудника, оборудована стеллажами, кафедрой выдачи, ноутбуком и МФУ, столом для читателей, формулярным и каталожным шкафами.

В объеме проектируемого дома культуры предусмотрены помещения образовательно-воспитательной деятельности с обособленным выходом для возможности проведения лекций, семинаров, а также занятий по коррекции знаний и способов деятельности, их проверке и оценке, дополнительных учебных занятий для разных возрастных групп населения. Данные кабинеты могут быть использованы в качестве помещений для временных курсов, коворкинга и т.п.

Оборудование помещений технической части.

Оконные проемы проектируемого объекта оборудованы солнцезащитными, регулируемыми устройствами типа жалюзи. В зрительном зале на окнах размещены плотные рулонные шторы с электроприводом. На окнах технической части и изостудии установлены оконные решетки.

В таблице 1 приведена штатная численность персонала дома культуры.

Таблица 1 - Штатная численность персонала дома культуры

Профессия по категориям работающих	Группа производственного процесса	Численность работающих, чел.
Сельский дом культуры		
Директор	1А	1
Заведующий изостудией	1А	1
Методист	1А	1
Художественный руководитель	1А	1
Культурорганизатор	1А	1
Административная часть		
Художник-фотограф	1А	1
Лектор-искусствовед	1А	1
Тех. служащая	1Б	1
Итого работающих:		8

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной системы электроснабжения сельского дома культуры на 100 мест, отвечающей требованиям безопасности для мест с массовым пребыванием людей.

1 Определение параметров системы внутреннего электроснабжения дома культуры

1.1 Выбор схемы электроснабжения

Дом культуры относится к III категории по надежности электроснабжения (ПУЭ п. 7.2.1, СП 256.1325800.2016 п. 6.1) [11], [19]. Точкой присоединения к внешним сетям является опора №4 ВЛ-0,4 кВ, КТП №182, ВЛ-10 кВ №3, ПС Заря.

На границе земельного участка, расположена железобетонная опора 0,4кВ, от которой выполняется присоединение. Прокладка кабельной линии выполняется кабелем ВБбШв-4×25 по опоре (кабель по опоре необходимо защитить металлическим уголком) и в траншее в земле до электрощитовой (помещение 127) сельского дома культуры.

В электрощитовой устанавливается вводно-распределительное устройство, предназначенное для приема, распределения и учета электроэнергии. ВРУ снабжено трехфазным счетчиком непосредственного включения [13].

От вводно-распределительного устройства прокладывается питающая (распределительная) сеть к шкафам ЩВ, ЩУО, ЩНО, ЩР-1, ЩР-2, АПС, ИБП.

Противоаварийные устройства должны быть снабжены автономными источниками питания.

ВРУ, ЩР1, ЩР2, ЩО, ЩНО, ЩВ являются щитами заводского изготовления. Шкафы автоматики приточно-вытяжных систем поставляются комплектно с оборудованием.

Однолинейная схема ВРУ приведена на рисунке 2.

1.2 Определение расчетной электрической нагрузки по дому культуры

Расчет электрических нагрузок выполнен по удельным показателям и расчетным коэффициентам, приведенным в СП 256.1325800.2016 [19].

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [19]:

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

где $K_{c.p}$ - расчетный коэффициент спроса;

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

n - число розеток» [19].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [19]:

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

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [19].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [19]:

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [19].

«Расчетную электрическую нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения P_p , следует определять по формуле» [19]:

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

где « K - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение;

K_1 - коэффициент, зависящий от отношения расчетной электрической нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования холодильной станции;

$P_{p.o}$ - расчетная электрическая нагрузка освещения;

$P_{p.c}$ - расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха;

$P_{p.x.c}$ - расчетная электрическая нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха» [19].

Установленные/расчетные мощности электроприемников питаемых от щитов заносим в таблицу 2.

Таблица 2 - Установленные/расчетные мощности электроприемников питаемых от щитов

Наименование групп электроприёмников	Руст, кВт	Кс	Ррасч, кВт
Электроосвещение:	-	-	-
-рабочее	3,0	1	3,0
Итого по электроосвещению	3,0	1	3,0
Силовое электрооборудование	-	-	-
Шкаф силовой (ЩР1)	15,5	0,7	10,85
Шкаф силовой (ЩР2)	3,8	0,7	2,66
Обогрев кровли (ШУ-2-ПЭО)	6,1	1	6,1
Щит вентиляции(ЩВ)	5,07	0,9	4,56

Продолжение таблицы 2

Наименование групп электроприёмников	Р _{уст} , кВт	К _с	Р _{расч} , кВт
Питание средств связи и безопасности	0,44	1	0,44
Шкаф упр. приводом занавеса (ШУ-НПП-ЗАД 1-3,7)	3,71	0,5	1,85
Наружное освещение	1,04	1	1,04
Итого по дому культуры	46,65	0,64	29,86
Годовой расход электроэнергии	-	-	51360 кВт·час/год

По результатам расчетов общая ожидаемая электрическая нагрузка здания дома культуры составила 30 кВт.

1.3 Определение требований к надежности электроснабжения и качеству получаемой электроэнергии

Дом культуры относится к III категории по надежности электроснабжения.

Питание по кабельным линиям приходит на ВРУ, расположенный в помещении электрощитовой (помещение 127). «Категорийность электроприемников по надежности электроснабжения определена в соответствии с ПУЭ согласно п. 1.2.19. правил устройства электроустановок (ПУЭ)» [11].

Электроприемниками I категории по надёжности электроснабжения являются [9]:

- приборы пожарной сигнализации;
- насосная станция противопожарного водоснабжения;
- системы оповещения;
- система охраны входов;
- эвакуационное освещение.

Данное оборудование в своём составе имеет резервные источники питания, а именно встроенные аккумуляторные батареи (кроме - насосной

станции противопожарного водоснабжения).

Для обеспечения 1 категории по надёжности электроснабжения насосной станции противопожарного водоснабжения, в работе предусмотрена установка источника бесперебойного питания P-COM Multi-Pro D1033 с батарейным кабинетом V10 аккумуляторных батарей Vektor GP 12-33.

На рисунке 3 представлен внешний вид выбранного ИБП и задней панели с разъемами для подключения шкафа с внешними батареями.



Рисунок 3 - Внешний вид выбранного ИБП и задней панели с разъемами для подключения шкафа с внешними батареями

ИБП этой серии требует минимального обслуживания.

При подключении к электросети, независимо от того, включён ли ИБП, он продолжает заряжать батареи, а также обеспечивает защитную функцию перезарядки и разрядки.

В таблице 3 приведены технические характеристики выбранного ИБП.

Таблица 3 - технические характеристики выбранного ИБП P-COM Multi-Pro D1033

Характеристика	Значение
Тип ИБП	Online
Форма выходного напряжения	Чистый синус
Номинальное входное напряжение	220
Номинальное выходное напряжение	220
Входное напряжение, В (минимальное)	274
Входное напряжение, В (максимальное)	478
Тип выходных разъемов питания	Клеммная колодка
Входная частота, Гц	40Гц-70 Гц
Выходная частота, Гц	50Гц- 60 Гц
Количество и емкость батарей	16 или 20 АКБ по 12В
Напряжение цепи постоянного тока, В	192 или 240В
Время автономной работы, при нагрузке 100%, минут	зависит от емкости АКБ
Перегрузочная способность	да
Уровень шума, дБА	60дБ
Диапазон рабочих температур, °С	0-40

В соответствие с ГОСТ 32144-2013 поставляемая электрическая энергия должна соответствовать следующим критериям:

- «положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать 10 % номинального или согласованного напряжения;
- значения коэффициента не симметрии напряжений по обратной последовательности в точках общего присоединения к электрическим сетям не должны превышать 4,0 %;
- значения отклонения частоты не должны превышать ± 0.2 и ± 0.4 Гц от номинальной частоты электрической сети в нормальном и послеаварийном режимах работы сети» [4].

В соответствии с ГОСТ Р 50571.5.52-2011, падение напряжения в сети освещения между ист. питания и любой точкой нагрузки не превышает 3% [5].

Для приборов АПС применяется резервный источник питания - аккумуляторные батареи.

В нормальном режиме, электроснабжение выполняется по кабельной линии: 1 ввод, при исчезновении напряжения на рабочем вводе потребители первой категории получают питание от индивидуальных АКБ.

По п.7.3.1 и 7.3.2 СП 256.1325800.2016 компенсация реактивной мощности не требуется [19].

Отключение системы вентиляции выполняется с помощью щитов автоматики, установленных в помещении вентиляционной (помещение 201), сигнал на срабатывание подается от системы АПС.

Для коммерческого учета электрической энергии применяется счетчик ПСЧ-4ТМ.05МК.20. Счетчик имеет узел для опломбировки, для защиты от несанкционированного доступа, стойкий к изменению положения, размещается в ЩУ (щит учета) ВРУ. На рисунке 4 приведен внешний вид счетчика ПСЧ-4ТМ.05МК.20.



