

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Электроснабжение здания пожарного депо на 2 машино-выезда

Обучающийся

В.А. Живаев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., О.В. Самолина

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

Тольятти 2023

Аннотация

Бакалаврская работа направлена на разработку системы электроснабжения здания пожарного депо на 2 машино-выезда.

В ходе выполнения бакалаврской работы были собраны необходимые исходные сведения об объекте проектирования, определён состав помещений в здании пожарного депо и предполагаемых к размещению электроприёмников.

Выполнено обоснование схемы электроснабжения здания. В качестве второго резервного источника питания предусмотрена установка дизель электрической станции.

Произведён расчёт электрических нагрузок по зданию пожарного депо и определён годовой объём потребления электроэнергии.

Выбраны кабели для внешнего электроснабжения, прокладываемые в земле в траншее, определён состав распределительных групповых щитов как для силовой сети, так и для сети освещения. Составлен перечень мероприятий для обеспечения энергоэффективности и экономии электроэнергии.

Определены параметры системы заземления и молниезащиты здания.

Выбраны типы используемых кабелей, автоматических выключателей, распределительных и групповых щитков. Для внутреннего и наружного освещения выбраны светодиодные светильники и произведён расчёт их необходимого количества для обеспечения требуемых норм освещённости.

ВКР состоит из пояснительной записки объемом 49 страниц печатного текста, включая 9 рисунков и 4 таблицы и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

Содержание

Введение	4
1 Обоснование принятой схемы электроснабжения здания депо	8
2 Расчет нагрузок здания пожарного депо	10
3 Определение проектных решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах	16
4 Заземление и молниезащита здания пожарного депо	22
5 Выбор типов используемых проводников и электрических аппаратов	27
6 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения пожарного депо	38
Заключение	44
Список используемой литературы	47

Введение

Строительство здания пожарного депо на 2 машино-выезда планируется в Корткеросский районе Республики Коми на участке, который изображен на фрагменте кадастровой карты на рисунке 1.

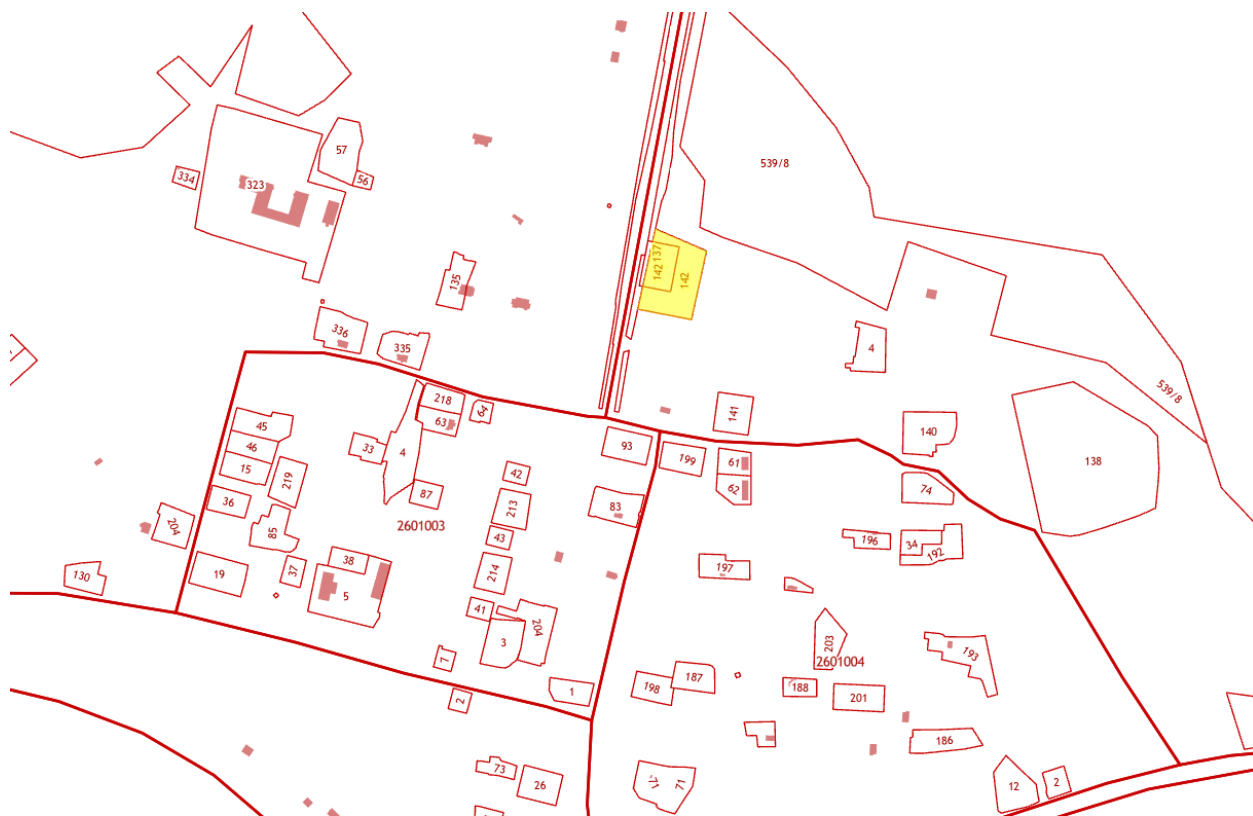


Рисунок 1 – Фрагмент кадастровой карты с расположением участка под строительство пожарного депо на 2 машино-выезда

Строительство депо осуществляется в рамках реализации подпрограммы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в условиях мирного и военного времени в Республике Коми, гражданская оборона» государственной программы Республики Коми «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и профилактика терроризма и экстремизма», утвержденной постановлением Правительства Республики Коми № 518 «Об утверждении Государственной программы

Республики Коми «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и профилактика терроризма и экстремизма».

Расчетная численность работников в соответствии с расчетом численности работников составляет 6 человек личного состава, в том числе: командир отделения и 5 водителей пожарной техники. Режим работы командира отделения – по пятидневной 8-ми часовой рабочей неделе, режим работы водителей пожарной техники – посменный, круглосуточное дежурство по 1 человеку, график дежурства водителей: смена – 24 часа, отдых – 72 часа. Обозначенное количество водителей обеспечивает исполнение трудового законодательства и недопущение водителями переработки рабочего времени: заступление на смену во время отпусков и во время предоставления водителям установленного законодательством времени отдыха. Продолжительность одновременного нахождения двух водителей в здании при приеме-передаче дежурства составляет не более 1 часа (группа производственных процессов Ів).

Проектируемое пожарное депо относится к V типу на 2 поста и представляет собой здание, предназначенное для размещения подразделений пожарной охраны, выполняющих задачи по организации и осуществлению профилактики пожаров и иных чрезвычайных ситуаций (ЧС), спасению людей и имущества, организации и осуществлению тушения пожаров, проведению аварийно-спасательных работ, а также для хранения пожарно-спасательной техники и ее технического обслуживания.

Здание разделено на следующие функциональные зоны [1]:

- зона для хранения пожарной техники;
- складская зона;
- административно-бытовая зона.

В зоне хранения пожарной техники предусмотрена закрытая стоянка автопожарной техники на 2 поста пожарных машин, в том числе 1 пост технического обслуживания автотранспорта. Для чистки и обслуживания

пожарных рукавов, средств индивидуальной защиты органов дыхания, другого пожарного оборудования предусмотрены соответствующие помещения.

К складской зоне относится помещение для склада для хранения вещевого имущества, снаряжения.

В административно-бытовой зоне размещаются санитарно-бытовые, офисные помещения для размещения личного состава части, обеспечивающие несение дежурства и отдыха личного состава части.

Перечень и площади помещений пожарного депо определены согласно требованиям норм технологического проектирования, расстановкой технологического оборудования с обеспечением нормативных расстояний между ними, а также между оборудованием и строительными конструкциями. В помещении пожарной техники №1 расположена закрытая стоянка пожарного автотранспорта, состоящая из 2 машино-мест для хранения пожарных машин – две пожарные автоцистерны АЦП-40-6/6 на шасси Урал-5557, в составе которых предусмотрен 1 пост, оборудованный смотровой ямой для возможности выполнения некоторых работ технического обслуживания и текущего ремонта автомобильной техники. В пожарном депо предусмотрено хранение и обслуживание пожарных автомашин на бензиновом и дизельном топливе. На посту технического обслуживания производятся следующие виды работ: смазочные, крепежные, регулирование агрегатов и узлов автомобиля с помощью переносных приборов, текущий ремонт агрегатов и узлов.

