

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 Проектирование системы электроснабжения здания лицея на 800 учащихся с интернатом на 200 мест в г. Челябинск

Обучающийся

Е.А. Керносенко

(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 были рассмотрены вопросы электроснабжения здания лицея на 800 учащихся с интернатом на 200 мест. Питание объекта будет осуществляться от двух трансформаторных подстанций, при этом резервным источником электроснабжения для потребителей первой категории будет дизельная электростанция с номинальной мощностью 250 кВт. На вводе в электрощитовых принято три вводно-распределительных устройства.

По результатам расчёта электрических нагрузок было установлено, что максимальная расчётная мощность здания лицея составит 604 кВт. По категории надёжности электроприёмники противопожарных устройств, охранной сигнализации, а также аварийное освещение отнесены к первой категории. Остальные электроприёмники приняты второй категории. Выбраны автоматические выключатели, а также дифференциальные автоматы с током утечки 30 мА. Компенсация реактивной мощности осуществляется во ВРУ-1 при помощи КУ с автоматическим регулированием. Разработан перечень энергосберегающих мероприятий, применение которых позволит сократить затраты на оплату электрической энергии. Рассмотрены вопросы заземления и молниезащиты здания. Молниезащита осуществляется путём наложения молниеприёмной сетки на кровлю строения. Выбраны типы кабелей и произведён расчёт их сечения, а также потерь напряжения до наиболее удалённых электроприёмников. Произведён расчёт количества светильников, необходимого для обеспечения требуемых норм освещённости. В каждом из помещений здания выбраны типы светодиодных светильников, применяемые в различных помещениях в зависимости от архитектурных особенностей и условий среды.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 61 страница текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

Содержание

Введение	4
1 Характеристика внешних источников электроснабжения и выбор внутренней схемы электроснабжения.....	8
2 Определение расчетной нагрузки.....	11
2.1 Определение расчетных нагрузок по зданию лицея на 800 учащихся..	11
2.2 Определение расчетных нагрузок по зданию интерната на 200 мест ...	14
3 Требования к надежности электроснабжения и качеству поставляемой электроэнергии	16
4 Заземление и молниезащита здания лицея	26
5 Выбор проводников и осветительной арматуры	33
6 Определение параметров систем рабочего и аварийного освещения в здании лицея и интерната	37
Заключение	55
Список используемой литературы и используемых источников	58

Введение

В состав планируемого к строительству объекта входят:

- блок 1- на 400 учащихся;
- блок 2 - на 400 учащихся;
- здание интерната на 200 проживающих;
- теплая стоянка на 4 автомобиля;
- хоз. блок.

Проектируемое здание лицея на 800 мест разно-этажное (3-4х) (с подвалом) сблокированное сложной конфигурации в плане, относится к 1 этапу строительства.

«Состав и площади помещений лицея, его планировочная структура обеспечивают возможность проведения занятий в соответствии с типовым учебным планом общеобразовательной школы.

Блок 1 предназначен для обучения III ступени.

Наполняемость классов - 25 учащихся:

- 8е - классы основной школы – 4 класса 100 учащихся;
- 9е - классы основной школы – 4 класса 100 учащихся;
- 10е - классы старшей школы – 4 класса 100 учащихся;
- 11е - классы старшей школы – 4 класса 100 учащихся» [15].

Обучение предусмотрено в 1 смену, 6 дней в неделю плюс участники смен образовательного центра одаренных детей по 2 смены в месяц (50 человек в смену, 24 смены в год).

Вместимость класса определена при норме 2,5м² на учащегося при фронтальных формах занятий. Для обучения в кабинетах иностранного языка и информатики каждый класс делится пополам.

Предусмотрено обучение учащихся II и III ступеней по классно-кабинетной системе.

Блок 1 состоит из следующих функциональных зон и групп помещений:

- входная зона, включающая: главный вход (с турникетами),

помещение охраны (с пожарным постом и диспетчерской), вестибюль с зоной ожидания для родителей, гардеробы, санитарно-бытовые помещения.

- учебная группа помещений (1-4 этажи) в составе: учебные кабинеты, лаборантские;
- спортивно-оздоровительная группа (2-ой этаж) в составе: спортивный зал со вспомогательными и санитарно-бытовыми помещениями, тренажерный зал, зал ЛФК, зал для восточных единоборств, стрелковый учебный тир;
- группа проектной деятельности: биоквантум, космоквантум, роботоквантум, промдизайн, геоквантум.
- группа помещений актового зала в составе: актовый зал на 300 мест (включая МГН) с эстрадой, подсобно-вспомогательными и санитарно-бытовыми помещениями;
- группа центра информации: библиотека с читальным залом и закрытым фондом хранения, минитипография, лекционный зал на 50 мест;
- медицинский блок;
- зона столовой и пищеблока;
- административно-хозяйственная группа помещений включает в себя административные и хозяйственно-бытовые помещения;
- группа технических помещений (в подвале, тех. этаже) для обеспечения инженерной инфраструктуры здания (венткамера, электрощитовая, и т.д.);
- группа санитарно-бытовых помещений: санузлы, комнаты уборочного инвентаря, душевые и гардеробы.

Блок 2 на 400 учащихся.

Блок 2 предназначен для обучения II-III ступени образования:

- 5-8е – классы основной школы – 12 классов (3 параллели) 300 учащихся;

- 9е – классы основной школы -2 класса (2 параллели) 50 учащихся;
- 10-11е – классы старшей школы -4 класса (2 параллели) 100 учащихся.

Наполняемость классов - 25 учащихся.

Обучение предусмотрено в 1 смену, 6 дней в неделю.

Вместимость класса определена при норме 2,5м² на учащегося при фронтальных формах занятий. Для обучения в кабинетах иностранного языка, домоводства, трудового обучения, информатики каждый класс делится пополам.

Предусмотрено обучение учащихся II и III ступеней по классно-кабинетной системе.

Блок 2 состоит из следующих функциональных зон и групп помещений:

- входная зона, включающая: главный ход (с турникетами), помещение охраны (с пожарным постом и диспетчерской), вестибюль с зоной ожидания для родителей, гардеробы, санитарно-бытовые помещения;
- учебная группа помещений (1-4 этажи) в составе: учебные кабинеты, лаборантские;
- спортивно-оздоровительная группа (2-ой этаж) в составе: спортивный зал со вспомогательными и санитарно-бытовыми помещениями, стрелковый учебный тир (подвал);
- группа помещений актового зала в составе: актовый зал на 250 мест (включая МГН) с эстрадой, подсобно-вспомогательными и санитарно-бытовыми помещениями;
- группа центра информации: библиотека с читальным залом и закрытым фондом хранения;
- медицинский блок;
- зона столовой и пищеблока (общая на Блок 1 и Блок 2);
- административно-хозяйственная группа помещений включает в себя административные и хозяйственно-бытовые помещения;

- группа технических помещений (в подвале, тех. этаже) для обеспечения инженерной инфраструктуры здания (венткамера, электрощитовая, и т.д.).
- группа санитарно-бытовых помещений: санузлы, комнаты уборочного инвентаря, душевые и гардеробы.

Силовые электроприемники располагаются в помещениях:

- столовой – грузовой лифт, низкотемпературная холодильная камера, охлаждаемая камера; 2 картофелеочистительные машины Abat МКК150 и овощерезательная машины ТОРГМАШ ОМ-350М-01, холодильник, мукопросеиватель «Каскад», 2 тестомесильные машины ТМС-40НН-2Ц, 2 печи конвекционные КЭП-10П-01, 2 расстоечных шкафа ШРТ-12Э, 2 мясорубки, 3 холодильника, 6-ти конфорочная электроплита ЭП- 6П, 6-ти конфорочная электроплита с жарочным шкафом ЭП- 6ЖШ, 2 электрокотла КПЭМ-100-ОМР для приготовления 1-х блюд, 3 электрокотла КПЭМ-60-ОМР для приготовления 1-х и 3-х блюд, 2 электросковороды ЭСК-90-0,27-40-Ч, 2 пароконвектомата ПКА 10-1/1ВМ2-01, электронные весы, холодильный шкаф, электрокипятильник;
- мастерской трудового обучения - настольные учебные станки (токарный по дереву, токарный по металлу, вертикально-сверлильный, сверлильный по дереву, заточный);
- кабинете домоводства - электроплита, вытяжка, холодильник, микроволновка, чайник.

Учебные кабинеты предусматривают возможность применения технических средств обучения - кино, телевидения, проекционной и аудиоаппаратуры, программированного обучения.

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения здания лицея.

1 Характеристика внешних источников электроснабжения и выбор внутренней схемы электроснабжения

Основной источник питания: РТП: 1 I Л:28 I РП: РП-4 1-я с.ш. I Л: 4-1.

Дополнительный источник электроснабжения: РТП: 19 I Л: 28.

