

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 склада медицинского центра

Обучающийся

А.Ф. Байбулатов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2022

Аннотация

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы организации системы электроснабжения здания склада медицинского назначения.

Дана характеристика месторасположения здания и имеющихся источников питания. Потребители электрической энергии поделены на группы в зависимости от категории по надежности электроснабжения. Произведён расчёт электрических нагрузок от электроприемников по распределительным щитам и в целом по ГРЩ. Определены итоговые значения расчетных нагрузок по секциям ГРЩ, а также по секции для питания потребителей 1 категории. Произведен расчет суммарных нагрузок в аварийном режиме работы. Итоговая нагрузка по зданию составила 41 кВт.

Разработаны решения по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с принятыми категориями по надежности электроснабжения. Определён необходимый объём средств автоматизации и диспетчеризации.

Разработаны мероприятия по организации системы заземления и молниезащиты здания.

Выполнен расчёт параметров системы рабочего и аварийного освещения здания. Расчёты произведёны в программе Dialux Light.

Произведён расчёт токов короткого замыкания в различных точках внутренней системы электроснабжения здания склада. Выбранные коммутационные аппараты прошли проверку и способны отключить как максимальное значение токов КЗ в начале линии, так и минимальные значения у самых отдаленных электроприемников.

Рассмотрены вопросы организации внешнего электроснабжения здания склад. Питание осуществляется по двум кабельным линиям выполненным кабелем АПвБбШп 4×70. Выбранное сечение питающей кабельной линии проверено по нагреву токами длительного режима, проверено по потере напряжения и на стойкость к токам короткого замыкания за время его

отключения защитными аппаратами. Определены способы и требования к прокладке питающих кабельных линий.

Выполнен расчёт системы наружного освещения здания склада. Расчёты произведены в программе Dialux EVO. На территории площадки применяются светодиодные светильники Волна Мини LED-80 мощностью 80Вт, производства компании Galad. Питание потребителей наружного освещения осуществляется от щита ЩНО. Групповые линии выполняются кабелем ВБбШвнг(А)-LS-3×4 в траншее. Ответвления к светильникам выполняются кабелем ВВГнг 3×1,5.

Определены основные мероприятия по экономии электрической энергии.

Бакалаврская работа состоит из записки объемом 45 страниц печатного текста и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

Содержание

Введение.....	5
1 Разработка системы внутреннего электроснабжения здания склада	7
1.1 Сведения о количестве электроприемников, их установленной и расчетной мощности.....	7
1.2 Разработка решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с их категорией надежности.....	14
1.3 Разработка мероприятий по заземлению и молниезащите.....	16
1.4 Расчет параметров системы рабочего и аварийного освещения.....	17
1.5 Проверка времени автоматического отключения питания.....	21
2 Внешнее электроснабжение здания склада.....	29
2.1 Расчет питающей кабельной линии	30
2.2 Прокладка питающих кабельных линий	32
3 Система наружного освещения склада	35
Заключение	42
Список используемой литературы	44

Введение

Строительство здания склада медицинского центра «Академия» планируется на пересечении улиц Стасова и Рябикова в городе Ульяновске. План расположения объекта на карте местности представлен на рисунке 1.

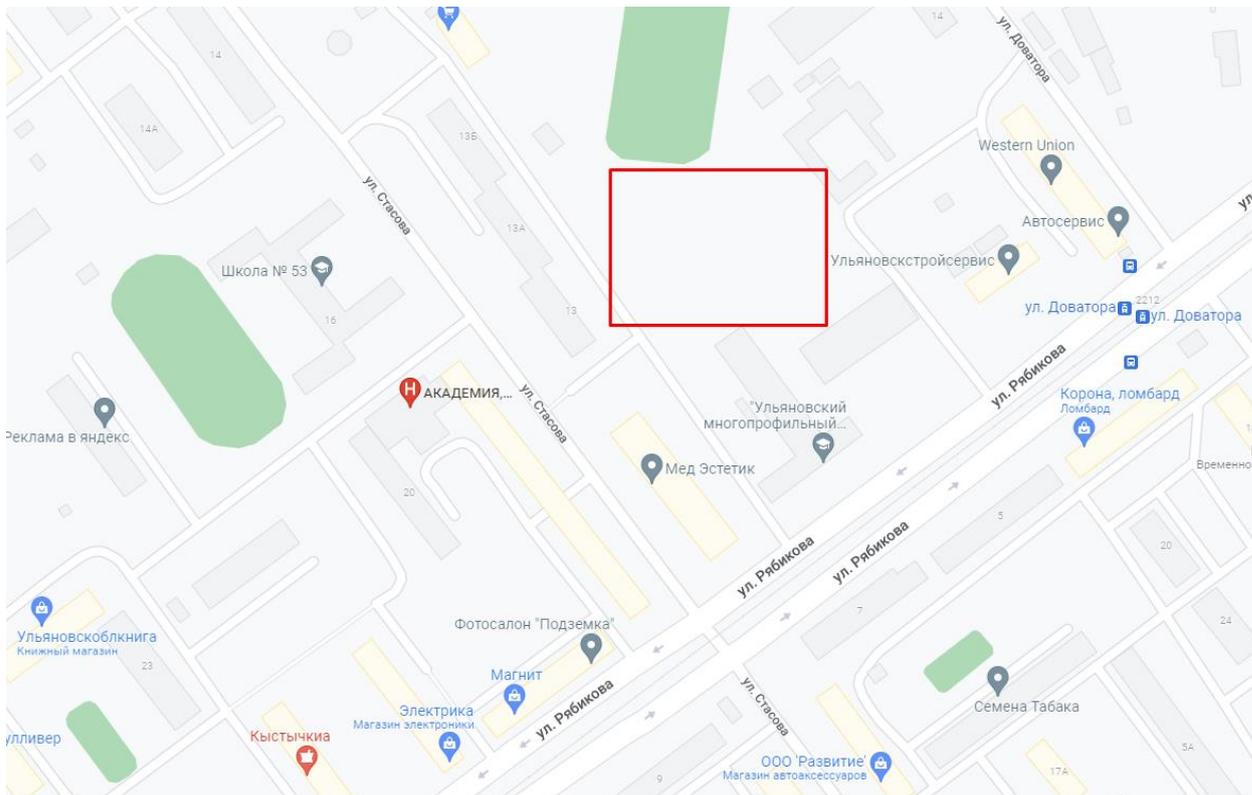


Рисунок 1 – План расположения объекта здания склада медицинского центра на карте местности

Точками присоединения мощности для щита ГРЩ к электрическим сетям ПАО «Россети» являются:

- ввод 1-контактное соединение коммутационного аппарата в составе узла учета в РУ-0,4кВ ТП-622 (1 с. ш.-0,4кВ);
- ввод 2-контактное соединение коммутационного аппарата в составе узла учета в РУ-0,4кВ ТП-622 (2 с. ш.-0,4кВ).

Основной источник питания - ПС 35кВ Песочная (ПС 615) ф.615-02;
Резервный источник питания - ПС 35кВ Песочная (ПС 615) ф.615-09.

Электроснабжение щита ГРЩ выполняется по двум взаиморезервируемым фидерам от разных секций трансформаторной подстанции.

«Для обеспечения электроустановки электроснабжением по II-ой категории надежности на вводе щита ГРЩ предусматривается установка реверсивных рубильников, подключаемых по схеме «крест». В случае пропадания питания по одному из вводов, электротехнический персонал производит ручное переключение на рабочий ввод» [1, 3].

Электроснабжение потребителей I категории надежности обеспечивается от двух независимых взаимно резервирующих источников питания с использованием устройства автоматического ввода резерва (АВР), позволяющего выполнить автоматическое переключение питания с поврежденного кабельного ввода на второй действующий.

Цель ВКР заключается в разработке проекта системы электроснабжения здания склада медицинского центра, направленного на обеспечение надежного электроснабжения потребителей с соблюдением норм безопасности и обеспечением качества передаваемой электрической энергии.

1 Разработка системы внутреннего электроснабжения здания склада

В объем данного раздела входят следующие основные подразделы:

- силовое электрооборудование;
- электроосвещение внутреннее;
- молниезащита и заземление;
- уравнивание потенциалов.

1.1 Сведения о количестве электроприемников, их установленной и расчетной мощности

Расчет нагрузок выполнен методом коэффициентов спроса согласно СП256.1325800.2016.

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

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

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

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

n - число розеток» [1].

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

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

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

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

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

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

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

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

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

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

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

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

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

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

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

В таблицах 1-3 представлены результаты расчета нагрузок по ЩР1-ЩР3.

