

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

## **ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Идентификационный код ВКР: 830

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующая кафедрой ЭС  
\_\_\_\_\_ А.О. Прокубовская  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## **ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство  
предприятий, организаций и учреждений»

Идентификационный код ВКР: 830

Исполнитель:

студент группы Кп-511 ЭО \_\_\_\_\_ А.А. Русанов

Руководитель:

зам. начальника отдела ОАО «ИЦЭУ» \_\_\_\_\_ Н.А. Здоровенко

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС \_\_\_\_\_ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

5

БР.13.03.02.830.2016

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 56 страницах, содержит 6 рисунка, 11 таблиц, 20 источников литературы, а также 4 приложений на 4 страницах.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ТРАНСФОРМАТОР, ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЯГА, НЕТЯГОВЫЕ ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

*Объектом исследования* является автозаправочная станция.

*Предметом исследования* является система электроснабжения автозаправочной станции.

*Цель работы:* разработать проект системы электроснабжения автозаправочной станции.

*Задачи:*

- рассчитать необходимое количество светильников для операторной;
- выполнить расчет сети наружного освещения;
- выбрать кабели для электроснабжения;
- спроектировать схему электроснабжения автозаправочной станции;
- спроектировать заземление и молниезащиту автозаправочной станции;
- спроектировать план сети электроснабжения.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
2 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	13
2.1 Электрические нагрузки и категория электроснабжения .....	13
2.2 Схема электроснабжения .....	14
2.4 Размещение сети наружного освещения.....	23
2.5 Заземление и молниезащита .....	29
2.6 Сети электроснабжения .....	35
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	36
3.1 Расчет затрат на оборудование, материалы и комплектующие .....	36
3.2 Расчет транспортных расходов.....	41
3.3 Расчет заготовительно-складских расходов.....	41
3.4 Расчет на монтаж электрооборудования .....	41
4 ЭКОЛОГИЯ И БЖД.....	44
4.1 Меры противопожарной безопасности.....	44
4.2 Меры электрической безопасности.....	45
4.3 Заземление и молниезащита .....	46
4.4 Экологичность АЗС .....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная заправочная станция (АЗС) — комплекс оборудования на придорожной территории, предназначенный для заправки топливом транспортных средств.

Наиболее распространены АЗС, заправляющие автотранспорт традиционными сортами углеводородного топлива — бензином и дизельным топливом (бензозаправочные станции).

Менее распространёнными являются Автомобильная Газонаполнительная Компрессорная Станция (АГНКС) — заправка сжатым природным газом и Автомобильная Газозаправочная Станция (АГЗС) — заправка сжиженным нефтяным газом. Есть также несколько типов водородной заправочной станции.

Контейнерная автозаправочная станция (КАЗС) — АЗС, технологическая система которой предназначена для заправки транспортных средств только жидким моторным топливом и характеризуется надземным расположением резервуаров и размещением топливораздаточных колонок в контейнере хранения топлива, выполненном как единое заводское изделие.

На современных автозаправочных станциях зачастую сервис не ограничивается продажей топлива. Часто на таких станциях имеется небольшой магазин, реже - закусочная, а также банкомат, мойка и т. п.

Стационарные АЗС оснащаются системами освещения и молниезащиты.

По расположению различают дорожные и городские АЗС. К городским АЗС предъявляют более строгие требования по безопасности, в частности допускаемые расстояния до жилых домов, школ, больниц, общественных зданий строго регламентированы.

Оборудование АЗС включает:

- топливо- и маслораздаточные колонки;

- водозаправочные устройства;
- воздухозаправочные устройства;
- подземные топливные, масляные и электрические коммуникации;
- противопожарное оборудование;
- компрессор.

Топливо и масло хранятся в металлических подземных резервуарах. Раздаточные колонки устанавливаются на заправочном островке — бетонированной площадке.

*Объектом исследования* является автозаправочная станция.

*Предметом исследования* является система электроснабжения автозаправочной станции.

*Цель работы:* разработать проект системы электроснабжения автозаправочной станции.

*Задачи:*

- рассчитать необходимое количество светильников для операторной;
- выполнить расчет сети наружного освещения;
- выбрать кабели для электроснабжения;
- спроектировать схему электроснабжения автозаправочной станции;
- спроектировать заземление и молниезащиту автозаправочной станции;
- спроектировать план сети электроснабжения.

## 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Данная работа включает разработку системы электроснабжения, наружного освещения и молниезащиты территории АЗС, прокладку кабельных линий по площадке при реконструкции существующей АЗС № 13 по Сибирскому тракту, 17 км, п. Малый Исток, г. Екатеринбург.

Проектируемая автозаправочная станция АЗС оснащена оборудованием, необходимым для осуществления технологических операций по приему, хранению и заправке транспортных средств (легкового, пассажирского и грузового автотранспорта) жидкомоторным топливом ЖМТ, а так же проведения регламентных работ.

В части воздействия климатических факторов внешней среды ТС изготовлена в исполнении V категории I по ГОСТ 15150-89 для эксплуатации в интервале температур окружающей среды от минус 40°С до плюс 40°С и относительной влажности от 30% до 100%.

Резервуары стальные двустенные изготовлены в соответствии с требованиями ТУ 3615-016-43512348-2004, предназначены для следующих операций:

- хранение всех видов светлых нефтепродуктов;
- прием нефтепродуктов через систему линии наполнения с автоматическим перекрытием данной линии при заполнении 95% объема резервуара;
- контроль уровня нефтепродукта (метрштоком через замерную трубу или специальной автоматизированной системой );
- выдача нефтепродукта к топливо-раздаточным колонкам через систему линии выдачи;
- обеспечение безопасного давления внутри резервуара через газоуравнительную систему (дыхательный трубопровод с пневмоклапаном предохранительным реверсивным);

– обеспечение возможности зачистки резервуара при периодическом обслуживании через трубопровод обесшламливанию и технологические отсеки.

