

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Электроснабжение отделения паллиативной медицинской помощи районной больницы

Обучающийся

Е.А. Каспранов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2024

Аннотация

В бакалаврской работе выполнено проектирование системы электроснабжения отделения паллиативной медицинской помощи районной больницы.

Определены источники внешнего электроснабжения и потребность в дополнительных резервных источниках, в качестве которых выбрана дизельная электростанция и источник бесперебойного питания.

Выбрана схема электроснабжения в соответствии с категориями надёжности установленных в здании электроприёмников. Произведён расчёт электрических нагрузок в нормальном режиме и в режиме пожара.

Определён состав энергосберегающих мероприятий.

Произведён расчёт параметров заземляющего устройства и молниезащиты здания. Выполнен выбор автоматических выключателей и дифференциальных автоматических выключателей.

Определено необходимое количество светодиодных светильников в подвале, на первом и втором этаже здания. Выбраны номинальные мощности дизельной электростанции и источника бесперебойного питания.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 49 страниц текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Выбор схемы электроснабжения.....	7
2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок по зданию паллиативной медицинской помощи	14
3 Обеспечение электрической энергией ЭП в соответствии с их категорией надежности.....	20
4 Разработка решений по заземлению и молниезащите здания.....	25
5 Выбор проводников и защитных аппаратов.....	32
6 Определение параметров системы искусственного электрического освещения.....	36
7 Выбор дополнительных и резервных источников питания.....	41
Заключение	43
Список используемой литературы и источников	46

Введение

Необходимость разработки системы электроснабжения возникла в связи с перепрофилированием объекта «Инфекционное отделение на 30 коек» под «Отделение паллиативной медицинской помощи».

Рассматриваемое в работе здание является двухэтажным с подвалом и предназначено для лечения и ухода за пациентами в стационарном режиме.

Здание имеет центральную входную группу, с тамбуром для посетителей, служебный вход для персонала, и один вход для пациентов с подозрением на инфекцию. Главный вход и вход для пациентов с подозрением на инфекцию доступен для всех категорий посетителей, в том числе маломобильных групп населения. Поэтажное размещение отделений, а также их расположение в пределах каждого этажа, выполнено с учетом удобной технологической связи между ними (оптимизированные пути движения основных потоков персонала, пациентов и медицинских грузов, и отходов), обеспечивает поточность (последовательность) технологических процессов, с соблюдением требований к естественному освещению.

«Основные задачи приемно-диагностического отделения больницы:

- оказание высококвалифицированной лечебно-профилактической помощи населению;
- внедрение в практику обслуживания населения современных методов профилактики, диагностики и лечения заболеваний;
- развитие и совершенствование организационных форм и методов медицинского обслуживания населения и ухода за больными, повышение качества и культуры работы» [19].

Так же при каждом отделении/службе предусматриваются административно- служебные помещения персонала, согласно штатного расписания, помещения хранения в зависимости от профиля отделения/службы (помещения чистого и грязного белья, изделий медицинского назначения, лекарственных средств, помещения временного

хранения медицинских отходов и т.п.); санитарно-бытовые помещения персонала и посетителей (уборные, санитарные комнаты, ПУИ).

Оснащение помещений и кабинетов медицинской мебелью, оборудованием и инструментарием осуществляется согласно установленным порядкам оказания отдельных видов (по профилям) медицинской помощи соответствующих приказов Минздравсоцразвития и Минздрава России. Рабочие места персонала оборудуются необходимыми наборами медицинской и офисной мебели и технических средств вывода информации (ПК, принтер или МФУ).

Структура, планировка и оборудование помещений обеспечивают поточность технологических процессов и исключают возможность перекрещивания потоков с различной степенью эпидемиологической опасности.

Основными структурными подразделениями больницы являются:

- приемное отделение;
- палатное отделение;
- отделение ПИТ;
- административно-хозяйственная служба.

На 2 этаже расположены следующие помещения:

- палаты на 2 к/м – 11 шт;
- палаты на 1 к/м – 4 шт;
- процедурный кабинет;
- перевязочная;
- ПИТ на 4 к/м;
- санитарно-бытовые помещения для персонала и посетителей;
- складские (кладовые) помещения.

ПИТ предназначена для оказания помощи больным, которые находятся в критическом состоянии.

Палаты отделения реанимации оборудованы реанимационными консолями с выведенными розетками медицинских газов (кислород, вакуум,

сжатый воздух), электрическими розетками со стабилизированным питанием и контактом выделенного контура заземления для подключения необходимого медицинского оборудования, компьютерными разъёмами, верхним светом. Среди необходимого оборудования реанимационного зала - мониторы для постоянного контроля и регистрации основных параметров функционирования жизненно важных органов и систем (пульс, артериальное давление, частота дыхания и пр.), дефибрилляторы, и т.д.

В здании запланирована установка 4 лифтов:

- 2 лифта медицинских (грузопассажирских): для доставки пациентов;
- 2 лифта служебных (для доставки продуктов питания и для вывоза медицинских отходов, белья, доставки медикаментов, расходных материалов и т.п., в закрытой таре).

Лифты комплектуются необходимыми средствами связи и системами управления.

Целью работы является обустройство здания для оказания паллиативной медицинской помощи населению и осуществления новых видов качественных медицинских услуг.

1 Выбор схемы электроснабжения

Электроснабжение объекта осуществляется от двух источников:

- основной источник С1, РУ-0,4 кВ, ТП-10/0,4кВ;
- резервный источник, С2, РУ-0,4 кВ, ТП-10/0,4кВ.

Для обеспечения электроснабжения объекта сетевой организацией осуществляется установка двухтрансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, прокладка сетей электроснабжения 10 кВ до устанавливаемой подстанции. Точкой подключения объекта является РУ-0,4 кВ данной КТП.

Для обеспечения электроприемников особой группы первой категории в работе предусмотрено использование дизель-генераторной установки (ДЭС).

Дизель-генераторная установка служит третьем независимым источником электроснабжения здания для обеспечения электроснабжением потребителей первой особой категории в аварийном режиме. Номинальная мощность - 250 кВт; напряжение - 400В; частота - 50Гц.

Схема электроснабжения принята по условиям надежности электроснабжения потребителей, напряжение сети принято ~380/220 В.

Здание отделения имеет помещение 2й группы: палата интенсивной терапии.

«Согласно п. 7.7.1.2.2 СП 158.13330.2014 по надежности обеспечения электроснабжения электроприемники поликлиники относятся к «особой» группе I категории, к I категории и II категории.

К потребителям «особой» группы I категории относятся электроприемники противопожарной защиты и сигнализации, аварийное освещение, система противодымной вентиляции, оборудование медицинских газов, системы связи и диспетчеризации, общеобменная вентиляция палаты интенсивной терапии, лифты, медицинское холодильное оборудование.

Согласно таблице 7.9 СП 158.13330.2014 электроприемники отделения «особой» группы I категории разделены на классы безопасности по допустимому времени перерыва электроснабжения при возникновении

аварийного режима. К классу 0 (беспереывное электропитание) относятся медицинское оборудование помещений 2й группы и аварийное освещение в помещениях 2й группы.

К классу 0,5 (время аварийного переключения на резервный источник – не более 0,5 с.) относятся эвакуационное освещение, системы связи и диспетчеризации, системы противопожарной сигнализации и оповещения.

К классу >15 (Время автоматического переключения на резерв – более 15 с) относятся лифты для пожарных подразделений, медицинское холодильное оборудование, оборудования медицинских газов, противодымная вентиляция, оборудование систем пожаротушения, общеобменная вентиляция для помещения 2й группы» [19].

