

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 на 200 мест с бассейном

Обучающийся

С.В. Миняев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Консультант

О.Н. Головач

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

Тольятти 2023

Аннотация

Бакалаврская работа направлена на разработку мероприятий по электроснабжению здания дошкольного образовательного учреждения на 200 мест с бассейном.

В работе дана краткая характеристика места расположения детского дошкольного образовательного учреждения, состава располагаемых в здании помещений, приведен перечень групп, которые будут проходить воспитание и обучение в данном учреждении. В работе выбрана система заземления TN-C-S.

Определены категории по надежности электроснабжения электроприемников здания, основные потребители относятся ко второй категории, а противопожарные установки к I.

Расчет нагрузок выполнен методом коэффициентов спроса. Суммарная расчётная нагрузка по ГРЩ в нормальном режиме составила 276 кВт.

Для питания системы противопожарных устройств предусмотрены отдельные панели (панели ППУ) с устройством АВР.

Для компенсации реактивной мощности выбраны две компенсирующие установки с автоматическим регулированием мощностью 30 и 35квар.

Рассмотрены вопросы заземления и молниезащиты здания.

Распределительная и групповая сеть 380/220 В выполнена кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, к электроприемникам ППУ - ВВГнг(А)-FRLSLTx расчетных сечений.

Расчеты освещения выполнены в программном ассистенте фирмы ЭТМ, выбраны тип и количество светильников для систем внутреннего и наружного освещения здания.

Бакалаврская работа состоит из записки объемом 51 страница печатного текста и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

Abstract

Bachelor's work is aimed at developing measures for the power supply of the building of a preschool educational institution for 200 places with a swimming pool.

The paper gives a brief description of the location of the preschool educational institution, the composition of the premises located in the building, a list of groups that will be educated and trained in this institution. The grounding system TN-C-S was chosen in the work.

The categories for the reliability of the power supply of the electrical receivers of the building are determined, the main consumers belong to the second category, and the fire-fighting installations to the I.

The calculation of loads is made by the method of demand coefficients. The total calculated load on the main switchboard in normal mode was 276 kW.

To power the system of fire fighting devices, separate panels (PPU panels) with an AVR device are provided.

To compensate for reactive power, two compensating installations with automatic power control of 30 and 35 kvar were selected.

The issues of grounding and lightning protection of the building are considered.

The distribution and group network 380/220 V is made with a VVGng (A) - LSLTx cable, to PPU - VVGng (A) - FRLSLTx electrical receivers of calculated sections.

Lighting calculations were made in the ETM software assistant, the type and number of luminaires for the indoor and outdoor lighting systems of the building were selected.

The bachelor's thesis consists of a note of 51 pages of printed text and a graphic part, made on six sheets of A1 format.

Содержание

Введение.....	5
1 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения помещений дошкольного образовательного учреждения	8
1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения	8
1.2 Определение расчетных нагрузок по зданию	10
1.3 Надежность электроснабжения ЭП здания	16
1.4 Обеспечение электроэнергией электроприемников и компенсация реактивной мощности.....	17
1.5 Мероприятия по заземлению (занулению) и молниезащите	18
1.6 Выбор типа, класса проводников для групповых и распределительных сетей.....	20
1.7 Система рабочего и аварийного освещения.....	25
2 Система внешнего освещения здания дошкольного образовательного учреждения	42
2.1 Проверка питающей линии по нагреву и допустимой потере напряжения	43
2.2 Проверка сечения питающей линии по допустимой потере напряжения	44
Заключение	47
Список используемой литературы	49

Введение

Дошкольное образовательное учреждение (ДОУ) на 200 мест с бассейном предназначено для предоставления педагогических, медицинских и оздоровительных услуг по воспитанию, обучению, уходу и присмотру за детьми от 1,5 года до 7 лет, а также методическую помощь родителям и или лицам, их заменяющих, на основе утвержденных программ воспитания и обучения.

Дошкольное образовательное учреждение находится в городе Санкт Петербурге на пересечении проспекта Маршала Блюхера с Полюстровским проспектом.

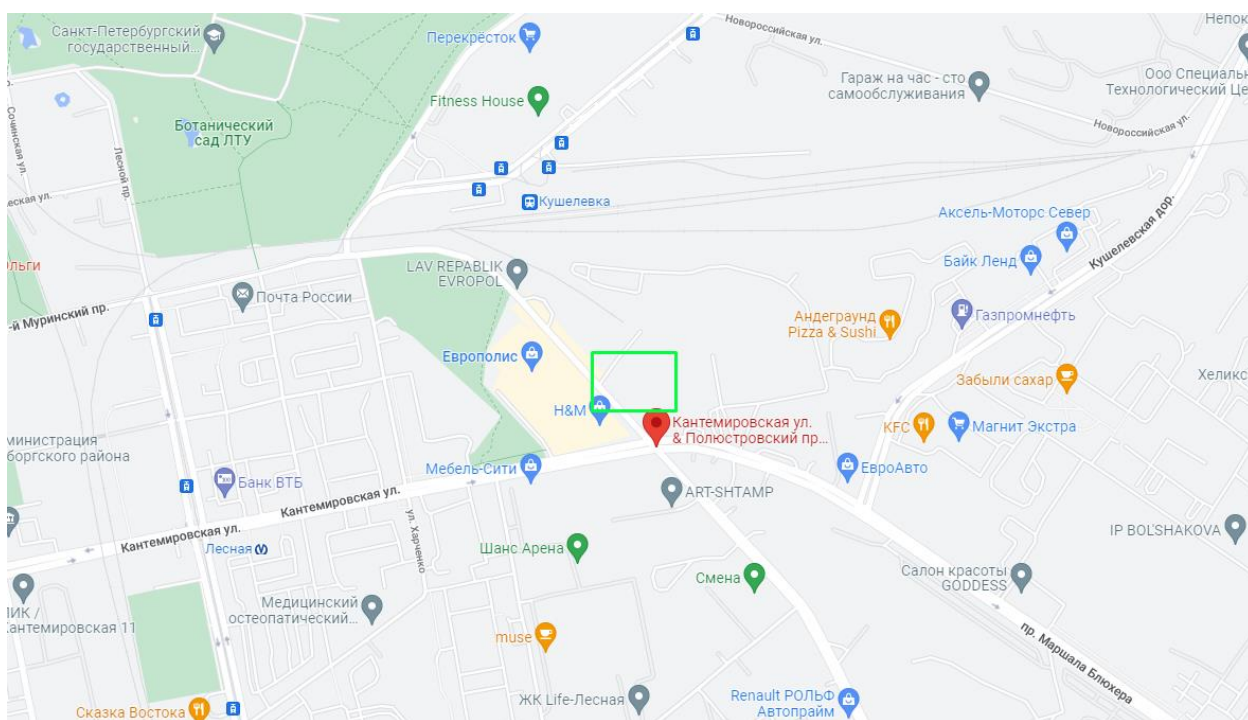


Рисунок 1 – Расположение дошкольного образовательного учреждения на карте Санкт-Петербурга

Здание ДОУ общего типа, вместимостью 200 мест, запроектировано в отдельно стоящем трехэтажном здании с тех подпольем и бассейном - рассчитано на 10 групп.

Планируемая наполняемость детских групп [2]:

- две группы для детей раннего возраста (от 1,5 до 3-х лет) – по 14 человек, всего 28 детей,
- две группы для детей дошкольного возраста (от 3 до 4-х лет) – 21 и 22 человека, всего 43 ребенка,
- две группы для детей дошкольного возраста (от 4 до 5-х лет) – 21 и 22 человек, всего 43 ребенка,
- две группы для детей дошкольного возраста (от 5 до 6-х лет) – 21 и 22 ребенка, всего 43 ребенка,
- две группы для детей дошкольного возраста (от 6 до 7-х лет) – 21 и 22 ребенка, всего 43 ребенка.

Единое пространство здания разделено на несколько функциональных зон: групповые ячейки - изолированные помещения, принадлежащие каждой детской группе, специализированные помещения для занятий (групповые и индивидуальные) с детьми, предназначенные для поочередного использования несколькими детскими группами; сопутствующие помещения необходимые для нормального функционирования и обслуживания ДОО (медицинские, пищеблок, постирочная и т.д.), а также административно-служебные и санитарно-бытовые помещения персонала.

Каждая групповая ячейка включает в себя следующие помещения: групповая, спальня, раздевальная, буфетная, туалетная.

Специализированные помещения для занятий с детьми расположены на первом, втором и третьем этаже и включают в себя: бассейн, зал для музыкальных занятий, зал гимнастических занятий, 2 кружковые, класс для занятий, инвентарные для обслуживания залов и помещения для индивидуальных занятий.

Планировочная структура ДОО решена по принципу групповой изоляции, при котором групповая ячейка является местом основного пребывания детей каждой конкретной детской группы, с осуществлением основных занятий с детьми, игр, оздоровительных мероприятий, отдыха,

дневного сна, переодевания и кормления детей.

В трехэтажном здании ДООУ запроектированы десять групповых ячеек по четыре на первом и втором, а также две на третьем этаже.

Группы для детей ясельного возраста (до 3-х лет) расположены на первом этаже с самостоятельными входами с участка.

Для каждой возрастной группы детей предусмотрено по 2 групповых ячейки. Для детей ясельного возраста наполняемость групп составляет 14 человек.

Для младших, средних, старших и подготовительных групп предусмотрено по 2 групповых ячейки – одна рассчитана на 21 ребенка, вторая на 22.

В состав каждой групповой ячейки входят: раздевальная, групповая, спальня, буфетная и туалетная. Помещения каждой групповой ячейки расположены на одном этаже и на одном уровне. Групповые (игровые) функционально связаны с раздевальными, спальными, туалетными и буфетными.

Центральный вход решен в виде парадной лестницы, которая дублируется пандусом.

При эксплуатации ДООУ предусматривается специальный пропускной режим. При центральном входе в здание ДООУ запроектировано место охранника, оборудованное телефоном.

