

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 фельдшерско-акушерского пункта

Обучающийся

А.В. Безрукавин
(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

Тольятти 2024

Аннотация

В бакалаврской работе разработана система электроснабжения фельдшерско-акушерского пункта.

Дана краткая характеристика основных помещений и установленных в них электроприёмников.

Определены ожидаемые электрические нагрузки в целом по зданию. Установленные в ФАП электроприёмники отнесены к категориям электроснабжения, основная часть ЭП относится ко второй категории, а пожарная сигнализация и аварийное освещение к первой категории.

Составлена схема электроснабжения здания. Выбраны номинальные токи, токи расцепителей автоматических выключателей, типы и сечения кабелей, а также определены потери в них. Выполнен расчёт системы заземления и молниезащиты здания ФАП, а также резервной дизель-генераторной установки.

Произведён расчёт системы рабочего электрического освещения и определено требуемое количество светильников для каждого из помещений. Также выбраны типы светильников для аварийного освещения и кабели для рабочего и аварийного освещения.

Произведён расчёт номинальной требуемой мощности дизель-генераторной установки.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 48 страниц текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Сведения о внешнем источнике электроснабжения и определение ожидаемых расчетных нагрузок	7
2 Выбор схемы электроснабжения в соответствии с категориями надежности ЭП.....	14
3 Заземление и молниезащита здания фельдшерско-акушерского пункта.....	28
4 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения.....	35
5 Разработка мероприятий по резервированию электроэнергии	39
Заключение	42
Список используемой литературы	45

Введение

Фельдшерско-акушерский пункт – лечебно-профилактическое учреждение, входящее в состав сельского врачебного участка и осуществляющее под руководством участковой больницы (амбулатории) комплекс лечебно-профилактических и санитарно-противоэпидемических мероприятий на определенной территории и является первичным (доврачебным) звеном здравоохранения в сельской местности.

Здание располагается в наиболее удаленных от участковой больницы населенных пунктах и подчиняется по медицинским вопросам участковой больнице. Персонал оказывает больным доврачебную помощь (в пределах компетенции и прав фельдшера и акушерки) на амбулаторном приеме и на дому, консультирует их у врача, выполняет врачебные предписания. В период полевых работ персонал при необходимости оказывает помощь непосредственно на полевых станах.

Врач участковой больницы в соответствии с заранее составленным графиком выездов в фельдшерско-акушерский пункт, осуществляет систематический надзор за качеством и своевременностью медпомощи, оказываемой в фельдшерско-акушерском пункте, а также консультирует больных.

Важным разделом деятельности является родовспоможение и лечебно-профилактическая помощь детям.

Медперсонал систематически наблюдает за здоровыми детьми до 1 года жизни и осуществляет патронаж детей в возрасте от 1 года до 3 лет, оказывает медпомощь заболевшим детям, при необходимости направляет их к врачу или вызывает врача на дом, направляет больных на госпитализацию. В обязанности работников входит медицинское обслуживание дошкольных учреждений, не имеющих в штате медработников.

Фельдшерско-акушерский пункт (ФАП), обслуживающий населённый пункт, представляет собой одноэтажное здание. Здание ФАП прямоугольной

формы с размерами в осях – 9,91×8,9м. Крыша двухскатная малоуклонная. Высота здания – 5,3 м. К зданию ФАП пристроен жилой блок размерами 10,945×4,89м.

Планировка помещений выполнена таким образом, чтобы обеспечить качественные медицинские услуги жителям посёлка с численностью населения до 800 человек.

Здание обеспечено холодным и горячим водоснабжением, канализацией, электричеством, отоплением, вентиляцией.

Электрооборудование силовой и осветительной сетей выполнено во влагозащищённом исполнении.

Здание имеет свободный подъезд служебного автотранспорта, машины скорой помощи, пожарной техники.

Хранение регистрационных данных пациентов осуществляется в электронном виде, на компьютере в кабинете фельдшера.

Для обеззараживания воздуха и поверхностей помещений 103, 109 установлены облучатель-рециркулятор бактерицидные и обеззараживатель медицинский.

В планируемом к строительству здании фельдшерско-акушерского пункта запроектированы следующие помещения:

- процедурный кабинет (помещение №103). Для хранения препаратов, требующих специальные условия хранения предусмотрен медицинский холодильник с температурой хранения 2-8 °С;
- кабинет фельдшера с гинекологическим креслом (помещение №109).

Все перечисленные кабинеты оборудованы холодильниками, весами для новорождённых. Для оказания экстренной помощи жителям населённого пункта в составе оборудования ФАП имеется электрокардиограф, дефибриллятор, анализатор уровня сахара, одеяло электрическое, портативный аппарат для искусственной вентиляции лёгких.

Кроме перечисленных медицинских кабинетов в помещениях ФАП предусмотрены вспомогательные кабинеты:

- материальная (помещение №104);
- санитарная комната (помещение 106);
- помещение персонала (помещение №108);
- сан.узел, в т.ч МГН (помещение №105);
- зона ожидания (помещение №102).

В техническом помещении №108 предусмотрена установка оборудования для отопления помещений ФАП, приготовления горячей воды (электрический водонагреватель рабочий и резервный).

Для стерилизации перевязочных материалов, инструмента из металла, латекса, пластика в процедурном кабинете предусмотрен стерилизатор паровой настольный с предварительной вакуумизацией и вакуумной сушкой. Для стерилизации инструмента из металла, применяемого в гинекологии, в кабинете приема предусмотрен стерилизатор воздушный.

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения нового фельдшерско-акушерского пункта.

1 Сведения о внешнем источнике электроснабжения и определение ожидаемых расчетных нагрузок

Электроснабжение предусматривается от существующей ВЛ-0,4 кВ фидер № 1-49-102 (ориентировочно опора № 3) от РУ-0,4 кВ ТП № 49-102.

Согласно расчетам, для обеспечения нормированных отклонений напряжения у электроприемников при существующем уровне напряжения на шинах РУ-0,4 кВ был принят провод марки:

- ответвление на ФАП – СИП-2н 3×35+1×35.

Сечение провода удовлетворяет условиям термической стойкости при токах короткого замыкания [4].

На проектируемой опоре, на границе земельного участка необходимо установить щит с автоматическим выключателем CHINTNM8S-250In=63А.

Для построения схемы, обеспечивающей вторую категорию по надежности электроснабжения, устанавливается автономный резервный источник питания (АРИП).

В качестве АРИП выбрана ДГУ марки АД АМПЕРОС АД 40-Т400 в кожухном исполнении, номинальной мощностью 40 кВт, с частотой выходного напряжения 50Гц.

Максимальная мощность присоединяемых энергопринимающих устройств составляет – 31,44 кВт.

На рисунке 1 приведена схема внешнего электроснабжения здания ФАП.

Потребители электроэнергии здания подразделяются на четыре группы:

- группа 1 - электроприемники, необходимые для работы персонала здания;
- группа 2 - электроприемники, необходимые для хранения медикаментов;
- группа 3 - электроприемники, обеспечивающие работу систем оповещения и защиты - один приемно-контрольный прибор охранно-пожарной сигнализации [25];

- группа 4 - электроприемники, обеспечивающие рабочее и аварийное освещение помещений здания - 21 светильник с люминесцентными лампами мощностью 36Вт, 2 светильника с люминесцентными лампами мощностью 18Вт, 5 светильников с компактной люминесцентной лампой 220В 20Вт, 3 светодиодных прожектора наружного освещения. Предусмотрены 4 светильника аварийного освещения с люминесцентными лампами мощностью 8Вт и блоком аварийного питания и 2 светодиодных указателя «Выход» с встроенным аккумулятором.