Рисунок 4 - Внешний вид счетчика ПСЧ-4ТМ.05МК.20

В целях экономии электрической энергии освещение внутреннее выполнено светодиодными светильниками, которые имеют светоотдачу около 100 лм/Вт и являются самыми эффективными источниками света из доступных на данный момент [24].

Наружное освещение также выполнено светодиодными светильниками. Светильники входных зон оснащены сенсором для включения автоматически.

1.4 Выбор проводников и защитных аппаратов

Выбор кабельной продукции производился по ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности, п.6 и «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», утвержденные Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390, пункт 5 [10].

Согласно ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» для одиночной или групповой прокладки заложены кабельные изделия, не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении (исполнение — нг (,..)*-HF) [3].

На рисунке 5 приведена внутренняя структура выбранного кабеля ВВГнг-HF.



Рисунок 5 - Внутренняя структура выбранного кабеля ВВГнг-HF

Буквенная маркировка расшифровывается следующим образом [1]:

- В - изделие предлагается с изоляцией, выполненной из ПВХ;
- В - имеет оболочку, которая также производится из поливинилхлорида;
- Г - не оснащается специальными защитными слоями;
- нГ - использованные материалы не воспламеняются;
- НГ - индекс говорит, что в составе нет галогенов.

При прохождении стояков электропроводки через перекрытия выполнена герметизация стояков. Для этого в отверстия перекрытий заложены гильзы.

Пустоты внутри гильз после прокладки электропроводки заделываются огнестойким герметиком «Силотерм ЭП-71».

Согласно п 7.10 СП 31-110-2003 «панели щита противопожарных устройств должны иметь отличительную окраску (красную). Аппараты защиты и управления линий, питающих противопожарные устройства, расположенные на ВРУ (ГРЩ), должны иметь отличительную окраску (красную)» [20].

Кабельная линия до ВРУ выполняется кабелем ВБбШВ по ПУЭ 2.3.37. «Для кабельных линий, прокладываемых в земле или воде, должны применяться преимущественно бронированные кабели. Металлические оболочки этих кабелей должны иметь внешний покров для защиты от химических воздействий» [11].

На рисунке 6 приведена внутренняя структура выбранного кабеля ВБбШВ.



Рисунок 6 - Внутренняя структура выбранного кабеля ВБбШВ

Расшифровка силового кабеля ВБбШв [2]:

- В - изоляция жил из поливинилхлоридного пластиката;
- Б - броня из двух стальных лент;
- б - без подушки, которая является внутренней частью защитного покрова, наложенная под броней с целью предохранения находящегося под ней элемента от коррозии и механических повреждений лентами или проволоками брони;
- Шв - защитный покров в виде выпрессованного шланга из поливинилхлоридного пластикат.

Питающие и распределительные сети выполняются:

- в кабельных лотках за подвесным потолком, по стенам.

Распределительные сети здания выполняются, сменяемые:

- «открыто, в негорючих ПВХ трубах по строительным конструкциям здания;
- открыто, на лотках» [21].

Электропроводка выполнена скрыто: в негорючих ПВХ трубах за обшивкой негорючих гипсокартонных перегородок.

Электропроводка к вентиляционному оборудованию в венткамере на чердаке выполняется в негорючих ПВХ трубах. Проводка в зрительном зале и на эстраде выполняется в негорючих ПВХ трубах [14].

Электропроводка к противопожарному оборудованию выполняется согласно ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» для одиночной или групповой прокладки кабельными изделиями огнестойкими, не распространяющими горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением (исп. - нг (,..)*-FRLS). Электропроводку противопожарного оборудования выполнить по отдельным трассам, отличных от трасс электропроводок иного оборудования [3].

На рисунке 7 приведена внутренняя структура выбранного кабеля ВВГнг-FRLS.

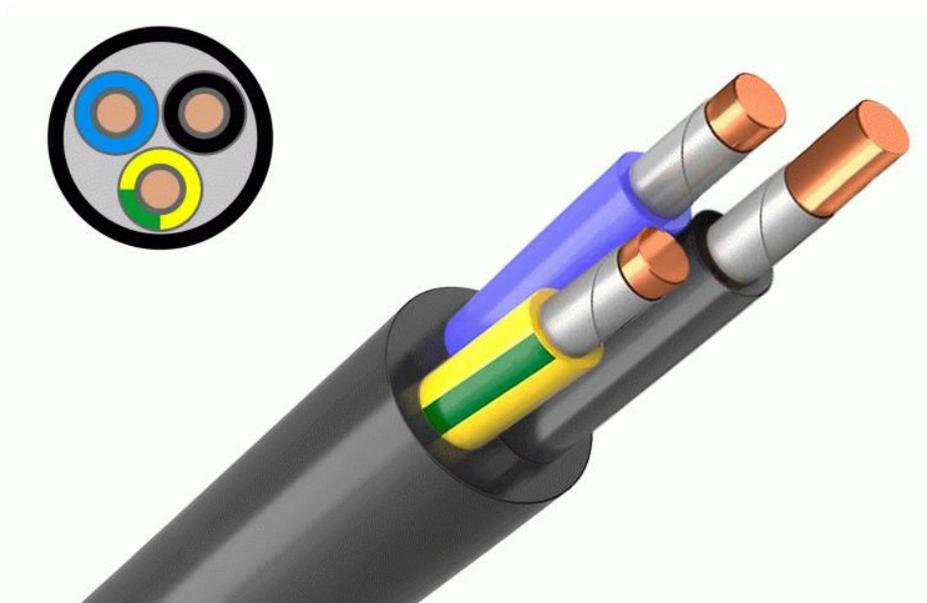


Рисунок 7 - Внутренняя структура выбранного кабеля ВВГнг-FRLS

Расшифровка аббревиатуры кабеля ВВГнг-FRLS:

- отсутствие буквы А говорит, что жила - медная;
- В - ПВХ-изоляция;
- В - оболочка состоит из винила;
- Г - голый;
- П - плоский;
- НГ - стоек к возгоранию при групповой прокладке;
- «FR» - («Fire Resistance») огнестойкий;
- «LS» - («Low Smoke») низкий уровень дыма при возгорании.

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

Трубы ПВХ должны иметь сертификат пожарной безопасности согласно НПБ 246-97 [8].

Выбор сечений проводников и определение потерь напряжения в них производятся по следующей методике.

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [15]:

$$I_{\text{до}} = I_{\text{ном.до}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (5)$$

где « k_1 - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды;

k_2 - поправочный коэффициент на термическое сопротивление грунта;

k_3 - поправочный коэффициент на количество групп кабелей;

k_4 - поправочный коэффициент на способ прокладки кабелей» [15].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [15]:

$$U = \frac{I_{\text{расч}} \cdot L \cdot R_{\text{уд}}}{S}, \quad (6)$$

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

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [15].

Технологическое оборудование поставляется фирмами комплектно с полностью собранными щитами управления, имеющие сертификаты, и со степенью защиты, позволяющей их установку в непосредственной близости с оборудованием.

«Для защиты кабельных линий от перегрузки в точках подключения устанавливаются автоматические выключатели, которые выбраны по току и по условиям короткого замыкания» [16].

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

– по номинальному напряжению» [16]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (7)$$

– «по номинальному току» [16]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (8)$$

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

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)},, \quad (9)$$

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

«Выбор исполнения расцепителей максимального тока. Если в соответствии с ПУЭ требуется защита от перегрузки и эта защита не обеспечивается другими устройствами, то автоматические выключатели должны иметь расцепители максимального тока с обратной зависимостью от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки, свойственных нормальной эксплуатации.

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

$$k_{рн} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (10)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

k_{pn} – коэффициент разброса защитной характеристики, определяемый для нижней границы;
 k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [16].

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

$$t_i > t_{ni},, \quad (11)$$

где « t_i – время срабатывания расцепителя с обратной зависимой от тока характеристикой;
 t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [16].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [16]

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (12)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствие с ПУЭ» [16].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

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

$$I_{pa} \leq I_{np} \leq I_{дон},, \quad (13)$$

$$I_2 \leq 1,45I_{дон},, \quad (14)$$

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

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимый ток кабеля;

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

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

Проверка на селективность. В соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [16].

Выбранные типы, номинальные токи, токи расцепителей автоматических выключателей, марки и сечения кабельных линий обозначены на рисунках 8-10.

В работе предусмотрена установка системы обогрева кровли.

Обогрев кровли выполнен в соответствии с «Рекомендациями по применению противообледенительных устройств на кровлях с наружным и внутренними водостоками для строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданий 2004г», СП 17.13330.2017 п. 9.14 [18].

Проектируемая крыша скатная с лотками и воронками для водосточной трубы. Нагревательный элемент необходимо проложить по всем лоткам, воронкам и водосточным трубам.

В качестве нагревательного элемента используется саморегулирующий нагревательный кабель марки TSD-30.

