

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 здания дошкольного образовательного учреждения в г. Санкт-Петербурге

Обучающийся

О.К. Лукьянов

(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 выпускной квалификационной работе бакалавра рассмотрены вопросы организации системы электроснабжения здания дошкольного образовательного учреждения. Приведена характеристика здания, его этажности, количества учеников, обслуживающего и педагогического персонала. Определены источники питания и требования к его организации в соответствии с категориями надёжности установленных в здании потребителей. Определены расчётные электрические нагрузки на каждой из шин ГРЩ в нормальном и аварийном режиме. Рассмотрены необходимые мероприятия по поддержанию энергетической эффективности здания. Выполнен расчет системы искусственного заземления, состоящей из горизонтальных и вертикальных электродов. Определены параметры системы молниезащиты здания. Выбраны типы кабелей и произведён расчёт их сечений. Выполнен расчёт автоматических выключателей, выбраны типы светильников для применения в различных помещениях образовательного учреждения. Для каждого из помещений определены требования к освещенности и выбрано количество и мощность применяемых светильников.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки объемом 50 страниц текста и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ существующих источников электроснабжения и выбор схемы.....	7
2 Определение расчетных нагрузок	10
3 Электроснабжение приемников электрической энергии в ДОУ в соответствии с категорией надежности в нормальном и аварийном режимах	19
4 Заземление и молниезащита здания.....	23
5 Выбор типа, класса используемых проводов и кабелей, осветительной арматуры применяемых в здании ДОУ	27
6 Расчет внутреннего и наружного освещения здания ДОУ	36
Заключение	46
Список используемой литературы	48

Введение

Здание дошкольного образовательного учреждения (ДОУ) общего типа на 220 мест с бассейном планируется разместить на свободном от застройки земельном участке площадью 9005 м².

Здание ДОУ это вновь возводимое, отдельно стоящее, трехэтажное здание, Г-образной формы, здание имеет техническое подполье для размещения технических помещений.

ДОУ обеспечивает воспитание, обучение, присмотр, уход и оздоровление детей в возрасте от 1,5 до 7 лет.

Наполняемость ДОУ составляет 220 мест (10 групп), в том числе:

- одна группа раннего возраста от 1,5 лет до 2 лет – 22 человека в группе;
- одна группа раннего возраста от 2 лет до 3 лет – 22 человека в группе;
- две группы дошкольного возраста от 3 лет до 4 лет – 22 человека в группе;
- две группы дошкольного возраста от 4 лет до 5 лет – 22 человека в группе;
- две группы дошкольного возраста от 5 лет до 6 лет – 22 человека в группе;
- две группы дошкольного возраста от 6 лет до 7 лет – 22 человека в группе.

Режим работы ДОУ – круглогодичный, 5-ти дневная рабочая неделя с выходными днями в субботу и воскресенье, с 7.00 до 19.00.

Продолжительность пребывания детей в ДОУ – полный день (до 12 ч.).

Здание состоит из 3 наземных этажей и 1 подземного. В подземном этаже располагаются технические помещения. На 1-ом этаже размещаются: входная зона с вестибюлем, помещение охраны, две групповые ячейки для детей раннего возраста от 1,5 года до 3 лет, две групповые ячейки для детей дошкольного возраста от 3 года до 4 лет, бассейн, медицинский блок,

пищеблок. На 2-ом этаже расположены: четыре групповые ячейки для детей от 4 лет до 6 лет, музыкальный и физкультурный залы с инвентарными, комната психологической разгрузки, кружковые, административные помещения, постирочная. На 3-м этаже размещены: две групповые ячейки для детей от 6 года до 7 лет, помещение для учебных занятий старших групп. Также, на каждом этаже предусмотрены помещения уборочного инвентаря и санузлы.

В составе ДООУ предусмотрены следующие функциональные группы помещений:

- групповые ячейки;
- специализированные помещения для работы с детьми (физкультурный зал, музыкальный зал, бассейн, кружковые, помещение для учебных занятий старших групп, комната психологической разгрузки);
- сопутствующие помещения (медицинский блок, пищеблок, постирочная);
- административные и санитарно-бытовые помещения.

Планировочная структура ДООУ предусмотрена по принципу групповой изоляции, при которой групповая ячейка является местом основного пребывания детей каждой конкретной группы, где детям обеспечивается воспитание, обучение, присмотр, уход и оздоровление, организация детских игр, питание и дневной сон.

Групповые ячейки для детей раннего возраста расположены на первом этаже и имеют самостоятельные выходы на прогулочную площадку. На третьем этаже расположены групповые ячейки для старших групп.

В составе групповой ячейки предусматриваются следующие помещения:

- раздевальная – для переодевания детей, хранения и сушки верхней одежды;
- групповая – для игр, занятий, приема пищи, отдыха;

- спальня – для дневного сна детей;
- буфетная – для раздачи пищи, хранения и мытья столовой посуды, принадлежащей данной группе;
- туалетная – для гигиенических мероприятий, закаливающих и оздоровительных процедур.

Взаимосвязь всех помещений групповой ячейки осуществляется через групповую, которая функционально связана с раздевальной, спальней, туалетной и буфетной. Все помещения групповой ячейки размещаются на одном этаже. Для правильной организации учебно-воспитательных и рабочих процессов в групповой ячейке каждое помещение делится в соответствии с назначением и видом деятельности на функциональные зоны, оснащенные соответствующей мебелью и оборудованием.

Цель бакалаврской работы заключается в проектировании системы электроснабжения ДООУ, отвечающей требованиям надежности, безопасности и экономичности.

1 Анализ существующих источников электроснабжения и выбор схемы

Для возводимого здания имеются две точки подключения уровня напряжения 0,4 кВ со следующими центрами электропитания:

- основной – ПС 24;
- резервный – ПС 92.

Точками подключения являются:

- контактные соединения коммутационного аппарата в ГРЩ 0,4 кВ на кабельных наконечниках КЛ 0,4 кВ, отходящих в сторону ТП 17814 (1 ввод);
- контактные соединения коммутационного аппарата в ГРЩ 0,4 кВ на кабельных наконечниках КЛ 0,4 кВ, отходящих в сторону ТП 17825 (2 ввод).

Точка присоединения является границей балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности.

Максимальная мощность присоединяемых энергопринимающих устройств составляет 303,6 кВт. Категория надежности – первая, вторая. Активная мощность электроприемников первой категории составляет 31,27 кВт, электроприемников второй категории – 272,33 кВт.

Здание предусматривает ввод двух взаиморезервирующих кабельных линий класса напряжения 0,4 кВ [1].

ГРЩ здания ДООУ предусматривает две вводные панели, а также две сборных секции шин отходящих линий, панель ПЭСПЗ и панель I категории напольной установки. В вводных панелях питания предусматривается установка вводного выключателя нагрузки, затем вводного автоматического выключателя по ходу протекания электрического тока от источника питания к потребителю. После вводного выключателя нагрузки предусматривается установка трансформаторов тока для подключения приборов технического учета электрической энергии, а также амперметров, устанавливаемых на

лицевой дверце вводных панелей ГРЩ.

Для обеспечения переключения потребителей I категории по надежности электроснабжения предусматривается организация АВР на вводе с рабочим и резервным вводами.

Для обеспечения электроснабжения потребителей систем противопожарной защиты, относящихся к I категории по надежности электроснабжения, предусматривается устройство панели питания электрооборудования системы противопожарной защиты (панель ПЭСПЗ), входящая в состав ГРЩ, имеющая противопожарные боковые стенки и лицевую панель, окрашенную в красный цвет. Электроснабжение панели ПЭСПЗ осуществляется шинами внутри шкафа ГРЩ, подключенными после выключателей нагрузки до вводных автоматических выключателей. Для организации автоматического ввода резерва в панели ПЭСПЗ предусматривается на вводе установка контакторов. Контактторы имеют между собой механическую блокировку.