Наружное освещение осуществляется светодиодными прожекторами марки СДО. 2 прожектора мощностью 50 Вт, 2 прожектора мощностью 30 Вт и светодиодными консольными светильниками мощность 50 Вт – 2шт.

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» [24], [12].

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [14]:

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

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» [14].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [14]:

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

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

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [14].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [14]:

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [14].

«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» [14]:

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

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» [14].

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета электрических нагрузок в нормальном режиме

По заданию технологов				По НТД		Расчётная мощность			Примечание
Наименование оборудования	Количество (n), шт.	$P_{ном}$, кВт	Общая $P_n = n \times P_{ном}$, $P_{рабоче}$ $e/P_{резерв}$	Коэффициент, K_c	$\cos\phi$ /tgφ	Активная, кВт, $P_p = K_p \times (K_n \times P_n)$	Реактивная, кВар, $Q_p = P_p \times \tan\phi$	Полная, кВА, $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Медицинский блок (мб)									
Аварийное освещение									
Аварийное освещение (1 кат.)	-	0,29	0,29	1,00	0,95/0,33	0,29	0,10	0,31	-
Итого:	-	-	0,29	-	0,95/0,33	0,29	0,10	0,31	п.1.2
Освещение									
Рабочее освещение	-	1,13	1,13	1,00	0,95/0,33	1,13	0,37	1,19	-
Наружное освещение	-	0,764	0,764	1,00	0,95/0,33	0,76	0,25	0,80	-
Итого:	-	-	1,89	-	0,95/0,33	1,89	0,62	1,99	таблица 1.1
Холодильное оборудование									
Шкаф холодильный	3	0,20	0,60	-	0,65/1,17	-	-	-	-
Шкаф холодильный	1	0,32	0,32	-	0,65/1,17	-	-	-	-
Итого:	-	-	0,92	0,85	0,65/1,17	0,78	0,91	1,20	таблица 2.3
Пожарно-охранная сигнализация									
ОПС	-	-	0,35	-	-	-	-	-	-
Итого:	-	-	0,35	1,00	0,65/1,17	0,35	0,41	0,54	-
Сантехническое оборудование									
Электрокотел	1	7,50	7,50	-	0,98/0,20	-	-	-	-
Греющий кабель	1	0,60	0,60	-	0,98/0,20	-	-	-	-
Насос	2	0,10	0,20	-	0,65/1,17	-	-	-	-
Водонагреватель	1	2,50	2,50	-	0,98/0,20	-	-	-	-
КИВ-125	1	1,00	1,00	-	0,98/0,20	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вентилятор	1	0,0 7	0,07	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Вентилятор	3	0,0 9	0,27	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Полотенцесушитель	1	0,0 5	0,05	-	0,98/ 0,20	-	-	-	-
Итого:	-	-	12,19	0,85	0,98/ 0,20	10,0 9	2,05	10,30	таблица 2.3
Стационарное медицинское оборудование									
Облучатель	1	0,3 0	0,30	-	0,85/ 0,62	-	-	-	-
Обеззараживатель	1	0,1 0	0,10	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Кресло гинекологическое	1	1,0 0	1,00	-	0,85/ 0,62	-	-	-	-
Электрокардиограф	1	0,1 0	0,10	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Дефибрилятор	1	0,1 0	0,10	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Весы медицинские	1	0,0 5	0,05	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Стол для санитарной обработки новорожденных	1	0,7 5	0,75	-	0,85/ 0,62	-	-	-	-
Светильник медицинский	1	0,1 0	0,10	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Колькоскоп	1	0,1 0	0,10	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Итого:	-	-	2,60	0,45	0,76/ 0,86	1,19	1,02	1,57	таблица 2.2
Оборудование пищеблока									
Кулер	1	0,6 0	0,60	-	1,00/ 0,00	-	-	-	-
Электрочайник	1	2,5 0	2,50	-	1,00/ 0,00	-	-	-	-
Микроволновая печь	1	1,5 0	1,50	-	0,98/ 0,20	-	-	-	-
Итого:	-	-	4,60	0,90	1,00/ 0,00	4,14	0,00	4,14	таблица 2.5
Вычислительная техника									
Принтер	1	0,2 0	0,20	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-
Компьютер	1	0,5 0	0,50	-	0,65/ 1,17	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Итого:	-	-	0,70	1,00	0,65/ 1,17	0,70	0,82	1,08	СП256.132580 0.2016 таблица 7.8, Поз.9
Стационарное медицинское термическое оборудование									
Стерилизатор	1	2,0 0	2,00	-	1,00/ 0,00	-	-	-	-
Стерилизатор	1	0,9 0	0,90	-	1,00/ 0,00	-	-	-	-
Итого:	-	-	2,90	1,00	0,98/ 0,20	2,90	0,59	2,96	таблица 2.1
Собственные нужды ДЭС	-	-	2,10	1,00	0,75/ 0,88	2,10	1,85	2,80	-
Жилой блок (жб)	-	-	14,00	1,00	0,95/ 0,33	14,0 0	4,60	14,74	СП256.132580 0.2016 таблица 7.2
Итого на медблок:	-	-	-	-	0,95/ 0,33	24,4 4	7,8	25,6	-
Итого на объект: $P_p = P_{рмб} + 0,5 \times P_{ржб}$	-	-	-	-	0,95/ 0,33	31,4 4	10,1	33,0	СП256.132580 0.2016 таблица 7.13

Выводы по разделу.

Произведен расчет электрических нагрузок в результате которого было установлено, что расчетная мощность всех электроприемников здания составляет 31,44 кВт или 33 кВА.

2 Выбор схемы электроснабжения в соответствии с категориями надежности ЭП

По степени надёжности электроснабжения потребители электроэнергии здания, согласно ПУЭ, относятся ко II категории.

Потребители электроэнергии здания не предъявляют повышенных требований к качеству электроэнергии, поставляемой источником электроснабжения.

Качество электроэнергии (падение напряжения не более 5%, частота – 50Гц) на зажимах всех электроприёмников соответствует ГОСТ 32144-2013 [6]. Электроприёмники, которые могут ухудшать качество электроэнергии – отсутствуют [7].

Электроприемники переменного тока объекта подключены к щитам ЩС-1, ЩО-1, ЩС-2, ЩАО и ВРУ через коммутационные аппараты. Щиты ЩС-1, ЩО-1, ЩС-2 подключены к ВРУ объекта. Щит аварийного освещения подключен от АВР. ВРУ объекта получает питание через АВР (имеет функцию ввода резерва) от двух независимых внешних источников электроснабжения. По умолчанию в рабочем режиме нагрузка объекта подключена к вводу №1.

Согласно п.7.1.28 ПУЭ (7е издание) допускается размещение ВУ, ВРУ, ГРЩ, распределительных пунктов и групповых щитков вне электрощитовых помещений в удобных и доступных для обслуживания местах, в шкафах со степенью защиты оболочки не ниже IP31. При этом расстояние от трубопроводов (водопровод, отопление, канализация, внутренние водостоки) до места установки должно быть не менее 1 м [27].

Все выбранные автоматические выключатели обладают достаточной чувствительностью к однофазным и многофазным токам короткого замыкания. Селективность срабатывания автоматических выключателей обеспечивается.

Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + \frac{Z_e}{3} + Z_{\text{линии}(\phi-0)} + Z_k}, \quad (5)$$

где U_{ϕ} - фазное напряжение сети, В;

$Z_T/3$ - расчётное сопротивление для трансформатора 250 кВА, принимаемое равным 0,104 Ом;

$Z_T/3$ - расчётное сопротивление для генератора 40 кВА, применяемое равным 0,412 Ом;

$Z_{\text{линии}(\phi-0)}$ - полное сопротивление цепи с учётом активных и индуктивных сопротивлений петли «фазный-нулевой провод»;

Z_k - сопротивление контактов, принимаемое 0,015 Ом.