Таблица 1 – Результаты расчета электрических нагрузок по ЦР1

Наименование потребителя	Р _{уст} , кВт	K _с	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
Рабочее освещение	1,53	1,00	0,96	0,29	1,53	0,45	1,59	-
Компьютерная техника	0,40	0,70	0,70	1,02	0,28	0,29	0,40	-
Бытовая розеточная сеть	4,50	0,40	0,98	0,20	1,80	0,37	1,84	-
Уборочная техника	1,50	0,40	0,85	0,62	0,60	0,37	0,71	-
Итого	7,93	0,23	0,93	0,40	1,81	0,73	1,95	2,97

Таблица 2 – Результаты расчета электрических нагрузок по ЦР2

Наименование потребителя	Р _{уст} , кВт	K _с	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
Рабочее освещение	0,84	1,00	0,96	0,29	0,84	0,25	0,88	-
Компьютерная техника	1,90	0,70	0,70	1,02	1,33	1,36	1,90	-
Электроконвектер	0,50	1,00	0,98	0,20	0,50	0,10	0,51	-
Фен	2,00	0,40	0,98	0,20	0,80	0,16	0,82	-
Бытовая розеточная сеть	4,78	0,40	0,98	0,20	1,91	0,39	1,95	-
Уборочная техника	1,50	0,40	0,85	0,62	0,60	0,37	0,71	-
Итого	11,52	0,19	0,80	0,74	2,17	1,60	2,70	4,10

Таблица 3 – Результаты расчета электрических нагрузок по ЦРЗ

Наименование потребителя	Р _{уст} , кВт	K _c	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
Рабочее освещение	0,55	1,00	0,96	0,29	0,55	0,16	0,57	-
Обогрев водосточных воронок	0,06	0,70	0,98	0,20	0,04	0,01	0,04	-
Уборочная техника	1,50	0,40	0,85	0,62	0,60	0,37	0,71	-
Итого	2,11	0,28	0,96	0,29	0,59	0,17	0,62	0,94

В таблице 4 представлены результаты расчета нагрузок на ГРЩ.

Таблица 4 - Результаты расчета электрических нагрузок на ГРЩ

Наименование потребителей	Р _{уст} , кВт	K спроса	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			Расч. ток. I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
Рабочее освещение	1,53	1,00	0,96	0,29	1,53	0,45	1,59	-
Компьютерная техника	0,40	0,80	0,70	1,02	0,32	0,33	0,46	-
Бытовая розеточная сеть	4,50	0,40	0,98	0,20	1,80	0,37	1,84	-
Оборудование систем вентиляции	11,83	0,70	0,85	0,62	8,28	5,13	9,74	-
Итого по 1 секции	28,26	0,71	0,87	0,56	19,93	11,23	22,88	34,77

Продолжение таблицы 4

Наименование потребителей	Руст, кВт	К спроса	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			Расч. ток. I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
2 секция								
Рабочее освещение	1,39	1,00	0,96	0,29	1,39	0,41	1,45	-
Фен электрический	2,00	0,40	0,98	0,20	0,80	0,16	0,82	-
Компьютерная техника	1,90	0,80	0,70	1,02	1,52	1,55	2,17	-
Электроконвекторы	1,50	1,00	0,98	0,20	1,50	0,30	1,53	-
Бытовая розеточная сеть	4,78	0,40	0,98	0,20	1,91	0,39	1,95	-
Обогрев водосточных воронок	0,06	1,00	0,98	0,20	0,06	0,01	0,06	-
Наружное освещение	0,56	1,00	0,96	0,29	0,56	0,16	0,58	-
Электроприводы подъемников	5,00	0,80	0,85	0,62	4,00	2,48	4,71	-
Электроприводы ворот	2,00	0,80	0,85	0,62	1,60	0,99	1,88	-
Итого по 2 секции	19,19	0,70	0,90	0,48	13,34	6,46	14,82	22,53
3 секция (потребители с 1 категорией надежности)								
Телекоммуникационные шкафы СС	3,80	1,00	0,98	0,20	3,78	0,77	3,86	-
Оборудование ИТП	2,00	1,00	0,85	0,62	2,00	1,24	2,35	-
Итого по 3 секции	5,80	1,00	0,94	0,35	5,78	2,01	6,12	9,30
4 секция								
Аварийное освещение	1,10	1,00	0,96	0,29	1,10	0,32	1,15	-

Продолжение таблицы 4

Наименование потребителей	Р _{уст} , кВт	К спроса	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			Расч. ток. I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
Оборудование автоматической охранной пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией	0,50	1,00	0,90	0,48	0,50	0,24	0,56	-
Потребители, не участвующие в расчете максимума нагрузок								
Шкаф управления противопожарными насосами	3,00	1,00	0,85	0,62	3,00	1,86	3,53	-
Оборудование системы автоматического пожаротушения	4,50	1,00	0,85	0,62	4,50	2,79	5,29	-
Вентилятор дымоудаления	20,50	1,00	0,85	0,62	20,50	12,70	24,12	-
Вентилятор подпора воздухом	7,00	1,00	0,85	0,62	7,00	4,34	8,24	-
Итого по 4 секции (в нормальном режиме)	1,60	1,00	0,94	0,35	1,60	0,56	1,70	2,58
Итого по 4 секции (при пожаре)	36,60	1,00	0,85	0,62	36,60	22,25	42,83	65,10
Аварийный режим								
Рабочее освещение	2,92	1,00	0,96	0,29	2,92	0,85	3,04	-
Фен электрический	2,00	0,40	0,98	0,20	0,80	0,16	0,82	-
Компьютерная техника	2,30	0,80	0,70	1,02	1,84	1,88	2,63	-
Бытовая розеточная сеть	9,28	0,40	0,98	0,20	3,71	0,75	3,79	-
Оборудование систем вентиляции	11,83	0,10	0,85	0,62	8,33	5,16	9,80	-
Электроприводы подъемников	15,00	0,80	0,85	0,62	12,04	7,46	14,16	-

Продолжение таблицы 4

Наименование потребителей	Р _{уст} , кВт	К спроса	cosφ	tgφ	Расчетная мощность			Расч. ток. I _p , А
					P _p , кВт	Q _p , кВар	S, кВА	
Электроконвекторы	1,50	1,00	0,98	0,20	1,50	0,30	1,53	-
Обогрев водосточных воронок	0,06	1,00	0,98	0,20	0,06	0,01	0,06	-
Наружное освещение	0,56	1,00	0,96	0,29	0,56	0,16	0,58	-
Электропривод ворот	2,00	0,80	0,85	0,62	1,60	0,99	1,88	-
Телекоммуникационные шкафы СС	3,80	1,00	0,98	0,20	3,80	0,77	3,88	-
Оборудование ИТП	2,00	1,00	0,85	0,62	2,00	1,24	2,35	-
Аварийное освещение	1,10	1,00	0,96	0,29	1,10	0,32	1,15	-
Оборудование автоматической охранной пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией	0,50	1,00	0,90	0,48	0,50	0,24	0,56	-
Итого в аварийном режиме	54,85	0,74	0,90	0,50	40,76	20,31	45,54	69,21
Итого при пожаре	78,02	0,86	0,88	0,55	67,43	36,84	76,84	116,78
ВВОД 1	34,06	0,75	0,89	0,52	25,71	13,24	29,00	44,07
ВВОД 2	20,79	0,72	0,90	0,47	14,94	7,02	16,52	25,10
Итого по зданию	54,85	0,74	0,90	0,50	40,76	20,31	45,54	69,21
в том числе по первой категории	7,40	1,00	0,94	0,35	7,38	2,57	7,82	11,88

Потребляемая мощность объекта:

- расчетная мощность $P_p=40,76\text{кВт}$;

- в том числе по I категории расчетная мощность $P_p=7,38\text{кВт}$.

1.2 Разработка решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с их категорией надежности

Категория надежности электроснабжения здания – вторая.

«Требуемая надежность электроснабжения обеспечивается схемой электроснабжения с двумя взаимно резервирующими вводами и перекидными рубильниками» [2].

«Обеспечение надежности электроснабжения потребителей I категории осуществляется путем устройства автоматического включения резерва (АВР) непосредственно в щите ГРЩ» [5]. Качество электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» обеспечивается сетевой организацией, осуществляющей электроснабжение. Необходимая величина напряжения обеспечивается положением переключателя ПБВ трансформаторов питающей ТП.

«В рабочем режиме электроснабжение потребителей, подключаемых к щиту ГРЩ осуществляется по двум кабельным вводам от ТП-622.

При этом распределение нагрузок по вводам достигается применением секционирования в щите ГРЩ, а также подключения отдельных щитов и панелей (противопожарные устройства) непосредственно к вводным клеммам щита ГРЩ на каждом вводе.

В аварийном режиме обеспечение потребителей электроэнергией осуществляется путем переключения обесточенной секции (ввода) щита к действующему вводу.