Для хранения средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), вещевого имущества, снаряжения предусмотрен специальный склад, оборудованный полочными стеллажами.

Мойка и сушка спецодежды, инвентаря осуществляется в специальном помещении №9.

В кабинете командира отделения и в караульном помещении устанавливается современное компьютерное оборудование. Круглосуточно дежурство осуществляется в караульном помещении №2. Помещения имеют

естественное освещение и оборудуются электрическими розетками для подключения офисного оборудования. В каждом кабинете устанавливаются офисные шкафы для хранения документации и гардеробные шкафы и вешалки-стойки для хранения верхней одежды.

Административно-бытовые помещения оснащены оборудованием и мебелью, обеспечивающими несение дежурства, отдых личного состава части.

Питание сотрудников организовано в комнате отдыха с местом приема пищи №3 и оснащено всем необходимым оборудованием.

Медицинское обслуживание персонала осуществляется на договорной основе в ближайшем к проектируемому объекту лечебно-профилактическом учреждении.

В таблице 1 приведена экспликация помещений пожарного депо

Таблица 1 – Экспликация помещений пожарного депо

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кат. помещения
1	Помещение пожарной техники	145,54 м ²	В2
2	Караульное помещение	15,05 м ²	-
3	Комната отдыха с местом приема пищи	12,19 м ²	-
4	Кабинет командира отделения	14,39 м ²	-
5	Электрощитовая	5,68 м ²	В3
6	Теплогенераторная	5,63 м ²	Д
7	Тамбур	4,31 м ²	-
8	Склад для хранения вещевого имущества, снаряжения	18,00 м ²	В3
9	Помещение для сушки вещевого имущества, одежды, инвентаря	14,50 м ²	В3
10	ПУИ	4,32 м ²	В4
11	Водомерный узел	5,60 м ²	-
12	Душевая	4,56 м ²	-
13	Уборная	3,24 м ²	-
14	Гардероб	18,84 м ²	-
15	Коридор	15,10 м ²	-
16	Тамбур-шлюз	4,49 м ²	-

Целью бакалаврской работы является разработка безопасной и надежной системы электроснабжения здания пожарного депо на 2 машино-выезда.

1 Обоснование принятой схемы электроснабжения здания депо

Электроприемники, которые будут установлены в здании пожарного депо, относятся к I категории надежности электроснабжения на основании п.8.6 СП 380.1325800.2018.

Электроснабжение электрооборудования, находящегося в здании пожарного депо, осуществляется от опоры ВЛИ-0,4кВ (КТП605) на напряжении 0,4кВ.

В качестве основного источника электроснабжения используется вновь устанавливаемая сетевой организацией КТП №10/0,4, в качестве резервного источника электроснабжения используется дизельная электростанция II степени автоматизации (ДЭС). Переключение с основного на резервный источник происходит автоматически. ДЭС рассчитана на всю проектируемую нагрузку и время работы необходимое до восстановления электроснабжения на основном вводе [2].

Номинальная мощность ДЭС принимается 200кВт.

В качестве дополнительного резервного источника электроснабжения используются аккумуляторные батареи для бесперебойного электроснабжения таких электроприемников как: система пожарной сигнализации (ИБП2) и аварийные светильники (ИБП1).

Для ввода и распределения электроэнергии на ввод устанавливается ВРУ с устройством автоматического ввода резерва (АВР) от которого питаются все электроприемники, кроме электроприборов СПЗ.

Электроснабжение освещения осуществляется от щита ЩО1.1.

Противопожарное оборудование (прибор пожарной сигнализации, электроприводы клапанов дымоудаления) питаются от отдельной панели ПСПЗ, имеющей свой независимый АВР и подключаемой до аппарата защиты ВРУ.

Панель питания электрооборудования системы противопожарной защиты (ПЭСПЗ). Панель ПЭСПЗ окрашивается в красный цвет, на дверце

предусматривается табличка с маркировкой «Не отключать! Питание систем противопожарной защиты!».

Аварийное освещение имеет третий независимый источник электроснабжения – ИБП со встроенной аккумуляторной батареей [4].

Выводы по разделу.

Для электроснабжения пожарного депо используется два независимых источника питания, так как расположенные в нем электроприемники относятся к 1 категории по надежности электроснабжения. Первым источником является новая однострансформаторная КТП, вторым – дизельная электростанция мощностью 200 кВт, рассчитанная на полную нагрузку депо. Для систем противопожарной сигнализации и аварийного освещения предусмотрена установка источников бесперебойного питания. Основные ЭП здания питаются от ВРУ, оснащаемого АВР. Противопожарное оборудование (прибор пожарной сигнализации, электроприводы клапанов дымоудаления) питаются от отдельной панели ПСПЗ, имеющей свой независимый АВР.

2 Расчет нагрузок здания пожарного депо

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

«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].

Основную часть нагрузки составляют электроосвещение и асинхронные электродвигатели насосов, а также вентиляции и отопления.

В таблице 2 приведены сведения об установленной и расчетной мощности проектируемых электроприемников.

Установленная мощность электроприемников составляет 155,485 кВт, расчетная мощность проектируемого оборудования составляет:

- в нормальном режиме: 103,457 кВт;

- в режиме «пожар»: 100,609 кВт.

В качестве расчётного режима принимается нормальный режим.

Всего на объекте принято к установке 42 светодиодных светильника для рабочего и аварийного освещения мощностью от 3 до 47 Вт.

Таблица 2 – Результаты расчета электрических нагрузок по зданию пожарного депо

Наименование электроприемника	Кол-во электроприемников, шт.		Pном, кВт	Pу, кВт	Kс, о.е.	cosφ, о.е.	tgφ, о.е.	Pр, кВт	Qр, кВАр	Sр, кВА	I, А
	N _{раб} , шт.	N _{рез} , шт.									
Вентиляционное оборудование	19	0	-	39,32	0,65	0,86	0,6	25,6	19,42	32,1	45,03
Рабочее освещение	-	-	-	0,78	1	0,92	0,42	0,78	0,33	0,85	1,28
Водонагреватель	3	0	1,5	4,5	0,9	0,99	0,14	1,28	0,18	1,29	1,96
Печь микроволновая	1	0	0,8	0,8	1	0,95	0,33	0,8	0,26	0,84	1,28
Холодильник бытовой	1	0	0,3	0,3	1	0,95	0,33	0,3	0,1	0,32	0,48
Чайник	1	0	2	2	1	0,99	0,14	2	0,28	2,02	3,06
ВРУ											
Машина стиральная	1	0	2,1	2,1	1	0,99	0,14	2,1	0,29	2,12	3,21
ПК	2	0	0,5	1	0,5	0,9	0,48	0,25	0,12	0,28	0,42
Розетки в смотровой яме	1	0	0,25	0,25	0,4	0,96	0,29	0,1	0,03	0,1	0,16
Насос перекачной М2	1	0	1,5	1,5	1	0,96	0,29	1,5	0,44	1,56	2,37
Рукавомоечная машина	1	0	2,2	2,2	1	0,9	0,48	2,2	1,06	2,44	3,7
Верстак	1	0	1	1	1	0,9	0,48	1	0,48	1,11	1,68
Электрокотел	1	1	48	48	1	0,99	0,14	48	6,72	48,47	73,46
Циркуляционный насос котловой	1	1	0,225	0,225	1	0,75	0,88	0,225	0,2	0,3	0,45
Электрообогреватель	1	0	2	2	1	0,99	0,14	2	0,28	2,02	3,06
Собственные нужды ДЭС	1	0	2	2	1	0,96	0,29	2	0,58	2,08	3,16
Наружные освещение	-	-	0,56	0,56	1	0,96	0,29	0,56	0,16	0,58	0,88
Тепловые завесы	4	0	10,84	43,36	0,85	0,96	0,29	9,214	2,67	9,59	14,54
Повысительный насос wilo pb 201EA	1	0	0,34	0,34	1	0,86	0,59	0,34	0,2	0,39	1,8
Итого ВРУ P _р (ВРУ)	-	-	-	152,2	0,66	0,95	0,33	100,2	33,8	105,8	160,2