Все аппараты и устройства предусматриваются стационарной установки.

Согласно п.8.23 256.1325800.2016, потери напряжения от ВРУ до наиболее удаленного светильника не превышают 3%, а до остальных электроприемников – 4 %.

Все медицинские помещения ДОО относятся к группе 0 согласно ГОСТ Р 50571.28-2006, время отключения аппаратов защиты не превышает 0,2 с. Система заземления принята TN-C-S, разделение PEN-проводника питающей линии на PE и N проводники предусматривается на вводе в ГРЩ.

Для определения удельного годового расхода электрической энергии, характеризующей выполнение требований энергетической эффективности, предусматривается установка на вводах счетчиков электрической энергии. Для обеспечения высоких показателей энергетической эффективности, применяются источники света со светоотдачей не менее 95 лм/Вт согласно ПП РФ №18 от 25 января 2011.

Выводы по разделу.

Электроснабжение строящегося здания будет осуществляться от двухтрансформаторной подстанции, при этом для обеспечения переключения потребителей I категории (противопожарные устройства и аварийное освещение) по надежности электроснабжения предусматривается организация АВР на вводе.

ГРЩ здания ДОО предусматривает две вводные панели, а также две сборных секции шин отходящих линий, панель ПЭСПЗ и панель I категории напольной установки.

Потери напряжения от ВРУ до наиболее удаленных электроприемников не превышают 4 %. Все аппараты и устройства предусматриваются стационарной установки.

2 Определение расчетных нагрузок

Потребителями электроэнергии являются:

- технологическое оборудование образовательного процесса;
- тепловое, механическое и холодильное оборудование пищеблока;
- технологическое оборудование медицинского блока;
- технологическое оборудование постирочной;
- технологическое оборудование бассейна;
- рабочее и аварийное электроосвещение;
- сантехническое инженерное оборудование;
- оборудование систем противопожарной защиты.

Расчёт электрических нагрузок выполнен на основании СП256.1325800.2016.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [9]:

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

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» [9].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [9]:

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

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [9].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [9]:

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [9].

«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» [9]:

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

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» [10].

Все электропотребители сведены в таблицу 1 с результатами расчета электрических нагрузок, представленную ниже.

Таблица 1 - Расчет электрических нагрузок для здания ДОУ

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощность	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
Секция 1										
Тепловое оборудование пищеблока (8 шт., по таблице 7.9 $K_c=0,65$)	-	-	108,2	0,65	0,98	0,2	70,33	14,28	71,8	108,7
Механическое оборудование пищеблока (20 шт., по поз. 1 таблицы 7.9, $K_c=0,45$)	-	-	7,18	0,45	0,87	0,57	3,23	1,83	3,71	5,60
Холодильное оборудование пищеблока (7 шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,6$)	-	-	5,05	0,600	0,69	1,06	3,03	3,21	4,4	6,70
Оборудование мед. блока	-	-	7,76	0,80	0,95	0,33	6,20	2,02	6,53	9,90
Оборудование системы водоснабжения (4 шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,725$)	-	-	100,00	0,73	0,98	0,20	72,50	14,72	73,98	112,10
ИТОГО по секции 1, для выбора QF1 ГРЩ	-	-	228,19	0,68057	0,97	0,23	155,30	36,06	159,4	241,6
ИТОГО по секции 1, в отопительный сезон	-	-	128,19	0,6459	0,96	0,29	82,80	21,34	85,5	130
Секция 2										
Оборудование постирочной (4 шт., по таблице 7.8, строка 16, $K_c=0,6$)	-	-	36,50	0,60	0,93	0,39	21,90	8,50	23,49	35,60
Рабочее освещение (таблица 7.6 $K_{c.o}=0,79$)	1,00	30,85	30,85	0,79	0,96	0,29	24,37	7,11	25,39	38,47
Наружное освещение	1,00	2,18	2,18	1,00	0,95	0,33	2,18	0,72	2,29	3,48
Щит ЩУ-БАС	1,00	22,53	22,53	0,80	0,90	0,48	18,02	8,73	20,03	30,34
Щит ЩУ УУТЭ	1,00	0,12	0,12	1,00	0,90	0,48	0,12	0,06	0,13	0,61
E1 (Тепловая завеса КЭВ-29П2121W)	1,00	0,20	0,20	0,80	0,98	0,20	0,16	0,03	0,16	0,74
M1 (Электрокалорифер Noirot Spot E-3 Plus 750)	1,00	0,75	0,75	0,80	0,98	0,20	0,60	0,12	0,61	2,78

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощность	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
Оборудование системы кондиционирования (2шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,5$)	-	-	4,66	0,50	0,98	0,20	2,33	0,47	2,38	3,60
Оборудование системы вентиляции (21 шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,5$)	-	-	16,67	0,50	0,95	0,33	8,34	2,74	8,77	13,30
Оборудование системы вентиляции (5 шт. по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,6$)	-	-	20,70	0,60	0,95	0,33	12,42	4,08	13,07	19,80
ИТОГО на щит 1ЩС-3	-	-	27,87	0,15	0,93	0,39	4,30	1,68	4,62	7,00
ИТОГО на щит 1ЩС-2	-	-	13,75	0,29	0,99	0,14	4,02	0,58	4,06	6,20
ИТОГО на щит 1ЩС-1	-	-	16,02	0,20	0,98	0,19	3,13	0,59	3,19	4,80
ИТОГО на щит 2ЩС-3	-	-	21,91	0,21	0,96	0,31	4,64	1,45	4,86	7,40
ИТОГО на щит 2ЩС-2	-	-	28,54	0,18	0,93	0,38	5,17	1,98	5,54	8,40
ИТОГО на щит 2ЩС-1	-	-	10,02	0,32	0,98	0,19	3,18	0,59	3,23	4,90
ИТОГО на щит 3ЩС-2	-	-	21,91	0,21	0,97	0,27	4,58	1,25	4,75	7,20
ИТОГО по секции 2, для выбора QF2 ГРЩ	-	-	275,18	0,43412	0,95	0,34	119,46	40,68	126,2	191,2
Секция потребителей I категории										
Щит ИТП	-	-	1,86	1,00	0,96	0,29	1,86	0,54	1,9	2,9
ЩСВ-007.2 (щит силовой вентиляции)	-	-	1,50	1,00	0,95	0,33	1,50	0,49	1,6	2,4
СДК-31.209S	-	-	0,20	1,00	0,96	0,29	0,20	0,06	0,2	0,9
СДК-035	-	-	0,05	1,00	0,96	0,29	0,05	0,01	0,1	0,2
Пульт диспетчера	-	-	0,20	1,00	0,96	0,29	0,20	0,06	0,2	0,9
Блок питания для пульта МГН	-	-	0,20	1,00	0,96	0,29	0,20	0,06	0,2	0,9
Блок питания ББП-50 DIN	-	-	0,20	1,00	0,96	0,29	0,20	0,06	0,2	0,9