Система антиобледенения будет работать тогда, когда измеренная температура попадет в установленный пользователем диапазон. При этом для этой системы рабочий диапазон температуры принят от +5 °С до - 5 °С.

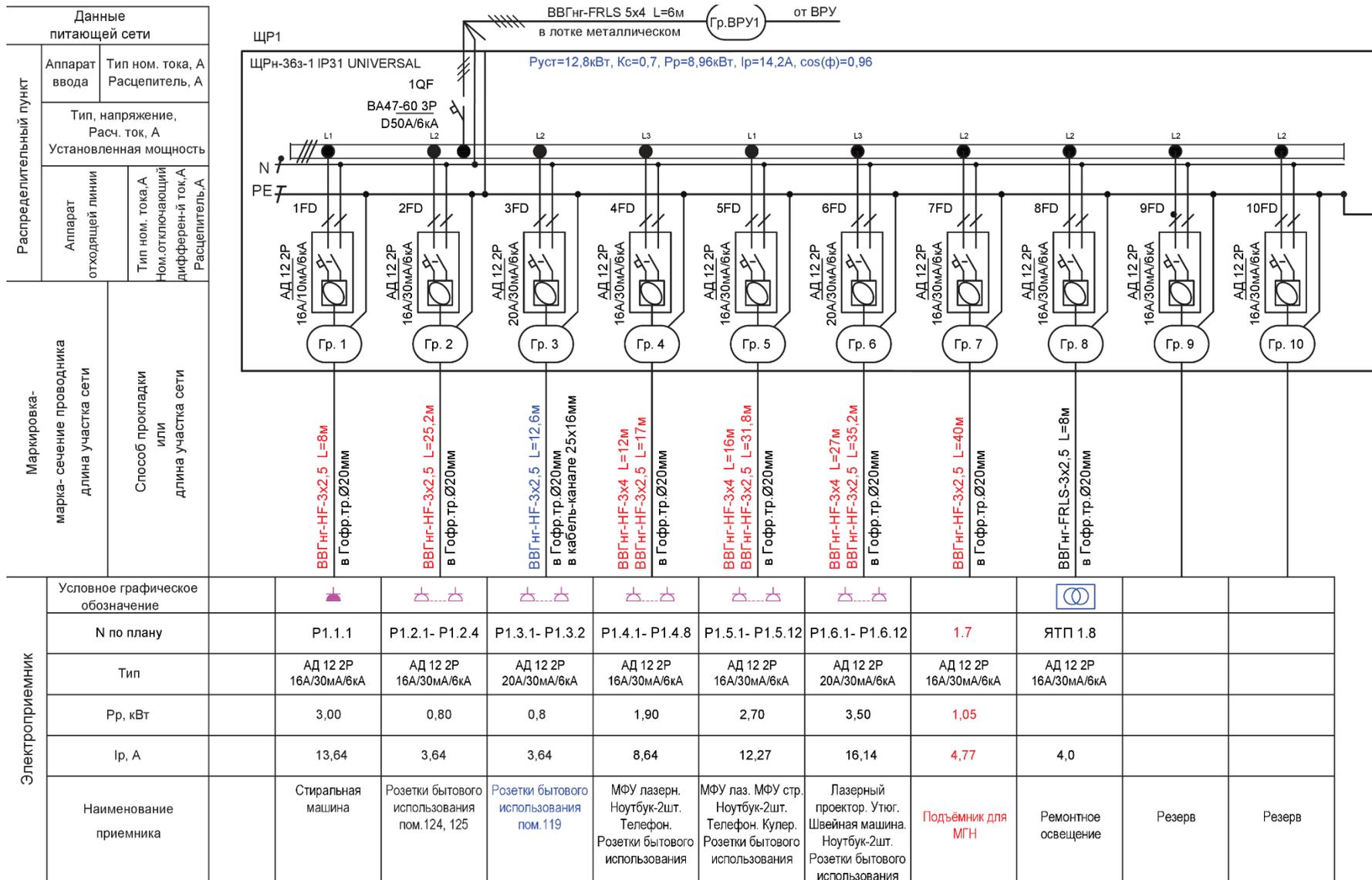


Рисунок 8 - Однолинейная схема распределительного щита ЩР1

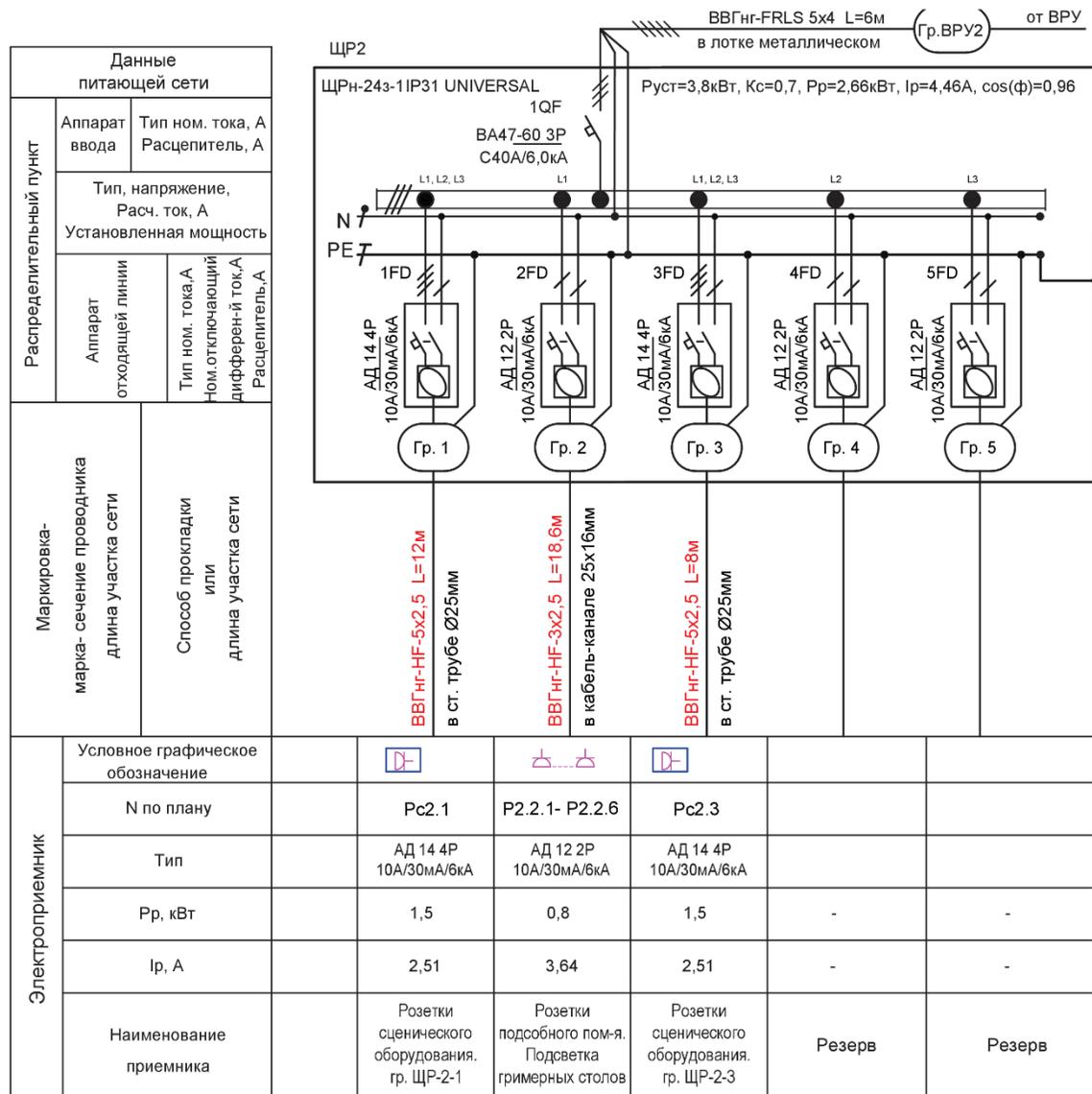


Рисунок 9 - Однолинейная схема распределительного щита ЩР2

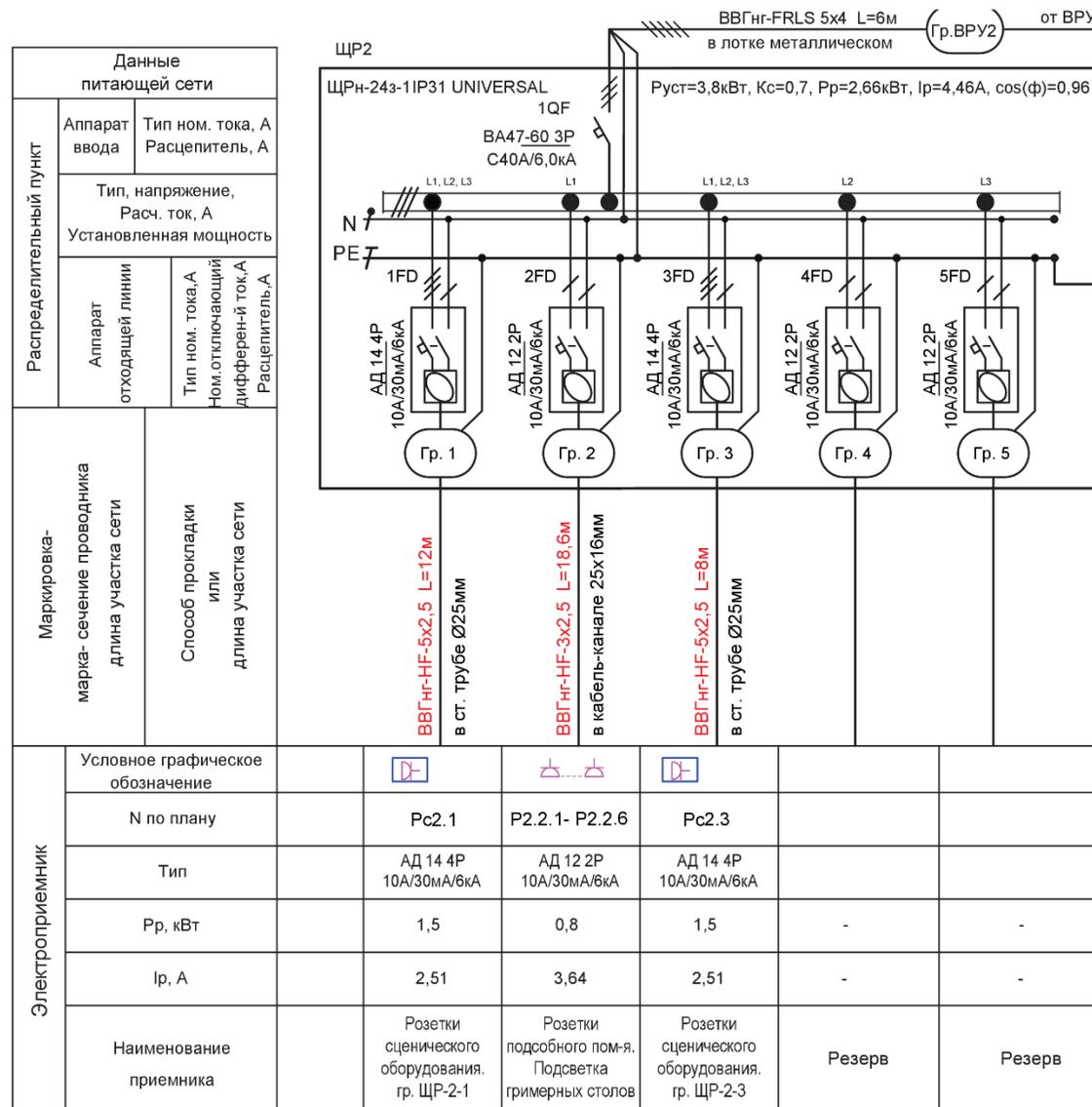


Рисунок 10 - Однолинейная щита вентиляции ЩВ

Выводы по разделу.

В электрощитовой здания устанавливается вводно-распределительное устройство, предназначенное для приема, распределения и учета электроэнергии. От ВРУ прокладывается питающая (распределительная) сеть к шкафам ЩВ, ЩУО, ЩНО, ЩР-1, ЩР-2, АПС, ИБП.

По результатам расчетов общая ожидаемая электрическая нагрузка здания дома культуры составила 30 кВт.

Основные ЭП дома культуры относятся к III категории по надежности электроснабжения. К электроприемникам I категории по надёжности электроснабжения относятся:

- приборы пожарной сигнализации;
- насосная станция противопожарного водоснабжения;
- системы оповещения;
- система охраны входов;
- эвакуационное освещение.

Для обеспечения I категории по надёжности электроснабжения насосной станции противопожарного водоснабжения, в работе предусмотрена установка источника бесперебойного питания P-COM Multi-Pro D1033 с внешним батарейным шкафом.

Основной из мер по повышению энергетической эффективности здания является применение светодиодных светильников для внутреннего и наружного освещения.

Выбраны сечения кабелей для внутренних сетей ВВГнг-НФ и ВВГнг-FRLS к противопожарному оборудованию, наружная линия к ВРУ выполнена кабелем ВБбШВ.

Для защиты кабельных линий и электроприемников в точках подключения устанавливаются автоматические выключатели, которые выбраны по рабочим токам и токам КЗ.

2 Определение параметров системы электрического освещения дома культуры

Для внутреннего освещения используются светодиодные светильники: RayLux Светильник O-lux 30 3190-508-G-Д для тамбуров, вестибюлей, гардероба; RayLux Светильник O-lux 30 3190-508-A-Д игровая-кружковая, костюмерная, тамбур, коридор; RayLux Светильник O-lux 30 3190-508-A-Д в кабинетах; Raylux Светильник i-lux 30 F 3010-508-W-Д опал в кабинетах; LEDEL Radian NEW 15/10/Д/5.0K/03 на эстраде и в зале. Высота установки выключателей - 1,8м от пола [22].

