

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

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование системы электроснабжения детского центра хирургии

Обучающийся

А.В. Вениченков
(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.Н. Черненко
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

При проектировании системы электроснабжения детского центра хирургии были определены внешние источники электроснабжения, которыми являются пять новых трансформаторных подстанций. В соответствии с предъявляемыми требованиями к надежности электроснабжения электроприемников первой категории и особой группы первой категории выбраны четыре дизель-генераторные установки и источники бесперебойного питания.

Был произведён расчет электрических нагрузок в результате которого суммарная нагрузка по зданию составила 6300 кВт, из них 2800 кВт по первой категории надежности электроснабжения.

Для ГРЩ и распределительных щитков были выбраны автоматические выключатели с тепловыми и электромагнитными расцепителями. Сечения питающих кабелей выбраны в соответствии с токовой нагрузкой и проверены по потерям напряжения.

Выбраны номинальные мощности устройств компенсации реактивной мощности.

Рассмотрены вопросы заземления и молниезащиты нового здания.

Выбраны типы кабелей для распределительных и групповых сетей, а также для сетей противопожарной защиты аварийного освещения. Выбраны типы светильников и произведён расчет их количества в соответствии с установленными нормами освещённости для каждого из типов помещений.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 74 страницы текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Выбор схемы электроснабжения объекта и определение источников питания	7
2 Определение расчетных электрических нагрузок по детскому центру хирургии.....	17
3 Определение решений по обеспечению электроэнергией электроприемников, компенсации реактивной мощности и выбор энергосберегающих мероприятий	43
4 Определение параметров систем заземления и молниезащиты здания детского центра хирургии	47
5 Выбор проводников	58
6 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения.....	60
Заключение	66
Список используемой литературы и источников	70

Введение

Проектируемый детский центр хирургии пороков развития у новорожденных и восстановительного лечения на 250 коек входит в состав детской городской больницы №1 и предназначен для оказания стационарной специализированной лечебной и профилактической помощи новорожденным, детям раннего возраста, беременным женщинам, роженицам и родильницам.

В таблице 1 приведена структура центра.

Таблица 1 - Структура центра

Этаж	Наименование отделения или службы
Подвальный этаж	Гардеробные персонала Аптека (часть помещений). Переход из существующего корпуса.
1 этаж	Аптека (основная часть помещений). Приемное отделение с помещениями приема рожениц, женщин с патологией беременности и новорожденных их других стационаров. Вестибюльная группа. Консультативно-диагностическое отделение. Центр антенатальной патологии. Блок лучевой диагностики. Блок дезинфекции. Прачечная.
2 этаж	«Отделение патологии новорожденных и недоношенных детей №1. Отделение патологии беременности с малой операционной. Блок помещений для работы с персоналом с конференц-залом на 120 мест. Административно-технические службы. Переход из существующего корпуса.
3 этаж	Отделение патологии новорожденных и недоношенных детей №2 с ПИТ. Отделение патологии новорожденных и недоношенных детей №3 с ПИТ. Административно-технические службы. Помещение для психологической разгрузки (молитв).
4 этаж	Послеродовое отделение. Отделение патологии новорожденных и недоношенных детей №4» [22].
5 этаж	ОРИТ новорожденных. Септический блок палат в составе ОРИТН. Септический оперблок для детей на 1 операционную. Административно-технические помещения.
6 этаж	Родовое отделение на 4 индивидуальные родовые палаты и 2 операционные. Асептический оперблок для детей на 4 операционные. ОРИТ для женщин.

Далее приведено описание помещений с установленным электрооборудованием или особыми требованиями к обеспечению микроклимата.

Блок помещений аптечного хранения имеет отдельный вход, оборудованный для подъезда и разгрузки грузового транспорта. Для термолабильных препаратов не предусматривается особый температурный режим в помещении, для хранения предусматривается холодильное оборудование с режимами работы в соответствии с требованиями по хранению препаратов. Поступление материалов и медикаментов в помещения подвала происходит посредством лифта №14.

Аптека размещена на 1 этаже и предназначена для обслуживания проектируемого центра. Ежедневно осуществляет получение, хранение, изготовление и распределение по отделениям готовых препаратов, психотропных средств, стерильных растворов, порошков. Аптека изготавливает стерильные лекарственные формы для реанимации новорожденных, отделений патологии детей. Для получения на месте дистиллированной воды используются медицинские аквадистилляторы, а для получения апиrogenной дистиллированной воды - апиrogenные аквадистилляторы.

В Блоке помещений лучевой диагностики предусмотрен один кабинет компьютерной томографии. В кабинете компьютерной томографии предполагается разместить многосрезовой компьютерный томограф Revolution CT с принадлежностями (ф. ДжиИ Медикал Системз ЭсСиЭс). Количество срезов, получаемых за один оборот рентгеновской трубки - 512.

В новом центре для дезинфекции материалов предусмотрен Блок дезинфекции, расположенный на 1 этаже. Дезинфекция производится паровоздушным методом с соблюдением соответствующих режимов согласно инструкциям.

Прачечная предусматривается для стирки белья от новорожденных проектируемого корпуса, а также для стирки спецодежды персонала и всего

прочего белья от пациентов. Количество белья оставляет 2500 кг в сутки максимально. На участке глажения предусмотрены: сушильно-гладильный каток, гладильный пароманекен, гладильный стол-пресс и гладильный стол.

Количество рожениц, пребывающих в приемное отделение, составляет 8 человек в сутки. Количество родовых боксов составляет 2 шт., в дополнение к родовым боксам №1 и 2 предусматривается палата интенсивной терапии на 2 койки.

В составе консультативно-диагностического отделения предусмотрен кабинет УЗИ.

В составе помещений административно-технических служб предусмотрены Блок помещений для работы с персоналом (2 этаж) с размещением конференц-зала на 120 мест с эстрадой, 6-ю помещениями для работы с персоналом и архивом, а также рабочие (административные) помещения, организованные по типу офисных на 2 и 3 этажах, а также архив на 5 этаже.

Отделения патологии новорожденных и недоношенных детей №2 и 3 расположены на третьем этаже. В эти отделения поступают новорожденные, требующие интенсивной терапии, диагностики и лечения патологии неонатального периода. В составе первой секции предусмотрено только размещение палаты ИТ на 6 куветов с постом медсестры и 1 место в изоляторе.

На 5 этаже запроектирован септический операционный блок для детей на 1 общепрофильную операционную. Отделение реанимации и интенсивной терапии новорождённых (ОРИТН) расположено также на 5-м этаже.

Целью бакалаврской работы является проектирование системы электроснабжения детского центра хирургии с учетом требований к надежности электроснабжения приемников медицинского учреждения.

1 Выбор схемы электроснабжения объекта и определение источников питания

В соответствии с исходными данными точкой присоединения являются контактные соединения коммутационных аппаратов 0,4кВ ГРЩ1-ГРЩ16 объекта и кабельных наконечников кабельных линий 0,4кВ, отходящих в сторону РУ-0,4кВ новых БКРТП, БКТП-1, БКТП-2, БКТП-3, БКТП-4. Точки присоединения являются границей балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности.

Напряжение сети 230/400 В.

Система заземления TN-C-S [11].

Категория электроприемников по надежности электроснабжения – II.

Первая категория надежности обеспечивается установкой оборудования АВР. Для электроснабжения электроприемников особой группы I категории надежности электроснабжения предусматривается установка четырех дизель-генераторных установок (ДГУ), а для потребителей классов 0 и 0,5 дополнительно предусматриваются источники бесперебойного питания (ИБП), рассчитанные на время запуска ДГУ.

Разрешенная максимальная мощность объекта согласно техническим условиям для присоединения к электрическим сетям составляет 6319,5 кВт.

Для электроснабжения здания предусмотрено строительство новых БКРТП, БКТП-1, БКТП-2, БКТП-3, БКТП-4 10/0,4кВ, разрабатываемых электросетевой организацией.

По надежности электроснабжения объект относится:

Особая группа I категории:

- «медицинское электрооборудование помещений группы 2 (операционных, наркозных, палат пробуждения, палат интенсивной терапии, реанимационных палат, родовых палат и родовых боксов), аварийное (резервное) освещение помещений группы 2 – класс безопасности 0» [23].

- аварийное (эвакуационное) освещение, системы связи и оповещения, системы автоматизации и диспетчеризации здания, системы пожарной сигнализации – класс безопасности 0,5.
- лифты для перевозки пожарных подразделений, медицинское холодильное оборудование, оборудование для подачи медгазов, аварийное (резервное) освещение, вентиляционные системы, обслуживающие операционные блоки, палаты интенсивной терапии, вентиляционные системы противодымной защиты и оборудование систем пожаротушения – класс более 15;

I категория:

- электрооборудование помещений группы (больничные палаты, изоляторы, смотровые, диагностические, процедурные кабинеты);
- ИТП;
- водоснабжение;

II категория: комплекс остальных электроприемников.

Питание электроприемников осуществляется в нормальном режиме от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания – разных секций сборных шин РУ-0,4 кВ новых БКТП 10/0,4кВ.

Для приема и распределения электроэнергии электроприемников здания предусматриваются главные распределительные щиты ГРЩ1, ГРЩ2, ГРЩ3, ГРЩ4, ГРЩ5, ГРЩ6, ГРЩ7, ГРЩ8, ГРЩ9, ГРЩ10, ГРЩ11, ГРЩ12, ГРЩ13, ГРЩ14, ГРЩ15, ГРЩ16, устанавливаемые в электрощитовых в подвале.

При нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для питания электроприемников I категории и особой группы I категории предусматриваются секции АВР. Алгоритм работы АВР:

- «при пропадании питания на одном из вводов переключение питания электроприемников I категории и особой группы I категории на

другой ввод производится автоматически» [23];

- при пропадании питания на обоих вводах от БКТП, производится запуск ДГУ, после выхода ДГУ на номинальный режим происходит переключение питания электроприемников особой группы I категории на третий ввод от ДГУ;
- для электроприемников, не допускающих перерыва электроснабжения (класс 0, класс 0,5) на время, необходимое для запуска ДГУ и выхода ее на номинальный режим работы, электроснабжение осуществляется от источника бесперебойного питания ИБП;
- при восстановлении питания на одном из вводов от БКТП, происходит автоматическое переключение питания электроприемников на этот ввод.

Для питания электроприемников систем противопожарной защиты пожарных отсеков класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 (относятся к электроприемникам особой группы I категории надежности электроснабжения) предусматривается установка панелей противопожарных устройств (ПЭСПЗ) с АВР. Питание ПЭСПЗ обеспечивается по двум независимым вводам от ГРЩ и одному вводу от ЩР.ДГУ. Принцип работы АВР в панелях ПЭСПЗ аналогичен АВР в ГРЩ. «Панели ПЭСПЗ окрашиваются в красный цвет» [17].

Для питания электроприемников систем противопожарной защиты консультативно-диагностического отделения, расположенного на 1 этаже (пожарный отсек класса функциональной пожарной опасности Ф3.4) питание электроприемников систем противопожарной защиты осуществляется от самостоятельной ПЭСПЗ с АВР, расположенной в пожарном отсеке поликлиники (электротехническая ниша на 1-ом этаже). Питание ПЭСПЗ обеспечивается по двум независимым вводам от ГРЩ [26].

«Для распределения электроэнергии в этажных щитовых, а также в электротехнических нишах с дверями, предусмотренных на 1-ом-6-ом этажах

здания, устанавливаются распределительные щитки открытой установки для силового оборудования (ЩР), щитки для медицинского оборудования (ЩРМ), щитки для медицинского холодильного оборудования (ЩРХ), щитки для рабочего освещения (ЩО) и щитки аварийного освещения (ЩАО), щитки для противопожарных нагрузок (ЩППН)» [18].

В медицинских помещениях группы 2 (операционные, наркозные, палаты интенсивной терапии, реанимационные палаты, родовые палаты и родовые боксы) для питания электромедицинской аппаратуры и систем для жизнеобеспечения пациентов предусматривается медицинская система ИТ. Для этого в непосредственной близости от помещений (в коридорных нишах, в этажных щитовых) устанавливаются однофазные медицинские разделительные трансформаторы с изолированной, симметричной относительно земли нейтралью, вторичной обмоткой с линейным напряжением 220В, с устройством контроля изоляции и защиты вторичных цепей трансформатора от перегрузки и замыканий. Автоматические выключатели сети для защиты щитов с медицинскими разделительными трансформаторами выбраны в соответствии с условием обеспечения селективности защиты и отстройкой от пусковых токов. «Цепи питания конечных однофазных потребителей защищаются от коротких замыканий двухполюсными автоматическими выключателями с одновременным отключением всех фаз, полюсов и нулевого рабочего проводника с электромагнитными расцепителями» [1]. Предусматривается установка постов дистанционного контроля для сигнализации о работе медицинского разделительного трансформатора, которые устанавливаются таким образом, чтобы находились под постоянным контролем медицинского персонала.

Все штепсельные розетки, подключенные к медицинской системе ИТ, обеспечиваются четкой, прочной маркировкой.

В палатах (помещения группы 1) для каждого места лечения пациентов в изголовье коек устанавливаются медицинские консоли с комплектом двухполюсных штепсельных розеток с заземляющими контактами

(подключенные к системе TN).

Предусматривается установка медицинских консолей в помещениях групп 1 и 2.