Кроме центрального выхода имеется шесть запасных выходов из разных зон здания, которые закрываются на щеколду, а ночью закрыты на ключ. Ключи находятся у сотрудников охраны и у администрации. На период открытия запасных выходов охрану осуществляет лицо, его открывшее. Ключи должны быть пронумерованы согласно нумерации запасных выходов.

Целью бакалаврской работы является обеспечение надежным электроснабжением приемников электрической энергии дошкольного образовательного учреждения с соблюдением требований по безопасности.

1 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения помещений дошкольного образовательного учреждения

Основной источник электроснабжения объекта - ПС 110 кВ Завод Либкнехта (ПС93) ф. 93-241.

Резервный источник электроснабжения объекта - ПС 110 кВ Завод Либкнехта (ПС93) ф. 93-312.

Точки присоединения [3]:

- контактные соединения коммутационных аппаратов 0,4кВ ГРЩ объекта и кабельных наконечников кабельной линии 0,4кВ, отходящей в сторону РУ-0,4кВ БКРТП 7898 (щит №1, Т-1) – ввод 1;
- контактные соединения коммутационных аппаратов 0,4кВ ГРЩ объекта и кабельных наконечников кабельной линии 0,4кВ, отходящей в сторону РУ-0,4кВ БКРТП 7898 (щит №2, Т-2) – ввод 2.

1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения

Границей проектирования в данной ВКР являются клеммы вводных аппаратов управления ГРЩ.

Предполагаемые питающие кабели:

- ввод 1: АВБШв 2×(4×240 мм²);
- ввод 2: АВБШв 2×(4×240 мм²).

Напряжение сети 380/220В, система заземления принята TN-C-S в соответствии с ГОСТ 30331.2-95. В ГРЩ PEN-проводник питающей линии разделяется на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники и предусмотрены отдельные шины нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. За точкой разделения не допускается объединять N и PE-проводники в какой-либо точке распределительной сети. Защита от перегрузки и токов короткого замыкания осуществляется автоматическими выключателями с тепловым и магнитным расцепителями. Главный

распределительный щит ГРЩ, располагается в помещении электрощитовой, расположенной в подвальном этаже здания. Главный распределительный щит состоит из шести панелей с выключателями на вводе. ГРЩ выполняется в соответствии с ГОСТ 32396-2013 много панельным с блоком автоматического включения резерва (АВР) [5].

Распределительные, групповые и осветительные сети выбираются по длительно допустимой токовой нагрузке, по потере напряжения и по величине срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

Перечень объектов, рассматриваемых в проекте:

– главный распределительный щит ГРЩ.

Однолинейная схема электроснабжения ГРЩ приведена на листе 1 графической части.

В проекте предусматриваются следующие распределительные и групповые щиты [6]:

- ЩО – щит рабочего освещения;
- ЩАО – щит аварийного освещения;
- ЩР – щиты силовые (в т.ч. пищеблока, прачечной);
- ЩВ – щиты вентиляции;
- ЩТПК – щит теплового пункта;
- ЩНО – щит наружного освещения;
- ЩУЛ – щит управления лифтом (поставляется комплектно);
- ЩОБ – щит технологического оборудования бассейна.
- ЩСб – щит бойлерной;
- ЩСС – щит слаботочных систем;
- ЩСПС – щит слаботочных пожарных систем;
- ЩНС – щит насосного оборудования;
- ЩУО – щит управления обогревом кровли (поставляется комплектно);
- ЩХЛ – щит холодильных установок пищеблока.

В качестве корпусов распределительных и групповых щитов проектом предусматриваются щиты одностороннего обслуживания металлические или пластиковые, напольного, навесного или встраиваемого исполнения (точный тип исполнения указан на схеме каждого щита), предназначенные для использования в сетях трехфазного переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц с глухозаземленной нейтралью отечественного производства. В каждом распределительном силовом щите проектом предусматривается не менее 15% резерва аппаратов защиты и управления или не менее 15% резерва свободного места для возможного монтажа дополнительного оборудования.

Все щиты и другое светотехническое оборудование устанавливается с учетом доступа специализированного персонала для ремонта, технического обслуживания и замены [7].

1.2 Определение расчетных нагрузок по зданию

Все потребители здания ДООУ подключены по II категории электроснабжения.

К внутренним потребителям относятся [8]:

- освещение рабочее;
- розеточные сети здания;
- вентиляция;
- технологическое оборудование пищеблока;
- технологическое оборудование прачечной;
- технологическое оборудование бассейна;
- антиобледенительная система водостоков кровли;
- грузовой подъемник пищеблока;
- отопительное оборудование (накопительные водонагреватели).

К потребителям I категории электроснабжения относятся:

- ИТП;
- Оборудование слаботочных систем;

- Оборудование насосных систем;
- Холодильное оборудование.

К внешним потребителям относятся:

- наружное освещение территории;

К потребителям ППУ относятся:

- Противодымная вентиляция;
- Система пожарной охраны;
- Аварийное освещение;
- Противопожарные клапана и фрамуги;
- Лифтовая установка.

Расчет нагрузок выполнен методом коэффициентов спроса согласно СП256.1325800.2016.

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

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

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

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

n - число розеток» [1].

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

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

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

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

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

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [1].

«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» [1]:

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

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» [1].

Сводный расчет проектируемой нагрузки на ГРЩ представлен в таблице

1.

Таблица 1 – Результаты расчета нагрузок по ГРЩ

Наименование потребителей	Кол-во, шт.	Руст. ед. ЭП, кВт	Руст., кВт	Кспроса	cosφ	tgφ	Расчетная нагрузка			Расч. ток I, А
							Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
Ввод-1. Нагрузки по II категории надежности электроснабжения (Панель РП1)										
Вентиляция и кондиционирование	1	27,81	27,81	0,80	0,90	0,48	22,25	10,78	24,72	-
Рабочее освещение	1	30,69	30,69	0,80	0,95	0,33	24,55	8,07	25,84	-
УФ излучатели	6	0,04	0,21	0,20	0,95	0,33	0,04	0,01	0,04	-
Водонагреватели пищеблока	7	2,00	14,00	0,65	0,95	0,33	9,10	2,99	9,58	-
Водонагреватели в буфетных	5	1,50	7,50	0,65	0,95	0,33	4,88	1,60	5,13	-
Посудомоечные машины	5	3,75	18,75	0,55	0,95	0,33	10,31	3,39	10,86	-
Компьютеры	8	0,50	4,00	0,80	0,95	0,33	3,20	1,05	3,37	-
Принтеры	8	0,30	2,40	0,60	0,95	0,33	1,44	0,47	1,52	-
Музыкальные центры, проекторы	9	0,25	2,25	0,60	0,95	0,33	1,35	0,44	1,42	-
Розеточная сеть	32	0,20	6,40	0,50	0,95	0,33	3,20	1,05	3,37	-
Пищеблок	1	78,65	78,65	0,65	0,95	0,33	51,12	16,80	53,81	-
Рукосушители	4	1,50	6,00	0,25	0,95	0,33	1,50	0,49	1,58	-
Итого Панель РП1 (норм. режим)	-	-	198,66	0,67	0,94	0,35	132,94	47,16	141,06	214,37
Итого Панель РП1 (режим пожар)	-	-	170,85	0,65	0,95	0,33	110,69	36,38	116,52	177,08
Ввод-1. Нагрузки по I категории надежности электроснабжения (Панель ППУ)										
Система дымоудаления	1	31,90	31,90	1,00	0,85	0,62	31,90	19,77	37,53	-
Насосная станция ПТ	1	1,50	1,50	1,00	0,95	0,33	1,50	0,49	1,58	-
Аварийное освещение	1	12,47	12,47	1,00	0,95	0,33	12,47	4,10	13,13	-
ПС+СОУЭ	1	3,31	3,31	1,00	0,85	0,62	3,31	2,05	3,89	-
Лифт	1	9,00	9,00	1,00	0,80	0,75	9,00	6,75	11,25	-
Итого Панель ППУ (норм. режим)	-	-	24,78	1,00	0,88	0,54	24,78	13,39	28,17	42,81
Итого Панель ППУ (режим пожар)	-	-	58,18	1,00	0,87	0,57	58,18	33,16	66,97	101,77
Компенсация реактив. мощности на вводе 1 – 30 квар	-	-	-	-	-	-	-	-30	-	-

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Кол-во, шт.	Руст. ед. ЭП, кВт	Руст., кВт	Кспроса	cosφ	tgφ	Расчетная нагрузка			Расч. ток I, А
							Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
Итого Ввод-1 (норм. режим)	-	-	223,44	0,71	0,98	0,19	157,72	30,55	160,65	244,15
Итого Ввод-1 (режим пожар)	-	-	229,03	0,74	0,97	0,23	168,87	39,55	173,44	163,59
Ввод-2. Нагрузки по II категории надежности электроснабжения (Панель РП2)										
Вентиляция и кондиционирование	1	6,71	6,71	0,70	0,90	0,48	4,70	2,27	5,22	-
УФ облучатели	9	0,04	0,35	0,20	0,95	0,33	0,07	0,02	0,07	-
Фены	7	1,80	12,60	0,15	0,95	0,33	1,89	0,62	1,99	-
Водонагреватели	7	1,50	10,50	0,65	0,95	0,33	6,83	2,24	7,18	-
Посудомоечные машины	5	3,75	18,75	0,55	0,95	0,33	10,31	3,39	10,86	-
Компьютеры	15	0,50	7,50	0,80	0,95	0,33	6,00	1,97	6,32	-
Принтеры	10	0,30	3,00	0,60	0,95	0,33	1,80	0,59	1,89	-
Музыкальные центры, тв	12	0,25	3,00	0,60	0,95	0,33	1,80	0,59	1,89	-
Розеточная сеть	34	0,20	6,80	0,50	0,95	0,33	3,40	1,12	3,58	-
Бойлерная, резервное ГВС	1	50,70	50,70	0,65	0,95	0,33	32,96	10,83	34,69	-
Рукосушители	4	1,50	6,00	0,25	0,95	0,33	1,50	0,49	1,58	-
Прачечная	1	27,20	27,20	0,50	0,95	0,33	13,60	4,47	14,32	-
Бассейн	1	15,30	15,30	0,70	0,95	0,33	10,71	3,52	11,27	-
Итого Панель РП2 (норм. режим)	-	-	168,41	0,57	0,95	0,34	95,56	32,14	100,82	153,22
Итого Панель РП2 (режим пожар)	-	-	161,70	0,56	0,95	0,33	90,86	29,87	95,64	145,36
Ввод-2. Нагрузки по I категории надежности электроснабжения (Панель РП3)										
ИТП	1	1,04	1,04	1,00	0,98	0,20	1,04	0,21	1,06	-
Водомерный узел	1	6,71	6,71	1,00	0,98	0,20	6,71	1,36	6,85	-
Холодильное оборудование	1	3,30	3,30	1,00	0,98	0,20	3,30	0,67	3,37	-
Слаботочные системы	1	11,67	11,67	1,00	0,98	0,20	11,67	2,37	11,91	-
Итого Панель РП3 (норм. режим)	-	-	22,72	1,00	0,98	0,20	22,72	4,61	23,18	-

