

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 дома культуры в селе Ярово

Обучающийся

И.А. Румянцев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2023

## Аннотация

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы электроснабжения дома культуры в селе Ярово. Приведена краткая характеристика планируемого к постройке здания, дано описание используемых в нем характерных электроприемников. Определены источники электроснабжения и обоснована необходимость строительства резервной дизельной электростанции. Выбраны типы, сечения питающих кабелей. Определены расчётные нагрузки по дому культуры, суммарное значение расчётной активной мощности составило 131 кВт.

Рассмотрены вопросы электроснабжения потребителей дома культуры. Выбраны автоматические выключатели для защиты от токов короткого замыкания и перегрузок, а также питающие кабели для силовых электроприемников сетей рабочего и аварийного освещения. Рассмотрены вопросы организации системы заземления здания и его молниезащиты. Произведён расчёт количества вертикальных заземлителей и суммарного сопротивления сложного заземлителя. Для внутреннего освещения помещений и освещения наружной территории выбраны светодиодные светильники. Для каждого помещения определено необходимое количество и тип светильников в зависимости от норм освещённости. Произведён расчёт резервной электрической станции, мощность которой выбрана для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей первой категории.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки в 55 страниц и графической части, состоящей из 6 листов А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Выбор схемы электроснабжения ДК.....	9
2 Расчет нагрузок по зданию ДК .....	11
3 Обеспечение электроприемников электрической энергией в соответствии с требованиями к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии. 14	
4 Выбор параметров системы заземления (зануления) и молниезащиты .....	20
5 Выбор типа, класса проводников и осветительной арматуры .....	25
6 Расчет количества светильников в системах рабочего и аварийного освещения.....	44
7 Выбор резервных источников электроэнергии.....	47
Заключение .....	51
Список используемой литературы .....	53

## Введение

Строительство дома культуры в селе Ярово предполагается на улице Коммунистической на специально отведенной под это территории. На рисунке 1 показано место размещения будущего дома культуры на карте местности.

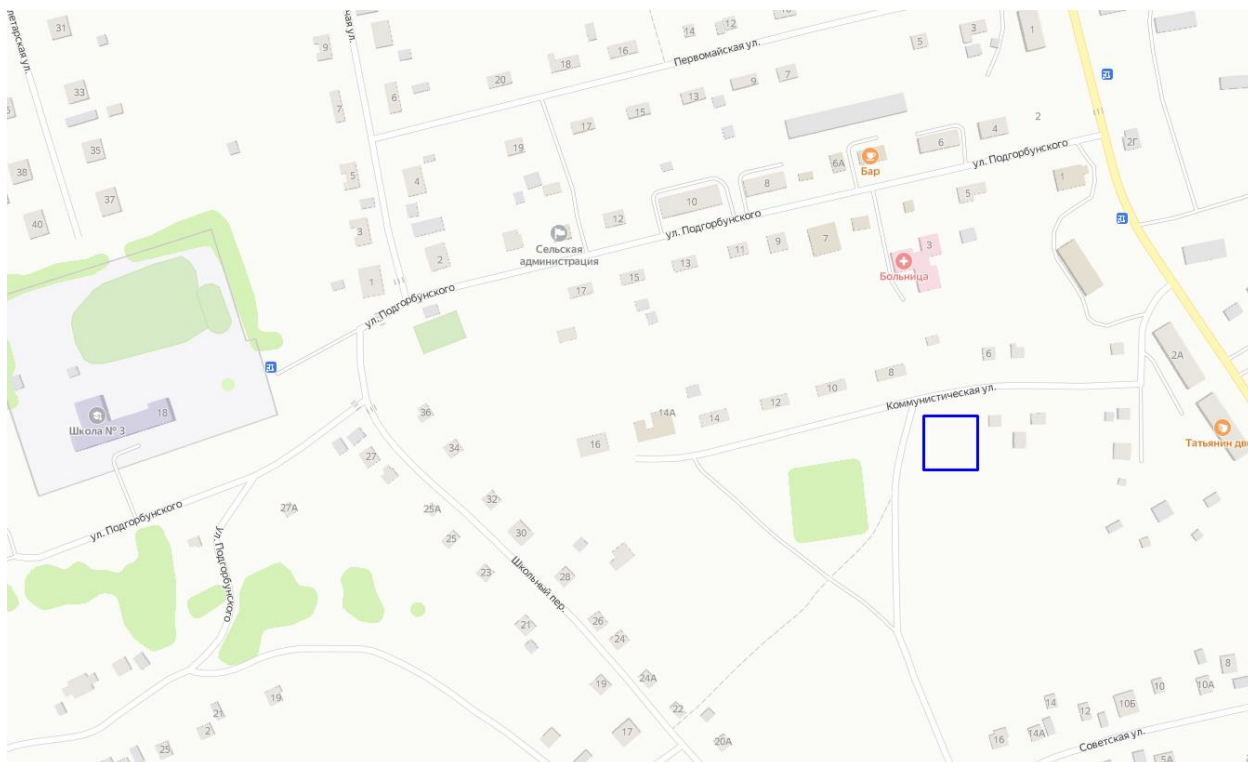


Рисунок 1 - Место размещения будущего дома культуры села Ярово на карте местности

Дом культуры (ДК) со зрительным залом на 300 мест, библиотекой и кружками дополнительного образования рассчитан для работы только в одну смену.

ДК рассчитан на 389 человек, из них зрительный зал рассчитан на 300 человек, помещения кружковых - на 69 человек, читальный зал – на 20 человек.

Здание приспособлено для пользования людьми с ограниченными физическими возможностями (инвалидами).

Внутреннее пространство разделено на несколько функциональных

блоков:

- входная группа с гардеробами;
- зрительный зал на 300 человек;
- помещения клубной части (кружковые);
- блок библиотеки;
- административные помещения.

На первом этаже расположена входная группа:

- гардероб для верхней одежды;
- помещение охраны с пожарным постом;
- касса;
- с/у посетителей.

В холле расположено помещение кассы. Кассовая кабина оснащена кассовым аппаратом и огнестойким сейфом.

Для обеспечения комплексной безопасности ДК оборудовано помещением охраны и пожарного поста с круглосуточным прибыванием дежурного персонала.

Для верхней одежды посетителей предусмотрены вешалки на 30 крючков каждая.

Обслуживание гардероба осуществляется персоналом ДК (гардеробщицей).

В холле имеются диваны для посетителей, журнальные столики.

Зрительный зал имеет следующий набор вспомогательных помещений: актовый зал на 300 мест, эстрада, две артистические, костюмерная, светоаппаратная, видеопроекторная, звукоаппаратная, звукорежисерская, костюмерная.

Зрительный зал ДК предназначен для показа фильмов, выступлений небольших профессиональных и самодеятельных коллективов, проведения собраний. Зал оснащён современной мебелью и оборудованием.

Зрительный зал запроектирован на 300 мест с двумя боковыми проходами. Зрительские места располагаются прямолинейными рядами.

Количество рядов – 15.

В зрительном зале предусмотрена эстрада, постановочное освещение, звуковое сопровождение, механизация сцены.

На эстраде устанавливаются арлекин, антрактно-раздвижной занавес, ферма софитная и выносная, механизмы подъема.

При зрительном зале располагаются две артистические, оборудованные примерными столами, зеркалами, комплектом мебели для одежды и раковинами, костюмерная.

Светоаппаратная, видеопроекторная, звукоаппаратная и звукорежиссерская предназначены для размещения оборудования и рабочего места звукорежиссера, видеорежиссера и режиссера по свету.

В состав кружковых входят следующие помещения: два репетиционных зала хореографии (с раздевалками и душевыми); литературно-краеведческий кружок, репетиционный зал русских народных инструментов, репетиционный зал вокала, детская игровая, студия звукозаписи, компьютерная студия ЦОД.

Помещения кружковых оборудуются в зависимости от вида занятий.

В помещениях для танцевальных занятий осуществляют постановку танца, отрабатываются отдельные его элементы. Занятия проводятся под музыкальное сопровождение. Для занятий в танцевальном зале установлены двойные хореографические станки с креплением к стене. Две стены зала оборудованы зеркалами. Занятия хореографией проводить только на исправном оборудовании. Каждый зал рассчитан на 10 человек. Для занимающихся в танцевальном кружке запроектированы отдельные раздевалки, оборудованные гардеробными шкафами (со скамейками) для хранения домашней одежды, настенными фенами для сушки волос и зеркалами. Непосредственно в каждой раздевальной запроектирована душевая с подводкой холодной и горячей воды (установлены водонагреватели). Каждая раздевальная имеет по 10 мест для переодевания.

Литературно-краеведческий кружок рассчитан на 12 человек. Основные направления в деятельности кружка: изучение истории родного края,

исполнителей устного народного творчества, проживающих в данной местности, собрание местного фольклора. Помещение оборудовано партами, доской, настенным экраном, мультимедийным проектором, музыкальным центром для демонстрации видео и аудио материалов. Также имеются шкафы для учебно-наглядных пособий.

Детская игровая рассчитана на 12 человек, возрастная категория от 3 до 7 лет. Предназначена для временного пребывания детей и организации игрового процесса с ними. В помещении оборудован сухой бассейн, пуфики-кресла с гранулами, настенный экран.

Запрещается пользоваться оборудованием, не обеспечивающим безопасность детей. Все оборудование должно быть сертифицировано. Необходимо ежедневно проводить контроль состояния детского оборудования. Регулярный визуальный осмотр позволит обнаружить очевидные неисправности и посторонние предметы, представляющие опасность для детей.