Питание штепсельных розеток переносных электрических приборов предусматривается через автоматический выключатель дифференциального тока с функциями защиты цепей от токов короткого замыкания, от токов перегрузки, защиты человека от поражения электрическим током (дифференциальный ток).

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

– по номинальному напряжению» [14]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (6)$$

– «по номинальному току» [14]

$$I_{нр} \geq I_{ра};, \quad (7)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [14]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)}, \quad (8)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [14].

«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» [14]:

$$k_{рн} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск}, \quad (9)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

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

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [14].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [14]:

$$t_i > t_{ni}, \quad (10)$$

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

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [14].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [14]:

$$t_{cp} > t_{дон}, \quad (11)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [14].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [14]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон}, \quad (12)$$

$$I_2 \leq 1,45I_{дон}, \quad (13)$$

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

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимый ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [14].

«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 соответствии с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [15].

Расчёт потерь напряжения в сети 0,4 кВ.

Для подтверждения выполнения требования СП 256.1325800.2016 к величине потерь напряжения необходимо выполнить расчёт потерь напряжения в сети 0,4 кВ от ответвления ВЛ-0,4 кВ до всех присоединяемых

электроприёмников (ЭП) в соответствии со схемой нормального режима. По каждой «цепочке» суммарные потери напряжения для электроприёмников не должны превышать 7,5%. В осветительных сетях сверхнизкого напряжения не должно превышать 10%. Потери напряжения в линии при заданном сечении для проводов и кабелей определяются по формуле с использованием метода удельных потерь напряжения [24]:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{тб}} \cdot M_{\text{а}}, \quad (14)$$

где $M_{\text{а}}$ - сумма моментов нагрузки, т.е. сумма произведения нагрузок, передаваемых по участкам линии, умноженных на длины этих участков, кВт·м;

$\Delta U_{\text{тб}}$ - табличное значение удельной величины потери напряжения на участке линии длиной 1 км при нагрузке 1 кВт и заданном $\cos\phi$, отнесённые к номинальному напряжению сети %/кВт·км.

Используемые в проекте кабели питания и заземления расцвечены по всей длине в соответствии с ГОСТ Р 50462-2009 [9]. Силовая и осветительная сеть выполняется кабелями, не распространяющими горение, низким дымо- и газовыделением, низкой токсичностью продуктов горения с оболочкой «нг-LSLTx».

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [13]:

$$I_{\text{од}} = I_{\text{ном.од}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (15)$$

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» [13].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [13]:

$$U = \frac{I_{расч} \cdot L \cdot R_{уд}}{S}, \quad (16)$$

где « $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм» [19].

Выбранные типы, номинальные токи и токи расцепителей автоматических выключателей, выбранные типы, сечения и потери в кабелях питающих линий внешнего электроснабжения, результаты расчетов сопротивлений приведены в таблице 2. В таблице 3 приведены результаты расчетов для сетей внутри здания ФАП.

На вводе в техническое помещение питающий СИП от опоры и кабели от ДГУ прокладываются в металлическом коробе и покрываются огнезащитным составом ФЕНИКС-СЕ.

Обеспечение электроэнергией электроприемников в аварийном режиме. К аварии источника внешнего электроснабжения относятся [18]:

- полное пропадание напряжения сети;
- кратковременные и долговременные просадки и всплески напряжения;
- высоковольтные импульсные помехи;
- высокочастотный шум;
- отклонение частоты тока.

Наиболее распространенными видами аварий источника внешнего электроснабжения являются долговременные просадки напряжения и высоковольтные импульсные помехи.

Таблица 2 - Обеспечение соблюдения требований селективности, быстродействия, чувствительности и надёжности срабатывания вновь установленных защитных аппаратов для питающих линий

Трасса			Расчётная нагрузка			Выбранный кабель								Защитный аппарат			Сопротивление цепи				Время отключения, с			
Начало	Конец	Длина, м	Расчётная мощность, кВт	Коэффициент мощности	Расчётный ток, А	Марка	Кол-во кабелей	Количество жил	Сечение жил, мм ²	I _{доп} кабеля, А	K _c прокладки	I _{доп} кабеля с учетом K _c , А	ΔU, %	Ток ОКЗ, А	Тип	I _{пл.вет} / I _r , А	I _{min ср.вет} / I _{уст.эр.} , А	Трансформатор, Ом	Переходное, Ом	Линия, км Ом/км Ом			Общее, Ом	
ТП №24-106	Опора №3	90,0	31,4 4	0,9 5	50,1	А	4	1	35	11 5	1,0	11 5	0,4 4	814	NM8S -250	16 0	528	0,104	0,01 5	0,090	1,680	0,1512	0,2702	0,2
Опора №3	Опора №1 проект.	6,3	31,4 4	0,9 5	50,1	СИП	1	4	25	10 0	1,0	10 0	0,6 1	774	NM8S -250	16 0	528	-	0,01 5	0,006	2,220	0,0140	0,2842	0,2
Опора №1 проект.	Щит на опоре	6,0	31,4 4	0,9 5	50,1	СИП	1	3+ 1	35	13 6	1,0	13 6	0,7 3	739	NM8S -250	16 0	528	-	0,01 5	0,006	2,220	0,0133	0,2975	0,2
Щит на опоре	АВР	42,7	31,4 4	0,9 5	50,1	АВБШВ	1	4	35	13 6	1,0	13 6	1,5 6	550	NM8S -250	63	415, 8	-	0,01 5	0,043	2,400	0,1025	0,4000	0,2
АВР	ВРУ	3,0	31,4 4	0,9 5	50,1	ВВГнг- LSL Тх	1	5	25	89	1,0	89	1,6 1	543	NM85 -250	63	415, 8	-	0,01 5	0,003	1728	0,0052	0,4052	0,4
ДЭС	АВР	57,0	31,4 4	0,9 5	50,1	АВБШВн Г(А)LSTx	1	4	35	77	1,0	77	1,1 1	439	ВА4 7-29	63	315	0,412	0,01 5	0,057	1,300	0,0741	0,5011	0,4
АВР	ВРУ	3,0	31,4 4	0,9 5	50,1	ВВГнг- LSL Тх	1	5	25	89	1,0	89	116	435	ВА4 7-29	63	315	-	0,01 5	0,003	1,600	0,0048	0,5059	0,4