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощн.	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
Источник резервного питания ВPS-1 (СКУД) пом. 161, пом. охраны (Подключение на клеммы прибора)	-	-	0,20	1,00	0,96	0,29	0,20	0,06	0,2	0,9
Источник резервного питания ВPS-1 (ОС) пом. 161, пом. охраны (Подключение на клеммы прибора)	-	-	0,10	1,00	0,96	0,29	0,10	0,03	0,1	0,5
Источник резервного питания ВPS-3 (СКУД) пом. 161, пом. охраны (Подключение на клеммы прибора)	-	-	0,10	1,00	0,96	0,29	0,10	0,03	0,1	0,5
Источник резервного питания ВPS-2 (СКУД) пом. 161, пом. Охраны (Подключение на клеммы прибора)	-	-	0,20	1,00	0,90	0,48	0,20	0,10	0,2	1
Телекоммуникационный шкаф MDF1 пом. 212, Серверная	-	-	1,00	1,00	0,96	0,29	1,00	0,29	1,0	4,7
Шкаф оператора связи ТШ-1 пом. 212, Серверная	-	-	1,00	1,00	0,96	0,29	1,00	0,29	1,0	4,7
Часовая станция ЧС-0	-	-	0,05	1,00	0,96	0,29	0,05	0,01	0,1	0,2
ИТОГО по секции 3 АВР	-	-	6,86	1,00	0,96	0,31	6,86	2,09	7,2	10,9
Секция ПЭСФЗ										
Аварийное освещение	-	-	8,05	1,00	0,96	0,29	8,05	2,35	8,4	12,7
Л1; Лифт пассажирский, высота подъема 7,2 м, г/п 1000 кг, 3 остановки, 2100×1100×2100 мм, ПБА1010ШТ	-	-	14,40	1,00	0,65	1,17	14,40	16,84	22,2	33,6

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощность	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
Резервный источник питания UG2.2.104 в пом. 161 (помещение охраны)	1	0,11	0,11	1,00	0,95	0,33	0,11	0,04	0,1	0,5
Бокс резервного питания BRn в пом. 161 (помещение охраны)	-	-	0,04	1,00	0,95	0,33	0,04	0,01	0,0	0,2
Прибор системы речевого оповещения SR1 в пом. 161 (помещение охраны)	-	-	1,20	1,00	0,95	0,33	1,20	0,39	1,3	5,7
Объектовая станция «Стрелец-мониторинг» OS1 в пом. 161 (помещение охраны)	-	-	0,04	1,00	0,95	0,33	0,04	0,01	0,0	0,2
Резервный источник питания UGx.y.z в пом. 161 (помещение охраны)	-	-	0,11	1,00	0,95	0,33	0,11	0,04	0,1	0,5
Модуль управления клапаном дымоудаления MDx.y.z	58	0,008	0,46	1,00	0,95	0,33	0,46	0,15	0,5	2,2
Шкаф управления вентилятором 1SUx.y.z в пом. 324 (венткамера)	7,00	5,60	39,20	1,00	0,95	0,33	39,20	12,88	41,3	62,5
Шкаф управления вентилятором 2SUx.y.z в пом. 324 (венткамера)	1,00	7,60	7,60	1,00	0,95	0,33	7,60	2,50	8,0	12,1
Шкаф управления вентилятором 3SUx.y.z в пом. 324 (венткамера)	2,00	11,10	22,20	1,00	0,95	0,33	22,20	7,30	23,4	35,4
Шкаф управления вентилятором 4SUx.y.z в пом. 324 (венткамера)	1,00	0,28	0,28	1,00	0,95	0,33	0,28	0,09	0,3	0,4

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощность	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
Шкаф управления вентилятором 4SUx.y.z в пом. 324 (венткамера)	1,00	6,10	6,10	1,00	0,95	0,33	6,10	2,00	6,4	9,7
ИТОГО по секции ППУ (режим «Пожар»)	-	-	99,79	1	0,91	0,45	99,79	44,61	109,3	165,6
ИТОГО по секции ППУ в нормальном режиме работы	-	-	24,41	1	0,78	0,81	24,41	19,83	32,61	49,4
Итого по потребителям I категории в режиме «Пожар»	-	-	106,65	1,00	0,92	0,44	106,65	46,70	116,48	176,5
Итого по потребителям I категории в нормальном режиме работы	-	-	31,27	1	0,82	0,70	31,27	21,92	39,78	60,3
ГРЩ ДОУ										
Тепловое оборудование пищеблока (8 шт., по таблице 7.9 $K_c=0,65$)	-	-	108,20	0,65	0,98	0,20	70,33	14,28	71,77	108,70
Механическое оборудование пищеблока (20 шт., по поз. 1 таблицы 7.9, $K_c=0,45$)	-	-	7,18	0,45	0,87	0,57	3,23	1,83	3,71	5,60
Холодильное оборудование пищеблока (7 шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,6$)	-	-	5,05	0,60	0,69	1,06	3,03	3,21	4,42	6,70
Оборудование мед. блока	-	-	7,76	0,80	0,95	0,33	6,20	2,02	6,53	9,90
Оборудование системы водоснабжения (4 шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,725$)	-	-	100,00	0,73	0,98	0,20	72,50	14,72	73,98	112,10
Рабочее освещение (таблица 7.6 $K_c=0,79$)	-	-	30,85	0,79	0,96	0,29	24,37	7,11	25,4	38,47

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощн.	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
Оборудование постирочной (4 шт., по таблице 7.8, строка 16, $K_c=0,6$)	-	-	36,50	0,60	0,93	0,39	21,90	8,50	23,49	35,60
Наружное освещение	1,00	2,18	2,18	1,00	0,95	0,33	2,18	0,72	2,29	3,48
Щит ЩУ-БАС	1,00	22,53	22,53	0,80	0,90	0,48	18,02	8,73	20,03	30,34
Щит ЩУ УУТЭ	1,00	0,12	0,12	1,00	0,90	0,48	0,12	0,06	0,13	0,61
Е1 (Тепловая завеса КЭВ-29П2121W)	1,00	0,20	0,20	0,80	0,98	0,20	0,16	0,03	0,16	0,74
М1 (Электрокалорифер Noirot Spot E-3 Plus 750)	1,00	0,75	0,75	0,80	0,98	0,20	0,60	0,12	0,61	2,78
Оборудование системы кондиционирования (2шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,5$)	-	-	4,66	0,50	0,98	0,20	2,33	0,47	2,38	3,60
Оборудование системы вентиляции (21 шт., по поз. 1 табл.7.5, $K_c=0,5$)	-	-	16,67	0,50	0,95	0,33	8,34	2,74	8,77	13,30
Оборудование системы вентиляции (5 шт., по поз. 1 таблицы 7.5, $K_c=0,6$)	-	-	20,70	0,60	0,95	0,33	12,42	4,08	13,07	19,80
ИТОГО на щит 1ЩС-3	-	-	27,87	0,15	0,93	0,39	4,30	1,68	4,62	7,00
ИТОГО на щит 1ЩС-2	-	-	13,75	0,29	0,99	0,14	4,02	0,58	4,06	6,20
ИТОГО на щит 1ЩС-1	-	-	16,02	0,20	0,98	0,19	3,13	0,59	3,19	4,80
ИТОГО на щит 2ЩС-3	-	-	21,91	0,21	0,96	0,31	4,64	1,45	4,86	7,40
ИТОГО на щит 2ЩС-2	-	-	28,54	0,18	0,93	0,38	5,17	1,98	5,54	8,40
ИТОГО на щит 2ЩС-1	-	-	10,02	0,32	0,98	0,19	3,18	0,59	3,23	4,90
ИТОГО на щит 3ЩС-2	-	-	21,91	0,21	0,97	0,27	4,58	1,25	4,75	7,20

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителя	Кол-во	Удельн. мощность	P_y , кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	I_p , А
ИТОГО суммарная нагрузка II кат. $P_{p_н.р.} = K(P_{p.o.} + P_{p.c} + K1P_{p.x.c})$	-	$P_{уст} =$	503,37	0,54	0,96	0,28	272,33	75,13	282,5	428
Таблицы 7.11 $K =$	1	$P_{p.o.} + P_{p.c}$	271,73							
Примечание 3 таблицы 7.11 $K1 =$	0,2	$P_{p.x.c}$	3,03							
Суммарная нагрузка на ГРЩ в нормальном режиме составляет: потребители I и II кат.	-	-	503,37	0,60	0,96	0,30	303,6	92,47	317,4	480,9
Суммарная нагрузка ГРЩ режиме пожар составляет:	-	-	-	-	0,94	0,37	285,67	105,24	304,4	461,3
Расчет нагрузок на питающие кабели										
Нормальный режим (АВР на основном вводе)										
Ввод 1 (секция 1 + секция ППУ в нормальном режиме работы)	-	-	-	-	0,96	0,31	179,71	55,89	188,2	285,2
Ввод 2 (секция 2 + секция потребителей I категории)	-	-	-	-	0,95	0,34	126,32	42,78	133,4	202,1
Аварийный режим (Питание по одному вводу)										
Ввод 1 (Ввод 2)	-	-	-	-	0,96	0,30	303,6	92,47	317,4	480,9

Выводы по разделу.

