

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 центра восстановительной медицины и реабилитации

Обучающийся

М.С. Батаргалиев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2022

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы электроснабжения спального корпуса и водолечебницы центра восстановительной медицины и реабилитации.

Произведено обоснование принятой схемы внешнего электроснабжения, определены основные и резервные источники питания.

Выполнен анализ сведений об электроприемниках их установленной и расчётной мощности. Определены суммарные расчетные нагрузки существующих корпусов и планируемых к строительству.

Определены мощности электроприемников, которые должны получать питание от резервной дизель-генераторной установки. Все группы электроприемников лечебного центра разделены на группы в зависимости от категории по надежности электроснабжения. Определены требования к организации их питания. Приведён перечень энергосберегающих мероприятий, планируемых к реализации в системе электроснабжения. Выбраны типы кабелей для организации внешнего электроснабжения корпусов и для использования во внутренней системе электроснабжения отдельных электроприемников внутри спального корпуса и водолечебницы. Выбраны светильники и определены требования к ним для освещения территории медицинского центра. Произведён расчёт нагрузок спального корпуса и корпуса водолечебницы по методу коэффициента спроса. Выбраны тип и класс проводов и осветительной арматуры, применяемой во внутреннем электроснабжении. По методу коэффициента использования светового потока определено количество и типы светодиодных светильников, устанавливаемых внутри каждого из помещений.

ВКР бакалавра состоит из записки объемом 46 страниц печатного текста и графической части, выполненной на листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Наружные сети электроснабжения.....	5
1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения	6
1.2 Сведения об электроприемниках, их установленной и расчётной мощности	7
1.3 Требования к надежности электроснабжения, качеству электроэнергии и компенсации реактивной мощности	9
1.4 Обеспечение соблюдения установленных требований энергетической эффективности	11
1.5 Выбор мощности сетевых и трансформаторных объектов, проводов и осветительной арматуры	12
1.6 Выбор основных решений по организации системы рабочего и аварийного освещения.....	13
2 Проектирование системы внутреннего электроснабжения спального корпуса и корпуса водолечебницы.....	15
2.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения	15
2.2 Сведения об электроприемниках их установленной и расчётной мощности	16
2.3 Требования к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии	21
2.4 Разработка решений по компенсации реактивной мощности и экономии электроэнергии	22
2.5 Выбор типа, класса проводов и осветительной арматуры	22
2.6 Расчет параметров системы рабочего и аварийного освещения спального корпуса и водолечебницы.....	25
Заключение	43
Список используемой литературы	45

Введение

В состав Центра восстановительной медицины и реабилитации на момент начала проектирования входят следующие основные объекты:

- 4-этажный спальный корпус;
- Корпуса грязелечебницы и водолечебницы;
- Лечебный корпус;
- Объекты инфраструктуры (водозаборные и водоочистные сооружения, очистные сооружения водоотведения, сети тепло-, водо- и электроснабжения).

Проектом реконструкции центра предусматривается:

- Реконструкция лечебного корпуса для нужд физиолечения;
- Строительство нового водолечебного корпуса с бассейном и увеличением объема и качества водных процедур с использованием природной минерализованной воды;
- Строительство спального корпуса на 60 мест с размещением в нем ряда лечебных помещений, а также столовой;
- Комплекс водолечебного и спального корпусов связываются теплыми переходами с существующими и реконструируемыми зданиями центра.

Кроме того, проектом предусматривается строительство тепловой стоянки на 4 машиноместа различного класса. В связи с увеличением числа объектов, количества потребителей услуг по реабилитационному лечению, а также предоставляемых процедуры персонала, увеличиваются расходы потребляемых энергоресурсов. Поэтому проектом предусматривается так же реконструкция объектов инфраструктуры, заключающаяся в, практически полной их замене, в том числе ввиду их изношенности.

Цель работы заключается в проектировании надежной и экономичной системы электроснабжения спального корпуса и водолечебницы центра восстановительной медицины и реабилитации.

1 Наружные сети электроснабжения

В соответствии с «Техническими условиями для присоединения к электрическим сетям», выданными энергоснабжающей организацией, электроснабжение проектируемых объектов обеспечивается по III категории надежности. Для обеспечения II категории надежности электроснабжения запроектированы ДЭС. Электроснабжение зданий предусматривается:

- от существующей ТП-119 типа 2КТПН-630/10/0,4-ХЛЗ;
- от модульных дизель-генераторных установок контейнерного типа на 400кВА, 325 кВА и 280кВА – резервный источник питания.

Основным источником питания является ПС 110/10кВ. Резервным источником для потребителей второй и первой категории источником электроснабжения являются дизель-генераторные станция.

Дизель-генераторные установки (ДГУ) FOGO FDF 280 S (номинальной мощностью 220 кВт), FDF 325 S (номинальной мощностью 260 кВт), FDF 400S (номинальной мощностью 320 кВт) соответствуют второй степени автоматизации. В автоматическом режиме работы данные ДГУ при соблюдении условий эксплуатации и периодичности проведения регламентных работ по техническому обслуживанию согласно заводским инструкциям по эксплуатации обеспечивают запуск и выход на номинальный режим работы в интервале 15- 60 секунд, что соответствует требованию ГОСТ 10032-80. Запас топлива обеспечивается существующими резервуарами для автономной работы всех трех ДЭС на номинальной мощности не менее 24 часов.

Принятые к установке ДГУ выполнены в полноформатном блок-контейнере, оборудованном системами жизнеобеспечения установки (собственные нужды): комплектуется распределительным щитом для подключения потребителей, системой рабочего и аварийного освещения, системой автоматизированного отопления, автоматической принудительной приточно-вытяжной вентиляции, автономной охранно-пожарной

сигнализацией, системой автоматического пожаротушения. Электроснабжение щита собственных нужд ДГУ выполняется от ТП-119.

1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения

Запроектирован перенос существующей ТП-119 на новое место. На стороне 10 кВ ТП-119 подключается от ближайшей анкерной опоры ВЛ-10 кВ, через разъединительный пункт РЛК-10 установленный на промежуточной опоре.

Ответвление от существующей ВЛ-10кВ до опоры №1 выполняет сетевая организация. От опоры №1 до ТП-119 запроектирована кабельная линия 10кВ в земле. Линия запроектирована с учетом увеличения нагрузки.

Для потребителей II категории на вводе в зданиях в электрощитовой запроектированы вводно-распределительные устройства, состоящее из вводных панелей ВРУ позволяющие вручную взаимно резервировать фидера в аварийном режиме [2].

Для потребителей I категории надёжности электроснабжения запроектирована установка вводного устройства с АВР. Для распределения электроэнергии потребителей первой категории запроектирована панель противопожарных устройств ППУ и распределительная панель ГРЩ.

Для потребителей третьей категории запроектирована вводно-распределительная панель ВРУ.

Запроектировано переподключение существующих потребителей. К существующим потребителям относятся:

- наружное освещение (щит ЯУО1, расположенный у опоры освещения);
- оздоровительный корпус (щит ШР-5 и ШР-4). Электроснабжение выполнено двумя кабелями один от ТП, второй от ДГУ.
- грязелечебница (щит ШР-2 и ШР-1). Электроснабжение выполнено двумя кабелями от ТП от разных трансформаторов.
- административный корпус (щиты ВРУ-Е, ВРУ-1 и ВРУ-2).

Электроснабжение ВРУ-Е выполнено двумя кабелями один от ТП, второй от ДГУ. Электроснабжение ВРУ-1 и ВРУ-2 выполнено двумя кабелями от ТП от разных трансформаторов.