Репетиционный зал русских народных инструментов и зал вокала рассчитаны на 7 человек каждый. Оборудованы электроклавиновой, музыкальными центром и местами для занимающихся.

Студия звукозаписи состоит из двух помещений: аппаратной звукозаписи и самой студии. Современная аппаратура помогает создать идеальные условия для творчества. Студия позволяет производить запись голоса и инструментов, осуществлять сведение, аранжировки музыкального материала.

Библиотека предназначена для обеспечения жителей поселка художественной и публицистической литературой, а также является справочно-информационным центром.

Помещение библиотеки располагается на втором этаже. В Библиотеке предусмотрены: рабочее место сотрудника с местом выдачи книг, зона читального зала на 8 мест, информационная зона для работы с компьютером на 4 места, фонд закрытого хранения (книгохранилище). Библиотека оснащена

МФУ. Размещение оборудования (стеллажей, столов) в библиотеке выполнено в соответствии с технологическими нормами, санитарными и противопожарными правилами.

В детской библиотеке для младшего школьного возраста (7-10) также предусмотрено зонирование: рабочее место сотрудника с местом выдачи книг, зона читального зала на 4 места, информационная зона для работы с компьютером на 4 места.

Блок административных имеет следующий набор помещений:

- кабинет директора СКЦ;
- глава администрации;
- приемная;
- кабинет управляющего делами;
- бухгалтерия;
- кабинет художественного руководителя;
- кабинет Художника-оформителя;
- комната персонала;
- кладовая уборочного инвентаря;
- санузлы.

Все административные помещения оснащены современной офисной мебелью и полным набором оргтехники: на каждом рабочем столе установлены компьютеры, в каждом офисном помещении имеются МФУ. На втором этаже запроектировано помещение персонала с комплектом обеденной мебели и бытовой техники (холодильником, микроволновой печью, электрочайником) для приема пищи.

Целью бакалаврской работы является проектирование системы электроснабжения дома культуры, отвечающей требованиям надежности и безопасности.



## 1 Выбор схемы электроснабжения ДК

Точки присоединения (вводные распределительные устройства, линии электропередачи, базовые подстанции, генераторы) и максимальная мощность энергопринимающих устройств по каждой точке присоединения: вновь построенная ЛЭП-0,4 кВ от секции Т2 РУ-0,4кВ вновь построенной ТП №3Н-169,93 кВт - основное питание.

Резервный источник питания: автономный резервный источник питания (дизельная электростанция АД-100-Т400) для обеспечения I категории по надежности электроснабжения.

По степени надежности электроснабжения электроприемники клуба относятся к III категории, за исключением пожарной и охранной сигнализации, аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления, противопожарных устройств. В соответствии с этим электроснабжение выполнено кабельными линиями от секции Т2 РУ-0,4кВ вновь построенной ТП №3Н-233 и ДЭС. Кабельные линии 0,4 кВ выполнены кабелями с алюминиевыми жилами, с изоляцией из силанольносшитого полиэтилена, бронированный, с наружной оболочкой из ПВХ пластика АПвБбШвнг. В электрощитовой и на длину 1м за пределами электрощитовой кабели покрыть огнезащитным составом. На рисунке 2 представлен внешний вид кабеля АПвБбШвнг.

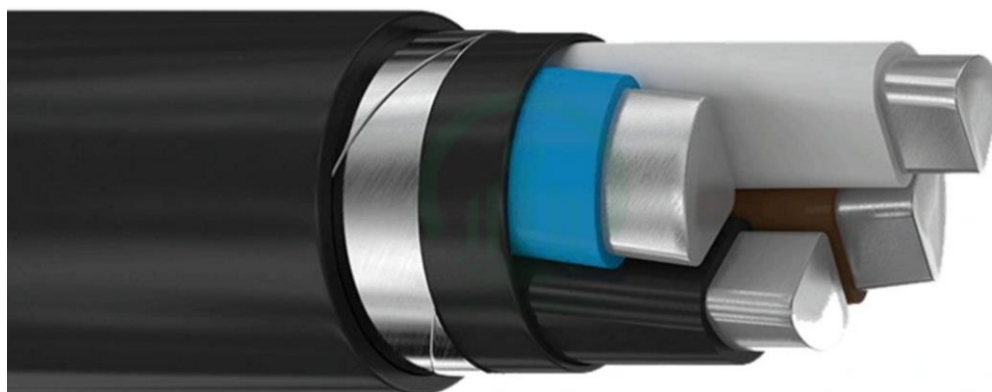


Рисунок 2 – Внешний вид кабеля АПвБбШвнг

Кабели 0,4 кВ прокладываются в земле, на глубине 0,7 м от планировочной отметки земли. Под проезжей частью кабели прокладываются на глубине 1,0 м.

При пересечении с подземными коммуникациями и под проезжей частью дорог кабели 0,4 кВ прокладываются в ПНД трубах. При повороте кабелей под проезжей частью, газонами кабели защищаются обыкновенным кирпичом в один слой [2].

Герметизация труб выполняется монтажной пеной на глубину 300 мм.

Взаиморезервируемые кабели прокладываются в разных траншеях, расстояние между траншеями 1 м. Ширина траншеи для прокладки одного кабеля с защитой кирпичом 450 мм, двух кабелей 470 мм, трех кабелей 600 мм. Ширина траншеи для одного кабеля в трубе 253 мм.

Выводы по разделу 1.

По степени надежности электроснабжения электроприемники клуба относятся к III категории, за исключением пожарной и охранной сигнализации, аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления, противопожарных устройств. Основным источником питания является вновь построенная ТП, а резервным для потребителей первой категории дизельная электростанция. Кабели от ТП и ДЭС до ВРУ здания выбраны с изоляцией из сшитого полиэтилена.

## 2 Расчет нагрузок по зданию ДК

Расчет электрических нагрузок дома культуры выполнен согласно СП 256.1325800.2016. Основными электроприемниками являются:

- технологическое оборудование;
- освещение;
- система общеобменной вентиляции;
- система противодымной вентиляции.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки  $P_{p.p}$ , следует определять по формуле» [1]:

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

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» [4].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку  $P_{p.o}$ , следует определять по формуле» [1]:

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

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

$P_{p.p}$  - расчетная нагрузка розеточной сети» [1].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов  $P_{p.c}$ , следует определять по формуле» [1]:

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

где « $K_c$  - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$  - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [5].

«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» [4]:

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

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» [4].

Результаты расчетов мощности по дому культуры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица с результатами расчета нагрузок

Потребитель	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт	Расчетный ток, А
Дом культуры	199,83	130,59	234

В проекте предусмотрены силовые распределительные шкафы для подключения:

- ШР-технологического оборудования;
- ШР-В-вентиляционного электрооборудования;
- ЩО-осветительного оборудования;
- ЩАО-аварийного и эвакуационного освещения;
- ЩР-РК-противопожарные клапаны.

Выбор электрооборудования произведен согласно существующим номенклатурным типам, климатическим условиям, характеристике среды и назначению места производства работ. Электрооборудование, установленное внутри здания, соответствует климатическому исполнению - УЗ, установленное снаружи - У1.

Выводы по разделу 2.

Основными электроприемниками здания являются технологическое оборудование, освещение, системы общеобменной и противодымной вентиляции.

Суммарная расчетная нагрузка по зданию дома культуры составила 131 кВт.

### **3 Обеспечение электроприемников электрической энергией в соответствии с требованиями к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии**

По степени обеспечения надежности электроснабжения здание дома культуры относится к потребителям III категории. Для электроприемников III категории электроснабжение выполняется от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

Электроприемники первой категории (аварийное освещение, вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, приборы ПОС) в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания через АВР и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания [3].

В качестве вводно-распределительных устройств приняты панели ВРУ с одним вводом, для противопожарных систем панели с устройством АВР. Питание электроприемников систем противопожарной защиты (осуществляется от панели питания электрооборудования противопожарной защиты (ПЭСФЗ). Фасадная часть панели ПЭСФЗ должна иметь отличительную окраску (красную), в соответствии с требованиями СП6.13130.2020.

Напряжение питания 380/220В, 50Гц.

В качестве вводных устройств приняты шкафы ВРУ1-18-80УХЛ4; ВРУА-21-10УХЛ4.

В качестве силовых и осветительных щитков – щиты ЩРн.

Оборудование принято со степенью защиты по влаге и пыли - IP31. Для влажных помещений со степенью защиты – IP54. В рабочем режиме питание

всех потребителей осуществляется по одному вводу.

При пропадании питания на панели ПЭСПЗ от ГРЩ реле контроля напряжения в панели АВР выдает команду на запуск ДЭС.

Электроприёмники подключаются к шинам вводно-распределительного устройства через однополюсные и трёхполюсные автоматические выключатели, которые снабжены электромагнитными и тепловыми расцепителями для защиты оборудования от коротких замыканий и токовых перегрузок [19].

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [2]

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

- «по номинальному току» [2]

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

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [2]:

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

где « $I_{КЗ}^{(3)}$  – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [2].

«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 зависимой от тока характеристикой.

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

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [2]:

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

где « $I_y$  – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$  – пусковой ток двигателя;

$k_{pn}$  – коэффициент разброса защитной характеристики, определяемый для нижней границы;

$k_n$  - принимается равным 1,1 - 1,5» [2].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [2]:

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

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

$t_{ni}$  – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [2].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [2]:

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (10)$$

где « $t_{cp}$  – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$  – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [2].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.



Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [6]:

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

$$I_2 \leq 1,45I_{дон}, \quad (12)$$

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

$I_{np}$  – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$  – допустимый ток кабеля;

$I_2$  – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [2].