На рисунке 11 представлен внешний вид светильника серии O-lux 30 и его кривая силы света.

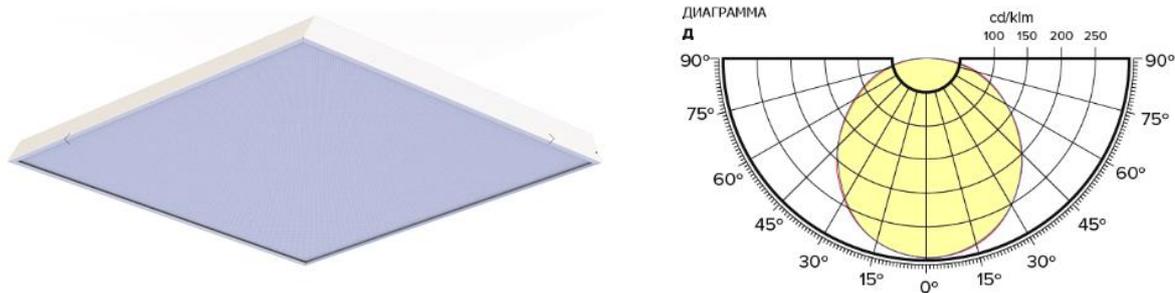


Рисунок 11 - Внешний вид светильника серии O-lux 30 и его кривая силы света

Параметры выбранного светильника O-lux 30 представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Параметры выбранного светильника O-lux 30

Параметр	Значение
Световой поток светильника ($T_a=25^{\circ}\text{C}$), Лм	3030
Потребляемая мощность в номинальном режиме, Вт	30
Цветовая температура, К	3000, 4000, 5000
Производитель светодиодов	Lumileds

Продолжение таблицы 4

Параметр	Значение
Габаритные размеры светильника, мм	595×595×40
Масса светильника не более, кг	2,7
Напряжение питающей сети, В	176 - 264
Частота питающей сети, Гц	47-63
Коэффициент мощности (cos φ), не менее	0,95
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Индекс цветопередачи	Ra>80
Пульсации светового потока не более	1%
Температура эксплуатации, °С	от 0 до +50
Вид климатического исполнения	УХЛ4
Степень защиты от воздействия окружающей среды	IP20, IP54
Ресурс работы светодиодного модуля	100000
Заводская гарантия на светильник	5 лет

На рисунке 12 представлен внешний вид светильника серии LEDEL Radian NEW 15/10/Д/5.0К/03.



Рисунок 12 - Внешний вид светильника серии LEDEL Radian NEW 15/10/Д/5.0К/03

Параметры выбранного светильника LEDEL Radian NEW 15/10/Д/5.0К/03 представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Параметры выбранного светильника LEDEL Radian NEW 15/10/Д/5.0К/03

Параметр	Значение
Мощность (Вт)	10
Высота упаковки, мм	75
Ширина упаковки, мм	200
Вес брутто, кг	0.4
Световой поток (Лм)	854
Длина упаковки, мм	220
Цветовая температура (К)	5000
Угол света (°)	диаграмма Д
Индекс цветопередачи (CRI)	85
Степень защиты	IP40
Тип рассеивателя	Опал
Материал корпуса	Металл
Размер врезного отверстия (мм)	165
Гарантия	5 лет
Источник света	LED (светодиод)

В венткамере и электрощитовой для ремонтного освещения предусмотрена установка ящиков с разделительным трансформатором ЯТП для подключения переносных светильников [9].

Наружное освещение территории выполняется ДКУ-03AF-40 Вт (площадка перед входной группой здания) и Luxet Street К 50-TL-PL (остальная территория объекта по периметру) с круглосимметричной, широкой боковой кривой силы света, мощностью 40 и 50 Вт, соответственно.