Таблица 3 - Результаты расчетов для сетей внутри здания ФАП

Трасса			Расчётная нагрузка			Выбранный кабель								Ток ОКЗ, А	Защитный аппарат			Сопротивление цепи					Время отключения, с	
Начало	Конец	Длина, м	Расчётная мощность, кВт	Коэффициент мощности	Расчётный ток, А	Марка	Кол-во кабелей	Количество жил							Сечение жил, мм ²	I _{доп} кабеля, А	K _c прокладки	I _{доп} кабеля с учетом K _c , А	ΔU, %	Тип	I _{пл.вст} / I _г , А	I _{мин ср.вст} / I _{уст.з.р.} , А		Трансформатор, Ом
ВРУ	ЩС-1	8,0	9,40	0,93	15,3	ВВГнг-LSLTx	1	5	10	57	1,0	57	1,70	500	ВА47-29	32	160	-	0,015	0,008	4,340	0,0347	0,4399	0,4
ВРУ	ЩО-1	8,0	1,21	0,96	2,1	ВВГнг-LSLTx	1	5	4	27	1,0	27	1,64	447	ВА47-29	16	160	-	0,015	0,008	10,860	0,0869	0,4921	0,4
АВР	ЩАО	3,0	0,69	0,96	1,3	ВВГнг-FRLSLTx	1	5	2,5	27	1,0	27	1,71	481	NM8S-250	63	415,8	-	0,015	0,003	17,380	0,0521	0,4579	0,4
ВРУ	ЩС-2	15,0	14,00	0,95	22,7	ВВГнг-LSLTx	1	5	16	76	1,0	76	1,86	497	ВА47-29	50	300	-	0,015	0,015	2,500	0,0375	0,4497	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-5	35,0	0,25	0,96	1,2	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	18	0,8	14	1,68	174	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,035	24,600	0,8610	1,2610	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-6	25,0	0,92	0,65	6,4	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	1,0	23	1,72	264	АВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,025	17,380	0,4345	0,8345	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-7	8,0	7,50	0,98	11,6	ВВГнг-LSLTx	1	5	4	32	1,0	32	1,79	452	ВА47-29	25	125	-	0,015	0,008	10,860	0,0869	0,4869	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-8	8,0	7,50	0,98	11,6	ВВГнг-LSLTx	1	5	4	32	1,0	32	1,79	452	ВА47-29	25	125	-	0,015	0,008	10,860	0,0869	0,4869	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-9	18,0	1,16	0,65	8,1	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	1,0	23	1,71	309	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,018	17,380	0,3128	0,7128	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-11	25,0	1,20	0,85	6,4	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	1,0	23	1,75	264	АВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,025	17,380	0,4345	0,8345	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-12	10,0	0,60	0,98	2,8	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,64	383	АВДТ3 2	16	160	-	0,015	0,010	17,380	0,1738	0,5738	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-13	8,0	0,10	0,65	0,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,61	408	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,008	17,380	0,1390	0,5390	0,4

Продолжение таблицы 3

Трасса			Расчётная нагрузка			Выбранный кабель									Защитный аппарат			Сопротивление цепи				Время отключения, с		
Начало	Конец	Длина, м	Расчётная мощность, кВт	Коэффициент мощности	Расчётный ток, А	Марка	Кол-во кабелей	Количество жил	Сечение жил, мм ²	I _{доп} кабеля, А	K _c прокладки	I _{доп} кабеля с учетом K _c , А	ΔU, %	Ток ОКЗ, А	Тип	I _{пл.вет} / I _r , А	I _{мин ср.вет} / I _{уст э.р.} , А	Трансформатор, Ом	Переходное, Ом	Линия, км Ом/км Ом			Общее, Ом	
ВРУ	Гр.ВРУ-14	8,0	0,10	0,65	0,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,61	408	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,008	17,380	0,1390	0,5390	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-16	8,0	0,10	0,65	0,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	18	0,8	14	1,61	369	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,008	24,600	0,1968	0,5968	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-17	8,0	0,10	0,65	0,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	18	0,8	14	1,61	369	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,008	24,600	0,1968	0,5968	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-18	8,0	2,50	0,98	11,6	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,70	408	АВДТ32	16	160	-	0,015	0,008	17,380	0,1390	0,5390	0,4
ВРУ	Гр.ВРУ-19	8,0	2,50	0,98	11,6	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,70	408	АВДТ32	16	160	-	0,015	0,008	17,380	0,1390	0,5390	0,4
ЩО-1	Гр. 1-1	40,0	0,346	0,96	1,6	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	17	0,65	11	1,75	149	АВДТ32	10	100	-	0,015	0,040	24,600	0,9840	1,4761	0,4
ЩО-1	Гр. 1-2	35,0	0,448	0,96	2,1	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	17	0,65	11	1,76	163	АВДТ32	10	100	-	0,015	0,035	24,600	0,8610	1,3531	0,4
ЩО-1	Гр. 1-3	20,0	0,336	0,96	1,6	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	17	0,65	11	1,69	224	АВДТ32	10	100	-	0,015	0,020	24,600	0,4920	0,9841	0,4
ЩО-1	Гр. 1-4	29,0	0,030	0,94	0,1	АВБШВнг(A)-LSLTx	1	3	16	56	0,65	36	1,64	381	АВДТ32	10	100	-	0,015	0,029	4,130	0,1198	0,5771	0,4
ЩО-1	Гр. 1-5	35,0	0,030	0,94	0,1	АВБШВнг(A)-LSLTx	1	3	16	56	0,65	36	1,64	366	АВДТ32	10	100	-	0,015	0,035	4,130	0,1446	0,6019	0,4
ЩО-1	Гр. 1-6	15,0	0,920	0,96	4,4	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	17	0,65	11	1,75	256	АВДТ32	10	100	-	0,015	0,015	24,600	0,3690	0,8611	0,4
ЩС1	ГрС1-2	23,0	0,50	0,65	3,5	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,75	263	АВДТ32	16	80	-	0,015	0,023	17,380	0,3997	0,8396	0,4

Продолжение таблицы 3

Трасса			Расчётная нагрузка			Выбранный кабель									Защитный аппарат			Сопротивление цепи				Время отключения, с		
Начало	Конец	Длина, м	Расчётная мощность, кВт	Коэффициент мощности	Расчётный ток, А	Марка	Кол-во кабелей	Количество жил	Сечение жил, мм ²	I _{доп} кабеля, А	K _с прокладки	I _{доп} кабеля с учетом K _с , А	ΔU, %	Ток ОКЗ, А	Тип	I _{пл.вет} / I _г , А	I _{мин ср.вет} / I _{уст э.р.} , А	Трансформатор, Ом	Переходное, Ом	Линия, км Ом/км Ом			Общее, Ом	
ЩС1	ГрС1-3	23,0	0,10	0,65	0,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,71	263	ВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,023	17,380	0,3997	0,8396	0,4
ЩС1	ГрС1-4	15,0	1,50	0,98	7,0	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,81	314	ВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,015	17,380	0,2607	0,7006	0,4
ЩС1	ГрС1-5	17,0	2,50	1,00	11,4	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,90	299	ВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,017	17,380	0,2955	0,7354	0,4
ЩС1	ГрС1-6	18,0	0,60	1,00	2,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,75	293	ВДТ3 2	16	80		0,015	0,018	17,380	0,3128	0,7527	0,4
ЩС1	ГрС1-7	13,0	1,20	0,65	8,4	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,77	330	ВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,013	17,380	0,2259	0,6658	0,4
ЩС1	ГрС1-8	23,0	2,00	0,95	9,6	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,92	263	ВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,023	17,380	0,3997	0,8396	0,4
ЩС1	ГрС1-9	20,0	0,90	0,95	4,3	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	1,0	23	1,79	279	ВДТ3 2	16	80	-	0,015	0,020	17,380	0,3476	0,7875	0,4
ЩАО	Гр.1А	12,0	0,300	0,96	1,4	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	17	0,80	14	1,67	292	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,012	24,600	0,2952	0,7525	0,4
ЩАО	Гр.2А	12,0	0,050	0,96	0,2	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	17	0,80	14	1,64	292	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,012	24,600	0,2952	0,7525	0,4
ЩАО	Гр.3А	35,0	0,240	0,96	1,1	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	17	0,80	14	1,70	167	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,035	24,600	0,8610	1,3183	0,4
ЩАО	Гр.4А	18,0	0,050	0,96	0,2	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	17	0,80	14	1,64	244	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,018	24,600	0,4428	0,9001	0,4
ЩАО	Гр.5А	28,0	0,010	0,96	0,0	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	17	0,80	14	1,64	192	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,028	24,600	0,6888	1,1461	0,4