«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» [3].

Результаты выбора автоматических выключателей приведены далее по тексту работы вместе с результатами выбора питающих кабелей по условию согласования с коммутационными аппаратами.

Для компенсации реактивной мощности предусмотрено компенсирующее устройство с автоматическим регулированием типа АТОМ-АКУ-НКЗ-0,4-30-2-УЗ-IP31 ( $Q_{ку}=30$  кВАр).

На рисунке 3 приведен внешний вид конденсаторной установки АТОМ-АКУ-НКЗ-0,4-30-2-УЗ-IP31.



Рисунок 3 - Внешний вид конденсаторной установки АТОМ-АКУ-НКЗ-0,4-30-2-У3-IP31

АТОМ - это современная серия конденсаторных установок, не требующая обслуживания, сочетающая малый вес и габариты, а также высокую скорость компенсации при наилучшем соотношении цена/качество. Это автоматические конденсаторные установки, созданные для поддержки стабильности коэффициента мощности ( $\cos\phi$ ) в трёхфазных распределительных электрических сетях, используемых на промышленных предприятиях. Подобные установки рассчитаны на сети с напряжением до 400В и частотой 50 Гц.

Применение АКУ позволяет решить ряд проблем:

- снизить установленную мощность силовых трансформаторов;
- обеспечивать электропитание нагрузки по кабелю с меньшим поперечным сечением;
- подключить дополнительно полезную нагрузку.

Для снижения энергозатрат в электротехнической части проекта дома культуры учтены следующие мероприятия по экономии электроэнергии [8]:

- автоматические системы регулирования и управления вентсистемами;

- электрическая сеть 380/220 В выполняется кабелями с медными жилами, обеспечивающими минимальные потери электроэнергии;
- применение энергоэффективного силового оборудования;
- освещение выполняется светодиодными светильниками.

Учет электроэнергии здания предусмотрен на вводах ВРУ и АВР - трехфазными счетчиками типа Меркурий 230-ART-03RS, класс точности 1,0.

Введение приборного учёта потребления энергетических ресурсов является необходимым и обязательным условием начала энергосберегающих работ. Учёт позволяет дать информацию о реальном потреблении энергетических ресурсов, достичь экономии средств, обусловленной исключением излишне предъявляемой платы за непотреблённые энергоресурсы, целенаправленно осуществлять энергосберегающие мероприятия и оценивать их эффективность.

Выводы по разделу 3.

Электроприёмники подключаются к шинам вводно-распределительного устройства через однополюсные и трёхполюсные автоматические выключатели, которые снабжены электромагнитными и тепловыми расцепителями для защиты оборудования от коротких замыканий и токовых перегрузок.

Для компенсации реактивной мощности предусмотрено компенсирующее устройство с автоматическим регулированием типа АТОМ-АКУ-НКЗ мощностью 30 квар.

Основными энергосберегающими мероприятиями является выбор энергоэффективного электрооборудования, светодиодных светильников и систем автоматического управления вентиляцией.

#### 4 Выбор параметров системы заземления (зануления) и молниезащиты

Для обеспечения безопасности от поражения электрическим током предусматривается заземление и зануление всех металлических частей электрического оборудования, нормально не находящегося под напряжением.

Тип системы заземления – TN-C-S.

Заземлению, занулению подлежат металлические корпуса щитков, светильников, корпуса пусковой аппаратуры, которые соединяются с заземляющим устройством из полосовой стали 40×5мм.

Для электроустановок принято общее заземляющее устройство с сопротивлением растекания заземлителя не более 40м.

Заземляющее устройство выполняется из стальных электродов (сталь круглая  $d=16\text{мм}$ ,  $L=5\text{м}$ ), забиваемых в дно траншеи на глубине 0,5м от поверхности земли. В траншее электроды соединяются полосовой оцинкованной сталью 40×4мм сваркой.

Количество вертикальных электродов определяется по следующей методике.

Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали [7]:

$$R_{\text{зо}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.в}}}{l} \cdot \left( \lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (13)$$

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

$l$  – длина вертикального заземлителя;

$b$  – ширина полки уголка;

$t'$  – глубина заложения верха заземлителя» [11];

Находим глубину заложения верха заземлителя:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (14)$$

где « $t_0$  – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [13];

Сопротивление десяти вертикальных электродов при коэффициенте использования  $\eta_b=0,7$ :

$$R_g = \frac{R_{go}}{\eta_g \cdot n_g}, \quad (15)$$

где « $\eta_g$  – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [12];

Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы 40×4 мм при среднем коэффициенте использования  $\eta=0,6$  и  $k=4$  для 2-ой климатической зоны:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (16)$$

где « $l_z$  – длина горизонтального заземлителя;

$b$  – ширина полосы горизонтального заземлителя;

$t_0$  – глубина заложения горизонтального заземлителя» [10];

Расчетное результирующее сопротивление  $R_u$  заземляющего устройства:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_g}{R_z + R_g}, \quad (17)$$

Горизонтальные и вертикальные заземлители расположены вне асфальтовой или бетонной отмостки здания.

Траншеи с уложенными в них заземлителями засыпаются землёй, не содержащей камней и строительного мусора. Засыпка производится с утрамбовкой грунта [9].

У мест ввода магистралей заземления в здание устанавливаются опознавательные знаки. Соединения покрываются битумным лаком. Контактные соединения выполняются сваркой, а на ГЗШ болтовым соединением с контргайкой или граверной шайбой.

В качестве проводников заземления используется нулевая защитная жила кабеля. Присоединение заземляющих проводников к оборудованию, подлежащему заземлению, и соединение их между собой должно обеспечивать надёжный контакт и выполняться качественной сваркой электродами по ГОСТ 9467-75 в соответствии с ПУЭ и СП 76.13330.2016.

Контактные соединения в цепи заземления должны соответствовать классу 2 по ГОСТ 10434-82.

Броня проектируемых кабелей присоединяется к заземляющему устройству.

На вводе в здание выполнена главная система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой следующие проводящие части:

- защитный проводник (РЕ-проводник) питающей линии;
- заземляющий проводник, присоединенный к повторному заземляющему устройству (сталь 40×4мм - оцинкованная);
- -металлические трубы инженерных коммуникаций, входящих в здание (сталь 40×3мм).

На вводимых коммуникациях предусматривается устройство контактного соединения под болт заземления [14].

Металлические части строительных конструкций, стационарно проложенные металлические трубопроводы всех назначений присоединяются к магистрали заземления.

Согласно СО153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» предусматривается молниезащита здания по III категории.

Устройство молниезащиты.

В качестве молниеприемника здания ДК используется металлическая сетка из оцинкованной стали диаметром 10мм. Размер ячеек не более 10×10м. Сетка прокладывается по кровле и присоединяется к наружному контуру заземления [20].

Токоотводы от металлической кровли выполняются круглой сталью  $d=10\text{мм}$  по наружным стенам здания и располагаются не ближе, чем в трёх метрах от входов или в местах, недоступных для прикосновения людей.

Наружный контур заземления представляет из себя горизонтальный заземлитель из полосовой стали 40×5мм, прокладываемый по периметру здания на глубине не менее 0,5м от поверхности земли. Соединение элементов молниеотводов-сварное [17].

Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства, необходимо присоединить к металлической сетке, а выступающие неметаллические элементы оборудовать дополнительными молниеприёмниками, также присоединёнными к металлической сетке.

Непрерывность электрической цепи металлической кровли обеспечивается:

- гвоздями и шурупами – саморезами, крепящими металлическую сетку кровли к деревянной обрешётке;
- стропила кровли обрабатываются противопожарными и антисептическими составами.

Выводы по разделу 4.

Тип системы заземления в здании выбран –TN-C-S.

Для электроустановок принято общее заземляющее устройство с сопротивлением растекания заземлителя не более 4Ом. В работе выполнен

расчет системы заземления. Заземляющее устройство выполняется из стальных электродов, забиваемых в дно траншеи на глубине 0,5м от поверхности земли. В траншее электроды соединяются полосовой оцинкованной сталью сваркой.

Броня проектируемых кабелей присоединяется к заземляющему устройству.

На вводе в здание выполнена главная система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой защитный проводник (РЕ-проводник) питающей линии, заземляющий проводник, присоединенный к повторному заземляющему устройству, металлические трубы инженерных коммуникаций, входящих в здание.

В качестве молниеприемника здания ДК используется металлическая сетка из оцинкованной стали диаметром 10мм. Размер ячеек не более 10×10м. Сетка прокладывается по кровле и присоединяется к наружному контуру заземления.



## 5 Выбор типа, класса проводников и осветительной арматуры

Кабели 0,4кВ выбраны по допустимым токовым нагрузкам и проверены на термическую устойчивость к токам короткого замыкания.

Выбор сечения кабелей 0,4кВ произведён по условию нагрева током нагрузки (гл. 1.3 ПУЭ) с последующей проверкой по допустимой потере напряжения и условию срабатывания защитного аппарата при однофазном коротком замыкании в сети до 1000В (гл. 1.7 ПУЭ).

Максимальная потеря напряжения в цепях освещения и розеток 3% и в силовых цепях - 5%.

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

$$I_{\text{до}} = I_{\text{ном.до}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (18)$$

где « $k_1$  - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды;

$k_2$  - 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]:

$$U = \frac{I_{\text{расч}} \cdot L \cdot R_{\text{уд}}}{S}, \quad (19)$$

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

$L$  - длина линии, м;

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

$S$  - сечение провода, мм» [15].

В таблице 2 приведены результаты выбора защитных аппаратов и кабелей.