Цепи питания конечных потребителей медицинских помещений группы 1 защищаются автоматическими выключателями дифференциального тока типа А с номинальным дифференциальным током срабатывания не более 30 мА. «В помещениях группы 2 – данная защита предусматривается только для цепей, питающих электрические аппараты, не используемые для поддержания жизни пациентов (подключенные к системе TN)» [30].

Все щиты комплектуются автоматическими выключателями, дифавтоматами (при необходимости), шинами N и PE.

В соответствии с требованиями п. 7.6.9.3 СП158.13130.2014 помещения электрощитовых, ИБП, щитовых оборудуются системой газового пожаротушения [30].

Исполнение щитов по степени защиты соответствует категориям помещений, в которых они размещаются:

- «в помещениях с нормальной средой - IP31;
- во влажных, сырых и пожароопасных – не ниже IP44.

При выполнении работы принималось, что технологическое оборудование поставляется комплектно с электродвигателями, электронагревателями, пусковой аппаратурой и щитами управления» [4].

Щиты ГРЩ и распределительные щитки укомплектованы автоматическими выключателями с тепловыми и электромагнитными расцепителями, УЗО (при необходимости), что позволяет защитить сети от перегрузок и токов короткого замыкания.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [18]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (1)$$

– «по номинальному току» [18]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (2)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [18]:

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

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [18].

«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» [18]:

$$k_{рн} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск}, \quad (4)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

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

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [18].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [18]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (5)$$

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [18].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [18]:

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (6)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствие с ПУЭ» [18].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [18]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон},, \quad (7)$$

$$I_2 \leq 1,45I_{дон},, \quad (8)$$

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

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимы ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [18].

«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» [19].

«При выборе коммутационной аппаратуры учтены требования ПУЭ к допустимым длительным токам для кабелей и проводов, а также технические характеристики защищенного оборудования» [19].

Сечение питающих кабелей выбрано в соответствии с токовой нагрузкой потребителей, требованиями ПУЭ, с проверкой выбранных сечений по потере напряжения и надежности отключения защитными аппаратами участков электрической сети при однофазном коротком замыкании.

«Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле» [5]:

$$I_{КЗ}^{(1)} = \frac{0,9 \cdot U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n + Z_{нк}}, \quad (9)$$

где « U_{ϕ} - фазное напряжение, В;

Z_T - сопротивление обмотки трансформатора в Ом;

Z_n - полное сопротивление петли фаза-ноль линии от трансформатора до точки КЗ в Ом;

$Z_{нк}$ - сопротивление переходных контактов в Ом» [5].

Величины Z_T и $Z_{нк}$ определяются по табличным данным.

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [18]:

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

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» [18].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [18]:

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

где « $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [18].

В работе также предусматривается питание КПП – от ГРЩ13. Разрешенная максимальная мощность КПП – 17,9кВт.

«Напряжение сети 230/400 В. Система заземления TN-C-S» [1].

Для приема и распределения электроэнергии электроприемников здания КПП предусматривается распределительный щит ЩР.КПП. Питание ЩР.КПП осуществляется по двум вводам от разных секций ГРЩ13.

Для питания электроприемников I категории надежности электроснабжения предусматривается отдельная секция в ЩР.КПП с устройством АВР.

«Для питания электроприемников систем противопожарной защиты предусматривается установка панели противопожарных устройств (ПЭСПЗ) с АВР» [23]. Панель ПЭСПЗ окрашивается в красный цвет.

Выводы по разделу.

Категория электроприемников по надежности электроснабжения – II.

Первая категория надежности обеспечивается установкой оборудования

АВР. Для электроснабжения электроприемников особой группы I категории надежности электроснабжения предусматривается установка четырех дизель-генераторных установок (ДГУ), а для потребителей классов 0 и 0,5 дополнительно предусматриваются источники бесперебойного питания (ИБП), рассчитанные на время запуска ДГУ.

Для электроснабжения здания предусмотрено строительство 5 новых КТП 10/0,4кВ.

Питание электроприемников осуществляется в нормальном режиме от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания – разных секций сборных шин РУ-0,4 кВ новых БКТП 10/0,4кВ.

Для приема и распределения электроэнергии электроприемников здания предусматривается 16 главных распределительных щитов, устанавливаемых в электрощитовых в подвале здания.

«Для распределения электроэнергии в этажных щитовых, а также в электротехнических нишах с дверями, предусмотренных на 1-ом-6-ом этажах здания, устанавливаются распределительные щитки открытой установки для силового оборудования (ЩР), щитки для медицинского оборудования (ЩРМ), щитки для медицинского холодильного оборудования (ЩРХ), щитки для рабочего освещения (ЩО) и щитки аварийного освещения (ЩАО), щитки для противопожарных нагрузок (ЩППН).

Для щитов ГРЩ и распределительных щитков выбраны автоматические выключатели с тепловыми и электромагнитными расцепителями, УЗО (при необходимости), что позволяет защитить сети от перегрузок и токов короткого замыкания» [18].

Сечения питающих кабелей выбраны в соответствии с токовой нагрузкой потребителей, требованиями ПУЭ, с проверкой выбранных сечений по потере напряжения и надежности отключения защитными аппаратами участков электрической сети при однофазном коротком замыкании.

2 Определение расчетных электрических нагрузок по детскому центру хирургии

Электроснабжение электроприемников выполняется от ГРЩ1-ГРЩ16.

В здании КПП электроснабжение осуществляется от ЩР.КПП.

Все электроприемники низковольтные и питаются от промышленной сети напряжением 400/230 В, ~50 Гц с глухозаземленной нейтралью.

Напряжение сети ~400/230В, 50Гц, силового электрооборудования ~400В и ~230В, электроосвещение ~230В, напряжение ремонтного освещения ~36В. «Основными электроприемниками здания являются:

- переносная медицинская аппаратура;
- стационарная медицинская аппаратура;
- стационарное медицинское термическое оборудование;
- санитарно-техническое оборудование (вентиляционное, насосное);
- лифтовое оборудование;
- электрическое освещение» [16].

Расчет нагрузок по питающим линиям и в целом по зданию выполнен в соответствии с СП 256.1325800.2016.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [31]:

$$P_{p.p} = K_{c.p} \cdot P_{y.p} \cdot n, \quad (12)$$

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» [31].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [31]:

$$P_{p.o} = P'_{p.o} + P_{p.p}, \quad (13)$$

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [31].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [31]:

$$P_{p.c} = K_c \cdot P_{y.c}, \quad (14)$$

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [31].

«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» [31]:

$$P_p = K(P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c}), \quad (15)$$

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» [31].

«Мощность электроприемников противопожарных устройств при расчетах нагрузок не учитывается (согласно п.7.1.9 СП 256.1325800.2016)» [31].

Распределение нагрузок по точкам подключения приведено в таблице 2.

Сводные результаты расчета нагрузок по объекту и по ГРЩ1-ГРЩ8 подробно представлены в таблицах 3-10.

Для ГРЩ8-ГРЩ16 расчеты нагрузок производятся аналогично.

Мощность электроприемников, имеющих третий резервный ввод от ДГУ1 (ЩР.ДГУ1) – 780,7 кВт из них:

- ГРЩ1, питающий электроприемники особой группы I категории класс >15 (АВР на вводе в ГРЩ1) – 407,9 кВт;
- панель АВР в ГРЩ2 для электроприемников особой группы I категории класс >15 – 270,0 кВт;
- панель противопожарных устройств ГРЩ2 (особая группа I категории класс >15), работающих при пожаре – 102,8 кВт.

Мощность электроприемников, имеющих третий резервный ввод от ДГУ2 (ЩР.ДГУ2) – 664,9 кВт из них:

- панель АВР в ГРЩ3 для электроприемников особой группы I категории класс >15 – 270,0 кВт;
- панель противопожарных устройств ГРЩ3 (особая группа I категории класс >15), работающих при пожаре – 109,8 кВт;
- панель АВР в ГРЩ4 для электроприемников особой группы I категории класс >15 – 96,9 кВт;
- панель противопожарных устройств ГРЩ7 (особая группа I категории класс >15), работающих при пожаре – 188,2 кВт.

Таблица 2 - Сводная расчетная таблица нагрузок по объекту

Наименование потребителя	Р _у ,	К _с	cos φ	tg φ	Р _р ,	Q,	S,	I,
	кВт				кВт	кВАр	кВА	А
ГРЩ1								
Всего по ГРЩ1:	442,4	0,92	0,99	0,13	407,9	54,5	411,6	625,5
Из них по I кат.	-	-	-	-	407,9	54,5	411,6	625,5
ГРЩ2								
Всего по ГРЩ2:	466,3	0,85	0,99	0,16	396,6	63,7	401,7	610,4
Из них по I кат.	-	-	-	-	270,0	45,5	273,8	416,1
ГРЩ3								
Всего по ГРЩ3:	453,5	0,89	1,00	0,08	404,8	30,6	406,0	617,0
Из них по I кат.	0,00	0,00	1,00	0,09	270,0	24,3	271,1	412,0
ГРЩ4								
Всего по ГРЩ4:	551,2	0,71	0,97	0,23	390,6	90,5	400,9	609,3
Из них по I кат.	-	-	-	-	195,1	98,6	218,6	332,2
ГРЩ5								
Всего по ГРЩ5:	960,2	0,42	0,99	0,15	400,4	59,9	404,9	615,3
Из них по I кат.	-	-	-	-	150,2	46,7	157,3	239,1
ГРЩ6								
Всего по ГРЩ6:	544,4	0,62	1,00	0,09	338,4	29,2	339,7	516,3
Из них по I кат.	-	-	-	-	338,4	29,2	339,7	516,3
ГРЩ7								
Всего по ГРЩ7:	726,5	0,56	0,99	0,11	406,6	43,1	408,9	621,4
Из них по I кат.	-	-	-	-	-	-	-	-
ГРЩ8								
Всего по ГРЩ8:	584,2	0,69	0,99	0,13	404,9	53,7	408,4	620,7
Из них по I кат.	-	-	-	-	218,9	133,3	256,3	389,5
ГРЩ9								
Всего по ГРЩ9:	650,2	0,62	0,98	0,19	402,8	77,3	410,2	623,3

Продолжение таблицы 2

Наименование потребителя	Р _y ,	К _c	cos φ	tg φ	Р _p ,	Q,	S,	I,
	кВт				кВт	кВАр	кВА	А
Из них по I кат.	-	-	-	-	22,6	0,4	22,6	34,3
ГРЦ10								
Всего по ГРЦ10:	582,7	0,68	0,98	0,20	395,7	81,1	403,9	613,8
Из них по I кат.	-	-	-	-	395,7	81,1	403,9	613,8
ГРЦ11								
Всего по ГРЦ11:	903,7	0,44	0,99	0,16	401,6	63,5	406,6	617,9
Из них по I кат.	-	-	-	-	251,0	64,2	259,1	393,7
ГРЦ12								
Всего по ГРЦ12:	1120,2	0,36	1,00	0,06	407,5	22,5	408,1	620,2
Из них по I кат.	-	-	-	-	207,5	67,8	218,3	331,7
ГРЦ13								
Всего по ГРЦ13:	487,1	0,81	0,98	0,21	394,3	82,5	402,8	612,2
Из них по I кат.	-	-	-	-	-	-	-	-
ГРЦ14								
Всего по ГРЦ14:	767,30	0,50	0,97	0,25	384,8	96,6	396,7	602,9
Из них по I кат.	-	-	-	-	-	-	-	-
ГРЦ15								
Всего по ГРЦ15:	531,50	0,72	0,96	0,28	381,3	105,2	395,5	601,1
Из них по I кат.	-	-	-	-	-	-	-	-
ГРЦ16								
Всего по ГРЦ16:	567,12	0,71	0,99	0,17	401,3	67,8	406,9	618,5
Из них по I кат.	-	-	-	-	72,5	39,5	82,5	125,4
Итого:								
Суммарная нагрузка:	10338,6	0,61	0,99	0,16	6319,5	1021,9	6401,6	9726,2
Из них по I кат.	-	-	0,97	0,24	2799,8	685,1	2882,4	4379,4

Таблица 3 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ1

Наименование	Кол -во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазы- ровка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S, кВА	I _p , А	
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция помещений реанимации и операционных	8	35,4	0,60	0,80	0,75	21,2	15,9	26,6	-	-
Пароувлажнители помещений реанимации и операционных	2	101,3	0,75	0,98	0,20	75,9	15,4	77,5	-	-
Автоматика щитов управления	2	4,0	1,00	0,95	0,33	4,0	1,3	4,2	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-50,0	-	-	-
Итого по секции 1	-	198,8	0,80	1,00	0,07	159,3	10,8	159,6	242,6	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер К2.1 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,80	0,75	204,0	153,0	255,0	-	-
Выносной конденсатор К2.7 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-140,0	-	-	-
Итого по секции 2	-	243,6	1,00	0,98	0,18	243,6	42,7	247,3	375,9	3L
Итого ввод 1 (секция 1)	-	198,8	0,80	1,00	0,07	159,3	10,8	159,6	242,6	3L
Итого ввод 2 (секция 2)	-	243,6	1,00	0,98	0,18	243,6	42,7	247,3	375,9	3L
Аварийный режим										
Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция помещений реанимации и операционных	8	35,4	0,60	0,80	0,75	21,2	15,9	26,6	-	-
Пароувлажнители помещений реанимации и операционных	2	101,3	0,80	0,98	0,20	81,0	16,4	82,7	-	-
Автоматика щитов управления	2	4,0	1,00	0,95	0,33	4,0	1,3	4,2	-	-
Чиллер К2.1 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,80	0,75	204,0	153,0	255,0	-	-
Выносной конденсатор К2.7 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Итого	-	442,4	0,92	0,86	0,60	407,9	244,5	475,6	722,8	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-190,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	442,4	0,92	0,99	0,13	407,9	54,5	411,6	625,5	3L
из них, потребители особой I категории	-	442,4	0,92	0,99	0,13	407,9	54,5	411,6	625,5	3L