Продолжение таблицы 3

Трасса			Расчётная нагрузка			Выбранный кабель									Защитный аппарат			Сопротивление цепи				Время отключения, с		
Начало	Конец	Длина, м	Расчётная мощность, кВт	Коэффициент мощности	Расчётный ток, А	Марка	Кол-во кабелей	Количество жил	Сечение жил, мм ²	I _{доп} кабеля, А	K _c прокладки	I _{доп} кабеля с учетом K _c , А	ΔU, %	Ток ОКЗ, А	Тип	I _{пл.вет} / I _r , А	I _{мин ср.вет} / I _{уст э.р.} , А	Трансформатор, Ом	Переходное, Ом	Линия, км Ом/км Ом			Общее, Ом	
ЩАО	Гр.6А	40,0	0,060	0,96	0,3	ВВГнг-FRLSLTx	1	3	1,5	17	0,80	14	1,66	153	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,040	24,600	0,9840	1,4413	0,4
ЩС-2	Гр.2-1	8,0	0,361	0,96	1,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	18	0,7	13	1,88	344	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,008	24,600	0,1968	0,6395	0,4
ЩС-2	Го.2-2	12,0	0,900	0,65	6,3	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	18	0,7	13	1,94	298	АВДТ32	16	160	-	0,015	0,012	24,600	0,2952	0,7379	0,4
ЩС-2	Гр.2-3	10,0	0,200	0,65	1,4	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	18	0,7	13	1,87	319	АВДТ32	16	160	-	0,015	0,010	24,600	0,2460	0,6887	0,4
ЩС-2	Гр.2-4	17,0	8,500	1	22,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	6	23	0,8	18	2,15	389	АВДТ32	25	125	-	0,015	0,017	7,220	0,1227	0,5654	0,4
ЩС-2	Гр.2-5	17,0	0,400	0,65	2,8	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	1,89	298	АВДТ32	16	160	-	0,015	0,017	17,380	0,2955	0,7381	0,4
ЩС-2	Гр.2-6	15,0	2,500	0,98	11,6	ВВГнг-LSLTx	1	3	2,5	23	0,8	18	2,04	313	АВДТ32	16	160	-	0,015	0,015	17,380	0,2607	0,7034	0,4
ЩС-2	Гр.2-7	13,0	0,140	0,85	0,7	ВВГнг-LSLTx	1	3	1,5	23	0,8	18	1,87	289	ВА47-29	10	100	-	0,015	0,013	24,600	0,3198	0,7625	0,4
ЩС-2	Гр.2-9	22,0	4,500	0,98	7,0	ВВГнг-LSLTx	1	5	4	32	0,8	26	2,16	268	ВА47-29	16	80	-	0,015	0,022	17,380	0,3824	0,8250	0,4

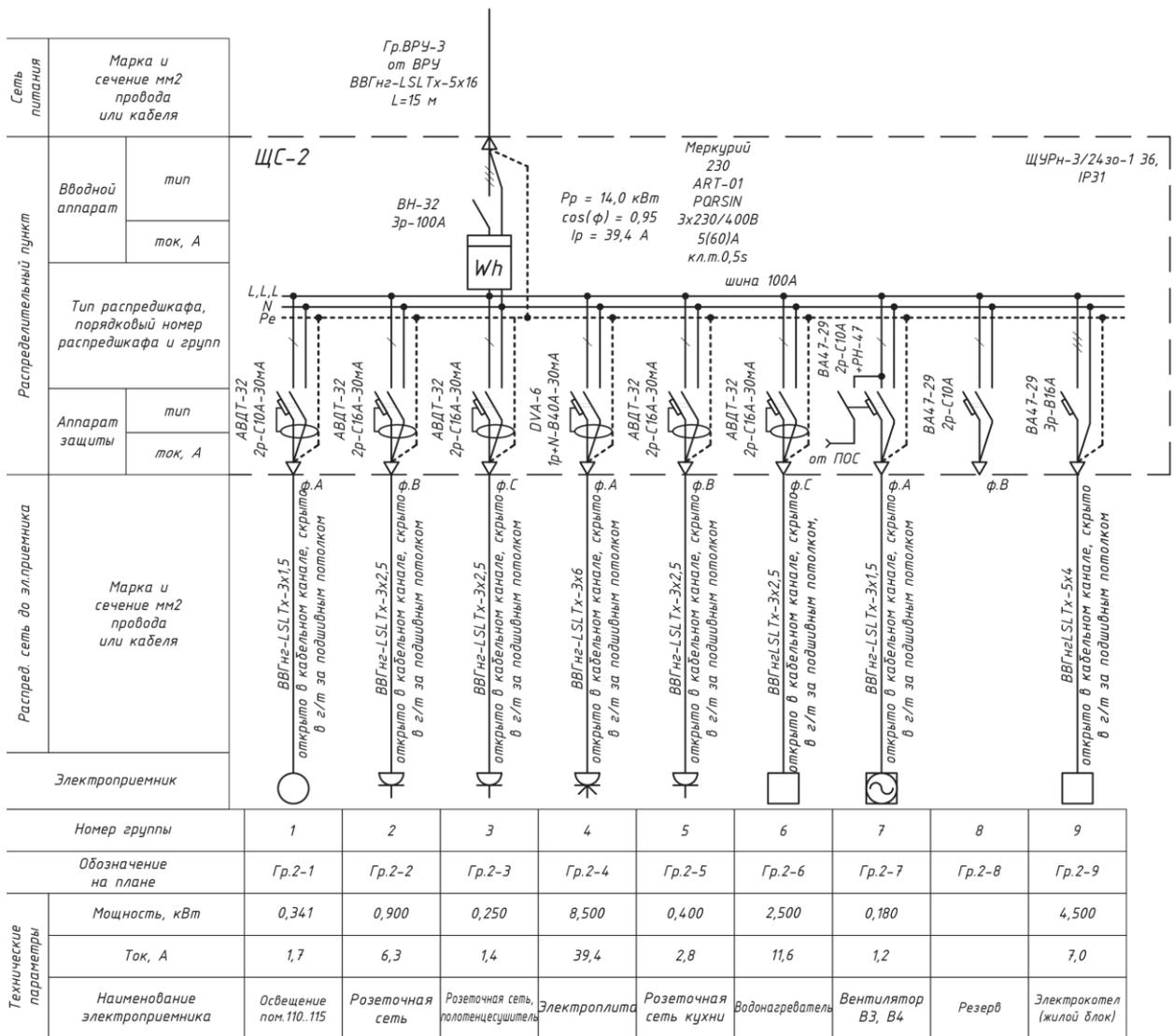


Рисунок 3 - Расчетная схема ЩС-2

В работе предусматривается использование современного энергоэффективного технологического и инженерного оборудования, имеющего высокий коэффициент полезного действия. Дополнительные меры по экономии электроэнергии не требуются.

Выводы по разделу.

По степени надёжности электроснабжения потребители электроэнергии здания, согласно ПУЭ, относятся ко II категории. Часть ЭП относится к I категории.

Электроприемники переменного тока объекта подключены к щитам

ЩС-1, ЩО-1, ЩС-2, ЩАО и ВРУ через коммутационные аппараты. Щиты ЩС-1, ЩО-1, ЩС-2 подключены к ВРУ объекта. Щит аварийного освещения подключен от АВР. ВРУ объекта получает питание через АВР (имеет функцию ввода резерва) от двух независимых внешних источников электроснабжения. По умолчанию в рабочем режиме нагрузка объекта подключена к вводу №1. Кроме того светильники аварийного (эвакуационного) освещения укомплектованы встроенной аккумуляторной батареей.

Выбраны типы, номинальные токи и токи расцепителей автоматических выключателей, типы и сечения кабелей, а также определены потери в них.