Переключение потребителей, электроснабжение которых осуществляется по 2 категории надежности выполняется вручную при помощи перекидных рубильников.

Переключение электроснабжения в рабочем и аварийном режиме противопожарных потребителей и потребителей 1 категории электроснабжения осуществляется автоматически при помощи АВР» [6].

Экономия электроэнергии достигается за счет [8]:

- применения энергопотребляющего оборудования высоких классов энергетической эффективности;
- применения светильников со светодиодными источниками света;
- применения автоматических систем управления наружного освещения с учетом уровня естественной освещенности.

Учет потребления электроэнергии осуществляется при помощи трехфазных многотарифных счетчиков, запрограммированными в однотарифный режим:

- на каждом вводе щита ГРЩ – трехфазными счетчиками трансформаторного подключения типа Меркурий 234 ARTM-03 РВ.Р, 3х230/380, 5-10А класс точности 0,5S/1.0 включенными через трансформаторы тока с классом точности 0,5S, которые устанавливаются на каждом вводе ГРЩ (с пломбировкой вторичных цепей).
- на секциях 3 и 4 (противопожарная панель) – трехфазными счетчиками непосредственного подключения типа Меркурий 234 ARTM-02 РВ.Р, 3х230/380, 5- 100А класс точности 1,0/2.0.

В работе предусматриваются следующие мероприятия по автоматизации, диспетчеризации и дистанционному управлению [7]:

- установка в щите ГРЩ, а также в панели противопожарных систем, устройств автоматического ввода резерва, позволяющего при пропадании питания на одном из питающих вводов переводить его

- на резервный в автоматическом режиме, без перерыва в электроснабжении;
- установка в щите ГРЩ независимого расцепителя на линии, питающих системы вентиляции и кондиционирования, срабатывающего при подаче сигнала с пульта пожарной сигнализации и отключающих вентустановки в случае пожара;
 - для контроля за состоянием (наличием) напряжения на вводных автоматических выключателях в щите ГРЩ предусматривается установка дополнительных контактов, позволяющих передавать сигнал на пульт диспетчера о наличии аварии (отсутствия напряжения);
 - дополнительные контакты устанавливаются на 2-х вводных автоматических выключателях, а также вводных автоматических выключателях панели потребителей 1 категории и панели противопожарных устройств.

1.3 Разработка мероприятий по заземлению и молниезащите

Главные заземляющая шина установлена в щите ГРЩ [9].

Система электроснабжения TN-C-S в соответствии с ГОСТ Р 50571.2-94 (МЭК 364). Разделение совмещенного PEN-проводника питающей линии осуществляется в щите.

В качестве заземляющего устройства повторного заземления питающей линии и системы молниезащиты используются контур из стальной полосы 40×5мм, прокладываемый по периметру здания на глубине 0,7м и на расстоянии не менее 1,0м от фундамента здания, а также шести вертикальных заземлителей из оцинкованной стали круглого сечения диаметром 16мм и высотой 3 метров.

Для защиты здания от прямых ударов молнии (ПУМ) проектом предусматривается устройство внешнего молниезащитного устройства в виде

металлической сетки из стального прутка круглого сечения диаметром 8 мм и шагом ячейки не более 10×10м [10].

Молниеприемная сетка укладывается на изоляторах открыто поверх кровли.

В качестве токоотводов от молниеприемной сетки до заземляющего устройства (свай фундамента) используются токоотводы, выполненные из стали круглого сечения диаметром 8мм.

Присоединение токоотводов к молниеприемной сетке осуществляется с шагом не менее 20 метров.

Сведения о типе, классе проводов и осветительной арматуры, которые подлежат применению при строительстве объекта капитального строительства.

В соответствии с требованиями ГОСТ 31565-2012 групповые и распределительные сети выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LS и ВВГнг(А)-FRLS [11, 12].

Трехфазная сеть к электроприемникам выполняется пятипроводной, однофазная – трехпроводной.

1.4 Расчет параметров системы рабочего и аварийного освещения

В помещениях склада используются светильники со светодиодными источниками света отечественного производства компании «Световые технологии».

Тип применяемых светильников выбран в соответствии с условиями окружающей их среды.

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

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

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

где « A и B - длина и ширина помещения;

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

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

Определяется расчетное число светильников по формуле» [3]:

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

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [4].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

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

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [13].

Расчет освещения выполнен с помощью электронной программы «Ассистент DIALux Light». На рисунках 2-4 представлены примеры расчета уровня освещенности и необходимого для установки количества светильников в отдельных помещениях.



Рисунок 2 – Расчет уровней освещенности на рабочей поверхности для помещения №3

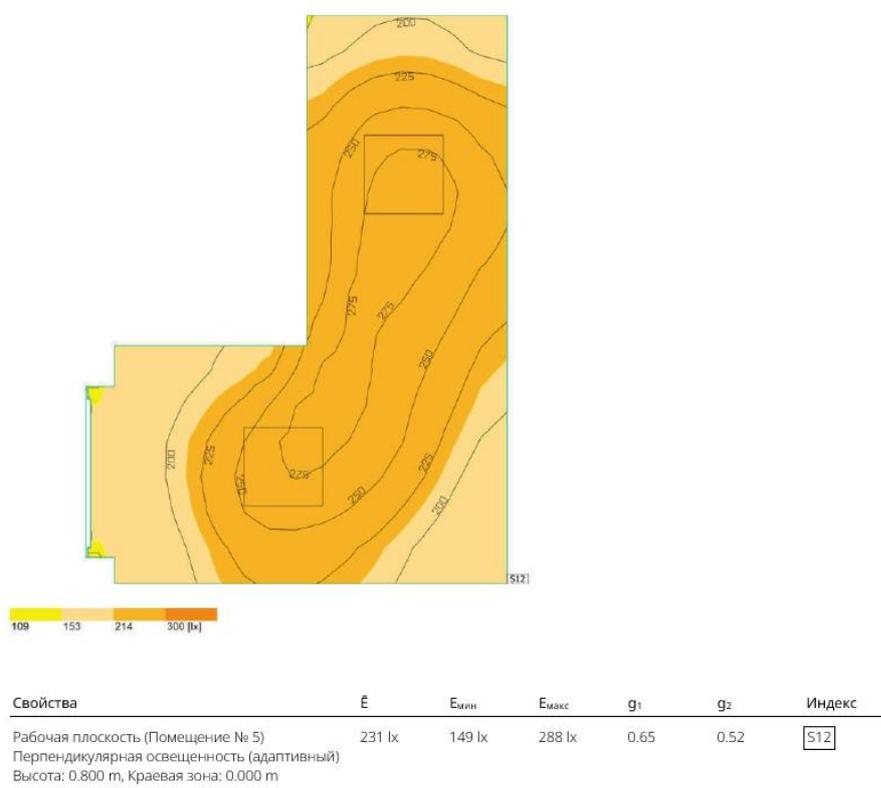


Рисунок 3 – Расчет уровней освещенности на рабочей поверхности для помещения №5



Свойства	E	$E_{\text{мин}}$	$E_{\text{макс}}$	g_1	g_2	Индекс
Рабочая плоскость (Помещение № 7) Перпендикулярная освещенность (адаптивный) Высота: 0.000 m, Краевая зона: 0.000 m	83.6 lx	65.8 lx	96.2 lx	0.79	0.68	58

Рисунок 4 – Расчет уровней освещенности на рабочей поверхности для помещения №7

В работе предусматривается организация систем рабочего и аварийного освещения. Аварийное освещение включает в себя резервное и эвакуационное освещение.

Резервное освещение, согласно СП 256.1325800.2016 выполнено в помещениях [15]:

- электрощитовой;
- в технических помещениях;
- в производственных помещениях склада.

Эвакуационное освещение выполнено:

- в коридорах и проходах по маршруту эвакуации;
- в зонах каждого изменения направления пути эвакуации;
- на лестничных клетках;
- на пересечении проходов и коридоров;

- в местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации;
- в местах размещения первичных средств пожаротушения;
- в местах размещения плана эвакуации;
- в местах с пребыванием маломобильных групп населения;
- снаружи – перед каждым конечным выходом из здания.

Управление внутренним рабочим и аварийным освещением помещений предусматривается местное - выключателями, расположенными у входа в помещение.

1.5 Проверка времени автоматического отключения питания

Расчет произведен для наиболее удаленного потребителя. Расчёт токов короткого замыкания выполнен в соответствии с ГОСТ 28249-93.

Ниже представлены формулы для расчёта.

Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания.