Таблица 4 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ2

Наименование	Кол -во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фази- ровка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S, кВА	I _р , А	
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	28	17,9	0,50	0,80	0,75	9,0	6,7	11,2	-	-
Электронагреватели	5	27,0	0,65	0,98	0,20	17,6	3,6	17,9	-	-
Автоматика щитов управления	9	4,5	0,90	0,95	0,33	4,1	1,3	4,3	-	-
Собственные нужды ДГУ 1	-	5,0	0,90	0,90	0,48	4,5	2,2	5,0	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-20,0		-	-
Итого по секции 1	-	75,0	0,74	1,00	0,07	55,7	3,8	55,8	84,8	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	27	54,1	0,50	0,80	0,75	27,1	20,3	33,8	-	-
Электронагреватели	4	37,6	0,78	0,98	0,20	29,1	5,9	29,7	-	-
Автоматика щитов управления	3	1,5	0,90	0,95	0,33	1,4	0,4	1,4	-	-
Собственные нужды ДГУ 2	-	5,0	0,90	0,90	0,48	4,5	2,2	5,0	-	-
Электрообогрев в пом. 0008	1	1,5	1,00	0,98	0,20	1,5	0,3	1,5	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-20,0		-	-
Итого по секции 2	-	121,2	0,70	0,97	0,23	85,1	19,6	87,3	132,6	3L
Секция 3. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер К2.3 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,80	0,75	204,0	153,0	255,0	-	-
Выносной конденсатор К2.9 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-150,0	-	-	-
Итого по секции 3	-	270,0	1,00	0,99	0,17	270,0	45,5	273,8	416,1	3L
Итого ввод 1 (секция 1+Секция 3. Особая I категория. Класс >15)	-	345,0	0,74	1,00	0,07	325,7	49,3	329,6	500,9	3L
Итого ввод 2 (секция 2)	-	121,2	0,70	0,97	0,23	85,1	19,6	87,3	132,6	3L
Секция ПЭСПЗ. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-ый пожарный отсек	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция подпора	13	32,8	1,00	0,80	0,75	32,8	24,6	41,0	-	-
Вентиляция дымоудаления	15	70,0	1,00	0,80	0,75	70,0	52,5	87,5	-	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S, кВА	I _p , А	
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-30,0	-	-	-
Итого по 1-ому пожарному отсеку с учетом компенсации	-	102,8	1,00	0,91	0,46	102,8	47,1	113,1	171,8	3L
Итого по секции ПЭСПЗ в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке	-	102,8	1,00	0,91	0,46	102,8	47,1	113,1	171,8	3L
Расчет нагрузок электропотребителей по вводам (режим «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)										
Ввод 1										
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция 1-ого пожарного отсека отключена	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Собственные нужды ДГУ 1	-	5,0	0,90	0,90	0,48	4,5	2,2	5,0	-	-
Секция 3. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер К2.3 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,80	0,75	204,0	153,0	255,0	-	-
Выносной конденсатор К2.9 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 1-ого пожарного отсека	-	102,8	1,00	0,91	0,46	102,8	47,1	113,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-170,0	-	-	-
Итого по вводу 1 в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)	-	377,8	1,00	0,98	0,20	377,3	74,8	384,6	584,6	3L
Ввод 2										
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция 1-ого пожарного отсека отключена	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Собственные нужды ДГУ 2	-	5,0	0,90	0,90	0,48	4,5	2,2	5,0	-	-
Электрообогрев в пом. 0008	1	1,5	1,00	0,98	0,20	1,5	0,3	1,5	-	-
Вентиляция 4 -ого пожарного отсека:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	2	6,6	1,00	0,80	0,75	6,6	5,0	8,3	-	-
Электронагреватели	1	1,6	1,00	0,98	0,20	1,6	0,3	1,6	-	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол -во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фази- ровка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S, кВА	I _p , А	
Автоматика щитов управления	1	0,5	1,00	0,95	0,33	0,5	0,2	0,5	-	-
Секция 3. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер К2.3 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,80	0,75	204,0	153,0	255,0	-	-
Выносной конденсатор К2.9 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 1-ого пожарного отсека	-	102,8	1,00	0,91	0,46	102,8	47,1	113,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-170,0	-	-	-
Итого по вводу 2 в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)	-	388,0	1,00	0,98	0,21	387,5	80,5	395,8	601,5	3L
Аварийный режим										
II категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	55	72,1	0,45	0,80	0,75	32,4	24,3	40,5	-	-
Электронагреватели	9	64,6	0,58	0,98	0,20	37,1	7,5	37,9	-	-
Автоматика щитов управления	12	6,0	0,90	0,95	0,33	5,4	1,8	5,7	-	-
Собственные нужды ДГУ 1, ДГУ 2	-	10,0	0,80	0,90	0,48	8,0	3,9	8,9	-	-
Электрообогрев в пом. 0008	1	1,5	1,00	0,98	0,20	1,5	0,3	1,5	-	-
Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер К2.3 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,80	0,75	204,0	153,0	255,0	-	-
Выносной конденсатор К2.9 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Итого	-	466,3	0,85	0,84	0,64	396,6	253,7	470,8	715,5	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-190,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	466,3	0,85	0,99	0,16	396,6	63,7	401,7	610,4	3L
из них, потребители 2 категории	-	196,3	0,64	0,99	0,14	126,6	18,2	127,9	194,4	3L
из них, потребители особой I категории	-	270,0	1,00	0,99	0,17	270,0	45,5	273,8	416,1	3L

Таблица 5 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩЗ

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S, кВА	I _р , А	
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	7	17,6	0,60	0,80	0,75	10,6	7,9	13,2	-	-
Пароувлажнители	1	67,5	1,00	0,98	0,20	67,5	13,7	68,9	-	-
Обеззараживатели	1	2,6	1,00	0,90	0,48	2,6	1,3	2,9	-	-
Автоматика щитов управления	1	0,5	1,00	0,95	0,33	0,5	0,2	0,5	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-20,0	-	-	-
Итого по секции 1	-	84,2	0,92	1,00	0,01	77,2	1,1	77,2	117,3	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	18	75,6	0,60	0,80	0,75	45,3	34,0	56,7	-	-
Воздухонагреватели	1	6,0	0,60	0,98	0,20	3,6	0,7	3,7	-	-
Обеззараживатели	2	13,7	1,00	0,90	0,48	13,7	6,6	15,2	-	-
Автоматика щитов управления	2	4,0	1,00	0,95	0,33	4,0	1,3	4,2	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-30,0	-	-	-
Итого по секции 2	-	99,3	0,67	0,98	0,19	66,7	12,7	67,8	103,1	3L
Секция 3. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер К2.5 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,84	0,65	204,0	131,8	242,9	-	-
Выносной конденсатор К2.11 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-150,0	-	-	-
Итого по секции 3	-	270,0	1,00	1,00	0,09	270,0	24,3	271,1	412,0	3L
Итого ввод 1 (секция 1)	-	84,2	0,92	1,00	0,01	77,2	1,1	77,2	117,3	3L
Итого ввод 2 (секция 2 +Секция 3. Особая I категория. Класс >15)	-	369,3	0,67	0,98	0,19	336,7	36,9	338,7	514,7	3L
Секция ПЭСПЗ. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-ый пожарный отсек	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция подпора	18	28,8	1,00	0,80	0,75	28,8	21,6	36,0	-	-
Электронагреватели подпора	9	81,0	1,00	0,98	0,20	81,0	16,4	82,7	-	-

Продолжение таблицы 5

Наименование	Кол -во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фази- ровка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S, кВА	I _p , А	
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-30,0	-	-	-
Итого по 1-ому пожарному отсеку с учетом компенсации	-	109,8	1,00	1,00	0,07	109,8	8,0	110,1	167,3	3L
Итого по секции ПЭСПЗ в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке	-	109,8	1,00	1,00	0,07	109,8	8,0	110,1	167,3	3L
Расчет нагрузок электропотребителей по вводам (режим «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)										
Ввод 1										
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция 1-ого пожарного отсека отключена	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Секция 3. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер K2.5 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,84	0,65	204,0	131,8	242,9	-	-
Выносной конденсатор K2.11 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 1-ого пожарного отсека	-	109,8	1,00	1,00	0,07	109,8	8,0	110,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-170,0	-	-	-
Итого по вводу 1 в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)	-	379,8	1,00	1,00	0,03	379,8	12,3	380,0	577,5	3L
Ввод 2										
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция 1-ого пожарного отсека отключена	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Секция 3. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер K2.5 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,84	0,65	204,0	131,8	242,9	-	-
Выносной конденсатор K2.11 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 1-ого пожарного отсека	-	109,8	1,00	1,00	0,07	109,8	8,0	110,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-180,0	-	-	-

Продолжение таблицы 5

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S, кВА	I _p , А	
Итого по вводу 2 в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)	-	379,8	1,00	1,00	0,01	379,8	2,3	379,8	577,2	3L
Аварийный режим										
II категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	25	93,2	0,50	0,80	0,75	46,6	34,9	58,2	-	-
Воздухонагреватели	1	6,0	1,00	0,98	0,20	6,0	1,2	6,1	-	-
Пароувлажнители	1	67,5	1,00	0,98	0,20	67,5	13,7	68,9	-	-
Обеззараживатели	3	16,4	0,90	0,90	0,48	14,7	7,1	16,4	-	-
Автоматика щитов управления	3	4,5	0,90	0,95	0,33	4,1	1,3	4,3	-	-
Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чиллер K2.5 (рабочий)	1	204,0	1,00	0,84	0,65	204,0	131,8	242,9	-	-
Выносной конденсатор K2.11 (рабочий)	1	39,6	1,00	0,80	0,75	39,6	29,7	49,5	-	-
Итого	-	453,5	0,89	0,87	0,57	404,8	230,6	465,9	708,1	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-200,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	453,5	0,89	1,00	0,08	404,8	30,6	406,0	617,0	3L
из них, потребители 2 категории	-	183,5	0,73	1,00	0,05	134,8	6,4	135,0	205,2	3L
из них, потребители особой I категории	-	270,0	1,00	1,00	0,09	270,0	24,3	271,1	412,0	3L

Таблица 6 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ4

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S _p , кВА	I _p , А	
Секция I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пароувлажнитель	1	97,6	1,0	0,98	0,20	97,6	19,8	99,6	-	-

Продолжение таблицы 6

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Рабочее освещение	-	45,3	0,5	0,96	0,29	23,5	6,9	24,5	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по секции 1	-	142,9	0,8	0,98	0,22	121,1	26,7	124,0	188,5	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пароувлажнители	1	97,6	1,0	0,98	0,20	97,6	19,8	99,6	-	-
Рабочее освещение	-	31,2	0,6	0,96	0,29	17,9	5,2	18,7	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по секции 2	-	133,9	0,9	0,98	0,21	120,6	25,1	123,2	187,2	3L
I категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИТП1	-	29,5	0,9	0,80	0,75	26,0	19,5	32,5	-	-
ИТП2	-	29,5	0,9	0,80	0,75	26,0	19,5	32,5	-	-
Розеточная сеть в помещениях группы 1	-	2,3	0,2	0,95	0,33	0,5	0,2	0,5	-	-
Стационарная медицинская аппаратура помещений группы 1	46	44,1	0,3	0,95	0,33	11,0	3,6	11,6	-	-
Переносная медицинская аппаратура помещений группы 1	4	1,2	0,2	0,95	0,33	0,2	0,1	0,2	-	-
Множительная техника в помещениях группы 1	8	3,6	0,2	0,85	0,62	0,7	0,4	0,8	-	-
Компьютерная техника помещений группы 1	10	5,0	0,4	0,85	0,62	2,0	1,2	2,4	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-30,0	-	-	-
Итого по секции I категории	-	147,0	0,7	0,99	0,15	98,2	14,5	99,2	150,8	3L
Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Система связи и оповещения	-	37,6	1,0	0,90	0,48	37,6	18,2	41,8	-	-
Диспетчеризация	-	2,1	1,0	0,90	0,48	2,1	1,0	2,3	-	-
Кондиционирование	-	18,6	1,0	0,85	0,62	18,6	11,5	21,9	-	-
РАСЦО	-	0,7	1,0	0,90	0,48	0,7	0,3	0,8	-	-
Медицинской холодильное оборудование	310	67,6	0,6	0,85	0,62	37,2	23,0	43,7	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-20,0	-	-	-
Итого по секции особой I категории. Класс >15	-	127,4	0,8	0,94	0,35	96,9	34,1	102,8	156,2	3L