Резервный источник электроснабжения: ДЭС 250 кВт.

Точки присоединения:

- РУ-0,4 кВ проектируемой ТП-10/0,4 кВ;
- РУ-0,4 кВ ТП-90;
- ДЭС 250 кВт.

Максимальная мощность энергопринимающих устройств объекта по каждой точке присоединения:

- секция Т-1 РУ-0,4 кВ проектируемой двухтрансформаторной подстанции – максимальная мощность 540 кВт;
- секция Т-2 РУ-0,4 кВ проектируемой двухтрансформаторной подстанции – максимальная мощность 540 кВт;
- секция Т-1 РУ-0,4 кВ ТП-90 – максимальная мощность 270 кВт;
- секция Т-2 РУ-0,4 кВ ТП-90 – максимальная мощность 270 кВт;

Класс напряжения электрических сетей, к которым осуществляется присоединение - 0,4 кВ (380В).

Категория электроснабжения – I,II.

Для электроснабжения потребителей I категории предусмотрена ДЭС 250 кВт 2 степени автоматизации.

Сетевой организацией будет осуществляться строительство двухтрансформаторной подстанции.

Принятая схема электроснабжения обусловлена требованиями технических условий, расположением и составом электроприемников.

На вводе в электроцеховых объекта устанавливается вводно-распределительные устройства (ВРУ) ВРУ1, ВРУ2, ВРУ3. На рисунке 1 приведена принципиальная схема питающей сети от ВРУ3.

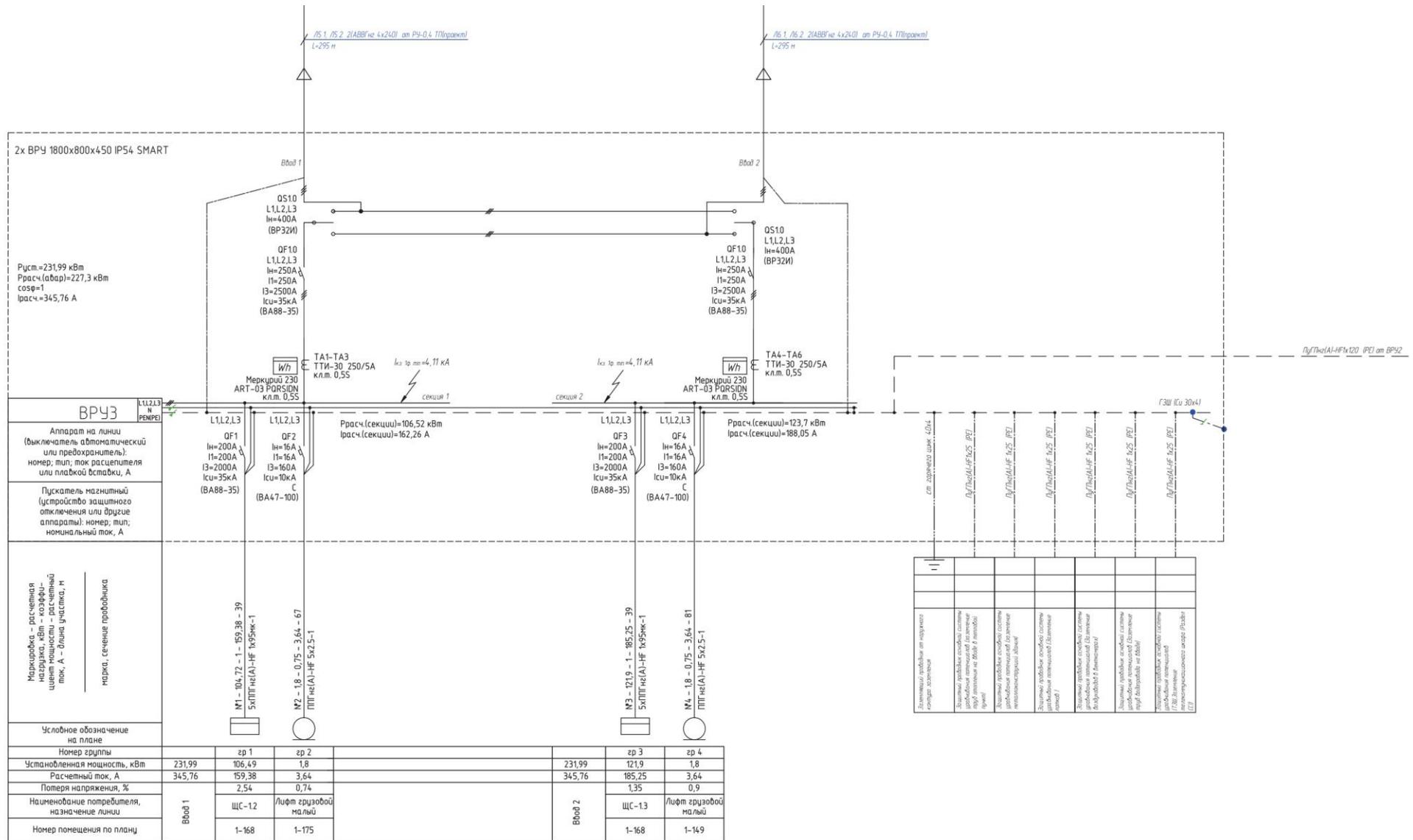


Рисунок 1 - Принципиальная схема питающей сети от ВРУ3

Питание электроприемников систем противопожарной защиты (СПЗ) осуществляться от самостоятельных НКУ с АВР – ЩСПЗ-1, ЩСПЗ-2, которые питаются от вводно-распределительных устройств ВРУ1 и ВРУ2, соответственно, и подключаются после аппаратов управления и до аппаратов защиты. Питание ЩСПЗ-1 и ЩСПЗ-2 осуществляется по взаиморезервируемым огнестойким кабельным линиям от ВРУ1 и ВРУ2 соответственно и кабелями от ДЭС 250 кВт. На вводе ЩСПЗ-1 и ЩСПЗ-2 устанавливается АВР на 3 ввода. ЩСПЗ-1 и ЩСПЗ-2 размещаются в непосредственной близости от ВРУ1 и ВРУ2, соответственно, в помещениях электрощитовых (помещения 2-012, 2-057 на плане здания).

Фасадная часть ЩСПЗ-1 и ЩСПЗ-2 имеет отличительную окраску (красную) и табличку с маркировкой «Не отключать! Питание систем противопожарной защиты!» [2].

Для учета электроэнергии в ВРУ1 и ВРУ2 установлены электронные 3-х фазные многотарифные счётчики электрической энергии Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN, класса точности 0,5S. Подключение счетчиков выполнено через трансформаторы тока ТТИ-40 200/5 и ТТИ-40 250/5 с классом точности 0,5S. В щитах ЩСПЗ-1 и ЩСПЗ-2 предусмотрены счетчики Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN, класса точности 0,5S. подключение счетчиков выполнено через трансформаторы тока ТТИ- 30 200/5 с классом точности 0,5S [9].

Выводы по разделу.

Питание объекта будет осуществляться от двух двухтрансформаторных подстанций, одна из которых уже существует, а вторая будет построена электроснабжающей организацией. Резервным источником для электроснабжения потребителей I категории будет дизельная электростанция мощностью 250 кВт. На вводе в электрощитовых объекта устанавливаются вводно- распределительные устройства (ВРУ) ВРУ1, ВРУ2, ВРУ3.

Питание электроприемников систем противопожарной защиты (СПЗ) осуществляться от самостоятельных НКУ с АВР – ЩСПЗ-1, ЩСПЗ-2, которые питаются от вводно-распределительных устройств ВРУ1 и ВРУ2.

2 Определение расчетной нагрузки

2.1 Определение расчетных нагрузок по зданию лица на 800 учащихся

Основными потребителями электроэнергии являются: электрическое освещение, технологическое оборудование, сантехнические и вентиляционные системы, насосное оборудование, насосы внутреннего пожаротушения и вентиляторы противодымной вентиляции, потребители слаботочных систем, бытовые электроприемники.

Максимальная мощность энергопринимающих устройств объекта по каждой точке присоединения:

- секция Т-1 РУ-0,4 кВ проектируемой двухтрансформаторной подстанции – максимальная мощность 540 кВт;
- секция Т-2 РУ-0,4 кВ проектируемой двухтрансформаторной подстанции – максимальная мощность 540 кВт;
- секция Т-1 РУ-0,4 кВ ТП-90 – максимальная мощность 270 кВт;
- секция Т-2 РУ-0,4 кВ ТП-90 – максимальная мощность 270 кВт;

Расчет электрических нагрузок выполнен по удельным показателям и расчетным коэффициентам, приведенным в СП 256.1325800.2016 [20].

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [20]:

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

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» [20].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [20]:

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

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [20].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [20]:

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [20].

«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» [20]:

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

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» [20].