Продолжение таблицы 2

Наименование электроприемника	Кол-во электро приемн иков, шт.		Рном, кВт	Ру, кВт	Кс, о.е.	cosφ, о.е.	tgφ, о.е.	Рр, кВт	Qр, кВА р	Sp, кВА	I, А
	N _{раб} , шт.	N _{р ез} шт									
Панель ПЭСПЗ											
Щит аварийного освещения ЩАО1.1	1	-	0,43	0,43	1	0,92	0,43	0,43	0,18	0,47	0,71
Система пожарной сигнализации	1	0	0,3	0,3	1	0,96	0,29	0,3	0,09	0,31	0,47
Вытяжной вентилятор дымоудаления*	1	0	0,55	0,55	1	0,9	0,48	0,55	0,26	0,61	0,93
Клапан подпора воздуха	1	0	0,1	0,1	1	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Клапан КЛОП КП2.1 (Н.З.)	1	0	0,1	0,1	1	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Насосная станция пожаротушения (ввод №1)*	1	0	19,2	19,2	1	0,85	0,62	19,2	11,9	22,59	34,22
Шкаф коммутационный ШСС1	1	0	1,8	1,8	1	0,9	0,48	1,8	0,86	1,99	3,03
Питание С2000- СП4/220 (КП1)	1	0	0,1	0,1	1	0,9	0,48	0,1	0,05	0,11	0,17
Часовая станция	1	0	0,3	0,3	1	0,9	0,48	0,3	0,14	0,33	0,51
Блок питания для СКУД	1	0	0,12	0,12	1	0,9	0,48	0,12	0,06	0,13	0,2
Розетка для электр. инструмента*	1	0	2,2	2,2	1	0,9	0,48	2,2	1,06	2,44	3,7
Вентилятор ПД1 Vents VKM 400*	1	0	0,46	0,46	1	0,9	0,48	0,46	0,22	0,51	0,77
Клапан Гермик-Т- 410×400*	1	0	0,2	0,2	1	0,94	0,36	0,2	0,07	0,21	0,32
Клапан КЛОП (Н.З.)*	1	0	0,1	0,1	1	0,94	0,36	0,1	0,04	0,11	0,16
Итого ПЭСПЗ в нормальном режиме	-	-	-	3,25	1	0,91	0,46	3,25	1,5	3,58	5,41
Итого ПЭСПЗ в режиме «Пожар»	-	-	-	25,96	1	0,96	0,29	25,96	15,05	30,01	40,97

Продолжение таблицы 2

Наименование электроприемника	Кол-во электро приемн иков, шт.		Рном, кВт	Ру, кВт	Кс, о.е.	cosφ, о.е.	tgφ, о.е.	Рр, кВт	Qр, кВА р	Sp, кВА	I, А
	N _{раб} , шт.	N _{рез} шт.									
Итого ВРУ в нормальном режиме Рр(ввод.№1)=Рр(П ЭСПЗ)+Рр(ВРУ)	-	-	-	155,4 85	1	0,96	0,29	103,4 57	35,3	109,3 1	163,2 8
Итого Рр(ввода) в режиме «пожар» Рр(ввод.№1)=Рр(П ЭСПЗ)+Рр(ВРУ)- Рр(вент)	-	-	-	138,8 75	1	0,96	0,29	100,6 09	29,43	104,8 3	158,7 9

* - электроприемники которые работают только при пожаре.

Для выбора оборудования для ПЭСПЗ и питающих ее кабельных линий принимается режим «Пожар».

В качестве расчетного режима для питающих линий принимается нормальный режим работы сети [3].

Годовое потребление электрической энергии при времени работы 5000ч в год равно, МВт·ч:

$$W = P_p \cdot t, \quad (5)$$

$$W = 103,457 \cdot 5000 / 1000 = 517,285 \text{ МВт} \cdot \text{ч}.$$

Проектируемое пожарное депо относится к I категории надежности электроснабжения. Качество электрической энергии, поступающей к потребителю должно соответствовать ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Выводы по разделу.

Определено, что основную часть нагрузки составляют электроосвещение и асинхронные электродвигатели насосов, а также вентиляции и отопления.

В таблицу были сведены исходные данные по установленным мощностям электроприемников, справочные данные по коэффициентам спроса и мощности для каждого электроприемника и результаты определения расчетных мощностей групп электроприемников.

Суммарная установленная мощность электроприемников составила 155,485 кВт, расчетная мощность планируемого к установке в пожарном депо оборудования составила:

- в нормальном режиме: 103,457 кВт;
- в режиме «пожар»: 100,609 кВт.

В качестве расчётного режима для дальнейшего выбора проводников и защитных аппаратов принимается режим с максимальной нагрузкой - нормальный режим.

3 Определение проектных решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах

В нормальном режиме электроснабжение ВРУ осуществляется от основного источника - опоры КТП10/0,4 на напряжении 0,4кВ кабелем марки АВБбШвнг(А)-LS проложенным в траншее, длиной 83м.

В послеаварийном режиме электроснабжение ВРУ осуществляется от резервного источника – дизельной электростанции на напряжении 0,4кВ по кабельной линии марки АВБбШвнг(А)-LS проложенной в траншее в трубе, длиной 52м.

Сведения о длине кабельных линий приведены на соответствующих принципиальных схемах графического материала работы. Прокладка кабельных линий осуществляется согласно серии А5-92 [5].

На рисунках 2-5 приведены типы используемых кабельных траншей и способов прокладки кабельных линий внешнего электроснабжения здания депо [6].