Таблица 2 – Результаты расчетов низковольтных фидеров

Трасса		L, М	Нормальный режим										Аварийный режим				Защитный аппарат				Суммарные ΔU, % в рабочем режиме	
Начало	Конец		Рр, кВт	соф	Ip, А	М, кВт×м	Марка кабеля	Кол-во жил, мм <sup>2</sup>	Сечение, мм <sup>2</sup>	Сопротивление кабеля	Общее сопротивление	ΔU, % на участке цепи	Рр, кВт	Ip, А	Idоп, А	М, кВт×м	Ik.з, А	Тип	Inом, А	Iоткл, А		totкл, с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ТП	ГРЩ	128	130,59	0,89	234,1	16716	АпВБб Шпнг	4	185	0,33	0,1222	1,81	146,73	263,0	324	18781	1799,7	ВА57-39	400	1600	<0,4с	1,81
ГРЩ	ЩО-1	59	0,79	0,95	1,34	4	ППГнг(А)-HF	5	25	17,38	0,2091	0,02	0,8	1,3	37	4	1051,9	ВА47-29	D16	224	<0,4с	1,83
ЩО-1	№1-1	75	0,249	0,95	1,14	19	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	2,2041	0,89	0,249	1,140	32	19	99,8	ВА47-29	B6	30	<0,4с	2,72
ЩО-1	№1-3	105	0,235	0,95	1,08	25	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	3,0021	1,18	0,235	1,076	32	25	73,3	ВА47-29	B6	30	<0,4с	3,00
ГРЩ	ЩО-2	15	1,82	0,85	3,3	27	ППГнг(А)-HF	5	25	17,38	0,3829	0,13	1,82	3,3	37	27	574,5	ВА47-29	D16	224	<0,4с	1,94
ЩО-2	№2-2	60	0,3	0,95	1,4	18	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	1,9789	0,86	0,3	0,5	32	18	111,2	ВА47-29	B6	30	<0,4с	2,80
ЩО-2	№2-6	180	0,3	0,95	1,2	48	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	5,1709	2,28	0,3	0,4	32	48	42,5	ВА47-29	B6	30	<0,4с	4,22

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ГРЩ	ЩО-3	4 5	2,4 0	0, 85	4,3	108	ППГнг(А)-HF	5	25	17,38	0,9043	0,52	2,4	4,3	37	108	243 ,3	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4с	233
ЩО-3	№3-5	5 0	0,6	0, 95	2,7	30	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	2,2343	1,43	0,6	1,0	32	30	98, 5	BA47 -29	B6	30	<0, 4с	3,76
ЩО-3	№3-3	7 5	0,6	0, 95	2,7	45	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	2,8993	2,14	0,6	1,0	32	45	75, 9	BA47 -29	B6	30	<0, 4с	4,47
ГРЩ	ЩО-4	2 5	1,7 0	0, 85	3,0	43	ППГнг(А)-HF	5	25	17,38	0,5567	0,20	1,7	3,0	37	43	395 ,2	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4с	2,01
ЩО-4	№4-5	1 1 0	0,1 17	0, 95	0,5	13	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	3,4827	0,61	0,1	0,2	32	13	63, 2	BA47 -29	B6	30	<0, 4с	2,62
ЩО-4	№4-1	5 5	0,4 2	0, 95	1,9	23	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	2,0197	1,10	0,4	0,7	32	23	108 ,9	BA47 -29	B6	30	<0, 4с	3,11
ГРЩ	ЩО-5	4 7	1,4 2	0, 85	2,5	67	ППГнг(А)-HF	5	25	17,38	0,9391	0,32	1,4	2,5	37	67	234 ,3	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4с	2,13
ЩО-5	№5-1	8 0	0,4 81	0, 95	2,2	38	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	3,0671	1,83	0,5	0,8	32	38	71, 7	BA47 -29	B6	30	<0, 4с	3,96
ЩО-5	№5-3	5 0	0,4 81	0, 95	2,2	24	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	2,2691	1,15	0,5	0,8	32	24	97, 0	BA47 -29	B6	30	<0, 4с	3,27
ГРЩ	ШР-В1	2 0	26, 80	0, 85	48, 0	536	ППГнг(А)-HF	5	16	2,5	0,1722	0,40	26, 8	48, 0	10 0	536	127 7,3	BA47 -29	D6 3	88 2	<0, 4с	2,21
ШР-В1	В5	3 5	0,0 6	0, 85	0,3	2	ППГнг(А)-HF	3	15	26,6	1,1157	0,10	0,1	0,3	32	2	197 ,2	BA47 -29	C1	10	<0, 4с	1,94
ШР-В1	У1	5 0	9,0	0, 89	15, 4	450	ППГнг(А)-HF	5	4	10,56	0,7127	1,36	9,0	15, 4	48 450	308 ,7	BA47 -29	C2 5	25 0	<0, 4с	3,2	
ГРЩ	ШР-В2	5	9,6 0	0, 75	19, 5	48	ППГнг(А)-HF	5	16	2,5	0,1847	0,04	9,6	19, 5	10 0	48	119 0,9	BA47 -29	D6 3	88 2	<0, 4с	1,84
ШР-В2	ПВ-1	6 0	5,2 0	0, 75	10, 5	312	ППГнг(А)-HF	5	25	17,38	1,2275	1,50	5,2	10, 5	37	312	179 ,2	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	335

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ГРЩ	РЩ2	5 5	14, 90	0, 9	25, 2	820	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,3609	0,99	14, 9	25, 2	77	820	609, 5	BA47-29	D4 0	56 0	<0, 4с	2,79
РЩ2	Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-1	6	4,8 0	0, 95	7,7	29	ППГнг(А)-HF	5	4	10,56	0,4243	0,09	4,8	7,7	48	29	518, 5	iC60 N	C2 5	25 0	<0, 4с	2,88
Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-1	KRAFTAU DIO D2350 (1)	3	1,1 0	0, 5	5,3	3	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,4764	0,09	1,1	5,3	37	3	461, 8	iC60 N	C2 5	25 0	<0, 4с	2,98
Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-1	KRAFTAU DIO Z408	3	0,0 5	0, 5	0,2 4	0	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,4764	0,00	0,1	0,2 4	37	0	461, 8	iC60 N	C2 5	25 0	<0, 4с	2,89
Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-1	KRAFTAU DIO D2650 (1)	3	2,2 0	0, 5	10, 6	7	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,4764	0,19	2,2	10, 6	37	7	461, 8	iC60 N	C2 5	25 0	<0, 4с	3,07
Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-1	KRAFTAU DIO D2350 (2)	3	1,1 0	0, 2	5,3	3	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,4764	0,09	1,1	5,3	37	3	461, 8	iC60 N	C2 5	25 0	<0, 4с	2,98

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
РЩ2	Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-2	6	6,60	0,95	10,6	40	ППГнг(А)-HF	5	4	10,56	0,4243	0,12	6,6	10,6	48	40	518,5	iC60N	C25	250	<0,4с	2,91
Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-2	KRAFTAU DIO D2350 (3)	3	1,10	0,2	5,3	3	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,4764	0,09	1,2	5,3	37	3	461,8	iC60N	C25	250	<0,4с	3,01
Дистрибьютор PD-6P-16 (PL35140)-2	KRAFTAU DIO D2650 (2)	3	220	0,2	10,6	7	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,4764	0,19	22	10,63	37	7	461,8	iC60N	C25	250	<0,4с	3,10
Дистрибьютер PD-6P-16 (PL35140)-2	KRAFTAU DIO D2650 (3)	3	220	0,2	10,6	7	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,4764	0,19	22	10,6	37	7	461,8	iC60N	C25	250	<0,4с	3,10
РЩ2	Портальные розетки планшета сцены	30	1,00	0,91	4,8	30	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,8823	0,86	1,0	4,8	37	30	249,3	iC60N	C16	160	<0,4с	3,65
РЩ2	Планшетный лючок ЛП.25.25.16 (1,2)	20	125	0,91	6,0	25	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7085	0,71	1,25	6,0	37	25	310,5	iC60N	C16	160	<0,4с	3,51

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
РЦ2	Планшетный лючок ЛП.25.25.16 (3,4)	30	125	0,91	6,0	38	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,8823	1,07	1,25	6,0	37	38	249,3	iC60 N	C16	160	<0,4c	3,87
ГРЦ	РЦ3	55	44,72	0,87	78,2	2460	ППГнг(А)-HF	5	35	1,25	0,191	0,85	44,7	78,2	158	2460	115,9	BA47-100	C100	1000	<0,4c	0,85
РЦ3	Протон Акцент-8 (1)	20	20,72	0,95	33,2	414	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,2778	0,50	20,72	33,2	77	414	792,0	iC60 N	D50	720	<0,4c	1,35
Протон Акцент-8 (1)	ПКЛ.20.20 (1, 2)	20	1,60	0,91	7,6	32	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,6254	0,91	1,6	7,6	37	32	351,8	BA47-29	C16	160	<0,4c	2,26
Протон Акцент-8 (1)	Боковые выноса	40	2,88	0,91	13,76	115	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,973	3,29	2,9	13,76	37	115	226,1	BA47-29	C16	160	<0,4c	4,64
Протон Акцент-8 (1)	Выносной софит	40	2,06	0,91	9,8	82	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,973	2,35	2,1	9,8	37	82	226,1	BA47-29	C16	160	<0,4c	3,69
Протон Акцент-8 (1)	Выносной софит	40	2,06	0,91	9,8	82	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,973	2,35	2,1	9,8	37	82	226,1	BA47-29	C16	160	<0,4c	3,69
Протон Акцент-8 (1)	Софит 1	30	2,16	0,91	10,3	65	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7992	1,85	2,2	10,3	37	65	275,3	BA47-29	C16	160	<0,4c	3,19
Протон Акцент-8 (1)	Софит 1	30	2,16	0,91	10,3	65	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7992	1,85	2,2	10,3	37	65	275,3	BA47-29	C16	160	<0,4c	3,19