В результате выполненных расчетов были получены следующие итоговые данные по ВРУ здания лица.

ВРУ1.

Установленная мощность: $P_u = 390,87$ кВт.

Расчетная мощность (аварийный режим): P_p (авар.) = 145,23 кВт.

Расчетный ток: $I_p = 232,95$ А.

$\cos \varphi = 0,95$.

В том числе электроприемники 1 категории: $P_p = 33,42$ кВт.

ВРУ2.

Установленная мощность: $P_u = 526,39$ кВт.

Расчетная мощность (аварийный режим): P_p (авар.) = 231,07 кВт.

Расчетный ток: $I_p = 375,01$ А.

$\cos \varphi = 0,95$.

В том числе электроприемники 1 категории: $P_p = 33,42$ кВт.

ВРУ3.

Установленная мощность: $P_u = 231,99$ кВт.

Расчетная мощность (аварийный режим): P_p (авар.) = 227,3 кВт.

Расчетный ток: $I_p = 345,76$ А.

$\cos \varphi = 1$.

При пожаре:

ВРУ1.

Расчетная мощность: $P_p = 157,72$ кВт Расчетный ток: $I_p = 251,53$ А

ВРУ2.

Расчетная мощность: $P_p = 223,55$ кВт Расчетный ток: $I_p = 369,66$ А

ВРУ3.

Расчетная мощность: $P_p = 227,3$ кВт. Расчетный ток: $I_p = 345,76$ А.

2.2 Определение расчетных нагрузок по зданию интерната на 200 мест

Основными потребителями электроэнергии являются: электрическое освещение, технологическое оборудование, сантехнические и вентиляционные системы, насосное оборудование, насосы внутреннего пожаротушения и вентиляторы противодымной вентиляции, потребители слаботочных систем, бытовые электроприемники.

Максимальная мощность энергопринимающих устройств объекта по каждой точке присоединения:

- секция Т-1 РУ-0,4 кВ вновь построенной двухтрансформаторной подстанции – 143 кВт;
- секция Т-2 РУ-0,4 кВ вновь построенной двухтрансформаторной подстанции – 143 кВт.

Количество (n, шт.) и установленная мощность (P_u , кВт) электроприемников объекта:

- рабочее освещение $n=602$ шт., $P_u=17,82$ кВт;
- аварийное освещение $n=121$ шт., $P_u=3,36$ кВт;
- розеточная сеть $n=308$ шт., $P_u=60,71$ кВт;
- технологическое оборудование прачечных $n=23$ шт., $P_u=108,4$ кВт;
- противодымная вентиляция $n=21$ шт., $P_u=35,19$ кВт;
- внутреннее пожаротушение $n= 1$ шт., $P_u=3,3$ кВт;
- компьютерная техника $n=41$, $P_u=13,88$ кВт;
- обогрев воронок, стояков ВК $n=16$, $P_u=0,48$ кВт;
- СПС, СОУЭ $n=6$ шт., $P_u=0,59$ кВт;
- СОТС, СКУД $n=5$ шт., $P_u=0,34$ кВт;
- СОТ $n=1$ шт., $P_u=0,5$ кВт;
- насосное оборудование, БТП, КНС $n=4$ шт., $P_u=5,8$ кВт;

- вентиляция $n=11$ шт, $P_y=8,16$ кВт;
- холодильное оборудование $n=58$ шт, $P_y=4,25$ кВт;
- лифт с режимом перевозки пож. подразделений $n=2$ шт, $P_y=25$ кВт.

В результате выполненных расчетов были получены следующие итоговые данные по ВРУ здания интерната.

ВРУ:

Установленная мощность: $P_y = 287,78$ кВт.

Расчетная мощность (аварийный режим): P_p (авар.) = $110,33$ кВт.

Расчетный ток: $I_p = 178,91$ А.

$\cos \varphi = 0,95$.

В том числе электроприемники 1 категории: $P_p=30,02$ кВт.

При пожаре.

ВРУ.

Расчетная мощность: $P_p= 107,68$ кВт. Расчетный ток: $I_p = 186,35$ А

Выводы по разделу.

Максимальная расчетная мощность, потребляемая электроприемниками здания лица, составила $603,6$ кВт, что в соответствии с техническими условиями не превышает максимальной разрешенной мощности присоединения объекта 983 кВт.

Годовое потребление электроэнергии составит $W= 1\ 490\ 892$ кВт·ч.

3 Требования к надежности электроснабжения и качеству поставляемой электроэнергии

В соответствии с СП 256.1325800.2016 таблица 6.1 [20], СП 52.13330.2016 [22] степень обеспечения надежности электроснабжения:

- электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации, аварийное освещение - I категория;
- комплекс остальных электроприемников - II категория.

В электрощитовых объекта (Блок I пом. 2-057, Блок 2 пом. 2-012) устанавливаются вводные распределительные устройства (ВРУ1, ВРУ2, ВРУ3) с двумя секциями шин и устройствами ручного переключения, что позволяет переключить нагрузку на рабочий ввод в ручном режиме [23].

Питание секций ВРУ выполняется взаиморезервируемыми кабелями от РУ- 0,4 кВ вновь проектируемой двухтрансформаторной подстанции [14].

«Питание электроприемников СПЗ осуществляется от самостоятельных НКУ с АВР (ЩСПЗ-1, ЩСПЗ-2), которые подключаются после аппаратов управления и до аппаратов защиты ВРУ1 и ВРУ2, 3 ввод выполнен от ДЭС 250 кВт. Резервное питание электроприемников СПС, СОУЭ, предусмотрено от АИП с АКБ, обеспечивающих питание в дежурном режиме в течение 24 часов и в режиме «Пожар» не менее 1 часа» [24].

Для питания системы охранной и тревожной сигнализации, системы охранной телевизионной в соответствующих разделах предусмотрены АИП с АКБ.

Показатели и нормы качества электрической энергии должны соответствовать требованиям ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [6].

Напряжение питающей сети ~380/220В частотой 50 Гц с глухозаземленной нейтралью трансформатора. Нулевой защитный и нулевой рабочий проводник разделен на вводе ВРУ (система TN-C-S).

В соответствии с СП 256.1325800.2016 падение напряжения от ВРУ здания до наиболее удаленных потребителей - не превышает 4%, до самого удаленного светильника - не превышает 3% [20].

В соответствии с ГОСТ 29322-2014 при нормальных условиях оперирования напряжение питания не должно отличаться от номинального напряжения системы больше чем на $\pm 10\%$ [4].

Обеспечение электроэнергией электроприемников подключенных к ВРУ осуществляется по взаиморезервируемым кабельными линиями от РУ-0,4 кВ проектируемой двухтрансформаторной подстанции. В нормальном режиме кабели питают разные секции ВРУ.

В аварийном режиме, при отключении одной из питающих линий, оставшаяся в работе кабельная линия сможет обеспечить всю нагрузку, подключенную к ВРУ.

Питание электроприемников систем противопожарной защиты (СПЗ), системы охранной и тревожной сигнализации, аварийного освещения, лифтов, системы охранной телевизионной осуществляется от самостоятельного НКУ с АВР (ЩСПЗ), которое питается от вводов ВРУ и ДЭС 250 кВт. Питание осуществляется по двум взаиморезервируемым огнестойким кабелям от 1 и 2 вводов ВРУ и подключаются после аппаратов управления и до аппаратов защиты ВРУ, 3 ввод выполнен от ДЭС 250 кВт. При отсутствии питания на 1 и 2 вводе ДЭС запускается автоматически по сигналу от АВР.

Для приборов системы пожарной сигнализации (СПС) и системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) предусмотрены автономные источники питания с АКБ со временем автономной работы в дежурном режиме в течение 24 часов и в режиме «Пожар» не менее 1 часа. Для питания системы вызова персонала для инвалидов-колясочников, системы экстренной связи, системы охранной и тревожной сигнализации, системы контроля и управления доступом, системы охранной телевизионной в соответствующих разделах предусмотрены АИП с АКБ.

Для распределения электроэнергии в здании установлены распределительные и групповые щиты, укомплектованные вводными автоматическими выключателями, автоматическими выключателями защиты групповых линий с комбинированными расцепителями.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

– по номинальному напряжению» [11]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (5)$$

– «по номинальному току» [16]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (6)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [11]:

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

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [11].

«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 обратно зависимой от тока характеристикой.

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

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [11]:

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

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» [11].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [11]:

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

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [11].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [11]:

$$t_{cp} > t_{доп},, \quad (10)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{доп}$ – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [11].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [11]:

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

$$I_2 \leq 1,45 I_{дон}, \quad (12)$$

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» [11].

«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» [11].

Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки и групповых линий освещения помещений с повышенной опасностью и особо опасных предусмотрены УДТ со встроенной защитой от сверхтока, срабатывающие при токе утечки 30 мА. Щиты оснащаются шинами РЕ и N. Высота установки щитов 1,7 м до верха щита, если иное не указано на плане. Щиты, установленные в коридорах укомплектованы замками и утоплены в стены, и имеют степень защиты не менее IP31.