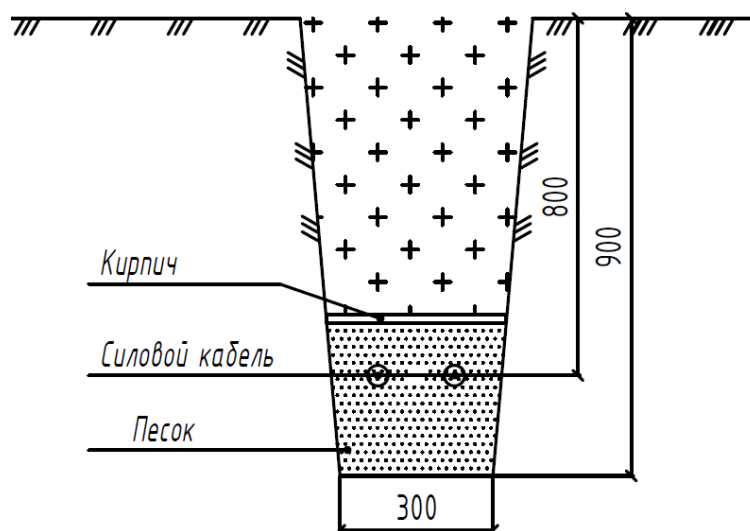


Рисунок 2 – Внешний вид кабельной траншеи типа Т-2 для прокладки двух кабелей

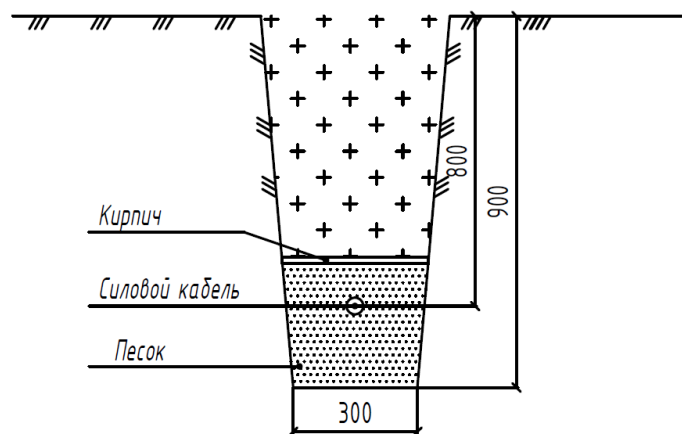


Рисунок 3 – Внешний вид кабельной траншеи типа Т-1 для прокладки одного кабеля

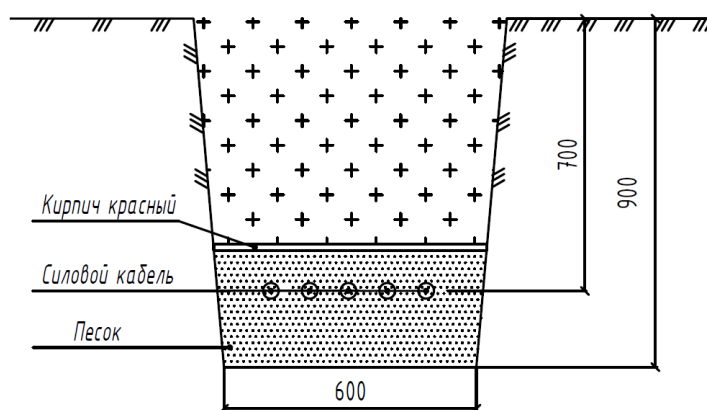


Рисунок 4 – Внешний вид кабельной траншеи типа Т-5 для прокладки пяти кабелей

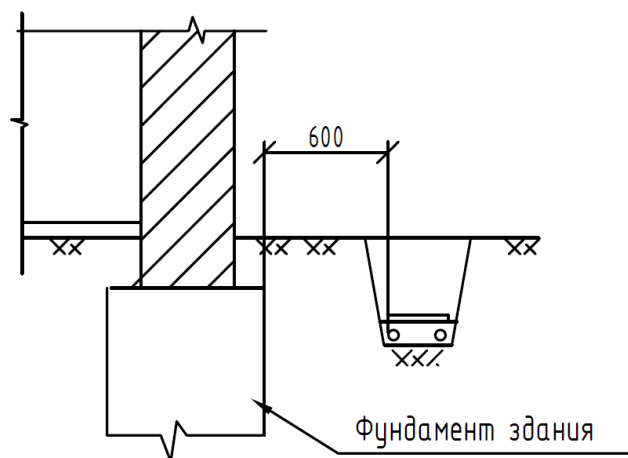


Рисунок 5 – Внешний вид прокладки кабеля в траншее параллельно фундаменту здания

В послеаварийном режиме (пропадание напряжения на основном источнике) ВРУ с АВР и ПЭСПЗ с АВР автоматически переключаются на резервный источник электроснабжения - ДЭС, который запускается по сигналу об отсутствии напряжения на вводе ВРУ или ПЭСПЗ от основного источника электроснабжения. На время необходимое для запуска АВР (3-10с) электроприемники противопожарной защиты питаются от третьего независимого источника - аккумуляторной батареи, рассчитанной на время работы 1ч [7].

Для электроснабжения предусматриваются распределительные и групповые щиты [9]:

- ЩВ1.1 – щит вентиляции, от которого получают электроснабжение электроприемники вентиляционных систем;
- ЩС1.1 – щит силовой, для электроснабжения розеточной сети;
- ЩС1.2 – щит для технологического оборудования в помещении пожарной техники;
- ЩО1.1 – щит рабочего освещения, для электроснабжения сети рабочего и ремонтного освещения;
- ПЭСПЗ – панель для электроснабжения электроприемников, относящихся к средствам пожарной защиты.
- ЩАО1.1 – щит аварийного освещения для электроснабжения сети аварийного освещения;
- СПТ – Щит управления (вводной щит) поставляемый с комплектной станцией пожаротушения.
- ШСС1 – шкаф коммутационный – электроснабжение электроприемников относящихся к сетям связи.
- ШДУ1 – шкаф дымоудаления, идущий в комплекте с вентиляционным оборудованием, управляющий системой дымоудаления.

По пожарной опасности согласно ПУЭ 7 изд. в здании присутствует помещение категории П-I – помещение пожарной техники.

Электрооборудование, устанавливаемое в зоне пожароопасности П-I применяется электрооборудование со степенью защиты:

- светильники - IP65 (не менее IP53);
- выключатели и распределительные коробки, понижающий трансформатор – IP54 (не менее IP44).

В соответствии с п.14.1 СП 256.1325800.2016 ВРУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 32396-2013.

Согласно п.6.4.6 СП 113.13330.2016 у входов в помещение пожарной техники предусматривается установка розетки, подключенной к сети электроснабжения к панели ПЭСПЗ, для возможности использования электрифицированного пожарно-технического оборудования на напряжение 220 В [8].

Компенсация реактивной мощности не требуется, т.к. нагрузка имеет высокий коэффициент мощности равный 0,99 из электроотопительных приборов.

Управление технологическим оборудованием, вентиляцией, отоплением осуществляется при помощи шкафов, пультов управления, поступающих комплектно с оборудованием или заказанных стандартных шкафов. Шкафы, пульты управления позволяют управлять оборудованием как в ручном (с кнопок на панели управления), так и в автоматическом (в зависимости от контролируемого параметра) режимах.

Отключение при пожаре вентиляционных установок выполняется:

- индивидуально для каждой системы вентиляции. Индивидуально отключаются при пожаре системы, у которых есть свой шкаф управления, позволяющий отключить систему при подаче сигнала от пожарной сигнализации. При подаче сигнала в шкаф управления на отключение приточной вентиляцией предусматривается не отключение цепей защиты от замораживания.
- централизованно, прекращая подачу электропитания для вентсистем, тепловых завес и кондиционеров у которых не

предусмотрены шкафы управления, имеющие возможность отключения питания при сигнале от пожарной сигнализации.

Управление противопожарными клапанами осуществляется индивидуально для каждой системы подачи сигнала на соответствующие шкафы управления от прибора пожарной автоматики [10].

Управление системой дымоудаления и включение модульной станции пожаротушения выполняется при подаче сигналов от системы пожарной сигнализации на шкаф управления дымоудалением и шкаф управления станции пожаротушения.

Сигналы от противоаварийной сигнализации передаются в существующий диспетчерский пункт.

Переключение на резервный циркуляционный насос и резервный котел производится автоматически, при помощи автоматики поставляемой в комплекте с котловым оборудованием.

Для экономии электроэнергии потребляемой объектом предприняты следующие мероприятия [12]:

- рациональное построение питающих, распределительных, групповых сетей (выбор кратчайших трасс, выбор сечений и материалов токоведущих частей согласно действующих норм);
- установка светильников светодиодных, категория которых не запрещает их применение;
- применение шкафов управления электродвигателями с автоматическим включением и отключением двигателей;
- применение частотных преобразователей для управления и регулирования проектируемыми электродвигателями;
- применение современного оборудования;
- возможность управления освещением (вкл./откл. в необходимых помещениях).

Коммерческий учет электрической энергии осуществляется в щите ЩУ1, который устанавливается на опоре ВЛИ 0,4кВ сетевой организацией и является ее собственностью [11].

Выводы по разделу.

Для электроснабжения здания прокладываются кабельные линии 0,4 кВ от ТП и ДЭС, выполненные кабелем марки АВБбШвнг(А)-LS. В работе приведены используемые способы прокладки кабелей в траншеях и вдоль фундамента здания.

Определён состав распределительных и групповых щитов для питания вентиляции силовой сети, технологического оборудования, рабочего освещения, электроприёмников пожарной защиты, аварийного освещения, щита управления, коммутационного шкафа и шкафа дымоудаления.

Приведены требования к степени защиты IP для выбираемого электротехнического оборудования и светильников.

Определён алгоритм отключения вентиляционных установок в случае возникновения пожара.

Приведены организационные мероприятия и требования к энергоэффективности выбираемого электротехнического оборудования для экономии электроэнергии потребляемой объектом.

4 Заземление и молниезащита здания пожарного депо

Проектируемые электроустановки в отношении мер электробезопасности относятся к электроустановкам напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью [13].

В электроустановках применяется система заземления типа TN-C-S.

Все металлические нетоковедущие, относящиеся к классу защиты 1 по ГОСТ12.2.007 части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, заземляются: каркасы ВРУ, щитов управления, корпуса аппаратов, светильников, стальные трубы электропроводок. Для заземления металлических корпусов электроприборов применяется отдельный заземляющий защитный проводник (РЕ), прокладываемый от щитов, к которым подключен данный электроприемник: 5-й проводник для 3-х фазной сети ~380/220В, 3-й проводник для 1-но фазной [14].