Остальные потребители территории подключены от водных щитов этих зданий. Переподключение потребителей запроектировано без изменения категории надежности ранее запроектированных зданий путем прокладки новых кабельных линий от ТП-119 и ДГУ до точки врезки находящейся около демонтируемой ТП-119. В точке врезки запроектирована установка соединительных муфт. Запроектирован перенос существующих кабельных линий до щитов ШР-4 и ШР-5 попадающих в зону строительства перехода.

1.2 Сведения об электроприемниках, их установленной и расчётной мощности

Силовыми проектируемыми электроприёмниками являются [4]:

- здание водолечебницы (технологическое оборудование, освещение, лифты, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- здание спального корпуса (технологическое оборудование, освещение, лифты, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- теплый переход (технологическое оборудование, освещение, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- лечебный корпус (технологическое оборудование, освещение, лифты, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- здание теплой автостоянки (технологическое оборудование, освещение, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- КНС (насосы, конвекторы, освещение);
- повысительная насосная и станция водоочистки (насосы, конвекторы, освещение);

- котельная (насосы, котлы, технологическое оборудование, освещение);
- канализационно-очистные сооружения (насосы, конвекторы, технологическое оборудование, освещение).
- станция аэрации (насосы, конвекторы, освещение), электроснабжение от павильона над скважиной.

Переподключаемые существующие электроприемники [6]:

- шкаф управления наружным освещением;
- здание административного корпуса (технологическое оборудование, освещение, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- здание оздоровительного корпуса (технологическое оборудование, освещение, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- здание грязелечебницы (технологическое оборудование, освещение, вентиляция, сети связи, пожарная и охранная сигнализация);
- павильон над скважиной минеральной воды (насос, конвекторы, освещение).

Здания полной заводской готовности выполняются в соответствии с требованиями федерального закона 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В таблице 1 приведены основные показатели системы электроснабжения.

Таблица 1 - Основные показатели системы электроснабжения

Наименование	Ед. Изм.	Количество	
		ТП	ДГУ
Напряжение питающей сети	В	~380/220	
Категория надёжности электроснабжения	-	I, II, III	
Система	-	TN-C-S	
Расчётная мощность проектируемых объектов:	-	-	
-ввод №1 / ввод №2 (спальный корпус потребители II кат.)	кВт	105,4	

Продолжение таблицы 1

Наименование	Ед. Изм.	Количество	
		ТП	ДГУ
-ввод №3 / ввод №4 (водолечебный и лечебный корпус, переход, потребители II кат.)	кВт	113	
-ввод №5 / ввод №6 (спальный, (водолечебный и лечебный корпус, переход, потребители I и III кат.)	кВт	105,5	51,7
-ввод №7 / ввод №17 (теплая автостоянка потребители I и II кат.)	кВт	21,6	
-ввод №8 (собственные нужды ДЭС потребители III кат.)	кВт	2,5	-
-ввод №9 / ввод №10 (котельная потребители I кат.)	кВт	50	
-ввод №11 / ввод №12 (канализационно очистные и насосные станции (потребители I кат.)	кВт	119	
-ввод №13 / ввод №14 (повысительные насосные станции (насосная пожаротушения) и системы водоочистки (потребители I кат.)	кВт	50	
-ввод №15 (собственные нужды ДЭС потребители III кат.)	кВт	2,5	-
-ввод №16 (собственные нужды ДЭС потребители III кат.)	кВт	2,5	-
-ввод №18 / ввод №19 (канализационнонасосная станция (потребители I кат.)	кВт	6	
Итого вновь проектируемая нагрузка с $K_c=0,9$	кВт	520,6	
Расчётная мощность существующих объектов:	-	-	
-Ф1.1 (наружное освещение потребители III кат.)	кВт	5,9	
-Ф1.2/ДГУ1.1 (оздоровительный корпус (потребители I и II кат.)	кВт	74,5	52,5
-Ф1.6/ -Ф2.11 (грязелечебный корпус (потребители II кат.)	кВт	35	
-Ф1.7/ДГУ1.2 (административный корпус (потребители I кат.)	кВт	104,5	
-Ф1.8/-Ф2.6 (административный корпус (потребители II кат.)	кВт	126,5	
-Ф1.12/ -Ф2.9 (административный корпус (потребители II кат.)	кВт	96,2	
Итого существующая нагрузка	кВт	253	
Итого нагрузка на весь объект	кВт	773,6	

1.3 Требования к надежности электроснабжения, качеству электроэнергии и компенсации реактивной мощности

В основном электрооборудование зданий согласно ПУЭ издание 7

раздел 1 п.1.2.18, в обеспечении надежности электроснабжения относится к II категории надежности.

К III категории надежности относятся наружное освещение, теплая автостоянка, потребители водоподготовки бассейна, кондиционирование спального корпуса, системы обогрева водостоков.

К I категории электроснабжения согласно ПУЭ издание 7 раздел 1 п.1.2.18 относятся электроприёмники противопожарных устройств, аварийное освещение, системы ОПС, дымоудаление, лифты, КНС, котельная, повелительная насосная станция (станция пожаротушения), канализационно-очистные сооружения [5].

Для обеспечения надежности электроснабжения I категории на вводе запроектировано ВРУ с АВР, устанавливаются встроенные аккумуляторы в приборы пожарной сигнализации, аварийного освещения, в шкаф серверной и видеонаблюдения. Также запроектирован ввод от проектируемой ДГУ.

Качество электроэнергии должно соответствовать ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения».

При исчезновении напряжения на одном вводе в ВРУ для потребителей II категории возможно переключение в ручном режиме на второй ввод в ручном режиме, для электроприёмников I категории надежности переключение происходит автоматически [10].

В соответствии с п.7.3.1 СП 256.1325800.2016 компенсация реактивной мощности не выполняется, коэффициент мощности на вводе $\cos\varphi$ равен 0,94, что соответствует $\operatorname{tg}\varphi=0,35$. Релейная защита на ТП-119 отсутствует [8].

Для электроприёмников II категории при исчезновении напряжения на одном вводе во ВРУ возможно переключение в ручном режиме на второй ввод. Для электроприёмников I категории надежности переключение происходит автоматически переключением АВР. Автоматическое включение ДГУ предусматривается при нарушении питания от основного источника, запуск происходит автоматически от вводных щитов с аппаратурой АВР.

Подключение потребителей выполняется от автоматических выключателей комплектного распределительного щита ДГУ. Запуск ДГУ производится в автоматическом режиме по сигналу автоматики, при нарушении электроснабжения от электрических сетей, по сигналу от реле (КУ), установленного в ТП-119 на панель управления ДГУ. ДГУ запускается и выходит на рабочий режим с подачей питания на нагрузку.

1.4 Обеспечение соблюдения установленных требований энергетической эффективности

Выбор технологического оборудования во внутренних сетях зданий 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».

Общий учет потребленной электрической энергии выполнен существующими счетчиками СЭТ-4ТМ.02.2, которые установлены на вводных ячейках в РУ-0,4 кВ ТП-119. Счетчики предусматривают дистанционную передачу данных и могут интегрироваться в любую систему коммерческого учета в зависимости от иерархии и архитектуры сети энергоснабжающей организации [7]. Система АСКУЭ в данном проекте не проектируется.

Выбор схем питающих сетей и расчет пропускной способности всех ее элементов в проекте производится с учетом наименьших потерь мощности и электроэнергии.

В качестве энергосберегающих мероприятий предусматривается [6]:

- рациональная загрузка силовых трансформаторов;
- симметричная (равномерная) загрузка фаз;
- применение современного оборудования с высокими электротехническими характеристиками;

- применение приборов учета электроэнергии соответствующего класса точности;
- в качестве электроосветительных приборов в наружном освещении применяются светодиодные светильники;
- управление освещением запроектировано от фотореле в автоматическом режиме.