Продолжение таблицы 6

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
ИТОГО ввод 1 (секция 1 + секция особой I категории класс >15)	-	270,3	0,8	0,96	0,28	218,0	60,8	226,4	344,0	3L
ИТОГО ввод 2 (секция 2 + секция I категории)	-	280,9	0,8	0,98	0,18	218,8	39,5	222,3	337,8	3L
Аварийный режим										
II категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пароувлажнители	2	195,2	0,8	0,98	0,20	154,2	31,3	157,4	-	-
Рабочее освещение	-	76,5	0,5	0,96	0,29	36,2	10,6	37,7	-	-
I категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИТП1	-	29,5	0,9	0,80	0,75	26,0	19,5	32,5	-	-
ИТП2	-	29,5	0,9	0,80	0,75	26,0	19,5	32,5	-	-
Розеточная сеть в помещениях группы 1	-	2,3	0,2	0,95	0,33	0,5	0,2	0,5	-	-
Стационарная медицинская аппаратура помещений группы 1	46	44,1	0,3	0,95	0,33	11,0	3,6	11,6	-	-
Переносная медицинская аппаратура помещений группы 1	4	1,2	0,2	0,95	0,33	0,2	0,1	0,2	-	-
Множительная техника в помещениях группы 1	8	3,6	0,2	0,85	0,62	0,7	0,4	0,8	-	-
Компьютерная техника помещений группы 1	10	5,0	0,4	0,85	0,62	2,0	1,2	2,4	-	-
Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Система связи и оповещения	-	37,6	1,0	0,90	0,48	37,6	18,2	41,8	-	-
Диспетчеризация	-	2,1	1,0	0,90	0,48	2,1	1,0	2,3	-	-
Кондиционирование	-	18,6	1,0	0,85	0,62	18,6	11,5	21,9	-	-
РАСЦО	-	0,7	1,0	0,90	0,48	0,7	0,3	0,8	-	-
Медицинской холодильное оборудование	310	67,6	0,6	0,85	0,62	37,2	23,0	43,7	-	-
Итого	-	551,2	0,7	0,94	0,36	390,6	140,5	415,1	630,8	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-50,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	551,2	0,7	0,97	0,23	390,6	90,5	400,9	609,3	3L
из них, потребители 2 категории	-	276,8	0,7	0,98	0,21	195,5	41,9	199,9	303,8	3L
из них, потребители 1 категории	-	274,4	0,7	0,89	0,51	195,1	98,6	218,6	332,2	3L
в т.ч., потребители особой I категории	-	127,4	0,8	0,87	0,56	96,9	54,1	111,0	168,8	3L

Таблица 7 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ5

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Стационарная медицинская аппаратура	202	16,6	0,3	0,95	0,33	4,2	1,4	4,4	-	-
Технологическое оборудование прачечной	23	73,7	0,5	0,95	0,33	36,9	12,1	38,8	-	-
Руко- и полотенцесушители	35	20,9	0,2	0,97	0,25	3,1	0,8	3,2	-	-
Компьютерная техника	42	21,0	0,4	0,85	0,62	8,4	5,2	9,9	-	-
Множительная техника	24	10,9	0,2	0,85	0,62	2,2	1,4	2,6	-	-
Розеточная сеть	-	16,1	0,2	0,90	0,48	3,2	1,6	3,6	-	-
Стационарное медицинское термическое оборудование	6	27,2	0,9	0,98	0,20	23,5	4,8	24,0	-	-
Технологическое оборудование буфетов	40	46,8	0,4	0,95	0,33	17,9	5,9	18,9	-	-
Лабораторное оборудование	-	17,8	0,2	0,90	0,48	3,6	1,7	4,0	-	-
Насосы дренажные	47	22,6	0,6	0,85	0,62	12,6	7,8	14,8	-	-
КНС1, КНС3	2	31,9	1,0	0,85	0,62	31,9	19,8	37,5	-	-
Электрообогрев	3	1,5	0,9	0,98	0,20	1,4	0,3	1,4	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-50,0	-	-	-
Итого по секции 1	-	341,2	0,5	1,00	0,07	183,1	12,6	183,5	278,9	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Стационарная медицинская аппаратура	112	10,4	0,3	0,95	0,33	2,6	0,9	2,7	-	-
Технологическое оборудование прачечной	24	77,3	0,5	0,95	0,33	38,6	12,7	40,7	-	-
Руко- и полотенцесушители	49	20,7	0,2	0,97	0,25	3,1	0,8	3,2	-	-
Компьютерная техника	12	6,0	0,4	0,85	0,62	2,4	1,5	2,8	-	-
Множительная техника	8	3,7	0,2	0,85	0,62	0,7	0,5	0,9	-	-
Розеточная сеть	-	16,1	0,2	0,90	0,48	3,2	1,6	3,6	-	-
Стационарное медицинское термическое оборудование	2	3,7	1,0	0,98	0,20	3,7	0,8	3,8	-	-
Технологическое оборудование буфетов	35	24,2	0,4	0,95	0,33	9,5	3,1	10,0	-	-
Лабораторное оборудование	-	0,8	0,2	0,90	0,48	0,2	0,1	0,2	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 7

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Итого по секции 2	-	170,0	0,4	0,96	0,31	71,2	21,8	74,5	113,2	3L
I категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Розеточная сеть в помещениях группы 1	-	5,6	0,2	0,90	0,48	1,1	0,5	1,2	-	-
Стационарная медицинская аппаратура помещений группы 1	221	333,8	0,3	0,95	0,33	83,5	27,4	87,8	-	-
Множительная техника в помещениях группы 1	17	7,7	0,2	0,85	0,62	1,5	1,0	1,8	-	-
Компьютерная техника помещений группы 1	22	13,0	0,4	0,85	0,62	5,2	3,2	6,1	-	-
Щиты автоматизации	-	60,0	0,5	0,90	0,48	30,0	14,5	33,3	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-20,0	-	-	-
Итого по секции I категории	-	449,0	0,3	0,98	0,18	150,2	26,7	152,6	231,9	3L
Итого ввод 1 (секция 1)	-	341,2	0,5	1,00	0,07	183,1	12,6	183,5	278,9	3L
Итого ввод 2 (секция 2 + секция I категории)	-	619,0	0,4	0,98	0,22	221,4	48,4	226,7	344,5	3L
Аварийный режим										
II категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Стационарная медицинская аппаратура	314	27,0	0,3	0,95	0,33	6,8	2,2	7,1	-	-
Технологическое оборудование прачечной	47	151,0	0,5	0,95	0,33	75,5	24,8	79,5	-	-
Руко- и полотенцесушители	84	41,6	0,2	0,97	0,25	6,2	1,6	6,4	-	-
Компьютерная техника	54	27,0	0,4	0,85	0,62	10,8	6,7	12,7	-	-
Множительная техника	32	14,6	0,2	0,85	0,62	2,9	1,8	3,4	-	-
Розеточная сеть	-	32,2	0,2	0,90	0,48	6,4	3,1	7,2	-	-
Стационарное медицинское термическое оборудование	8	30,9	0,8	0,98	0,20	25,7	5,2	26,2	-	-
Технологическое оборудование буфетов	75	70,9	0,4	0,95	0,33	24,8	8,2	26,1	-	-
Лабораторное оборудование	-	18,6	0,2	0,90	0,48	3,7	1,8	4,1	-	-
Насосы дренажные	47	22,6	0,6	0,85	0,62	12,6	7,8	14,8	-	-
КНС1, КНС3	2	31,9	1,0	0,85	0,62	31,9	19,8	37,5	-	-
Электрообогрев	3	1,5	0,9	0,98	0,20	1,4	0,3	1,4	-	-
I категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 7

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S _p , кВА	I _p , А	
Розеточная сеть в помещениях группы 1	-	5,6	0,2	0,90	0,48	1,1	0,5	1,2	-	-
Стационарная медицинская аппаратура помещений группы 1	221	333,8	0,3	0,95	0,33	83,5	27,4	87,8	-	-
Множительная техника в помещениях группы 1	17	7,7	0,2	0,85	0,62	1,5	1,0	1,8	-	-
Компьютерная техника помещений группы 1	22	13,0	0,4	0,85	0,62	5,2	3,2	6,1	-	-
Щиты автоматизации	-	60,0	0,5	0,90	0,48	30,0	14,5	33,3	-	-
Итого	-	960,2	0,4	0,95	0,32	400,4	129,9	421,0	639,7	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-70,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	960,2	0,4	0,99	0,15	400,4	59,9	404,9	615,3	3L
из них, потребители 2 категории	-	511,2	0,5	0,95	0,33	250,2	83,2	263,7	400,7	3L
из них, потребители 1 категории	-	449,0	0,3	0,95	0,31	150,2	46,7	157,3	239,1	3L

Таблица 8 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ6

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S _p , кВА	I _p , А	
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция помещений реанимации и операционных	12	49,9	0,53	0,80	0,75	26,4	19,8	33,1	-	-
Пароувлажнители помещений реанимации и операционных	3	183,8	0,75	0,98	0,20	137,8	28,0	140,6	-	-
Обеззараживатели	2	11,1	1,00	0,90	0,48	11,1	5,4	12,4	-	-
Автоматика щитов управления	2	4,0	1,00	0,95	0,33	4,0	1,3	4,2	-	-
Панели, пульта, блоки управления вентмашин и пр.	19	4,4	0,90	0,95	0,33	3,9	1,3	4,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-40,0	-	-	-
Итого по секции 1	-	253,1	0,72	1,00	0,09	183,3	15,8	184,0	279,6	3L

Продолжение таблицы 8

Наименование	Кол-во	Ру, кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			Kc	cos φ	tg φ	Pp, кВт	Qp, кВАР	Sp, кВА	Ip, А	
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция помещений реанимации и операционных	12	43,0	0,53	0,80	0,75	22,8	17,1	28,5	-	-
Электронагреватели помещений реанимации и операционных	6	70,0	0,60	0,98	0,20	42,0	8,5	42,9	-	-
Пароувлажнители помещений реанимации и операционных	5	163,5	0,70	0,98	0,20	114,5	23,2	116,8	-	-
Обеззараживатели	4	10,8	0,75	0,90	0,48	8,1	3,9	9,0	-	-
Автоматика щитов управления	2	4,0	1,00	0,95	0,33	4,0	1,3	4,2	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-30,0	-	-	-
Итого по секции 2	-	291,3	0,66	0,99	0,13	191,3	24,1	192,9	293,1	3L
Итого ввод 1 (секция 1 особой 1 категории класс >15)	-	253,1	0,72	1,00	0,09	183,3	15,8	184,0	279,6	3L
Итого ввод 2 (секция 1 особой 1 категории класс >15)	-	291,3	0,66	0,99	0,13	191,3	24,1	192,9	293,1	3L
Аварийный режим										
Особая I категории. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция помещений реанимации и операционных	24	92,9	0,50	0,80	0,75	46,4	34,8	58,0	-	-
Электронагреватели помещений реанимации и операционных	6	70,0	0,60	0,98	0,20	42,0	8,5	42,9	-	-
Пароувлажнители помещений реанимации и операционных	8	347,3	0,65	0,98	0,20	225,7	45,8	230,3	-	-
Обеззараживатели	6	22,0	0,60	0,90	0,48	13,2	6,4	14,7	-	-
Автоматика щитов управления	4	8,0	0,90	0,95	0,33	7,2	2,4	7,6	-	-
Панели, пульта, блоки управления вентмашин и пр.	19	4,4	0,90	0,95	0,33	3,9	1,3	4,1	-	-
Итого	-	544,4	0,62	0,96	0,29	338,4	99,2	352,7	536,0	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-70,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	544,4	0,62	1,00	0,09	338,4	29,2	339,7	516,3	3L
из них, потребители особой 1 категории	-	544,4	0,62	1,00	0,09	338,4	29,2	339,7	516,3	3L

Таблица 9 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ7

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	57	62,7	0,45	0,80	0,75	28,2	21,1	35,2	-	-
Пароувлажнители	4	232,5	0,73	0,98	0,20	168,6	34,2	172,0	-	-
Обеззараживатели	2	5,4	1,00	0,90	0,48	5,4	2,6	6,0	-	-
Автоматика щитов управления	11	5,5	0,90	0,95	0,33	5,0	1,6	5,2	-	-
Электрообогрев в пом. 0107	3	1,5	0,90	0,98	0,20	1,4	0,3	1,4	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-40,0	-	-	-
Итого по секции 1	-	327,0	0,70	0,99	0,13	227,9	29,3	229,8	349,2	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	67	61,0	0,45	0,80	0,75	27,4	20,6	34,3	-	-
Электронагреватели	27	261,6	0,57	0,98	0,20	147,8	30,0	150,8	-	-
Пароувлажнители	6	53,3	0,60	0,98	0,20	32,0	6,5	32,6	-	-
Обеззараживатели	6	2,6	0,60	0,90	0,48	1,6	0,8	1,7	-	-
Автоматика щитов управления	29	14,5	0,90	0,95	0,33	13,1	4,3	13,7	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-40,0	-	-	-
Итого по секции 2	-	399,5	0,57	0,99	0,11	228,4	25,3	229,8	349,2	3L
Итого ввод 1 (секция 1)	-	327,0	0,70	0,99	0,13	227,9	29,3	229,8	349,2	3L
Итого ввод 2 (секция 2)	-	399,5	0,57	0,99	0,11	228,4	25,3	229,8	349,2	3L
Секция ПЭСПЗ. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-ый пожарный отсек	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция подпора	43	114,0	1,00	0,80	0,75	114,0	85,5	142,5	-	-
Вентиляция дымоудаления	19	74,2	1,00	0,80	0,75	74,2	55,7	92,8	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-100,0	-	-	-
Итого по 1-ому пожарному отсеку с учетом компенсации	-	188,2	1,00	0,98	0,22	188,2	41,2	192,6	292,8	3L
2 -ой пожарный отсек	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция подпора	5	12,6	1,00	0,80	0,75	12,6	9,5	15,8	-	-