Управление наружным освещением осуществляется выносным фотореле и/или цифровым таймером, установленным в щите ЩНО(ЯУО). Таймер типа ТЭ15, производства ИЭК, предназначен для автоматического включения/отключения потребителей через заданный промежуток времени в течении недели.

Таймер поддерживает четыре режима работы:

- все рабочие дни (пн-пт);
- выходные дни (сб, вс);

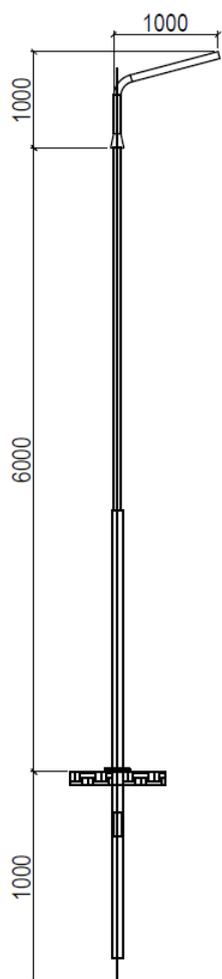
- вся неделя (пн-вс);
- один любой день.

В любой день можно произвести включение/отключение вручную. Щит ЩНО установлен в помещении электрощитовой (помещение 127).

Нормируемая освещенность территории принята - 2 лк по п. 7.27 СП 52.13330.2011. Высота установки светильников: ДКУ-03АФ-40 Вт - 4 м и Luxet Street К 50-TL-PL - 8м. Сеть наружного освещения выполняется кабелем марки АВБШВ 3×6.

На рисунке 13 представлен внешний вид опоры наружного освещения и выбранный светильник Стрит-премьер.

Внешний вид опор
высотой 7м (1:50)



Внешний вид светильников
Стрит-премьер (1:50)

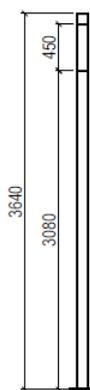


Рисунок 13 - Внешний вид опоры наружного освещения и выбранный светильник Стрит-премьер

Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение», в работе предусмотрена сеть общего рабочего и аварийного освещения [22].

Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования.

«Индекс помещения i определяется по выражению» [9]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (15)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [9].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [9]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (16)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [9].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [9]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (17)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [9].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [9]:

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (18)$$

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [9]:

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (19)$$

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [9]:

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (20)$$

Аварийное освещение организовано при помощи светильников со встроенными блоками питания.

Сети рабочего освещения (ЩО) присоединены к ВРУ, резервное освещение проектируется так, чтобы быть использованным для целей эвакуационного освещения и удовлетворяет соответствующим требованиям, установленным выше для эвакуационного освещения.

В работе предусмотрена установка светильников аварийного освещения непосредственно над местами размещения средств пожаротушения [7].

Эвакуационное освещение предусмотрено над каждым эвакуационным выходом.

На рисунках 14 и 15 представлены однолинейные схемы щита управления наружного освещения ЩНО и щита внутреннего освещения ЩО соответственно.