1.5 Выбор мощности сетевых и трансформаторных объектов, проводов и осветительной арматуры

Запроектирован перенос существующей ТП-119 с двумя трансформаторами 2×630кВА. Трансформаторная подстанция, существующая в железобетонном корпусе на железобетонном основании марки Mistral 5RU производства ЗАО «АРЕВА передача и Распределение». В РУНН-0,4кВ ТП-119 для подключения вновь проектируемых потребителей запроектирована замена предохранителей согласно токов расчетных значений.

Наружные сети электроснабжения от ТП и ДГУ запроектированы кабелем АВБШв в траншее.

Наружные сети электроосвещения запроектированы кабелем АВБШв и ВБШв в траншее [11].

Кабели в траншее проложены на глубине 0,7 м от спланированной отметки земли. При пересечении с проезжей частью и другими коммуникациями кабель проложен в ПНД-трубе с наружным диаметром 110 мм, с толщиной стенки 8,1 мм и кольцевой жесткости не менее 15кН/м². Кабель под проезжей частью проложен на глубине 1 м [12].

Взаиморезервирующие кабели проложены в разных траншеях. При прокладке в одной траншее запроектирована разделительная перегородка из кирпича.

Прокладка кабеля и пересечения с другими коммуникациями выполнены согласно ПУЭ и по серии А5-92.

Для питания светильников внутри опор и кронштейнов проложен кабель ВВГ-3х1,5 мм², начиная от вводного щитка, установленного в опорах на уровне монтажного окна.

Принятая в проекте электротехническая продукция имеет соответствие требованиям пожарной безопасности и сохраняет работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасное место.

Область применения труб, вида и способа прокладки кабелей в трубах принята в соответствии с ПУЭ и инструкцией по монтажу электропроводок в трубах концерна «Электромонтаж».

1.6 Выбор основных решений по организации системы рабочего и аварийного освещения

В электрощитовой водолечебницы запроектирован щит ЯУО (тип ЯУО 9601-3674-У3) для наружного освещения прилегающей территории.

Для освещения проектируемой территории запроектирован перенос 5 торшерных светильников «шар» высотой 3 м. Запроектирована установка двух консольных светильников ДКУ на фасад водолечебницы.

На проектируемом участке установлены металлические фланцевые опоры ОГК-10(1) (h=10м над уровнем земли) с консольными уличными светодиодными светильниками марки ДКУ LED с широким светораспределением мощностью по 100 Вт.

Светильники имеют высокий коэффициент мощности (от 0,95).

Согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» освещённость составляет [13]:

- на проезжей части дороги и автостоянок - 6 лк;
- на пешеходном тротуаре - 4 лк.

Светильники установлены на оголовках с наклоном 15 градусов относительно посадки на кронштейн.

Выводы по разделу.

Дана характеристика системы внешнего электроснабжения центра восстановительной медицины и реабилитации, определены как существующие источники питания в виде ТП-119 типа 2КТПН-630/10/0,4-ХЛЗ, так и резервные дизель-генераторной установки контейнерного типа на 400кВА, 325 кВА и 280кВА.

Для потребителей II категории на вводе в зданиях в электрощитовой запроектированы вводно-распределительные устройства, состоящие из вводных панелей ВРУ, позволяющие вручную взаимно резервировать фидера в аварийном режиме.

Для потребителей I категории надёжности электроснабжения запроектирована установка вводного устройства с АВР. Для распределения электроэнергии потребителей первой категории запроектирована панель противопожарных устройств ППУ и распределительная панель ГРЩ.

Для потребителей третьей категории запроектирована вводно-распределительная панель ВРУ [14].

Определены основные показатели системы электроснабжения, так расчётная мощность проектируемых объектов с учётом коэффициента спроса составила 521 кВт, а расчётная мощность существующих объектов составляет 253 кВт, что приводит к необходимости обеспечения питания потребителей лечебного учреждения с суммарной нагрузкой 774 кВт на объект.

Основные электроприёмники распределены по трём категориям надёжности электроснабжения, выполнено обоснование требований к осуществлению их питания.

Наружные сети электроснабжения от ТП и ДГУ запроектированы кабелем АВБШв в траншее.

Наружные сети электроосвещения запроектированы кабелем АВБШв и ВБШв в траншее.

В электрощитовой водолечебницы запроектирован щит ЯУО для наружного освещения прилегающей территории.

2 Проектирование системы внутреннего электроснабжения спального корпуса и корпуса водолечебницы

Основным источником электроснабжения помещений здания является РУ-0,4 существующей ТП-119 согласно ТУ на электроснабжение для присоединения к электрическим сетям. Резервным источником для потребителей второй и первой категории источником электроснабжения являются дизель-генераторная станция 400кВА.

2.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения

На вводе в здание в электрощитовой запроектировано вводно-распределительное устройство, состоящее из вводно-распределительной панели ВРУ1 для потребителей II категории надёжности электроснабжения, позволяющие вручную взаимно резервировать фидера в аварийном режиме. Электрощитовая расположена в здании водолечебницы №2 по генплану.

Электрощитовая запроектирована общая для зданий по генплану №1,2,3,5.

Для потребителей I категории надёжности электроснабжения запроектирована установка вводного устройства с АВР - ВРУ3 для учета электроэнергии с аппаратурой АВР.

Для распределения электроэнергии потребителей первой категории запроектирована панель противопожарных устройств ППУ и распределительная панель ГРЩ3.

Электроснабжение ВРУ1, ВРУ3 запроектировано двумя взаиморезервируемыми кабельными линиями. Один ввод от ТП-119, второй ввод от ДГУ, электроснабжение потребителей третьей категории ВРУ4 запитано шлейфом от ВРУ3.

Учет потребляемой электроэнергии запроектирован на вводных устройствах в электрощитовой трехфазными счетчиками электрической

энергии трансформаторного включения счетчиками Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN.

Счетчики предусматривают дистанционную передачу данных и могут интегрироваться в любую систему коммерческого учета в зависимости от иерархии и архитектуры сети энергоснабжающей организации [14].

В качестве основного канала передачи информации в диспетчерскую электрических сетей применяется сотовая связь стандарта GSM. Для организации канала запроектирован стационарный GSM-модем IRZ MC 52i-485GI. Счётчики объединены по цифровому интерфейсу RS485. Оборудование АСКУЭ смонтировать в щите расположенного в электрощитовой.

2.2 Сведения об электроприемниках их установленной и расчётной мощности

Расчет мощности выполнен согласно СП 256.1325800.2016.

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

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

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

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

n - число розеток» [1].

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

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

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

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

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

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

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

«Расчетную электрическую нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения P_p , следует определять по формуле» [1]:

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

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

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

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

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

$P_{p.x.c}$ - расчетная электрическая нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха» [1].

2.2.1 Расчет нагрузок для спального корпуса

Силовыми электроприёмниками здания являются:

- бытовые приборы;
- внутреннее освещение;
- технологическое оборудование;
- электрооборудование вентсистем;
- приборы охранной и пожарной сигнализации;
- серверная;
- лифты;
- вентиляторы дымоудаления;
- обогрев водостоков;
- слаботочные системы.