Выполнен расчет электрических нагрузок по зданию ДООУ. Суммарная расчетная нагрузка на шинах ГРЩ в нормальном режиме составила 303 кВт, а в режиме «Пожар» 285 кВт.

3 Электроснабжение приемников электрической энергии в ДОУ в соответствии с категорией надежности в нормальном и аварийном режимах

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов, с учетом функционального назначения, электроустановки отнесены ко II-ой и I-ой категории по надежности электроснабжения.

Первая категория надежности электроснабжения электроприемников обеспечивается двумя взаиморезервируемыми кабельными линиями от двух независимых источников электроснабжения. В аварийном режиме, переключение питания от одного источника к другому осуществляется в автоматическом режиме устройством автоматического ввода резерва (АВР).

Вторая категория по надежности электроснабжения электроприемников обеспечивается двумя взаиморезервируемыми кабельными линиями от двух независимых источников электроснабжения. В аварийном режиме, переключение питания от одного источника к другому осуществляется в ручном режиме [15].

Показатели и нормы качества электрической энергии (КЭ) в точках передачи электрической энергии пользователям электрических сетей низкого, среднего и высокого напряжения систем электроснабжения общего назначения переменного тока частотой 50 Гц определяются ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Номинальное значение частоты напряжения электропитания в электрической сети равно 50 Гц [14].

Для указанного показателя КЭ установлены следующие нормы:

- отклонение частоты в синхронизированных системах электроснабжения не должно превышать $\pm 0,2$ Гц в течение 95 % времени интервала в одну неделю и $\pm 0,4$ Гц в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

- положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать 10 % номинального или согласованного значения напряжения в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

Допустимые значения положительного и отрицательного отклонений напряжения в точках общего присоединения должны быть установлены сетевой организацией с учетом необходимости выполнения норм настоящего стандарта в точках передачи электрической энергии.

Характер нагрузки – симметричная.

Равномерное распределение однофазных электроприемников по фазам обеспечивает отсутствие несимметрии напряжения в точке подключения (не более 15% между максимально и минимально загруженными фазами).

Нелинейные нагрузки, ощутимо искажающие форму кривой электрического тока, на данном объекте отсутствуют, установка фильтрокомпенсирующих средств не требуется.

В рабочем режиме электроснабжение потребителей, отнесенных ко II категории по надежности электроснабжения, осуществляется с I и II секций ГРЩ. Электроснабжение потребителей, отнесенных к I категории по надежности электроснабжения и являющиеся потребителями системы противопожарной защиты, питаются от панели питания электрооборудования системы противопожарной защиты (ПЭСПЗ). Электроснабжение потребителей, отнесенных к I категории по надежности электроснабжения осуществляется с секции III ГРЩ (секция I категории) [16].

В аварийном режиме, переключение питания секций III (секция I категории) и IV (ПЭСПЗ) ГРЩ от одного источника к другому осуществляется в автоматическом режиме. Для переключения питания секций I и II предусматривается устройство реверсивных выключателей нагрузки по схеме «крест». Переключение питания выключателями нагрузки осуществляется в ручном режиме.

В здании отсутствуют нагрузки с высоким потреблением реактивной мощности, вследствие чего, коэффициент мощности $\text{tg}\varphi \leq 0,35$ в точке подключения к сети общего пользования и дополнительные мероприятия по компенсации реактивной мощности не требуются.

В здании ДОУ предусматривается диспетчеризация системы электроснабжения. В систему диспетчеризации передается следующая информация:

- от счетчиков технического учёта типа Меркурий 236 ARTM данные о напряжении и токе по каждой фазе;
- от контакторов щитов освещения передаются параметры состояния освещения по зонам (вкл./выкл.).

Из системы диспетчеризации предусматривается управление рабочим и аварийным освещением коридоров и лестничных клеток, а также наружным и дежурным освещением. Включение наружного освещения над входами и территории ДОУ осуществляется в автоматическом режиме [18].

Для обеспечения автоматического ввода резерва для потребителей, относящихся к I категории по надежности электроснабжения, предусматривается устройство автоматического ввода резерва (АВР). Управляющими элементами блока АВР являются реле контроля фаз, которые предусматривают переключение на резервный источник электроснабжения в случае пропадания питания по основному вводу, либо при несоответствии качества электрической энергии. Исполнительными механизмами являются контакторы, имеющие механическую и электрическую блокировку между собой.

В соответствии с Федеральным Законом №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» и другими нормативными актами в целях экономии электроэнергии были приняты следующие мероприятия [19]:

- приняты длины и сечения кабельных изделий, обеспечивающие нормируемые показатели потери напряжения на участках сети;

- применены в качестве основных источников света светодиодные светильники со светоотдачей не менее 95 лм/Вт;
- проектом предусмотрен трехфазный ввод, неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам не превышает 15%.

При выборе электрооборудования необходимо применять изделия с классом энергетической эффективности не ниже класса С.

Выводы по разделу.

Показатели и нормы качества электрической энергии (КЭ) в точках передачи электрической энергии должны соответствовать требованиям ГОСТ 32144-2013.

Поскольку коэффициент мощности $\text{tg}\varphi \leq 0,35$, то дополнительные мероприятия по компенсации реактивной мощности не требуются.

Энергетическая эффективность объекта достигается обоснованным выбором сечения и протяженности проводников, выбором энергоэффективного электрооборудования и экономичных люминесцентных и светодиодных источников света.

4 Заземление и молниезащита здания

Категория молниезащиты ДООУ – III по таблице 1 РД 34.21.122-87. Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных ее проявлений и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) и подземные металлические коммуникации [14]. В качестве молниеприемника принимается стальная оцинкованная сетка диаметром 8 мм, укладываемая на кровлю с шагом не более 12×12 м. В качестве заземлителя молниезащиты используется искусственный заземлитель из горизонтальных и вертикальных электродов. Горизонтальные электроды выполняются из стальной оцинкованной полосы 40×4 мм, вертикальные электроды – из стального прутка диаметром 16 мм, длиной 3 м.

Количество вертикальных электродов определяется по следующей методике.

Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали [3]:

$$R_{\text{зо}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.в}}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (5)$$

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» [3];

Находим глубину заложения верха заземлителя:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (6)$$

где « t_0 – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [5];

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

$$R_g = \frac{R_{go}}{\eta_g \cdot n_g}, \quad (7)$$

где « η_g – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [5];

Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (8)$$

где « l_z – длина горизонтального заземлителя;

b – ширина полосы горизонтального заземлителя;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя» [6];

Расчетное результирующее сопротивление R_u заземляющего устройства:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_g}{R_z + R_g}, \quad (9)$$

Для защиты от вторичных проявлений молнии предусматриваются следующие мероприятия [8]:

- металлические корпуса всего оборудования и аппаратов заземлены;
- внутри зданий и сооружений между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их взаимного сближения на расстояние менее 10 см через каждые 30 м следует приваривать или припаивать перемычки из стальной проволоки диаметром не менее 5 мм или стальной ленты сечением не менее 24 мм², для кабелей с металлическими оболочками или броней перемычки должны выполняться из гибкого медного

проводника в соответствии с указаниями СП 76.13330.2016;

- во фланцевых соединениях трубопроводов внутри здания следует обеспечить нормальную затяжку не менее четырех болтов на каждый фланец. Согласно п. 6.12.9 СП 76.13330.2016, монтаж шунтирующих перемычек на трубопроводах, аппаратах, подкрановых путях, между фланцами воздухопроводов и присоединение защитных проводников уравнивания потенциалов к ним выполняется организациями, монтирующими трубопроводы, аппараты, подкрановые пути и воздухопроводы.