Для обеспечения беспереывного электроснабжения при аварийном режиме в работе предусмотрена установка источника бесперебойного питания (ИБП). К ИБП подключено медицинское оборудование помещений 2й группы. ИБП обеспечивает беспереывное электроснабжение потребителей за время коммутационных переключений АВР и за время автоматического запуска ДЭС при аварийном режиме. Светильники эвакуационного освещения и резервного освещения помещения 2й группы имеют встроенные ИБП, которые обеспечивают беспереывную работу при аварийном режиме [8].

Оборудование связи, диспетчеризации, пожарной сигнализации и оповещения имеют встроенные ИБП, которые учтены в соответствующих разделах. Встроенные ИБП обеспечивают беспереывное электроснабжение данного оборудования в соответствии с классом безопасности.

К потребителям первой категории электроснабжения относятся электроприемники оборудования ИТП и медицинское оборудование помещений I группы.

К потребителям второй категории относятся все остальные электроприемники.

На вводе 0,4 кВ (в электрощитовой здания) устанавливаются двухсекционные вводно- распределительные устройства (ВРУ) в количестве 2

штук. ВРУ собираются на основании электрических схем и опросных листов.

Питание каждой ВРУ выполняется от разных секций шин РУ-0,4 кВ двухтрансформаторной КТП 10/0,4 кВ. Для каждой ВРУ предусмотрено по 2 отдельных фидера [10].

Согласно п. 8.9 СП 256.1325800.2016 на вводах ВРУ установлено автоматическое переключение вводов (АВР) при аварийном режиме. АВР выполнено на основе микропроцессорного контроллера с использованием моторедукторов на вводных и секционном автоматах [20].

Электроприемники первой и второй категории питаются от ВРУ1 с АВР на вводе.

Электроприемники «особой» группы I категории питаются от ВРУ2, которое имеет третий дополнительный ввод от ДЭС в горячем резерве.

Для электропитания противопожарных систем в работе предусмотрена панель противопожарных устройств (ППУ). К ППУ подключены противопожарные системы, системы диспетчеризации, связи, оборудование серверной, лифты, аварийное освещение. Электроснабжение ППУ осуществляется от ВРУ2 отдельной линией. Корпус ППУ выполнен из огнестойких материалов и окрашен в красный цвет.

Распределительные сети электропитания выполнены кабелем ВВГнг(А)-LSLTx. Тип кабеля подобран в соответствии с таблицей 2, ГОСТ 31565-2012 [4]. Электропитание потребителей ППУ и медицинское оборудование помещений 2й группы выполнено огнестойким кабелем ВВГнг(А)-FRLSLTx.

Сети электроснабжения систем противопожарной защиты проложены в соответствии с п. 4.14. СП 6.13130.2021 отдельно от остальных сетей - в отдельном кабельном лотке или отделены от остальных сетей несгораемой перегородкой [24].

Отключение приточных систем вентиляции при пожаре выполняется индивидуально для каждой системы – подачей команды в цепи управления. Отключение вытяжной вентиляции при пожаре осуществляется от ВРУ при помощи независимого расцепителя на питающем автоматическом

выключателе.

В работе предусмотрена новая прокладка сетей электроснабжения от точки подключения и от ДЭС до ВРУ1 и ВРУ2 здания. Кабель прокладывается в земле по типовому проекту А5-92 [14]. Пересечение, проектируемыми кабельными сетями, подземных коммуникаций и дорог выполнить в трубах ПНД.

Взаиморезервирующие кабели, проложенные в одной траншее, разделяются несгораемой перегородкой. В качестве перегородки применяется строительный кирпич. Кабельная линия от третьего источника электроснабжения проложена в траншее на расстоянии не менее 3 метров от кабельных линий остальных двух источников.

Запуск ДЭС производится в автоматическом режиме по сигналу автоматики. Для обеспечения контроля параметров ДЭС предусматривается информационное табло с дублирующими приборами контроля параметров ДЭС (давление масла, температура охлаждающей жидкости, уровень топлива в баке и т.д.), установленное в помещении охраны.

«Сечения проектируемых кабелей выбраны по допустимому току нагрузки и проверены по условиям срабатывания защиты при токах короткого замыкания и потерям напряжения, согласно требованиям ПУЭ 1.7.98, 3.1.9» [12]. Потери напряжения не превышают 3% для сетей освещения и не более 4% для остальных сетей.

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

$$I_{\text{дд}} = I_{\text{ном.дд}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (1)$$

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]:

$$U = \frac{I_{расч} \cdot L \cdot R_{уд}}{S}, \quad (2)$$

где « $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [18].

В таблице 1 приведены результаты выбора кабелей для наружных сетей.

ВРУ и ИБП установлены в помещении электрощитовой. Данные помещения выполнены в соответствии с п. 7.1.30 ПУЭ. Помещения обеспечены естественной вентиляцией, рабочем и аварийным освещением [21].

Сети электроснабжения в здании проложены скрыто - в штробах, в пустотах плит перекрытий, в гофрированных трубах за подвесным потолком (одиночная прокладка), в лотках по помещению электрощитовой, в сплошных металлических коробах за подвесным потолком коридорах в соответствии с п. 15.15 СП 256.1325800.2016. Заполнение коробов выполнено не более 40% в соответствии с п. 2.1.61 ПУЭ. Кабели, относящие к противопожарным потребителям, прокладываются отдельно. При прокладке кабеля через строительные конструкции обеспечивается огнестойкость кабельных проходок не ниже самих строительных конструкций. Огнестойкие проходки выполняются при помощи огнестойкой мастики. В ВРУ и в распределительных электрических щитах устанавливаются самосрабатывающие огнетушители.

Таблица 1 - Результаты выбора кабелей для наружных сетей

Маркировка кабеля	Трасса		Участок трассы кабеля	Кабель по проекту			Расчетные данные				Номинальный ток автоматического выключателя
	Начало	Конец		Марка	Кол-во и сеч. жилы кабеля	Длина, м	Нормальный режим		Аварийный режим		
							Ток, А	$\Delta U, \%$	Ток, А	$\Delta U, \%$	
ВРУ1-Н	ТП-10/0,4 кВ (поз. 7)	ВРУ1 поликлиники (ввод 1)	в траншее	ВБШв нг	4×50	116	-	-	133,3	3,0	160
ВРУ2-Н	ТП-10/0,4 кВ (поз. 7)	ВРУ 1 поликлиники (ввод 2)	в траншее	ВБШв нг	4×50	116	-	-			160
ВРУ3-н	ТП-10/0,4 кВ (поз. 7)	ВРУ2 поликлиники (ввод 1)	в траншее	ВБШв нг	4×240	116	204,5	0,93	427,8	2,57	630
ВРУ4-Н	ТП-10/0,4 кВ (поз. 7)	ВРУ2 поликлиники (ввод 2)	в траншее	ВБШв нг	4×240	116	249	1,37			
ВРУ3-н	ДЭС (поз.3)	ВРУ2 поликлиники (ввод 3)	в траншее	ВБШв нг	4×240	121	-	-	427,8	2,17	
ЩСк1-н	ТП-10/0,4 кВ (поз. 7)	Электрическая котельная (ввод 1)	в траншее	2×ВБШвнг	4×120	65	-	-	512	1,08	630
ЩСк2-н	ТП-10/0,4 кВ (поз. 7)	Электрическая котельная (ввод 2)	в траншее	2×ВБШвнг	4×120	65	-	-			
КС-н	ВРУ2 поликлиники	Кислородная станция	в траншее	ВБШв нг	5×35	74	-	-	89,4	2,9	63
ЛОС-н	ВРУ1 поликлиники	Очистные сооружения	в траншее	ВБШв нг	5×16	81	-	-	2,3	2,9	63
СНд-н	ВРУ2 поликлиники	ДЭС	в траншее	ВБШв нг	5×16	121	-	-	9,94	0,68	63

Распределительные электрические щиты, расположенные в коридорах в конструктивных нишах с противопожарной дверью. Кабель электроснабжения в коридоре проложен в металлических лотках.