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Кол-во, шт.	Руст. ед. ЭП, кВт	Руст., кВт	Кспроса	cosφ	tgφ	Расчетная нагрузка			Расч. ток I, А
							Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
Компенсация реактив. мощности на вводе 2 – 30 квар	-	-	-	-	-	-	-	-30	-	-
Итого Ввод-2 (норм. режим)	-	-	191,13	0,62	1,00	0,10	118,28	11,75	118,86	180,64
Итого Ввод-2 (режим пожар)	-	-	184,42	0,62	1,00	0,08	113,58	9,48	113,98	173,22
Итого Ввод-1 + Ввод-2 (норм. режим)	-	-	414,57	0,67	0,99	0,15	276,00	42,31	279,22	424,35
Итого Ввод-1 + Ввод-2 (режим пожар)	-	-	413,45	0,68	0,99	0,17	282,46	49,02	286,68	435,68
Итого по II категории электроснабжения	-	-	367,07	0,62	1,00	0,02	228,50	4,53	228,55	347,33
Итого по I категории электроснабжения	-	-	47,50	1,00	0,78	0,80	47,50	37,78	60,69	92,23

Разрешенная мощность согласно технических условий:

- по II категории электроснабжения - 229,28кВт;
- по I категории электроснабжения - 57,37кВт.

Данные об энергоемкости ГРЩ в нормальном режиме:

Установленная мощность $P_{уст.} = 228,50$ кВт (по II категории электроснабжения);

Установленная мощность $P_{уст.} = 47,50$ кВт (по I категории электроснабжения).

Данные об энергоемкости ГРЩ при работе по 1 вводу в нормальном режиме:

- Расчетная мощность $P_{расч.} = 276,00$ кВт.

Данные об энергоемкости панели ППУ при работе в режиме «ПОЖАР»:

- Расчетная мощность $P_{расч.} = 58,18$ кВт.

1.3 Надежность электроснабжения ЭП здания

По категории надежности электроснабжения большая часть электроприемников объекта относятся ко II категории надежности электроснабжения (согласно 256.1325800.2016, ПУЭ).

Питание электроприемников второй категории электроснабжение выполняется от двух взаиморезервируемых источников питания по двум кабельным линиям (с допустимым перерывам электроснабжения на время, допустимое для включение резервного источника питания действиями дежурного персонала) (в соответствии с п.1.2.20 ПУЭ).

Электроснабжение потребителей I категории надежности электроснабжения организовано с устройством автоматического ввода резерва (АВР) от двух взаиморезервируемых источников электроснабжения.

Для питания системы противопожарных устройств предусмотрены отдельные панели (панели ППУ) с устройством АВР.

Для электроснабжения потребителей первой категории надежности предусмотрена отдельная панель с устройством АВР [9, 10].

Распределительная сеть имеет защиту от перегрузки и однофазных токов короткого замыкания на землю.

1.4 Обеспечение электроэнергией электроприемников и компенсация реактивной мощности

В нормальном режиме работы оборудование объекта подключено к вводам ГРЩ рассчитанным на полную нагрузку электроснабжения оборудования с одного ввода. Предусмотрено переключение панелей ГРЩ на другой ввод, который рассчитан на 100% нагрузку подключенного к нему оборудования. Для сбалансированной и равномерной загрузки трансформаторов нагрузки распределены между секциями шин ГРЩ [11].

В аварийном режиме работы оперативный персонал имеет возможность подключить оборудование на оставшийся в работе ввод посредством системы «крест».

Нагрузки первой категории инженерного оборудования переключаются в автоматическом режиме посредством АВР, установленном на шинах гарантированного питания ГРЩ.

Без учета компенсации реактивной мощности, $\text{tg}\varphi=0.41$, $Q_p=133\text{кВАр}$. Для выполнения требования приказа №49 от 22.02.07 выбраны две компенсирующие установки с автоматическим регулированием мощностью 30 и 35квар. После установки устройств компенсации $\text{tg}\varphi$ составляет 0,15 [12].

Расчетный учет потребляемой электрической энергии осуществляется на вводе в ГРЩ счетчиком электроэнергии марки Меркурий 234 ART2-03P PQRS (3x230/400В; 5(10)А; 0,5S/1,0). Счетчик установлен в ГРЩ после аппаратов защиты. Счетчики настроены на однотарифный режим. Счетчики должны иметь пломбы с клеймом госпроверителя, а также контрольные

пломбы и знаки визуального контроля, устанавливаемые сетевой организацией.

1.5 Мероприятия по заземлению (занулению) и молниезащите

Проектом предусмотрено обустройство контура повторного заземления здания. Контур повторного заземления не нормируется.

В объем проектных и монтажных работ, обеспечивающих в электроустановке здания уравнивание потенциалов, входят [13, 14]:

- заземляющее устройство, включающее заземлитель и заземляющие проводники, установка главной заземляющей шины, к которой должны быть присоединены:
 - заземляющие проводники;
 - защитные проводники электроустановки;
 - металлические трубы коммуникаций, входящих в здание;
 - металлоконструкции здания;
 - металлические части систем вентиляции.
- коробка с шиной дополнительной системы уравнивания потенциалов в медицинском кабинете.

Заземлитель выполняется из полосы ст. оцинкованной 40×4 мм, прокладываемый в траншее на глубине 0,5 м от поверхности земли и не ближе 1 м от фундамента здания.

Заземлитель соединяется с главной заземляющей шиной, расположенной в помещении ГРЩ, двумя вводами из полосовой стали 40×4 мм.

На металлических трубах на вводе в здание, где установлены водомеры и задвижки, необходимо установить обходные перемычки (шунты) из полосовой стали сечением не менее 100 мм². Перемычка непосредственно приваривается к трубе.

Прокладку и подключение защитных проводников выполняет электромонтажная организация, а места для подключения этих проводников и перемычки (шунты) - организации, осуществляющие монтаж сантехнических и других систем.

Контактные соединения должны быть выполнены по классу 2 в соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82 «Соединения контактные электрические». Для присоединения главных проводников системы уравнивания потенциалов с медными наконечниками к флажкам на стальных трубопроводах применить стальные болты, шайбы, гайки и контргайки [15].

Соединения частей заземлителя между собой, соединение заземлителя с главной заземляющей шиной, установку флажков и перемычек на металлических трубопроводах следует выполнять сваркой. Сварные швы должны иметь чешуйчатую поверхность без наплывов и плавный переход к основному металлу. Швы не должны иметь трещин, не проваров длиной более 10% длины шва, незаплавленных кратеров.

Исправление дефектов производится подваркой. Сварные швы, расположенные в земле, необходимо для защиты от коррозии покрыть битумным лаком.

Защита от прямых ударов молнии, от ее вторичных проявлений и от статического электричества выполняется в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» (СО-153-34.21.122-2003) по III уровню надежности защиты.

Молниезащита выполнена в соответствии с Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» (СО 153-34.21.122-2003), РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений».

По устройству молниезащиты здание отнесено к «обычным»; надёжность защиты от прямых ударов молнии, ее вторичных проявлений и от статического электричества принята равной 0,95 [16].

Обеспечен III уровень молниезащиты здания.

Молниезащита состоит из молниеприёмника, молниеотводов и заземлителя.

В качестве молниеприемников предусматривается молниеприемная сетка, выполняемая стальной оцинкованной проволокой диаметром 8 мм, прокладываемой по кровле с помощью универсальных держателей с бетоном, благодаря которым отсутствует контакт молниеприемника и горючего материала кровли.

В качестве токоотводов системы молниезащиты используется стальная оцинкованная проволока $d=8$ мм, прокладываемая открыто по стенам, выполненных из негорючего материала. Токоотводы системы молниезащиты соединяются с закладными выпусками наружного контура заземления [17].

Согласно СО 153-34.21.122-2003 п.3.2.2.3 токоотводы располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше значений. Для зданий III категории среднее расстояние 20 м.

1.6 Выбор типа, класса проводников для групповых и распределительных сетей

Перечень типов и классов кабелей и проводов представлен в ниже приведенной таблице 2.

Таблица 2 - Перечень типов и классов кабелей и проводов

Тип провода	Нормативный документ
Провод повышенной гибкости, со скрученной медной многопроволочной жилой и изоляцией из ПВХ пластиката ПУГВ	ГОСТ 6323-79
Кабель силовой, с медными жилами, не распространяющий горение, с низким дымо- и газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения ВВГнг(А)-LSLTx	ГОСТ 31996-2012

Продолжение таблицы 2

Тип провода	Нормативный документ
Кабель силовой, с медными жилами, огнестойкий, не распространяющий горение, с низким дымо- и газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения ВВГнг(А)-FRLSLTx	ГОСТ 31996-2012

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [4]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (5)$$

- «по номинальному току» [4]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (6)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [4]:

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

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [4].