Повторный заземлитель электроустановки и защиты от прямого удара молнии (ПУМ) является общим.

Защита от заноса высокого потенциала по подземным коммуникациям осуществляется присоединением их на вводе в здание или сооружение к ГЗШ.

При наличии ввода в здание наземных (надземных) коммуникаций, а также воздушных линий, следует выполнять указания п.2.23, п.2.24 РД 34.21.122-87.

Система заземления принята TN-C-S. Разделение PEN-проводника питающей линии на PE и N осуществляется в ГРЩ. В качестве ГЗШ используется шина PE ГРЩ согласно п.1.7.119 ПУЭ.

Для организации основной системы уравнивания потенциалов предусматривается соединение к ГЗШ следующих проводящих частей [13]:

- PEN-проводник питающего кабеля;
- заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству повторного заземления на вводе в здание;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п. Если трубопровод газоснабжения имеет изолирующую вставку на вводе в здание, к основной системе уравнивания потенциалов присоединяется только та часть трубопровода, которая находится относительно изолирующей вставки со стороны здания. При вводе

пластиковых труб инженерных коммуникаций в здание, к основной системе уравнивания потенциалов присоединить ближайший к вводу металлический вентиль (или элемент соединения);

- металлические части каркаса здания;
- металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования. При наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине РЕ щитов питания вентиляторов и кондиционеров;
- металлические оболочки телекоммуникационных кабелей (при наличии).

Все контактные соединения заземляющих проводников должны соответствовать требованиям группы 2 по ГОСТ 10434-82 к контактным соединениям.

Выводы по разделу.

Категория молниезащиты ДООУ – III, поэтому в качестве молниеприемника принимается стальная оцинкованная сетка диаметром 8 мм, укладываемая на кровлю с шагом не более 12×12 м. В качестве заземлителя используется искусственный заземлитель из горизонтальных и вертикальных электродов, в работе выполнен расчет необходимого количества вертикальных заземлителей и итогового значения сопротивления.

5 Выбор типа, класса используемых проводов и кабелей, осветительной арматуры применяемых в здании ДОУ

В здании дошкольного образовательного учреждения согласно ГОСТ 31565-2012 принимаются следующие типы кабельных изделий.

Для электроснабжения потребителей, не относящихся к системе противопожарной защиты (СПЗ), используются кабели класса пожарной опасности П1а.8.2.1.2, тип исполнения кабельного изделия ВВГнг(А)-LSLTx: с медными проводящими жилами, с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката, небронированные, с наружной оболочкой из поливинилхлоридного пластиката, без экрана, не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения, круглые с однопроволочными токопроводящими жилами для кабелей сечением до 16 мм² и многопроволочными токопроводящими жилами для кабелей сечением от 16 мм² включительно. На рисунке 1 представлена структура кабеля ВВГнг(А)-LSLTx [20].

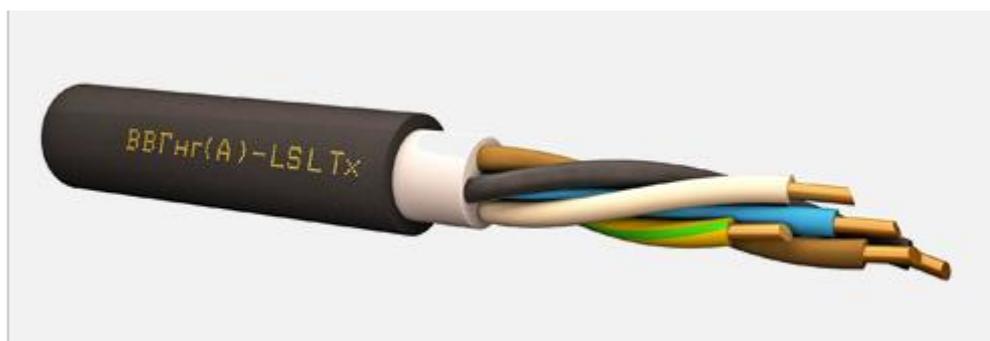


Рисунок 1 – Внешний вид и структура кабеля ВВГнг(А)-LSLTx

«Сечение питающих кабельных линий 0,4 кВ определяется из условий длительно допустимых токовых нагрузок и проверяется по допустимой потере напряжения, допустимого времени защитного автоматического отключения тока однофазного КЗ аппаратами защиты» [11].

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [6]:

$$I_{\text{до}} = I_{\text{ном.до}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (10)$$

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» [6].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [6]:

$$U = \frac{I_{\text{расч}} \cdot L \cdot R_{\text{уд}}}{S}, \quad (11)$$

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

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [6].

Выбранные номинальные токи и токи расцепителей автоматических выключателей, дифференциальных автоматов и сечения кабелей указаны на листах графического материала.

Для электроснабжения потребителей, относящихся к СПЗ, используются кабели класса пожарной опасности П1а.7.2.1.2, тип исполнения кабельного изделия ВВГнг(А)-FRLSLTx, входящие в состав огнестойких кабельных линий (ОКЛ), с медными проводящими жилами, с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката, небронированные, с наружной оболочкой из поливинилхлоридного пластиката, без экрана, огнестойкие, не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и

газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения, круглые с однопроволочными токопроводящими жилами для кабелей сечением до 16 мм² и многопроволочными токопроводящими жилами для кабелей сечением от 16 мм² включительно. На рисунке 2 представлена структура кабеля ВВГнг(А)-FRLSLTx.

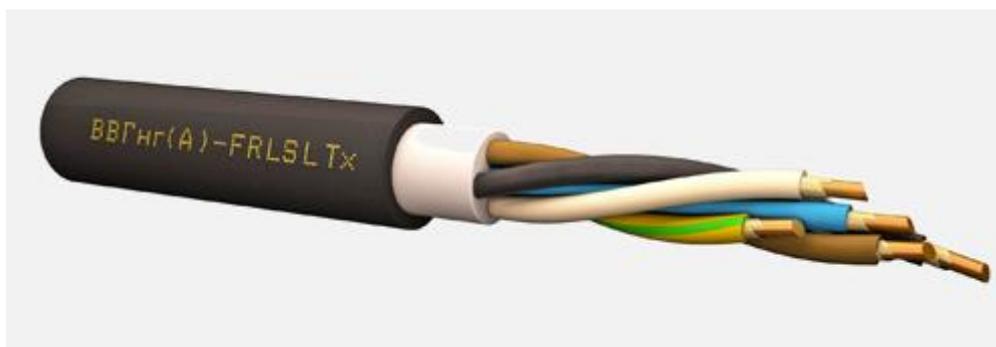


Рисунок 2 – Внешний вид и структура кабеля ВВГнг(А)-FRLSLTx

Для организации уравнивания потенциалов и заземления, используются провода типа исполнения ПуГВнг(А)-LSLTx, с медными жилами, провод установочный, для условий монтажа и эксплуатации, требующих повышенной гибкости, с оболочкой из поливинилхлоридных пластикатов, не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения. На рисунке 3 представлена структура кабеля ПуГВнг(А)-LSLTx.