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Протон Акцент-8 (1)	Софит 1	3 0	2,0 6	0, 91	9,8	62	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7992	1,76	2,1	9,8	37	62	275, 3	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,11
Протон Акцент-8 (1)	Софт 2	3 0	2,1 6	0, 91	10, 3	65	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7992	1,85	2,2	10, 3	37	65	275, 3	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,19
Протон Акцент-8 (1)	Софит 2	3 0	2,1 6	0, 91	10, 3	65	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7992	1,85	2,2	10, 3	37	65	275, 3	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,19
Протон Акцент-8 (1)	Софит 2	3 0	2,0 6	0, 91	9,8	62	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,7992	1,76	2,1	9,8	37	62	275, 3	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,11
Протон Акцент-8 (1)	Дым машины	2 0	1,0 0	0, 91	4,8	20	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,6254	0,57	1,0	4,8	37	20	351, 8	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	1,92
РЦЗ	Протон Акцент-8 (2)	2 0	24, 00	0, 95	38, 4	480	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,2778	0,58	24, 00	38, 4	77	480	792, 0	iC60 N	D5 0	72 0	<0, 4с	1,42
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316, 6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 47	58	ППГнг(А)-HF	3	22	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 47	37	58	316, 6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316, 6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07
Протон Акцент-8 (2)	Светодиодные кабинеты (4шт.)	2 4	2,4 0	0, 91	11, 5	58	ППГнг(А)-HF	3	25	17,38	0,6949	1,65	2,4	11, 5	37	58	316 ,6	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4с	3,07



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ГРЩ	ШУ1	4 6	4,5 0	0, 7	9,8	207	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,3219	0,25	4,5	9,8	77	207	683 ,5	BA47 -29	D4 0	56 0	<0, 4c	2,06
ШУ1	Лебедка подъема штанкета 1	1 0	2,2 0	0, 91	3,7	22	ППГнг(А)-HF	4	1,5	26,6	0,5879	0,18	2,2	3,7	32	22	374 ,2	iC60 N	C1 0	10 0	<0, 4c	2,23
ШУ1	Лебедка подъема штанкета 3	1 0	2,2 0	0, 91	3,7	22	ППГнг(А)-HF	4	1,5	26,6	0,5879	0,18	22	3,7	32	22	374 ,2	iC60 N	C1 0	10 0	<0, 4c	2,23
ШУ1	Лебедка подъема штанкета 4	8	2,2 0	0, 91	3,7	18	ППГнг(А)-HF	4	1,5	26,6	0,5347	0,14	22	3,7	32	18	411 ,5	iC60 N	C1 0	10 0	<0, 4c	220
ШУ1	Лебедка подъема штанкета 6	8	2,2 0	0, 91	3,7	18	ППГнг(А)-HF	4	1,5	26,6	0,5347	0,84	22	3,7	32	18	411 ,5	iC60 N	C1 0	10 0	<0, 4c	2,89
ШУ1	Лебедка софитного подъема 1	1 0	4,0 0	0, 91	6,7	40	ППГнг(А)-HF	4	2,5	17,38	0,4957	0,19	4,0	6,7	37	40	443 ,8	iC60 N	C1 6	16 0	<0, 4c	2,25
ШУ1	Лебедка софитного подъема 2	8	4,0 0	0, 91	6,7	32	ППГнг(А)-HF	4	2,5	17,38	0,4609	0,15	4,0	6,7	37	32	477 ,3	iC60 N	C1 6	16 0	<0, 4c	2,21
ШУ1	Лебедка раздвижки ППЗ	5	1,5 0	0, 91	2,5	8	ППГнг(А)-HF	4	1,5	26,6	0,4549	0,06	1,5	2,5	32	8	483 ,6	iC60 N	C6	60	<0, 4c	2,12
ШУ1	Лебедка раздвижки АРЗ	1 0	1,5 0	0, 91	2,5	15	ППГнг(А)-HF	4	1,5	26,6	0,5879	0,12	1,5	2,5	32	15	374 ,2	iC60 N	C6	60	<0, 4c	2,18
ШУ1	Точка подключен ия 1	1 0	1,0 0	0, 91	4,8	10	ППГнг(А)-HF	3	1,5	26,6	0,5879	0,48	1,0	4,8	32	10	374 ,2	iC60 N	C1 0	10 0	<0, 4c	2,53

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ШУ1	Точка подключения 2	36	1,00	0,91	4,8	36	ППГнг(А)-HF	3	1,5	26,6	1,2795	1,71	1,0	4,8	32	36	171,9	iC60N	C10	100	<0,4с	3,77
ШУ1	Шкаф управления цепными лебедками ШУ 2	10	0,75	0,91	У	8	ППГнг(А)-HF	5	1,5	26,6	0,5879	0,06	0,8	1,3	32	8	374,2	iC60N	D10	144	<0,4с	2,12
Шкаф управления цепными лебедкам и ШУ2	Лебедка выносного софита 1	62	0,25	0,69	0,55	16	ППГнг(А)-HF	4	13	26,6	2,2371	0,12	0,3	0,6	32	16	98,3	iC60N	C3	30	<0,4с	2,24
Шкаф управления цепными лебедкам и ШУ2	Лебедка выносного софита 2	65	0,25	0,69	0,55	16	ППГнг(А)-HF	4	13	26,6	2,3169	0,13	0,3	0,6	32	16	95,0	iC60N	C3	30	<0,4с	2,25
Шкаф управления цепными лебедкам и ШУ2	Лебедка выносного софита 3	70	0,25	0,69	0,55	18	ППГнг(А)-HF	4	13	26,6	2,4499	0,14	0,3	0,6	32	18	89,8	iC60N	C3	30	<0,4с	2,26
ГРЩ	ШР-1	30	2,55	0,8	4,85	77	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,3524	0,09	2,55	4,8	77	77	871,5	BA47-29	D32	448	<0,4с	1,90

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ШР-1	Удал.розетка	25	1,0	0,96	4,5	25	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,6869	0,71	1,0	1,6	37	25	320,3	АВД Т32	С16	160	<0,4с	2,61
ШР-1	Компьютер	30	1,0	0,96	4,5	30	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,7738	0,86	1,0	1,6	37	30	284,3	АВД Т32	С16	160	<0,4с	2,76
ГРЩ	ШР-2	45	20,26	0,91	33,9	912	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,3175	1,10	20,3	33,9	77	912	692,8	ВА47-29	Д40	560	<0,4с	2,91
ШР-2	Розетки	30	1,50	0,96	6,8	45	ППГнг(А)-HF	3	2,8	17,38	0,8389	1,29	1,5	2,4	37	45	262,2	АВД Т32	С25	250	<0,4с	4,19
ШР-2	Компьютер, розетки	20	1,0	0,96	4,5	20	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,6651	0,57	1,0	1,6	37	20	330,8	АВД Т32	С25	250	<0,4с	3,48
ГРЩ	ШР-2.1	12	11,76	0,98	18,3	12	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,3219	0,01	11,8	18,3	77	12	683,5	ВА47-29	С40	400	<0,4с	2,92
ШР-2.1	Водонагреватель	45	1,60	1	7,0	72	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,104	2,06	1,6	2,4	37	72	199,3	АВД Т32	С16	160	<0,4с	4,98
ШР-2.1	Водонагр.рукосущ.	22	2,6	0,95	11,9	57	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,7042	1,63	2,6	4,2	37	57	312,4	АВД Т32	С16	160	<0,4с	4,55
ГРЩ	ШР-3	40	13,43	0,85	24,0	537	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,3958	0,65	13,4	24,0	77	537	743,6	ВА47-29	Д40	560	<0,4с	2,45
ШР-3	Уд.розетка комп.	37	2,0	0,96	9,1	74	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,9389	2,11	2,0	3,2	37	74	234,3	АВД Т32	С16	160	<0,4с	4,57
ШР-3	Телефоны	15	3,0	0,95	13,7	45	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,5565	1,29	3,0	4,8	37	45	395,3	АВД Т32	С25	250	<0,4с	3,74
ГРЩ	ШР-4	20	6,88	0,85	12,3	138	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,309	0,17	6,9	12,3	77	138	1052,4	ВА47-29	Д40	560	<0,4с	1,97
ШР4	Муз. центр	48	0,5	0,85	2,6	24	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0433	0,69	0,5	0,9	37	24	210,9	АВД Т32	С16	160	<0,4с	2,66
ШР4	Микроволн. печь	25	3,0	0,95	13,7	75	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,6435	2,14	3,0	4,8	37	75	341,9	АВД Т32	С25	250	<0,4с	4,12