Продолжение таблицы 9

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Вентиляция дымоудаления	4	14,5	1,00	0,80	0,75	14,5	10,9	18,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-10,0	-	-	-
Итого по 1-ому пожарному отсеку с учетом компенсации	-	27,1	1,00	0,93	0,38	27,1	10,3	29,0	44,1	3L
4 -ый пожарный отсек	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция подпора	10	34,8	1,00	0,80	0,75	34,8	26,1	43,4	-	-
Вентиляция дымоудаления	8	44,0	1,00	0,80	0,75	44,0	33,0	55,0	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-50,0	-	-	-
Итого по 4-ому пожарному отсеку с учетом компенсации	-	78,8	1,00	0,99	0,12	78,8	9,1	79,3	120,5	3L
Итого по секции ПЭСПЗ в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке	-	188,2	1,00	0,98	0,22	188,2	41,2	192,6	292,8	3L
Итого по секции ПЭСПЗ в режиме «Пожар» во 2 -ом пожарном отсеке	-	27,1	1,00	0,93	0,38	27,1	10,3	29,0	44,1	3L
Итого по секции ПЭСПЗ в режиме «Пожар» в 4 -ом пожарном отсеке	-	78,8	1,00	0,99	0,12	78,8	9,1	79,3	120,5	3L
Расчет нагрузок электропотребителей по вводам (режим «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)										
Ввод 1										
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Электрообогрев в пом. 0107	3	1,5	0,90	0,98	0,20	1,4	0,3	1,4	-	-
Вентиляция 1-ого пожарного отсека отключена	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция 2 -ого, 3-ьего и 4 -ого пожарных отсеков:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	32	54,1	0,50	0,80	0,75	26,8	20,1	33,5	-	-
Пароувлажнители	2	135,0	0,80	0,98	0,20	108,0	21,9	110,2	-	-
Обеззараживатели	2	5,4	1,00	0,90	0,48	5,4	2,6	6,0	-	-
Автоматика щитов управления	5	2,5	0,90	0,95	0,33	2,3	0,7	2,4	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 1-ого пожарного отсека	-	188,2	1,00	0,98	0,22	188,2	41,2	192,6	-	-

Продолжение таблицы 9

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S _p , кВА	I _p , А	
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-40,0	-	-	-
Итого по вводу 1 в режиме «Пожар» в 1-ом пожарном отсеке)	-	385,2	0,86	0,99	0,14	330,6	46,5	333,8	507,4	3L
Расчет нагрузок электропотребителей по вводам (режим «Пожар» в 4 -ом пожарном отсеке)										
Ввод 1										
Секция 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Электрообогрев в пом. 0107	3	1,5	0,90	0,98	0,20	1,4	0,3	1,4	-	-
Вентиляция 1-ого, 2 -ого и 3-ьего пожарных отсеков:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	54	59,7	0,45	0,80	0,75	26,9	20,2	33,6	-	-
Пароувлажнители	4	232,5	0,73	0,98	0,20	168,6	34,2	172,0	-	-
Обеззараживатели	2	5,4	0,90	0,90	0,48	4,8	2,3	5,4	-	-
Автоматика щитов управления	5	2,5	0,90	0,95	0,33	2,3	0,7	2,4	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 4-ого пожарного отсека	-	78,8	1,00	0,99	0,12	78,8	9,1	79,3	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-40,0	-	-	-
Итого по вводу 1 в режиме «Пожар» в 4 –ом пожарном отсеке)	-	380,3	0,74	1,00	0,09	282,6	26,8	283,9	431,4	3L
Ввод 2										
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция 1-ого и 2 -ого пожарных отсеков:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	62	53,9	0,45	0,80	0,75	24,3	18,2	30,3	-	-
Электронагреватели	13	246,6	0,65	0,98	0,20	160,3	32,5	163,6	-	-
Пароувлажнители	6	53,3	0,60	0,98	0,20	32,0	6,5	32,6	-	-
Обеззараживатели	6	2,6	0,60	0,90	0,48	1,6	0,8	1,7	-	-
Автоматика щитов управления	6	3,0	0,90	0,95	0,33	2,7	0,9	2,8	-	-
Секция ПЭСПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Противодымная вентиляция 4-ого пожарного отсека	-	78,8	1,00	0,99	0,12	78,8	9,1	79,3	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-40,0	-	-	-

Продолжение таблицы 9

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Итого по вводу 2 в режиме «Пожар» в 4 –ом пожарном отсеке)	-	438,2	0,68	1,00	0,09	299,5	27,9	300,8	457,2	3L
Аварийный режим										
II категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вентиляция	124	123,6	0,44	0,80	0,75	54,1	40,6	67,7	-	-
Электронагреватели	27	261,6	0,50	0,98	0,20	130,8	26,6	133,5	-	-
Пароувлажнители	10	285,8	0,60	0,98	0,20	171,5	34,8	174,9	-	-
Обеззараживатели	8	8,0	0,60	0,90	0,48	4,8	2,3	5,3	-	-
Автоматика щитов управления	40	20,0	0,90	0,95	0,33	18,0	5,9	18,9	-	-
Электрообогрев в пом. 0107	3	1,5	0,90	0,98	0,20	1,4	0,3	1,4	-	-
Итого	-	726,5	0,56	0,96	0,30	406,6	123,1	424,9	645,7	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-80,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	726,5	0,56	0,99	0,11	406,6	43,1	408,9	621,4	3L

Таблица 10 – Результаты расчета электрических нагрузок ГРЩ8

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Секция I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рентген	-	80,0	1,0	0,85	0,62	80,0	49,6	94,1	-	-
Стационарная медицинская аппаратура	143	12,1	0,3	0,95	0,33	3,0	1,0	3,2	-	-
Технологическое оборудование прачечной	11	28,5	0,5	0,95	0,33	14,3	4,7	15,0	-	-
Руко- и полотенцесушители	17	7,6	0,2	0,97	0,25	1,1	0,3	1,2	-	-
Компьютерная техника	59	29,5	0,4	0,85	0,62	11,8	7,3	13,9	-	-

Продолжение таблицы 10

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Множительная техника	38	17,2	0,2	0,85	0,62	3,4	2,1	4,0	-	-
Розеточная сеть	-	17,5	0,2	0,90	0,48	3,5	1,7	3,9	-	-
Стационарное медицинское термическое оборудование	3	13,3	1,0	0,98	0,20	12,6	2,6	12,9	-	-
Технологическое оборудование буфетов	33	33,9	0,4	0,95	0,33	13,4	4,4	14,1	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-60,0	-	-	-
Итого по секции 1	-	259,3	0,6	1,00	0,08	163,0	13,6	163,6	248,6	3L
Секция 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КТ	-	11,0	1,0	0,85	0,62	11,0	6,8	12,9	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по секции 2	-	23,0	1,0	0,96	0,30	23,0	6,8	24,0	36,5	3L
I категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лифты для посетителей и персонала (3шт × 7,7кВт)	-	23,1	0,8	0,65	1,17	18,5	21,6	28,4	-	-
Щиты автоматизации	-	50,0	0,5	0,90	0,48	25,0	12,1	27,8	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-20	-	-	-
Итого по секции I категории	-	93,6	0,7	0,98	0,21	63,9	13,7	65,4	99,4	3L
Секция ПЭСПЗ. Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лифты для пож.подразделений (2шт × 12,9кВт, 10шт × 7,7кВт)	-	102,8	0,5	0,65	1,17	49,3	57,7	75,9	-	-
Пожарная сигнализация	-	5,5	1,0	0,90	0,48	5,5	2,7	6,1	-	-
Система оповещения при пожаре	-	13,3	1,0	0,90	0,48	13,3	6,4	14,8	-	-
Клапаны противопожарные	-	14,85	1,0	0,90	0,48	14,9	7,2	16,5	-	-
Газовое пожаротушение	-	0,84	1,0	0,90	0,48	0,8	0,4	0,9	-	-
Задвижка с эл.приводом	2	0,10	1,0	0,85	0,62	0,1	0,1	0,1	-	-
Насосная установка пожаротушения	-	3,00	1,0	0,85	0,62	3,0	1,9	3,5	-	-
Аварийное (эвакуационное) освещение	-	48,0	1,0	0,90	0,48	48,0	23,3	53,3	-	-
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-80,0	-	-	-

Продолжение таблицы 10

Наименование	Кол-во	P _у , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _с	cos φ	tg φ	P _р , кВт	Q _р , кВАР	S _р , кВА	I _р , А	
Итого по секции ПЭСПЗ особой I категории. Класс >15	-	208,4	0,7	0,99	0,13	155,0	19,6	156,2	237,4	3L
Итого ввод 1 (секция 1 + секция I категории)	-	352,8	0,6	0,99	0,12	226,9	27,3	228,6	347,4	3L
Итого ввод 2 (секция 2 + секция ПЭСПЗ)	-	231,4	0,8	0,99	0,15	178,0	26,4	179,9	273,4	3L
Аварийный режим										
II категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рентген	-	80,0	1,0	0,85	0,62	80,0	49,6	94,1	-	-
КТ	-	11,0	1,0	0,85	0,62	11,0	6,8	12,9	-	-
Стационарная медицинская аппаратура	143	12,1	0,3	0,95	0,33	3,0	1,0	3,2	-	-
Технологическое оборудование прачечной	11	28,5	0,5	0,95	0,33	14,3	4,7	15,0	-	-
Руко- и полотенцесушители	17	7,6	0,2	0,97	0,25	1,1	0,3	1,2	-	-
Компьютерная техника	59	29,5	0,4	0,85	0,62	11,8	7,3	13,9	-	-
Множительная техника	38	17,2	0,2	0,85	0,62	3,4	2,1	4,0	-	-
Розеточная сеть	-	17,5	0,2	0,90	0,48	3,5	1,7	3,9	-	-
Стационарное медицинское термическое оборудование	3	13,3	1,0	0,98	0,20	12,6	2,6	12,9	-	-
Технологическое оборудование буфетов	33	33,9	0,4	0,95	0,33	13,4	4,4	14,1	-	-
I категория	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лифты для посетителей и персонала (3шт × 7,7кВт)	-	23,1	0,8	0,65	1,17	18,5	21,6	28,4	-	-
Щиты автоматизации	-	50,0	0,5	0,90	0,48	25,0	12,1	27,8	-	-
Особая I категория. Класс >15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лифты для пож.подразделений (2шт × 12,9кВт, 10шт × 7,7кВт)	-	102,8	0,5	0,65	1,17	49,3	57,7	75,9	-	-
Пожарная сигнализации	-	5,5	1,0	0,90	0,48	5,5	2,7	6,1	-	-
Система оповещения при пожаре	-	13,3	1,0	0,90	0,48	13,3	6,4	14,8	-	-
Клапаны противопожарные	-	14,85	1,0	0,90	0,48	14,9	7,2	16,5	-	-
Газовое пожаротушение	-	0,84	1,0	0,90	0,48	0,8	0,4	0,9	-	-

Продолжение таблицы 10

Наименование	Кол-во	P _y , кВт	Коэффициенты			Расчетные данные				фазировка
			K _c	cos φ	tg φ	P _p , кВт	Q _p , кВАР	S _p , кВА	I _p , А	
Задвижка с эл.приводом	2	0,10	1,0	0,85	0,62	0,1	0,1	0,1	-	-
Насосная установка пожаротушения	-	3,00	1,0	0,85	0,62	3,0	1,9	3,5	-	-
Аварийное (эвакуационное) освещение	-	48,0	1,0	0,90	0,48	48,0	23,3	53,3	-	-
Итого	-	584,2	0,7	0,88	0,53	404,9	213,7	457,8	695,8	3L
Компенсация	-	-	-	-	-	-	-160,0	-	-	-
Итого с учетом компенсации	-	584,2	0,7	0,99	0,13	404,9	53,7	408,4	620,7	3L
из них, потребители 2 категории	-	282,3	0,7	0,92	0,43	186,0	80,4	202,6	308,0	3L
из них, потребители 1 категории	-	302,0	0,7	0,85	0,61	218,9	133,3	256,3	389,5	3L
в т.ч., потребители особой 1 категории	-	208,4	0,7	0,84	0,64	155,0	99,6	184,2	279,9	3L

Мощность электроприемников, имеющих третий резервный ввод от ДГУ3 (ЩР.ДГУ3) – 713,3 кВт из них:

- ГРЩ6, питающий электроприемники особой группы I категории класс >15 (АВР на вводе в ГРЩ6) – 338,4 кВт;
- панель противопожарных устройств ГРЩ8 (особая группа I категории класс >15), работающих при пожаре – 155,0 кВт;
- панель противопожарных устройств ГРЩ9 (особая группа I категории класс >15), работающих при пожаре – 219,9 кВт.