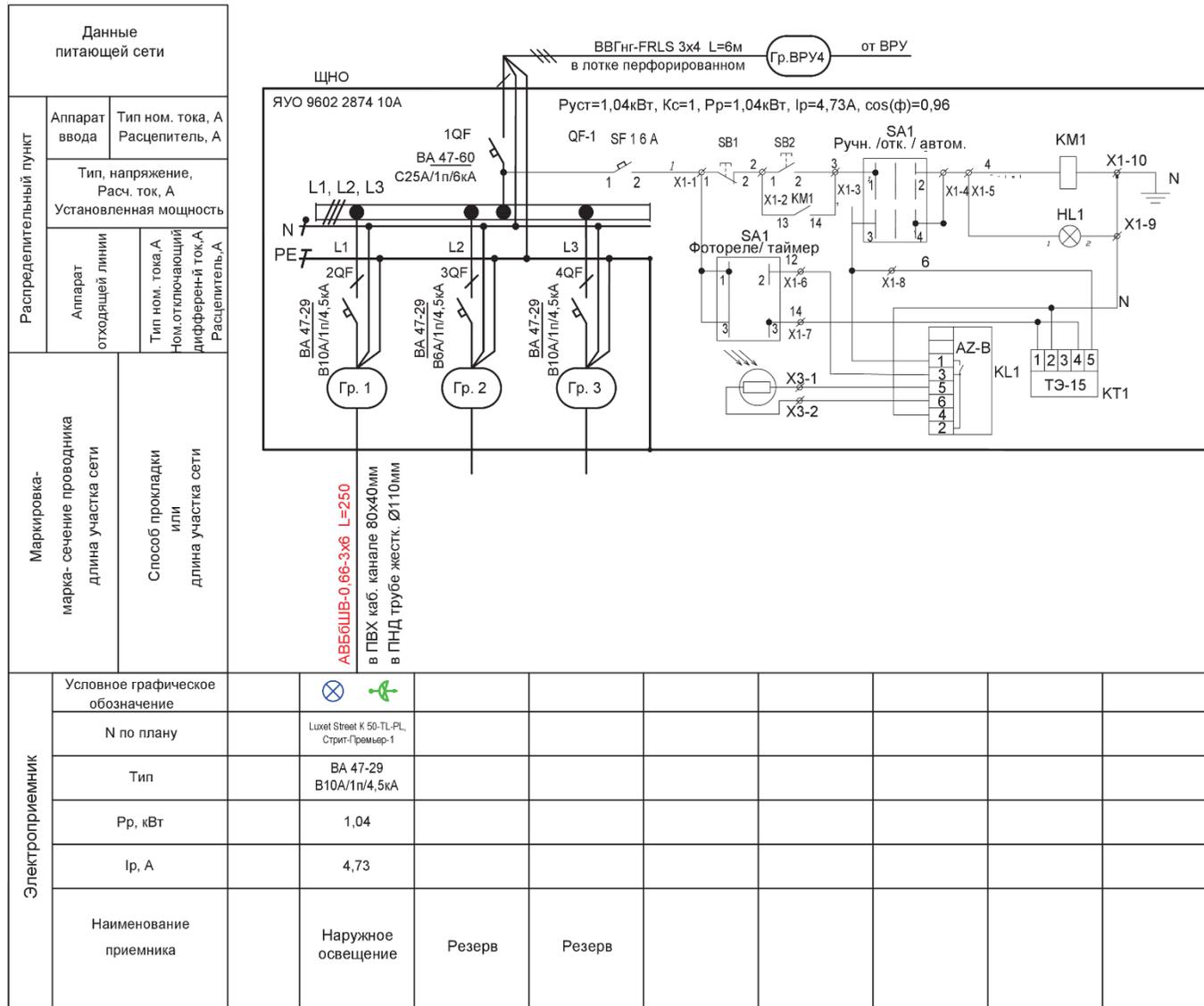


Рисунок 14 - Однолинейная схема щита управления наружного освещения ЩНО

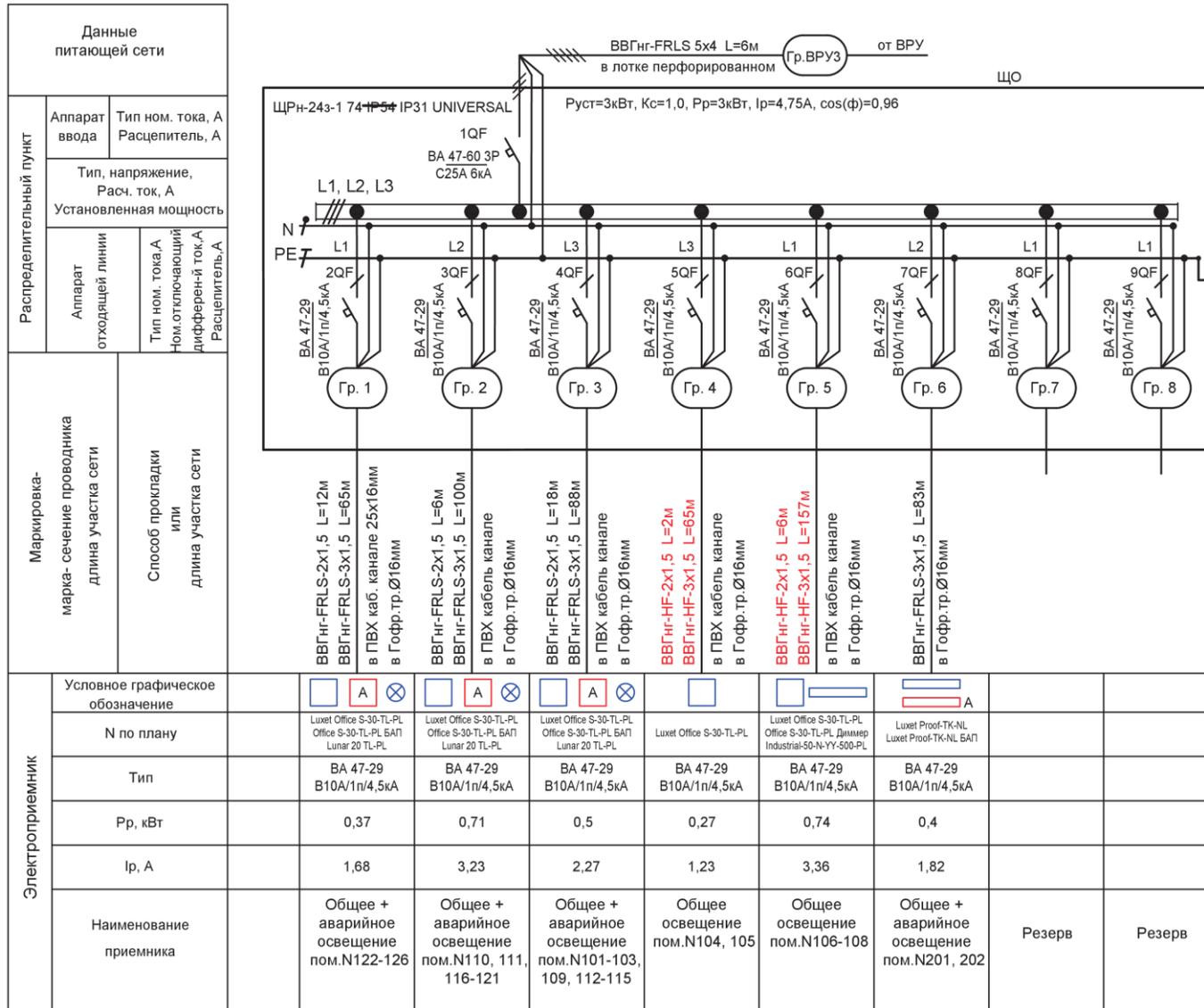


Рисунок 15 - Однолинейная схема щита внутреннего освещения ЩО

Система пожарной сигнализации функционирует полностью в автоматическом режиме и не требует стороннего вмешательства [23].

В венткамере (помещение 201) и электрощитовой (помещение 127) для ремонтного освещения предусмотрена установка ящиков с разделительным трансформатором ЯТП для подключения переносных светильников.

Выводы по разделу.

Для внутреннего освещения используются светодиодные светильники RayLux серии O-lux 30 для большинства помещений и LEDEL Radian NEW на эстраде и в зале.

Наружное освещение территории выполняется ДКУ-03AF-40 (площадка перед входной группой здания) и Luxet Street К 50-TL-PL (остальная территория объекта по периметру). Управление наружным освещением осуществляется выносным фотореле и/или цифровым таймером, установленным в щите ЩНО.

Для системы внутреннего освещения был выполнен расчет требуемого количества светильников исходя из заданного уровня освещенности.

3 Проектирование системы заземления и молниезащиты дома культуры

Для обеспечения безопасности людей и защиты электрооборудования в соответствии с Правилами Устройства Электроустановок, в работе предусматривается система защитного зануления - соединением всех металлических частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции сетей или электроприемников, с магистралью зануления, имеющуюю прямую связь с глухозаземленной нулевой точкой источника питания, присоединенной к заземляющему устройству.

Используется система TN-C-S в питающей сети 0,4кВ и система TN-S в распределительных сетях.

«Все металлические нормально не находящиеся под напряжением части электроустановок, относящиеся к классу защиты I по ГОСТ 27570.0-87 электроустановок занулить:

- каркасы ВРУ, щитов, щитов управления;
- корпуса двигателей светильников;
- металлические лотки для прокладки кабелей.

Для зануления металлических корпусов бытовых стационарных и переносных электроприборов следует применять отдельный нулевой защитный проводник (РЕ), прокладываемый от ВРУ и щитков, к которым подключен данный электроприемник: 5-й проводник для 3-х фазной сети 380/220 В и 3-й проводник для однофазной сети – 220 В. Использование для этой цели рабочего нулевого проводника (N) запрещается. Для зануления каждой розетки и корпуса светильника от розеточной группы и группы освещения отходит 3-й отдельный проводник, при этом ответвление данного защитного проводника от розеточной группы и группы освещения должно выполняться в ответвительных коробках одним из принятых способов (пайка, сварка, опрессовка, клеммы).

Последовательное соединение (зануление) штепсельных розеток и

корпусов светильников не допускается» [6].

В здании должна быть выполнена главная система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой следующие проводящие части: - PEN проводник питающей линии; - защитный проводник (PE) групповых и распределительных сетей; - заземляющий проводник, присоединенный к контуру заземления; - металлические трубы коммуникаций здания; - металлические части: строительных конструкций, централизованных систем отопления, водоснабжения, канализации, вентиляции, направляющие лифтов. Соединение указанных проводящих частей между собой следует выполнять при помощи главной заземляющей шины. Главная заземляющая шина (шина PE) выполняется внутри ВРУ и предусмотрена медной.

В работе предусматривается совмещенное заземляющее устройство для молниезащиты и повторного заземления нулевого провода. Внешний контур заземления выполняется из вертикальных электродов и горизонтальных электродов, соединенных между собой.

Заземляющее устройство (внешний контур заземления) прокладывается на глубине 0,7 м от поверхности земли на расстоянии 1 м от здания по всему периметру.

Согласно таблицы 2.1 СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» здание ДК относится к III категории [17].

Молниезащита сельского дома культуры осуществляется одиночным тросовым молниеприемником высотой 2м, закрепленных на коньке здания и соединённых между собой тросом молниеприемника и токоотводом, с горизонтальным поясом токоотвода и с контуром заземления (вертикальные опуски из проволоки, оцинкованной громоотводной Z 350 FI 8). Крепление молниеприемников к крыше выполняется закладными, разработанными заводом- производителем комплекта молниезащиты. На рисунке 16 показан план расположения сетей молниезащиты здания.

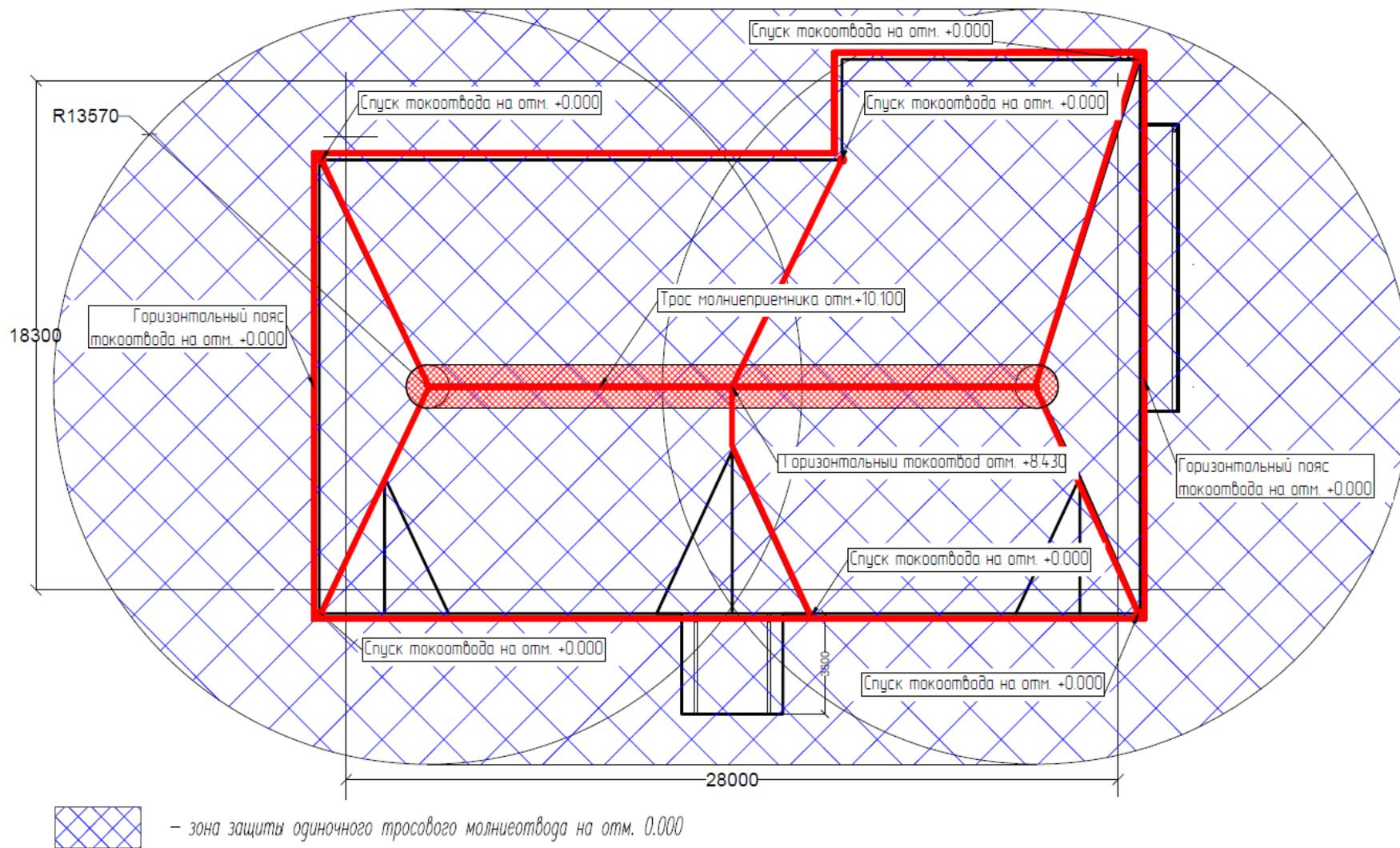


Рисунок 16 - План расположения сетей молниезащиты здания

На рисунке 17 показана схема выполнения стандартного тросового молниеотвода [12].