Применены накладные и встроенные щиты фирмы IEK различной емкости. Применены автоматические выключатели с комбинированными расцепителями и дифференциальной защитой (УДТ) фирмы IEK, комплектные АВР фирмы SHINT. В цепях питания вентиляторов противодымной вентиляции и противопожарных клапанов применены автоматические выключатели с характеристикой «МА» (без теплового расцепителя).

Для подключения насосной станции внутреннего пожаротушения применен автоматический выключатель с характеристикой «D».

Для отключения вытяжной вентиляции при пожаре во ВРУ и соответствующих щитах ЩВ и ВРУ предусмотрены независимые расцепители. Отключение происходит путем подачи напряжения на катушку независимого расцепителя при срабатывании системы пожарной сигнализации, для этого в СПС предусмотрены адресные релейные модули С2000-СП4/220 [18].

На рисунке 2 приведен внешний вид адресного релейного модуля С2000-СП4/220.



Рисунок 2 - Внешний вид адресного релейного модуля С2000-СП4/220

«Блок сигнально-пусковой адресный предназначен для управления и контроля клапанов противодымной вентиляции, огнезадерживающих клапанов общеобменной вентиляции, дренажных клапанов, и иных исполнительных устройств. Применяется как часть составного прибора управления в системах пожарно-охранной сигнализации, поддерживающих двухпроводную линию связи, совместно с контролером «С2000-КДЛ» (версии 2.01 и выше) или «С2000-КДЛ-2И» (версии 1.00 и выше) и пультом контроля и управления «С2000М» в составе ИСО «Орион»» [10].

Управление вытяжными вентиляторами и приточными вентиляторами осуществляется вручную с выключателей по месту и со щитов управления

поставляемых комплектно с установками.

При пожаре предусматривается автоматическое отключение приточных систем вентиляции с сохранением электропитания цепей защиты от замораживания. Для этих целей проектом пожарной сигнализации предусмотрена выдача сигнала «Пожар» в щиты управления от адресных релейных модулей С2000-СП2 (предусмотрены в СПС).

Управление вентиляторами противодымной вентиляции выполнено автоматически по сигналу с прибора пожарной сигнализации соответствующим щитом управления ШКП, включенного в интерфейсную линию связи прибора СПС. Питание щитов выполняется от НКУ с АВР (ЩСПЗ-1 и ЩСПЗ-2) огнестойким кабелем.

Клапаны дымоудаления с электроприводом автоматически открываются на этаже пожара, а огнезадерживающие клапаны закрываются по сигналу с прибора пожарной сигнализации [24]. Управление противопожарными клапанами предусмотрено от адресных модулей С2000-СП4/220.

В рабочем режиме электроснабжение объекта осуществляется равномерным распределением нагрузки по вводам и по фазам.

Компенсация реактивной мощности предусмотрено в ВРУ1. Для компенсации применены УКРМ с автоматическим регулированием коэффициента мощности.

В работе предусматриваются решения по автоматизации [21]:

- автоматическое переключение нагрузки 1 категории на рабочий ввод;
- автоматический запуск ДЭС и автоматическое переключение на электроснабжение от ДЭС при исчезновении напряжения от энергоснабжающей организации;
- автоматическое отключение вентиляции при пожаре (осуществляется отключением контактора по сигналу от системы пожарной сигнализации, автоматикой в комплектных щитах управления приточными системами);

- управление наружным освещением от ЯУО (ящик управления освещением) с фотореле.

В работе предусмотрена защита оборудования и сетей от токов короткого замыкания и перегрузки автоматическими выключателями с временем срабатывания электромагнитной отсечки $\leq 0,2$ с для трехфазных потребителей и $\leq 0,4$ с для однофазных потребителей [3].

В работе предусмотрены следующие мероприятия, обеспечивающие экономию электроэнергии [25]:

- учёт электроэнергии выполняется многофункциональными многотарифными счетчиками Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN 5A с трансформаторным подключением во ВРУ и ЩСПЗ, что обеспечивает точные, достоверные, оперативные данные потребления электроэнергии для расчёта с электроснабжающей организацией.
- использование кабелей с медными жилами;
- оптимальный выбор трасс кабельных линий;
- использование светильников со светодиодными лампами;
- раздельное управление освещением в больших помещениях;
- применение автоматизированных схем управления системами вентиляции;
- управление наружным освещением от ЯУО (ящик управления освещением) с фотореле.

Приборы учета Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN 5A с трансформаторным подключением установлены в ВРУ1, ВРУ2, ВРУ3, ЩСПЗ-1, ЩСПЗ-2. Счетчики имеют возможность включения в интеллектуальную систему учета электрической энергии (мощности) по интерфейсу RS-485.

На рисунке 3 приведен внешний вид выбранного счетчика электрической энергии Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN 5A.



Рисунок 3 - Внешний вид выбранного счетчика электрической энергии Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN 5A

Выводы по разделу.

В соответствии с СП 256.1325800.2016 таблица 6.1, СП 52.13330.2016 степень обеспечения надежности электроснабжения:

- электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации, аварийное освещение - I категория;
- комплекс остальных электроприемников - II категория.

Для питания системы охранной и тревожной сигнализации, системы охранной телевизионной в соответствующих разделах предусмотрены АИП с АКБ.

Для распределения электроэнергии в здании установлены распределительные и групповые щиты, укомплектованные вводными автоматическими выключателями, автоматическими выключателями защиты групповых линий с комбинированными расцепителями.

Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки и групповых линий освещения помещений с повышенной опасностью и особо опасных предусмотрены УДТ со встроенной защитой от сверхтока, срабатывающие при токе утечки 30 мА.

Для подключения насосной станции внутреннего пожаротушения применен автоматический выключатель с характеристикой «D».

Компенсация реактивной мощности предусмотрено в ВРУ1. Для компенсации применены УКРМ с автоматическим регулированием коэффициента мощности.

Составлен перечень энергосберегающих мероприятий, применение которых позволит сократить затраты на оплату электрической энергии.

Для учета поставляемой электрической энергии выбраны счетчики Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN 5А с трансформаторным подключением. Счетчики имеют возможность включения в интеллектуальную систему учета электрической энергии (мощности) по интерфейсу RS-485.

4 Заземление и молниезащита здания лица

В отношении мер электробезопасности электроустановки объекта являются электроустановками с глухозаземленной нейтралью.

На объекте принята система электроснабжения TN-C-S. Точка разделения PEN проводника, на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный проводник (PE) находится во ВРУ объекта. В качестве заземляющих проводников используются отдельные жилы кабелей.

«Защита от прямого прикосновения обеспечивается:

- основная изоляция токоведущих частей;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения. Защита от косвенного прикосновения обеспечивается:
- заземлением электрооборудования проводником «РЕ» жил кабеля;
- автоматическим отключением питания;
- уравниванием потенциалов;
- двойной или усиленной изоляцией;
- сверхнизким (малым) напряжением» [12].

В качестве дополнительной меры электробезопасности предусмотрено питание розеток через дифференциальные автоматические выключатели с дифференциальным током срабатывания 30 мА (УДТ).

В работе предусматривается установка главной заземляющей шины (ГЗШ), ГЗШ совмещена с шиной РЕ ВРУ. К указанной шине следует присоединить:

- наружное заземляющее устройство;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание;
- металлические части каркаса здания и опорных конструкций электроустановок;
- PEN-проводники питающих линий;
- РЕ-проводники питающих и распределительных линий;

- ТЗШ (телекоммуникационную заземляющую шину в телекоммуникационном шкафу);
- воздухопроводы системы вентиляции.

На вводе в здание выполнен контур повторного заземления нулевого провода.

Контур повторного заземления выполнен из горизонтального заземлителя (сталь горячего цинкования 40×4 мм), проложенного в траншее на глубине 0,5 м от поверхности земли по периметру здания [7].

В работе выполняется основная и дополнительная система уравнивания потенциалов.

На вводе в здание выполняется основная система уравнивания потенциалов, путем соединения следующих проводящих частей:

- защитные заземляющие проводники (РЕ);
- PEN-проводник питающей сети;
- защитные проводники основной системы уравнивания потенциалов (ПуГПнг(А)-НФ 1×25);
- заземляющий проводник (сталь горячего цинкования 40×4 мм);
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, отопления;
- металлические части каркаса здания;
- металлические части систем вентиляции.

Заземляющие устройства защитного заземления и заземления для молниезащиты выполняются общими.