«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» [4]:

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

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» [4].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [4]:

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

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [4].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [4]

$$t_{cp} > t_{дон}, \quad (10)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [4].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [4]:

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

$$I_2 \leq 1,45I_{дон}, \quad (12)$$

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

I_{np} – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимый ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [4].

«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» [4].

Результаты выбора АВ представлены на листах графического материала.

Распределительная и групповая сеть 380/220 В от ГРЩ до распределительных щитов; от распределительных до конечных электропотребителей в здании выполняются 5-ти и 3-х жильными медными кабелями с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридных композиций не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении типа ВВГнг(A)-LSLTx [18, 19].

Питающая сеть 400В от ППУ, распределительная и групповая сеть 220 В от панелей противопожарных устройств до конечных электропотребителей в здании выполняются 5-ти и 3-х жильными медными кабелями с изоляцией из огнестойкой кремнийорганической резины, не распространяющие горение

при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении; типа ВВГнг(А)-FRLSLTx.

Кабельные линии распределительной сети от ГРЩ до распределительных щитов прокладываются в кабельных лотках под потолком в техническом помещении.

Кабельные линии системы противопожарной защиты в местах прохождения кабелей в лотках через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости кабельные проходки не ниже предела огнестойкости данных конструкций выполняются из огнестойких плит DP и огнестойкого герметика DS производства ЗАО «Диэлектрические кабельные системы».

Прокладка кабельных линий распределительной сети от распределительных до групповых щитов выполняется следующими способами [20]:

- открыто в гофрированных ПВХ трубах за подвесными и подшивными потолками;
- скрыто в штробах оштукатуриваемых стен, в стенах из ГКЛ.

Прокладка кабельных линий групповых сетей выполняется следующими способами:

- открыто в гофрированных ПВХ трубах за подвесными и подшивными потолками;
- скрыто в штробах оштукатуриваемых стен, в стенах из ГКЛ.

Прокладка кабельных линий распределительной и групповой сети 220 В от панели противопожарных устройств до конечных электропотребителей в здании выполняются следующими способами:

- открыто в гофрированных ПВХ трубах за подвесными и подшивными потолками;
- скрыто в штробах оштукатуриваемых стен.

Питающие кабели от трансформаторной подстанции до ВРУ прокладываются в отдельных огнестойких каналах.

В составе групповых сетей силового электрооборудования в здании предусматриваются штепсельные розетки. Типы розеток для подключения силового оборудования выбираются исходя из ведомости отделки помещений, требований электробезопасности и технических характеристик оборудования.

Для защиты распределительных и групповых кабельных линий предусматриваются автоматические выключатели и дифференциальные автоматические выключатели, защищающие линии от перегрузки и токов короткого замыкания (при условии выполнения требований СП 6.13130.2013 п.4.12, п.4.13). Сечения кабельных линий принимаются исходя из нагрузки потребителей, проверяются по длительному допустимому току, потере напряжения (до наиболее удаленных светильников - не более 3%, до прочих потребителей не более 4%) и условиям срабатывания аппаратов защиты при однофазном КЗ в минимальном режиме [22].

Система централизованного горячего водоснабжения на период ремонта и в межотопительный период предусматривает установку резервных электроводонагревателей.

При организации и производстве работ необходимо соблюдать требования СП 48.13330.2011, СП 76.13330.2016, государственных стандартов, технических условий, ПУЭ.

1.7 Система рабочего и аварийного освещения

Выполнение освещения предусмотрено в соответствии с СП 52.13330.2011, обеспечивает нормируемую освещенность.

Нормируемые значения освещённости выбраны в соответствии со СП52.13330.2011 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования [14].

«Индекс помещения i определяется по выражению» [3]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (13)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [3].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [3]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (14)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [4].

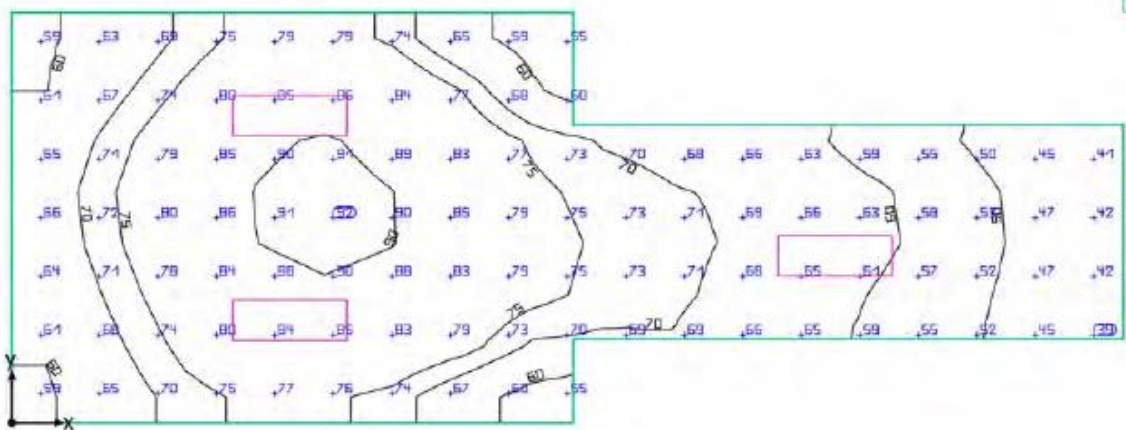
«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (15)$$

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

Расчеты освещения выполнены в программном ассистенте фирмы ЭТМ, результаты расчетов представлены на рисунках 1-10 и в графической части ВКР.



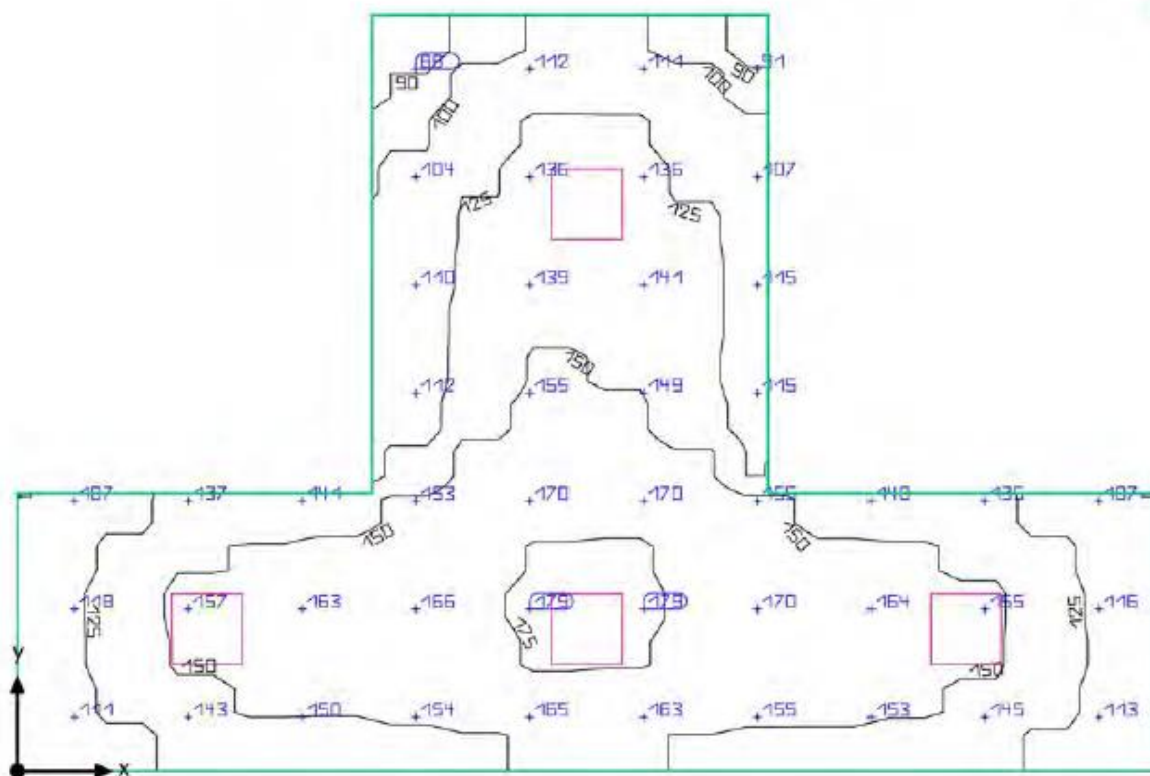
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	E _{по вертикали}	70.1 lx	≥ 500 lx	✗	S4
	g ₁	0.57	-	-	S4
Параметры потребления	Потребление	300 kWh/a	макс. 450 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	8.71 W/m ²	-	-	
		12.43 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Φ	Светоотдача
3	Lighting Technologies		ALD 218 HF new	36.0 W	1127 lm	31.3 lm/W

Рисунок 1 – Распределение уровней освещенности для помещения 102 (тамбур главного входа)