Мощность электроприемников, имеющих третий резервный ввод от ДГУ4 (ЩР.ДГУ4) – 668,9 кВт из них:

- ГРЩ10, питающий электроприемники особой группы I категории класс >15 (АВР на вводе в ГРЩ10) – 395,7 кВт;
- панель АВР в ГРЩ11 для электроприемников особой группы I категории класс 0 – 161,8 кВт;
- панель АВР в ГРЩ12 для электроприемников особой группы I категории класс 0 – 111,4 кВт.

Выводы по разделу.

По результатам расчетов максимальная мощность объекта составила 6319,5 кВт, из них 2799,8 кВт по I категории надежности электроснабжения, из них по особой группе I категории – 2827,8 кВт, в том числе по особой группе I категории класс 0 – 273,2 кВт (класс 0 обеспечивается установкой двух источников бесперебойного питания (2 ИБП: 200 кВт и 125 кВт) на время запуска ДГУ).

Мощность нагрузок I категории в режиме «пожар» составила 3200,6 кВт.

3 Определение решений по обеспечению электроэнергией электроприемников, компенсации реактивной мощности и выбор энергосберегающих мероприятий

В нормальном режиме электроприемники обеспечиваются электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, разных секций сборных шин РУ-0,4 кВ проектируемых БКРТП, БКТП-1, БКТП-2, БКТП-3, БКТП-4 по заданным значениям и параметрам работы электроустановки.

«Питание потребителей, относящихся к I категории надежности электроснабжения, осуществляется от отдельных панелей с устройством АВР, запитываемых от ГРЩ1-16 двумя вводами» [1].

Питание потребителей, относящихся к особой группе I категории надежности электроснабжения, осуществляется от отдельных панелей с устройством АВР, запитываемых от ГРЩ1-16 двумя вводами и третьим вводом от ДГУ.

При нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады [1].

Согласно п.5.3 СП 6.13130.2021, для обеспечения электроснабжения электроприемников систем противопожарной защиты и аварийного эвакуационного освещения пожарных отсеков класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 (электроприемников особой группы первой категории) предусматривается установка панели ПЭСПЗ (красного цвета) [26]. В нормальном режиме питание панели ПЭСПЗ производится от ГРЩ. При пропадании питания в БКТП, происходит запуск ДГУ и переключение питания электроприемников.

Для обеспечения электроснабжения электроприемников систем противопожарной защиты и аварийного эвакуационного освещения

консультативно-диагностического отделения класса функциональной пожарной опасности ФЗ.4 (электроприемников первой категории) предусматривается установка панели ПЭСПЗ (красного цвета). В нормальном режиме питание панели ПЭСПЗ производится от ГРЩ.

Для обеспечения пожарной безопасности, отключение систем приточной и вытяжной вентиляции при возникновении пожара выполняется в щитах управления вентиляционными системами. Отключение тепловых завес, рециркуляционных агрегатов ламинарных воздухораспределителей и систем кондиционирования воздуха производится в групповых щитах с помощью автоматических выключателей с независимыми расцепителями, по сигналу «Пожар» от системы пожарной сигнализации.

«При выборе коммутационной аппаратуры учтены требования ПУЭ к допустимым длительным токам для кабелей и проводов, а также технические характеристики защищенного оборудования. Выбор сечения кабелей произведен из условий обеспечения допустимой потери напряжения, предельно допустимого нагрева и селективности работы защитной аппаратуры и проверены на время отключения питания при токах однофазного короткого замыкания» [5].

Система электроснабжения здания является ремонтпригодной. Ремонтпригодность заключается в приспособленности к предупреждению и обнаружению отказов и повреждений и восстановлению работоспособности в процессе технического обслуживания и ремонта. Это достигается путем установки в электрических щитах аппаратов защиты и управления, с помощью которых возможен вывод в ремонт только оборудования, требующего ремонта и замены.

В работе предусматривается возможность доступа к оборудованию, электрическим сетям здания для осмотра, технического обслуживания, ремонта и замены. Это достигается путем установки щитов с медицинскими разделительными трансформаторами в специальных нишах с дверями и т.д. Для ИБП предусмотрена панель сервисного байпаса для осуществления

вывода его в ремонт.

В связи с наличием в здании электроприемников с индуктивным характером нагрузки, в работе предусматривается компенсация реактивной мощности на шинах 0,4кВ в ГРЩ1-ГРЩ16. Согласно приказу Минэнерго России №380, производится коррекция коэффициента мощности до нормируемого значения $\text{tg}\varphi$ до величины не выше 0,35 [20]. Это обеспечивается применением конденсаторных установок с автоматическим регулированием, включаемых параллельно источнику питания.

В целях экономии электроэнергии в работе предусматривается [33]:

- применение энергосберегающего и энергетически эффективного оборудования;
- равномерное распределение нагрузок по фазам;
- поддержание в порядке контактов электрической сети;
- применение люминесцентных и светодиодных источников света.
- управление рабочим и аварийным освещением лестничных клеток, коридоров, вестибюлей, освещением над входами из системы диспетчеризации.

Применение светодиодных источников света позволяет существенно экономить потребление электроэнергии. КПД систем питания светодиодных светильников составляет более 80%.

Организация коммерческого учета электроэнергии осуществляется силами электроснабжающей организации на вводах в панелях ГРЩ1-ГРЩ16, максимально приближенно к границе балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности.

В ГРЩ1-ГРЩ13 организован технический учет электроэнергии на вводах в ГРЩ1 Р11, Р12 счетчиками Меркурий 230ART-03 PQRSIDN 3×230/400В, 5(7,5)А, 0,5S/1,0, подключенными через трансформаторы тока ТТ 800/5, кл.т.0,5S.

В ЩР.КПП организован технический учет электроэнергии на вводах в ЩР.КПП Р11, Р12 счетчиками Меркурий 230ART-01 PQRSIN 3×230/400В,

5(60)А, 0,5S/1,0 прямого включения.

Выводы по разделу.

В связи с наличием в здании электроприемников с индуктивным характером нагрузки, в работе предусматривается компенсация реактивной мощности на шинах 0,4кВ в ГРЩ1-ГРЩ16. Согласно приказу Минэнерго России №380, производится коррекция коэффициента мощности $\text{tg}\varphi$ до нормируемого значения не выше 0,35.

Это обеспечивается применением конденсаторных установок с автоматическим регулированием, включаемых параллельно источнику питания.

Определены мероприятия по экономии электроэнергии, к которым относится применение энергосберегающего и энергетически эффективного оборудования, включая установку люминесцентных и светодиодных источников света, равномерное распределение нагрузок по фазам и управление рабочим и аварийным освещением.

4 Определение параметров систем заземления и молниезащиты здания детского центра хирургии

В проектируемом здании взрывоопасных помещений нет, пожароопасными помещениями являются помещения уборочного инвентаря, кладовые.

В отношении опасности поражения людей электрическим током технические помещения являются помещениями с повышенной опасностью.

В помещениях с повышенной опасностью для защиты людей электрическим током предусматривается выбор электротехнического оборудования с соответствующей защитой.

Защитное заземление в электроустановках должно соответствовать требованиям гл.1.7.,7.1 ПУЭ-7 и СП 76.13330.2016 [29].

Все металлические части строительных и кабельных конструкций, трубопроводы, металлические корпуса оборудования, нормально не находящиеся под напряжением, подлежат заземлению и занулению.

Металлические направляющие лифтов и противовеса, а также металлические корпуса ограждения лифтовой шахты должны быть заземлены.

«При питании нескольких штепсельных розеток в шлейф ответвления от нулевого защитного проводника выполняется без разрыва проводников пайкой в монтажных коробках, последовательное включение в защитный проводник заземляющих контактов розеток не допускается. Данное требование относится к подключению светильников и других электроприемников.

Все соединения и ответвления проводников должны быть выполнены сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью зажимов в ответвительных коробках» [30].

В работе принята система заземления TN-C-S в соответствии с ГОСТ 30331.1-2013 (трехфазные электроприемники – пятипроводной сетью, однофазные – трехпроводной) [6].

В медицинских помещениях группы 2 принят тип системы заземления IT.

Для медицинской системы IT используются медицинские разделительные трансформаторы, соответствующие требованиям ГОСТ Р 50571.28-2006 и РТМ 42-2-4-80, с защитной оболочкой (кожухом), электростатическим экраном [12], [22].

Выходное линейное напряжение медицинских разделительных трансформаторов 220В, 50Гц. К каждому разделительному трансформатору подключаются посты дистанционного контроля (ПДК), для осуществления непрерывного контроля сопротивления изоляции сети, температуры обмоток и величины подключенной нагрузки. ПДК устанавливаются в медицинских помещениях группы 2 на высоте 1,5м от уровня чистого пола.

Все элементы медицинской системы IT допускают обработку дезинфицирующими растворами.

«На вводе в здания выполнена основная система уравнивания потенциалов, путем объединения следующих проводящих частей:

- PEN-проводник питающей линии;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание - горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления и т.п. (ПУГВнг(A)-LSLTx 1×25);
- металлические части каркаса здания (ПУГВнг(A)-LSLTx 1×25);
- металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования (ПУГВнг(A)-LSLTx 1×25). При наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине РЕ щитов питания вентиляторов и кондиционеров;
- заземляющее устройство в двух местах» [12].

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

В технических помещениях (электрощитовая, помещение ИБП, венткамера, ИТП, водомерный узел) для основной системы уравнивания потенциалов выполнить:

- контур заземляющего проводника по помещениям согласно плану - в виде стальной оцинкованной полосы 40×4мм на высоте 400мм от уровня чистого пола (крепление к поверхности стены осуществляется при помощи держателей плоского проводника через каждые 800мм);
- «при наличии клемм заземления у оборудования выполнить подсоединение к стальной полосе проводником ПУГВнг(А)-LSLTx минимальным сечением 1×4мм» [11];
- места соединения полосы с полосой, а также соединение полосы и заземляющего проводника ПУГВнг(А)-LSLTx 1×25 выполнить при помощи болтового соединения согласно ГОСТ10434-82 «Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования» [2].

ГЗШ выполняется медной. Конструкция ГЗШ должна обеспечивать возможность индивидуального отсоединения присоединенных к ней проводников.

В соответствии с ПУЭ п1.7.119 сечение отдельно-стоящей ГЗШ принято в соответствии с сечением PEN-проводника линии наибольшего сечения, среди отходящих от щитов низкого напряжения БКТП [19].

Согласно п. 1.7.120 ПУЭ т.к. здание имеет несколько обособленных вводов ГЗШ выполняется для каждого вводного устройства. ГЗШ соединяются между собой проводником уравнивания потенциалов.

Выбор защитных проводников от ГЗШ до каждого ГРЩ выполняется в соответствии с ПУЭ п.1.7.126 и представлен на структурной схеме системы уравнивания потенциалов.

Структурная схема системы уравнивания потенциалов представлена на рисунках 1 и 2.

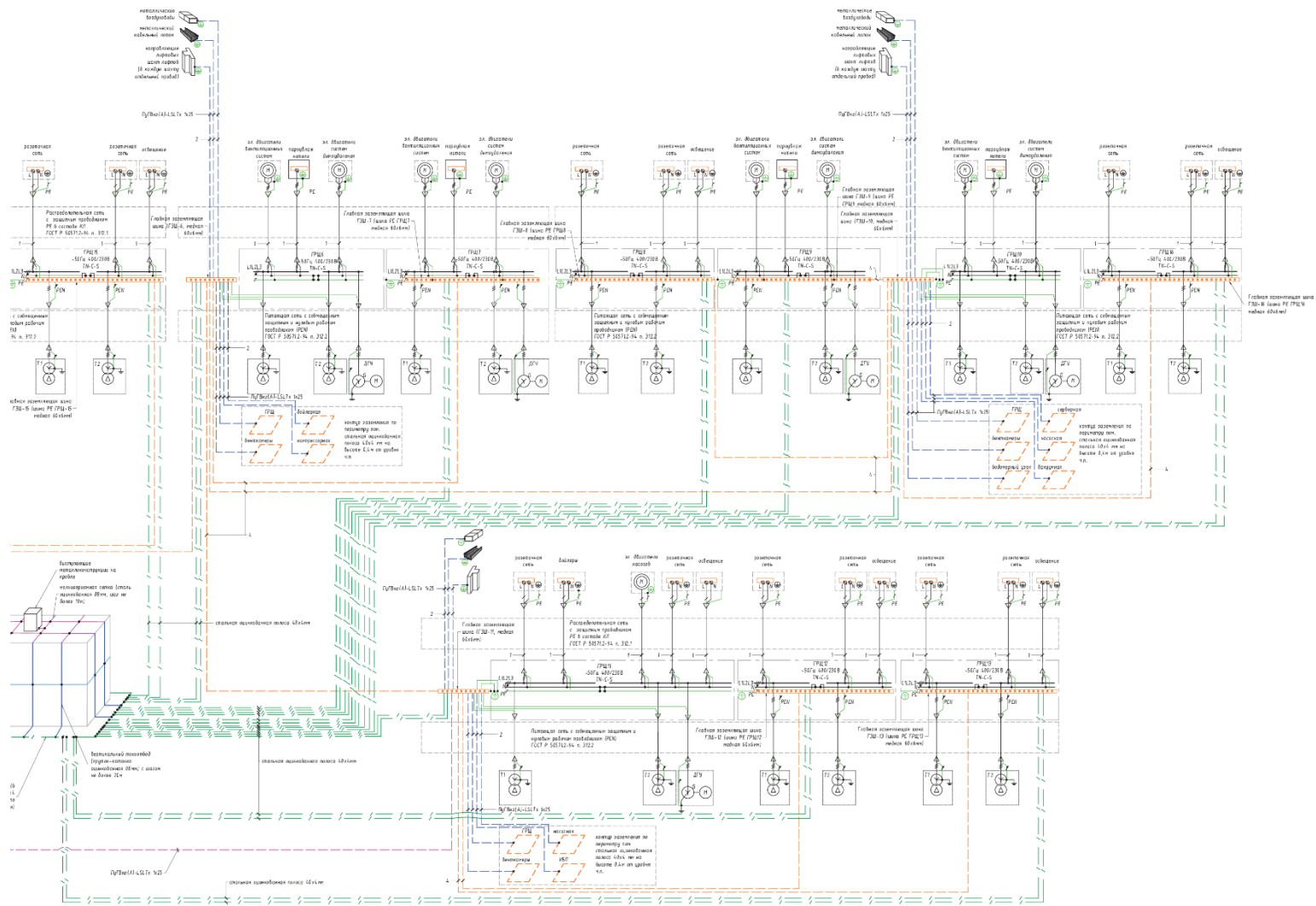


Рисунок 2 - Структурная схема системы уравнивания потенциалов (правая часть)

В помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током (санузлы с ванными или душевыми, медицинские помещения группы 1 и 2) выполняется дополнительная система уравнивания потенциалов.