Дополнительная система уравнивания потенциала выполняется для помещений, в которых находятся технологическое оборудование, металлические столы, металлические раковины, душевые поддоны, ванны и стояки водоснабжения и канализации путем соединения между собой всех одновременно доступных к прикосновению открытых проводящих частей с шиной РЕ на соответствующем щите. Провод ПуГПнг(А)-НФ1×4 прокладывается от нулевой защитной шины «РЕ» щита до шины КУП

(коробка уравнивания потенциалов) в соответствующем помещении. К шине КУП проводом ПуГПнг(А)-HF1×4 присоединяются металлические раковины, душевые поддоны, ванны и стояки водоснабжения и канализации, металлические столы производственных помещений, технологическое оборудование.

Мероприятия по молниезащите объекта выполнены в соответствии с ПУЭ 7-е изд. глава 1.7 [12], СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [19] (далее СО) и РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» [13] (далее РД).

Защищаемое сооружение относится к обычным с точки зрения молниезащиты в соответствии с СО и к 3-ей категории согласно РД.

Защиту от прямых ударов обеспечивает молниеприемная сетка из оцинкованной стали D-8мм, уложенная на кровлю сверху. Для соединения проволоки по длине и в узлах сетки используется универсальный зажим Vario. Сетка крепится с помощью зажимов 165 MBG-8-10 с шагом 0,7-1 м. Шаг ячеек сетки не более 10×10 м. Внешний вид используемого зажима 165 MBG-8-10 приведен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Внешний вид используемого зажима 165 MBG-8-10

Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) присоединяются к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы - оборудуются дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке.

В качестве токоотводов применяются опуски из оцинкованной стали D-8мм. Расстояние между токоотводами предусмотрено не более 20 м. Молниеприемники и токоотводы должны быть жестко закреплены, так чтобы исключить любой разрыв или ослабление крепления проводников под действием электродинамических сил или случайных механических воздействий.

«Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали» [17]:

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

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» [17];

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [17]:

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

где « t_0 – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [17];

«Сопротивление вертикальных электродов при коэффициенте использования нормативном коэффициенте использования» [17]:

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

где « η_g – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [17];

«Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы для 2-ой климатической зоны» [17]:

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

где « l_z – длина горизонтального заземлителя;

b – ширина полосы горизонтального заземлителя;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя» [17];

«Расчетное результирующее сопротивление R_u заземляющего устройства» [17]:

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

«Комплекс мероприятий по обеспечению необходимых требований к заземляющему устройству представлен следующими решениями:

- монтаж заземляющего устройства, состоящего из горизонтального электрода (полоса оцинкованная стальная сечением 40x4 мм), глубина 0,5 м и 26 вертикальных электродов (штырей из оцинкованной стали диаметром 20 мм) длиной 3 м;
- соединение вертикальных и горизонтальных электродов между собой осуществляется с помощью зажимов 2760 20 FT;
- соединение токоотвода с выводом оцинкованной полосы из земли осуществляется с помощью зажимов ип: 233 A VA.

Конструкция заземляющего устройства соответствует пункту 1.7.55 ПУЭ. Заземляющие устройства защитного заземления и заземления для молниезащиты выполняются общими» [12].

План молниезащиты и обогрева воронок на кровле в осях 16-22/И-Т показан на рисунке 5.

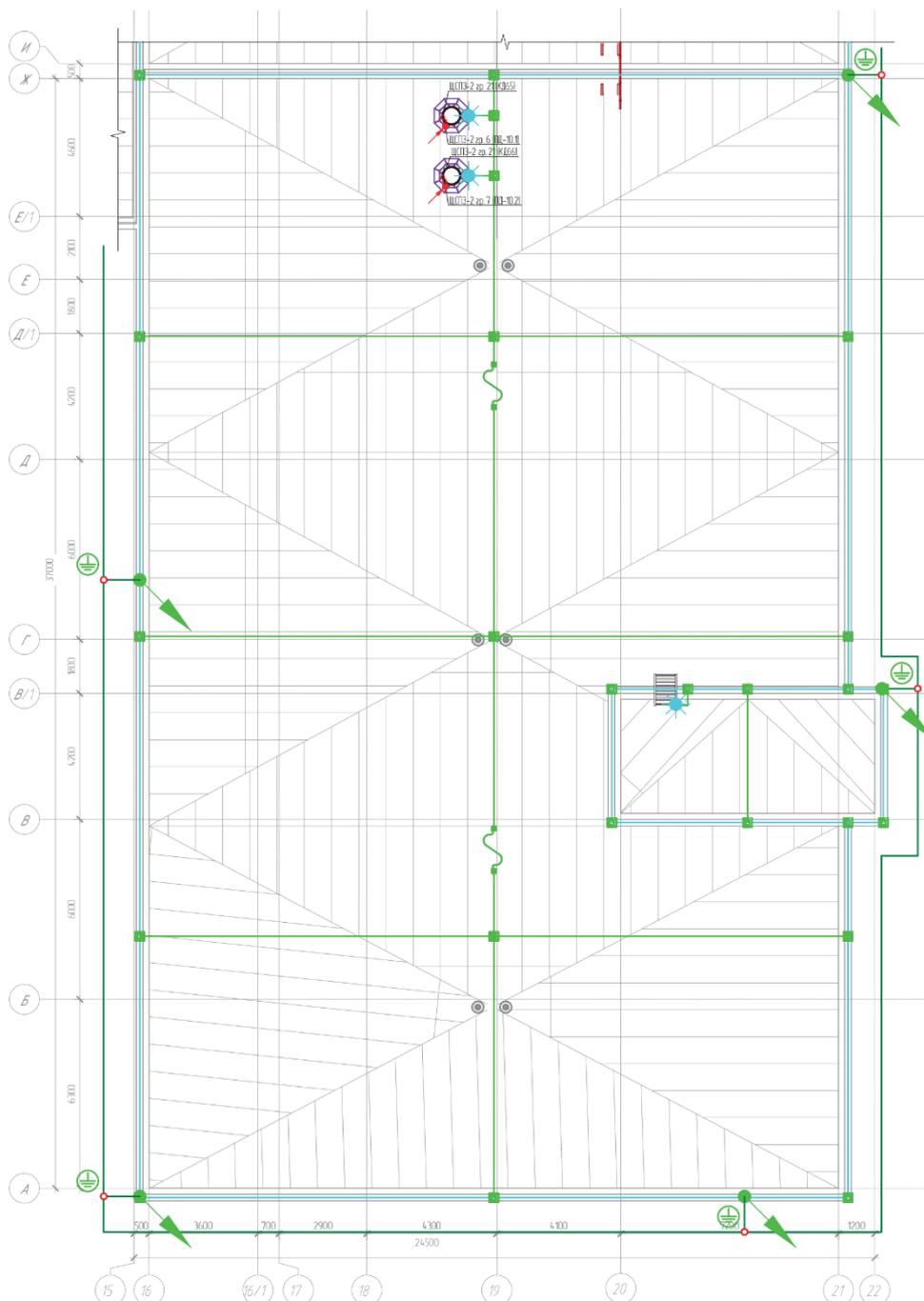


Рисунок 5 - План молниезащиты и обогрева воронок на кровле в осях 16-22/И-Т

На рисунке 6 показаны условные графические обозначения для плана молниезащиты и обогрева воронок.

	Монтаж сетки на плоской кровле (гор.оцинк. проволока D=8 мм, шаг крепления 1,0м)
	Монтаж сетки на парапете (гор.оцинк. проволока D=8 мм, шаг крепления 0,7 м)
	Заземляющее устройство (гор.оцинк. полоса 40x4 мм)
	Вертикальный заземляющий электрод L=3м (гор.оцинк. D=20 мм)
	Универсальный соединитель Vario
	Компенсатор удлинения проводника (172 AR)
	Присоединение металлических конструкций (324 S FT)
	Спуск проводника на более низкую отметку

Рисунок 6 - Условные графические обозначения для плана молниезащиты и обогрева воронок

Для защиты от заноса потенциала, на вводе в здание все инженерные сети присоединяются к ГЗШ.

Выводы по разделу.

На объекте принята система электроснабжения TN-C-S. Точка разделения PEN проводника, на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный проводник (PE) находится во ВРУ объекта. В качестве заземляющих проводников используются отдельные жилы кабелей.

В качестве дополнительной меры электробезопасности предусмотрено питание розеток через дифференциальные автоматические выключатели с дифференциальным током срабатывания 30 мА.

На вводе в здание выполнен контур повторного заземления нулевого провода. Заземляющие устройства защитного заземления и заземления для молниезащиты выполняются общими. Защиту от прямых ударов обеспечивает молниеприемная сетка из оцинкованной стали D=8мм, уложенная на кровлю сверху. Шаг ячеек сетки не более 10×10 м.

5 Выбор проводников и осветительной арматуры

В работе применены следующие типы кабелей:

- «кабель с медными жилами, не распространяющий горение при групповой прокладке, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов (нг(А)-HF);
- кабель с медными жилами огнестойкий, не распространяющий горение при групповой прокладке, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов (нг(А)-FRHF)» [14].