Основные показатели системы электроснабжения и результаты расчета нагрузок на ВРУ спального корпуса приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные показатели системы электроснабжения. Расчет нагрузок на ВРУ спального корпуса

Наименование	$P_{у.}$, кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_{расч.}$, кВт	Q , кВАр	S , кВА	I_p , А
ВРУ1								
Рабочее освещение	18,3	0,85	0,95	0,32	15,6	-	-	-
Технологическое оборудование	130,4	0,5	0,93	0,32	64,1	-	-	-
Вентиляция	41,4	0,62	0,85	0,6	25,7	-	-	-
Итого	190,1	-	0,95	0,32	105,4	33,7	110,9	168
ВРУ4 (3 категория)								
Кондиционирование	43,2	0,7	0,85	0,6	30,3	-	-	-
Электрообогрев водостоков	8,3	1	0,98	0,2	8,3	-	-	-
Итого	51,5	-	0,85	0,6	38,6	23,2	45,4	69
ГРЩ3								
Лифты	27	0,8	0,85	0,6	21,6	-	-	-
Автоматика приточных вентсистем	1	0,8	0,85	0,6	0,8	-	-	-
Итого	28	0,8	0,85	0,6	22,4	13,4	26,4	39

Продолжение таблицы 2

Наименование	Р _{у.} , кВт	Кс	cosφ	tgφ	Р _{расч.} , кВт	Q, кВАр	S, кВА	Ip, А
ППУ (АВР)								
Аварийное освещение	4	1	0,95	0,32	4	-	-	-
Пожарная и охранная сигнализация	1,4	1	0,95	0,32	1,4	-	-	-
Противодымная вентиляция	22,7	1	0,85	0,6	22,7	-	-	-
Лифт для пожарных подразделений	9	1	0,85	0,6	9	-	-	-
Итого (раб.режим)	14,4	-	0,9	0,48	14,4	6,9	16	24,2
Итого (пожар.режим)	37,1	-	0,9	0,48	37,1	17,8	41,2	62,5
аварийный режим								
ВРУ1(ввод1,2)	190,1	-	0,95	0,32	105,4	33,7	110,9	185
ВРУ4(ввод5)	51,5	-	0,85	0,6	38,6	23,2	45,4	69
ВРУ3(ввод5,6) (потребители спального корпуса)	42,4	0,74	0,88	0,53	31,4	16,6	35,7	54
Расчетная мощность здания спального корпуса	284	-	0,94	0,36	175,4	-	-	-

Итого расчетная мощность потребителей спального корпуса составляет 175,4 кВт.

2.2.2 Расчет нагрузок для корпуса водолечебницы

Силовыми электроприёмниками здания являются [15]:

- бытовые приборы;
- внутреннее освещение;
- технологическое оборудование;
- электрооборудование вентсистем;
- приборы охранной и пожарной сигнализации;
- слаботочные системы;
- водоподготовка бассейна;
- вентиляторы дымоудаления;

– обогрев водостоков.

Основные показатели системы электроснабжения и результаты расчета нагрузок на ВРУ корпуса водолечебницы приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Основные показатели системы электроснабжения. Расчет нагрузок на ВРУ корпуса водолечебницы

Наименование	$P_{у.}$, кВт	K_c	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_{расч.}$, кВт	Q , кВАр	S , кВА	I_p , А
ВРУ2								
Рабочее освещение	12	0,85	0,95	0,32	10,2	-	-	-
Технологическое оборудование	62,9	0,47	0,93	0,32	29,5	-	-	-
Вентиляция	18,3	0,84	0,85	0,6	15,3	-	-	-
ИТОГО	93,2	0,56	0,95	0,32	55	17,6	57,9	88
ВРУ4 (3 категория)								
Электрообогрев водостоков	5,1	1	0,98	0,2	5,1	-	-	-
водоподготовка	111,4	0,1	0,98	0,2	11,5	-	-	-
ИТОГО	116,5	-	0,98	0,2	16,6	3,3	16,9	26
ГРЩ3(АВР)								
Автоматика приточных вентсисем	0,8	0,8	0,85	0,6	0,64	-	-	-
ИТОГО	0,8	0,8	0,85	0,6	0,64	0,38	0,75	1,1
ППУ (АВР)								
Аварийное освещение	4,1	1	0,95	0,32	4,1	-	-	-
Пожарная и охранная сигнализация	1	1	0,95	0,32	1	-	-	-
Противодымная вентиляция	18,3	1	0,85	0,6	18,3	-	-	-

Итого расчетная мощность потребителей водолечебного корпуса составляет 85,7 кВт.

2.3 Требования к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии

В основном электрооборудование здания согласно ПУЭ издание 7 раздел 1 п.1.2.18, в обеспечении надежности электроснабжения относится к II категории надежности.

К I категории электроснабжения согласно ПУЭ издание 7 раздел 1 п.1.2.18 относятся электроприёмники противопожарных устройств, аварийное освещение, системы ОПС, дымоудаление, лифты, слаботочные системы связи.

Согласно СП 158.13330.2014 помещения проектируемого здания относятся к 0 и 1 группе по электробезопасности [16].

Согласно СП 158.13330.2014 по надежности электроснабжения потребители первой категории делятся на группы:

- класс 0,5 (быстрое переключение) аварийное освещение, системы связи и оповещения, пожарная сигнализация.
- класс >15 (большое время переключения) лифты, вентиляционные системы противопожарной защиты.

Для обеспечения надежности электроснабжения I категории на вводе запроектировано ВРУЗ с АВР, устанавливаются встроенные аккумуляторы в приборы пожарной и охранной сигнализации, в шкаф серверной и видеонаблюдения.

Качество электроэнергии должно соответствовать ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения».

При исчезновении напряжения на одном вводе в ВРУ1 возможно переключение в ручном режиме на второй ввод в ручном режиме, для электроприёмников I категории надежности переключение происходит автоматически.

2.4 Разработка решений по компенсации реактивной мощности и экономии электроэнергии

В соответствии с п.7.3.1 СП 256.1325800.2016 компенсация реактивной мощности не выполняется, коэффициент мощности на вводе $\cos\varphi$ равен 0,94, что соответствует $\operatorname{tg}\varphi=0,35$.

В целях экономии электроэнергии предусматриваются следующие мероприятия:

- в качестве электроосветительных приборов в помещениях применяются светодиодные светильники;
- управление наружным освещением автоматическое от фотореле;
- управление освещением запроектировано по группам различными выключателями и переключателями в коридорах;
- в ИТП и насосных запроектированы насосы с частотными преобразователями.

2.5 Выбор типа, класса проводов и осветительной арматуры

Вводно-распределительные устройства запроектированы типа ВРУ9.

Силовые шкафы запроектированы наборные ЩРн (Российского производства), с автоматическими выключателями и дифференциальными автоматами (с УЗО) на 30мА на отходящих линиях для электробезопасности людей. Щиты установлены в специальные ниши на этажах. Для вентсистем запроектирована отдельная шкафы ШРВ. В качестве пусковой аппаратуры для вентсистем запроектирована установка ящиков управления Я5000 и магнитные пускатели с кнопками и лампами.

Высота установки электрооборудования от уровня чистого пола [17]:

- до верха щитков - 1,8 м;
- до оси розеток - 0,8м.

Розетки в основных помещениях запроектированы скрытой установки с заземляющим контактом и защитными шторками со степенью защиты IP20. В помещениях с категорией П-Па при необходимости подключения холодильного оборудования запроектирована розетка со степенью защиты IP54.

Автоматическое отключение систем общеобменной вентиляции (вытяжные и приточные вентиляторы) и включение вентиляторов дымоудаления при пожаре предусмотрено от систем пожарной сигнализации. Отключение приточных систем путем подачи сигнала через реле УК-ВК на контролер в щит ШАУ. Отключение вытяжных систем путем подачи сигнала через реле УК-ВК силовой контакт которого нормально замкнутый разрывает цепь питания магнитного пускателя вытяжного вентилятора.