Для заземления каждой розетки и корпуса светильника от розеточной группы, и группы освещения отходит 3-й проводник, при этом ответвление данного защитного проводника от розеточной группы выполняется пайкой, сваркой, спецзажимами. Последовательное соединение штепсельных розеток и корпусов светильников не допускается.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции мерой защиты при косвенном прикосновении является автоматическое отключение питания, защитное заземление, уравнивание потенциалов.

На рисунке 6 приведена схема уравнивания потенциалов.

Предусматривается основная система уравнивания потенциалов, которая соединяет между собой следующие проводящие части, которые присоединяются к главной заземляющей шине при помощи проводников уравнивания потенциалов [16]:

- нулевой защитный PEN-проводник питающей линии;

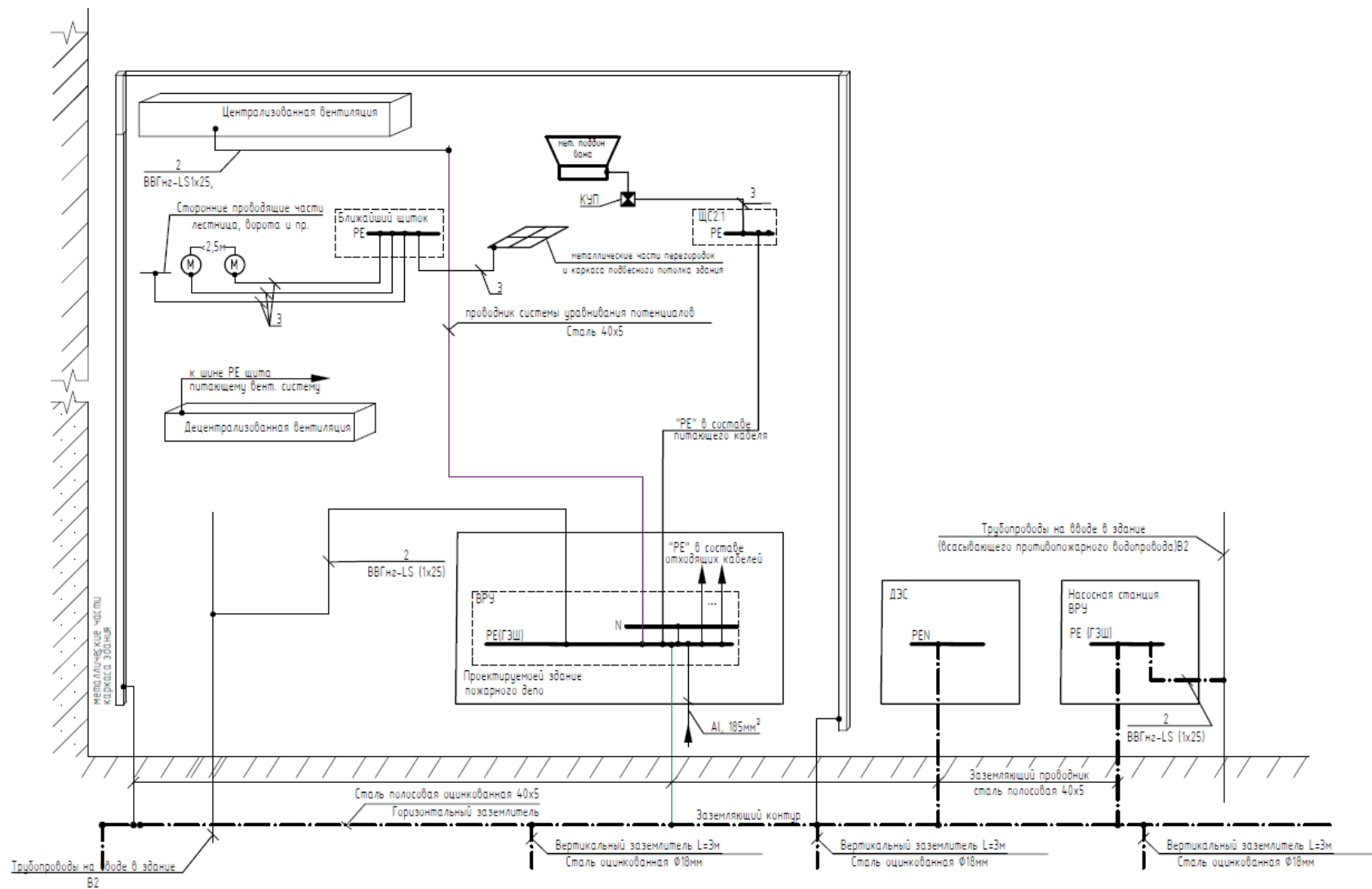


Рисунок 6 – Схема уравнивания потенциалов

- заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание пожарного депо (пож. водопровод В2) и водопровод всасывающий противопожарный входящий в насосную станцию присоединяется к ГЗШ в ВРУ насосной станции.
- при наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине РЕ щитов питания вентиляторов и кондиционеров [15];
- заземляющее устройство системы молниезащиты;
- проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание.

Соединение указанных проводящих частей между собой следует выполнять при помощи главной заземляющей шины (ГЗШ). В качестве ГЗШ используется медная шина РЕ – шина щита ВРУ.

В качестве повторного заземления PEN проводника на вводе в электроустановку используется наружный контур заземления.

Контур заземления представляет собой вертикально забитые в землю электроды (сталь круглая $D=18\text{мм}$) длиной по 3м, соединенных (сварное соединение) между собой при помощи горизонтально проложенной стали полосовой $40\times4\text{мм}$ на глубине 0,7м.

Заземление контура в любое время года должно быть не более 10 Ом.

Заземление контура для ДЭС (источник питания) в любое время года должно быть не более 4 Ом [17].

Для насосной станции предусматривается наружный контур заземления, сопротивление которого в любое время года должно быть не более 10 Ом.

Общее сопротивление объединенных заземляющих контуров в любое время года должно быть не более 4 Ом.

Заземлители должны быть очищены от ржавчины, следов масла и т.д.

Соединение частей заземлителя следует выполнять при помощи сварки. Сварные швы, расположенные в земле, следует покрывать битумным лаком.

Проводимость главной заземляющей шины РЕ должна быть не менее проводимости РЕ проводника распределительной сети. Все контактные соединения в главной системе уравнивания потенциалов должны соответствовать требованиям ГОСТ 10434 к контактным соединениям класса II. Проводник РЕ распределительных и групповых сетей должен быть подключен к шине РЕ ВРУ. Главная заземляющая шина (шина РЕ) на обоих концах должна быть обозначена продольными или поперечными полосами желто-зеленого цвета одинаковой ширины [16, 18].

К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники (РЕ) всего электрооборудования (в т.ч. штепсельных розеток).

Для дополнительной системы уравнивания потенциалов сторонних проводящих частей (это металлические корпуса ванн и моек, металлические трубы водопровода, канализации, отопления, металлические части перегородок и каркаса подвесного потолка здания) они (сторонние проводящие части) должны быть соединены с РЕ проводником, который в свою очередь должен быть соединен с РЕ шиной щита.

Прокладка и подключение защитных нулевых проводников (РЕ) должны выполняться электромонтажной организацией, а места для подключения защитных нулевых проводников к сторонним проводящим частям должны указываться сантехниками (для ОВ и ВК). Все мероприятия по технике безопасности следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.019.79.

Согласно РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений» таблица 1 п.п.15 здание пожарного депо относится к III категории молниезащиты зона Б, с числом грозовых часов в год от 20 до 40.

В качестве молниеприёмной сетки (молниеприемное устройство) используются металлические фермы образующие молниеприемную сетку с шагом ячеек 2м × 6м, а выступающее металлическое части кровли, установленные на крыше, присоединяются к молниеприемной сетке (гильзы, радиотрубостойки и телеантенны к молниеприемному устройству с помощью сварки) [19].

От молниеприёмного устройства с шагом не более чем 25 м по периметру здания выполняются спуски молниеотводов (стальные колонны здания).

Согласно РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений» таблица 1 п.п.2 сооружение контейнерной установки являясь В-Ia зоной по взрывобезопасности, согласно ПУЭ-6 п/п 7.3.41. относится к II категории молниезащиты зона Б, с числом грозových часов в год от 20 до 40.