Выводы по разделу.

Электроснабжение объекта осуществляется от двухтрансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. Для обеспечения электроприемников особой группы первой категории в работе предусмотрено использование дизель-генераторной установки и источника бесперебойного питания.

По СП 158.13330.2014 электроприемники отделения «особой» группы I категории разделены на классы безопасности по допустимому времени перерыва электроснабжения. К классу 0 (бесперебойное электропитание) относятся медицинское оборудование и аварийное освещение помещений 2й группы. К классу 0,5 (время аварийного переключения на резервный источник – не более 0,5 с.) относятся эвакуационное освещение, системы связи и диспетчеризации, системы противопожарной сигнализации и оповещения.

На вводе 0,4 кВ (в электрощитовой здания) устанавливаются двухсекционные вводно- распределительные устройства (ВРУ) в количестве 2 штук. Для каждой ВРУ предусмотрено по 2 отдельных фидера. На вводах ВРУ установлено автоматическое переключение вводов (АВР) при аварийном режиме.

Электроприемники первой и второй категории питаются от ВРУ1 с АВР на вводе. Электроприемники «особой» группы I категории питаются от ВРУ2, которое имеет третий дополнительный ввод от ДЭС в горячем резерве.

В работе выполнен расчет сечений внутренних и наружных сетей. Распределительные сети выполнены кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, электропитание потребителей ППУ и медицинского оборудования выполнено огнестойким кабелем ВВГнг(А)- FRLSLTx. Для наружных сетей выбран кабель ВБШвнг.

2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок по зданию паллиативной медицинской помощи

Основными силовыми электроприемниками здания являются электрическое освещение, системы вентиляции, медицинское оборудование, оборудование подачи газа, насосы, технологическое оборудование пищеблока, водонагреватели, питающие устройства связи, пожарной сигнализации.

Согласно п. 8.9 СП 256.1325800.2016 на вводах ВРУ установлено автоматическое переключение вводов (АВР) при аварийном режиме. АВР выполнено на основе микропроцессорного контроллера с использованием моторредукторов на вводных и секционном автоматах

Расчет электрических нагрузок ВРУ здания выполнен с учетом коэффициентов спроса, согласно СП 256.1325800.2016 и «Методических рекомендаций по определению расчетных электрических нагрузок учреждений здравоохранения» [20], [9].

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.

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

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

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

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

n - число розеток» [20].

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

Таблица 2 - Расчет электрических нагрузок ВРУ здания, с учетом коэффициентов спроса

Исходные данные								
По проекту				По справочным данным		Расчетный коэффициент реактивной мощности, $tg\phi$	Расчетная мощность, кВт	Расчетный ток I_p , А
Наименование ЭП подключаемые к узлу питания	Количество ЭП, шт.	Мощность, кВт		Коэффициент спроса K_c	Коэффициент мощности $\cos\phi$			
		Одного ЭП. P_H	Общая установочная P_y					
(ВРУ1)								
Рабочее освещение	-	-	12,03	0,89	0,95	0,2	10,7	-
Наружное освещение	-	-	1,08	1	0,98	0,22	1,08	-
Оборудования водоснабжения	-	-	26,05	1	0,95	0,33	26,05	-
Общеобменная вентиляция	16	-	78,62	0,6	0,95	0,33	47,17	-
Бактерицидные излучатели	66	-	5,12	0,3	0,95	0,2	1,54	-
Бытовые розетки	170	0,06	10,2	0,1	0,85	0,66	1,02	-
Компьютерные розетки	24	0,85	20,4	0,4	0,9	0,48	8,16	-
Итого на ВРУ1	-	-	155,4	-	0,94	0,42	97,62	157,3
ВРУ2+ППУ								
Вентиляция помещения 2 группы	-	-	1,85	0,55	0,85	0,62	1,018	-
Медицинское оборудование помещений 2й группы	-	-	18,5	0,3	0,85	0,62	5,55	-
Оборудование медицинских газов	-	-	11,5	1	0,85	0,62	11,5	-
Медицинское оборудование подачи газа. Медицинское холодильное оборудование	-	-	80,7	0,3	0,95	0,33	24,21	-

Продолжение таблицы 2

Исходные данные								
По проекту				По справочным данным		Расчетный коэффициент реактивной мощности, $\text{tg}\varphi$	Расчетная мощность, кВт	Расчетный ток I_p , А
Наименование ЭП подключаемые к узлу питания	Количество ЭП, шт.	Мощность, кВт		Коэффициент спроса K_c	Коэффициент мощности $\cos\varphi$			
		Одного ЭП. P_n	Общая установочная P_y					
Кислородная станция	-	-	50	1	0,85	0,65	50	-
Оборудование СКС	-	-	3	1	0,9	0,33	3	-
Собственные нужды ДЭС	-	-	5	1	0,95	0,33	5	-
Оборудование ИТП	-	-	0,86	1	0,85	0,62	0,86	-
Медицинское оборудование процедурной	-	-	8,5	0,3	0,85	0,62	2,55	-
ППУ								
Аварийное освещение	-	-	2,39	1	0,95	0,33	2,39	-
Противопожарная сигнализация	-	-	0,5	1	0,85	0,62	0,5	-
Противодымная вентиляция	-	-	112,6	1	0,9	0,62	112,6	-
Противопожарная насосная установка	-	-	2,2	1	0,85	0,62	2,2	-
Лифты	-	-	38	0,7	0,85	0,62	26,6	-
Шкаф управления задвижками	-	-	0,2	1	0,85	0,62	0,2	-
Блоки управления клапанами	48	0,06	2,88	1	0,95	0,33	2,88	-
Итого ППУ (нормальный режим)	-	-	43,92	-	0,86	0,56	32,57	-
Итого ППУ (при пожаре)	-	-	158,7	-	0,91	0,44	147,3	249
Итого ВРУ2 (в нормальном режиме)	-	-	242,9	-	0,86	0,6	147,4	261,9

Продолжение таблицы 2

Исходные данные								
По проекту				По справочным данным		Расчетный коэффициент реактивной мощности, $\text{tg}\varphi$	Расчетная мощность, кВт	Расчетный ток I_p , А
Наименование ЭП подключаемые к узлу питания	Количество ЭП, шт.	Мощность, кВт		Коэффициент спроса K_c	Коэффициент мощности $\cos\varphi$			
		Одного ЭП. P_n	Общая установочная P_y					
Итого ВРУ2 при пожаре	-	-	336	-	0,89	0,85	250,3	427,8
Электрическая котельная	-	-	330	1	1	-	330	-
Наружное освещение проезда	-	-	1,3	1	0,85	-	1,3	-
Итого на объект	-	-	729,6	-	0,98	0,21	577,4	901,3
Итого на объект при пожаре	-	-	744,9	-	0,97	0,23	631,2	989,8

$$P_{p.o} = P'_{p.o} + P_{p.p}, \quad (4)$$

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

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

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

$$P_{p.c} = K_c \cdot P_{y.c}, \quad (5)$$

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

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

«Расчетную электрическую нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения P_p , следует определять по формуле» [20]:

$$P_p = K(P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c}), \quad (6)$$

где « K - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение;

K_1 - коэффициент, зависящий от отношения расчетной электрической нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования холодильной станции;

$P_{p.o}$ - расчетная электрическая нагрузка освещения;

$P_{p.c}$ - расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха;

$P_{p.x.c}$ - расчетная электрическая нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха» [20].