Все выбранные автоматические выключатели обладают достаточной чувствительностью к однофазным и многофазным токам короткого замыкания. Обеспечивается селективность срабатывания автоматических выключателей.

Питание штепсельных розеток переносных электрических приборов предусматривается через автоматические выключатели дифференциального тока с функциями защиты цепей от токов короткого замыкания, от токов перегрузки и защиты человека от поражения электрическим током (дифференциального тока).

3 Заземление и молниезащита здания фельдшерско-акушерского пункта

В качестве защитного заземления ФАП предусмотрено использовать искусственный заземлитель молниезащиты в соответствии с РД 34.21.122-87 п.2.26, удовлетворяющий ГОСТ 464-79, ГОСТ Р 50571.3-94 и ПУЭ (7-е изд.), сопротивлением менее 10 Ом (с учетом естественных заземлителей и повторных заземлений) [8], [10], [15].

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены следующие меры защиты при косвенном прикосновении: защитное заземление с выполнением системы уравнивания потенциалов, соединяющие между собой следующие проводящие части [22]:

- «РЕ» проводники групповых сетей и распределительных сетей;
- шину «РЕ» вводно-распределительного щита ВРУ;
- главную заземляющую шину (ГЗШ) объекта;
- заземляющее устройство защитного заземления;
- металлические части технологического оборудования.

Схема основной системы уравнивания потенциалов приведена на рисунке 4, а план контура заземления на рисунке 5.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к ГЗШ объекта при помощи проводников системы уравнивания потенциалов. ГЗШ присоединить к заземляющему устройству защитного заземления стальной полосой горячего цинкования 40×5 мм.

ГЗШ выполнена из меди. В конструкции шины предусмотрена возможность индивидуального отсоединения присоединенных к ней проводников. Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника электроустановки.

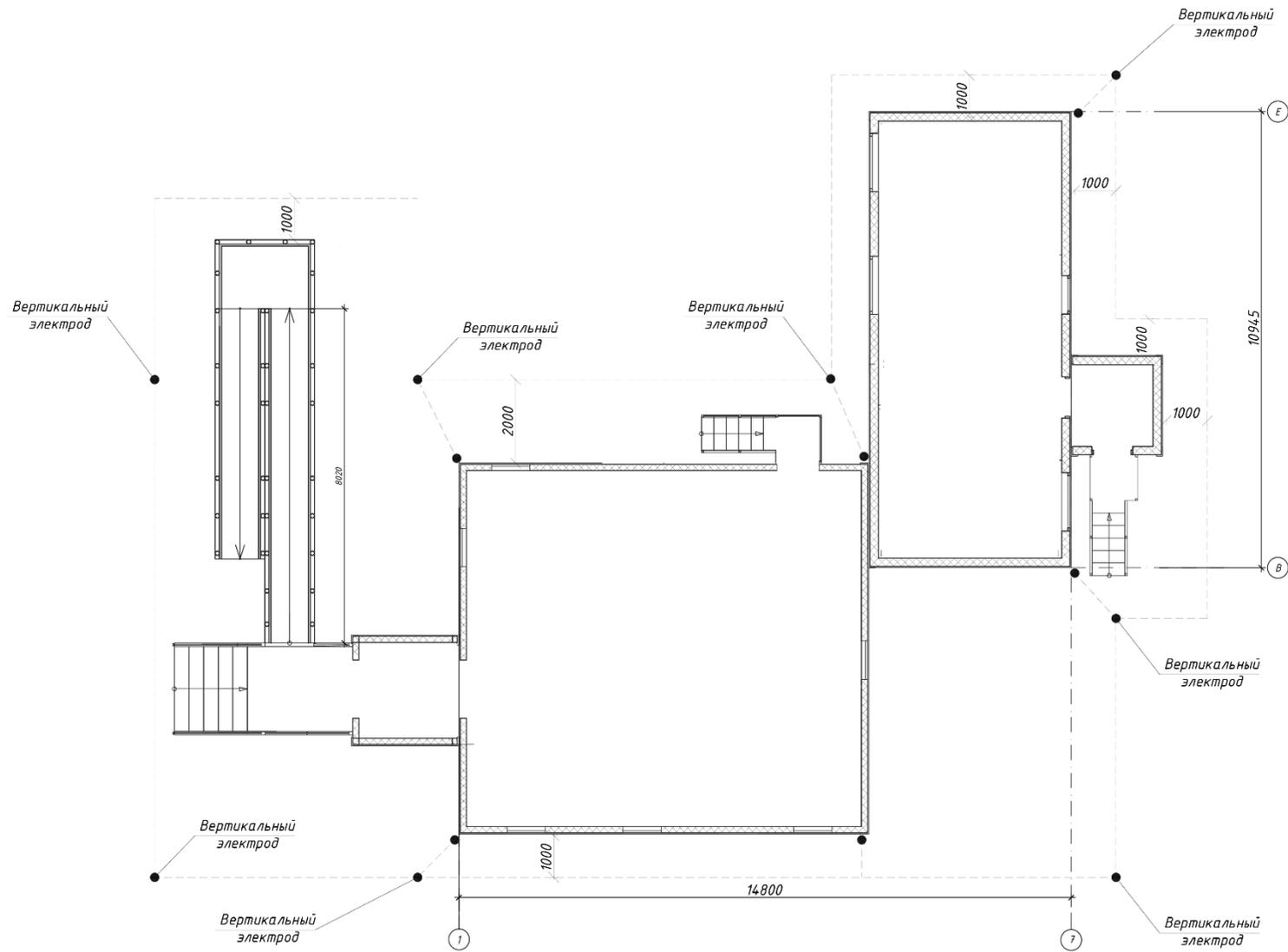


Рисунок 5 - План контура заземления

Для защиты оборудования от грозových и импульсных перенапряжений в комплект ВРУ входят ограничители перенапряжения (ОПН).

Проектируемое устройство молниезащиты соответствует требованиям III категории РД 34.21.122-87 «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» [16]. Защита от прямых ударов молнии обеспечивается совокупностью строительных конструкций здания, представляющие собой металлические фермы кровли и сама кровля. В качестве токоотводов от кровли до контура заземления используются естественные элементы - металлические колонны расположенные по периметру сооружения. Металлические колонны присоединить к контуру заземления стальной полосой горячего цинкования 40×5 мм [21].

При выполнении монтажных работ должна обеспечиваться непрерывность металлического соединения арматуры колонн на всем протяжении, от кровли здания до контура заземления. В местах разрыва выполнить соединение арматуры стальными перемычками диаметром 12 мм.

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

$$R_{\text{го}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.в}}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (17)$$

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

заземлителей,

l – длина вертикального заземлителя;

b – ширина полки уголка;

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

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [11]:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (18)$$

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

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

$$R_g = \frac{R_{go}}{\eta_g \cdot n_g}, \quad (19)$$

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

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

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (20)$$

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]:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_g}{R_z + R_g}, \quad (21)$$

Расчетное значение сопротивления растеканию заземляющего устройства ФАП с учетом естественных заземлителей и повторных заземлений составляет менее 10 Ом. После устройства заземления необходимо измерить его сопротивление растеканию тока промышленной частоты.

Металлический корпус АРИП соединен с собственным контуром заземления с сопротивлением менее 4 Ом.

На вводе в контейнер выполнить систему уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник;
- стальные трубы коммуникаций.

Защиту от статического электричества необходимо выполнить присоединением электрооборудования, трубопроводов, корпусов технологического оборудования к заземляющему устройству контейнера.