Питание потребителей систем противопожарной защиты (СПЗ), светильников аварийного освещения осуществляется огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF.

Питающие линии систем противопожарной защиты и аварийного освещения прокладываются в отдельно трубах, лотках и коробах, совместная прокладка с другими кабелями не допускается.

Сечения кабелей приняты по допустимым токовым нагрузкам и проверены по допустимым потерям напряжения.

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [11]:

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

где « k_1 - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды;

k_2 - поправочный коэффициент на термическое сопротивление грунта;

k_3 - поправочный коэффициент на количество групп кабелей;

k_4 - поправочный коэффициент на способ прокладки кабелей» [11].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [11]:

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

где « $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [11].

На рисунке 7 показаны типы и сечения выбранных кабельных линий от ЩС 1.1.

Кабели прокладываются открытым способом на металлических лотках, в электротехнических трубах из ПВХ с креплением к стенам и потолкам, в кабель-каналах и скрыто в перегородках и за подвесными потолками в электротехнических трубах из ПВХ. Линии питания аварийного освещения и СПЗ крепятся к стенам и потолкам с помощью металлических скоб, металлических дюбелей и саморезов.

В пределах помещения электропитательной питающие взаиморезервируемые кабельные линии от РУ-0,4 проектируемой двухтрансформаторной подстанции покрываются огнезащитным составом типа КЕДР-КБ.

Вертикальные спуски выполнены в кабель-каналах, в гофрированных трубах, жестких ПВХ трубах, скрыто в штрабах, в стяжке пола в тяжелой гофро-трубе к оборудованию, удаленному от стен.

В актовом зале кабельные линии прокладываются в стальных водогазопроводных трубах.

Огнестойкий кабель аварийного освещения и линий питания СПЗ прокладывается в металлическом лотке или в электротехнической ПВХ трубе и крепится к стандартной (бетонная, кирпичная стена либо потолок) огнестойкой поверхности с помощью огнестойкого крепежа фирмы Промрукав. Монтаж производится в соответствии с указаниями к ОКЛ Промрукав и ОСТЕК [5].

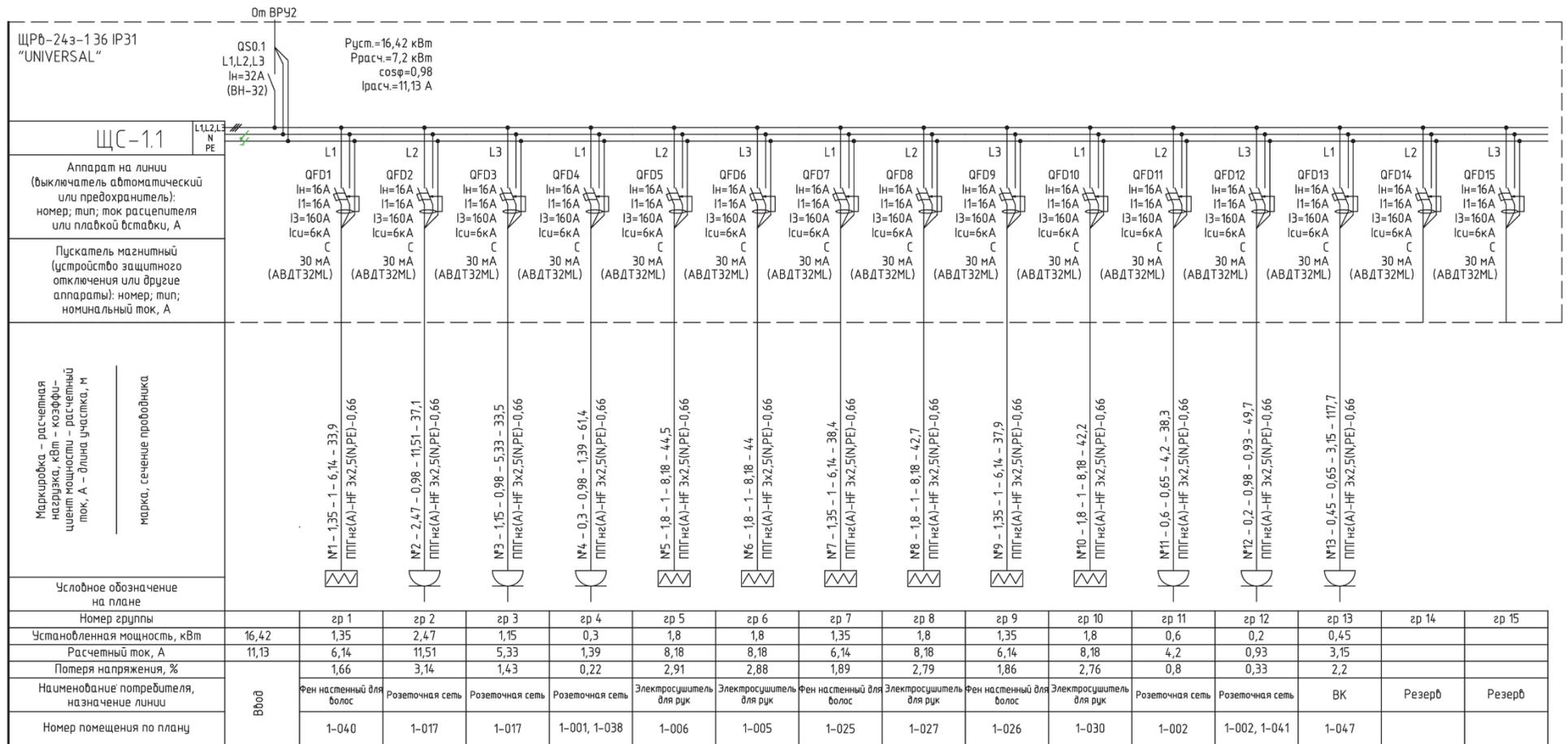


Рисунок 7 – Типы, сечения и длины выбранных кабельных линий от ЩС 1.1

Необходимо произвести герметизацию межэтажных отверстий под вертикальные подъемы кабеля, а также заделку зазоров между проводами и стенками труб в местах их прохода сквозь стены и перекрытия огнестойким материалом (пена монтажная огнестойкая). В местах прохождения кабельных трасс через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости используются кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций «Огнеза-ПМ-К».

Лотки монтируются таким образом, чтобы между частями лотков образовалась непрерывная электрическая цепь. Лотки необходимо заземлить от ГЗШ.

Соединения медных жил проводников выполняются с помощью зажимов под винт, соединительных изолирующих зажимов, гильз под опрессовку, в распаечных коробках. Подключение к электросети штепсельных розеток выполняется через распаечные коробки или в кабель-канале без разрыва защитного проводника сети. Для линий аварийного освещения применены огнестойкие коробки фирмы Промрукав.

Выводы по разделу.

Питание потребителей систем противопожарной защиты (СПЗ), светильников аварийного освещения осуществляется огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, остальных - ППГнг(А)-HF.

Сечения кабелей приняты по допустимым токовым нагрузкам и проверены по допустимым потерям напряжения.

6 Определение параметров систем рабочего и аварийного освещения в здании лицея и интерната

Выбор светильников, степени освещенности и мощности ламп произведен в соответствии с условиями среды помещений, их высотой и характером производимых работ, СП 52.13330.2016, а также в соответствии с планируемой архитектурой здания.

«Индекс помещения i определяется по выражению» [22]:

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

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [22].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [22]:

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

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [22].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [22]:

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

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [22].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [22]:

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

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [22]:

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

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [22]:

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

Освещение выполняется светильниками со светодиодными лампами. Типы светильников и их количество указаны на планах освещения в графической части работы и в таблице 1.

В работе предусматриваются следующие виды освещения: рабочее, аварийное и ремонтное.

Напряжение сети освещения - 230В.

«Аварийное освещение классифицируют по видам:

- эвакуационное, подразделяемое: на освещение путей эвакуации, антипаническое освещение и освещение зон повышенной опасности;
- резервное освещение» [8].