Расчетная нагрузка на РУ-0,4 кВ трансформаторной подстанции сетевой организации – 577,4 кВт.

Максимальная нагрузка на РУ-0,4 кВ трансформаторной подстанции сетевой организации при пожаре – 631,2 кВт.

Выводы по разделу.

Основными силовыми электроприемниками здания являются электрическое освещение, системы вентиляции, медицинское оборудование, оборудование подачи газа, насосы, технологическое оборудование пищеблока, водонагреватели, питающие устройства связи, пожарной сигнализации.

Расчет нагрузок был выполнен в соответствии с методическими рекомендациями по определению расчетных электрических нагрузок учреждений здравоохранения.

По результатам расчетов расчетная нагрузка на шинах ТП составила 577 кВт в нормальном режиме и 631 кВт в режиме «Пожар».

3 Обеспечение электрической энергией ЭП в соответствии с их категорией надежности

По степени обеспечения надежности электроснабжения, к особой группе I категории электроснабжения относятся средства противопожарной защиты, системы противодымной вентиляции, аварийное освещение, оборудование систем связи, противопожарные насосы, медицинское оборудование помещений 2й группы.

К потребителям I категории относятся остальные потребители электроснабжения. «Напряжение питающей сети ~380/220В, система распределения электроэнергии и заземления TN-C-S переменного тока.

По характеру электротехнические нагрузки здания не имеют искажающих факторов на показатели качества электроэнергии (ПКЭ) по классификации ГОСТ 32145-2013» [5], [6].

Распределение нагрузок между фазами сети освещения здания выполнено максимально равномерно. Разница в токах наиболее и наименее нагруженных фаз в электрических щитках не превышает 30%.

Здание поликлиники имеют помещения 2й группы: интенсивной терапии.

Согласно таблице 7.9 СП 158.13330.2014 электроприемники отделения «особой» группы I категории разделены на классы безопасности по допустимому времени перерыва электроснабжения во время переключений АВР и запуска ДЭС при возникновении аварийного режима [19].

«К классу 0 (беспереывное электропитание) относятся медицинское оборудование помещений 2й группы и аварийное освещение в помещениях 2й группы.

К классу 0,5 (время аварийного переключения на резервный источник – не более 0,5 с.) относятся эвакуационное освещение, системы связи и диспетчеризации, системы противопожарной сигнализации и оповещения.

К классу >15 (время автоматического переключения на резерв – более

15 с) относятся лифты для пожарных подразделений, медицинское холодильное оборудование, оборудование медицинских газов, противодымная вентиляция, оборудование систем пожаротушения, общеобменная вентиляция для помещения 2й группы.

Для обеспечения непрерывного электроснабжения при аварийном режиме в работе предусмотрено установка щита гарантированного питания (ЩС2.2) с источником бесперебойного питания (ИБП). К ЩС2.2 подключено медицинское оборудование помещений 2й группы» [19]. ИБП обеспечивает непрерывное электроснабжение потребителей за время коммутационных переключений АВР и за время автоматического запуска ДЭС при аварийном режиме. Светильники эвакуационного освещения и резервного освещения помещения 2й группы имеют встроенные ИБП, которые обеспечивают непрерывную работу при аварийном режиме. Сети электропитания медицинского оборудования помещений 2й группы выполнены огнестойким кабелем ВВГнг(А)- FRLSLTx [1].

Согласно п. 7.7.2.3.5.1 СП 158.13330.2014 электроснабжение медицинского оборудования помещений 2й группы осуществляется через разделительный трансформатор. Для этого в проекте предусмотрена установка в помещениях второй группы разделительных трансформаторов заводского исполнения. Применяемые щиты имеют контроль изоляции, контроль превышения температуры трансформатора и перегрузки в соответствии с 7.7.2.3.5.5 СП 158.13330.2014. Щиты с разделительным трансформатором имеют устройство световой и звуковой сигнализации аварийного режима. Корпус щитов с разделительным трансформатором имеют степень защиты IP54 [2].

Розетки системы IT для электроснабжения медицинского оборудования в помещениях 2 группы имеют соответствующую маркировку.

Подключение медицинского оборудования выполнено огнестойким кабелем ВВГнг(А)- FRLSLTx.

Оборудование связи, диспетчеризации, пожарной сигнализации и

оповещения имеют встроенные ИБП, которые учтены в соответствующих разделах. Встроенные ИБП обеспечивают беспереывное электроснабжение данного оборудования в соответствии с классом безопасности.

Для электропитания противопожарных систем в работе предусмотрена панель противопожарных устройств (ППУ). Электроснабжение ППУ осуществляется от ВРУ2 с питанием от трех независимых источников электроснабжения. На вводе ВРУ2 установлен АВР. Корпус ППУ выполнен в соответствии с п. 4.10 СП6 13130.2013 и окрашен в красный цвет [24].

В работе не предусмотрена компенсация реактивной мощности [23].

Автоматический запуск ДЭС осуществляется от сигнала системы АВР ВРУ2. Аварийным условием для запуска АВР является нарушение электроснабжения (недопустимое понижение/повышение напряжения) на двух вводах ВРУ2. АВР ВРУ2 выполнено на основе логического микропроцессорного реле, которое отслеживает наличие напряжения на вводах и осуществляет коммутационные переключения подачей сигналов на моторедукторы вводных и секционного автоматического выключателя.

Нормальный режим работы ВРУ выполняется при наличии напряжения на двух основных вводах от трансформаторной подстанции. Вводные автоматические выключатели этих вводов включены. Секционный автоматически выключатель и выключатель ввода от ДЭС выключены. При возникновении аварийной ситуации на одном из вводов система АВР выключает автоматический выключатель аварийного ввода, включает секционный автоматический выключатель. При возникновении аварийной ситуации на двух основных вводах, АВР отключает выключатели аварийных вводов, подает сигнал на автоматический запуск ДЭС, получает обратную связь, включает вводной выключатель ввода от ДЭС, включает секционный выключатель [11].

Диспетчеризация выполнена для, ДЭС, ИБП и разделительных трансформаторов [16].

Согласно СП 158.13330.2014 диспетчеризация обеспечивает

сигнализацию аварийного режима электроснабжения для информирования медицинского персонала в медицинских помещениях 2 группы. Диспетчеризация передает сигналы работы ДЭС и ИБП, уровень заряда ИБП.

Для контроля работы разделительных трансформаторов их установка осуществляется непосредственно в помещении 2й группы и передает сигналы нормальной и аварийной работы (перегрев, состояние изоляции и т.д.).

Автоматическое включение противодымной вентиляции осуществляется по сигналу пожар от контрольного прибора АПС. Отключение приточных систем вентиляции при пожаре выполняется индивидуально для каждой системы – подачей команды в цепи управления. Отключение вытяжной вентиляции при пожаре осуществляется от ВРУ при помощи независимого расцепителя на питающем автоматическом выключателе.

Выбор технологического оборудования (сантехнические установки, электрические, технологические) выполнен с учетом требований ст. 10 № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [25].

В работе предусматривается общий учет активной и реактивной энергии, который, согласно ТУ, устанавливается в РУ-0,4 кВ двухтрансформаторной подстанции и в водных панелей ВРУ здания. Выбор схем питающих сетей и расчет пропускной способности всех ее элементов в работе производится с учетом наименьших потерь мощности и электроэнергии.

«В качестве энергосберегающих мероприятий предусматривается:

- рациональная загрузка силовых трансформаторов;
- симметричная (равномерная) загрузка фаз;
- применение современного оборудования с высокими электротехническими характеристиками;
- применение приборов учета электроэнергии соответствующего класса точности;

- обеспечение регламентируемых потерь электроэнергии в распределительных и групповых сетях согласно нормативным документам;
- использование энергосберегающих источников света – светодиодных светильников» [15].