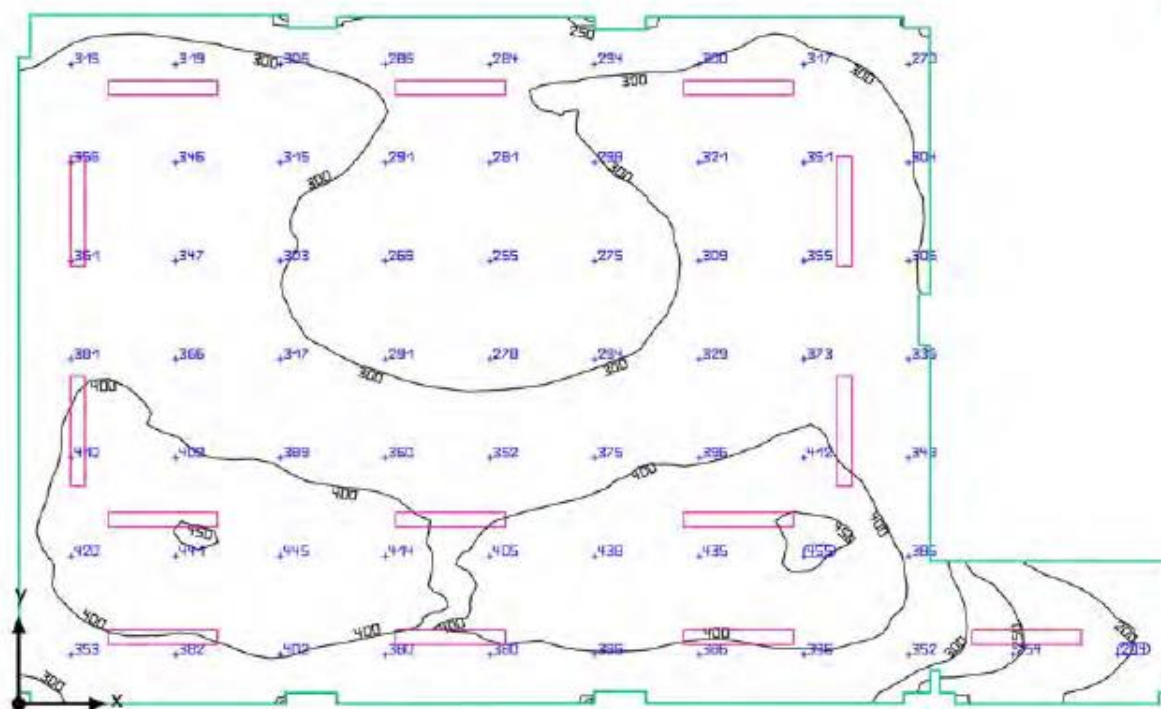
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{по вертикали}}$	140 lx	≥ 500 lx	✗	S6
	g_1	0.58	-	-	S6
Параметры потребления	Потребление	620 kWh/a	макс. 1300 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	6.19 W/m ²	-	-	
		4.43 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
4	Lighting Technologies		OPL/R 414 HF	56.0 W	3247 lm	58.0 lm/W

Рисунок 2 – Распределение уровней освещенности для помещения 103 (вестибюль)



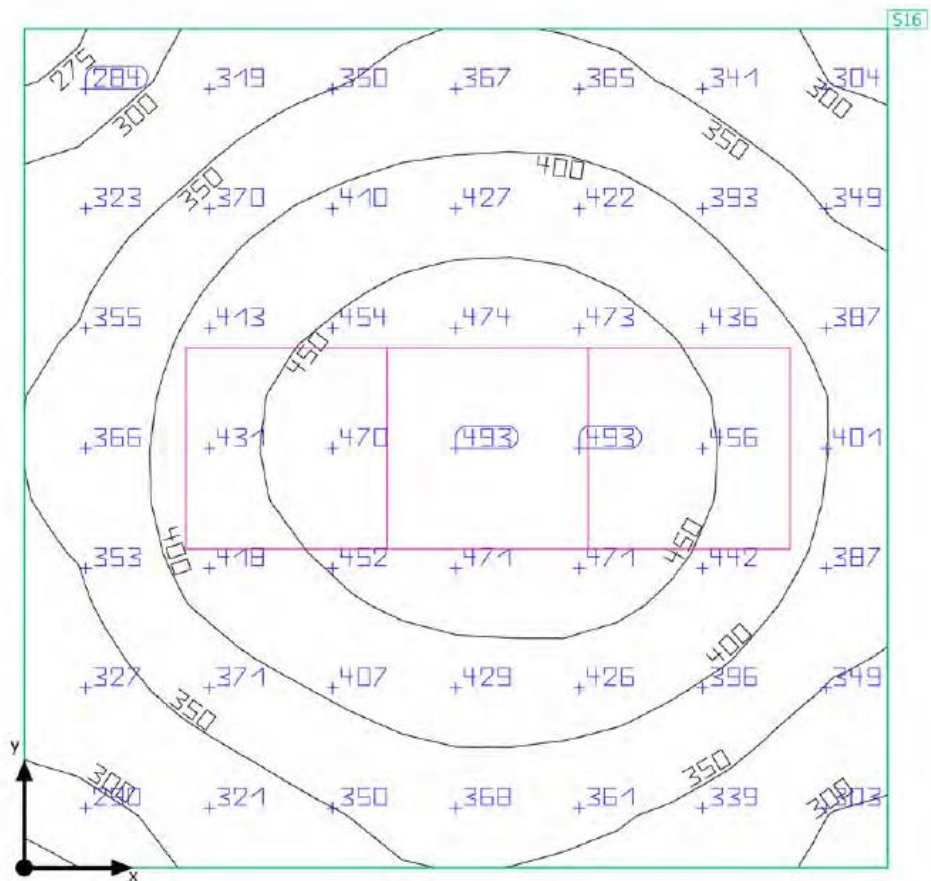
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{по вертикали}}$	344 lx	≥ 500 lx	✗	S14
	g_1	0.48	-	-	S14
Параметры потребления	Потребление	2700 kWh/a	макс. 3150 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	11.02 W/m ²	-	-	
		3.20 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
14	Lighting Technologies		ARCTIC 235 (SANSMC) HF	70.0 W	5668 lm	81.0 lm/W

Рисунок 4 – Распределение уровней освещенности для помещения 108 (зал бассейна)



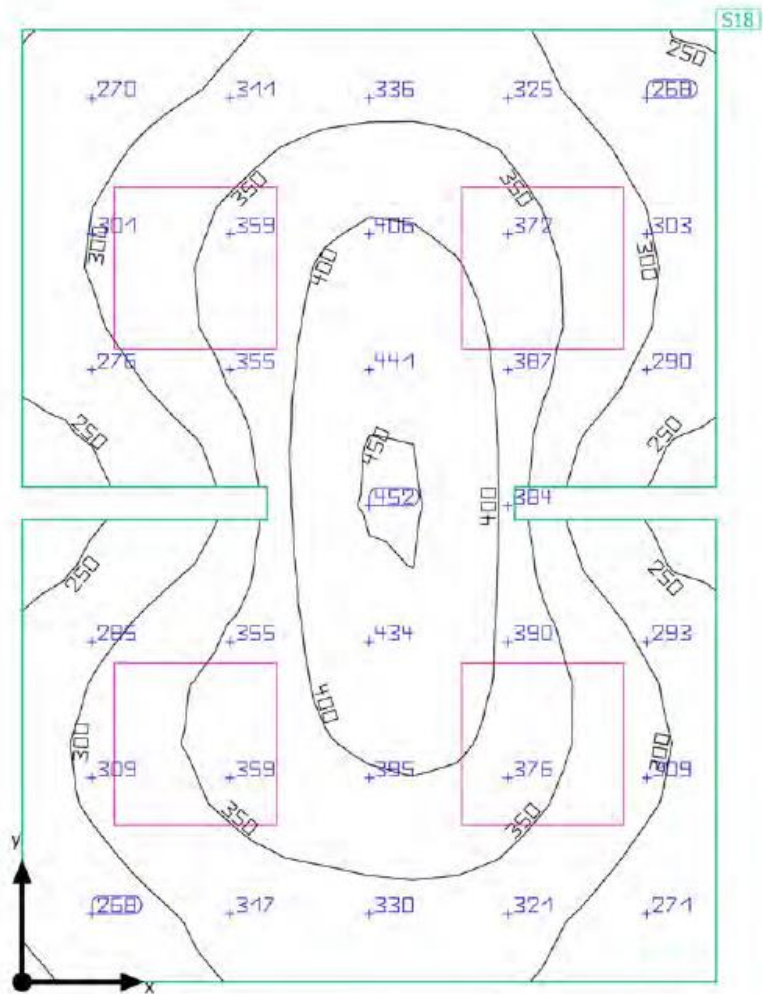
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	Е _{по вертикали}	391 lx	≥ 500 lx	✗	S16
	g ₁	0.69	-	-	S16
Параметры потребления	Потребление	460 kWh/a	макс. 250 kWh/a	✗	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	26.57 W/m ²	-	-	
		6.79 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
3	Lighting Technologies		OWP 414 /595/ IP54/IP54	56.0 W	2635 lm	47.1 lm/W

Рисунок 5 – Распределение уровней освещенности для помещения 109 (комната медсестры)



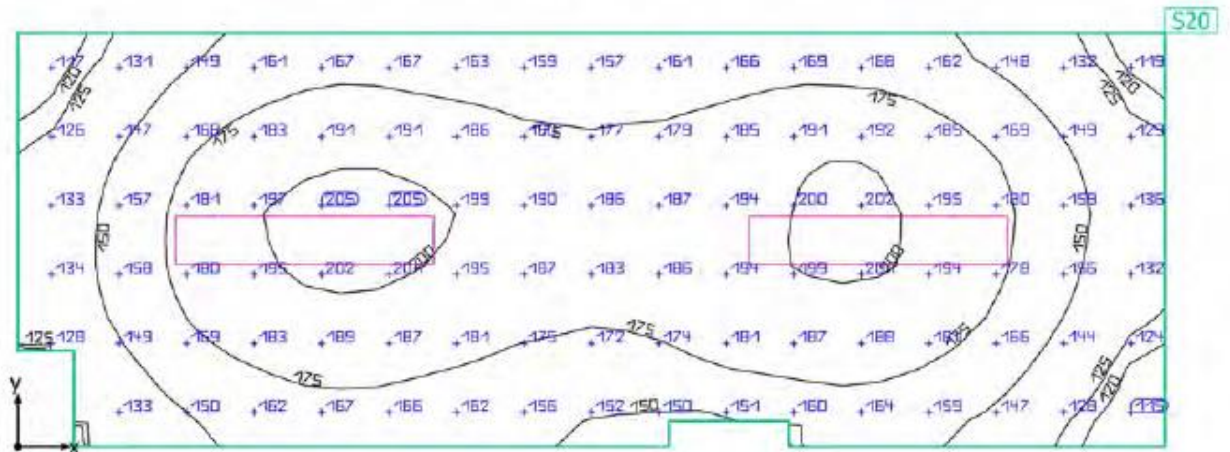
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	Е _{по вертикали}	333 lx	≥ 500 lx	✗	S18
	g ₁	0.71	-	-	S18
Параметры потребления	Потребление	620 kWh/a	макс. 350 kWh/a	✗	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	25.66 W/m ²	-	-	
		7.71 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
4	Lighting Technologies		OWP 414 /595/ IP54/IP54	56.0 W	2635 lm	47.1 lm/W