Таблица 1 - Типы выбранных светильников, их количество, принятая нормируемая освещенность для помещений интерната

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
Техподполье				
-	Лестничная клетка	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	50
001	Техподполье	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	19	50
002	Электрощитовая	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
003	ИТП	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
004	Насосная станция пожаротушения	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
005	Венткамера	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
006	Холодная венткамера	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	2	20
007	Лестничная клетка	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	50
Этаж 1				
-	Вход	NERO 15Вт 5000К IP65	4	100
101	Тамбур	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	1	100
102	Вестибюль	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	150
103	Гардероб для верхней одежды	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	150
104	Тамбур	NERO 15Вт 5000К IP65	1	50
105	Лестничная клетка N1	A170 Basic встр/накл 18Вт 5000К 595×180×50мм опал	3	50
106	Лифтовой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	75
107	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2 3	75
108	Помещение приема грязного белья	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
109	Помещение стирки и сушки белья	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	6	200
110	Помещение глажки белья	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	6	300

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
111	Помещение хранения чистого белья	Iron GL 0,9м 28Вт 5000К IP67 опал стекло	4	200
112	Помещение выдачи чистого белья	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	2	200
113	Коридор	A170 Basic встр/накл 18Вт 5000К 595×180×50мм опал	1	50
114	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	2	50
115	Комната персонала	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	200
116	Душевая	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
117	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2 7	75
118	Помещение сушки одежды и обуви	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	2	50
119	Кладовая	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	75
120	Кабинет заведующей	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	400
121	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75
122	Комната для самоподготовки	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	8	400
123	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
124	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
125	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
126	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
127	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
128	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
129	Помещение для сушки и глажения одежды	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	6	300
130	Помещение хранения личных вещей	Iron GL 0,9м 28Вт 5000К IP67 опал стекло	1	75
131	Помещение для стирки личных вещей	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
132	Лестничная клетка N 2	A170 Basic встр/накл 18Вт 5000К 595×180×50мм опал	3	50
133	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
134	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
135	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
136	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
137	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
138	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
139	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
140	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
141	Коридор	A170 Basic встр/накл 18Вт 5000К 595×180×50мм опал	1	50
142	Комната воспитателей	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	400
143	Душевая	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	50
144	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	2	50
145	Кладовая предметов уборки	IP65 Strong Basic 0,6м 18Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	75
146	Ожидальная	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	100

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
147	Кладовая предметов уборки	IP65 Strong Basic 0,6м 18Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	75
148	Кабинет врача	C070/U 36Вт 5000К 595×595×68мм IP54 опал	6	400
149	Процедурный кабинет	C070/U 36Вт 5000К 595×595×68мм IP54 опал	6	500
150	Коридор	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50
151	Шлюз	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	1	100
152	Палата изолятора на 2 койки	C070/U 36Вт 5000К 595×595×68мм IP54 опал	1	100
153	Палата изолятора на 2 койки	C070/U 36Вт 5000К 595×595×68мм IP54 опал	1	100
154	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 5000К 185×70мм IP65	2	75
155	Комната раздачи и мойки посуды	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	300
156	Санузел для МГН	DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4	100
157	Помещение охраны с пожарным постом	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	400
158	Тамбур 1	NERO 15Вт 5000К IP65	1	50
Этаж 2				
201	Лестничная клетка N1	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50
202	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	3 6	75
203	Лифтовой холл (зона безопасности)	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	75
204	Холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	3	75
205	Гардероб для верхней одежды	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	150
206	Комната воспитателей	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	400

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
207	Душевая	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
208	Помещение уборочного инвентаря	IP65 Strong Basic 0,6м 18Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	75
209	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	2	50
210	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
211	Санузелл	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
212	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75
213	Комната для самоподготовки	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	16	400
214	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75
215	Коридор	ДПА 5030-1A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	15	75
216	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
217	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
218	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
219	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
220	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
221	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
222	Помещение для сушки и глажения одежды	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	6	300
223	Помещение хранения личных вещей	Iron GL 0,9м 28Вт 5000К IP67 опал стекло	1	75

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
224	Помещение для стирки личных вещей	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
225	Лестничная клетка N2	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50
226	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
227	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
228	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
229	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
230	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
231	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
232	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
233	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
234	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
235	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
236	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
237	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
238	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
239	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
240	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
241	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
242	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
243	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
244	Комната отдыха и досуга	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	9	200
Этаж 3				
301	Лестничная клетка N1	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50
302	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	3 7	75
303	Лифтовой холл (зона безопасности)	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	75
304	Комната отдыха и досуга на 14 человек	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	200
305	Гардероб для верхней одежды	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	150
306	Помещение уборочного инвентаря	IP65 Strong Basic 0,6м 18Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	75
307	Комната воспитателей	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	400
308	Душевая	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
309	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	2	50
310	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
311	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
312	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75
313	Комната для самоподготовки	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	16	400
314	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
315	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
316	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
317	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
318	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
319	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
320	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
321	Помещение для сушки и глажения одежды	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	6	300
322	Помещение хранения личных вещей	Iron GL 0,9м 28Вт 5000К IP67 опал стекло	1	75
323	Санузел	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
324	Лестничная клетка N2	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50
325	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	1 5	75
326	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
327	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
328	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
329	-	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
330	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
331	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
332	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
333	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
334	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
335	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
336	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
337	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
338	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
339	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
340	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
341	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
342	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
343	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
344	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
345	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
346	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
347	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
Этаж 4				
401	Лестничная клетка №1	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
402	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	3 7	75
403	Лифтовой холл (зона безопасности)	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	75
404	Комната отдыха и досуга на 14 человек	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	200
405	Гардероб для верхней одежды	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	4	150
406	Помещение уборочного инвентаря	IP65 Strong Basic 0,6м 18Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	1	75
407	Комната воспитателей	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	6	400
408	Душевая	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
409	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	2	50
410	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
411	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
412	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75
413	Комната для самоподготовки	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	16	400
414	Световой холл	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	75
415	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
416	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
417	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
418	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
419	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
420	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
421	Помещение для сушки и глажения одежды	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	6	300
422	Помещение хранения личных вещей	Iron GL 0,9м 28Вт 5000К IP67 опал стекло	1	75
423	Помещение для стирки личных вещей	IP65 Strong Basic 1,2м 35Вт 5000К IP65 прозр. рас-ль	4	200
424	Лестничная клетка №2	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	2	50
425	Коридор	ДПА 5030-1 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	1 5	75
426	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
427	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
428	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
429	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
430	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
431	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
432	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
433	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
434	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
435	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50

Продолжение таблицы 1

№ помещения	Наименование помещения	Тип светильника	Количество	Нормированная освещенность
436	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
437	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
438	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
439	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
440	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
441	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
442	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
443	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
444	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL- Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
445	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
446	Комната на 4 учащихся	A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал DL-Basic 9Вт 5000К 112×50мм	4 1	150
447	Санузел	ЖКХ круг 10Вт 4000К 185×70мм IP65	1	50
501	Лестничная клетка	NERO 15Вт 5000К IP65 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	1 2	50
502	Лестничная клетка	NERO 15Вт 5000К IP65 A070 Basic встр/накл 35Вт 5000К 595×595×50мм опал	1 2	50

Аварийное освещение выполняется светильниками из числа рабочих, светильники аварийного освещения помечаются специально нанесенной буквой «А» красного цвета. В аварийных светильниках с автономными источниками питания предусмотрена функция автоматического тестирования.

Освещение путей эвакуации предусмотрено по маршрутам эвакуации:

- в коридорах и проходах по маршруту эвакуации;
- в местах изменения (перепада) уровня пола или покрытия;
- в зоне каждого изменения направления маршрута;
- при пересечении проходов и коридоров;
- на лестничных маршах, при этом каждая ступень освещена прямым светом;
- перед каждым эвакуационным выходом;
- в местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации;
- в местах размещения первичных средств пожаротушения;
- в местах размещения плана эвакуации;
- снаружи - перед каждым конечным выходом из здания.

Для путей эвакуации шириной до 2 м горизонтальная освещенность на полу вдоль центральной линии прохода предусмотрена не менее 1 лк, при этом полоса шириной не менее 50% ширины прохода, симметрично расположенная относительно центральной линии, имеет освещенность не менее 0,5 лк.

Освещение путей эвакуации обеспечивает 50% нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, и 100% нормируемой освещенности - через 10 с.

Эвакуационное освещение зон повышенной опасности предусмотрено для безопасного завершения потенциально опасного процесса или ситуации. Освещение должно обеспечивать 100% уровня нормируемой освещенности постоянно или прерываться не более чем на 0,5 с [16].

Минимальная освещенность эвакуационного освещения зон повышенной опасности предусмотрена в размере 10% от нормируемой

освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15 лк.

Эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение) предусмотрено в больших помещениях площадью более 60 м² и направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения больших площадей предусмотрена не менее 0,5 лк на всей свободной площади пола, за исключением полосы 0,5 м по периметру помещения.

Освещенность от резервного освещения составляет не менее 30% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения.

Освещенность для помещений МГН повышена на одну ступень.

Рабочее освещение выполнено от щитов ЩО, установленных на каждом этаже. Аварийное освещение выполнено от щитов ЩАО установленных на каждом этаже. Питание ЩАО выполнено от ЩСПЗ огнестойким кабелем.

Световые указатели «Выход» над эвакуационными выходами, на путях эвакуации, в местах поворотов коридоров, в основных проходах предусматриваются разделом ПБ.

Управление рабочим освещением осуществляется для мест общего пользования (коридоров и вестибюлей) с групповых щитов ЩО и дистанционно из помещения пожарного поста со щита управления освещением (ЩУО), по месту с помощью выключателей [26].