Запорная арматура, применяемая в резервуаре, удовлетворяет требованиям ГОСТ 9544-93, предъявляемым к запорной арматуре класса герметичности "А". Крышки, заглушки и соединения фланцев, патрубков, штуцеров и т.п., расположенных на топливном оборудовании, оборудованы прокладками, выполненными из неискрообразующих материалов, устойчивых к воздействию нефтепродуктов и окружающей среды в условиях эксплуатации, и соединяются с обеспечением герметичности. Устройство крышек технологических колодцев, в которых располагается оборудование ТС, исключает возможность попадания в них атмосферных осадков и искрообразования при открытии-закрытии крышки. Крепление крышек обеспечивает сброс избыточного давления при возможном воспламенении паров топлива внутри колодцев (самооткидывание крышки с исключением возможности ее отрыва). Высота наземной части колодцев составляет 0,2 м.)

Резервуары соединены с топливораздаточными колонками одностенным пластиковым топливопроводом Ду 40, Ду 50 линии выдачи. Фланцевые соединения топливопровода осуществляется по принципу «шип-паз».

Согласно требованиям НПБ 111-98\* прокладка одностенного пластикового топливопровода осуществляется подземно в гофрированной трубе. Угол уклона топливопровода - не менее .002% в сторону горловины резервуара. Ввод трубопроводов в резервуары для хранения топлива осуществляется через крышки люков технологического отсека, расположенные выше номинального уровня заполнения резервуара. Линии выдачи топлива оборудованы обратными клапанами, открываемыми давлением или разряжением, создаваемым насосами этих линий, и герметично закрываемыми при обесточивании указанных насосов.



Наполнение резервуаров топливом из АЦ осуществляется через трубопровод налива Ду 80, проложенный подземно. Между быстросъемной соединительной муфтой для подсоединения напорно-всасывающего рукава АЦ и трубопроводом линии наполнения установлен узел слива, оборудованный поплавковым клапаном, выполняющим функции гидрозатвора, самозакрывающимся при расстыковке соединения муфты с напорно-всасывающим рукавом АЦ. Для предотвращения повреждения технологического оборудования линии наполнения в результате наезда транспортных средств предусмотрено устройство технологического отсека узла слива. Ввод трубопроводов в резервуары для хранения топлива осуществляться через крышки люков технологического отсека, расположенные выше номинального уровня заполнения резервуара.

Конструкцией технологической системы предусмотрена линия рециркуляции паров топлива из резервуара в АЦ, оборудованной согласно требованиям п.62 НПБ 11-98\* огнепреградителями, сохраняющими работоспособность в любое время года и устанавливаемыми перед узлами подсоединения линии рециркуляции к АЦ и резервуару. Конструкция узлов подсоединения линии рециркуляции к АЦ обеспечивает автоматическое закрытие этих линий при расстыковке. Линия рециркуляции оборудована обратным клапаном, открывающимся при достижении давлением в резервуаре величины, соответствующей либо напору столба топлива в АЦ (при сливе самотеком), либо напору насоса перекачивания топлива из АЦ в резервуар. Обратные клапаны герметично закрываются при перекрытии трубопровода налива или обесточивании указанного насоса. В конструкции линии деаэрации предусмотрен дыхательный клапан, с давлением срабатывания, превышающим давление срабатывания обратного клапана линии рециркуляции. Дыхательные клапаны устанавливаются на конце вертикальных участков топливопровода на высоте min 2,5 м от уровня земли.

## **2 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1 Электрические нагрузки и категория электроснабжения**

Электроснабжение предназначено для передачи и распределения электрической энергии от источников и систем преобразования до потребителей или приёмников электроэнергии.

Схема распределения электроэнергии в здании зависит от напряжения сети; уровня электрических нагрузок; надежности электроснабжения; экономичности; простоты и удобства эксплуатации, а также конструктивных особенностей здания.

Схема электросети здания должна обеспечивать правильное функционирование как сети в целом, так и отдельных ее звеньев в нормальном и аварийном режимах и, в частности, гарантировать соответствующий уровень напряжения на зажимах электроприемников.

По обеспечению надежности электроснабжения электроприемники разделяют на следующие категории:

- электроприемники I категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства;
- электроприемники II категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей;

– электроприемники III категории — все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

По степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники АЗС относятся к III категории.

Исключение составляют электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и аварийное (эвакуационное) освещение.

Указанные электроприемники являются потребителями первой категории.

## **2.2 Схема электроснабжения**

Внешнее электроснабжение автозаправочной станции осуществляется по воздушной линии 0,4кВ, выполненной СИП от РУ-0,4кВ ПС «Полевая».

По степени надёжности электроснабжения электроприёмники АЗС относятся к III категории, поэтому ввод в здание один.

На вводе в здание предусматривается общий отключающий аппарат-ящик с рубильником (Я-1).

Далее два отдельных ввода предусматриваются для технологических нагрузок и нагрузок электроотопления.

На каждом из этих вводов предусматривается учёт электроэнергии двухтарифными трёхфазными счётчиками типа Ц2727.

На один ввод подключается щиток «ЩС-1», отвечающий за электроотопление. Расчетная мощность которого  $P_p = 7,05$  кВт.

На другой ввод подключаются:

- наружное освещение  $P_p = 4,5$  кВт;
- аварийное освещение  $P_p = 0,73$  кВт;
- приборы пожарно-охранной сигнализации  $P_p = 0,86$  кВт;
- вводно-распределительного устройства операторной «ЩВ-1», отвечающий за электрооборудование и электроосвещение здания операторной  $P_p = 36,3$  кВт.

Суммарная потребляемая мощность проектируемых потребителей составляет 47,92 кВт. Отпущенная мощность, согласно технических условий - 48 кВт.

В качестве вводных и распределительных щитов проектом приняты модульные наборные боксы фирмы АВВ с автоматическими выключателями на вводе и на отходящих линиях и устанавливаются в помещении операторной.

Аппараты распределения электроэнергии и защиты для топливораздаточных колонок размещаются в шкафах управления «ЩС-2/1» и «ЩС-2/2», поставляемых комплектно с оборудованием и устанавливаемых в операторной.