Рисунок 3 – Внешний вид и структура кабеля ПуГВнг(А)-LSLTx

Согласно ГОСТ Р 53310-2009, в местах прохождения кабелей и проводов через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости, предусматриваются кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций [2].

Для защиты электроприемников от негативного воздействия токов короткого замыкания и возможных перегрузок используются автоматические выключатели, которые выбираются по ряду параметров.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [11]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (12)$$

- «по номинальному току» [11]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (13)$$

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

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)}, \quad (14)$$

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» [12]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (15)$$

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» [12].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [12]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (16)$$

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [12].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [12]

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (17)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [12].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [12]:

$$I_{pa} \leq I_{np} \leq I_{дон}, \quad (18)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_{дон}, \quad (19)$$

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» [12].

«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» [7].

Согласно п.7.10 СанПиН 2.4.1.3049-13, осветительные приборы в помещениях для детей имеют защитную светорассеивающую арматуру. В помещениях пищеблока и прачечной - пылевлагодонепроницаемую защитную арматуру.

Согласно п.8.2.2 СП 252.1325800.2016, над каждым входом в здание или рядом с ним установлены светильники, обеспечивающие уровни средней горизонтальной освещенности не менее:

- 100 лк – на площадке основного входа;
- 20 лк – запасного или технического входа и на пешеходной дорожке длиной 4 м у основного входа в здание.

Для электроосвещения входов (выходов) в здание используются светильники ЛБО85-1×18-101 Tablette производства Ардатовского

светотехнического завода с компактным люминесцентным источником света. Рабочий диапазон температур светильников составляет $-20^{\circ}\text{C}\dots+40^{\circ}\text{C}$. Светильники имеют широкий диапазон напряжения питания однофазным переменным током частотой 50 Гц – $220\text{ В}\pm 10\%$. Герметичный корпус состоит из алюминия. Рассеиватель выполнен из опалового полимерного материала (поликарбонат). Светильники крепятся на опорную поверхность. Цоколь светильников – E27. Степень защиты светильников составляет IP65.

Для электроосвещения пыльных помещений, помещений с влажными, сырыми процессами, а также в помещениях с речными потолками используются светильники ЛПО46-54-811 Contur HF производства Ардатовского светотехнического завода с люминесцентным источником света. Рабочий диапазон температур светильников составляет $+1^{\circ}\text{C}\dots+35^{\circ}\text{C}$. Светильники имеют широкий диапазон напряжения питания однофазным переменным током частотой 50 Гц – $220\text{ В}\pm 10\%$. Герметичный корпус из листовой стали, окрашен белой порошковой краской. Опаловый рассеиватель выполнен из полимерного материала. Светильники крепятся на опорную поверхность. Степень защиты светильников составляет IP44. Аварийные светильники, снабженные блоком аварийного питания (БАП), имеют наименование ЛПО46-54-811 Contur HF БАП и обеспечивают работу светильника не менее 1 ч в автономном режиме с мощностью 10% от номинальной мощности источника света. Цоколь светильников T5 G5 предусматривает установку одной лампы мощностью 54 Вт.

Для электроосвещения помещений с нормальной средой с подвесными потолками типа «Армстронг» и окрашенными потолками используются светильники ЛВО05-4×14-031 OPL HF производства Ардатовского светотехнического завода с люминесцентными источниками света. Светильники имеют климатическое исполнение УХЛ4, что обуславливает их применение в закрытых отапливаемых помещениях. Светильники имеют широкий диапазон напряжения питания однофазным переменным током частотой 50 Гц – $220\text{ В}\pm 10\%$. Светильники могут устанавливаться в подвесные

потолки типа «Армстронг». Корпус светильников изготовлен из листовой стали, окрашен белой порошковой краской. Опаловый рассеиватель выполнен из полимерного материала. Светильники имеют цоколь T5 G5 и предусматривают установку четырех люминесцентных ламп мощностью 14 Вт каждая. Степень защиты светильников составляет IP20. Аварийные светильники, снабженные блоком аварийного питания (БАП), имеют наименование ЛВО05-4×14-031 OPL HF БАП и обеспечивают работу светильника не менее 1 ч в автономном режиме с мощностью 7% от номинальной мощности 1 лампы.

Для электроосвещения медицинских помещений используются светильники ЛВО15-4×14-032 WP HF производства Ардатовского светотехнического завода с люминесцентными источниками света. Светильники имеют климатическое исполнение УХЛ4, что обуславливает их применение в закрытых отапливаемых помещениях. Светильники имеют широкий диапазон напряжения питания однофазным переменным током частотой 50 Гц – 220 В±10%. Светильники устанавливаются в невентилируемые подвесные потолки с видимым T - образным профилем модуля 600. Корпус светильников изготовлен из листовой стали, окрашен белой порошковой краской. Рассеиватель выполнен из темперированного матового стекла. Кривая силы света – «Д». Степень защиты светильников составляет IP54. Цоколь для установки источников света – T5 G5. В каждый светильник предусматривается установка четырех люминесцентных ламп мощностью 14 Вт каждая. Аварийные светильники имеют наименование ЛВО15- 4×14-132 WP HF БАП. Аварийные светильники снабжены блоком аварийного питания (БАП) и обеспечивают работу светильника не менее 1 ч в автономном режиме с мощностью 10% от номинальной мощности источника света.

Для электроосвещения санитарных узлов с влажной средой ЛВО85-1×18- 101 Tablette производства Ардатовского светотехнического завода с компактным люминесцентным источником света. Рабочий диапазон

температур светильников составляет $-20^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$. Светильники имеют широкий диапазон напряжения питания однофазным переменным током частотой 50 Гц – $220 \text{ В} \pm 10\%$. Герметичный корпус состоит из алюминия. Рассеиватель выполнен из опалового полимерного материала (поликарбонат). Светильники крепятся на опорную поверхность. Цоколь светильников – E27. Степень защиты светильников составляет IP65. Аварийные светильники, снабженные блоком аварийного питания (БАП), имеют наименование ЛБО85-1×18-141 Tablette EM1 и обеспечивают работу светильника не менее 1 ч в автономном режиме с мощностью 10% от номинальной мощности источника света. Рабочий диапазон работы таких светильников составляет $+1 \dots +35^{\circ}\text{C}$.

Для обозначения аварийных выходов используются световые указатели «Выход».

Выводы по разделу.

Для электроснабжения потребителей выбраны сечения кабельных линий и их тип в зависимости от области применения. Так, для потребителей, не относящихся к системе противопожарной защиты, используются кабели ВВГнг(А)-LSLTx, для СПЗ - ВВГнг(А)-FRLSLTx, для организации уравнивания потенциалов и заземления, провода ПуГВнг(А)-LSLTx.

Для защиты от токов КЗ и перегрузки выбраны номиналы и токи расцепителей автоматических выключателей.

6 Расчет внутреннего и наружного освещения здания ДОУ

В работе предусматривается организация рабочего, аварийного, дежурного и наружного освещения. Для обеспечения нормируемых показателей освещения используется система общего освещения. Для организации системы общего освещения используются светильники с люминесцентными источниками света с индексом светопередачи $R_a \geq 80$.

В соответствии с п.6.6 СП 52.13330.2016, в помещениях 105,110,133,152,156,205,210 предусматривается повышение освещенности от системы общего искусственного освещения на 1 ступень.

В таблице 2 приведены требования к системе искусственного общего освещения для каждого из помещений ДОУ.