Сооружение ДЭС поставляется в металлическом кожухе, толщина металла которого не менее 0,5мм, поэтому молниезащита ДЭС выполняется при помощи присоединения кожуха ДЭС к заземлению.

Необходимо выполнить непрерывное сварочное соединение всех элементов молниеприёмника.

Выводы по разделу.

Контур заземления здания представляет собой вертикально забитые в землю электроды из круглой стали $D=18\text{мм}$ длиной по 3м, соединенные между собой при помощи горизонтально проложенной стали полосовой $40\times 4\text{мм}$ на глубине 0,7м. Заземление контура в любое время года должно быть не более 10 Ом. Заземление контура для ДЭС (источник питания) в любое время года должно быть не более 4 Ом.

В качестве молниеприемного устройства используются металлические фермы образующие молниеприемную сетку с шагом ячеек $2\times 6\text{м}$, а выступающее металлическое части кровли, установленные на крыше, присоединяются к молниеприемной сетке.

5 Выбор типов используемых проводников и электрических аппаратов

Проводка внутри объекта выполняется следующими марками кабелей и проводов, соответствующими типу исполнения таблице 2 ГОСТ 31565-2012.

Кабель марки ВВГнг(А)-LS применяется для электроснабжения всех электроприемников в распределительной и групповой сетях на объекте за исключением охранно-пожарных электроприемников (пожарная сигнализация, видеонаблюдение) и аварийного освещения. Кабель ВВГнг(А)-LS имеет медную токопроводящую жилу, однопроволочную, круглой формы, 1 или 2 класса по ГОСТ 22483. Изоляция кабеля ВВГнг(А)-LS выполняется из поливинилхлоридной композиции, пониженной пожароопасности с низким дымо и газовыделением. Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки) [20].

На рисунке 7 приведен внешний вид кабеля ВВГнг(А)-LS.



Рисунок 7 - Внешний вид кабеля ВВГнг(А)-LS

Кабель марки ВВГнг(А)-FRLS применяется для электроснабжения охранно-пожарных электроприемников (пожарная сигнализация, видеонаблюдение) и аварийного освещения. Кабель ВВГнг(А)-FRLS имеет медную токопроводящую жилу, однопроволочную, круглой формы, 1 или 2

класса по ГОСТ 22483. Изоляция кабеля ВВГнг(А)-FRLS выполняется из поливинилхлоридных композиций пониженной пожароопасности с термическим барьером из слюдосодержащей ленты и является не распространяющим горение с низким дымо и газовыделением. Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки).

Выбор марки кабелей произведен с учетом требований ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» и условий прохождения трасс прокладки кабелей. Выбор сечения жил кабелей (проводов) выполнен по нагреву с последующей проверкой их на допустимые потери напряжения в нормальном режиме, исходя из нормированных потерь напряжения.

Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле [21]:

$$I_{\text{дд}} = I_{\text{ном.дд}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (6)$$

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.

Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле:

$$U = I_{\text{расч}} \cdot L \cdot R_{\text{уд}} / S, \quad (7)$$

где $I_{\text{расч}}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

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

S - сечение провода, мм².

Проводка питающих, распределительных и групповых, силовых и осветительных сетей выполняется открыто в кабельных лотках, в кабельных каналах на высоте, 2500-5000 мм от уровня пола.

При пересечении электропроводки с технологическими трубопроводами расстояния между ними в свету должны быть не менее 50 мм, так же они должны быть дополнительно защищены от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от трубопровода. При параллельной прокладке расстояние от кабелей до трубопроводов должно быть не менее 100мм.

Проходы кабелей через стены, балки, перекрытия выполняются в металлических трубах (трубы должны выступать в обе стороны от стены). После прокладки кабелей зазоры между кабелями и трубами заделываются легкоудаляемой массой из негорючего материала, обеспечивающего соответствующую огнестойкость (противопожарной пеной, асбестовым полотном).

Трассы кабельных линий и способы прокладки выбраны с учетом наименьшего расхода кабелей (проводов), увязки с существующими инженерными системами и конструктивными особенностями здания, обеспечения их сохранности при механических воздействиях, обеспечения защиты от перегрева и от токов КЗ.

Монтаж кабелей (проводов) на углах поворота трасс выполнить с учетом допустимого радиуса изгиба кабелей (проводов).

При монтаже кабельной системы должна быть соблюдена геометрия горизонтальных и вертикальных кабельных трасс. После прокладки кабелей выполнить маркировку распределительных и групповых кабелей в распределительных щитах объекта, позволяющую однозначно идентифицировать назначение каждой линии. Электропроводка должна обеспечивать возможность легкого распознавания по всей длине проводников по цветам: нулевой рабочий проводник - голубого цвета, нулевой защитный проводник - зелено-желтого цвета, фазный - красного цвета.

Кабель марки АВБбШвнг(А)-LS применяется в питающих сетях, прокладываемых от источника электроснабжения до электрощитовой. Кабель АВБбШвнг(А)-LS имеет алюминиевую токопроводящую жилу, однопроволочную, круглой формы, 1 или 2 класса по ГОСТ 22483. Изоляция кабеля АВБбШвнг(А)-LS выполняется из поливинилхлоридной композиции, пониженной пожароопасности с низким дымо и газовыделением. Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Кабель имеет броню.

На рисунке 8 приведен внешний вид кабеля ВВГнг(А)-LS.



Рисунок 8 - Внешний вид кабеля ВВГнг(А)-LS

Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки).

Расстояние от трасс прокладки кабелей (при параллельной прокладке) до элементов и трасс следования слаботочных систем безопасности здания должно быть не менее 500 мм.

В таблице 3 приведена сводная информация по способам прокладки выбранных в работе кабельных линий.

Таблиц 3 - Сводная информация по способам прокладки выбранных в работе кабельных линий

Марка кабеля	Маркировка кабельной линии	Проложено кабеля в земле всего, м	в земле в трубе	в земле в трубе	прокладка кабеля всего не в траншее, м	прокладка в трубе (не в траншее)	Прокладка в лотке (не в траншее)
АВБбШвнг(А)-LS 4×185	ВРУ-н1	66	12	54	17	17	17
АВБбШвнг(А)-LS 4×185	ВРУ-н2	22	22	0	30	30	30
ВВГнг(А)-LS 5×2,5	ДЭС-н1	22	22	0	30	30	30
КВВГнг(А)-LS 3×1,5	ВРУ-к1	22	22	0	30	30	30
ВВГнг(А)-FRLS 5×16	СПТ-н1	33	33	0	30	30	30
ВВГнг(А)-FRLS 5×16	СПТ-н2	34	34	0	30	30	30
ВВГнг(А)-LS 3×1,5	но3.1	67	67	0	65	25	65
ВВГнг(А)-LS 3×1,5	но2.1	14	14	0	20	10	20
ВВГнг(А)-LS 3×1,5	но1.1	50	50	0	40	20	40
КПСнг(А)-FRHF 2×2×0,75	СК1	33	33	0	25	25	25

Для защиты от поражения электрическим током, в случае повреждения изоляции при косвенном прикосновении, и для защиты питающей, распределительной и групповых сетях устанавливаются автоматические выключатели (сеть освещения) и автоматические выключатели дифференциального тока (розеточная сеть).

Автоматические выключатели на объекте применяются:

- модульного исполнения, устанавливаемые в проектируемые распределительные и групповые щитки на дин. рейку.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [4]

$$U_n \geq U_{нс};, \quad (8)$$

- «по номинальному току» [4]

$$I_{np} \geq I_{pa},, \quad (9)$$

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

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)},, \quad (10)$$

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

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

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

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [4]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (11)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

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

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [4].

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

$$t_i > t_{ni},, \quad (12)$$

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

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

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

$$t_{cp} > t_{don},, \quad (13)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

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

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

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

$$I_{pa} \leq I_{np} \leq I_{don},, \quad (14)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_{don},, \quad (15)$$

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

I_{np} – номинальный ток расцепителя;

I_{don} – допустимый ток кабеля;

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

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

Проверка на селективность. В соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [4].

Выбранные типы и номиналы автоматических выключателей приведены в графической части работы.

В качестве распределительных и групповых щитков применяются щитки типа:

- металлические навесного исполнения со степенью защиты IP54, IP31(ЩРН).