Управление колонками осуществляется из операторной.

### 2.3 Освещение операторной

Проектом предусматривается рабочее и аварийное освещение на напряжении 380/220 В. Напряжение ламп принято 220 В.

Типы светильников, величины освещённости приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой среды согласно СНиП 23-05-95.

Светильники аварийного освещения выделены из общего числа светильников и подключаются отдельной самостоятельной группой.

Для обеспечения первой категории электроснабжения светильники аварийного освещения приняты со встроенной аккумуляторной батареей.

Светильники входов в здание, подключаются к сети внутреннего аварийного освещения согласно СП31-110-2003.

Расчет необходимого количества светильников выполнен методом коэффициента использования светового потока и удельной мощности.

Рассмотрим расчет освещенности на примере помещения 2 – торговый зал магазина – площадью 90,13 м<sup>2</sup>, ширина которого 7,0 м, высота – 3,0 м. В данном помещении используются люминесцентные лампы.

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n},$$

где F - рассчитываемый световой поток, лм;

E - нормированная минимальная освещенность, лк (нормированная минимальная освещенность будет E = 300 лк при люминесцентных лампах);

S - площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

Z - отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным 1,1-1,2, примем Z = 1,1);

$K$  - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение определяется по таблице коэффициентов запаса для различных помещений, в нашем случае  $K = 1,5$ );

$n$  - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы).

Коэффициент использования зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен ( $P_c$ ) и потолка ( $P_{\Pi}$ ), значение коэффициентов  $P_c$  и  $P_{\Pi}$  определим по таблице зависимостей коэффициентов отражения от характера поверхности:  $P_c=30\%$ ;  $P_{\Pi}=50\%$ .

Значение  $n$  определим по таблице коэффициентов использования различных светильников. Для этого вычислим индекс помещения по формуле

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)},$$

где  $S$  - площадь помещения,  $m^2$ ;

$h$  - расчетная высота подвеса,  $m$ ;

$A$  - ширина помещения,  $m$ ;

$B$  - длина помещения,  $m$ .

$$I = 90,13 / 2,8 \cdot (7 + 14) = 1,53.$$

Зная индекс помещения  $I$ ,  $P_c$  и  $P_{\Pi}$ , по таблице находим  $n = 0,99$ .

Подставим все значения в формулу для светового потока, получим:

$$F = 300 \cdot 1,5 \cdot 91,13 \cdot 1,1 / 0,99 = 45\,565 \text{ лк.}$$

Для подвесных потолков применяется встраиваемый люминесцентный светильник типа OPL/R-4x18, который имеет световой поток  $F = 3200$  лк.

Рассчитаем необходимое количество ламп по формуле

$$N = F / F_{\text{л}},$$

где N - определяемое число ламп, шт.;

F - световой поток, лк,  $F = 45\ 565$  лк;

$F_{\text{л}}$  - световой поток лампы, лк,  $F_{\text{л}} = 2300$  лк.

$N = 45\ 565 / 3200 = 14,23$  шт.

Таким образом, учитывая планировку помещения и возможность размещения светильников, принимаем их количество  $N = 14$  шт.

В остальных помещениях здания операторной расчет производится аналогично.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сводная таблица расчета необходимого количества светильников

№ помещения	Наименование помещения монтажа	Площадь, м <sup>2</sup>	Тип светильников	Нормируемая освещенность, лк	Расчетное количество светильников, шт.	Принятое количество светильников, шт.
1	2	3	4	5	6	7
1	Входной тамбур	3,0	НВО 01-100	75	0,97	1
3	Тамбур санузла	0,88	НВО 01-100	50	0,08	1
4	Санузел	3,14	НВО 01-100	50	0,28	1
5	Бойлерная	0,81	НВО 01-100	50	0,08	1
6	Комната персонала	8,87	OPL/R-4x18	300	1,63	2
7	Душевая для персонала	1,17	НВО 01-100	50	0,1	1
8	Кладовая уборочного инвентаря	1,17	НВО 01-100	50	0,1	1
9	Электрощитовая	2,06	НВО 01-100	75	0,55	1
10	Комната заправщиков	5,26	НВО 01-100	150	1,34	2
11	Санузел для заправщиков	2,09	НВО 01-100	50	0,18	1
12	Офис	3,99	OPL/R-	300	0,73	1

			4x18			
13	Загрузочная, кладовая тары	3,76	OPL/R-4x18	75	1,0	1

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
14	Кладовая продовольственных товаров	7,8	OPL/R-4x18	150	1,98	2
15	Кладовая непродовольственных товаров	9,94	HBO 01-100	50	1,25	2
16	Коридор эвакуационного выхода	3,59	HBO 01-100	75	0,98	1
17	Тамбур эвакуационного выхода	1,01	HBO 01-100	75	0,28	1

Освещение здания операторной приведено в приложении Б.

Групповые линии освещения приняты трёхпроводными.

В соответствии с действующими ПУЭ, групповые линии рабочего освещения выполняются плоским кабелем марки ВВГнг-LS, групповые линии аварийного освещения – ВВГнг-FRLS, прокладываемыми:

- скрыто под слоем штукатурки по стенам и перегородкам;
- открыто по потолку и стене в плоскости подвесного потолка из негорючих материалов.

Осветительная арматура и розетки монтируются после окончания отделочных работ.

Высота установки выключателей – 0,9 м от уровня пола, бытовых розеток – 0,6 м от уровня пола.

Проходы кабелей через стены и перегородки выполняются в изоляционных трубках.

Щиты рабочего освещения (ЩО) и щиты аварийного освещения (ЩАО) устанавливаются в доступное, удобное место на плане и сводятся к ним все групповые линии, соответственно рабочего и аварийного освещения.