В помещениях для пребывания детей выключатели и розетки установить на высоте 1,8 м от пола. В технических и производственных помещениях розетки и пусковые аппараты установить на высоте 1 м от пола, а выключатели на высоте 1,8 м от пола. В административных кабинетах розетки установить на высоте 0,3 м, а выключатели на высоте 0,9 м от пола. В санузле МГН выключатели установить на высоте 0,9 м от пола.

В кабинетах и лабораториях розетки на столах учеников, а также лабораторные щитки подключены через аппарат управления, установленный на столе преподавателя. Линии питания розеток подключаются через УДТ 30

мА.

Высота установки групповых щитков - 1,7 м до верха щита.

В коридорах приняты встроенные щиты. В помещении электрощитовой приняты щиты открытой установки [1].

В работе предусматривается установка розеток с защитными шторками, автоматически закрывающимися гнезда розетки при выдернутой вилке.

Управление аварийным освещением осуществляется: для мест общего пользования (коридоров и вестибюлей) с групповых щитов ЩАО и дистанционно из помещения пожарного поста со щита управления аварийным освещением (ЩУАО), местными выключателями. Местные выключатели для управления аварийным освещением установлены в местах, не доступных посторонним лицам. Аварийное освещение включено в постоянном режиме одновременно с рабочим освещением.

Ремонтное освещение предусмотрено в электрощитовой, ИТП, венткамерах - от ящиков с понижающим трансформатором ЯТП-0,25 220/24.

Над каждым входом в здание установлены светодиодные светильники, обеспечивающие уровни средней горизонтальной освещенности не менее:

- 6 лк - на площадках основных входов;
- 4 лк - запасных и технических входов.
- 100 лк – пандус для МГН.

Управление наружным освещением осуществляется от ЯУО (ящик управления освещением) с фотореле.

Выводы по разделу.

Выбор светильников, степени освещенности и мощности ламп произведен в соответствии с условиями среды помещений, их высотой и характером производимых работ, СП 52.13330.2016, а также в соответствии с планируемой архитектурой здания.

Освещение выполняется светильниками со светодиодными лампами, предусматривается рабочее, аварийное и ремонтное освещение.

Аварийное освещение выполняется светильниками из числа рабочих,

светильники аварийного освещения помечаются специально нанесенной буквой «А» красного цвета. В аварийных светильниках с автономными источниками питания предусмотрена функция автоматического тестирования.

Рабочее освещение выполнено от щитов ЩО, установленных на каждом этаже. Аварийное освещение выполнено от щитов ЩАО установленных на каждом этаже. Питание ЩАО выполнено от ЩСПЗ огнестойким кабелем.

Управление рабочим освещением осуществляется для мест общего пользования (коридоров и вестибюлей) с групповых щитов ЩО и дистанционно из помещения пожарного поста со щита управления освещением (ЩУО), по месту с помощью выключателей.

Над каждым входом в здание установлены светодиодные светильники. Управление наружным освещением осуществляется от ЯУО (ящик управления освещением) с фотореле.

Заключение

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной и экономической системы электроснабжения здания лицея.

Питание объекта будет осуществляться от двух двухтрансформаторных подстанций, одна из которых уже существует, а вторая будет построена электроснабжающей организацией. Резервным источником для электроснабжения потребителей I категории будет дизельная электростанция мощностью 250 кВт. На вводе в электрощитовых объекта устанавливаются вводно-распределительные устройства (ВРУ) ВРУ1, ВРУ2, ВРУ3.

Питание электроприемников систем противопожарной защиты (СПЗ) осуществляться от самостоятельных НКУ с АВР – ЩСПЗ-1, ЩСПЗ-2, которые питаются от вводно-распределительных устройств ВРУ1 и ВРУ2.

Максимальная расчетная мощность, потребляемая электроприемниками здания лицея, составила 603,6 кВт, что в соответствии с техническими условиями не превышает максимальной разрешенной мощности присоединения объекта 983 кВт.

Годовое потребление электроэнергии составит $W = 1\,490\,892$ кВт·ч.

В соответствии с СП 256.1325800.2016 таблица 6.1, СП 52.13330.2016 степень обеспечения надежности электроснабжения:

- электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации, аварийное освещение - I категория;
- комплекс остальных электроприемников - II категория.

Для питания системы охранной и тревожной сигнализации, системы охранной телевизионной в соответствующих разделах предусмотрены АИП с АКБ.

Для распределения электроэнергии в здании установлены распределительные и групповые щиты, укомплектованные вводными автоматическими выключателями, автоматическими выключателями защиты групповых линий с комбинированными расцепителями.

Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки и групповых линий освещения помещений с повышенной опасностью и особо опасных предусмотрены УДТ со встроенной защитой от сверхтока, срабатывающие при токе утечки 30 мА.

Для подключения насосной станции внутреннего пожаротушения применен автоматический выключатель с характеристикой «D».

Компенсация реактивной мощности предусмотрено в ВРУ1. Для компенсации применены УКРМ с автоматическим регулированием коэффициента мощности.

Составлен перечень энергосберегающих мероприятий, применение которых позволит сократить затраты на оплату электрической энергии.

Для учета поставляемой электрической энергии выбраны счетчики Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN 5А с трансформаторным подключением. Счетчики имеют возможность включения в интеллектуальную систему учета электрической энергии (мощности) по интерфейсу RS-485.

На объекте принята система электроснабжения TN-C-S. Точка разделения PEN проводника, на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный проводник (PE) находится во ВРУ объекта. В качестве заземляющих проводников используются отдельные жилы кабелей.

В качестве дополнительной меры электробезопасности предусмотрено питание розеток через дифференциальные автоматические выключатели с дифференциальным током срабатывания 30 мА.

На вводе в здание выполнен контур повторного заземления нулевого провода. Заземляющие устройства защитного заземления и заземления для молниезащиты выполняются общими. Защиту от прямых ударов обеспечивает молниеприемная сетка из оцинкованной стали D-8мм, уложенная на кровлю сверху. Шаг ячеек сетки не более 10×10 м.

Питание потребителей систем противопожарной защиты (СПЗ), светильников аварийного освещения осуществляется огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, остальных - ППГнг(А)-HF.

Сечения кабелей приняты по допустимым токовым нагрузкам и проверены по допустимым потерям напряжения.

Выбор светильников, степени освещенности и мощности ламп произведен в соответствии с условиями среды помещений, их высотой и характером производимых работ, СП 52.13330.2016, а также в соответствии с планируемой архитектурой здания.

Освещение выполняется светильниками со светодиодными лампами, предусматривается рабочее, аварийное и ремонтное освещение.

Аварийное освещение выполняется светильниками из числа рабочих, светильники аварийного освещения помечаются специально нанесенной буквой «А» красного цвета. В аварийных светильниках с автономными источниками питания предусмотрена функция автоматического тестирования.

Рабочее освещение выполнено от щитов ЩО, установленных на каждом этаже. Аварийное освещение выполнено от щитов ЩАО установленных на каждом этаже. Питание ЩАО выполнено от ЩСПЗ огнестойким кабелем.

Управление рабочим освещением осуществляется для мест общего пользования (коридоров и вестибюлей) с групповых щитов ЩО и дистанционно из помещения пожарного поста со щита управления освещением (ЩУО), по месту с помощью выключателей.

Над каждым входом в здание установлены светодиодные светильники. Управление наружным освещением осуществляется от ЯУО (ящик управления освещением) с фотореле.

Список используемой литературы и используемых 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 14.07.2024).
3. 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 08.06.2024).
4. ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115397> (дата обращения 30.05.2024).
5. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 26.05.2024).
6. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 13.06.2024).
7. 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 06.06.2024).
8. 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 25.07.2024).

9. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2015. 368с.

10. Миронова А.Н., Миронов Ю.М. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2023. 470 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1996313> (дата обращения: 26.08.2024).

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

12. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 16.05.2024).

13. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 03.07.2024).

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

15. СанПиН 2.4.2.576-96 Санитарные правила и нормы. 2.4.2. Школьные учреждения. Гигиенические требования к условиям обучения школьников в различных видах современных общеобразовательных учреждений [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003964> (дата обращения 16.07.2024).

16. СанПиН 2.4.2.821-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902256369> (дата обращения 23.05.2024).

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

18. Синенко Л.С., Электроснабжение. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: учеб. пособие к практ. занятиям. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/122353214> (дата обращения 26.08.2024).
19. 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 22.07.2024).
20. 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 26.06.2024).
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 08.07.2024).
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 03.06.2024).
23. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105> (дата обращения 26.07.2024).
24. СП 6.13130.2021 Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 06.05.2024).
25. 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 17.07.2024).

26. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Петров Д.В. Техно-экономические расчеты распределительных электрических сетей: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 96 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1839652> (дата обращения 15.06.2024).