Отключение тепловых завес и кондиционеров запроектировано систем путем подачи сигнала через реле УК-ВК на независимые расцепители установленные на линиях щитов ШРВ.

Включение дымоудаления и подпора воздуха путем подачи сигнала через реле УК-ВК на запуск системы в щит управления вентилятором.

Для предотвращения образования сосулек запроектирована система обогрева водосточной системы. Для электроснабжения запроектирован щит ШР-ОВ с установкой в нем контролера Devireg 850. В желоба и водостоки запроектирована укладка саморегулирующего кабеля Devi-Iceguard-18 мощностью 18Вт.

Светильники аварийного освещения соответствуют требованиям ГОСТ 27900 и ГОСТ IEC 60598-2-22.

Магистральные сети от вводно-распределительных устройств до распределительных шкафов выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLtx, ВВГнг(А)-FRLSLtx (до электроприёмников, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара):

- в металлических коробах за подвесным потолком;
- в стальных трубах в полу;

- в стальных трубах в стояках.

Распределительные и осветительные сети выполняются кабелями марки ВВГнг(А)-LSLtx, ВВГнг(А)-FRLSLtx (до электроприёмников, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара) [18]:

- в стальных трубах в подготовке пола;
- открыто в гибких гофрированных трубах из самозатухающего ПВХ-пластиката за подвесным потолком в помещениях (одиночная прокладка);
- открыто в гибких гофрированных трубах из самозатухающего ПВХ-пластиката в технических помещениях (одиночная прокладка);
- в металлических коробах за подвесным потолком в коридорах (групповая прокладка);
- скрыто под штукатуркой.

Магистральные и распределительные сети противопожарных потребителей прокладываются в коробах с разделительной перегородкой или в самостоятельных трубах.

Сети заземления и уравнивания потенциалов запроектированы проводом ПуВ в желто-зеленой изоляции.

Согласно ПУЭ гл.2.1.31 проводники должны легко распознаваться по цветам:

- голубого цвета – для обозначения нулевого рабочего или среднего проводника электрической цепи;
- двухцветной комбинации зелено-желтого цвета – для обозначения защитного или нулевого защитного проводника;
- двухцветной комбинации зелено-желтого цвета по всей длине с голубыми метками на концах линии, которые наносятся при монтаже – для обозначения совмещенного нулевого рабочего и нулевого защитного проводника;
- черного, коричневого, фиолетового, розового, оранжевого, бирюзового, серого, красного, белого цвета – для обозначения

фазного проводника.

При переходе электропроводки через элементы конструкций здания, такие, как стены, перегородки, межэтажные перекрытия огнестойкость которых определена рабочими чертежами, электропроводку выполнить в стальной трубе(гильзе), оставшиеся отверстия загерметизировать со степенью огнестойкости, равной огнестойкости соответствующих элементов строительных конструкций минераловатными плитами и огнестойким герметиком НЛТИ. Зазор между трубой и электропроводкой заделать негорючей мастикой НЛТИ с глубиной заделки с обеих сторон не менее 50 мм.

Принятая в проекте электротехническая продукция имеет соответствие требованиям пожарной безопасности и сохраняет работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасное место.

Область применения труб, вида и способа прокладки кабелей в трубах принята в соответствии с ПУЭ и инструкцией по монтажу электропроводок в трубах концерна «Электромонтаж».

2.6 Расчет параметров системы рабочего и аварийного освещения спального корпуса и водолечебницы

Типы светильников выбираются с учетом характеристики и назначения помещений.

В качестве источников света применяются светодиодные светильники.

Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования.

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

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (5)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

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

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [3]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (6)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [3].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (7)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [3].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [3]:

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (8)$$

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [3]:

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (9)$$

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [3]:

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (10)$$

По степени надёжности электроснабжения рабочее освещение относится ко II категории. Электроснабжение рабочего освещения предусмотрено от водно-распределительного устройства ВРУ, позволяющего вручную взаимно резервировать фидера в аварийном режиме.

Аварийное освещение относится к I категории надёжности электроснабжения и запитывается через устройство автоматического включения резерва (АВР).

В таблицу 4 сведены результаты определения нормируемой освещенности по помещениям, типам применяемых светильников и их расчетному количеству в спальном корпусе.

Таблица 4 - Освещенности по помещениям и типам применяемых светильников в спальном корпусе

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
-	1 й этаж	-	-		-	-
1,32, 42,58	Тамбур	-	светодиоды	100	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	-
2	Кабинет провизора	-	светодиоды	400	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	5
3	Кладовая медикаментов	II-IIa	светодиоды	100	ДПО15-38-004 WP840 стекло 38Вт	2

Продолжение таблицы 4

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
4	Кладовая изделий медицинского назначения	П-Па	светодиоды	100	ДПО15-38-002 WP 840 стекло 38Вт	2
5	Гардероб персонала	-	светодиоды	150	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	3
6	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
7	Санузел персонала	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
8	Гардероб верхней одежды персонала	-	светодиоды	150	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	1
9,10	Кабинет ручного массажа на 2 кушетки	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
11,12	Уборная для занимающихся, доступная для МГН	-	светодиоды	100	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
13	Кладовая физрастворов	П-Па	светодиоды	100	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	2
14	Помещение для подготовки проведения лечебных процедур, хранения и обработки прокладок	Д	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
15	Кабинет УФО	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
16	Уборная персонала	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
17	Вертикальный солярий	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
18,19	Процедурный кабинет	-	светодиоды	500	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	-
20	Кабинет физиотерапевта	-	светодиоды	400	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
21, 56	Коридор	-	светодиоды	150	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт	-
22	Экспедиционная	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	2
23	Стерилизационная(стерильная зона), склад стерильных материалов	П-Па	светодиоды	200	ДВО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	4
24	Санпропускник	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2

Продолжение таблицы 4

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
25	Стерилизационная (нестерильная зона)	Д	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	2
26	Кладовая упаковочных материалов	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	2
27	Помещение для разборки, мытья, сушки, комплектации и упаковки ИМН	Д	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	2
28	Помещение приема и хранения нестерильных материалов	П-Па	светодиоды	200	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	2
29,35	Комната уборочного инвентаря	П-Па	светодиоды	50	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	-
30	Лифтовый холл	-	светодиоды	100	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	4
31,43	Лестничная клетка	-	светодиоды	100	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	4
33	Зал ЛФК на 10 занимающихся	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	8
34	Кладовая инвентаря	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	1
36,37	Помещение для инженерных коммуникаций	-	светодиоды	50	ДПП03-13-003-1x9Вт LED	-
41	Тренажерный зал на 8 занимающихся с местом для 2-х установок кинезиотерапии	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	-
44	Вестибюль	-	светодиоды	150	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	13 5
45	Санузел для МГН	-	светодиоды	100	ДПО46-19-801 Contur F 840 38Вт	3
46	Обеденный зал на 60п.м.	-	светодиоды	200	ДВО12-25-003 Opal WP 840 25Вт ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	27 6
47	Подсобное помещение буфета	Д	светодиоды	200	ДВО16-38-001 DL 840 38Вт	2