Расчет щитка освещения производится следующим образом: собираем светильники в группы рабочего освещения, соединяем с выключателями и ведем на щиток. Для каждой группы определим расчетную мощность ( $P_p$ , кВт), коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ), расчетный ток ( $I_p$ , А), длину кабеля по плану ( $l_k$ , м), момент ( $M$ , кВт·м), падение напряжения ( $\Delta u$ , %). На основании расчетов произведется выбор кабеля и автомата отходящей линии.

Штепсельные розетки, для подключения электрического оборудования, запитываются от щитков рабочего освещения. Исходя из запитываемой нагрузки на каждую группу собирается несколько штепсельных розеток. Для каждой группы определим расчетную мощность ( $P_p$ , кВт), коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ), расчетный ток ( $I_p$ , А), длину кабеля по плану ( $l_k$ , м), момент ( $M$ , кВт·м), падение напряжения ( $\Delta u$ , %). На основании расчетов произведется выбор кабеля и автомата отходящей линии.

Расчетный ток определяется по формуле

$$I_p = P_p / (U \cos \varphi),$$

Где  $P_p$  – расчетная мощность, Вт;

$U$  – напряжение, В;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности.

Момент определяется по формуле

$$M = P_p l_k,$$

где  $P_p$  – расчетная мощность, Вт;

$l_k$  – длина кабеля, м.

Расчет падения напряжения в каждой группе выполняется по формуле

$$\Delta U = M / (k \cdot S_k),$$

где  $M$  – момент, кВт·м;

$k$  – коэффициент, учитывающий применяемый кабель;

$S_k$  – сечение кабеля, мм<sup>2</sup>.

Отопление помещений здания АЗС предусмотрено электрическое. В качестве нагревательных приборов устанавливаются электрические

обогреватели «Frico». В торговом зале модели - EZ133, в остальных помещениях (кроме складов) - HP30021.

В складских помещениях предусматриваются теплые полы с электроподогревом, терморегуляторы располагаются вне складских помещений.

Поддержание температуры внутреннего воздуха осуществляется с помощью электронных термостатов, входящих в комплект поставки нагревательных приборов. Для компенсации теплопотерь над входными дверьми установить воздушно-тепловые завесы типа КЭВ 6П 201Е и КЭВ3П111.

В здании АЗС предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Приточный воздух с механическим побуждением подается в торговый зал, офис и помещение для операторов. Для торгового зала количество вентиляционного воздуха определено из расчета 20 м<sup>3</sup> на одного посетителя (из расчета 3,5 м<sup>2</sup> на человека).

Отдельные системы вентиляции предусмотрены:

- для торгового зала;
- для офиса, помещения для операторов;
- помещения для заправщиков;
- для санузлов.

Для обеспечения температурного режима и ассимиляции тепловыделений в торговом зале, офисе и в помещениях персонала предусмотрена установка сплит-систем фирмы «Fujitsu General».

В соответствии с требованиями пожаробезопасности проектом предусматривается:

- отключение всех систем вентиляции при пожаре;
- воздуховоды выполнены из негорючих материалов.

В складских помещениях (9, 10) предусмотрены модули автоматического пожаротушения в режиме самосрабатывания.

Для обеспечения и поддержания требуемых условий воздушной среды в помещениях, повышения надежности работы систем, экономии электроэнергии проектом предусматривается система автоматического управления и регулирования, которая осуществляет:

- контроль температуры приточного воздуха систем П1, П2;
- защиту от перегрева электрокалорифера систем П1, П2;
- контроль загрязненности фильтров;
- отключение всех систем при пожаре.

Расчетная мощность щитка определяется по формуле

$$P_{p.щ.} = P_y k_c,$$

где  $P_y$  – установленная мощность, кВт;  $l_k$  – длина кабеля, м.

$k_c$  – коэффициент спроса, определяемый по

$$P_{p.щ.} = 9,528 \cdot 0,95 = 9,05 \text{ кВт.}$$

Расчетный ток щитка определяется как сумма токов на одной, самой нагруженной фазе, с учетом коэффициента спроса,  $I_{p.щ.} = 14,95 \text{ А}$ .

Тогда коэффициент мощности щитка рассчитывается по формуле

$$\cos \varphi = P_{p.щ.} / (U I_{p.щ.}),$$

где  $P_{p.щ.}$  – расчетная мощность щитка, Вт;

$U$  – напряжение, В;

$I_{p.щ.}$  – ток расчетный щитка, А

$$\cos \varphi = 9,05 / (\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 14,95) = 0,89$$

На основании расчетов выбираются вводной автомат и вводной кабель.

Расчет остальных щитков производится аналогично.

Схема расчетная электроснабжения щитка освещения «ЩО-1» показана на рисунке 1.