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ШР4	Холодильник	37	0,6	0,95	2,7	22	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,8521	0,63	0,6	1,0	37	22	258,2	АВД Т32	С25	250	<0,4с	2,6
ГРЩ	ШР-4-1	1	12,04	0,98	18,7	12	ППГнг(А)-HF	5	10	4,34	0,2134	0,01	12,0	18,7	77	12	1031,0	ВА47-29	Д40	560	<0,4с	1,99
ШР-4.1	Водонагреватель	40	2,6	0,98	11,5	104	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,9086	2,97	2,6	4,0	37	104	242,1	АВД Т32	С16	160	<0,4с	4,96
ШР-4.1	Водонагреватель, полотенцесушитель	18	2,6	0,98	11,5	47	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,5262	1,34	2,6	4,0	37	47	418,1	АВД Т32	С25	250	<0,4с	3,32
ГРЩ	ЯУО	6	1,80	0,95	2,9	11	ППГнг(А)-HF	5	4	10,56	0,1856	0,03	1,8	2,9	48	11	1185,3	ВА47-29	Д25	350	<0,4с	1,84
ЯУО	Удал.свет-к	60	0,8	0,95	3,7	48	ППГнг(А)-HF	3	2,5	26,6	1,7816	1,37	0,8	1,3	37	48	123,5	ВА47-29	С6	60	<0,4с	3,21
ЯУО	Ближ.свет-к	25	0,2	0,95	0,9	5	ППГнг(А)-HF	3	1,5	26,6	0,8506	0,24	0,2	0,3	37	5	258,6	ВА47-29	С6	60	<0,4с	2,08
ГРЩ	ИБП	10	12,40	0,89	21,19	124	ППГнг(А)-FRHF	5	10	4,34	0,1656	0,15	12,4	21,2	77	124	1328,2	ВА47-29	Д40	560	<0,4с	1,96
ИБП	Лифт	10	12,40	0,89	21,19	124	ППГнг(А)-FRHF	4	4	10,86	0,7742	0,37	12,4	21,2	77	124	284,1	ВА47-29	С25	250	<0,4с	2,33
ГРЩ	РЩ1.1	27	7,00	0,9	11,83	189	ППГнг(А)-HF	5	4	10,56	0,4074	0,57	7,0	11,8	48	189	540,1	ВА47-29	Д25	350	<0,4с	2,38
РЩ1.1	Розетки общего пользования звукоап.	30	3,00	0,91	14,33	90	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,9288	2,57	3,0	14,33	37	90	236,9	DPN Vigi	С16	160	<0,4с	4,95

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
РЦ1.1	Дистрибьютор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	35	1,00	0,91	4,78	35	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0157	1,00	1,0	4,78	37	35	216,6	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38
Дистрибьютор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	Behringer X32	35	0,05	0,91	0,24	0	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0678	0,00	0,1	0,24	37	0	206,0	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38
Дистрибьютор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	Tascam CD-200SB	35	0,05	0,91	0,24	0	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0678	0,00	0,1	0,24	37	0	206,0	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38
Дистрибьютор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	D-Link DGS-1100-10MP	35	0,05	0,91	0,24	0	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0678	0,00	0,1	0,24	37	0	206,0	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38
Дистрибьютор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	ACER Рабочая станция	35	0,10	0,91	0,48	0	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0678	0,01	0,1	0,48	37	0	206,0	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Дистрибутор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	Коммутатор D-L ink DGS-1100-10MP	3	0,05	0,91	0,4	0	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0678	0,00	0,1	0,24	37	0	206,0	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38
Дистрибутор PD-8P-16 (PL35150)-1,2	EdimaxOA P1300 Точка доступа	3	0,08	0,91	0,38	0	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	1,0678	0,01	0,1	0,38	37	0	206,0	iC60N	C10	100	<0,4с	3,38
РЩ1.1	Рабочее место оператора в зале	25	3,00	0,91	14,33	75	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,8419	2,14	3,0	14,33	37	75	261,3	iDPN Vigi	C16	160	<0,4с	4,52
ГРЩ	РЩ1.2	26	3,00	0,91	14,33	78	ППГнг(А)-HF	5	4	10,56	0,3968	1,39	3,0	5,0	48	78	554,4	BA47-29	D25	350	<0,4с	3,20
РЩ1.2	Розетки общего пользования светоаппаратной	20	3,00	0,91	14,33	60	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,7444	1,71	3,0	14,33	37	60	295,5	DPN Vigi	C16	160	<0,4с	4,91
ГРЩ	ЩУ-ХВС	25	0,20	0,97	0,90	5	ППГнг(А)-HF	3	2,5	17,38	0,5567	0,14	0,2	0,3	37	5	395,2	BA47-29	C10	100	<0,4с	1,95
ГРЩ	ЩУ-ХПУ	25	0,37	0,56	1	9	ППГнг(А)-HF	5	2,5	17,38	0,5567	0,04	0,4	1,0	37	9	395,2	BA47-29	C10	100	<0,4с	1,85
ГРЩ	СИ ДЭС	27	1,50	0,96	6,79	41	ВБбШв	3	2,5	15,12	0,5305	1,16	1,5	2,4	37	41	414,7	BA47-29	D16	224	<0,4с	2,96

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ГРЩ	ВРУ	5	4,6 6	0, 85	8,3 4	23	ППГнг(А F/R)-FRLS	4	25	1,6	0,1302	0,01	48, 0	85, 9	10 4	240	168 9,2	BA57 -39	40 0	1 60 0	<0, 4c	1,82
ВРУ	Пан. ПЭСПЗ	3	4,7	0, 85	8,3	14	ППГнг(А F/R)-FRLS	5	25	1,6	0,135	0,01	48, 0	85, 9	10 4	144	162 9,1	BA57 -31	10 0	1 00 0	<0, 4c	1,83
Пан. ПЭСПЗ	ЩАО-1	5	0,4 0	0, 95	0,6 4	2	ППГнг(А)-FRHF	5	2,5	17,38	0,2219	0,01	0,4	0,6	34	2	991 ,3	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	1,83
ЩАО-1	№1А-2	6 0	0,1 6	0, 95	0,7	9	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	1,8179	0,45	0,2	0,7	25	9	121 ,0	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	2,28
ЩАО-1	№1А-3	9 0	0,1 3	0, 95	0,6	11	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	2,6159	0,54	0,1	0,6	25	11	84, 1	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	2,37
Пан. ПЭСПЗ	ЩАО-2	1 5	1,0 0	0, 85	1,8	15	ППГнг(А)-FRHF	5	2,5	17,38	0,3957	0,07	1,0	1,8	34	15	555 ,9	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	1,90
ЩАО-2	№2А-2	7 0	0,4 0	0, 85	2,0	28	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	2,2511	1,33	0,4	2,0	25	28	97, 4	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	3,23
ЩАО-2	№2А-3	8 0	0,3 0	0, 85	1,5	24	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	2,5237	1,14	0,3	1,5	25	24	87, 2	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	3,04
Пан. ПЭСПЗ	ЩАО-3	2 0	0,5 0	0, 85	0,9	10	ППГнг(А)-FRHF	5	2,5	17,38	0,4826	0,05	0,5	0,9	34	10	455 ,8	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	1,87

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ШАО-3	№3А-1	4 5	0,2 0	0, 85	1,0	9	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	1,6796	0,43	0,2	0,4	25	9	131 ,0	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	2,30
ЩАО-3	№3А-4	8 0	0,1 0	0, 85	0,5	8	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	2,6106	0,38	0,1	0,2	25	8	84, 3	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	2,25
Пан. ПЭСПЗ	ШУПН-2	6 5	1,1 0	0, 95	1,8	72	ППГнг(А)-FRHF	5	2,5	17,38	1,2647	0,34	1,1	1,8	34	72	173 ,9	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4c	2,17
ШУПН-2	Удал, привод	3 5	0,1	0, 95	0,5	4	ППГнг(А)-FRHF	3	2,5	17,38	1,873	0,10	0,1	0,5	34	4	117 ,5	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	2,27
ШУПН-2	Ближ. привод	1 0	0,1	0, 95	0,5	1	ППГнг(А)-FRHF	3	2,5	17,38	1,4385	0,03	0,1	0,5	34	1	152 ,9	BA47 -29	B6	30	<0, 4c	2,2
Пан. ПЭСПЗ	ЩА-БТП	2 5	2,5 2	0, 95	4,0	63	ППГнг(А)-FRHF	5	2,5	17,38	0,5695	0,30	2,5	4,0	34	63	386 ,3	BA47 -29	C1 6	16 0	<0, 4c	2,13
Пан. ПЭСПЗ	ШОПС-1	5	0,5 4	0, 96	2,4 5	3	ППГнг(А)-FRHF	3	2,5	17,38	0,2219	0,08	0,5	2,4	34	3	991 ,3	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	1,90
ШОПС-1	Блок сигнальноп усковой адресный	4 0	0,0 1	0, 96	0,0 45	0,4 0	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	1,2859	0,01 9	0,0 1	0,0 45	25	0,4 00	171 ,1	BA47 -29	B1	5	<0, 4c	1,92
ШОПС-1	РИП-12 исп. 54	7 4	0,1 2	0, 96	0,5 43	9	ППГнг(А)-FRHF	3	1,5	26,6	2,1903	0,42	0,1 2	0,5 43	25	9	100 ,4	BA47 -29	B1	5	<0, 4c	2,3