Таблица 2 - Требования к системе искусственного общего освещения для каждого из помещений ДОУ

№ помещения	Наименование	Плоскость нормирования освещенности и высота плоскости над полом, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Освещенность рабочих поверхностей при общем освещении, лк	Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	Кэфф. пульсации освещенности, %, не более	Индекс цветопередачи источников света R_a
1	2	3	4	5	6	7	8
001	ИТП	Г-0,0	VI	200	25	20	-
002	Техническое подполье	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
003	Техническое подполье	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
004	Техническое подполье	Г-0,0	3-2	20	-	-	-
005	Помещение ввода кабеля	Г-0,0	VIIIв	50	-	-	-
006	Помещение хранения отработанных люминесцентных ламп	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
007	Венткамера	Г-0,8	VIIIв	50	-	-	-
101	Спальня	Г-0,0	B-1	150	18	15	80

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
102	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
103	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
104	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
105	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	400*	21	15	80
106	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
107	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
108	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
109	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
110	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	400*	21	15	80
111	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
112	Загрузочная	Г-0,8	В-2	100	-	-	-
113	Помещение временного хранения отходов	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
114	Моечная оборотной тары	Г-0,8	Б-2	200	24	20	80
114а	Кладовая оборотной тары	Г-0,8	В-2	100	-	-	-
115	ПУИ	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
116	Кладовая овощей	Г-0,8	В-2	100	-	-	-
117	Помещение холодильных камер	Г-0,8	Б-2	200	24	20	80
118	Кладовая сухих продуктов	Г-0,8	В-2	100	-	-	-
119	Моечная кухонной посуды	Г-0,8	Б-2	200	24	20	80
120	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
121	Комната персонала	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
122	С/у персонала	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
123	Душевая	Г-0,0	Ж-2	50	-	-	80
124	Овощной цех	Г-0,8	Б-1	300	21	19	85
125	Цех первичной обработки овощей	Г-0,8	Б-1	300	21	19	85
126	Мясо-рыбный цех	Г-0,8	Б-1	300	21	19	85
127	Холодный цех	Г-0,8	Б-1	300	21	19	85
128	Горячий цех	Г-0,8	Б-1	300	21	19	85
129	Раздаточная	Г-0,8	Б-1	300	24	19	80
130	Приемная	Г-0,8	Б-1	500	21	10	90
131	Санузел	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
132	Процедурный кабинет	Г-0,8	Б-1	500	21	10	90
133	Медицинский кабинет	Г-0,8	Б-1	600*	21	10	90
134	Раздевальная женская	Г-0,0	Б-1	300	21	15	80
135	С/у женский	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
136	Душевая женская	Г-0,0	Ж-2	50	-	-	80
137	Раздевальная мужская	Г-0,0	Б-1	300	21	15	80
138	С/у мужской	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
139	Душевая мужская	Г-0,0	Ж-2	50	-	-	80

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
140	Зал бассейна	Г-на поверх. воды	Г	300	24	20	80
141	Помещение тренера	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
142	Санузел	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
143	Душевая	Г-0,0	Ж-2	50	-	-	80
144	Помещение медсестры	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
145	Комната анализа воды	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
146	Узел управления бассейном	Г,В – шкала приборов	IVГ	200	25	20	-
147	Инвентарная	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
148	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
149	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
150	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
151	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
152	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	400*	21	15	80
153	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
154	Зона хранения колясок	Г-0,0	З-1	30	-	-	80
155	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
156	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	400*	21	15	80
157	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
158	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
159	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
160	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
161	Помещение охраны	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
162	ПУИ	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
163	СУ	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
164	СУ(МГН)	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
165	Лестничная клетка (Л1) №1	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
165а	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
166	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
167	Лестничная клетка (Л1) №2	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
168	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
169	Лифтовой холл	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
170	Вестибюль	Г-0,0	Е	150	24	-	80
171	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
172	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
173	Лестница (тип Л2)	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
174	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
175	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
176	Лестничная клетка (Л1) №4	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
176а	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
177	Тамбур	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
178	Электрощитовая	Г-0,8	IVг	200	25	20	-
201	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
202	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
203	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
204	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
205	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	400*	21	15	80
206	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
207	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
208	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
209	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
210	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	400*	21	15	80
211	Кружковая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
212	Серверная	Г-0,8	А-2	500	19	10	80
213	Кружковая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
214	Физкультурный зал	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
215	Помещение тренера	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
216	Душевая	Г-0,0	Ж-2	50	-	-	80
217	Санузел	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
218	Кладовая спортивного инвентаря	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
219	Музыкальный зал	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
220	Инвентарная	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
221	Кабинет заведующего	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
223	Санузел	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
224	Санузел	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
225	Комната преподавателей	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
226	Комната психологической разгрузки	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
227	Комната завхоза	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
228	ПУИ	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
229	СУ(МГН)	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
230	Методический кабинет	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
231	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
232	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
233	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
234	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
235	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	300	21	15	80
236	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	300	21	15	80
237	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
238	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
239	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
240	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
241	Комната персонала	Г-0,8	Б-1	300	21	15	80
242	С/у персонала	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
243	Душевая	Г-0,0	Ж-2	50	-	-	80
244	Гладильная	Г-0,8	IVa	300	21	20	80
245	Стиральная	Г-0,0	VI	200	21	20	80
246	Кладовая чистого белья	Г-0,8	Б-2	300	24	20	80
247	Помещение сортировки грязного белья	Г-0,8	Va	300	21	20	80
248	Лестничная клетка (Л1) №1	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
249	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
250	Лестничная клетка (Л1) №2	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
251	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
252	Раздаточная	Г-0,8	Б-1	300	24	20	80
253	Лифтовой холл (ПБЗ)	Г-0,0	Ж-1	150	-	-	80
254	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
255	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
256	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
257	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
258	Лестничная клетка (Л1) №4	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
259	Лестница (тип Л2)	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
301	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
302	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
303	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
304	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
305	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	300	21	15	80
306	Спальня	Г-0,0	В-1	150	18	15	80
307	Групповая	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
308	Туалетная	Г-0,0	Ж-1	75	-	-	80
309	Буфетная	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
310	Раздевальная	Г-0,0	Б-1	300	21	15	80
311	Помещение для учебных занятий старших групп	Г-0,0	А-2	400	14	10	80
313	ПУИ	Г-0,8	Ж-2	50	-	-	-
314	СУ(МГН)	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
315	Лестничная клетка (Л1) №1	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
316	Лестничная клетка (Л1) №2	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
317	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
318	Раздаточная	Г-0,8	Б-1	300	24	20	80
319	Лифтовой холл(ПБЗ)	Г-0,0	Ж-1	150	-	-	80
320	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
321	Лестница (тип Л2)	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
322	Коридор	Г-0,0	Ж-1	100	-	-	80
323	Лестничная клетка (Л1) №4	Г-0,0	В-2	100	-	-	80
324	Венткамера	Г-0,8	VIIIв	50	-	-	-
Примечание – в помещениях отмеченных знаком «*»освещенность увеличена на 1 ступень в соответствии с п.6.6 СП 52.13330.2016.							

Расчет электрического освещения в здании ДОУ выполнен с использованием нормативных документов, в том числе СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

«Индекс помещения i определяется по выражению» [17]:

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

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [17].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [17]:

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

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [17].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [17]:

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

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [17].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [17]:

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

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [17]:

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

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [17]:

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

Выбранные типы светильников, их расположение, количество и точки подключения указаны на этажном плане в графической части работы.

Электроснабжение светильников рабочего освещения предусматривается от щитов рабочего освещения ЩО, а аварийного освещения от щитов ЩАО, устанавливаемых в электротехнических нишах.

Управление освещением предусматривается местным, клавишными выключателями, устанавливаемыми внутри у входа в обслуживаемые помещения со стороны открывания двери. В местах, где возможно пребывание воспитанников, высота установки выключателей составляет 1,8 м от уровня чистого пола. В помещениях с четырьмя и более светильниками рабочего освещения, не имеющих освещения безопасности и эвакуационного, светильники разделяются на две и более управляемые группы. Управление освещением в коридорах, на лестничных клетках предусматривается дистанционным. Управление освещением над входами и наружным освещением предусматривается автоматическим, с возможностью управления из системы диспетчеризации. В спальнях помещений должно предусматриваться дежурное освещение. Для организации дежурного освещения применяются светильники аварийного освещения в соответствии с п.7.1.1 СП 52.13330. Управление режимом дежурного освещения осуществляется из системы диспетчеризации.