Продолжение таблицы 4

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
48	Моечная столовой посуды	Д	светодиоды	200	ДВО16-38-001 DL 840 38Вт	2
49	Душевая	-	светодиоды	50	ДПП03-13-003-1х9Вт LED	1
50	Комната персонала	-	светодиоды	200	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	3
51	Санузел персонала	-	светодиоды	75	ДПП03-13-003-1х9Вт LED	2
52	Помещение уборочного инвентаря	П-Па	светодиоды	50	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	1
53	Моечная кухонной посуды	Д	светодиоды	200	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	2
54	Коридор	-	светодиоды	100	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
55	Загрузочная	-	светодиоды	200	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	1
57	Помещение временного хранения отходов	Д	светодиоды	100	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	1
58	Тамбур	-	светодиоды	100	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	1
-	2 й этаж	-	-	-	-	-
1,4, 5,8, 9,12, 13,16, 17,20, 32,35, 39,42	Номер на 2 места	-	светодиоды	150	Люстра 5×7Вт Бра 2×7Вт Торшер 1×7Вт	1 2 1
2,3, 6,7, 10,11, 14,15, 18,19, 33,34, 40,41	Санузел	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
21,53	Коридор	-	светодиоды	150	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт	-
22	Комната приема пищи персонала	-	светодиоды	200	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	4
23	Тамбур	-	светодиоды	100	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт	1

Продолжение таблицы 4

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
24	Уборная персонала	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
26	Инвентарная	П-Па	светодиоды	100	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	2
27	Комната горничных	-	светодиоды	200	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	3
28	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
29	Санитарная комната	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	1
30	Лифтовой холл (безопасная зона)	-	светодиоды	150	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	6
31,45	Лестничная клетка	-	светодиоды	100	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	4
36	Номер на 2 места (для МГН)	-	светодиоды	200	Люстра 7×7Вт Бра 2×7Вт Торшер 1×7Вт	1 2 1
37	Санузел	-	светодиоды	100	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	3
38,44	Холл	-	светодиоды	150	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	-
43	Пост дежурной медсестры	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	6
46,47	Уборная	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	3
48	Кабинет ЭКГ, спирографии	-	светодиоды	300/ 400	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	6
49	Кабинет невролога	-	светодиоды	400	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
50	Кабинет УЗИ	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
52	Кабинет терапевта	-	светодиоды	400	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	4
54,55	Кабинет ручного массажа	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	2
56	Кабинет старшей медсестры	-	светодиоды	400	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	5
57	Инвентарная	П-Па	светодиоды	100	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	2

Продолжение таблицы 4

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
-	3 й этаж	-	-	-	-	-
1,4, 5,8, 9,12, 13,16, 17,20, 34,37, 41,44	Номер на 2 места	-	светодиоды	150	Люстра 5×7Вт Бра 2×7Вт Торшер 1×7Вт	1 2 1
2,3, 6,7, 10,11, 14,15, 18,19, 35,36, 40,42, 43	Санузел	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
21,54	Коридор	-	светодиоды	150	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт	-
22	Кладовая расходных материалов	П-Па	светодиоды	100	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	-
23	Кладовая мягкого инвентаря	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	-
24	Кладовая чистого белья	П-Па	светодиоды	200	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	-
25	Тамбур	-	светодиоды	100	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт	1
26	Уборная персонала	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
28	Комната сестры-хозяйки	-	светодиоды	400	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	6
29	Комната горничных	-	светодиоды	200	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	3
30	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	1
31	Санитарная комната	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	
32	Лифтовой холл (безопасная зона)	-	светодиоды	150	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	6
33,47	Лестничная клетка	-	светодиоды	100	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	4
38	Номер на 2 места (для МГН)	-	светодиоды	200	Люстра 7×7Вт Бра 2×7Вт Торшер 1×7Вт	1 2 1

Продолжение таблицы 4

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
39	Санузел	-	светодиоды	100	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	
40,46	Холл	-	светодиоды	150	ДВО12-30-003 Opal WP 840 30Вт	3
45	Пост дежурной медсестры	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP 840 38Вт	6
48	Уборная	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
49	Санузел	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 DL 840 19Вт	2
50	Кабинет главного врача	-	светодиоды	400	ДВО12-38-003 Opal WP 840 38Вт	8
51	Приемная	-	светодиоды	400	ДВО12-38-003 Opal WP 840 38Вт	4
52	Кабинет заместителя главного врача по лечебной части	-	светодиоды	400	ДВО12-38-003 Opal WP 840 38Вт	6
53	Кабинет заместителя главного врача по АХО	-	светодиоды	400	ДВО12-38-003 Opal WP 840 38Вт	6
55	Кабинет отдела кадров	-	светодиоды	400	ДВО12-38-003 Opal WP 840 38Вт	3
56	Архив	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP 840 стекло 38Вт	2
57	Кладовая инвентаря	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-19-304 WP 840 стекло 19Вт	2
58	Кабинет главной медсестры	-	светодиоды	400	ДВО12-38-003 Opal WP 840 38Вт	8
-	Чердак	-	-	-	-	-
1,8	Лестничная клетка	-	светодиоды	100	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	4
2	Машинное помещение лифтов	П-Па	светодиоды	200	ДСП49-40-105 Blade 840 40Вт Наличие ЯТП-0,25	4 1
3	Коридор	-	светодиоды	100	ДПО46-37-801 Contur F 840 38Вт	2
4,11	Технический этаж	-	светодиоды	20	ДПП03-13-003-1x9Вт LED	-
5,10	Венткамера вытяжная	П-Па	светодиоды	50	ДСП49-20-103 Blade 840 20Вт Наличие ЯТП-0,25	- 1
6,7, 9,11	Венткамера приточная	-	светодиоды	50	ДСП49-20-103 Blade 840 20Вт Наличие ЯТП-0,25	- 1

В здании запроектированы следующие виды освещения [19]:

а) Общее рабочее освещение (напряжение ~220 В) - во всех помещениях здания;

б) Ремонтное освещение от ящиков с понижающим трансформатором ЯТП-0,25-220/36 В (в электрощитовой, венткамерах, помещении ИТП, насосной и т.п.).

в) Аварийное освещение:

- резервное - для продолжения работы при пропадании рабочего освещения;
- эвакуационное - для эвакуации людей из здания.

Освещение резервное и эвакуационное освещение выполнены согласно п. 7.6 СП 52.13330.2016 и главы 7.2 раздела 7 ПУЭ.

Исполнение светильников аварийного освещения совпадает с исполнением светильников рабочего освещения и соответствует категории помещения.

Эвакуационное освещение подразделяется на освещение путей эвакуации (включая систему указания путей эвакуации), освещение зон повышенной опасности и антипаническое эвакуационное освещение, согласно п.п. 7.6.1 СП 52.13330.2016.

В качестве светильников дополнительного эвакуационного освещения используются световые указатели «ВЫХОД» и указатели направления движения устанавливаемые на путях эвакуации, местах поворота и т.п.

Световые указатели работают постоянно. Эвакуационное освещение предусматривается во всех помещениях, где возможно пребывание более 50 человек, а также на всех лестницах и коридорах, проходах и других путях эвакуации, в помещениях физиотерапии (процедурная, солярий, УФО и т.п.).

В местах установки средств экстренной связи, средств пожаротушения (пожарных кранов и огнетушителей) и в местах размещения плана эвакуации запроектирована установка светильников ДБО73 с соответствующей пиктограммой, согласно п.п. 7.6.3 СП 52.13330.2016. Также запроектирован

светильник у медицинского кабинета с пиктограммой. Светильники горят постоянно и запитаны отдельной группой от щита ЩАО.

Эвакуационное освещение зон повышенной опасности в данном проекте не предусмотрено, ввиду отсутствия данных зон.

Эвакуационное антипаническое освещение направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации, и его следует предусматривать в больших помещениях площадью более 60м² при одновременном нахождении в нем 30 и более человек, а также в помещениях с постоянным пребыванием маломобильных групп населения, согласно п.п. 7.6.4 СП 52.13330.2016.

Эвакуационное антипаническое освещение в данном проекте запроектировано в обеденном зале на 60 п.м., в тренажерном зале, в номерах для МГН (маломобильных групп населения).