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Пан. ПЭСПЗ	ШОПС-2	1 2	0,6 0	0, 96	2,7 2	7	ППГнг( А)- FRHF	3	2,5	17,38	0,3436	0,21	0,6	2,7	34	7	640 ,3	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4с	2,03
ШОПС-2	Блок сигнальноп усковой адресный	3 8	0,0 1	0, 96	0,0 45	0,3 8	ППГнг( А)- FRHF	3	1,5	26,6	1,3544	0,01 8	0,0 1	0,0 45	25	0,3 80	162 ,4	BA47 -29	B1	5	<0, 4с	2,05
ШОПС-2	Блок сигнальноп усковой адресный	6 6	0,1 2	0, 96	0,5 43	7,9 2	ППГнг( А)- FRHF	3	1,5	26,6	2,0992	0,38	0,1 2	0,5 43	25	8	104 ,8	BA47 -29	B1	5	<0, 4с	2,4
Пан. ПЭСПЗ	ШОПС-3	1 6	0,4 7	0, 96	2,1 3	8	ППГнг( А)- FRHF	3	2,5	17,38	0,4131	0,21	0,5	2,1	34	8	532 ,5	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4с	2,04
ШОПС-3	Блок сигнальноп усковой адресный	3 5	0,0 1	0, 96	0,0 45	0,3 5	ППГнг( А)- FRHF	3	1,5	26,6	1,3441	0,01 7	0,0 1	0,0 45	25	0,3 50	163 ,7	BA47 -29	B1	5	<0, 4с	2,06
ШОПС-3	Блок сигнальноп усковой адресный	5 7	0,1 2	0, 96	0,5 43	6,8 4	ППГнг( А)- FRHF	3	1,5	26,6	1,9293	0,33	0,1 2	0,5 43	25	7	114 ,0	BA47 -29	B1	5	<0, 4с	2,4
Пан. ПЭСПЗ	ШОПС-4	2 0	0,5 4	0, 96	2,4 5	11	ППГнг( А)- FRHF	3	2,5	17,38	0,4826	0,31	0,5	2,4	34	11	455 ,8	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4с	2,13
ШОПС-4	Блок сигнальноп усковой адресный	3 6	0,0 1	0, 96	0,0 45	0,3 6	ППГнг( А)- FRHF	3	1,5	26,6	1,4402	0,01 7	0,0 1	0,0 45	25	0,3 60	152 ,8	BA47 -29	B1	5	<0, 4с	2,15

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ШОПС-4	Блок сигнально- усковой адресный	6 8	0,0 1	0, 96	0,0 45	0,6 8	ППГнг( А)- FRHF	3	1,5	26,6	2,2914	0,03	0,0 1	0,0 45	25	1	96, 0	BA47 -29	B1	5	<0, 4c	2,2
Пан. ПЭСПЗ	ДП1	3 1	-	0, 75	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	2,5	17,38	0,6738	0,45	3, 6,1	34	93	326 ,5	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	2,27	
Пан. ПЭСПЗ	ДП2	3 1	-	0, 75	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	2,5	17,38	0,6738	0,45	3,0 6,1	34	93	326 ,5	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	2,27	
Пан. ПЭСПЗ	ДП3	3 1	-	0, 75	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	2,5	17,38	0,6738	0,33	2,2 4,5	34	68	326 ,5	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	2,15	
Пан. ПЭСПЗ	ДП4	3 1	-	0, 98	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	6	7,28	0,3607	0,56	9,0 14, 0	49	279	609 ,9	BA47 -29	C3 2	32 0	<0, 4c	2,39	
Пан. ПЭСПЗ	ДП5	3 1	-	0, 77	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	2,5	17,38	0,6738	0,60	4,0 7,9	34	124	326 ,5	BA47 -29	D1 6	22 4	<0, 4c	2,42	
Пан. ПЭСПЗ	ДВ1	6 0	-	0, 8	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	10	4,34	0,3954	0,80	11, 0	20, 9	77	660	556 ,3	BA47 -29	C3 2	32 0	<0, 4c	2,62
Пан. ПЭСПЗ	ДВ2	6 0	-	0, 8	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	10	4,34	0,3954	0,80	11, 0	20, 9	77	660	556 ,3	BA47 -29	C3 2	32 0	<0, 4c	2,62
Пан.ПЭС ПЗ	ДВ3	6 0	-	0, 73	-	-	ППГнг( А)- FRHF	5	2,5	17,38	1,1778	0,64	2,2 4,6	34	132	186 ,8	BA47 -29	C1 0	10 0	<0, 4c	2,46	

Питающие и распределительные сети выполнены кабелем ППГнг(А)-НФ, проложенным в стальных трубах в стояках, в кабель-канале, в ПВХ трубе за подвесным потолком и скрыто в штробах стен.

Осветительная сеть выполняется кабелем ППГнг(А)-НФ, прокладываемым скрыто в штробах стен, в ПВХ трубе за подвесным потолком и в металлической трубе в стояках.

Питание противопожарных устройств выполнено кабелем ППГнг(А)-FRHF, прокладываемым скрыто в штробах стен, в ПВХ трубе за подвесным потолком и в металлической трубе в стояках.

Питающие кабели и кабель освещения на вводе в электрощитовую и в помещении электрощитовой покрываются огнезащитным составом.

Выводы по разделу 5.

Выбор сечения кабелей 0,4кВ произведён по условию нагрева током нагрузки с последующей проверкой по допустимой потере напряжения и условию срабатывания защитного аппарата при однофазном коротком замыкании в сети до 1000В.

Максимальная потеря напряжения в цепях освещения и розеток не превышает 3%, в силовых цепях - 5%.

Питающие, распределительные сети, сети рабочего освещения выполнены кабелем ППГнг(А)-НФ. Питание противопожарных устройств и сетей аварийного освещения выполнено кабелем ППГнг(А)-FRHF.

## 6 Расчет количества светильников в системах рабочего и аварийного освещения

Величины освещённости приняты в соответствии с СП52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Светильники выбраны в соответствии с существующими номенклатурными типами, характеристикой среды и назначением помещений и класса пожароопасности.

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

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (20)$$

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]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (21)$$

где « $N$  - число светильников;

$n$  - число ламп в светильнике;

$\Phi_l$  - световой поток лампы;

$\eta$  - коэффициент использования;

$k$  - коэффициент запаса;

$S$  - площадь помещения» [9].

«Значение  $N$  округляется до ближайшего целого числа  $N_p$ .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [9]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (22)$$

где « $P_{nl}$  - мощность одной лампы» [13].

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

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (23)$$

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

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

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

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

В работе предусматривается рабочее, аварийное и эвакуационное освещение.

Ремонтное освещение электрощитовой, венткамер выполняется через ящики с понижающим трансформатором 220/24В.

Аварийное эвакуационное освещение предусматривается в коридорах, на лестничных клетках, по линиям основных проходов и обеспечивают нормируемую освещенность в любой точке на путях эвакуации не менее 0,5 лк. Аварийное освещение безопасности, необходимое для продолжения работ, предусмотрено в венткамерах и электрощитовой. Питание рабочего освещения предусматривается от щитов рабочего освещения ЩО, запитанных от ВРУ. Питание аварийного (эвакуационного и резервного) освещения

предусмотрено от щитов аварийного освещения ЩАО, запитанных от АВР [16].

В качестве источников света принимаются светодиодные светильники. Типы светильников указаны на листе графической части работы.

Питание наружного освещения предусмотрено от ящика управления ЯУО 9601-3474, установленного в электрощитовой. Включение и отключение ЯУО от сигнала фотодатчика. Фотодатчик устанавливается на вертикальной плоскости на кронштейне с направлением светочувствительной плоскости на север.

Освещенность помещений указана на листе графической части работы.

В качестве светильников наружного освещения приняты парковые светодиодные светильники SV-PARK-5000K-SITI-G60-6 в количестве 31 шт.

Светильники устанавливаются на опорах высотой 6м. Для заземления опоры в её конструкции предусмотрена пластина заземления 40×40 с болтом М10×25.

Расстановка светильников обеспечивает уровень искусственной освещенности не менее 20 лк на уровне земли в темное время суток [17].

Для питания светильников наружного освещения проектом предусмотрен кабель марки ВВГнг-5×4. Кабель прокладывается в земле на отметке 0,7 м от планировочной отметки земли в ПНД трубе. При пересечении с подземными коммуникациями и под проезжей частью кабель прокладывается в стальной и полиэтиленовой трубе (труба в трубе).

Высота установки над полом [18]:

- выключателей - 1,0 м;
- штепсельных розеток - 0,3 м.

В сети, питающей штепсельные розетки, предусмотрено УЗО с током утечки 30 мА.

Выводы по разделу 6.

В работе выполнен расчет рабочего освещения. В качестве источников света приняты светодиодные светильники.

## 7 Выбор резервных источников электроэнергии

Для электроприемников I категории надежности электроснабжения предусматривается питание от резервирующего источника питания ДЭС. В работе предусмотрена установка дизельного генератора марки АД-100-Т400 в металлическом контейнере.

Данная установка может работать в двух режимах:

- режим основной мощности (Prime Power) - в данном режиме ДГУ может работать непрерывно (24 часа/сутки) на переменной нагрузке;
- режим резервной мощности (Stand by Power) - в данном режиме при работе ДЭС перегрузка не допускается, разрешается работа в течение одного часа на каждые десять с половиной часов работы дизельного генератора (дизель-генератора).

Питание электроприемников собственных нужд ДЭС (освещение 2×60Вт и электроконвектор ЭБУП-1,0кВт) производится от щита собственных нужд с автоматическими выключателями от шин генераторного напряжения. Для питания щита собственных нужд проложен электрокабель от ГРЩ здания.

ДЭС имеет вторую степень автоматизации (автоматический запуск), которая позволяет осуществлять запуск/остановку ДГУ в автоматическом режиме, без вмешательства обслуживающего персонала. Система автозапуска предназначена для автоматического запуска ДЭС при пропадании основного электропитания и переключения нагрузки без вмешательства оператора с обратной возможностью отключения при появлении основного энергоснабжения. Для запуска ДГУ проложен контрольный кабель ВБШвнг-3×4.

Контрольный кабель от щита АВР для запуска дизель-генератора подключается к автоматическому выключателю, отвечающему за автоматическую подзарядку АК и электрический подогреватель охлаждающей жидкости. Автоматический выключатель установлен в ШУ дизель-генератора. В таблице 3 приведены Технические характеристики ДЭС.