Рисунок 6 – Распределение уровней освещенности для помещения 110 (узел управления бассейном с лабораторией анализа воды)



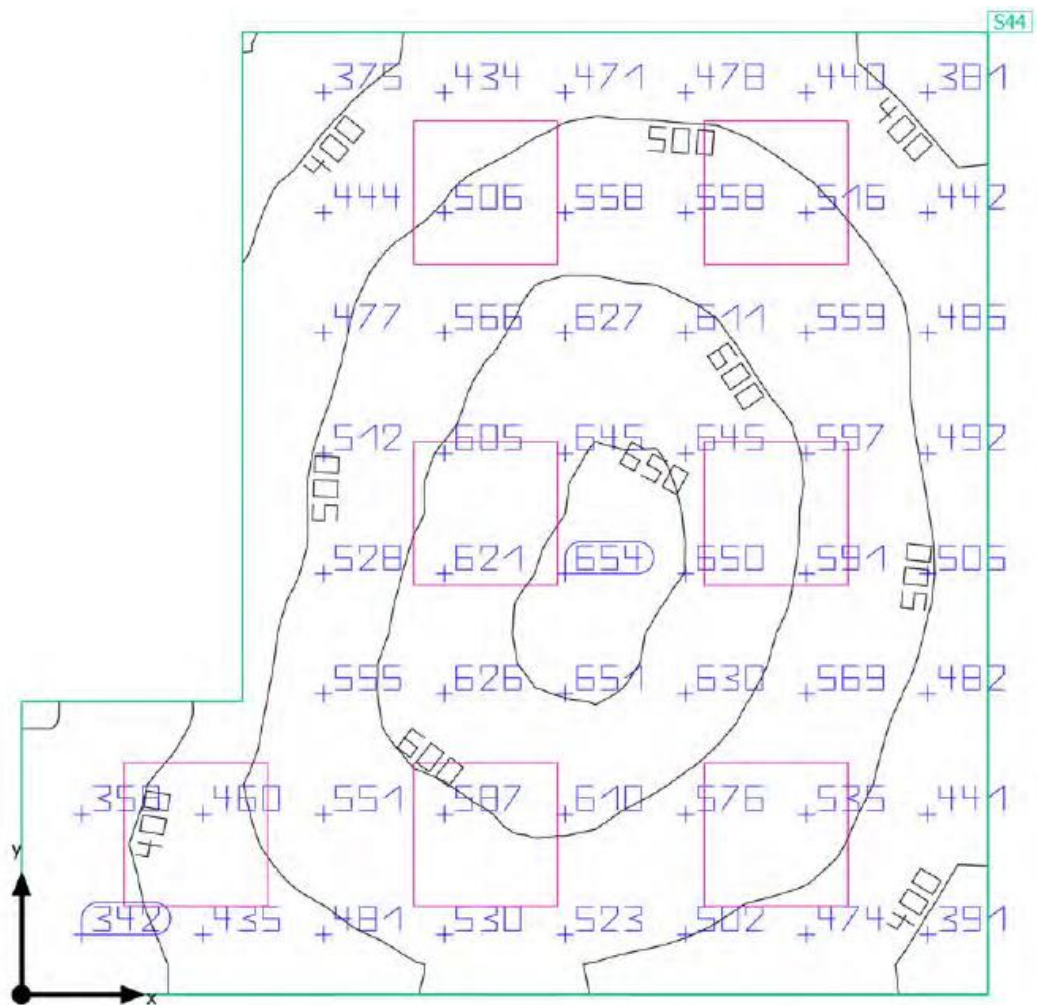
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{по вертикали}}$	169 lx	≥ 500 lx	✗	S20
	g_1	0.66	-	-	S20
Параметры потребления	Потребление	400 kWh/a	макс. 450 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	12.35 W/m ²	-	-	
		7.31 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
2	Lighting Technologies		ALD 236 HF new	72.0 W	2713 lm	37.7 lm/W

Рисунок 7 – Распределение уровней освещенности для помещения 112 (раздевальная)



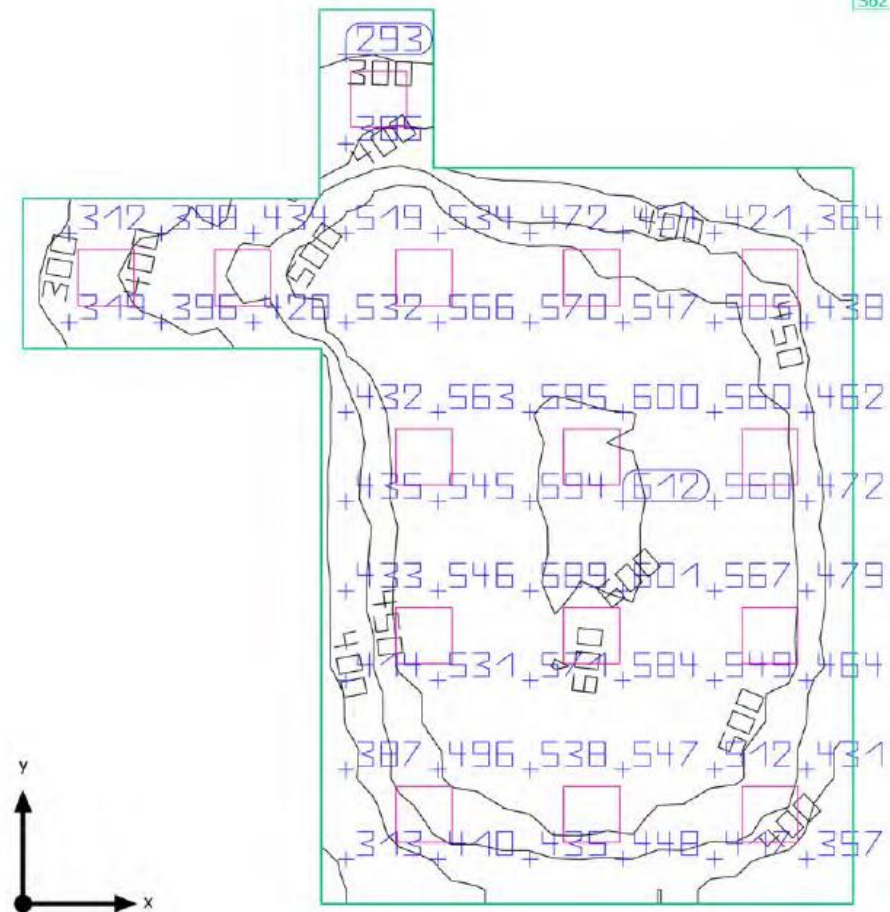
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{по вертикали}}$	519 lx	≥ 500 lx	✓	S44
	g_1	0.57	-	-	S44
Параметры потребления	Потребление	1100 kWh/a	макс. 500 kWh/a	✗	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	29.16 W/m ²	-	-	
		5.62 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
7	Lighting Technologies		OWP 414 /595/ IP54/IP54	56.0 W	2635 lm	47.1 lm/W

Рисунок 8 – Распределение уровней освещенности для помещения 124 (медицинский кабинет)



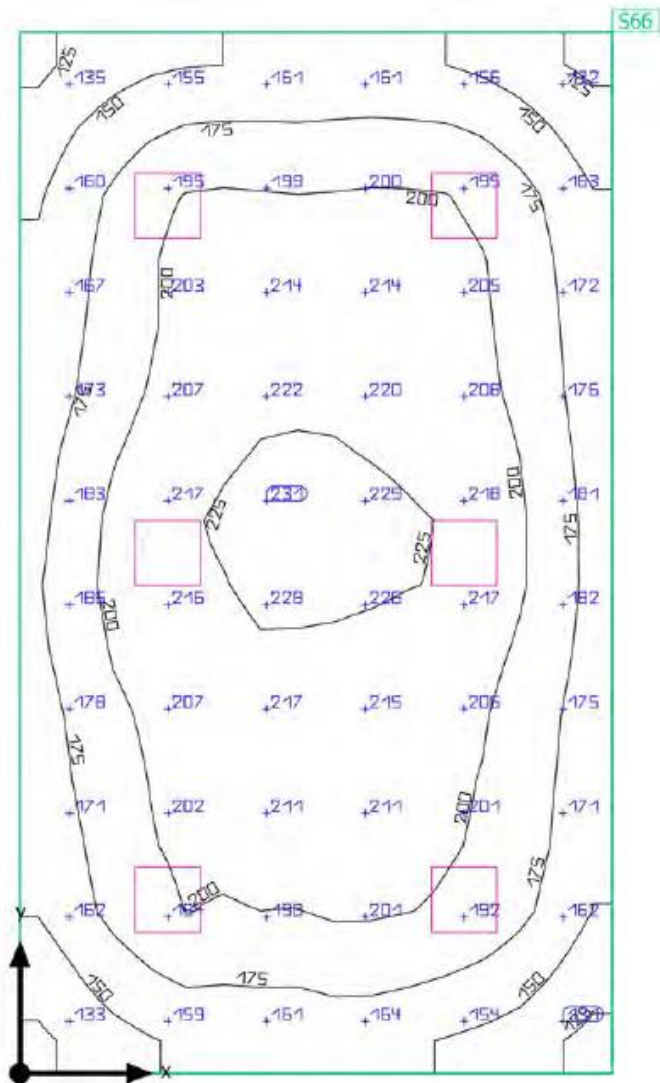
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{по вертикали}}$	482 lx	≥ 500 lx	✗	562
	g_1	0.54	-	-	562
Параметры потребления	Потребление	2300 kWh/a	макс. 1800 kWh/a	✗	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	16.38 W/m ²	-	-	
		3.40 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
15	Lighting Technologies		OPL/R 414 HF	56.0 W	3247 lm	58.0 lm/W

Рисунок 9 – Распределение уровней освещенности для помещения 133 (групповая)



	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	Е _{по вертикали}	188 lx	≥ 500 lx	✗	S66
	g ₁	0.63	-	-	S66
Параметры потребления	Потребление	920 kWh/a	макс. 1800 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	6.55 W/m ²	-	-	
		3.49 W/m ² /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Предварительные настройки DIALux, Стандарт (офис)

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
6	Lighting Technologies		OPL/R 414 HF	56.0 W	3247 lm	58.0 lm/W

Рисунок 10 – Распределение уровней освещенности для помещения 136 (спальная)

Объект оснащен следующими видами освещения [21]:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение;
- дежурное освещение;
- ремонтное - на напряжении 36 В, предусмотрено в помещениях венткамеры, ИТП электрощитовой переносными светильниками, подключаемыми от сети рабочего освещения через понижающие трансформаторы типа ЯТП-0.25;

Напряжение сети общего освещения 380/220 В, напряжение на светильниках 220 В.