Действующее значение периодической составляющей трёхфазного тока КЗ:

$$I_{n0}^{(3)} = \frac{U_{срнн}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}}, \quad (1)$$

где « $U_{срнн}$ - среднее номинальное напряжение сети, в которой произошло КЗ, В;

$R_{1\Sigma}$, $X_{1\Sigma}$ – суммарные активные и реактивные сопротивления прямой последовательности цепи КЗ, мОм» [16];

$$R_{1\Sigma} = R_T + R_{КВ} + R_{1кб} + R_K + R_D;$$

$$X_{1\Sigma} = X_T + X_{КВ} + X_{1кб};$$

« R_T , X_T – активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности понижающего (силового) трансформатора, мОм» [16];

$$R_T = \frac{P_{\text{кном}} \cdot U_{\text{нном}}^2}{S_{\text{тном}}^2} 10^6, \quad (2)$$

$$X_T = \sqrt{u_k^2 - \left(\frac{100P_{\text{кном}}}{S_{\text{тном}}} \right)^2} \frac{U_{\text{нном}}^2}{S_{\text{тном}}} 10^4, \quad (3)$$

где « $S_{\text{тном}}$ - номинальная мощность силового трансформатора, кВА;

$P_{\text{кном}}$ – потери короткого замыкания в трансформаторе, кВт;

$U_{\text{нном}}$ – номинальное напряжение силового трансформатора, кВ;

U_k – напряжение короткого замыкания силового трансформатора, %;

$R_{\text{КВ}}, X_{\text{КВ}}$ – активное и индуктивное сопротивления токовых катушек автоматических выключателей, мОм;

R_k – суммарное активное сопротивление различных контактов, мОм;

$R_{1\text{кб}}, X_{1\text{кб}}$ – активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности кабельных линий, мОм;

R_d – активное сопротивление дуги в месте КЗ, мОм» [17].

В данном расчете, ввиду незначительности вклада (~1-2%), сопротивлением токовых катушек и контактов можно пренебречь.

Расчёт токов однофазного короткого замыкания.

Действующее значение периодической составляющей однофазного КЗ:

$$I'_{n0} = \frac{\sqrt{3}U_{\text{срнн}}}{\sqrt{(2R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}}, \quad (4)$$

где $R_{0\Sigma}, X_{0\Sigma}$ – суммарные активные и реактивные сопротивления нулевой последовательности цепи КЗ, мОм;

$$R_{0\Sigma} = R_{0T} + R_{\text{КВ}} + R_{0\text{кб}} + R_k + R_d;$$

$$X_{0\Sigma} = X_{0T} + X_{\text{КВ}} + X_{0\text{кб}};$$

« R_{0T}, X_{0T} - активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности понижающего (силового) трансформатора, мОм;

$R_{0кб}$, $X_{0кб}$ - активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности кабельных линий, мОм» [17].

Результаты расчетов токов КЗ в различных точках системы электроснабжения приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты расчетов токов КЗ в различных точках системы электроснабжения

Параметр	Формула	Значение	Ед. изм.
Металлическое КЗ в максимальном режиме (на шинах 0,4 кВ БКТП)			
Трансформатор ТМГ- 1000 10/0,4кВ 1000кВА	-	-	-
Напряжение ВН	$U_{сВН}$	10,00	кВ
Номинальная мощность	$S_{тном}$	1000,00	кВА
Потери КЗ трансформатора	$P_{тном}$	8,8	кВт
Напряжение НН	$U_{сНН}$	400,00	В
Напряжение короткого замыкания	U_k	6,0	%
Среднее номинальное напряжение сети, в которой произошло КЗ	$U_{срнн}$	400,00	В
Мощность трансформатора	$S_{тр}$	1000,00	кВА

Продолжение таблицы 5

Параметр	Формула	Значение	Ед. изм.
Сопротивление трансформатора	$X_T = \sqrt{u_k^2 - \left(\frac{100P_{кном}}{S_{тном}} \right)^2} \frac{U_{нном}^2}{S_{тном}} 10^4$	9,4	МОм
	$R_T = \frac{P_{кном} \cdot U_{нном}^2}{S_{тном}^2} 10^6$	1,41	МОм
Ток трансформатора	И _{н.т}	1519	А
Реактивное сопротивление цепи КЗ	X _{сумм} =X _т	9,4	МОм
Активное сопротивление цепи КЗ	R _{сумм} =R _т	1,41	МОм
Максимальный ток металлического 3-х фазного КЗ на шинах 0,4кВ	$I_{н0}^{(3)} = \frac{U_{срнн}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}}$	23,08	кА
Расчет тока КЗ на вводных зажимах щита ГРЩ			
Длина кабеля (АПвБШв 4×70, сечением 70мм ²)	L	210	м
Удельное сопротивление одного кабеля	Худ (по таблице)	0,066	МОм
	Руд (по таблице)	0,55	МОм
Активное сопротивление дуги	R _д	33,0	МОм
Индуктивное сопротивление кабеля	X _{к1} =Худ·L	13,53	МОм

Продолжение таблицы 5

Параметр	Формула	Значение	Ед. изм.
Активное сопротивление кабеля	$R_{к1}=R_{уд} \cdot L$	112,75	МОм
Реактивное сопротивление цепи КЗ	$X_{сумм}=X_T+X_{к1}$	22,93	МОм
Активное сопротивление цепи КЗ	$R_{сумм}=R_T+R_D+R_{к1}$	147,16	МОм
Максимальный ток металлического 3-х фазного КЗ в конце кабеля	$I_{n0}^{(3)} = \frac{U_{срнн}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}}$	1,47	кА
Расчет тока КЗ на вводных зажимах щита ЩР-3			
Длина кабеля (ВВГнг - LSLTx, сечением 5×4мм ²)	L	45	м
Удельное сопротивление одного кабеля	Xуд (по таблице)	0,11	МОм
	Rуд (по таблице)	4,95	МОм
Индуктивное сопротивление кабеля	$X_{к1}=X_{уд} \cdot L$	4,95	МОм
Активное сопротивление кабеля	$R_{к1}=R_{уд} \cdot L$	222,75	МОм
Реактивное сопротивление цепи КЗ	$X_{сумм}=X_T+X_{к1}$	27,88	МОм

Продолжение таблицы 5

Параметр	Формула	Значение	Ед. изм.
Активное сопротивление цепи КЗ	$R_{сумм}=R_T+R_d+R_{к1}$	369,91	МОм
Максимальный ток металлического 3-х фазного КЗ в конце кабеля	$I_{n0}^{(3)} = \frac{U_{срнн}}{\sqrt{3}\sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}}$	0,59	кА
Расчет тока ОКЗ у наиболее удаленного потребителя			
Длина кабеля (ВВГнг - LSLTx, сечением $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$)	L	25	м
Удельное сопротивление одного кабеля	Худ (по таблице)	0,12	МОм
	Руд (по таблице)	6,36	МОм
Индуктивное сопротивление кабеля	$X_{к2}=X_{уд} * L$	3,0	МОм
Активное сопротивление кабеля	$R_{к2}=R_{уд} * L$	159,0	МОм
Реактивное сопротивление цепи КЗ	$X_{сумм}=X_T+X_{к1}+X_{к2}$	30,88	МОм
Активное сопротивление цепи КЗ	$R_{сумм}=R_T+R_d+R_{к1}+R_{к2}$	528,91	МОм

Продолжение таблицы 5

Параметр	Формула	Значение	Ед. изм.
Максимальный ток металлического 3-х фазного КЗ в конце кабеля	$I'_{n0} = \frac{\sqrt{3}U_{срнн}}{\sqrt{(2R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}}$	0,41	кА

«Защита наиболее удаленного электроприемника обеспечивается автоматическим выключателем с тепловым и электромагнитным расцепителями (I_{т.р.}=16А)» [18].

Для автоматического выключателя с время - токовой характеристикой типа С время срабатывания отсечки электромагнитного расцепителя, при уровне однофазного тока К.З., равного 410,0А, составляет величину менее 0,1с (согласно времятоковым характеристикам завода-изготовителя), что удовлетворяет требованиям п. 1.7.79 ПУЭ 7-ое издание.

Выводы по разделу.

Выполнен расчёт электрических нагрузок по зданию склада. Определены итоговые значения расчётной мощности по распределительным щитам 1, 2 и 3. Выполнено определение расчётной нагрузки по первой и второй секции ГРЩ, а также по секции питания потребителей 1 категории. Произведён расчёт нагрузок в аварийном режиме работы. Суммарная расчётная мощность объекта составила 41 кВт.

Основная часть потребителей электрической энергии относится ко второй категории по надёжности электроснабжения, для питания потребителей 1 категории предусмотрена установка АВР.

Основными мероприятиями по экономии электрической энергии являются выбор к применению энергопотребляющего оборудования высокого класса энергетической эффективности, применение светодиодных светильников и автоматических систем управления освещением.

В здании принята система электроснабжения TN-C-S. Для защиты от прямых ударов молний на крыше здания устанавливается молниеприемная сетка, которая укладывается на изоляторах открыто поверх кровли.