Таблица 3 - Технические характеристики ДЭС

Показатель	Значение
Мощность номинальная, кВт	100
Мощность номинальная, кВА	125
Мощность максимальная, кВт	165
Мощность максимальная, кВА	137,5
Коэффициент мощности	0,8
Напряжение, В	400/230
Количество фаз	3
Частота, Гц	50
Номинальный ток, А	180
Объём системы охлаждения, л	35
Объём топливного бака, л	210, оснащенный топливозаборником, датчиком уровня топлива, заливной горловиной и сливным клапаном
Расход топлива при 50% мощности, л/ч	13,3
Расход топлива при 75% мощности, л/ч	29,0
Расход топлива при 100% мощности, л/ч	26
Степень автоматизации	2-я (Шкаф АВР)
Система аварийной остановки	да
Датчик уровня топлива	электронный
Отключатель АКБ	да
Исполнение	Цельнометаллическое антивандальное исполнение, блок-контейнер типа «Север»
Глушитель	промышленный
Габаритные размеры (Д,Ш,В, мм)	2300×860×1500

Расчет мощности ДЭС выполнен на основании расчетной нагрузки в аварийном режиме ПЭСФЗ, которая составляет  $P_p=44$  кВт. При расчете мощности ДЭС учитываются потери мощности в сетях и на собственные нужды ДЭС:

$$P_{\text{ном.расч}} = P_{\text{расч}} \cdot \frac{k_{\text{ном}}}{k_{\text{сн}}}, \quad (26)$$

где  $k_{\text{сн}} = 0,95$ -коэффициент, учитывающий расход электроэнергии на собственные нужды ДЭС;



$k_{ном} = 1,05$  - коэффициент, учитывающий потери мощности в сети.

$$P_{ном.расч} = 44 \cdot \frac{1,05}{0,97} = 48,63 \text{ кВт.}$$

$$S_{ном.расч} = \frac{P_{ном.расч}}{\cos \varphi}, \quad (27)$$

$$S_{ном.расч} = \frac{48,63}{0,8} = 60,78 \text{ кВА.}$$

При использовании ДЭС в режиме резерва мощность нагрузки должна лежать в пределах 70-90% от мощности станции:

$$P_{макс.расч} = P_{ном.расч} \cdot k_{макс}, \quad (28)$$

где  $k_{макс} = 1,4$ -коэффициент, учитывающий достижения максимального срока службы.

$$P_{макс.расч} = 48,63 \cdot 1,4 = 68 \text{ кВт.}$$

$$S_{макс.расч} = \frac{68}{0,8} = 85 \text{ кВА.}$$

Подвод топлива осуществляется в бочках, 210л. Дозаправка ДЭС производится механическим (ручной насос) способом.

Контейнер с ДЭС устанавливается на железобетонную фундаментную плиту.

Защита от прямых ударов молнии контейнера с ДЭС предусмотрена путём присоединения к контуру заземления ДЭС.

Контур заземления ДЭС выполняется оцинкованной полосовой сталью 40×5 мм по периметру. Глубина заложения 0,5 м, расстояние до стены здания 1м. Заземлители выполняются из оцинкованной круглой стали диаметром 16 мм длиной 5 м. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не

более 4 Ом.

Выводы по разделу 7.

Для электроприемников I категории надежности выбран дизельный генератор марки АД-100-Т400 в металлическом контейнере. ДЭС имеет вторую степень автоматизации, которая позволяет осуществлять запуск/остановку ДГУ в автоматическом режиме, без вмешательства обслуживающего персонала. Мощность ДЭС рассчитана на основании расчетной нагрузки в аварийном режиме ПЭСФЗ, которая составляет  $P_p=44$  кВт.

Контрольный кабель от щита АВР для запуска дизель-генератора подключается к автоматическому выключателю, отвечающему за автоматическую подзарядку АК и электрический подогреватель охлаждающей жидкости.

## Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектировании системы электроснабжения дома культуры, отвечающей требованиям надежности и безопасности.

По степени надежности электроснабжения электроприемники клуба относятся к III категории, за исключением пожарной и охранной сигнализации, аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления, противопожарных устройств. Основным источником питания является вновь построенная ТП, а резервным для потребителей первой категории дизельная электростанция. Кабели от ТП и ДЭС до ВРУ здания выбраны с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Основными электроприемниками здания являются технологическое оборудование, освещение, системы общеобменной и противодымной вентиляции.

Суммарная расчетная нагрузка по зданию дома культуры составила 131 кВт.

Электроприёмники подключаются к шинам вводно-распределительного устройства через однополюсные и трёхполюсные автоматические выключатели, которые снабжены электромагнитными и тепловыми расцепителями для защиты оборудования от коротких замыканий и токовых перегрузок.

Для компенсации реактивной мощности предусмотрено компенсирующее устройство с автоматическим регулированием типа АТОМ-АКУ-НКЗ мощностью 30 квар.

Основными энергосберегающими мероприятиями является выбор энергоэффективного электрооборудования, светодиодных светильников и систем автоматического управления вентиляцией.

Тип системы заземления в здании выбран –TN-C-S.

Для электроустановок принято общее заземляющее устройство с сопротивлением растекания заземлителя не более 40м. В работе выполнен расчет системы заземления. Заземляющее устройство выполняется из стальных электродов, забиваемых в дно траншеи на глубине 0,5м от поверхности земли. В траншее электроды соединяются полосовой оцинкованной сталью сваркой.

Броня проектируемых кабелей присоединяется к заземляющему устройству.

На вводе в здание выполнена главная система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой защитный проводник (РЕ-проводник) питающей линии, заземляющий проводник, присоединенный к повторному заземляющему устройству, металлические трубы инженерных коммуникаций, входящих в здание.

В качестве молниеприемника здания ДК используется металлическая сетка из оцинкованной стали диаметром 10мм. Размер ячеек не более 10×10м. Сетка прокладывается по кровле и присоединяется к наружному контуру заземления.

Выбор сечения кабелей 0,4кВ произведён по условию нагрева током нагрузки с последующей проверкой по допустимой потере напряжения и условию срабатывания защитного аппарата при однофазном коротком замыкании в сети до 1000В.

Максимальная потеря напряжения в цепях освещения и розеток не превышает 3%, в силовых цепях - 5%.

Питающие, распределительные сети, сети рабочего освещения выполнены кабелем ППГнг(А)-HF. Питание противопожарных устройств и сетей аварийного освещения выполнено кабелем ППГнг(А)-FRHF.

В работе выполнен расчет рабочего освещения. В качестве источников света приняты светодиодные светильники.

Для электроприемников I категории надежности выбран дизельный генератор марки АД-100-Т400 в металлическом контейнере.

## Список используемой литературы

1. Анчарова Т.В., Рашевская М.А., Стебунова Е.Д. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. 415 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1911021> (дата обращения: 15.08.2023).
2. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: учебно-методическое пособие. Издательство ТГУ: Тольятти, 2016. 78 с.
3. Выбор автомата по мощности нагрузки и сечению провода [Электронный ресурс]. URL: <https://volgaproekt.ru/stati/vybor-avtomata-po-moshchnosti-nagruzki.html> (дата обращения: 16.06.2023).
4. 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 25.07.2023).
5. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 22.08.2023).
6. ГОСТ 53768-2010 Провода и кабели для электрических установок на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2012. 22 с.
7. Группа компаний «Световые технологии». Каталог LED светильников [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ltcompany.com/ru/products/types/commercial-luminaires/office-luminaires/> (дата обращения 08.06.23).
8. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: справочные материалы по электрооборудованию

[Электронный ресурс]. URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SEROB/ucheberab3/Tabstud3/M\\_Kabishev\\_Obuhov\\_Raschet.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SEROB/ucheberab3/Tabstud3/M_Kabishev_Obuhov_Raschet.pdf) (дата обращения: 15.06.2023).

9. Конденсаторная установка УКМ-58 0.4-167-33.3. «Микрон» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mircond.com/kondensatornyye-ustanovki/kondensatornaya-ustanovka-ukm-58-0-4-167-33-3-1900x450x440/> (дата обращения 09.08.23).

10. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> (дата обращения 16.08.2023).

11. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. [Электронный ресурс]: URL: <https://ru-bezh.ru/uploads/instrukcii/rd/%D0%A0%D0%94%2034.21.122-87.pdf> (дата обращения: 05.07.2023).

12. Силовой трансформатор ТСЗ-1600 [Электронный ресурс]. URL: [https://slavenergo.ru/transformator\\_tsz\\_1600](https://slavenergo.ru/transformator_tsz_1600) (дата обращения 16.07.2023).

13. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: Свод правил по проектированию и строительству от 01.01.2004. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 03.08.2023).

14. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 22.07.2023).

15. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Петров Д.В. Технико-экономические расчеты распределительных электрических сетей: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 96 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1839652> (дата обращения: 14.08.2023).

16. Calculation of short-circuit currents [Электронный ресурс]. URL: <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/3357/3357-ect158.pdf> (дата обращения 16.06.2023).

17. Daza S. A. Electric Power System Fundamentals: tutorial. London: Artech house, 2016. 405 p.
18. Panteleev V. Optimization model of power supply system of industrial enterprise. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. pp. 441 – 450.
19. Sanober Hassan Khattak, Michael Oates, Rick Greenough Towards improved energy and recourse management in manufacturing // Energies. 2018. № 11(4). C. 1-15.
20. Ugrad H., Winker W. Protection Techniques in Electrical Energy System. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. pp. 441 – 450.