Ошиновка внутри распределительных щитов выполняется медным проводом марки ПУВ сечением соответствующим номинальному току вводного выключателя.

В нижней части шкафов расположены изолированная от корпуса нулевая рабочая шина (N) и нулевая защитная шина (PE), к которым производится присоединение соответствующих нулевых жил кабелей вводной и распределительных сетей и заземляется корпус устройства.

Розетки устанавливаются на высоте 1500 мм от уровня пола, коммутационные аппараты - на высоте 1500-1700 мм.

Выключатели устанавливаются на высоте 1700 мм от уровня чистого пола и 200 мм от дверного проема со стороны дверной ручки.

Ответительные коробки устанавливаются на высоте и 2300-4000 мм от уровня пола.

В случае невозможности установки проектируемых розеток, коммутационных аппаратов, выключателей, указанным образом, производится корректировка их положения по месту. Расстояние от устанавливаемого оборудования и электроустановочных изделий до элементов и трасс следования слаботочных систем безопасности здания должно быть не менее 500 мм.

Розетки применяются открытой установки со степенью защиты IP54 с заземляющим контактом.

Электроосвещение предусмотрено светодиодными светильниками производства «Световые технологии». Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений объекта и характеристикой среды в них.

По пожарной опасности согласно ПУЭ 7 изд. В здании присутствует помещение категории П-I – помещение пожарной техники. Электрооборудование, устанавливаемое в зоне пожароопасности П-I применяется электрооборудование со степенью защиты:

- светильники - IP65 (не менее IP53);
- выключатели и распределительные коробки, понижающий трансформатор – IP54 (не менее IP44).

В соответствии с п.14.1 СП 256.1325800.2016 ВРУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 32396-2013.

Освещение наружное, основных проездов, осуществляется при помощи опор металлических, на которых при помощи кронштейнов устанавливаются светодиодные светильники. Металлические граненые конические опоры наружного освещения заводского изготовления, производства «АМИРА» с высотой опоры, которые составляют 9м, марки ОГК-09. Опора изготавливается из прочной листовой стали, которая формируется путем сгибания. Опора имеет один сварной продольный шов и сечение в виде восьмигранной усеченной пирамиды. Наличие граней повышает ее жесткость. В верхней части опоры ОГК-9 сделаны отверстия для кронштейнов, а в нижней находится лючок для технического обслуживания. Фиксация опоры осуществляется с помощью опорного фланца. Фланец устанавливается в заранее пробуренный котлован и заливается бетоном.

Для опоры уличного освещения ОГК характерно: продолжительный срок эксплуатации; возможность использования в I-VII ветровых районах; устойчивость к механическим повреждениям.

Опора не подвержена коррозии благодаря прочному слою цинка, нанесенному по ГОСТ 9.307-2021. Срок гарантии на стойкость защитного покрытия составляют не менее 25 лет.

Опоры устанавливаются на закладные детали фундаментов квартальных опор. В качестве светильников наружного освещения применяются консольные светильники светодиодные со следующим характеристиками: $P_{ном}=80\text{Вт}$; IP65, $\Phi=9200\text{Лм}$, $U_{ном}=220\text{В}$ марки RC-R150ECO или его аналога.

На рисунке 9 приведен внешний вид уличного светодиодного светильника RC-R150ECO.



Рисунок 9 - Внешний вид уличного светодиодного светильника RC-R150ECO

Выводы по разделу.

Для электроснабжения основных ЭП выбраны кабели марки ВВГнг(А)-LS, для электроснабжения охранно-пожарных электроприемников и аварийного освещения - ВВГнг(А)-FRLS, Выбор сечения жил кабелей выполнен по нагреву с последующей проверкой их на допустимые потери напряжения в нормальном режиме.

Для защиты от поражения электрическим током и для защиты питающей, распределительной и групповых сетей от токов КЗ устанавливаются автоматические выключатели (сеть освещения) и автоматические выключатели дифференциального тока (розеточная сеть).

В качестве распределительных и групповых щитков применяются металлические щитки со степенью защиты IP54 и IP31 типа ЩРн.

Электроосвещение предусмотрено различными светодиодными светильниками производства «Световые технологии». Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений объекта и характеристикой среды в них.

Для наружного освещения выбраны уличные светодиодные светильники RC-R150ECO с номинальной мощностью по 80 Вт каждый.

6 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения пожарного депо

В работе предусматривается рабочее и аварийное – эвакуационное и резервное освещение на напряжении 220В, а также ремонтное освещение в зонах с обслуживаемым оборудованием на напряжении 12В, с использованием понижающего разделительного трансформатора.

Проектирование освещения выполнялось на основании следующих нормативных документов:

- СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий правила проектирования и монтажа (актуализированная редакция СП31-110-200);
- СП 439.1325800.2018 «Здания и сооружения. Правила проектирования аварийного освещения»;
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

Светильники эвакуационного освещения устанавливаются в помещении пожарной техники, в коридоре – основной эвакуационный путь, в караульном помещении.

Светильники резервного освещения устанавливаются в помещении электрощитовой и ИТП.

Осветительные сети рабочего освещения выполняются трехпроводным кабелем марки ВВГнг(А)-LS.

Осветительные сети аварийного освещения выполняются трехпроводным кабелем марки ВВГнг(А)-FRLS.

Управление освещением осуществляется выключателями. Выключатели устанавливаются у входов в помещения на высоте 1700 мм от уровня чистого пола.

Светильники во всех помещениях светильники устанавливаются на потолок, в помещении гаража светильники крепятся на лотках на отметке 5,0 м. Светильники применяются светодиодные.

Светильник для освещения входов в здание пожарного депо устанавливаются на высоте 2,7 м от уровня земли. А светильники служащие для освещения площадок подъездов к воротам устанавливаются на отметке 5,0 м.

Электроснабжение светильников рабочего освещения осуществляется от группового щитка ЩО. Электроснабжение светильников аварийного освещения осуществляется от группового щитка ЩАО. Щиты устанавливаются на стене на высоте 1,7 м от уровня пола в караульном помещении.

В качестве аппаратов защиты групповых линий в щитках устанавливаются автоматические выключатели.

Внутреннее электроосвещение предусмотрено светильниками производства «Световые технологии». Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений объекта и характеристикой среды в них.

В качестве светильников аварийного освещения безопасности, резервного и эвакуационного освещения используется часть светильников системы общего равномерного освещения. Питание данных светильников предусматривается от аварийной осветительной сети объекта.

Осветительные приборы аварийного освещения помечаются красной буквой «А» и предусматриваются горящими, включаемыми одновременно с основными осветительными приборами нормального освещения.

В качестве устройств для проверки работоспособности светильников аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания при имитации отключения основного источника питания используются групповые автоматические выключатели.

В таблице 4 приведены сведения о нормируемой освещенности помещений, и сведения о классах помещений по пожарной опасности

Таблица 4 - Сведения о нормируемой освещенности помещений, и сведения о классах помещений по пожарной опасности

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кат. помещения	Кат. Помещения по ПУЭ	Нормируемая освещенность, лк
1	Помещение пожарной техники	145,54	В2	П-I	200
2	Караульное помещение	15,05	-	-	200
3	Комната отдыха с местом приема пищи	12,19	-	-	200
4	Кабинет командира отделения	14,39	-	-	400
5	Электрощитовая	5,68	В3	-	200
6	ИТП	5,63	Д	-	200
7	Тамбур	4,31	-	-	100
8	Склад для хранения вещевого имущества, снаряжения	18,00	В3	П-IIa	75
9	Помещение для сушки вещевого имущества, одежды, инвентаря	14,5	В3	П-IIa	200
10	ПУИ	4,32	В4	П-IIa	75
11	Водомерный узел	5,6	-	-	200
12	Душевая	4,56	-	-	75
13	Санузел	3,24	-	-	75
14	Гардероб	18,84	-	П-IIa	75
15	Коридор	15,1	-	-	100
16	Тамбур-шлюз	4,49	-	-	100

Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования.

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

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (16)$$

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]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (17)$$

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]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (18)$$

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

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

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (19)$$

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

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (20)$$

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

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (21)$$

Результаты выбора светильников представлены на листах графического материала ВКР.