Учёт электроэнергии осуществляется электронными трехфазными многотарифными счетчиками марки МЕРКУРИЙ 230 производства «Энергомера» класса точности - 0,5S трансформаторного включения. Приборы учета установлены на стороне низкого напряжения КТП 10/0,4 кВ. в трансформаторной подстанции и в вводных панелях ВРУ.

Для снятия показаний учета дистанционно приборы учета оснащены встроенным интерфейсом связи RS485.

Выводы по разделу.

Распределение нагрузок между фазами сети освещения здания выполнено максимально равномерно. Разница в токах наиболее и наименее нагруженных фаз в электрических щитках не превышает 30%.

В качестве энергосберегающих мероприятий предусматривается:

- применение современного оборудования с высокими электротехническими характеристиками;
- обеспечение регламентируемых потерь электроэнергии в распределительных и групповых сетях согласно нормативным документам;
- использование энергосберегающих источников света – светодиодных светильников.

4 Разработка решений по заземлению и молниезащите здания

Электроснабжение здания выполнено для системы с глухозаземленной нейтралью. Для выполнения условий электробезопасности в сооружениях принята система заземления TN-S.

На вводе в электроустановку в здание выполнено повторное заземление.

«Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме в работе предусматриваются следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей электрооборудования;
- применение оболочек оборудования со степенью защиты, соответствующей категории помещения;
- применение дифференциальных автоматов для розеточных сетей и потребителей во влажных помещениях» [7].

«Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции в работе приняты меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление электроустановки;
- автоматическое отключение электропитания;
- автоматические выключатели приняты согласно п. 1.7.79 ПУЭ с наибольшим допустимым временем отключения - в групповых сетях напряжением $U_{\sim}220\text{В}$ 0,4 сек.; $U_{\sim}380\text{В}$ 0,2 сек. В цепях, питающих распределительные групповые щиты время отключения не превышает 5 сек.;
- система уравнивания потенциалов» [7].

Все штепсельные розетки принимаются с дополнительным заземляющим контактом.

«В работе выполнена основная система уравнивания потенциалов, соединяющей между собой следующие проводящие части согласно п.1.7.82:

- PEN и PE-проводники питающего кабеля;
- PE-шина в ВРУ;

- металлические части систем вентиляции;
- металлические трубы инженерных коммуникаций, входящих в здание;
- заземлитель молниезащиты;
- повторное заземление PEN-проводника питающего кабеля;
- металлические конструкции здания» [12].

Соединение указанных проводящих систем между собой выполняется при помощи проводников уравнивания потенциалов через шину РЕ во ВРУ, которая является главной заземляющей шиной.

Система дополнительного уравнивания потенциалов соединяет между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания. Система дополнительного уравнивания потенциалов выполняется путем соединения открытых металлических частей с шиной РЕ распределительных групповых щитков с помощью защитного проводника болтовыми соединениями.

Система дополнительного уравнивания потенциалов предусмотрена в помещениях 2й группы в санузлах и душевых.

Шина дополнительного уравнивания потенциалов в помещениях 2й группы выполнена из меди и проложена в каждом помещении 2й группы на высоте 150 мм от уровня пола. Шина дополнительного заземления соединяется с шиной РЕ питающего распределительного щитка. Соединение выполнено кабелем сечением 16мм².

Для санузлов и других влажных помещений к дополнительной системе уравнивания потенциалов присоединены металлические элементы сантехники. Для присоединение этих элементов в работе предусмотрена установка распаячных коробок с медной шиной РЕ. Соединение коробок осуществляется к шине РЕ питающего распределительного щитка.

Схема заземления элементов показана на рисунке 1.

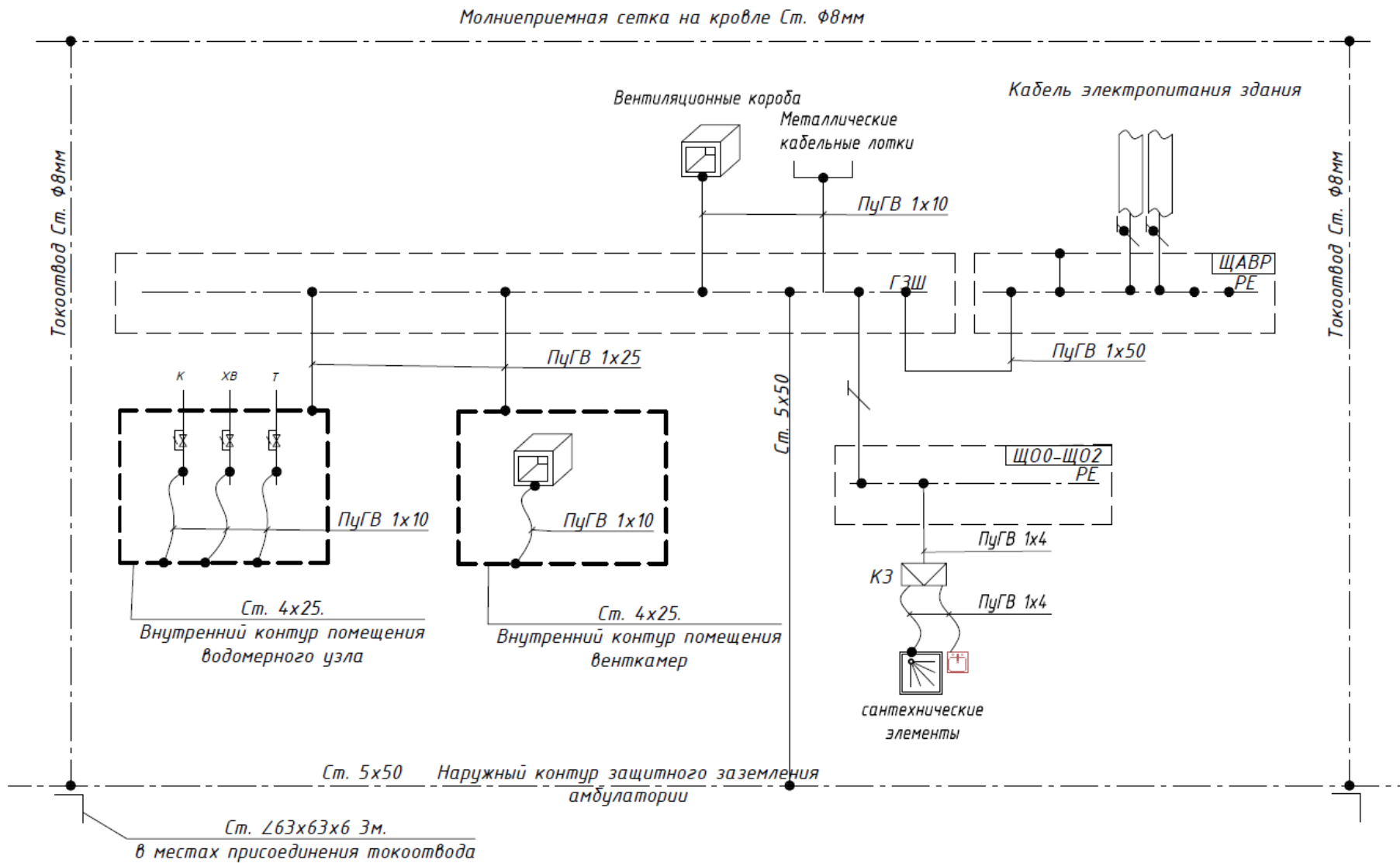


Рисунок 1 - Схема заземления элементов

В работе предусматривается наружный контур заземления здания поликлиники и блок-контейнера ДЭС. Наружный контур заземления выполнен из оцинкованной полосовой стали сечением 5×50 мм. Сталь полосовая прокладывается по периметру здания на глубине 0,7 м от планировочной отметки земли на расстоянии 1,0 м от наружной стены здания и блок-контейнера, электроды забиваются в месте ввода питающих кабелей в сооружение и присоединяются к наружному контуру заземления. ОЗУ соединяется с ГЗШ. Сопротивления устройства защитного заземления ДЭС, согласно п. 1.7101 ПУЭ составляет не более 4 Ом.

«Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали» [11]:

$$R_{\text{го}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.г}}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (7)$$

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

l – длина вертикального заземлителя;

b – ширина полки уголка;

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

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [11]:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (8)$$

где « t_0 – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [11];

«Сопротивление вертикальных электродов при коэффициенте использования нормативном коэффициенте использования» [11]:

$$R_g = \frac{R_{го}}{\eta_g \cdot n_g}, \quad (9)$$

где « η_g – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [11];

«Сопrotивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы для 2-ой климатической зоны» [11]:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (10)$$

где « l_z – длина горизонтального заземлителя;

b – ширина полосы горизонтального заземлителя;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя» [11];

«Расчетное результирующее сопротивление R_u заземляющего устройства» [11]:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_g}{R_z + R_g}, \quad (11)$$

«Защита здания от прямых ударов молнии в соответствии с требованиями СО153-34.21.122- 2003 и РД 34.21.122-87 выполняется по III категории» [17], [13]. В качестве молниеприемника на кровле укладывается металлическая сетка, выполненная из круглой стали диаметром 8 мм, шаг ячейки не менее 10×10м.

Крепление молниеприемной сетки на кровле осуществляется при помощи держателей.

Токоотводы от металлической кровли выполнены из стали $d=8$ мм и присоединены к контуру наружного заземления. Токоотводы проложены по стенам здания на максимальном расстоянии от окон через каждые 20 м.

На рисунке 2 приведен план молниезащиты здания.

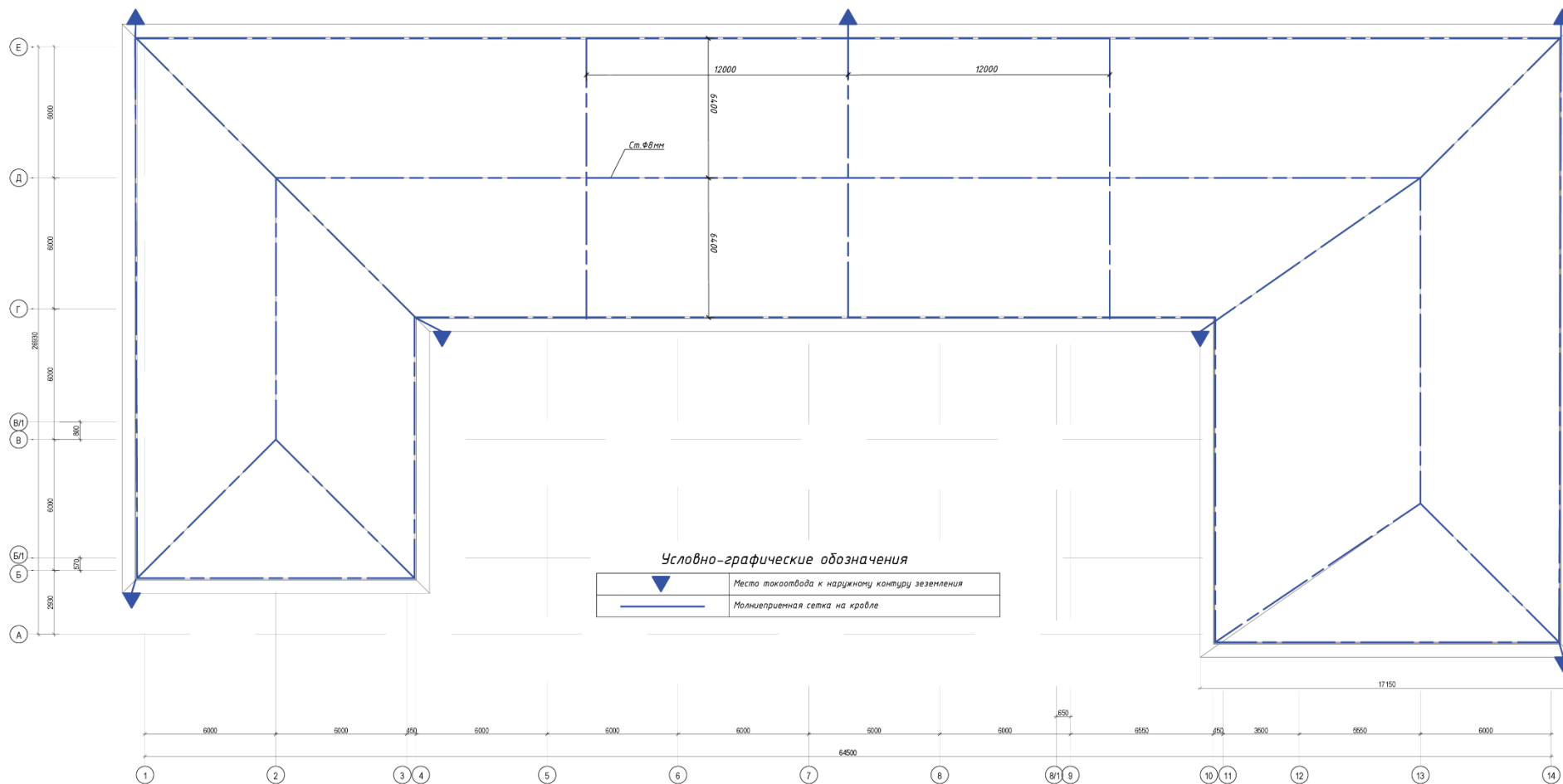


Рисунок 2 - План молниезащиты здания

Молниезащита блок-контейнера ДЭС выполнена естественными молниеприемниками конструкции контейнера. Металлический каркас блок-контейнера выполнен из металлопроката толщиной более 4 мм, что удовлетворяет п. 3.2.1.2 СО 153-34.21.122-2003. Металлические конструкции каркаса ДЭС соединены сварным соединением с защитным контуром защитного заземления.

Выводы по разделу.

Для выполнения условий электробезопасности принята система заземления TN-S. На вводе в электроустановку в здание выполнено повторное заземление.

В работе произведен расчет параметров заземляющего устройства, наружный контур заземления выполнен из оцинкованной полосовой стали 5×50 мм, прокладываемой по периметру здания на глубине 0,7 м и вертикальных электродов, число которых было определено из условия обеспечения общего сопротивления устройства защитного заземления не более 4 Ом.

В качестве молниеприемника на кровле укладывается металлическая сетка, выполненная из круглой стали диаметром 8 мм с шагом ячейки 10×10м.

5 Выбор проводников и защитных аппаратов

Сети электропитания выполнены кабелями с медной жилой марки ВВГнг(А)-LSLTx. Подключение потребителей медицинского оборудования помещений 2й группы, оборудования противопожарной защиты, аварийного освещения, а также других систем, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара, выполняется огнестойким кабелем марки ВВГнг(А)-FRLSLTx.

Кабели приняты расчетных сечений, с учетом способа прокладки согласно ГОСТ Р 50571. 5.52-2011 и ПУЭ седьмого издания. Подключение переносных электроприемников осуществляется с помощью гибких шланговых кабелей через розетки с третьим или пятым заземляющим контактом.

Прокладка кабелей систем противопожарной защиты выполняется отдельно от остальных кабелей.