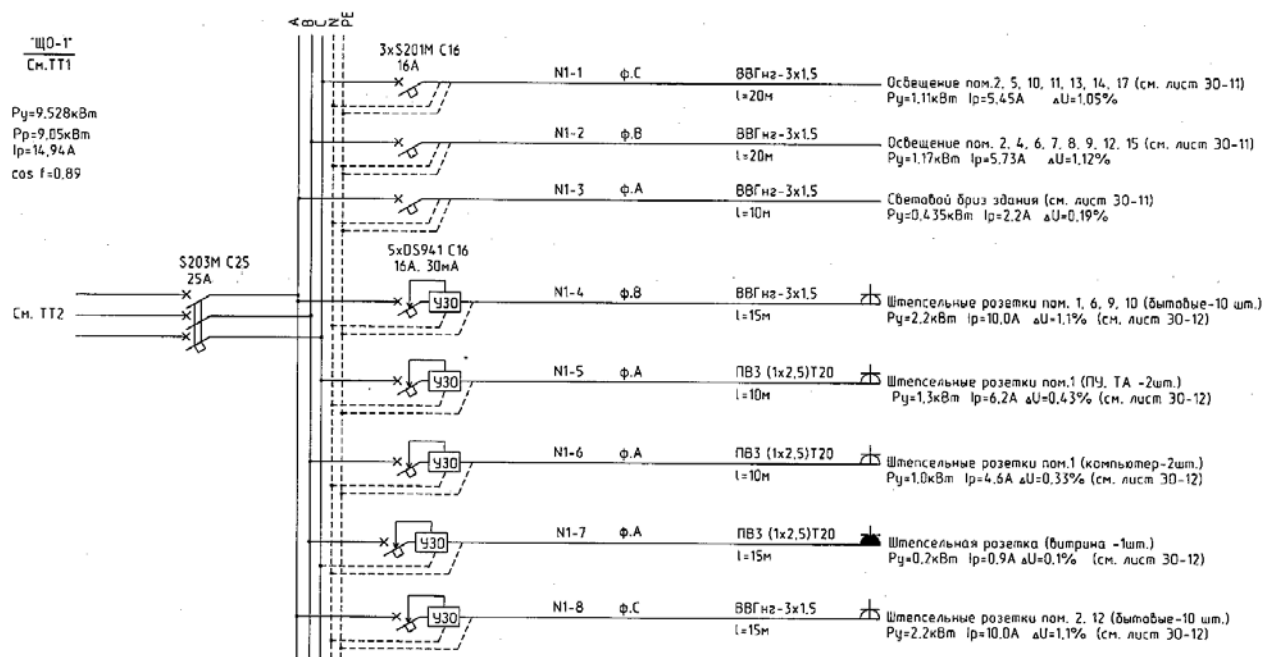


Рисунок 1 - Схема расчетная электроснабжения щитка «ЩО-1»

Распределение нагрузок между фазами сети должно быть равномерным, приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение однофазных нагрузок щитка «ЩО-1»

Фаза	Р <sub>у</sub> , кВт	№ группы	% перегрузки
1	2	3	4
А	$0,435+1,3+1+0,2=2,935$	Гр. 1-3.1-5.1-6.1-7	
В	$1,17+2,2=3,37$	Гр. 1-2.1-4	12,9
С	$1,11+2,2=3,31$	Гр. 1-1.1-8	11,3

## 2.4 Размещение сети наружного освещения

Освещенность наружной территории заправочного комплекса принимается 10 лк.

Освещение территории АЗС принято светильниками типа ЖКУ32-250-002 с натриевыми лампами мощностью 250 Вт, устанавливаемыми на металлических опорах высотой 10 м.

Светильники типа ЖКУ11-70-001 УХЛ1 применяются для освещения улиц, магистралей, площадей, парковых зон, внутридворовых территорий.

Общий вид светильника показан на рисунке 2.



Рисунок 2 - Общий вид светильника типа ЖКУ11-70-001 УХЛ1

Корпус светильника ЖКУ11-70-001 изготовлен из алюминия методом глубокой вытяжки с последующей электрохимической обработкой.

В зоне расположения лампы выполняет функцию отражателя.

Защитное стекло из светостабилизированного поликарбоната, устойчивое к ультрафиолетовому излучению.

Уплотнительная прокладка между корпусом и защитным стеклом из войлока.

Замки крепления защитного стекла к корпусу из нержавеющей стали.

Светильник ЖКУ11-70-001 монтируется на Г-образных кронштейнах опор под углом  $0-20^\circ$  к горизонту.

Диаметр трубы оголовника кронштейна 48 мм.

Высота установки 4–12 м.

В светильниках применяются электронные пускорегулирующие аппараты типа ЭПРАН.

Общий вид электронного пускорегулирующего аппарата ЭПРАН представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 - Электронный пускорегулирующий аппарат (ЭПРАН)

ЭПРАН предназначены для зажигания и электропитания натриевых ламп в режиме вечернего, утреннего и ночного освещения с сохранением равномерности светового потока вдоль линии освещения.

ЭПРАН представляет собой электронное устройство, включаемое между сетью и лампой для ограничения тока лампы на уровне требуемого значения, трансформации напряжения сети, обеспечения напряжением для зажигания лампы и исправления коэффициента мощности.

ЭПРАН обеспечивает:

- экономию электроэнергии за счет функции управления мощностью лампы.
- стабильность светового потока и отсутствие пульсаций света;
- стабильную мощность в течение всего срока службы лампы;
- экономичность благодаря высокому к.п.д. (не менее 0,92);
- коррекцию коэффициента мощности (не менее 0,96);
- защиту при возникновении аварийных режимов;
- бесшумную работу за счет питания лампы током повышенной частоты;
- работу в частотном диапазоне, гарантирующем отсутствие явления акустического резонанса.

На чертеже, с намеченными точками установки опорных мачт для светильников приведены расчетные изолинии.

Количество, мощность и углы наклона вновь устанавливаемых светильников определены расчетами с помощью программы ElectriCS Light.

Углы наклона для светильников принять к горизонту - 25°.

Углы наклона светильников в вертикальной плоскости и углы поворота их в горизонтальной плоскости уточняются при монтаже.

Результаты светотехнического расчета сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Светотехнический расчет

Позиция	Координаты			Тип светильника	Угол горизонт	Угол вертик.	Угол оси
	X	Y	Z				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	347	113.4	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
2	344.9	113.4	12	ЖКУ02-250-003	75	-150	0
3	349.3	147.3	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
4	347.1	147.4	12	ЖКУ02-250-003	75	-150	0
5	336	166.4	12	ЖКУ02-250-003	75	60	0
6	336	168.6	12	ЖКУ02-250-003	75	-60	0
7	324.1	156.4	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
8	300.7	183.9	12	ЖКУ02-250-003	75	60	0
9	307.3	194.3	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
10	291.1	231	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
11	273.8	266.4	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
12	256.8	300.7	12	ЖКУ02-250-003	75	-30	0
13	238.6	336.6	12	ЖКУ02-250-003	75	0	0
14	237.2	335.2	12	ЖКУ02-250-003	75	90	0
15	245.6	284.7	12	ЖКУ02-250-003	75	60	0
16	243.7	285.2	12	ЖКУ02-250-003	75	150	0

Питание и управление освещением предусматривается от вводно-распределительного устройства операторной «ЩВ-1» при помощи контактора и кнопок, установленных в операторной.