Параметры рабочего и аварийного освещения определены в программе Dialux. Выполнен расчёт уровней освещённости на рабочей поверхности для каждого из помещений склада. Определены типы применяемых светильников и мощность, потребляемая ими.

Выполнена проверка времени автоматического отключения питания, для этого произведен расчёт токов короткого замыкания в различных точках системы электроснабжения. Выбранные выключатели прошли необходимые проверки и с достаточной надёжностью могут отключить токи короткого замыкания.

2 Внешнее электроснабжение здания склада

В рабочем режиме электроснабжение главного распределительного щита осуществляется от разных секций шин РУ-0,4кВ двухтрансформаторной БКТП-10/0,4 кВ по двум кабельным линиям, выполненным кабелем АПвБбШп 4×70.

При этом распределение нагрузок по вводам достигается применением секционирования в щите ГРЩ [19].

В аварийном режиме обеспечение потребителей электроэнергией осуществляется путем переключения обесточенной секции (ввода) щита к действующему вводу.

Переключение потребителей, электроснабжение которых осуществляется по 2 категории надежности выполняется вручную при помощи перекидных рубильников.

В соответствии с требованиями N123-ФЗ и СП 6.13130.2013, электроснабжение противопожарных устройств осуществляется от отдельного щита противопожарных устройств.

Переключение электроснабжения противопожарных потребителей и потребителей 1 категории электроснабжения осуществляется автоматически при помощи АВР.

При возникновении пожара предусматривается автоматическое отключение вентиляторов общеобменной вентиляции с одновременным включением устройств дымо- и пожароудаления;

Главные заземляющие шины установлены в щитах ГРЩ. Выбрана система TN-C-S в соответствии с ГОСТ Р 50571.2-94 (МЭК 364).

Основная защита от прямого прикосновения к токоведущим частям электроустановки обеспечивается основной изоляцией токоведущих частей и применением защитных оболочек для электрооборудования.

В ТП установлены защитные аппараты (автоматические выключатели и предохранители), защищающие питающие линии объекта от токов перегрузок и коротких замыканий.

Заземление брони питающих кабелей в начале линии (присоединением к заземляющему устройству ТП) и в конце линии (присоединением к заземляющему устройству в ГРЩ).

Выполнена система уравнивания потенциалов [20].

Проектом предусматривается применение кабелей марки АПвБбШп предназначенных для передачи и распределения в стационарных электроустановках на номинальное переменное напряжение 1000В, частоты 50Гц. Кабель предназначен для прокладки в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов и грунтовых вод.

2.1 Расчет питающей кабельной линии

Исходные данные:

$P_p=40,76\text{кВт}$, $Q=20,31\text{кВАр}$, $S = 43,77\text{кВа}$, $L = 210\text{м}$, $I_n = 69,21\text{А}$.

Принимаем к расчету кабель марки АПвБбШп сечением $4\times 70\text{ мм}^2$.

Проверяем данное сечение по допустимому длительному току. По таблице 22 ГОСТ Р 31996-2012 находим, что кабель $4\times 70\text{ мм}^2$ пропускает 195 А.

Проверка на нагрев [19]:

$$I_{\text{дл. доп.}} = I_{\text{доп}} \cdot N \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (5)$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимая токовая нагрузка кабеля;

N – число кабелей в кабельной линии;

K_1 – коэффициент по таблице 1.3.26 ПУЭ;

K_2 – поправочный коэффициент на прокладку кабеля в земле в трубе (принимается 0,88 при длине участка в трубе более 10м);

КЗ – коэффициент для четырехжильных кабелей согласно приложению к таблице 22 ГОСТ Р31996-2012.

$$I_{дл.доп.} = 195 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 0,93 = 159,99 > 69,21 \text{ А.}$$

Проверяем данное сечение по потере напряжения. Расчет потерь напряжения кабельной линии выполним с учетом индуктивного сопротивления кабельных линий при помощи расчета, предложенного Ф.Ф Карповым и В.Н. Козловым в «Справочнике по расчету проводов и кабелей».

Согласно предложенной методике расчета величина потерь напряжения в кабельной линии при заданном сечении кабеля определяется по формуле:

$$\Delta U = \alpha_2 (r \cdot M_a + x \cdot M_y), \quad (6)$$

где ΔU - потери напряжения, %;

M_a - сумма моментов активных нагрузок, кВт·км;

M_y - сумма моментов индуктивных нагрузок, кВАр·км;

r - активное сопротивление линии, Ом/км;

x - индуктивное сопротивление линии, Ом/км;

α_2 - коэффициент, зависящий от системы тока и принятых единиц измерения для входящих в формулу величин. Согласно таблице 5-12 принимается равным 4,13.

$$\Delta U = 0,69 \cdot (0,55 \cdot 43,48 \cdot 0,205 + 0,066 \cdot 22,14 \cdot 0,205) = 3,59\%.$$

Проверяем данное сечение по $I_{кз}$. Расчет токов короткого замыкания выполнен согласно ГОСТ 28249-93.

Значения токов короткого замыкания принимаем по данным таблицы 5.

Для предохранителя ППН-39 с номинальным током 160А в соответствии с времятоковой характеристикой время отключения при величине тока короткого замыкания 1470А составит менее 5 с.

2.2 Прокладка питающих кабельных линий

Прокладка кабельных линий осуществляется в траншее, а также при помощи горизонтального направленного бурения. Прокладка кабелей в земле открытым способом выполняется по типовому альбому А11-2011 (ДКС) в траншее типа Т-1 с шириной основания дна 200мм. Взаиморезервируемые кабели прокладываются в разных траншеях с расстоянием между ними не менее 1,0м. Глубина заложения кабельных линий от текущей планировочной отметки составляет 0,7м, а при пересечении дорог - не менее 1м под проезжей частью автодороги в трубах. Рытье траншеи в местах сближения с подземными инженерными коммуникациями производится вручную с обязательной шурфовкой. Дно траншеи обрабатывается вручную. Допускается уменьшение глубины до 0,5м на участках длиной до 5 м при вводе линий в здание. Кабель должен прокладываться в траншее и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем песка толщиной 100 мм. Для защиты кабеля в траншее использовать плиты (ПЗК).

Расстояние в свету от кабеля до фундамента здания должно быть не менее 0,6м.

При пересечении кабельных линий с проезжей частью и инженерными коммуникациями кабели защищаются ПНД трубой с выступом трубы по 1 м с каждой стороны. Радиус изгиба кабелей при поворотах - $7,5D_n$.

При прокладке кабельных линий в зоне насаждений расстояние от кабелей до стволов должно быть не менее 2м, в зоне кустарниковых посадок не менее 0,75м.

На участках трассы с закрытым способом прокладки кабельных линий применяется технология механизированного глубинного направленного бурения.

На протяжении кабельной трассы проектом предусматривается выполнение трех ГНБ переходов с ручным рытьем приемных и стартовых котлолванов.

Каждый ГНБ переход выполняется двумя скважинами диаметром 400мм с последующей прокладкой кабеля в ПНД трубе D=160мм.

Расстояние между ПНД трубами взаиморезервируемых кабелей в скважинах каждого ГНБ перехода составляет не менее 1,0м.

До начала бурения должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- геодезическая разбивка трассы и вынос в натуру точек начала забуривания и выхода бура из грунта;

- уточнение местоположения и глубины заложения существующих коммуникаций и подземных объектов по трассе ЗП с участием технического заказчика.

- подготовка строительных площадок для размещения буровой установки, насосно- смесительного узла для приготовления бурового раствора, склада буровых штанг, контейнера хранения для бентонита, полимеров, строительных материалов, бытовых помещений;

- монтаж буровой установки в точке начала забуривания с обеспечением предусмотренной конструкцией закрепления, для восприятия усилий подачи при бурении и обратной тяги при протягивании трубопровода, а также заземления установки;

- контроль исправности и работоспособности локационной системы.

Бурение следует начинать после закрепления и заземления буровой установки, приготовления бурового раствора, в объеме необходимом для проходки скважины.

После окончания протягивания трубопровода должны быть выполнены следующие работы:

- демонтаж технологических устройств и систем;
- удаление и утилизация остатков буровых жидкостей;
- удаление и утилизация остатков бурового шлама;
- герметизация концов проложенного трубопровода путем установки заглушек;

- демонтаж ограждений и обратная засыпка рабочих котлованов, приямков и т.п.;
- очистка и планировка рабочих площадок на точках входа и выхода;
- очистка и техобслуживание буровых штанг и инструмента;
- ремонт и восстановление подъездных дорог;
- восстановление плодородного слоя грунта в случаях нарушения.

Допускается применение оборудования и материалов других марок и фирм-изготовителей с аналогичными техническими характеристиками.