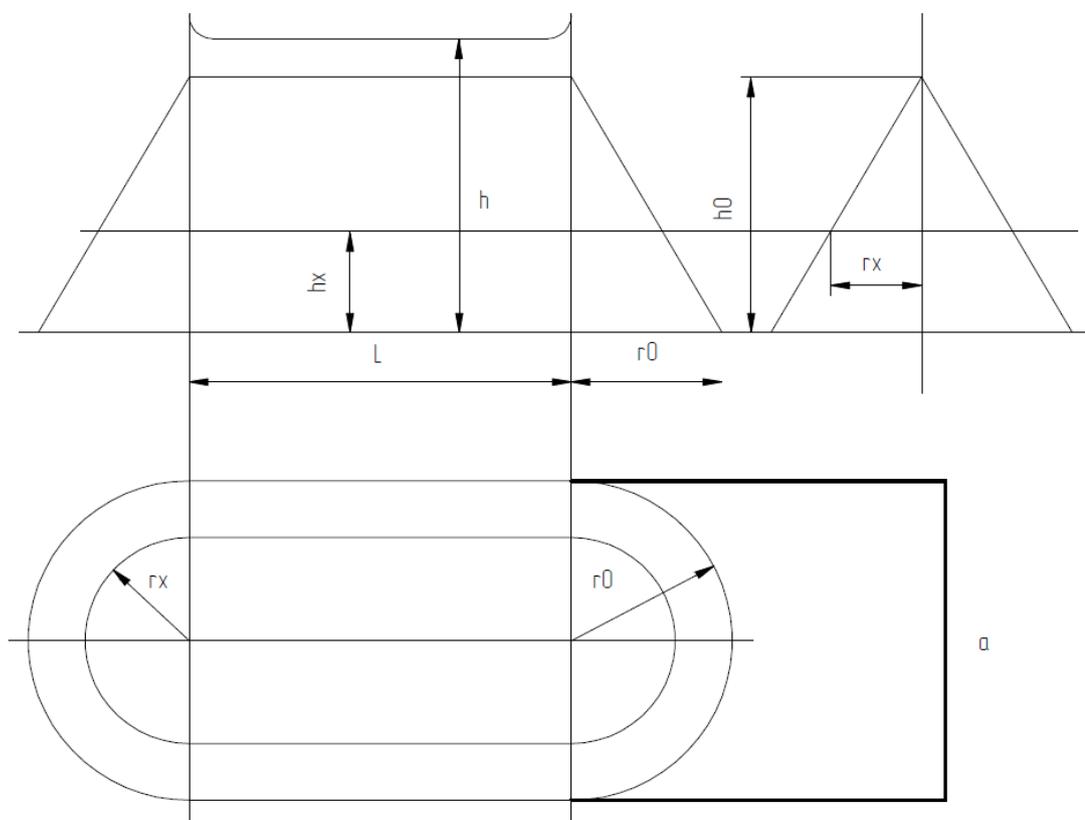


Рисунок 17 - Схема выполнения стандартного тросового молниеотвода

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой A ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$.

Здесь и далее под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

$$h = H_{\text{здания}} + h_{\text{стойки}} - h_{\text{провеса}}, \quad (21)$$

$$h = 8430 + 2000 - 330 = 10100,$$

$$h_0 = 0,87 \cdot h, \quad (22)$$

$$h_0 = 0,87 \cdot 10100 = 8787;$$

$$r_0 = 1.5 \cdot h, \quad (23)$$

$$r_0 = 1.5 \cdot 10100 = 15150;$$

$$h_x = 1000.$$

Полуширина r_x зоны защиты тросовой надёжности на высоте h_x от поверхности земли определяется выражением:

$$r_x = r_0 \cdot (h_0 - h_x) / h_0, \quad (24)$$

$$r_x = 15150 \cdot (8787 - 1000) / 8787 = 13570.$$

Опуски токоотводов располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше 20м и крепятся к наружным стенам, с шагом фиксации не более 1,2м. Опуски проложены до нулевой отметки от поверхности земли, далее соединяются с контуром заземления, стальной полосой сечением 40×4мм на сварке.

«Согласно п. 1.7.55 ПУЭ заземляющее устройство молниезащиты объединяется с контуром защитного заземления электроустановок зданий. Таким образом обеспечивается защита здания от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и заноса высокого потенциала. Ответвления от магистрали выполнить по месту. Во всех заземляющих конструкциях должна быть обеспечена непрерывность электрических цепей.

Заземление электроприемников, осветительных приборов и розеток осуществляется жилой РЕ питающего кабеля. Все металлические нетоковедущие части электрооборудования, нормально не находящиеся под напряжением, но могущие оказаться под ним в результате аварии или повреждения изоляции, необходимо заземлить путем присоединения к заземляющему проводу электропроводки. С целью уравнивания потенциалов трубопроводы всех назначений должны быть присоединены к магистрали заземления» [11]. Монтаж молниезащиты и заземления выполнить согласно ПУЭ, изд. 7, РД34.21.122-87 «Инструкции по устройству молниезащиты

зданий и сооружений», СО 153-34.21.122-2003 «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

В качестве горизонтального заземлителя используется горячеоцинкованная стальная полоса 4×40, в качестве вертикального стальной пруток диаметром 16 мм длиной 3 м.

Электрические свойства грунта характеризуются его удельным сопротивлением « ρ ». Размерность (Ом · м) или (Ом · см). Соотношение: ρ (Ом · м) = 150 ρ (Ом · см).

Изменение сопротивления заземлителей вследствие высыхания или промерзания грунта учитывается введением повышающего коэффициента, зависящего от климатической зоны размещения объекта. Для расчета принимается удельное сопротивление грунта $\rho = 200$ Ом·м. Сопротивление грунта на территории объекта примем одинаковым для упрощения расчетов.

Данное ЗУ обеспечивает наиболее равномерное распределение напряжения относительно земли по всей площади. Размещение вертикальных и горизонтальных электродов заземления показано на рисунке 18.

В таблицах 6 и 7 приведены параметры заземляющего устройства и необходимые для расчета ЗУ данные и сопротивления. Глубина же залегания электрода от поверхности земли до середины вертикального электрода заземления находится соответственно в зависимости от длины вертикального электрода и глубины заложения заземлителя относительно земли.

Таблица 6 - Заземляющее устройство. Расчетные значения

Наименование параметра	Обозначение	Значение
Эквивалентный диаметр вертикального заземлителя (при круглом сечении равен диаметру)	$d_{экв}$	16 мм
Профиль сечения горизонтального электрода	$a \times b$	40×4 мм
Глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли до электрода	$t_{в}$	0,7 м
Глубина заложения горизонтального электрода от поверхности земли	$t_{г}$	0,7 м
Сопротивление грунта	ρ	200 Ом·м
Сопротивление грунта для расчета вертикальных заземлителей длиной 3 м	$\rho_{в.3}$	200 Ом·м
Сопротивление грунта для расчета горизонтальных заземлителей длиной	$\rho_{г.}$	200 Ом·м
Сопротивление одиночного стержневого заземлителя длиной 3 м	$\frac{\rho_{в.3}}{2 \cdot \pi \cdot l_{верт}} \cdot \left(\ln \frac{2l_2}{d_{экв}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$	66,57 Ом

Таблица 7 - Заземляющее устройство здания ДК

Наименование параметра	Расчётное выражение	Значение
Количество вертикальных заземлителей длиной 3 м	$n_{в}$	12 шт.
Длина горизонтального заземлителя	$l_{г}$	110 м
Сопротивление горизонтального заземлителя	$R_{гор} = \frac{0,366 \cdot \rho}{l_2} \cdot \lg \frac{2l_2^2}{b \cdot t_{верт}}$	3,951 Ом
КПД горизонтальных заземлителей	$\eta_{гор}$	0,41 о.е.
КПД вертикальных заземлителей	$\eta_{верт}$	0,8 о.е.
Сопротивление горизонтальных	$R_{гор} = \frac{R_{гор}}{\eta_{гор}}$	9,637 Ом
Сопротивление вертикальных	$R_{верт} = \frac{R_{верт}}{\eta_{верт} \cdot n_{в}}$	9,246 Ом
Сопротивление контура	$R_{конт} = \frac{R_{верт} \cdot R_{гор}}{R_{верт} + R_{гор}}$	4,719 Ом

$$R_{\text{конт}} = \frac{R_{\text{конт1}} \cdot R_{\text{конт2}}}{R_{\text{конт1}} + R_{\text{конт2}}}, \quad (25)$$

Сопротивление общего заземляющего устройства для молниезащиты, потребителей электроэнергии, систем связи согласно нормативным документам должно быть не более 4 Ом. После выполнения работ по монтажу заземления должны быть проведены замеры. При недостаточности предпринятых мер контур заземления дополняется заземлителями.