Напряжение сети наружного освещения принимается 380/220 В с глухозаземленной нейтралью, напряжение ламп – 220 В.

Организуются две группы сети освещения.

Расчетная схема сети освещения представлена в приложении В.

На схеме приведен расчет суммарной установленной мощности ламп по группам по формуле.

$$P_y = n P_{y.\text{свет.}}$$

где  $n$  - количество светильников, шт.;

$P_{y.\text{свет.}}$  - установленная мощность светильника, Вт.

Расчетная мощность в группах определяется с учетом потерь в ПРА по формуле.

$$P_p = k \cdot P_y,$$

где  $k$  - коэффициент на потери в ПРА (для натриевых ламп  $k=1,1$ );

$P_y$  - установленная мощность светильников в группе, кВт.

Расчетный ток определяется с учетом  $\cos \gamma$  натриевых ламп по формуле.

$$I_p = P_p / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma),$$

где  $U$  - напряжение линейное сети, кВ;

$\cos \gamma$  - коэффициент, учитывающий потери в светильнике.

$\cos \gamma$  - для светильников с натриевыми лампами;

На расчетной схеме (приложение В) приведены также расчетные значения падения напряжения на последних светильниках ответвлениях группы.

Падение напряжения определяется по формуле.

$$\Delta U = \Sigma M / (c \cdot S),$$

где  $\Sigma M$  - сумма моментов по участкам ( $P_p \cdot l$ ), кВт · м;

$c$  - коэффициент, учитывающий напряжение сети, материал проводника;

$S$  - сечение принятого проводника, мм<sup>2</sup>.

Опоры металлические высотой 10 м приняты типа ОП-1 с кабельной подводкой питания и с установкой монтажной коробки в основании опоры с предохранителем Е27 для выполнения защиты и шлейфа питания.



Ответвление от коробки к светильнику выполняется кабелем ВВГнг в полости опоры и пустоте кронштейна. Освещение входов в здание операторной решается в проекте внутреннего электрооборудования.

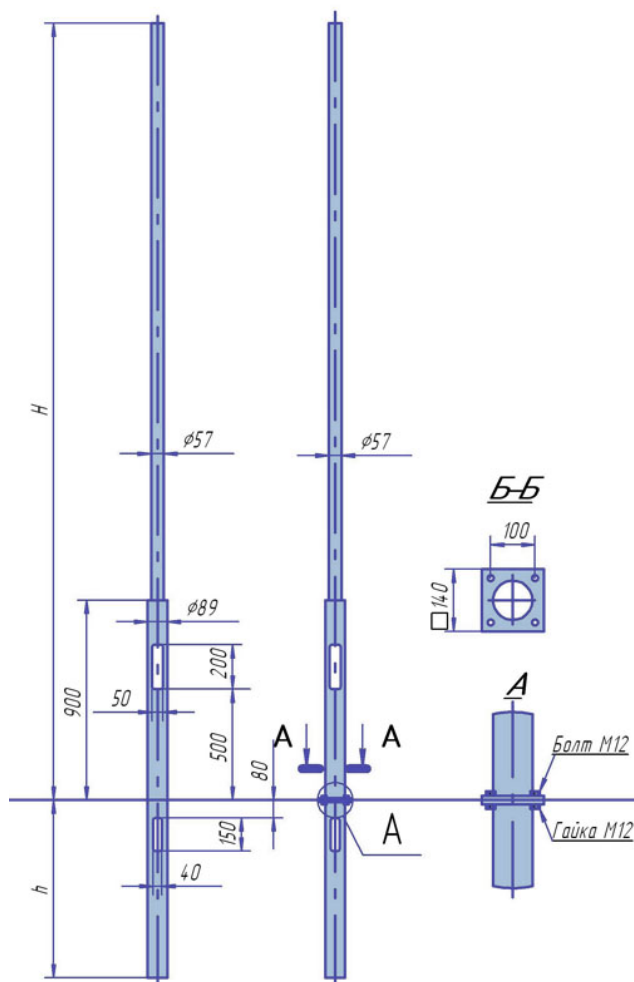
К сети наружного освещения подключаются световые рекламные щиты и световое информационное табло комплекса автозаправочной станции.

Сети освещения выполняются кабелем марки АВББШв напряжением 1 кВ.

Проектируемые кабели проложить в соответствии с действующими ПУЭ и СНиП 3.05.06-85 в траншее на глубине 0,7 м от спланированной отметки земли с защитой кирпичом.

При пересечении с инженерными коммуникациями и автодорогами кабели защитить асбоцементной трубой диаметром 150 мм.

Опора типа ОП-1 показана на рисунке 4.



## Рисунок 4 - Опора типа ОП-1

### 2.5 Заземление и молниезащита

Для защиты от поражения электрическим током все металлические нетоковедущие части электрооборудования должны быть занулены путём присоединения к специальному защитному проводу (система TN-C-S).

В соответствии с ГОСТом Р50571.10-96 для уравнивания потенциалов на вводе в здание все металлические коммуникации присоединяются к наружному контуру повторного заземления через ящик ГЗЩ, устанавливаемый в электрощитовой.

В качестве заземляющего устройства электроустановок используется контур защиты от прямых ударов молнии здания АЗС.

Проектируемая АЗС относится ко II категории по молниезащите, с учетом требований СО 153-34.21.122-2003 надежность защиты - 0,9.

Защите от прямых ударов молнии подлежат:

- здание операторной АЗС, использование металлической кровли здания;
- наружные установки (зона класса В-1г): дыхательные клапаны на подземных резервуарах с топливом и на подземном резервуаре сбора поверхностных вод – установка металлических стержневых молниеотводов (зона защиты - Б);
- заправочные островки ТРК 3/1 – ТРК 3/4, использование навесов стальной конструкции;
- выносной заправочный островок ТРК 4 – установка металлического стержневого молниеотводе и кровли навеса (зона защиты - Б).