Выводы по разделу.

В нормальном режиме электроснабжение здания склада производится от разных секций шин РУ-0,4кВ двухтрансформаторной БКТП-10/0,4 кВ по двум кабельным линиям, выполненным кабелем АПвБбШп 4×70. Кабели марки АПвБбШп предназначены для прокладки в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов и грунтовых вод. Выбранное сечение питающего кабеля проверено на допустимый нагрев при длительном протекании тока. Выполнена проверка кабеля по потере напряжения. Для предохранителя ППН-39 с номинальным током 160А в соответствии с времятоковой характеристикой время отключения при величине тока короткого замыкания 1470А составит менее 5 с. Рассмотрены вопросы обустройства трассы кабельной линии в траншее.

3 Система наружного освещения склада

Точкой присоединения электрической мощности системы наружного освещения является контактные присоединения автоматического выключателя в главном распределительном щите здания склада ГРЩ.

В работе предусмотрено строительство электроустановки наружного освещения в объеме [22]:

- установка осветительных опор со светильниками;
- прокладка групповых кабельных линий к осветительным опорам в земле.

Расчетная мощность электроприемников наружного освещения территории: $P_p=0,56\text{кВт}$, $S_p= 0,58\text{кВА}$, $I_p=0,89\text{А}$.

Категория надежности электроснабжения - 3.

Необходимая величина напряжения обеспечивается положением переключателя ПБВ трансформаторов питающей ТП.

Экономия электроэнергии достигнута за счет [21]:

- применение светотехнического оборудования (светильников) со светодиодными источниками света.

Для подключения потребителей наружного электроосвещения применена система электроснабжения TN-C-S в соответствии с ГОСТ Р 50571.2-94.

Основная защита от прямого прикосновения к токоведущим частям электроустановки обеспечивается основной изоляцией токоведущих частей и применением защитных оболочек для электрооборудования.

Электроустановка наружного освещения представляет собой совокупность опор освещения со светотехническим оборудованием и соединённых между собой кабельными линиями, проложенными в земле в траншее.

Питание потребителей наружного освещения осуществляется от щита ЩНО. Щит ЩНО устанавливается в помещении электрощитовой здания склада.

Щит ЩНО обеспечивает электропитание светильниками над тротуарами и проездами.

Однолинейная электрическая схема щита ЩНО приведена на рисунке 5.

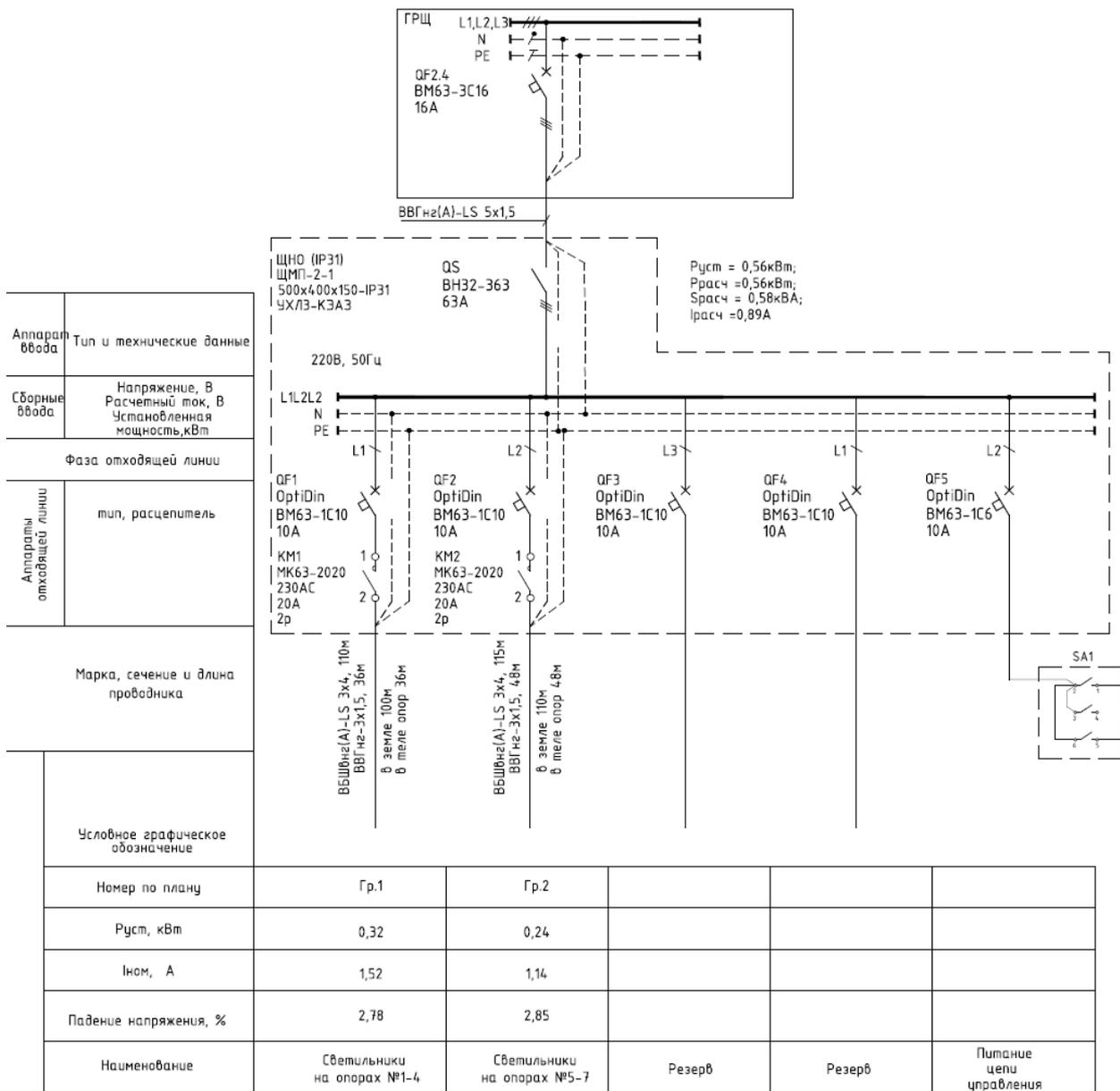


Рисунок 5 - Однолинейная электрическая схема щита ЩНО

На территории площадки применяются светодиодные светильники Волна Мини LED-80 мощностью 80Вт, производства компании Galad.

Светильники устанавливаются на стальные граненные опоры ОГК-9,0 высотой 9 метров с подземной подводкой питания.

Групповые линии выполняются кабелем ВБбШвнг(А)-LS-3х4 в траншее по А11-2011. Пересечения линий с подземными инженерными сооружениями выполняются по А11-2011 в жестких ПНД/ПНД трубах производства ЗАО «ДКС».

Выбор сечений проводников и тип расцепителей аппаратов защиты произведен из условий удовлетворения требований по нагреву, потери напряжения и токов КЗ.

Ответвления к светильникам выполняются кабелем ВВГнг 3×1,5. Ответвление кабеля ВВГнг 3×1,5 от магистрального кабеля выполняется при помощи клемной колодки.

На рисунке 6 показан внешний вид узла коммутации в монтажном отсеке опоры.

Внутри опор с кабельной подводкой питания на DIN-рейке устанавливается автоматический выключатель для защиты светильников.

На каждой опоре выполняется соединение РЕ-проводника линии к специальному комплектному болту для РЕ-проводника проводом ПуГВ 1×4мм.кв. Провод ПуГВ присоединяется к РЕ-жиле питающего кабеля при помощи герметичного прокалывающего зажима.

В соответствии с СП52.13330.2016, освещенность пространств территории принята:

- пешеходные зоны – 4Лк;
- открытая парковка – 6Лк;
- площадка для технического отстоя транспорта – 4Лк;
- проезжая часть на территории – 4Лк;
- площадка для отдыха – 10Лк.