Молниезащита ДЭС выполняется конструкциями кожуха, каркасом ДЭС. В качестве токоотводов от кожуха ДЭС до контура заземления используются естественные металлические элементы корпуса, присоединённые к контуру заземления стальной полосой горячего цинкования 40×2,5мм в двух местах.

Вертикальные заземлители проектируемой опоры выполняются из стальных стержней горячего цинкования длиной 5м и диаметром 18мм. Все соединения выполняются при помощи сварки внахлест. Сварку необходимо производить по ГОСТ 5264-80 [2]. При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.

Вертикальные заземлители погружаются методом вибрирования или засверливания, а также забивкой или закладкой в готовые скважины. Заземление укосов выполняется на опоре с помощью проводника ЗП1.

Соединения заземлителей с заземляющими выпусками опор выполнить сваркой.

Величины сопротивлений заземления должны быть проверены путем замера и, при необходимости, доведены до требуемых норм.

Выводы по разделу.

В качестве защитного заземления ФАП предусмотрено использовать искусственный заземлитель молниезащиты в соответствии с РД 34.21.122. Выполнена схема основной и дополнительной систем уравнивания потенциалов. Для защиты оборудования от грозовых и импульсных

перенапряжений в комплект ВРУ входят ограничители перенапряжения (ОПН).

Защита от прямых ударов молнии обеспечивается совокупностью строительных конструкций здания, представляющие собой металлические фермы кровли и сама кровля. В качестве токоотводов от кровли до контура заземления используются естественные элементы - металлические колонны расположенные по периметру сооружения. Металлические колонны присоединить к контуру заземления стальной полосой горячего цинкования 40×5 мм.

Металлический корпус АРИП соединяется с собственным контуром заземления с сопротивлением менее 4 Ом, а его молниезащита выполняется конструкциями кожуха, каркасом ДЭС.

4 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения

В работе предусматривается система искусственного освещения объекта в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 в зависимости от характера выполняемой работы [20].

Выбор светильников произведен в зависимости от назначения установки и характеристики среды, в которой он устанавливается.

Рабочее освещение.

Для рабочего освещения помещений приняты светильники с люминесцентными лампами ЛВО15-031-4×14, DLG 118 HF, НВО23-100-001. Питание рабочего освещения выполняется от сети ~220В. Сеть рабочего электроосвещения выполнена кабелем марки ВВГнг-LSLTx. Прокладка кабелей предусмотрена в ПВХ кабельных коробах по стенам и потолку. Сечения кабелей выбраны по длительному допустимому току и проверены по потере напряжения. Управление освещением осуществляется в ручном режиме выключателями, установленными по месту.

Аварийное освещение.

Для аварийного освещения помещений приняты светильники ЛВО15-031-4×14 БАП, DLG 118 HF ES1 с люминесцентными лампами и встроенной аккумуляторной батареей. Сеть электроосвещения выполнена кабелем марки ВВГнг- FRLSLTx [5]. Светильники ЛВО15-031-4×14 БАП, DLG 118 HF ES1 в нормальном режиме получают питание через реле БАП от сетевого напряжения. В случае исчезновения сетевого напряжения либо спада напряжения до 85%, происходит переключение лампы на питание от АКБ. При восстановлении питания происходит обратное переключение [11].

Ремонтное освещение.

В техническом помещении запроектирован ящик с понижающим трансформатором ЯТП-0,25-220/12В для местного ремонтного освещения.

Наружное освещение.

Для наружного освещения территории приняты светодиодные прожекторы марки СДО и светодиодный консольные светильники ДКУ 1055-50Ш. Прожекторы устанавливаются с помощью кронштейна на фасаде здания. Консольные светильники устанавливается на проектируемую опоры освещения.

Питание рабочего освещения выполняется от сети ~220В.

Сеть наружного электроосвещения выполнена кабелем марки АВБбШв-3×16 мм². Прокладка кабелей предусмотрена земляной траншее. Сечения кабелей выбраны по длительному допустимому току и проверены по потере напряжения [1].

Автоматическое включение и отключение наружного освещения происходит с помощью фотореле ФР-7Е с наружным датчиком освещенности при достижении установленного порога освещенности, определенного фотоэлементом [26]. Ручное управление осуществляется с помощью кнопок на передней панели щитка. Выбор автоматического или ручного управления - через переключатель на дверце щита. Установить световую сигнализацию о работе освещения на дверце щита (цвет зеленый).

Расчет освещения выполнен по методу удельной мощности и коэффициента использования.

«Индекс помещения i определяется по выражению» [14]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (22)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [14].

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [14]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (23)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [14].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [14]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (24)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [14].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания N_B » [14]:

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

«Определяем число светильников в каждом ряду N_A » [14]:

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (26)$$

«Определяем расстояние между светильниками L и расстояние от крайнего ряда светильников до стены l » [14]:

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (27)$$

Выводы по разделу.

В работе предусматривается система искусственного освещения объекта.

Выбор светильников произведен в зависимости от назначения установки и характеристики среды, в которой он устанавливается. Для рабочего освещения помещений приняты светильники с люминесцентными лампами различных типов в соответствии с требованиями к освещению медицинских учреждений. Сеть рабочего электроосвещения выполнена кабелем марки ВВГнг-LSLTx.

Для аварийного освещения помещений светильники комплектуются встроенной аккумуляторной батареей. Сеть аварийного электроосвещения выполнена кабелем марки ВВГнг- FRLSLTx.

Для наружного освещения территории приняты светодиодные прожекторы марки СДО и светодиодный консольные светильники ДКУ 1055-50Ш.

Сеть наружного электроосвещения выполнена кабелем марки АВБбШв-3×16 мм² с прокладкой кабелей в земляной траншее.

5 Разработка мероприятий по резервированию электроэнергии

Резервирование электроэнергии в ФАП осуществляется применением щита АВР.

В качестве щита АВР принят щит марки ЯА8333-63-74. АВР предназначен для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителя с помощью использования двух независимых линий снабжения (с индикацией питающей линии). АВР собирается в металлическом корпусе с огнестойкой порошковой покраской с монтажной панелью. На дверце расположена световая индикация, которая показывает к какой линии подключена нагрузка [23].

К щиту АВР подводится два питающих кабеля от разных источников питания и один отходящий кабель, который подключается к ВРУ. Все линии защищаются автоматическими выключателями, на автомат QF1 подключается основной ввод (ввод 1) на автомат QF2 подключается резервный ввод (ввод 2 от ДГУ), а к автоматическому выключателю QF3 подключается линия потребителя (нагрузка). В щите так же присутствуют дополнительные автоматы для защиты цепей управления коммутирующим оборудованием.

Алгоритм работы. Реле контроля фаз KV1 контролирует чередование, частоту, напряжение фаз и наличие фаз (А; В; С;) ввода 1 и при несоответствии любого из критериев происходит переключение потребителя (нагрузки) с ввода 1 на ввод 2. Управляющие сигналы для коммутации переключения производятся с помощью контактов нормально открытого и нормально закрытого типа, контакты KV1 «НО» управляют контактором KM1 основного ввода (ввод 1), а контакты KV1 управляют контактором KM2 резервного ввода (ввод 2). Для надежности и защиты от встречного подключения вводов в щитах используются два типа электронной защиты и один механический. Первая электронная защита реализована с помощью реле контроля фаз контакты KV1. Вторая электронная защита обеспечивается с помощью дополнительных контактов контакторов KM2 и KM1. Для дополнительной

защиты, присутствует механическая защита, которая позволяет защитить от одновременного включения контакторов с помощью механической блокировки которая не позволяет включиться контактору если другой контактор уже включен.