Токоотводы от металлической кровли присоединяются к заземлителю не реже, чем через 25 м по периметру здания.

В местах присоединения токоотводов к заземлителям приваривается по одному вертикальному электроду из угловой стали 50x50x5 мм, длиной 5 м.

Молниеотводы М2, М3 (защита выхлопов от резервуаров с топливом) приняты двойными высотой по 12м, совмещенными с опорами наружного освещения. Опоры – металлические.

Верх двойных молниеотводов М2, М3 должен быть строго на одном уровне.

Расчет молниезащиты навеса М2 и М3 представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет молниезащиты навеса М2 и М3.

Исходные данные	H=12,0 м, H <sub>x</sub> =2,5+5,0=7,5 м, L=21,0 м			
Расчетная величина	Формула	Расчет	Результат	NN молниеотвод
H <sub>0</sub>	0.85 H	0.85*12	10.2	M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub>
R <sub>0</sub>	1.2 H	1,2*12	14,4	
R <sub>x</sub>	$\frac{R_0(H_0 - H_x)}{H_0}$	$\frac{14.4(10.2 - 7.5)}{10.2}$	3.81	
L <sub>max</sub>	5.75 H	5.75*12	69	
L <sub>c</sub>	2.5 H	2.5*12	30	
L < L <sub>c</sub> , 21 м < 30м, H <sub>c</sub> =H <sub>0</sub>				

Расчетная схема молниезащиты навеса М2 и М3 представлена на рисунке 5.

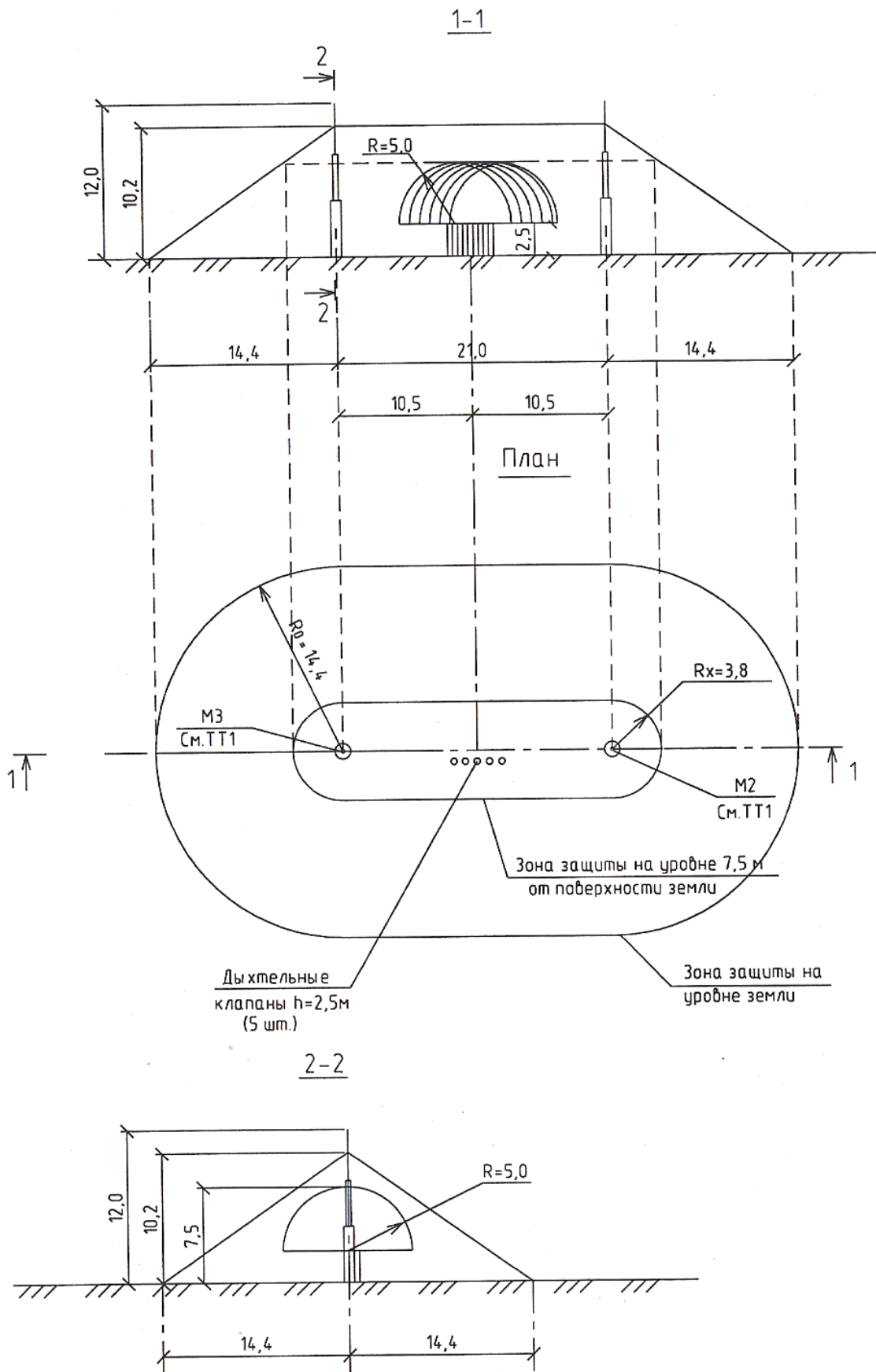


Рисунок 5 – Расчетная схема молниезащиты навеса M2 и M3

Молниезащита ТРК4 предусматривается зоной, создаваемой сложным молниеотводом, состоящим из металлоконструкций навеса и молниеотвода М1, высотой 12 м, совмещенным с опорой освещения.

Зона защиты молниеприемников навеса ТРК4 и М1 показана на рисунке 6.