Рабочее освещение.

Рабочее освещение предусмотрено для всех помещений.

Исполнение светильников и выключателей по степени защиты соответствуют категориям помещений, в которых они размещаются [23]:

- нормальные;
- влажные;
- сырые.

По степени опасности поражения электрическим током помещения здания подразделяются на:

- помещения без повышенной опасности (нормальные, влажные);
- помещения с повышенной опасностью (сырые).

В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется электрооборудование со степенью защиты не менее IP20.

В пожароопасных помещениях применяются силовое электрооборудование со степенью защиты не менее IP44.

Для помещений, отнесенных к пожароопасным зонам П-Па, используются светильники со степенью защиты не ниже IP23. Светильники должны быть жестко закреплены.

В сырых помещениях используется электрооборудование со степенью защиты не менее IP54.

Клавишные выключатели для помещений санузлов устанавливаются вне этих помещений.

Высота установки выключателей, если на плане иначе не указано - 900 мм, на расстоянии 0,2м от дверной коробки (наличника).

Управление рабочим освещением осуществляется выключателями и переключателями освещения.

Аварийное освещение.

Светильники аварийного освещения входят в систему общего освещения и имеют знак «А» (маркировка на корпусе светильника), отличающий их от светильников рабочего освещения.

Электроснабжение светильников аварийного освещения выполнено от шкафа аварийного освещения, запитанного от панели ППУ.

Установка световых указателей по путям эвакуации с указанием направления выхода предусматривается в разделе «СОУЭ» (Системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре).

Аварийное эвакуационное освещение предусматривается [24]:

- в коридорах и проходах по маршруту эвакуации;
- при пересечении проходов и коридоров;
- на лестничных маршах, при этом каждая ступень должна быть освещена прямым светом;
- перед каждым эвакуационным выходом;
- в санузлах МГН.

Аварийное эвакуационное освещение больших площадей (антипатическое освещение) предусматривается в помещениях площадью больше 60 м² и направлено на предотвращение паники и обеспечения условий для безопасности подхода к путям эвакуации. В здании обеспечена минимальная освещенность (0,5 лк) на всей свободной площади пола. Равномерность освещения не менее 1:40.

Аварийное эвакуационное освещение предусматривается в помещениях: Класс, бассейн, физкультурный зал, музыкальный зал.

Резервное освещение вид аварийного освещения для продолжения работы в случае отключения рабочего освещения.

Резервное освещение следует предусматривать, если по условиям технологического процесса или ситуации требуется нормальное продолжение работы при нарушении питания рабочего освещения, а также если связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- гибель, травмирование или отравление людей;
- взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса;
- утечку токсических и радиоактивных веществ в окружающую среду;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач, связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ, и т.п.

Аварийное резервное освещение предусматривается в помещениях: серверная, групповых, игральные, медицинский кабинет.

Светильники аварийного освещения соответствуют п.7.114 СП52.13330.2016, в частности ГОСТ27900 МЭК598-2-22 и ГОСТ Р МЭК60598-2-22. Расчетная освещенность обеспечивает нормируемые показатели, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Нормируемые уровни освещенности по помещениям здания

Наименование	Категория помещения по условиям среды	Нормируемая освещенность	Тип светильника	IP
Электрощитовые, венткамеры	П-Па	200	ARCTIC 235 (SANSMC) HF	IP 65
Кладовые, подсобные помещения	П-Па	75	ALD 218 HF new	IP 54
Водомерный узел	влажные	75	ALD 218 HF new	IP 54
ИТП, бойлерная	влажные	200	ARCTIC 235 (SANSMC) HF	IP 65

Продолжение таблицы 3

Наименование	Категория помещения по условиям среды	Нормируемая освещенность	Тип светильника	IP
Туалетные; С/у, душевые	влажные	75	ALD 236 HF new	IP 54
Бассейн	влажные	300	ARCTIC 235 (SANSMC) HF	IP 65
Лестничные клетки	норм.	100	AOT.OPL 236 HF new	IP 40
Холлы, коридоры	норм.	150	OPL/R 414 HF	IP 20
Буфетные	норм	200	OWP 414	IP 54
Групповые и игральные-столовые	норм	400	OPL/R 414 HF	IP 20
Мед. кабинет	норм	500	OWP 414	IP 54
Спальни	норм	150	OPL/R 414 HF	IP 20
Раздевальные	норм	300	OPL/R 414 HF	IP 20
Пищеблок	норм	300	ALS.OPL 236 HF	IP 54
Кладовые пищеблока	П-Па	100	ALS.OPL 236 HF	IP 54

Выводы по разделу.

Внутренняя система электроснабжения здания получает питание от главного распределительного щита, расположенного в помещении электрощитовой в подвале здания. Главный распределительный щит состоит из шести панелей с выключателями на вводе и с блоком автоматического включения резерва.

Распределительные, групповые и осветительные сети были выбраны по длительно допустимой токовой нагрузке, по потере напряжения и по величине срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

Основная часть потребителей электрической энергии относится ко второй категории по надежности электроснабжения, но также имеются потребители и первой категории, к которым относится оборудование насосных систем, слаботочных систем и индивидуального теплового пункта, холодильное оборудование и противопожарные установки.

Выполнен расчет нагрузок на ГРЩ здания, суммарная расчетная нагрузка составила 276 кВт.

Без учета компенсации реактивной мощности значение $\text{tg}\varphi$ составляет 0,41, а $Q_p=133\text{кВАр}$. Для выполнения требования приказа №49 от 22.02.07

выбраны две компенсирующие установки с автоматическим регулированием мощностью 30 и 35квар, что позволяет понизить значение $\text{tg}\phi$ до 0,15.

Система заземления принята TN-C-S, в ГРЩ PEN-проводник питающей линии разделяется на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники.

Распределительная и групповая сеть 380/220 В от ГРЩ до распределительных щитов; от распределительных до конечных электропотребителей в здании выполняются 5-ти и 3-х жильными медными кабелями ВВГнг(A)-LSLTx. Для питания электроприемников ППУ применяется кабель ВВГнг(A)-FRLSLTx. Сечения кабельных линий принимались исходя из нагрузки потребителей, проверялись по длительному допустимому току, потере напряжения и условиям срабатывания аппаратов защиты при однофазном КЗ в минимальном режиме. Для защиты распределительных и групповых кабельных линий предусмотрены автоматические выключатели и дифференциальные автоматические выключатели.

В программном ассистенте фирмы ЭТМ был выполнен расчет освещенности в помещениях деского сада. Были выбраны тип и определено количество светильников для установки в различных помещениях. В здании предусмотрены рабочее, аварийное освещение и дежурное освещение.

2 Система внешнего освещения здания дошкольного образовательного учреждения

Электроснабжение щита ЩНО осуществляется по одной кабельной линии ВВГнгLSLtx(5×4,0) от ГРЩ объекта. Категория электроснабжение объекта –II. Щит наружного освещения ЩНО принят типа ЩРН на 36 модулей.

Конструктивно ЩНО выполнен в металлическом шкафу настенного исполнения.

Напряжение сети - ~380/220В. 50Гц.

Система заземления – TN-S.

В части наружного освещения установленная мощность наружного освещения: 1,05кВт.

Количество электроприемников:

– Светильник уличный LEDEL Street X1/27/Ш28/4,0К/(L8)/MT-KM/SKX-01/220AC IP66 RAL7035 – 39 шт.

Светильники размещены на 28-ми опорах высотой 4 м марки ОКГС-4.

Потребляемая мощность:

- установленная мощность, $P_{уст} = 1,05$ кВт;
- расчетная мощность, $P_p = 1,05$ кВт;
- полная мощность, $S = 1,11$ кВА;
- расчетный ток, $I_p = 1,68$ А.

В соответствии ГОСТ Р 31565-2012 тип применяемых проводов и кабелей – ВББШв.

Класс защиты от поражения электрическим током не ниже II.

Кабельные линии групп потребителей запитаны кабелем ВББШв.

Прокладка кабелей осуществляется по типовому проекту А11-2011 «Прокладка кабелей напряжением до 35 кВ в траншеях», в соответствии с гл.2,3 ПУЭ и СНиП 3.05.06.85 «Электротехнические устройства».

Сечения кабелей 0,4 кВ выбраны по удельной и длительно допустимым токам нагрузки и проверены по допустимой потере напряжения и на термическую стойкость при расчетных токах короткого замыкания.