«Дополнительная система уравнивания потенциалов соединяет между собой:

- открытые проводящие части стационарного электрооборудования;
- металлические корпуса щитов;
- доступные для прикосновения сторонние проводящие части;
- нулевые защитные проводники системы TN;
- контуры антистатических полов;
- металлические оболочки разделительных трансформаторов;
- стационарное токопроводящее неэлектрическое медицинское оборудование для фиксации пациента (физиотерапевтическая мебель)» [10].

Соединение всех проводников уравнивания потенциалов выполняется в коробке на шине нулевого потенциала, устанавливаемой на высоте 300мм от уровня пола в данных помещениях.

В медицинских помещениях группы 2 устанавливается шина (ЩРМ-ШЗ) для присоединения сторонних проводящих частей, сетки антистатических полов. Указанная шина соединяется с шиной РЕ распределительного щитка, питающего данное помещение проводником ПуГВнг(А)-LSLTx 1×16.

Для технологического медицинского электрооборудования (в помещениях группы 2) предусматривается отдельное технологическое (функциональное) заземление сопротивлением не более 2 Ом снаружи здания, выполненное при помощи глубинного заземлителя на расстоянии не менее 15м от защитного заземления здания. Для подключения медицинского оборудования в помещении ГРЩ устанавливается отдельностоящая шина функционального заземления ГШФЗ (FE), соединенная с наружным функциональным заземлителем (2 Ома), от которой прокладываются проводники сечением ПУГВнг(А)-LSLTx 1×10 к шинам функционального

заземления (ШФЗ), установленных в помещениях группы 2.

Шина технологического (функционального) заземления ГШФЗ соединяется перемычкой с ближайшей ГЗШ при помощи проводника ПУГВнг(А)-LSLTx 1×25 через фильтр заземления Квазар Ф35 РЕ для подавления возможных высокочастотных помех от системы заземления РЕ.

«Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали» [18]:

$$R_{\text{го}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.в}}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (16)$$

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» [18];

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [18]:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (17)$$

где « t_0 – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [18].

«Сопротивление вертикальных электродов при коэффициенте использования нормативном коэффициенте использования» [18]:

$$R_{\text{г}} = \frac{R_{\text{го}}}{\eta_{\text{г}} \cdot n_{\text{г}}}, \quad (18)$$

где « $\eta_{\text{г}}$ – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [17];

«Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы для 2-ой климатической зоны» [18]:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (19)$$

где « l_z – длина горизонтального заземлителя;

b – ширина полосы горизонтального заземлителя;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя» [18];

«Расчетное результирующее сопротивление R_u заземляющего устройства» [18]:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_g}{R_z + R_g}, \quad (20)$$

«Все контактные соединения в системе уравнивания потенциалов должны соответствовать требованиям ГОСТ 10434-82 по классу 2» [2].

«Молниезащиту здания необходимо выполнить в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО-153- 34.21.122-2003 [25] и «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87» [21].

«В качестве молниеприемника предлагается использовать сетку, выполненную из стальной оцинкованной проволоки наружным диаметром 8мм. Шаг ячейки сетки не более 10×10м. Узлы сетки соединить крепежной арматурой. Молниеприемную сетку уложить на кровлю.

Все металлические возвышающиеся элементы, размещенные на кровле, необходимо присоединить к молниеприемной сетке.

Для защиты холодильных машин, установленных на кровле здания, предусматривается установка мачтовых молниеприемников, которые присоединяются к молниеприемной сетке на кровле здания.

В качестве токоотводов используется стальная оцинкованная проволока, диаметром 8мм. В соответствии с п.2.12 РД 34.21.122-87 токоотводы, прокладываются по наружным стенам здания за вентилируемым негорючим фасадом.

Расстояние между опусками не более 20м. Соединение токоотводов с молниеприемной сеткой и заземлителем выполнить с помощью специальной крепежной арматуры» [21].

В качестве заземлителя молниезащиты использовать контур повторного заземления вокруг здания. Горизонтальный заземлитель выполнить из стальной оцинкованной полосы сечением 40×4мм по периметру фундамента здания. Глубина заложения полосы 0,7м от уровня поверхности земли. Соединение элементов контура заземления выполнить при помощи специальной соединительной арматуры.

Контур повторного заземления присоединить к ГЗШ двумя заземляющими проводниками.

Для обеспечения нормальной работы высокочувствительной медицинской аппаратуры предусмотрено рабочее (функциональное) заземление, для этого выполняется отдельный независимый заземлитель (глубинные заземлители) на расстоянии не менее 15м от наружного контура заземления здания. Расчетное сопротивление технологического заземлителя составляет не более 2 Ом.

Для защиты людей от поражения электрическим током необходимо установить устройства защитного отключения (УЗО) на ток утечки 30мА:

- «в групповых линиях, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов;
- в групповых линиях, питающих штепсельные розетки для потребителей, находящихся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью поражением электрическим током;
- в медицинских помещениях группы 1 в цепях питания конечных

потребителей системы TN со значением тока не более 32А» [30];

- в медицинских помещениях группы 2 в цепях системы TN для питания флюорографических установок, оборудования с номинальной мощностью более 5кВт, электрических аппаратов, не используемых для поддержания жизни пациентов.

Применять УЗО типа «А», реагирующие на переменные и пульсирующие токи утечки.

Все УЗО проверены на суммарный ток утечки сети в соответствии с п. 7.1.83 ПУЭ, который не превосходит 1/3 номинального дифференциального тока УЗО.

В здании КПП предусматривается выполнение основной и дополнительной системы уравнивания потенциалов. В качестве главной заземляющей шины (ГЗШ) принята шина РЕ ЩР.КПП.

Молниезащиту зданий КПП необходимо выполнить в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО-153-34.21.122-2003 и «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87.

«В качестве молниеприемника использовать сетку, выполненную из стальной оцинкованной проволоки 8мм. Шаг ячейки сетки не более 10×10м. Узлы сетки соединить крепежной арматурой. Молниеприемную сетку уложить поверх кровли.

В качестве токоотводов использовать стальную оцинкованную проволоку, диаметром 8мм. В соответствии с п.2.12 РД 34.21.122-87 токоотводы, прокладывая по наружным стенам здания за вентилируемым негорючим фасадом.

Токоотводы напрямую соединить с внешним контуром заземления вокруг здания, в точке присоединения установить вертикальные электроды диаметром 16мм из оцинкованной стали длиной 3м» [21].

Расстояние между опусками не более 20м. Соединение токоотводов с молниеприемной сеткой и заземлителем выполнить с помощью специальной

крепежной арматуры [10].

В качестве заземлителя молниезащиты использовать контур повторного заземления вокруг здания. Горизонтальный заземлитель выполнить из стальной оцинкованной полосы сечением 40×4мм на расстоянии 1м от фундамента здания. Глубина заложения полосы 0,7м от уровня поверхности земли. Соединение элементов контура заземления выполнить при помощи специальной соединительной арматуры.

Выводы по разделу.

В работе принята система заземления TN-C-S. В медицинских помещениях группы 2 принят тип системы заземления IT.

На вводе в здания выполнена основная система уравнивания потенциалов, путем объединения PEN-проводника питающей линии, металлических труб коммуникаций, металлических частей каркаса здания и заземляющего устройства в двух местах. Главная заземляющая шина выполняется медной.

Для технологического медицинского электрооборудования (в помещениях группы 2) предусматривается отдельное технологическое заземление сопротивлением не более 2 Ом снаружи здания, выполненное при помощи глубинного заземлителя на расстоянии не менее 15м от защитного заземления здания.

«В качестве молниеприемника предлагается использовать сетку на крыше здания, выполненную из стальной оцинкованной проволоки наружным диаметром 8мм. Шаг ячейки сетки не более 10×10м. В качестве токоотводов используется стальная оцинкованная проволока, диаметром 8мм, прокладываемая по наружным стенам здания за вентилируемым негорючим фасадом, с расстоянием между опусками не более 20 м» [21].

5 Выбор проводников

При проектировании выбрана скрытая сменяемая прокладка кабельных линий и электропроводок.

Открытая прокладка предусматривается в технических и инженерных помещениях – электрощитовых, венткамерах, ИТП, компрессорных [4].

Распределительные и групповые сети внутреннего электроснабжения здания выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LSLTx.

Питающие сети систем противопожарной защиты, аварийного эвакуационного освещения, операционного, реанимационного и наркозно-дыхательного оборудования выполняются огнестойкими кабелями с медными жилами, не распространяющими горение с низким дымо- и газовыделением ВВГнг(А)-FRLSLTx в составе огнестойких кабельных линий (ОКЛ) [13].

Электрические сети здания выполняются:

- распределительные и групповые сети по этажным коридорам в лотках неперфорированных с крышкой за подвесным потолком;
- распределительные и групповые сети по подвалу в лотках неперфорированных с крышкой;
- прокладка кабельных линий в электрощитовых, вертикальная прокладка распределительной и групповой сети - в лестничных лотках;
- групповые сети от распределительных щитов – по этажным коридорам в лотках неперфорированных с крышкой за подвесным потолком, скрыто в гофрированных пластиковых трубах за подвесным потолком, за обшивкой из гипсокартона, в штрабе в монолитных стенах, в пустотах перегородочного блока «Полигран»; открыто в гофрированных пластиковых трубах в технических помещениях по стенам и потолку.

Групповые сети внутреннего электроснабжения здания КПП выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LS [24].

Групповые сети систем противопожарной защиты, аварийного эвакуационного освещения здания КПП выполняются огнестойкими кабелями с медными жилами, не распространяющими горение с низким дымо- и газовыделением марки ВВГнг(A)-FRLS [3].

Электрические сети здания КПП выполняются открыто, либо скрыто в гофрированных пластиковых трубах по стенам и потолку (либо за подвесным потолком).

«Кабельные линии до электроприемников систем противопожарной защиты и аварийного освещения прокладываются отдельными трассами с использованием огнестойких кабельных линий» [3].

В местах проходов кабелей через стены, перегородки и межэтажные перекрытия предусматриваются сертифицированные кабельные проходки в соответствии с требованиями ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [32]. Огнестойкость прохода - не менее огнестойкости строительной конструкции, в которой он выполнен.

Сечение кабельных линий выбраны по допустимым токовым нагрузкам, проверены по допустимой потере напряжения и на надежное срабатывание аппаратов защиты при коротких замыканиях в конце линии.

Согласно СП 256.1325800.2016 п. 8.23 суммарные потери напряжения от шин 0,4 кВ ТП до наиболее удаленного осветительного прибора общего освещения в жилых и общественных зданиях не должны, как правило, превышать 7,5 % [31]. При этом потери напряжения от ВРУ здания до наиболее удаленных светильников должны быть не более 3%, а до прочих потребителей - не более 4% [8].

Выводы по разделу.

Распределительные и групповые сети внутреннего электроснабжения здания выполняются кабелем марки ВВГнг(A)-LSLTx. Питающие сети систем противопожарной защиты, аварийного эвакуационного освещения, операционного, реанимационного и наркозно-дыхательного оборудования выполняются огнестойкими кабелями ВВГнг(A)-FRLSLTx [7].

6 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения

Нормируемые освещенности для помещений здания были приняты в соответствии с категориями помещений, а также в соответствии с СП 52.13330.2016.

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

«Индекс помещения i определяется по выражению» [28]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (21)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [28].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [28]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (22)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [28].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [28]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (23)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [28].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [28]:

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

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [28]:

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (25)$$

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [28]:

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (26)$$

Горизонтальная освещенность помещений проверена в программном комплексе DIALux и соответствует указанным нормативным значениям.