При наличии нормального напряжения на сетевом вводе, нагрузка запитывается от него по цепи - автомат QF1, контактор KM1, далее на нагрузку. При отсутствии нормального напряжения на сетевом вводе по контрольному кабелю подается команда на запуск ДГУ, он запускается, выходит на рабочий режим и через QF2, KM2 и подается питание на нагрузку.

Расчет мощности ДЭС (выполнен на основе рекомендаций завода-изготовителя по расчету мощности ДЭС).

Параметры нагрузки потребителей объекта:

- $P_p = 31,44$ кВт;
- $\cos\varphi = 0,95$;
- $S_{\max} = 33,1$ кВА.

Выбор мощности дизельной электростанции [18]:

$$S_{\text{ндэс}} = 1,15 \cdot S_{\max}, \quad (28)$$
$$S_{\text{ндэс}} = 1,15 \cdot 33,1 = 38,0 \text{ кВА.}$$

Принимаем мощность дизельной электростанции (ближайшую по значению) 40 кВт/50кВА.

От сетей энергоснабжающей организации обеспечивается III категория по надежности электроснабжения. II категория по надежности электроснабжения обеспечивается дизель-генераторной установкой мощностью 40 кВт/50кВА.

В качестве аварийного резервного источника питания применена ДГУ марки АД АМПЕРОС АД 40-Т400 в кожухном исполнении, номинальной мощностью 40 кВт, с частотой выходного напряжения 50Гц, полной заводской готовности.

Основные параметры ДГУ:

- мощность номинальная - 40 кВт (50 кВА);
- напряжение - 230/400 В;
- исполнение - в кожухе;
- пуск - электростартер;
- степень автоматизации - 2 (автозапуск);
- модель двигателя: 4102D;
- частота вращения двигателя - 1500 об/мин;
- расход топлива при 75% нагрузке - 9 л/час;
- топливный бак - 120 л;
- время автономной работы при 75% мощности – 13,3 ч;
- время бесперебойной работы ДГУ не менее 8 часов при полной нагрузке;
- габариты (Д × Ш × В) 2200×850×1250;
- вес дизель генератора - 850 кг.

А также для средств охранно-пожарной сигнализации и аварийных светильников в качестве независимого источника питания используются источники бесперебойного питания (ИБП) со встроенными аккумуляторными батареями, в составе щитового оборудования охранно-пожарной сигнализации и в конструкции аварийных светильников [28].

Выводы по разделу.

Выполнен расчет мощности резервной ДГУ в результате которого была выбрана ДГУ марки АД АМПЕРОС АД 40-Т400 в кожухном исполнении, номинальной мощностью 40 кВт, полной заводской готовности.

Заключение

Целью бакалаврской работы являлось проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения нового фельдшерско-акушерского пункта.

Электроснабжение предусматривается от существующей ВЛ-0,4 кВ фидер № 1-49-102 (ориентировочно опора № 3) от РУ-0,4 кВ ТП № 49-102.

Согласно расчетам, для обеспечения нормированных отклонений напряжения у электроприемников при существующем уровне напряжения на шинах РУ-0,4 кВ был принят провод марки СИП-2н 3×35+1×35.

Произведен расчет электрических нагрузок в результате которого было установлено, что расчетная мощность всех электроприемников здания составляет 31,44 кВт или 33 кВА.

По степени надёжности электроснабжения потребители электроэнергии здания, согласно ПУЭ, относятся ко II категории. Часть ЭП относится к I категории.

Электроприемники переменного тока объекта подключены к щитам ЩС-1, ЩО-1, ЩС-2, ЩАО и ВРУ через коммутационные аппараты. Щиты ЩС-1, ЩО-1, ЩС-2 подключены к ВРУ объекта. Щит аварийного освещения подключен от АВР. ВРУ объекта получает питание через АВР (имеет функцию ввода резерва) от двух независимых внешних источников электроснабжения. По умолчанию в рабочем режиме нагрузка объекта подключена к вводу №1. Кроме того светильники аварийного (эвакуационного) освещения укомплектованы встроенной аккумуляторной батареей.

Выбраны типы, номинальные токи и токи расцепителей автоматических выключателей, типы и сечения кабелей, а также определены потери в них.

Все выбранные автоматические выключатели обладают достаточной чувствительностью к однофазным и многофазным токам короткого замыкания. Обеспечивается селективность срабатывания автоматических выключателей.

Питание штепсельных розеток переносных электрических приборов предусматривается через автоматические выключатели дифференциального тока с функциями защиты цепей от токов короткого замыкания, от токов перегрузки и защиты человека от поражения электрическим током (дифференциального тока).

В качестве защитного заземления ФАП предусмотрено использовать искусственный заземлитель молниезащиты в соответствии с РД 34.21.122. Выполнена схема основной и дополнительной систем уравнивания потенциалов. Для защиты оборудования от грозовых и импульсных перенапряжений в комплект ВРУ входят ограничители перенапряжения (ОПН).

Защита от прямых ударов молнии обеспечивается совокупностью строительных конструкций здания, представляющие собой металлические фермы кровли и сама кровля. В качестве токоотводов от кровли до контура заземления используются естественные элементы - металлические колонны расположенные по периметру сооружения. Металлические колонны присоединить к контуру заземления стальной полосой горячего цинкования 40×5 мм.

Металлический корпус АРИП соединяется с собственным контуром заземления с сопротивлением менее 4 Ом, а его молниезащита выполняется конструкциями кожуха, каркасом ДЭС.

В работе предусматривается система искусственного освещения объекта.

Выбор светильников произведен в зависимости от назначения установки и характеристики среды, в которой он устанавливается. Для рабочего освещения помещений приняты светильники с люминесцентными лампами различных типов в соответствии с требованиями к освещению медицинских учреждений [29]. Сеть рабочего электроосвещения выполнена кабелем марки ВВГнг-LSLTx.

Для аварийного освещения помещений светильники комплектуются

встроенной аккумуляторной батареей. Сеть аварийного электроосвещения выполнена кабелем марки ВВГнг- FRLSLTx.

Для наружного освещения территории приняты светодиодные прожекторы марки СДО и светодиодный консольные светильники ДКУ 1055-50Ш.

Сеть наружного электроосвещения выполнена кабелем марки АВБбШв-3×16 мм² с прокладкой кабелей в земляной траншее [17].

Выполнен расчет мощности резервной ДГУ в результате которого была выбрана ДГУ марки АД АМПЕРОС АД 40-Т400 в кожухном исполнении, номинальной мощностью 40 кВт, полной заводской готовности [3].

Для средств охранно-пожарной сигнализации и аварийных светильников в качестве независимого источника питания используются источники бесперебойного питания (ИБП) со встроенными аккумуляторными батареями, в составе щитового оборудования охранно-пожарной сигнализации и в конструкции аварийных светильников.

Список используемой литературы

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. 86 с.
2. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004379> (дата обращения 08.02.2024).
3. 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).
4. 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 15.11.2023).
5. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 30.12.2023).
6. 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).
7. 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).
8. ГОСТ 464-79. Заземления для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радиотрансляционных узлов проводного

вещания и антенн систем коллективного приема телевидения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006983> (дата обращения 08.02.2024).

9. ГОСТ Р 50462-2009 (МЭК 60446:2007). Базовые принципы и принципы безопасности для интерфейса «человек-машина», выполнение и идентификация. Идентификация проводников посредством цветов и буквенно-цифровых обозначений. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075956> (дата обращения 08.02.2024).

10. 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).

11. 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).

12. 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).

13. 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).

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

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

16. 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).
17. 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).
18. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.
19. 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).
20. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения 07.02.2024).
21. 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).
22. 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).
23. 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).
24. 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).

25. 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).

26. 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).

27. 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).

28. 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).

29. 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).