Резервное освещение запроектировано в процедурных, в подсобных и моечных помещениях буфета, в туалетах и душевых для МГН, в медицинских кладовых.

В помещениях с недостаточным коэффициентом естественного освещения освещённость увеличена на одну ступень. На путях эвакуации (коридоры, лестничные клетки), где могут находиться МГН и в санузле для МГН, освещённость увеличена на одну ступень [20].

Запроектирована вызывная сигнализация пациентов в кабинетах врачей и процедурных. Для вызывной сигнализации над входом в помещении запроектирована установка светового табло с управлением от радиокнопки на столе врача.

Светильники аварийного освещения запроектированы постоянного действия, включенными одновременно со светильниками рабочего освещения и выделены из общего числа светильников и обозначены на планах буквой "А" красного цвета, согласно п.п.7.6.8 СП 52.13330.2016.

Для дежурного освещения вестибюлей, коридоров, проходов использованы светильники эвакуационного освещения. Светильники рабочего

и аварийного освещения питаются от независимых источников, согласно п.п.7.6.1 СП 52.13330.2016.

Освещение венткамер предусматривается согласно расположению вентиляционного оборудования в помещениях венткамер.

В санузлах и помещений безопасности для МГН запроектировано аварийное освещение с установкой выключателей на высоте 0,8 м от уровня пола, освещенность принята на одну ступень выше нормы.

Управление освещением предусматриваются местное - выключателями, установленными по месту в помещениях.

Выключатели вынесены за пределы помещения категории П-Па и влажных помещениях.

При невозможности выноса выключателей из таких помещений по условиям эксплуатации, выключатели запроектированы со степенью защиты IP54.

Для общего освещения запроектированы светильники со сплошными закрытыми рассеивателями из опалового стекла со степенью защиты IP20. В помещениях с категорией П-Па применены светильники с негорючими корпусами и стеклянными негорючими рассеивателями со степенью защиты IP54. Во влажных помещениях (на улице) запроектированы светильники со степенью защиты IP54.

Обслуживание светильников производится с лестниц-стремянкок.

В таблицу 5 сведены результаты определения нормируемой освещенности по помещениям, типам применяемых светильников и их расчетному количеству в корпусе водолечебницы.

Таблица 5 - Освещенности по помещениям и типам применяемых светильников в корпусе водолечебницы

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
-	1 й этаж	-	-	-	-	-
-	Ванный зал (ванны ПДМ, подводного горизонтального вытяжения позвоночника)	-	-	-	-	-
1	Комната персонала	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	4
2	Коридор персонала	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	9
3	Процедурная кабина для ММГН	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
4,5	Процедурная кабина	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	2
6,7, 8,9, 10,1 1,23	Раздевальная	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	1
12,1 3,14	Процедурная подводного горизонтального вытяжения позвоночника	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	4
15	Электрощитовая	П- Па	светодиоды	200	ДПО15-38-004 WP840 38Вт стекло Наличие ЯТП-0,25	3 1
17	Тепловой пункт –узел ввода. Венткамера	Д	светодиоды	150	ДСП49-40-103 Blade 840 40Вт	6
18	Коридор	-	светодиоды	150	ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	22
19	Санузел	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
20	Раздевальная	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	2
21	Кабинет гилроколонтерапии	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
22	Подсобное помещение	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	2

Продолжение таблицы 5

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
24	Кабинет с гинекологическим креслом для орошений	-	светодиоды	500	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	7
25	Рекреация	-	светодиоды	150	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	5
					ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	6
26	Тамбур	-	светодиоды	100	ДВО23-13-001 DLM2 84013Вт	5
27	Уборная персонала	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	3
28	Кладовая хозяйственного инвентаря	П-Па	светодиоды	75	ДПО15-38-004 WP840 38Вт стекло	1
29	Комната уборочного инвентаря	В4	светодиоды	75	ДПО46-37-801 Contur F 840 37Вт	1
30	Инструментальная	-	светодиоды	100	ДПО46-37-801 Contur F 840 37Вт	3
31	Насосно-фильтровальная станция	-	светодиоды	150	ДСП49-40-103 Blade 840 40Вт	6
					Наличие ЯТП-0,25	1
32	Техническое помещение бассейна	-	светодиоды	150	ДСП49-40-103 Blade 84040Вт	12
					Наличие ЯТП-0,25	1
33	Санузел посетителей водолечения (женский)	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
34	Санузел посетителей водолечения (мужской)	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
35	Помещение прохода коммуникаций	-	светодиоды	50	ДПП03-13-003 9Вт	1
36	Гардеробная верхней одежды персонала	-	светодиоды	150	ДПО46-37-801 Contur F 840 37Вт	2
37	Гардеробная персонала	-	светодиоды	150	ДПО46-37-801 Contur F 840 37Вт	3
38	Уборная	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
39	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	1
40	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2

Продолжение таблицы 5

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
41	Уборная	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	1
42	Гардеробная персонала бассейна	-	светодиоды	150	ДПО46-37-801 Contur F 840 37Вт	2
43	Комната приёма пищи персонала	-	светодиоды	200	ДПО46-37-801 Contur F 840 37Вт	3
44	Коридор	-	светодиоды	150	ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	7
45	Лифтовый холл	-	светодиоды	100	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	6
46	Лестничная клетка	-	светодиоды	200	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	3
47	Тамбур	-	светодиоды	100	ДВО23-16-001 DLM2 840 16Вт	3
-	2-й этаж	-	-	-	-	-
-	Ванный зал (ванны с термально-минеральной водой)	-	-	-	-	-
1	Кабинет медсестры	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	4
2	Коридор персонала	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	6
3	Процедурная кабина для ММГН	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
4,5, 6,7, 8	Процедурная кабина	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	2
9,10	Раздевальная	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	1
11-20	Раздевальная	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	1
21	Рекреация, пост дежурной медсестры	-	светодиоды	150 /300	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	6
					ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	8
22	Раздевальная	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
23	Помещение душевых камер	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	6
24	Помещение для камерных гальванических ванн с минеральной водой	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	7

Продолжение таблицы 5

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
25	Коридор	-	светодиоды	150	ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	23
26	Кабинет механотерапии и бесконтактного водного массажа на 2 установки	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	8
27	Кабинет для орошения носа, носоглотки, дёсен минеральной водой на 5 установок	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	6
28	Зона релаксации	-	светодиоды	300	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	12
					ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	9
29	Санузел посетителей водолечения (женский)	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
30	Санузел посетителей водолечения (мужской)	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
31	Раздевальная при бассейне(мужская)	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
32,37	Уборная	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
33,36	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	4
34,35	Проход в зал бассейна	-	светодиоды	100	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	1
38	Раздевальная при бассейне(женская)	-	светодиоды	150	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
39	Раздевальная при бассейне МГН на 2 занимающихся	-	светодиоды	200	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
40	Санузел с душевой (МГН)	-	светодиоды	100	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	4
41	Комната инструкторов по плаванию	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
42	Санузел	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	1
43	Душевая	-	светодиоды	50	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	1