Прокладка кабелей и проводов через строительные конструкции осуществляется с использованием кабельных проходок, предел огнестойкости которых не ниже предела огнестойкости данных конструкций. Проходки кабельных линий через конструкции стен и перегородок выполняются с заделкой отверстий огнезащитным составом (ПУЭ п. 2.1.58).

Групповые линии для силовых токоприемников выполняются с дополнительным защитным РЕ-проводником. Распределительная сеть выполняется пятипроводной (3L+N+PE).

«Нормы освещенности и осветительная арматура выбрана в соответствии с назначением помещением и характером окружающей среды по СП52.13330.2011, со степенью защиты IP20-IP65.

Типы и исполнение светильников принимаются по категориям среды, назначением и высотой помещений и в зависимости от конструкции потолков.

Классы защиты светильников от поражения электрическим током – I; II» [22].

«Для защиты электрических сетей от перегрузки и токов короткого замыкания выбираются автоматические выключатели методика выбора которых приведена ниже» [3].

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

– по номинальному напряжению» [11]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (12)$$

– «по номинальному току» [11]

$$I_{np} \geq I_{pa};, \quad (13)$$

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

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

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

«Выбор исполнения расцепителей максимального тока. Если в соответствии с ПУЭ требуется защита от перегрузки и эта защита не обеспечивается другими устройствами, то автоматические выключатели должны иметь расцепители максимального тока с обратной зависимостью от тока характеристикой.

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

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

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

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

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

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [11].

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

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

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

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

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

$$t_{cp} > t_{доп},, \quad (17)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

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

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

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

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

$$I_2 \leq 1,45I_{дон},, \quad (19)$$

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

I_{np} – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимы ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [11].

«При выполнении защиты от перегрузок и КЗ следует также выполнять требования 3.1.11 ПУЭ в части согласованности проводников и защитных устройств.

Проверка на селективность. В соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [12].

Выбранные типы, номинальные токи и токи расцепителей обозначены на листах графического материала работы.

Выводы по разделу.

Для защиты электрических сетей от перегрузки и токов короткого замыкания выбраны автоматические выключатели и дифференциальные автоматические выключатели.

6 Определение параметров системы искусственного электрического освещения

Внутреннее электроосвещение запроектировано из расчета нормируемой освещенности, в соответствии с таблицей Л.1 СП 52.13330.2016 [22].

Освещение в здании разделено на следующие виды:

- общее рабочее по всем помещениям;
- аварийное резервное освещение согласно п. 5.1.2, установлено в перевязочных, процедурных, приемных отделениях, на постах дежурных медицинских сестер; в помещениях оперативной части; в помещениях диспетчерских, операторских, в узлах связи, электрощитовых, дежурных пожарных постах, на постах постоянной охраны; в гардеробах в вестибюлях, в санузлах МГН, а также в тепловых пунктах, в лифтовых шахтах и насосных. В медицинских помещениях 2 группы часть светильников подключена к системе аварийного освещения. В палатах интенсивной терапии от источника питания систем безопасности должно быть запитано не менее 25% общего освещения. Светильники в помещениях 2й категории имеют встроенный ИБП.
- аварийное эвакуационное установлено по местам основных проходов путей эвакуации (в коридорах, лестничных клетках, тамбурах) в местах установки пожарных кранов, в помещениях имеют встраиваемый блоком аварийного питания.
- дежурное (ночное) освещение установлено в палатах. Освещение выполнено светильниками встроенного исполнения, которые монтируются в ниши около входа в палату. Дежурное освещение присоединено к сетям эвакуационного освещения.
- ремонтное в электрощитовой, в венткамере, в тепловом узле, в помещении медицинских газов.

Расчет освещения выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования.

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

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

где « A и B - длина и ширина помещения;

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

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [22]:

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

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [22].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [22]:

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

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

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

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

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

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

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

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

В таблицу 3 сведем результаты расчетов количества светильников по этажам.

Таблица 3 - Результаты расчетов количества светильников по этажам

Производитель	Название артикула	Световой поток	Мощность, Вт	Число, шт.
Подвал				
Светодиодный светильник IP65	SLICK.OPL ECO LED 30 4000K	3300 lm	32 W	56
Светодиодный светильник	CD LED 27 4000K	2500 lm	22 W	37
Светодиодный светильник	CD LED 27 EM 4000K	2500 lm	22 W	3
Светодиодный светильник	OPTIMA.OPL ECO LED 595 4000K	3200 lm	26 W	20
Светодиодный светильник с ИБП	OPTIMA.OPL ECO LED 595 EM 4000K	3200 lm	26 W	15
Указатель выхода	MIZAR 4023-3 LED SP	200 lm	3 W	9

Продолжение таблицы 3

Производитель	Название артикула	Световой поток	Мощность, Вт	Число, шт.
1й этаж				
Светильник светодиодный со встроенным ИБП	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 EM 4000K	3600 lm	32 W	3
Светильник светодиодный	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	3600 lm	32 W	56
Светильник светодиодный	SAFARI DL LED 20 4000K	1900 lm	20 W	17
Светильник светодиодный	OPTIMA.OPL ECO LED 595 4000K	3200 lm	26 W	109
Светильник светодиодный со встроенным ИБП	OPTIMA.OPL ECO LED 595 EM 4000K	3200 lm	26 W	27
Светильник светодиодный	SLICK.OPL ECO LED 30 4000K	3300 lm	32 W	2
Светильник светодиодный	MIZAR 4023-3 LED SP	200 lm	3 W	30
Светильник светодиодный	CD LED 27 EM 4000K	2500 lm	22 W	1
2й этаж				
Светильник светодиодный	SAFARI DL LED 20 4000K	1900 lm	20 W	37
Светильник светодиодный	OWP OPTIMA LED 595 IP54/IP54 4000K	3600 lm	32 W	34
Светильник светодиодный	OPTIMA.OPL ECO LED 595 4000K	3200 lm	26 W	81
Светильник светодиодный	OPTIMA.OPL ECO LED 595 EM 4000K	3200 lm	26 W	20
Светильник светодиодный	MIZAR 4023-3 LED SP	200 lm	3 W	8

Светильники аварийного освещения имеют знак, отличающий от светильников рабочего освещения - буква «А» на светильнике.

Питание аварийного освещения осуществляется от щитов освещения типа ЩАО, устанавливаемых на этажах.

Питание ремонтного освещения выполняется от ящиков с понижительными трансформаторами ЯТП-0,25кВА, 220/36В.

Групповые сети освещения выполнены трехпроводными (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный проводники), кабелем с медными

жилами марки ВВГнг(А)-FRLSLTx с сечением $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$ скрыто за подвесным потолком в гофротрубах, под гипсокартоном, под слоем штукатурки. Проходы в стене выполнены с заделкой негорючим материалом.

Все металлические нетоковедущие части электрооборудования подлежат заземлению путем металлического соединения с нулевым защитным проводом сети (третья, пятая жилы кабеля).

Выключатели для управления освещением в помещениях МНГ выбраны контрастного цвета и устанавливаются на высоте 1,1 метра от уровня пола.

Наружное электроосвещение территории отделения выполняется светильниками уличного освещения установленные на металлических опорах.

Подключение наружного освещения территории предусматривается, через ящик управления освещением ЯОУ-9601. Управление наружным освещением осуществляется в ручном и автоматическом режиме от фотореле и программатора.

В работе предусмотрено наружное освещение автомобильного проезда до территории поликлиники. Освещение выполнено светодиодными светильниками УСС-120 установленных на стальных опорах. Опоры установлены вдоль проезда с интервалов 27 метров. Светильники наружного освещения проезда обеспечивают нормированную освещенность на уровне полотна 10 лк. Сети электропитания освещения проезда выполнены проводом СИП2 $4 \times 16 + 1 \times 54$. СИП проложен по порам освещения с креплением линейной арматурой.