Для проверки проектируемых кабелей на термическую стойкость токам короткого замыкания согласно ГОСТ Р 52736-2007 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания», были проведены необходимые расчеты:

- расчет токов короткого замыкания на напряжении 0,4 кВ - в соответствии с ГОСТ 28249-93 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчетов в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ».

Проверка проектируемых сетей на потери напряжения выполнена в соответствии с ГОСТ 32144-2013.

Проектируемые кабели предусматривается проложить в земле, в траншее на глубине 0,7 м в гибких гофрированных трубах диаметром 50мм. В местах пересечения кабельных линий питания светильников с водопроводной канализацией и тепловыми сетями кабельные линии дополнительно прокладываются в ПНД трубах диаметром 63мм.

В местах пересечений с теплотрассой предусматривается укладка пенополистирольных блоков с теплоизоляцией.

Ввод кабелей в здание предусматривается в асбестцементных закладных трубах.

2.1 Проверка питающей линии по нагреву и допустимой потере напряжения

Проверка проектируемого кабеля ВБбШв 3×4.

Для кабеля ВБбШв 3×4 при прокладке в земле, согласно ГОСТ 31996-2012 табл. 20, $I_{дл.доп}=54A$.

Расчетный ток нагрузки линии освещения определяется по формуле:

$$I_{расч} = \frac{P_{расч}}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos \varphi}, \quad (16)$$

где $P_{расч}$ - расчетная мощность электроприемников линии, кВт;

$U_{л}$ - напряжение линии, В;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности.

$$I_{расч} = \frac{0,57}{\sqrt{3} \cdot 0,22 \cdot 0,95} = 1,62 \text{ А.}$$

С учетом поправочных коэффициентов фактический длительно допустимый ток равен:

$$I_{дл.доп} = 54 \text{ А.}$$

Тогда условие проверки:

$$1,62 \text{ А} \leq 54 \text{ А.}$$

В расчетах выбрана максимальная токовая нагрузка линии.

Вывод: выбранный кабель имеет достаточную пропускную способность для передачи мощности 0,57 кВт.

2.2 Проверка сечения питающей линии по допустимой потере напряжения

Потеря напряжения на участке линии определяется по формуле:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\%}{\text{кВт} \cdot \text{км}} \cdot P_P \cdot L, \quad (17)$$

где $\frac{\%}{\text{кВт} \cdot \text{км}}$ – удельная потеря напряжения по таблицам раздела 6.3

(методические рекомендации «Проектирование электрооборудования зданий и сооружений» А.А. Строганов);

P_p – расчетная нагрузка, кВт;

L – длина линии, км.

$$\Delta U_{\% \text{ _линия1}} = 1 \cdot 0,486 \cdot 0,284 = 0,13\%,$$

$$\Delta U_{\% \text{ _линия2}} = 0,7 \cdot 0,567 \cdot 0,207 = 0,08\%.$$

Проведенная проверка показывает, что выбранное сечение удовлетворяет требованиям по допустимой потере напряжения.

Освещение территории выполнено с учетом норм в соответствии с СП 31-115-2006 –детские площадки – 10Лк, спортивная площадка 50Лк. В соответствии с пп. 3.3, СанПин 2.4.1.3049-13 уровень искусственной освещенности во время пребывания детей на территории должен быть не менее 10 лк на уровне земли в темное время суток.

Осветительная аппаратура и электроустановочные изделия выбраны с учетом назначения.

Питание наружного освещения производится кабелями ВБбШв(3×4) от проектируемого щита наружного освещения ЩНО установленного в электрощитовой здания ДОУ.

Для автоматического управления освещением в щите производится установка реле времени и фотореле. Для автоматического управления освещением в зависимости от времени суток на фасаде здания производится установка датчика фотореле.

Ручное управление освещением предусматривается сигналами с поста диспетчера.

Для защиты сетей наружного освещения от короткого замыкания и перегрузки применяются автоматические выключатели.

Выводы по разделу.

Электроснабжение щита наружного освещения осуществляется по одной кабельной линии ВВГнг-LSLtx(5×4,0) от ГРЩ объекта. Для наружного освещения выбрано 39 уличных светодиодных светильника LEDEL Street. Расчетная мощность наружного освещения составила 1,05кВт. Питание светильников осуществляется по кабелю ВББШв. Сечения кабелей 0,4 кВ выбраны по токам нагрузки, проверены по допустимой потере напряжения и на термическую стойкость при расчетных токах короткого замыкания.

Для автоматического управления освещением в щите производится установка реле времени и фотореле. Для автоматического управления освещением в зависимости от времени суток на фасаде здания производится установка датчика фотореле.

Для защиты сетей наружного освещения от короткого замыкания и перегрузки применяются автоматические выключатели.

Заключение

Целью бакалаврской работы являлось обеспечение надежным электроснабжением приемников электрической энергии дошкольного образовательного учреждения с соблюдением требований по безопасности.

Внутренняя система электроснабжения здания получает питание от главного распределительного щита, расположенного в помещении электрощитовой в подвале здания. Главный распределительный щит состоит из шести панелей с выключателями на вводе и с блоком автоматического включения резерва.

Распределительные, групповые и осветительные сети были выбраны по длительно допустимой токовой нагрузке, по потере напряжения и по величине срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

Основная часть потребителей электрической энергии относится ко второй категории по надежности электроснабжения, но также имеются потребители и первой категории, к которым относится оборудование насосных систем, слаботочных систем и индивидуального теплового пункта, холодильное оборудование и противопожарные установки.

Выполнен расчет нагрузок на ГРЩ здания, суммарная расчетная нагрузка составила 276 кВт.

Без учета компенсации реактивной мощности значение $\text{tg}\varphi$ составляет 0,41, а $Q_p=133\text{кВАр}$. Для выполнения требования приказа №49 от 22.02.07 выбраны две компенсирующие установки с автоматическим регулированием мощностью 30 и 35квар, что позволяет понизить значение $\text{tg}\varphi$ до 0,15.

Система заземления принята TN-C-S, в ГРЩ PEN-проводник питающей линии разделяется на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники.

Распределительная и групповая сеть 380/220 В от ГРЩ до распределительных щитов; от распределительных до конечных электропотребителей в здании выполняются 5-ти и 3-х жильными медными

кабелями ВВГнг(А)-LSLTx. Для питания электроприемников ППУ применяется кабель ВВГнг(А)-FRLSLTx. Сечения кабельных линий принимались исходя из нагрузки потребителей, проверялись по длительному допустимому току, потере напряжения и условиям срабатывания аппаратов защиты при однофазном КЗ в минимальном режиме. Для защиты распределительных и групповых кабельных линий предусмотрены автоматические выключатели и дифференциальные автоматические выключатели.

В программном ассистенте фирмы ЭТМ был выполнен расчет освещенности в помещениях деского сада. Были выбраны тип и определено количество светильников для установки в различных помещениях. В здании предусмотрены рабочее, аварийное освещение и дежурное освещение.

Электроснабжение щита наружного освещения осуществляется по одной кабельной линии ВВГнг-LSLTx(5×4,0) от ГРЩ объекта. Для наружного освещения выбрано 39 уличных светодиодных светильника LEDEL Street. Расчетная мощность наружного освещения составила 1,05кВт. Питание свеильников осуществляется по кабелю ВБбШв. Сечения кабелей 0,4 кВ выбраны по токам нагрузки, проверены по допустимой потере напряжения и на термическую стойкость при расчетных токах короткого замыкания.

Для автоматического управления освещением в щите производится установка реле времени и фотореле. Для автоматического управления освещением в зависимости от времени суток на фасаде здания производится установка датчика фотореле.

Для защиты сетей наружного освещения от короткого замыкания и перегрузки применяются автоматические выключатели.

Список используемой литературы

1. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: НЦ ЭНАС. 2009. 456 с.
2. Завьялов В.М., Кладиев С.Н., Семенов С.М. Электроснабжение потребителей и режимы. Учебно-методическое пособие; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. 122 с.
3. Иванов А.С. Электроснабжение: практикум для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2020. 116 с.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжения промышленных предприятий. М.: Интермет Инжиниринг, 2006. 670 с.
5. Куксин А. В. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 156 с.
6. Лыкин А.В. Электроснабжение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях. Новосибирск: НГТУ, 2013. 115 с.
7. Марченко А.Л. Электротехника: учебное пособие. Москва: ИНФРА-М, 2022. 236 с.
8. Нормы технологического проектирования. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Тяжпромэлектропроект, 1994. 69 с.
9. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. 416 с.
10. Плащанский Л.А. Электрооборудование подстанций и осветительные сети предприятий, организаций и учреждений: учебное пособие. Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. 180 с.
11. Поливода Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности: учебник. Москва: ИНФРА-М, 2021. 170 с.

12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: Проспект, 2019. 240 с.
13. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого издания с изменениями и дополнениями. М.: Норматика, 2021. 464 с.
14. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбор электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-97. М.: НЦ ЭНАС. 2002. 149 с.
15. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 28 с.
16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электро-вычислительным машинам и организация работы». СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 56 с.
17. Свод правил СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. М., 2011. 74 с.
18. Сибикин Ю. Д. Современные электрические подстанции: учебное пособие. 2-е изд., доп. Москва: ИНФРА-М, 2023. 417 с.
19. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2022. 405 с.
20. Feng X., Tao Y., Wan M. Energy management and control strategy for multiport power supply system based on energy storage // 2017 Chinese Automation Congress (CAC). Jinan. 2017. pp. 5225-5230.
21. Gers J. M. Protection of Electricity Distribution Networks, 3rd Edition (Energy Engineering). The Institution of Engineering and Technology, 2011. 368 p.
22. Lakervi E. Electricity Distribution Network Design, 2nd Edition (Energy Engineering). The Institution of Engineering and Technology, 2005. 338 p.
23. McDonald J. D. Electric Power Substations Engineering. Miami: CRC PressTaylor& Francis Group, 2012. 593 p.

24. Rajendra P. Fundamentals of electrical engineering. - PHI Learning Pvt. Ltd., 2014. 1064 p.