Продолжение таблицы 5

№ помещения	Наименование помещений	Кат. пом.	Источники света	Уровень освещенности, лк	Тип светильников	Кол. светильников
44,46	Комната уборочного инвентаря	B4	светодиоды	75	ДПО46-38-801 Contur F 84038Вт	1
45	Зал бассейна с термальной минеральной водой для занятий аквагимнастикой и лечебного плавания	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP84038Вт	15
					OWP ECO LED 35Dn	39
47	Уборная персонала	-	светодиоды	75	ДВО16-19-001 LD 840 19Вт	2
49	Комната персонала	-	светодиоды	300	ДПО46-37-801 Contur F 84037Вт	3
50	Инвентарная	П-Па	светодиоды	100	ДПО15-38-004 WP840 38Втстекло	1
51	Помещение дежурной медсестры, дежурный тренер	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
52	Лаборатория анализа воды	-	светодиоды	300	ДВО15-38-002 Opal WP840 38Вт	3
53	Тамбур	-	светодиоды	100	ДВО12-25-003 opal 840 25Вт	4
54	Лифтовый холл(безопасная зона)	-	светодиоды	150	ДВО23-13-001 DLM2 840 13Вт	8
55	Лестничная клетка	-	светодиоды	100	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	4
-	Технический этаж	-	-	-	-	-
1	Лестничная клетка	-	светодиоды	50	ДПО46-38-801 Contur F 840 38Вт	2
2	Машинное помещение лифтов	-	светодиоды	200	ДСП49-40-105 Blade 840 40Вт	4
					Наличие ЯТП-0,25	1
3	Венткамера для подпора воздуха при пожаре	-	светодиоды	50	ДСП49-20-103 Blade 840 20Вт	1
					Наличие ЯТП-0,25	1
4	Венткамера	-	светодиоды	50	ДСП49-20-103 Blade 840 20Вт	2
					Наличие ЯТП-0,25	1
5	Венткамера	-	светодиоды	50	ДСП49-20-103 Blade 840 20Вт	5
					Наличие ЯТП-0,25	1
6	Технический этаж	-	светодиоды	50	ДПП03-13-003 9Вт	19

Выводы по разделу.

Электроснабжение ВРУ спального корпуса и корпуса водолечебницы запроектировано по двум взаиморезервируемым кабельным линиям. Один ввод от ТП-119, второй ввод от ДГУ, электроснабжение потребителей третьей категории через ВРУ запитанного шлейфом от другого ВРУ.

Выполнен расчет нагрузок по методу коэффициента спроса. Итоговая расчетная мощность потребителей спального корпуса составила 175,4 кВт, потребителей водолечебного корпуса - 85,7 кВт.

К I категории электроснабжения в проектируемых корпусах относятся электроприёмники противопожарных устройств, аварийное освещение, системы ОПС, дымоудаление, лифты, слаботочные системы связи. Для обеспечения надежности электроснабжения I категории на вводе запроектировано ВРУ с АВР, устанавливаются встроенные аккумуляторы в приборы пожарной и охранной сигнализации, в шкаф серверной и видеонаблюдения.

В соответствии с п.7.3.1 СП 256.1325800.2016 компенсация реактивной мощности не выполняется.

Произведен расчет параметров системы рабочего и аварийного освещения спального корпуса и водолечебницы. В качестве источников света применяются светодиодные светильники. Определены нормируемые освещенности по помещениям, типам применяемых светильников и их расчетному количеству в спальном корпусе и корпусе водолечебницы.

Заключение

Цель работы заключалась в проектировании надежной и экономичной системы электроснабжения спального корпуса и водолечебницы центра восстановительной медицины и реабилитации.

В работе дана характеристика системы внешнего электроснабжения центра восстановительной медицины и реабилитации, определены как существующие источники питания в виде ТП-119 типа 2КТПН-630/10/0,4-ХЛЗ, так и резервные дизель-генераторной установки контейнерного типа на 400кВА, 325 кВА и 280кВА.

Для потребителей II категории на вводе в зданиях в электрощитовой запроектированы вводно-распределительные устройства, состоящие из вводных панелей ВРУ, позволяющие вручную взаимно резервировать фидера в аварийном режиме.

Для потребителей I категории надёжности электроснабжения запроектирована установка вводного устройства с АВР. Для распределения электроэнергии потребителей первой категории запроектирована панель противопожарных устройств ППУ и распределительная панель ГРЩ.

Для потребителей третьей категории запроектирована вводно-распределительная панель ВРУ.

Определены основные показатели системы электроснабжения, так расчётная мощность проектируемых объектов с учётом коэффициента спроса составила 521 кВт, а расчётная мощность существующих объектов составляет 253 кВт, что приводит к необходимости обеспечения питания потребителей лечебного учреждения с суммарной нагрузкой 774 кВт на объект.

Основные электроприёмники распределены по трём категориям надёжности электроснабжения, выполнено обоснование требований к осуществлению их питания.

Наружные сети электроснабжения от ТП и ДГУ запроектированы кабелем АВБШв в траншее.

Наружные сети электроосвещения запроектированы кабелем АВБШв и ВБШв в траншее.

В электрощитовой водолечебницы запроектирован щит ЯУО для наружного освещения прилегающей территории.

Электроснабжение ВРУ спального корпуса и корпуса водолечебницы запроектировано по двум взаиморезервируемым кабельным линиям. Один ввод от ТП-119, второй ввод от ДГУ, электроснабжение потребителей третьей категории через ВРУ запитанного шлейфом от другого ВРУ.

Выполнен расчет нагрузок по методу коэффициента спроса. Итоговая расчетная мощность потребителей спального корпуса составила 175,4 кВт, потребителей водолечебного корпуса - 85,7 кВт.

К I категории электроснабжения в проектируемых корпусах относятся электроприёмники противопожарных устройств, аварийное освещение, системы ОПС, дымоудаление, лифты, слаботочные системы связи. Для обеспечения надежности электроснабжения I категории на вводе запроектировано ВРУ с АВР, устанавливаются встроенные аккумуляторы в приборы пожарной и охранной сигнализации, в шкаф серверной и видеонаблюдения.

В соответствии с п.7.3.1 СП 256.1325800.2016 компенсация реактивной мощности не выполняется.

Произведен расчет параметров системы рабочего и аварийного освещения спального корпуса и водолечебницы. В качестве источников света применяются светодиодные светильники. Определены нормируемые освещенности по помещениям, типам применяемых светильников и их расчетному количеству в спальном корпусе и корпусе водолечебницы.

Список используемой литературы

1. ГОСТ 1429–97 (МЭК 354–91). Межгосударственный стандарт. Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов. М.: Из-во стандартов, 1998. 6 с.
2. ГОСТ 32144–2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. EN 50160: 2010 (NQE). М.: Стандартиформ, 2014. 19 с.
3. ГОСТ Р 50270–92. Короткое замыкание в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. М.: Изд-во стандартов, 1993. 61 с.
4. Гужов Н.Л., Ольховский В.Я., Павлюченко Д.А. Системы электроснабжения. Ростов на Дону.: Феникс, 2011. 384 с.
5. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: НЦ ЭНАС. 2009. 456 с.
6. Иванов А.С. Электроснабжение: практикум для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2020. 116 с.
7. Кудрин Б.И. Электроснабжения промышленных предприятий. М.: Интернет Инжиниринг, 2006. 670 с.
8. Нормы технологического проектирования. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Тяжпромэлектропроект, 1994. 69 с.
9. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. 416 с.
10. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: Проспект, 2019. 240 с.
11. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого издания с изменениями и дополнениями. М.: Норматика, 2021. 464 с.

12. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбор электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-97. М.: НЦ ЭНАС. 2002. 149 с.
13. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». – СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 28 с.
14. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электро-вычислительным машинам и организация работы». – СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 56 с.
15. Свод правил СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. М., 2011. 74 с.
16. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2022. 328 с.
17. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 367 с.
18. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанции 35–750 кВ. Типовые решения. Стандарт организации АОА «ФСК ЕЭС» (СТО-569447007-29.240.30.010-2008.). М.: АОА ФСК ЕЭС, 2007. 132 с.
19. Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4–92. М.: Тяжпромэлектропроект, 1993. 25 с.
20. Щербаков Е.Ф., Александров Д.С., Дубов А.Л. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 495 с.