Средняя освещенность, для наружного освещения проездов, а также площадок разворотных у здания выполняется на основании таблицы 7.6 СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» при интенсивности движения менее 10 ед.*ч. принимается равной 5 лк.

Освещение выполняется консольными светодиодными светильниками мощностью 80Вт, которые устанавливаются при помощи кронштейнов на опоры освещения, металлические, высотой 9м.

Электроснабжение и управление наружным освещением осуществляется при помощи шкафа управления наружным освещением – ШУНО. Шкаф ШУНО позволяет управлять наружным освещением в ручном и автоматическом режимах. В ручном режиме управление осуществляется с кнопок, расположенных на дверце шкафа ШУНО. В автоматическом режиме управление осуществляется от датчика освещенности, устанавливаемого снаружи здания. Шкаф ШУНО устанавливается в караульном помещении и получает электроснабжение от шкафа ВРУ.

Электроснабжение светильников осуществляется от шкафа управления до опоры кабелем ВВГнг(А)-LS 3×1,5 прокладываемого открыто на лотках внутри помещения и в трубах при прокладке кабеля в траншее.

Защитное заземление осветительных приборов наружного освещения выполняется и металлических опор, к РЕ (PEN) проводнику.

Выводы по разделу.

В работе принято рабочее и аварийное – эвакуационное и резервное освещение.

Светильники эвакуационного освещения устанавливаются в помещении пожарной техники, в коридоре – основной эвакуационный путь, в караульном помещении.

Светильники резервного освещения устанавливаются в помещении электрощитовой и ИТП.

Выполнен расчет необходимого количества светодиодных светильников для каждого помещения, с целью обеспечения в них требуемых норм освещенности.

Электроснабжение светильников рабочего освещения осуществляется от группового щитка ЩО, аварийного – от группового щитка ЩАО. Электроснабжение и управление наружным освещением осуществляется при помощи шкафа управления наружным освещением – ШУНО, который устанавливается в караульном помещении.

Заключение

Целью бакалаврской работы являлась разработка безопасной и надежной системы электроснабжения здания пожарного депо на 2 машино-выезда.

Для электроснабжения пожарного депо используется два независимых источника питания, так как расположенные в нем электроприемники относятся к 1 категории по надежности электроснабжения. Первым источником является новая одотрансформаторная КТП, вторым – дизельная электростанция мощностью 200 кВт, рассчитанная на полную нагрузку депо. Для систем противопожарной сигнализации и аварийного освещения предусмотрена установка источников бесперебойного питания. Основные ЭП здания питаются от ВРУ, оснащаемого АВР. Противопожарное оборудование (прибор пожарной сигнализации, электроприводы клапанов дымоудаления) питаются от отдельной панели ПСПЗ, имеющей свой независимый АВР.

Определено, что основную часть нагрузки составляют электроосвещение и асинхронные электродвигатели насосов, а также вентиляции и отопления.

В таблицу были сведены исходные данные по установленным мощностям электроприемников, справочные данные по коэффициентам спроса и мощности для каждого электроприемника и результаты определения расчетных мощностей групп электроприемников.

Суммарная установленная мощность электроприемников составила 155,485 кВт, расчетная мощность планируемого к установке в пожарном депо оборудования составила:

- в нормальном режиме: 103,457 кВт;
- в режиме «пожар»: 100,609 кВт.

В качестве расчётного режима для дальнейшего выбора проводников и защитных аппаратов принимается режим с максимальной нагрузкой - нормальный режим.

Для электроснабжения здания прокладываются кабельные линии 0,4 кВ от ТП и ДЭС, выполненные кабелем марки АВБбШвнг(А)-LS. В работе приведены используемые способы прокладки кабелей в траншеях и вдоль фундамента здания.

Определён состав распределительных и групповых щитов для питания вентиляции силовой сети, технологического оборудования, рабочего освещения, электроприёмников пожарной защиты, аварийного освещения, щита управления, коммутационного шкафа и шкафа дымоудаления.

Приведены требования к степени защиты IP для выбираемого электротехнического оборудования и светильников.

Определён алгоритм отключения вентиляционных установок в случае возникновения пожара.

Приведены организационные мероприятия и требования к энергоэффективности выбираемого электротехнического оборудования для экономии электроэнергии потребляемой объектом.

Контур заземления здания представляет собой вертикально забитые в землю электроды из круглой стали $D=18\text{ мм}$ длиной по 3м, соединенные между собой при помощи горизонтально проложенной стали полосовой $40\times 4\text{ мм}$ на глубине 0,7м. Заземление контура в любое время года должно быть не более 10 Ом. Заземление контура для ДЭС (источник питания) в любое время года должно быть не более 4 Ом.

В качестве молниеприемного устройства используются металлические фермы образующие молниеприемную сетку с шагом ячеек $2\times 6\text{ м}$, а выступающее металлическое части кровли, установленные на крыше, присоединяются к молниеприемной сетке.

Для электроснабжения основных ЭП выбраны кабели марки ВВГнг(А)-LS, для электроснабжения охранно-пожарных электроприёмников и аварийного освещения - ВВГнг(А)-FRLS, Выбор сечения жил кабелей выполнен по нагреву с последующей проверкой их на допустимые потери напряжения в нормальном режиме.

Для защиты от поражения электрическим током и для защиты питающей, распределительной и групповых сетей от токов КЗ устанавливаются автоматические выключатели (сеть освещения) и автоматические выключатели дифференциального тока (розеточная сеть).

В качестве распределительных и групповых щитков применяются металлические щитки со степенью защиты IP54 и IP31 типа ЩРн.

Электроосвещение предусмотрено различными светодиодными светильниками производства «Световые технологии». Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений объекта и характеристикой среды в них.

Для наружного освещения выбраны уличные светодиодные светильники RC-R150ECO с номинальной мощностью по 80 Вт каждый.

В работе принято рабочее и аварийное – эвакуационное и резервное освещение.

Светильники эвакуационного освещения устанавливаются в помещении пожарной техники, в коридоре – основной эвакуационный путь, в караульном помещении.

Светильники резервного освещения устанавливаются в помещении электрощитовой и ИТП.

Выполнен расчет необходимого количества светодиодных светильников для каждого помещения, с целью обеспечения в них требуемых норм освещенности.

Электроснабжение светильников рабочего освещения осуществляется от группового щитка ЩО, аварийного – от группового щитка ЩАО. Электроснабжение и управление наружным освещением осуществляется при помощи шкафа управления наружным освещением – ШУНО, который устанавливается в караульном помещении.

Список используемой литературы

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учеб.-метод. пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016.
2. 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 08.11.2022).
3. 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 03.02.2023).
4. 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 15.03.2023).
5. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 416 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1839660> (дата обращения: 07.03.2023).
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 17.02.2023).
7. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 23.01.2023).
8. Рожин А.Н., Бакшаева Н.С. Внутрицеховое электроснабжение: учеб. пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2016. 258с.

9. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие, 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1905614> (дата обращения: 13.04.2023).
10. Синенко Л.С., Электроснабжение. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: учеб. пособие к практ. занятиям. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/122353214> (дата обращения 19.04.2023).
11. 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 16.03.2023).
12. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: Свод правил по проектированию и строительству от 01.01.2004. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 06.11.2022).
13. 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 25.03.2023).
14. 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 14.04.2023).
15. 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 06.12.2022).
16. Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н. Проектирование системы электроснабжения цеха: учеб. пособие по выполнению курсового проекта. Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2015. 105с.

17. İlhan Tarimer, Boleslav Kuca The proposition to Safety of a lightning protection system for high Structures // TEM Journal. 2017. № 2(4). C. 309-313.
18. Octavian Mihai Machidon, Radu Constantin Andrei, Carmen Gerigan Smart circuit breaker communication infrastructure // TEM Journal. 2017. № 6(4). C. 855-861.
19. Pas Jacek Selected Methods for increases reliability the of electronic system security // Journal of KONBiN. 2015. № 35(1). C. 147-156.
20. Sajad Samadinasab, Farhad Namdari, Mohammed Bakhshipoor A novel approach for earthing system design using finite element method // Journal of Intelligent Procedures in electrical technology. 2017. №8(29). C. 54-63.
21. Sanobar Hassan Khattak, Michael Oates, Rick Greenough Towards improved energy and resource management in manufacturing // Energies. 2018. № 11(4). C. 1-15.