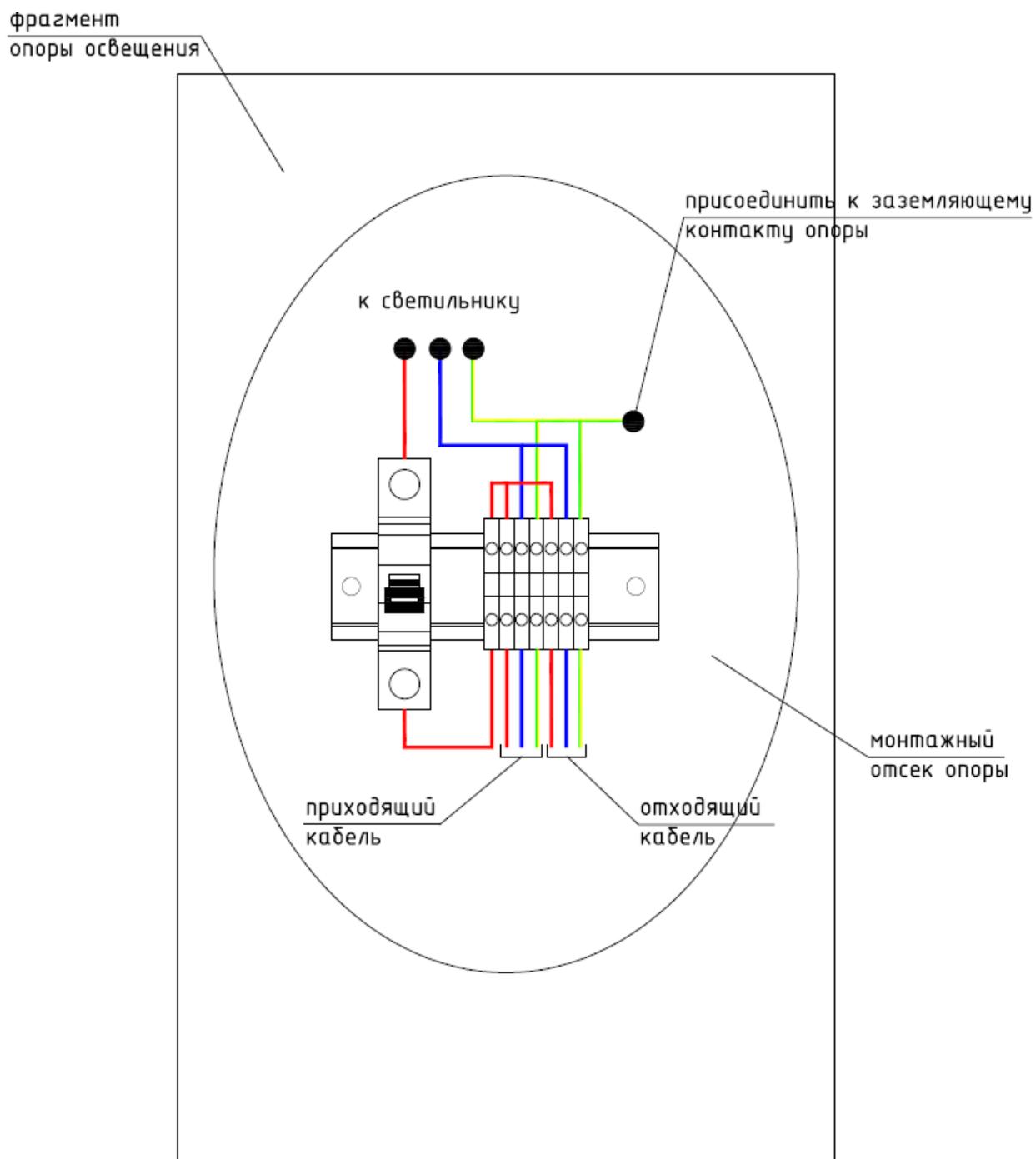


Рисунок 6 - Внешний вид узла коммутации в монтажном отсеке опоры

По результатам расчетов освещенность функциональных зон составила:

- пешеходные зоны – 12,2-19,8Лк;
- открытая парковка – 23,5Лк;
- площадка для технического отстоя транспорта – 17,6Лк;
- проезжая часть на территории – 20,6Лк;

– площадка для отдыха – 20,9Лк.

Расчет величин светотехнических показателей выполнен в программе DIALux EVO и представлен на рисунке 7.

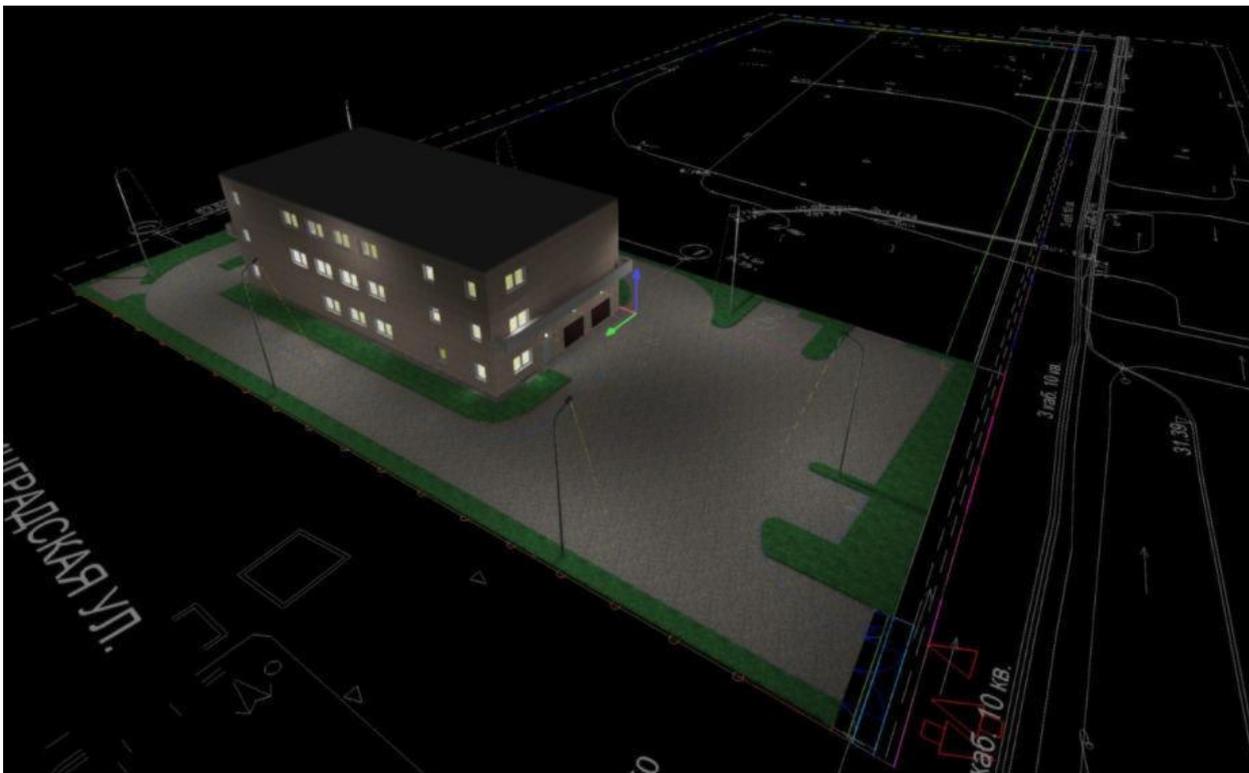


Рисунок 7 – Распределение световых потоков от системы внешнего освещения склада

На рисунке 8 представлено освещение проезжей части вдоль периметра склада.

Включение светильников осуществляется автоматически по уровню наружной освещенности. Кроме того, предусматривается ручное управление при помощи кулачкового переключателя, расположенного на лицевой панели щита ЩНО.

Прокладку кабельной линии в траншее выполнить по типовому альбому А11-2011 (ДКС). Глубина заложения кабельной линии от текущей планировочной отметки должна составлять не менее 0,7м, а при пересечении дорог - не менее 1м под проезжей частью автодороги в трубах.