Выводы по разделу.

Используется система TN-C-S в питающей сети 0,4кВ и система TN-S в распределительных сетях. В работе предусматривается совмещенное заземляющее устройство для молниезащиты и повторного заземления нулевого провода. Внешний контур заземления выполняется из вертикальных электродов (стальной прутки диаметром 16 мм длиной 3 м) и горизонтальных электродов (горячеоцинкованная стальная полоса 4×40), соединенных между собой. Внешний контур заземления прокладывается на глубине 0,7 м от поверхности земли на расстоянии 1 м от здания по всему периметру.

Молниезащита сельского дома культуры осуществляется одиночным тросовым молниеприемником высотой 2м, закрепленных на коньке здания. Расчетным путем подтверждено, что все здание попадает в зону защиты молниеотвода.

4 Перечень мероприятий по предотвращению поражения людей электрическим током

В здании применяется сеть 380/220В с глухозаземленной нейтралью.

Система заземления принята типа TN-C-S.

«Для защиты людей от поражения электрическим током предусматривается защита от прямого и косвенного прикосновения, которая обеспечивается: основной изоляцией токоведущих частей; оболочками; присоединение открытых проводящих частей (корпуса электрооборудования, каркасы щитов, металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные оболочки и т.п.) к системе заземления TN-C-S; автоматическим отключением питания; системой уравнивания потенциалов; системой защитного заземления» [6].

Автоматическое отключение питания розеточной сети обеспечивается защитно-коммутационными аппаратами, реагирующими на сверхтоки и дифференциальные токи.

Основная система уравнивания потенциалов объединяет между собой:

- защитные PEN проводники на вводе в здание;
- заземляющий проводник, присоединенный к контуру заземления здания (система заземления молниезащиты здания);
- металлические трубы коммуникаций (водоснабжение, канализация) входящие в здание.

Система уравнивания потенциалов выполняется по магистрально-радиальной схеме.

Магистралы уравнивания потенциалов выполняются полосовой сталью или медным проводом марки ПВ 1×4 с желто-зеленой изоляцией согласно п. 1.7 ПУЭ. Все соединения защитного заземления и уравнивания потенциалов выполнить сваркой или болтовыми соединениями не ниже 2-го класса согласно ГОСТ 10434-82 «Соединения контактные электрические».

Внутри здания между трубопроводами и другими протяженными

металлическими конструкциями в местах их сближения на расстояние менее 10см, через каждые 30м выполнены перемычки.

В качестве дополнительных мер защиты предусмотрена:

- установка дифференциальный автоматов с током утечки 30мА для защиты от поражения электрическим током на группах, питающих розетки.

В качестве заземлителя в работе принимается заземляющий контур, состоящий из стальной полосы 4×40 и прутка диаметром 16 мм. Сопротивление системы заземления не превышает 4 Ом.

Открытые элементы системы молниезащиты имеют антикоррозионное покрытие. Цветовая маркировка проводов должна соответствовать требованиям ПУЭ п.2.1.31.

Выводы по разделу.

Для защиты людей от поражения электрическим током предусматривается защита от прямого и косвенного прикосновения, которая обеспечивается: основной изоляцией токоведущих частей; оболочками; присоединение открытых проводящих частей (корпуса электрооборудования, каркасы щитов, металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные оболочки и т.п.) к системе заземления TN-S; автоматическим отключением питания; системой уравнивания потенциалов; системой защитного заземления.

Заключение

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной системы электроснабжения сельского дома культуры на 100 мест, отвечающей требованиям безопасности для мест с массовым пребыванием людей.

В электрощитовой здания устанавливается вводно-распределительное устройство, предназначенное для приема, распределения и учета электроэнергии. От ВРУ прокладывается питающая (распределительная) сеть к шкафам ЩВ, ЩУО, ЩНО, ЩР-1, ЩР-2, АПС, ИБП.

По результатам расчетов общая ожидаемая электрическая нагрузка здания дома культуры составила 30 кВт.

Основные ЭП дома культуры относятся к III категории по надежности электроснабжения. К электроприемникам I категории по надёжности электроснабжения относятся:

- приборы пожарной сигнализации;
- насосная станция противопожарного водоснабжения;
- системы оповещения;
- система охраны входов;
- эвакуационное освещение.

Для обеспечения I категории по надёжности электроснабжения насосной станции противопожарного водоснабжения, в работе предусмотрена установка источника бесперебойного питания P-COM Multi-Pro D1033 с внешним батарейным шкафом.

Основной из мер по повышению энергетической эффективности здания является применение светодиодных светильников для внутреннего и наружного освещения.

Выбраны сечения кабелей для внутренних сетей ВВГнг-НФ и ВВГнг-FRLS к противопожарному оборудованию, наружная линия к ВРУ выполнена кабелем ВББШВ. Для защиты кабельных линий и электроприемников в точках подключения устанавливаются автоматические выключатели, которые

выбраны по рабочим токам и токам КЗ.

Для внутреннего освещения используются светодиодные светильники RayLux серии O-lux 30 для большинства помещений и LEDEL Radian NEW на эстраде и в зале. Наружное освещение территории выполняется ДКУ-03AF-40 (площадка перед входной группой здания) и Luxet Street K 50-TL-PL (остальная территория объекта по периметру). Управление наружным освещением осуществляется выносным фотореле и/или цифровым таймером, установленным в щите ЩНО.

Для системы внутреннего освещения был выполнен расчет требуемого количества светильников исходя из заданного уровня освещенности.

Используется система TN-C-S в питающей сети 0,4кВ и система TN-S в распределительных сетях. В работе предусматривается совмещенное заземляющее устройство для молниезащиты и повторного заземления нулевого провода. Внешний контур заземления выполняется из вертикальных электродов (стальной пруток диаметром 16 мм длиной 3 м) и горизонтальных электродов (горячеоцинкованная стальная полоса 4×40), соединенных между собой. Внешний контур заземления прокладывается на глубине 0,7 м от поверхности земли на расстоянии 1 м от здания по всему периметру.

Молниезащита сельского дома культуры осуществляется одиночным тросовым молниеприемником высотой 2м, закрепленных на коньке здания. Расчетным путем подтверждено, что все здание попадает в зону защиты молниеотвода.

Для защиты людей от поражения электрическим током предусматривается защита от прямого и косвенного прикосновения, которая обеспечивается: основной изоляцией токоведущих частей; оболочками; присоединение открытых проводящих частей (корпуса электрооборудования, каркасы щитов, металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные оболочки и т.п.) к системе заземления TN-C-S; автоматическим отключением питания; системой уравнивания потенциалов; системой защитного заземления.

Список используемой литературы и источников

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. 86 с.
2. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> (дата обращения 30.12.2023).
3. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 30.12.2023).
4. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 30.12.2023).
5. ГОСТ Р 50571.5.52-2011 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092622> (дата обращения 12.01.2024).
6. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 17.01.2024).
7. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 15.12.2023).
8. НПБ 246-97 Нормы пожарной безопасности. Арматура

электромонтажная. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001088> (дата обращения 12.01.2024).

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

10. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 23.04.2020) «О противопожарном режиме» [Электронный ресурс]: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/ (дата обращения 12.01.2024).

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

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

13. Рожин А.Н., Бакшаева Н.С. Внутрицеховое электроснабжение: учеб. пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2016. 258с.

14. СанПиН 2.4.2821-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902256369> (дата обращения 30.12.2023).

15. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.

16. Синенко Л.С., Электроснабжение. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: учеб. пособие к практ. занятиям. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/122353214> (дата обращения 26.01.2024).

17. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения 15.12.2023).

18. СП 17.13330.2017 Свод правил. Кровли [Электронный ресурс].

URL: <https://docs.cntd.ru/document/456081632> (дата обращения 12.01.2024).

19. СП 256.1325800.2016. Свод правил. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения 30.12.2023).

20. СП 31-110-2003 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 30.12.2023).

21. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: docs.cntd.ru/document/1200084087 (дата обращения 08.01.2024).

22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 16.12.2023).

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

24. Федеральный закон от 23 ноября 2009г. № 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 30.12.2023).