«В проектируемом здании предусмотрены следующие виды электроосвещения:

- рабочее освещение;
- аварийное (резервное) освещение;
- аварийное (эвакуационное) освещение» [27].

«Для общего освещения помещений приняты светодиодные светильники. В основных функциональных медицинских помещениях используются светильники с люминесцентными лампами» [9].

Напряжение сети общего электрического освещения 400/230В, 50Гц.

Источники света питаются фазным напряжением 230В.

Управление рабочим и аварийным освещением принято местное, либо из системы диспетчеризации (управление освещением лестниц, коридоров, вестибюля, тамбуров, освещения над входами и т.д.).

Местное управление осуществляется выключателями, устанавливаемыми в зависимости от условий среды у входов в обслуживаемые помещения либо внутри них. В помещениях с естественным освещением предусматривается зонирование рабочего освещения, управление осуществляется выключателями по месту [23].

В здании КПП принято только местное управление освещением. Светильники над входами в здании КПП включаются по сигналу от датчика освещенности.

Управление освещением больницы из системы диспетчеризации осуществляется посредством установки контакторов в этажных щитах освещения, которые управляются из системы диспетчеризации.

Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания рабочего освещения и подключается к источнику питания независимому от источника питания рабочего освещения.

Предусматривается освещение путей эвакуации в коридорах и проходах по маршруту эвакуации, в зонах изменения направления маршрута эвакуации, при пересечении проходов и коридоров, на лестничных маршах, перед эвакуационными выходами, в местах размещения средств экстренной связи, в местах размещения первичных средств пожаротушения, в местах расположения плана эвакуации.

Светильники аварийного эвакуационного освещения путей предусмотрены постоянного действия (с возможностью управления из системы диспетчеризации), участвующие в общем освещении помещений. Питание светильников аварийного эвакуационного освещения предусматривается от этажных щитков аварийного освещения ЩАО [15].

Антипаническое освещение предусматривается в помещениях

площадью более 60 м² при одновременном нахождении в нем 30 и более человек, а также в помещениях с постоянным пребыванием маломобильных групп населения. Антипаническое аварийное освещение обеспечивает условия для безопасного подхода к путям эвакуации.

«Аварийное эвакуационное антипаническое освещение предусматривается в помещениях с постоянным пребыванием МГН согласно п.7.6.4 СП 52.13330.2016» [28].

Для лестничных маршей в зданиях с постоянным пребыванием маломобильных групп населения (МГН) установлена повышенная норма освещения согласно таблице 7.28 СП 52.13330.2016 – 5лк.

Резервное освещение (для продолжения работ) предусмотрено в медицинских помещениях группы 2 (операционных, палатах интенсивной терапии, родовых палатах) и группы 1 (процедурных, манипуляционных), на постах дежурных медицинских сестер, в диспетчерской, электрощитовых, индивидуальном тепловом пункте, водомерном узле, венткамерах, кроссовых, на посту охраны, в гардеробах и т.д.. Освещенность резервного освещения составляет не менее 30% от нормируемого значения (таблица 7.28 СП 52.13330.2016).

В операционных не менее 50% светильников подключаются к сети аварийного освещения.

В работе предусматривается ночное (дежурное) освещение палат, подключенное к сети аварийного эвакуационного освещения. Применяются специальные светильники, устанавливаемые в нишах на высоте не менее 2,2 м от пола (над дверным проемом). Управление данным видом освещения производится дежурным медицинским персоналом с постов медсестер.

Светильники аварийного освещения маркируются красной литерой «А». Светильники аварийного освещения приняты с встроенными блоками аварийного питания (БАП), кроме аварийных светильников помещений группы 2, а также светильников дежурного освещения и светильников над входами. Светильники аварийного резервного освещения помещений группы

2 подключаются от централизованного источника бесперебойного питания (ИБП) через щит аварийного освещения гарантированного питания (ЩАО.ГП).

«Выключатели рабочего и аварийного освещения устанавливаются на высоте 0,9 м от уровня чистого пола (кроме случаев, когда высота указана отдельно).

В помещениях, имеющих технологическое и/или инженерное оборудование, для ремонта которого недостаточно общего освещения, предусматривается ремонтное освещение. Для подключения переносных светильников в помещениях, требующих ремонтное освещение, устанавливаются ящики с понижающим разделительным трансформатором» [24]. Ящики располагаются таким образом, чтобы обеспечивалась возможность использования переносных светильников с длиной кабеля 10м.

Выводы по разделу.

«Нормируемые освещенности для помещений здания были приняты в соответствии с категориями помещений, а также в соответствии с СП 52.13330. Расчет освещения был выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования. Горизонтальная освещенность помещений проверена в программном комплексе DIALux и соответствует указанным нормативным значениям» [28].

«В проектируемом здании предусмотрены следующие виды электроосвещения:

- рабочее освещение;
- аварийное (резервное) освещение;
- аварийное (эвакуационное) освещение» [27].

Для общего освещения помещений приняты светодиодные светильники. В основных функциональных медицинских помещениях используются светильники с люминесцентными лампами.

Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания рабочего освещения и подключается к источнику питания независимому от

источника питания рабочего освещения.

Питание светильников аварийного эвакуационного освещения предусматривается от этажных щитков аварийного освещения ЩАО.

Резервное освещение (для продолжения работ) предусмотрено в медицинских помещениях группы 2 (операционных, палатах интенсивной терапии, родовых палатах) и группы 1 (процедурных, манипуляционных), на постах дежурных медицинских сестер, в диспетчерской, электрощитовых, индивидуальном тепловом пункте, водомерном узле, венткамерах, кроссовых, на посту охраны, в гардеробах и т.д.. Освещенность резервного освещения составляет не менее 30% от нормируемого значения.

В операционных не менее 50% светильников подключаются к сети аварийного освещения.

Заключение

Целью бакалаврской работы являлось проектирование системы электроснабжения детского центра хирургии с учетом требований к надежности электроснабжения приемников медицинского учреждения.

Категория электроприемников по надежности электроснабжения – II.

Первая категория надежности обеспечивается установкой оборудования АВР. Для электроснабжения электроприемников особой группы I категории надежности электроснабжения предусматривается установка четырех дизель-генераторных установок (ДГУ), а для потребителей классов 0 и 0,5 дополнительно предусматриваются источники бесперебойного питания (ИБП), рассчитанные на время запуска ДГУ.

Для электроснабжения здания предусмотрено строительство 5 новых КТП 10/0,4кВ.

Питание электроприемников осуществляется в нормальном режиме от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания – разных секций сборных шин РУ-0,4 кВ новых БКТП 10/0,4кВ.

Для приема и распределения электроэнергии электроприемников здания предусматривается 16 главных распределительных щитов, устанавливаемых в электрощитовых в подвале здания.

«Для распределения электроэнергии в этажных щитовых, а также в электротехнических нишах с дверями, предусмотренных на 1-ом-6-ом этажах здания, устанавливаются распределительные щитки открытой установки для силового оборудования (ЩР), щитки для медицинского оборудования (ЩРМ), щитки для медицинского холодильного оборудования (ЩРХ), щитки для рабочего освещения (ЩО) и щитки аварийного освещения (ЩАО), щитки для противопожарных нагрузок (ЩППН).

Для щитов ГРЩ и распределительных щитков выбраны автоматические выключатели с тепловыми и электромагнитными расцепителями, УЗО (при необходимости), что позволяет защитить сети от перегрузок и токов короткого

замыкания» [18].

Сечения питающих кабелей выбраны в соответствии с токовой нагрузкой потребителей, требованиями ПУЭ, с проверкой выбранных сечений по потере напряжения и надежности отключения защитными аппаратами участков электрической сети при однофазном коротком замыкании.

По результатам расчетов максимальная мощность объекта составила 6319,5 кВт, из них 2799,8 кВт по I категории надежности электроснабжения, из них по особой группе I категории – 2827,8 кВт, в том числе по особой группе I категории класс 0 – 273,2 кВт (класс 0 обеспечивается установкой двух источников бесперебойного питания (2 ИБП: 200 кВт и 125 кВт) на время запуска ДГУ).

Мощность нагрузок I категории в режиме «пожар» составила 3200,6 кВт.

В связи с наличием в здании электроприемников с индуктивным характером нагрузки, в работе предусматривается компенсация реактивной мощности на шинах 0,4кВ в ГРЩ1-ГРЩ16. Согласно приказу Минэнерго России №380, производится коррекция коэффициента мощности $\text{tg}\varphi$ до нормируемого значения не выше 0,35.

Это обеспечивается применением конденсаторных установок с автоматическим регулированием, включаемых параллельно источнику питания.

Определены мероприятия по экономии электроэнергии, к которым относится применение энергосберегающего и энергетически эффективного оборудования, включая установку люминесцентных и светодиодных источников света, равномерное распределение нагрузок по фазам и управление рабочим и аварийным освещением.

В работе принята система заземления TN-C-S. В медицинских помещениях группы 2 принят тип системы заземления IT.

На вводе в здания выполнена основная система уравнивания потенциалов, путем объединения PEN-проводника питающей линии, металлических труб коммуникаций, металлических частей каркаса здания и

заземляющего устройства в двух местах. Главная заземляющая шина выполняется медной.

Для технологического медицинского электрооборудования (в помещениях группы 2) предусматривается отдельное технологическое заземление сопротивлением не более 2 Ом снаружи здания, выполненное при помощи глубинного заземлителя на расстоянии не менее 15м от защитного заземления здания.

«В качестве молниеприемника предлагается использовать сетку на крыше здания, выполненную из стальной оцинкованной проволоки наружным диаметром 8мм. Шаг ячейки сетки не более 10×10м. В качестве токоотводов используется стальная оцинкованная проволока, диаметром 8мм, прокладываемая по наружным стенам здания за вентилируемым негорючим фасадом, с расстоянием между опусками не более 20 м» [21].

Распределительные и групповые сети внутреннего электроснабжения здания выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LSLTx. Питающие сети систем противопожарной защиты, аварийного эвакуационного освещения, операционного, реанимационного и наркозно-дыхательного оборудования выполняются огнестойкими кабелями ВВГнг(А)-FRLSLTx.

«Нормируемые освещенности для помещений здания были приняты в соответствии с категориями помещений, а также в соответствии с СП 52.13330. Расчет освещения был выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования. Горизонтальная освещенность помещений проверена в программном комплексе DIALux и соответствует указанным нормативным значениям» [28].

«В проектируемом здании предусмотрены следующие виды электроосвещения:

- рабочее освещение;
- аварийное (резервное) освещение;
- аварийное (эвакуационное) освещение» [27].

Для общего освещения помещений приняты светодиодные светильники.

В основных функциональных медицинских помещениях используются светильники с люминесцентными лампами.

Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания рабочего освещения и подключается к источнику питания независимому от источника питания рабочего освещения.

Питание светильников аварийного эвакуационного освещения предусматривается от этажных щитков аварийного освещения ЩАО.

Резервное освещение (для продолжения работ) предусмотрено в медицинских помещениях группы 2 (операционных, палатах интенсивной терапии, родовых палатах) и группы 1 (процедурных, манипуляционных), на постах дежурных медицинских сестер, в диспетчерской, электрощитовых, индивидуальном тепловом пункте, водомерном узле, венткамерах, кроссовых, на посту охраны, в гардеробах и т.д.. Освещенность резервного освещения составляет не менее 30% от нормируемого значения.

В операционных не менее 50% светильников подключаются к сети аварийного освещения.

Список используемой литературы и источников

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. 86 с.
2. ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007235> (дата обращения 06.03.2024).
3. ГОСТ 12176-89 Кабели, провода и шнуры. Методы проверки на нераспространение горения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004486> (дата обращения 06.03.2024).
4. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> (дата обращения 30.12.2023).
5. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 15.08.2023).
6. ГОСТ 30331.1-2013 (IEC 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> (дата обращения 10.03.2024).
7. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 30.12.2023).
8. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 30.12.2023).

9. ГОСТ ИСО 14644-1. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294847/4294847566.htm> (дата обращения 06.03.2024).
10. ГОСТ Р 50571.5.52-2011/МЭК 60364-5-52:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092622/titles> (дата обращения 06.03.2024).
11. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 17.01.2024).
12. ГОСТ Р 50571.28-2006 (МЭК 60364-7-710:2002) Электроустановки зданий. Часть 7-710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200050064> (дата обращения 10.03.2024).
13. ГОСТ Р 53310-2009 Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071876> (дата обращения 06.03.2024).
14. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105707> (дата обращения 06.03.2024).
15. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 15.12.2023).

16. Методические рекомендации по определению расчетных электрических нагрузок учреждений здравоохранения. Минздрав СССР, 1988 [Электронный ресурс]. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30175058 (дата обращения 16.01.2024).

17. НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией [Электронный ресурс]: URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/11/11703/index.htm> (дата обращения 06.02.2024).

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

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

20. Приказ министерства энергетики Российской Федерации от 23 июня 2015 года N 380 О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/420285270> (дата обращения 10.03.2024).

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

22. РТМ 42-2-4-80 Операционные блоки. Правила эксплуатации, техники безопасности и производственной санитарии [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200029885> (дата обращения 10.03.2024).

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

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

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

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

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

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

29. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456050591> (дата обращения 10.03.2024).

30. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1937/> (дата обращения 16.01.2024).

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

32. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный

ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 10.03.2024).

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