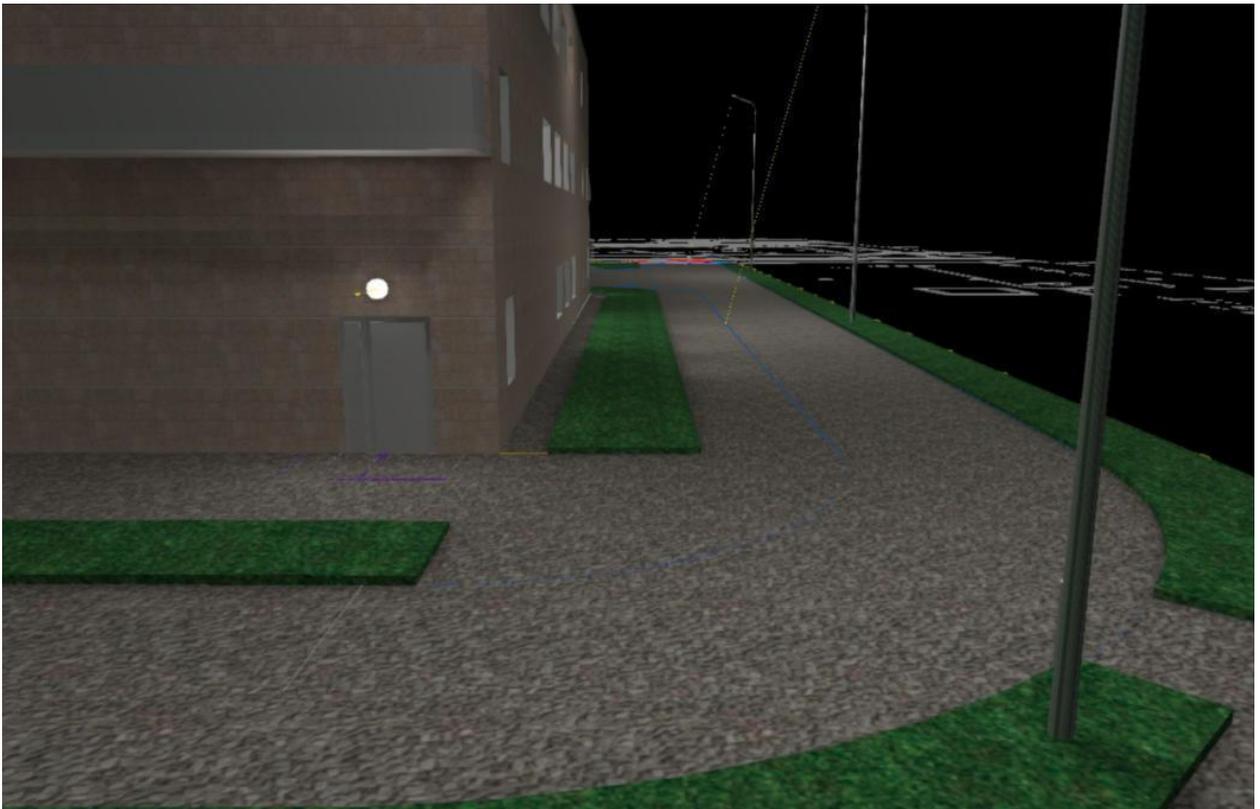


Рисунок 8 – Распределение световых потоков на проезжей части вдоль периметра склада

Рытье траншеи в местах сближения с подземными инженерными коммуникациями производить вручную с обязательной шурфовкой. Дно траншеи обрабатывается вручную. Допускается уменьшение глубины до 0,5м на участках длиной до 5 м при вводе линий в здание. Кабель должен прокладываться в траншее и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем песка толщиной 100 мм. Для защиты кабеля в траншее использовать плиты (ПЗК).

Расстояние в свету от кабеля до фундамента здания должно быть не менее 0,6м.

При пересечении кабельных линий с проезжей частью и инженерными коммуникациями кабели защищаются ПНД трубой с выступом трубы по 1 м с каждой стороны. Радиус изгиба кабелей при поворотах - 7,5Dн.

При прокладке кабельных линий в зоне насаждений расстояние от кабелей до стволов должно быть не менее 2м, в зоне кустарниковых посадок не менее 0,75м.

Выводы по разделу.

Питание потребителей наружного освещения осуществляется от щита ЩНО. Щит ЩНО устанавливается в помещении электрощитовой здания склада. Расчетная мощность электроприемников наружного освещения территории: $P_p=0,56\text{кВт}$, $S_p= 0,58\text{кВА}$, $I_p=0,89\text{А}$. Категория надежности электроснабжения - 3. На территории площадки применяются светодиодные светильники Волна Мини LED-80 мощностью 80Вт, производства компании Galad. Групповые линии выполняются кабелем ВБбШвнг(А)-LS-3х4 в траншее. Ответвления к светильникам выполняются кабелем ВВГнг 3×1,5. Ответвление кабеля ВВГнг 3×1,5 от магистрального кабеля выполняется при помощи клемной колодки. Расчет величин светотехнических показателей выполнен в программе DIALux EVO. Полученные результаты освещенности соответствуют нормативным значениям. Включение светильников осуществляется автоматически по уровню наружной освещенности.

Заключение

Цель ВКР заключалась в разработке проекта системы электроснабжения здания склада медицинского центра, направленного на обеспечение надежного электроснабжения потребителей с соблюдением норм безопасности и обеспечением качества передаваемой электрической энергии.

Выполнен расчёт электрических нагрузок по зданию склада. Определены итоговые значения расчётной мощности по распределительным щитам 1, 2 и 3. Выполнено определение расчётной нагрузки по первой и второй секции ГРЩ, а также по секции питания потребителей 1 категории. Произведён расчёт нагрузок в аварийном режиме работы. Суммарная расчётная мощность объекта составила 41 кВт.

Основная часть потребителей электрической энергии относится ко второй категории по надёжности электроснабжения, для питания потребителей 1 категории предусмотрена установка АВР.

Основными мероприятиями по экономии электрической энергии являются выбор к применению энергопотребляющего оборудования высокого класса энергетической эффективности, применение светодиодных светильников и автоматических систем управления освещением.

В здании принята система электроснабжения TN-C-S. Для защиты от прямых ударов молний на крыше здания устанавливается молниеприемная сетка, которая укладывается на изоляторах открыто поверх кровли.

Параметры рабочего и аварийного освещения определены в программе Dialux. Выполнен расчёт уровней освещённости на рабочей поверхности для каждого из помещений склада. Определены типы применяемых светильников и мощность, потребляемая ими.

Выполнена проверка времени автоматического отключения питания, для этого произведен расчёт токов короткого замыкания в различных точках системы электроснабжения. Выбранные выключатели прошли необходимые

проверки и с достаточной надежностью могут отключить токи короткого замыкания.

В нормальном режиме электроснабжение здания склада производится от разных секций шин РУ-0,4кВ двухтрансформаторной БКТП-10/0,4 кВ по двум кабельным линиям, выполненным кабелем АПвБбШп 4×70. Кабели марки АПвБбШп предназначены для прокладки в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов и грунтовых вод. Выбранное сечение питающего кабеля проверено на допустимый нагрев при длительном протекании тока. Выполнена проверка кабеля по потере напряжения. Для предохранителя ППН-39 с номинальным током 160А в соответствии с времятоковой характеристикой время отключения при величине тока короткого замыкания 1470А составит менее 5 с. Рассмотрены вопросы обустройства трассы кабельной линии в траншее.

Питание потребителей наружного освещения осуществляется от щита ЩНО. Щит ЩНО устанавливается в помещении электрощитовой здания склада. Расчетная мощность электроприемников наружного освещения территории: $P_p=0,56\text{кВт}$, $S_p= 0,58\text{кВА}$, $I_p=0,89\text{А}$. Категория надежности электроснабжения - 3. На территории площадки применяются светодиодные светильники Волна Мини LED-80 мощностью 80Вт, производства компании Galad. Групповые линии выполняются кабелем ВБбШвнг(А)-LS-3×4 в траншее. Ответвления к светильникам выполняются кабелем ВВГнг 3×1,5. Ответвление кабеля ВВГнг 3×1,5 от магистрального кабеля выполняется при помощи клемной колодки. Расчет величин светотехнических показателей выполнен в программе DIALux EVO. Полученные результаты освещенности соответствуют нормативным значениям. Включение светильников осуществляется автоматически по уровню наружной освещенности.

Список используемой литературы

1. Бирюлин В.И., Куделина Д.В. Электроснабжение промышленных и гражданских объектов: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. 204 с.
2. Гужов Н.Л., Ольховский В.Я., Павлюченко Д.А. Системы электроснабжения. Ростов на Дону.: Феникс, 2011. 384 с.
3. Данилов Г.А., Денчик Ю.М., Иванов М.Н., Ситников Г.В. Повышение качества функционирования линий электропередачи: монография. 3-е изд. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. 558 с.
4. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: НЦ ЭНАС. 2009. 456 с.
5. Иванов А.С. Электроснабжение: практикум для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2020. 116 с.
6. Кудрин Б.И. Электроснабжения промышленных предприятий. М.: Интернет Инжиниринг, 2006. 670 с.
7. Куксин А. В. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 156 с.
8. Марченко А.Л. Электротехника: учебное пособие. Москва: ИНФРА-М, 2022. 236 с.
9. Нормы технологического проектирования. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Тяжпромэлектропроект, 1994. 69 с.
10. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. 416 с.
11. Плащанский Л.А. Электрооборудование подстанций и осветительные сети предприятий, организаций и учреждений: учебное пособие. Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. 180 с.

12. Поливода Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности: учебник. Москва: ИНФРА-М, 2021. 170 с.
13. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: Проспект, 2019. 240 с.
14. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого издания с изменениями и дополнениями. М.: Норматика, 2021. 464 с.
15. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбор электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-97. М.: НЦ ЭНАС. 2002. 149 с.
16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 28 с.
17. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электро-вычислительным машинам и организация работы». СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 56 с.
18. Свод правил СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. М., 2011. 74 с.
19. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2022. 328 с.
20. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 367 с.
21. Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4–92. М.: Тяжпромэлектропроект, 1993. 25 с.
22. Щербаков Е.Ф., Александров Д.С., Дубов А.Л. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 495 с.