Ремонтное освещение предусматривается в следующих помещениях: ИТП, в двух венткамерах, электрощитовой. Для обеспечения ремонтного освещения применяются ящики с трансформатором понижающим на напряжение $\sim 220/36$ В. Ящики с трансформаторами понижающими подключаются к групповым сетям рабочего освещения.

В здании ДОУ предусматривается аварийное эвакуационное освещение (освещение путей эвакуации и освещение зон повышенной опасности). Для аварийного освещения применяются светильники с люминесцентными источниками света и встроенными блоками аварийного питания (БАП) [4].

Освещение путей эвакуации предусматривается: в коридорах и проходах по путям эвакуации, на лестницах; в зоне каждого изменения направления пути; на пересечении проходов и коридоров; снаружи перед конечным выходом из здания.

Эвакуационное освещение зон повышенной опасности предусматривается для безопасного завершения потенциально опасного

процесса и ситуации в горячем цеху. Резервное освещение выполняется: в групповых; в электрощитовой; в медицинском пункте; в ИТП; в помещении охраны, в серверной.

Для обеспечения требований п.6.2.32 СП 59.13330.2020, предусматривается освещенность в пожаробезопасных зонах, санузлах для МГН, входной площадке и на путях эвакуации не менее 100 лк.

Для освещения путей эвакуации на полу по оси прохода шириной до 2 м, нормируемая освещенность E_m составляет не менее 1 лк, а у пункта первой помощи, снаружи перед каждым конечным выходом из здания не менее 5 лк. Предельная равномерность освещенности E_{min}/E_{max} составляет не более 1:40. Продолжительность работы аварийного освещения составляет не менее 1 часа.

Освещение зон повышенной опасности предусматривает нормируемую освещенность $E_m=10\%$ от освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15 лк. Предельная равномерность освещенности E_{min}/E_{max} составляет не более 1:10. Продолжительность работы аварийного освещения составляет не менее 1 часа.

Осветительные приборы аварийного освещения предусматриваются постоянного действия, включенные одновременно с осветительными приборами. В связи с тем, что для рабочего и аварийного освещения используются светильники с однотипным корпусом, то светильники аварийного освещения маркируются пиктограммой с буквой «А» красного цвета.

Эвакуационные знаки безопасности постоянного действия устанавливаются: в местах, предусмотренных СП 3.13130; для обозначения движения МГН в безопасную зону; для обозначения безопасных зон МГН; для обозначения постов медицинской помощи; для обозначения мест размещения средств экстренной связи и других средств оповещения о чрезвычайной ситуации; в местах установки соединительных головок для подключения техники, используемой в чрезвычайных ситуациях. Питание эвакуационных

знаков безопасности в нормальном режиме осуществляется от источника питания, независимого от источника питания рабочего освещения. В аварийном режиме световые указатели выход переходят на питание от встроенной аккумуляторной батареи. Продолжительность работы эвакуационных знаков безопасности составляет не менее 1 часа.

Электроснабжение светильников аварийного освещения осуществляется от щитов аварийного освещения. Питание щитов аварийного освещения осуществляется от панели ПЭСПЗ. Групповые линии освещения выполняются огнестойкими кабельными линиями (ОКЛ). Для управления групповых линий аварийного освещения предусматриваются аппараты управления (контакторы), устанавливаемые в щитах аварийного освещения (ЩАО).

Выводы по разделу.

Для организации системы общего освещения используются светильники со светодиодными и люминесцентными источниками света с индексом светопередачи $R_a \geq 80$.

Для каждого из помещений ДООУ были определены нормативные требования по освещенности и произведен расчёт количества и мощности светильников.

Электроснабжение светильников рабочего освещения предусматривается от щитов рабочего освещения ЩО, а аварийного освещения от щитов ЩАО.

Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектировании системы электроснабжения ДОУ, отвечающей требованиям надежности, безопасности и экономичности.

Электроснабжение строящегося здания будет осуществляться от двухтрансформаторной подстанции, при этом для обеспечения переключения потребителей I категории (противопожарные устройства и аварийное освещение) по надежности электроснабжения предусматривается организация АВР на вводе.

ГРЩ здания ДОУ предусматривает две вводные панели, а также две сборных секции шин отходящих линий, панель ПЭСПЗ и панель I категории напольной установки.

Потери напряжения от ВРУ до наиболее удаленных электроприемников не превышают 4 %.

Выполнен расчет электрических нагрузок по зданию ДОУ. Суммарная расчетная нагрузка на шинах ГРЩ в нормальном режиме составила 303 кВт, а в режиме «Пожар» 285 кВт.

Показатели и нормы качества электрической энергии (КЭ) в точках передачи электрической энергии должны соответствовать требованиям ГОСТ 32144-2013.

Поскольку коэффициент мощности $\text{tg}\varphi \leq 0,35$, то дополнительные мероприятия по компенсации реактивной мощности не требуются.

Энергетическая эффективность объекта достигается обоснованным выбором сечения и протяженности проводников, выбором энергоэффективного электрооборудования и экономичных люминесцентных и светодиодных источников света.

Категория молниезащиты ДОУ – III, поэтому в качестве молниеприемника принимается стальная оцинкованная сетка диаметром 8 мм, укладываемая на кровлю с шагом не более 12×12 м. В качестве заземлителя

используется искусственный заземлитель из горизонтальных и вертикальных электродов, в работе выполнен расчет необходимого количества вертикальных заземлителей и итогового значения сопротивления.

Для электроснабжения потребителей выбраны сечения кабельных линий и их тип в зависимости от области применения. Так, для потребителей, не относящихся к системе противопожарной защиты, используются кабели ВВГнг(А)-LSLTx, для СПЗ - ВВГнг(А)-FRLSLTx, для организации уравнивания потенциалов и заземления, провода ПуГВнг(А)-LSLTx.

Для защиты от токов КЗ и перегрузки выбраны номиналы и токи расцепителей автоматических выключателей.

Для организации системы общего освещения используются светильники со светодиодными и люминесцентными источниками света с индексом светопередачи $R_a \geq 80$.

Для каждого из помещений ДОУ были определены нормативные требования по освещенности и произведен расчёт количества и мощности светильников.

Электроснабжение светильников рабочего освещения предусматривается от щитов рабочего освещения ЩО, а аварийного освещения от щитов ЩАО.

Список используемой литературы

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учеб.-метод. пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 1 оптический диск.
2. 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 15.07.2023).
3. 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 03.07.2023).
4. 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 26.10.2023).
5. Киреева Э.А., Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2015. 368с.
6. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. 416 с.
7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 03.07.2023).
8. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 15.09.2023).
9. Рожин А.Н., Бакшаева Н.С. Внутрицеховое электроснабжение: учеб. пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2016. 258с.

10. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2022. 405 с.
11. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2022. 328 с.
12. Синенко Л.С., Электроснабжение. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: учеб. пособие к практ. занятиям. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/122353214> (дата обращения 16.10.2023).
13. 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 09.10.2023).
14. Соколов Л.И. Инженерные системы высотных и большепролетных зданий и сооружений: учеб. пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 604 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053274> (дата обращения 13.08.2023).
15. 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 14.09.2023).
16. 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 16.08.2023).
17. 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 06.10.2023).
18. 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 14.07.2023).

19. 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 15.06.2023).

20. Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н. Проектирование системы электроснабжения цеха: учеб. пособие по выполнению курсового проекта. Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2015. 105с.