Выводы по разделу.

По методу удельной мощности и коэффициента использования светового потока определено необходимое количество светодиодных светильников в подвале, и на первом и втором этажах здания.

Питание аварийного освещения осуществляется от щитов освещения типа ЩАО, устанавливаемых на этажах.

Для наружного освещения автомобильного проезда до здания выбраны светодиодные светильники УСС-120, устанавливаемые на стальных опорах.

7 Выбор дополнительных и резервных источников питания

В качестве дополнительного резервного источника электроэнергии используется ДЭС и ИБП.

Электростанция дизельная ЭД300С-Т400-2РН в блочно-модульном здании в комплекте. Внешний вид выбранной ДЭС приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 - Внешний вид выбранной ДЭС ЭД300С-Т400-2РН

Характеристики ДЭС:

- номинальная мощность ДЭС, кВт – 300;
- номинальное напряжение, кВ - 0,4;
- степень автоматизации – III;
- климатическое исполнение ГОСТ 15150-69 - УХЛ1;
- объем топливного бака, л – 650;
- время работы автономной ДЭС при расчетной нагрузке – 13 часов;

Перечень оборудования энерго модуля:

- электростанция дизельная MW-Power AD300С-Т400-2Р;

- щит управления электрогенераторной установкой с контроллером DSE7320 с функцией удаленного мониторинга;
- щит собственных нужд;
- прибор пожарно-охранной сигнализации «Болид С2000 АСПТ» (или аналог);
- электроконвектор;
- светодиодные светильники освещения;
- критический глушитель – 35Дб;
- алюминиевые вентиляционные клапаны с электроприводом;
- дублирующая выносная панель в которой отображаются сигналы: работа ДЭС; авария ДЭС; критический уровень топлива; несанкционированный доступ в помещение ДЭС; пожар в помещении ДЭС.

Наружные сети электроснабжения и управления ДЭС выполнены кабельной линией, проложенной в земле в траншее.

ИБП применяется как дополнительный источник питания медицинского оборудования помещений 2й группы. ИБП поставляется в комплекте с аккумуляторными батареями и шкафом для них. АКБ поставляются в необходимом количестве для обеспечения потребителей ИБП соответствующего напряжения и мощности.

Основные характеристики ИБП:

- входное и выходное напряжение 380 В;
- номинальная выходная мощность – 10 кВА.

Состояние ИБП (количество заряда, работа, резерв, авария) передается по средствам связи и диспетчеризации передается персоналу поликлиники.

Выводы по разделу.

В качестве дополнительного резервного источника электроэнергии выбрана дизельная электростанция ЭД300С-Т400-2РН с номинальной мощностью 300 кВт и ИБП мощностью 10 кВА для потребителей беспереывного режима работы.

Заключение

Целью работы являлось обустройство здания для оказания паллиативной медицинской помощи населению и осуществления новых видов качественных медицинских услуг.

Электроснабжение объекта осуществляется от двухтрансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. Для обеспечения электроприемников особой группы первой категории в работе предусмотрено использование дизель-генераторной установки и источника бесперебойного питания.

По СП 158.13330.2014 электроприемники отделения «особой» группы I категории разделены на классы безопасности по допустимому времени перерыва электроснабжения. К классу 0 (бесперебойное электропитание) относятся медицинское оборудование и аварийное освещение помещений 2й группы. К классу 0,5 (время аварийного переключения на резервный источник – не более 0,5 с.) относятся эвакуационное освещение, системы связи и диспетчеризации, системы противопожарной сигнализации и оповещения.

На вводе 0,4 кВ (в электрощитовой здания) устанавливаются двухсекционные вводно-распределительные устройства (ВРУ) в количестве 2 штук. Для каждой ВРУ предусмотрено по 2 отдельных фидера. На вводах ВРУ установлено автоматическое переключение вводов (АВР) при аварийном режиме.

Электроприемники первой и второй категории питаются от ВРУ1 с АВР на вводе. Электроприемники «особой» группы I категории питаются от ВРУ2, которое имеет третий дополнительный ввод от ДЭС в горячем резерве.

В работе выполнен расчет сечений внутренних и наружных сетей. Распределительные сети выполнены кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, электропитание потребителей ППУ и медицинского оборудования выполнено огнестойким кабелем ВВГнг(А)-FRLSLTx. Для наружных сетей выбран кабель ВБШвнг.

Основными силовыми электроприемниками здания являются

электрическое освещение, системы вентиляции, медицинское оборудование, оборудование подачи газа, насосы, технологическое оборудование пищеблока, водонагреватели, питающие устройства связи, пожарной сигнализации.

Расчет нагрузок был выполнен в соответствии с методическими рекомендациями по определению расчетных электрических нагрузок учреждений здравоохранения.

По результатам расчетов расчетная нагрузка на шинах ТП составила 577 кВт в нормальном режиме и 631 кВт в режиме «Пожар».

Распределение нагрузок между фазами сети освещения здания выполнено максимально равномерно. Разница в токах наиболее и наименее нагруженных фаз в электрических щитках не превышает 30%.

В качестве энергосберегающих мероприятий предусматривается:

- применение современного оборудования с высокими электротехническими характеристиками;
- обеспечение регламентируемых потерь электроэнергии в распределительных и групповых сетях согласно нормативным документам;
- использование энергосберегающих источников света – светодиодных светильников.

Для выполнения условий электробезопасности принята система заземления TN-S. На вводе в электроустановку в здание выполнено повторное заземление.

В работе произведен расчет параметров заземляющего устройства, наружный контур заземления выполнен из оцинкованной полосовой стали 5×50 мм, прокладываемой по периметру здания на глубине 0,7 м и вертикальных электродов, число которых было определено из условия обеспечения общего сопротивления устройства защитного заземления не более 4 Ом.

В качестве молниеприемника на кровле укладывается металлическая сетка, выполненная из круглой стали диаметром 8 мм с шагом ячейки 10×10м.

Для защиты электрических сетей от перегрузки и токов короткого замыкания выбраны автоматические выключатели и дифференциальные автоматические выключатели.

По методу удельной мощности и коэффициента использования светового потока определено необходимое количество светодиодных светильников в подвале, на первом и втором этажах здания.

Питание аварийного освещения осуществляется от щитов освещения типа ЩАО, устанавливаемых на этажах.

Для наружного освещения автомобильного проезда до здания выбраны светодиодные светильники УСС-120, устанавливаемые на стальных опорах.

В качестве дополнительного резервного источника электроэнергии выбрана дизельная электростанция ЭД300С-Т400-2РН с номинальной мощностью 300 кВт и ИБП мощностью 10 кВА для потребителей беспереывного режима работы.

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 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).
3. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 15.08.2023).
4. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 30.12.2023).
5. 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).
6. ГОСТ 32145-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104289> (дата обращения 16.01.2024).
7. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 17.01.2024).

8. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 15.12.2023).
9. 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).
10. Миронова А.Н., Миронов Ю.М. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2023. 470 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1996313> (дата обращения: 15.11.2023).
11. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 416 с.
12. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 23.01.2024).
13. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 13.08.2023).
14. Серия А5-92. Прокладка кабелей напряжением до 35 кв в траншеях. Выпуск 1. Материалы для проектирования и рабочие чертежи. [Электронный ресурс]. URL: <https://iolitm.ru/library/62-kabelnye-linii/914-seriya-a5-92> (дата обращения 16.01.2024).
15. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.
16. 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).

17. 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).

18. Соколов Л.И. Инженерные системы высотных и большепролетных зданий и сооружений: учеб. пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 604 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053274> (дата обращения 23.12.2023).

19. 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).

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

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

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

23. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105> (дата обращения 12.01.2024).

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

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