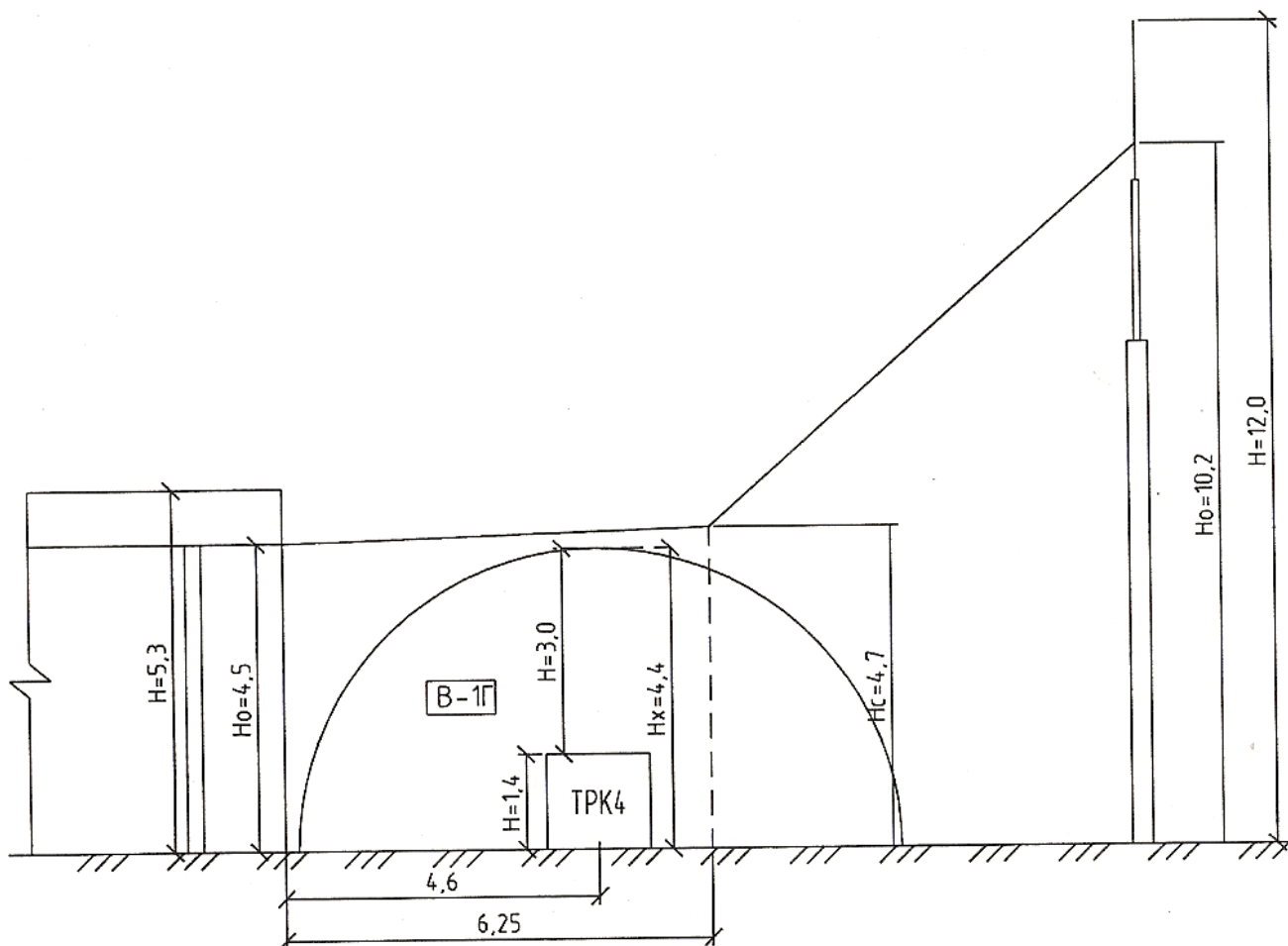


Рисунок 6 – Расчетная схема молниезащиты навеса М1 и ТРК4

Защита выхлопа от резервуара для сбора поверхностных вод обеспечивается зоной защиты молниеотвода М1.

Расчет молниезащиты навеса ТРК4 представлен в таблице 5.

Расчет молниезащиты навеса М1 представлен в таблице 6.

Таблица 5 – Расчет молниезащиты навеса ТРК4

Исходные данные				NN молниеотвод
Расчетная величина	Формула	Расчет	Результат	Навес ТРК (3/4)
$H_0$	$0,85 H$	$0,85 * 5,3$	4,5	
$R_0$	$1,2 H$	$1,2 * 5,3$	6,36	
$R_x$	$\frac{R_0(H_0 - H_x)}{H_0}$	$\frac{6,36(4,5 - 4,4)}{4,5}$	0,14	
$H_c$	$\frac{(L_{max} - L) * H_0}{L_{max} - L_c}$	$\frac{(5,75 * 5,3 - 12,5) * 4,5}{5,75 * 5,3 - 2,5 * 5,3}$	4,7	

Таблица 6 – Расчет молниезащиты навеса М1

Исходные данные	$H=12,0$ м, $H_x=2,5+5,0=7,5$ м, $L=12,5$ м			
Расчетная величина	Формула	Расчет	Результат	NN молниеотвод
$H_0$	$0.85 H$	$0.85 * 12$	10.2	$M_1$
$R_0$	$1.2 H$	$1,2 * 12$	14,4	
$R_x$	$\frac{R_0(H_0 - H_x)}{H_0}$	$\frac{14,4(10,2 - 7,5)}{10,2}$	3.81	
$L_{max}$	$5.75 H$	$5.75 * 12$	69	
$L_c$	$2.5 H$	$2.5 * 12$	30	
$L < L_c, 10 \text{ м} < 30 \text{ м}, H_c = H_0$				

В качестве заземлителя защиты от прямых ударов молнии предусматривается:

– для здание АЗС – контур из полосовой стали 4x40 мм, уложенный в землю по периметру здания операторной АЗС на глубине 0,7 м от спланированной отметки земли;

- молниеотводы М2, М3 (для защиты резервуаров и дыхательных клапанов над ними) – по периметру резервуаров прокладывается контур из полосовой стали 4х40 мм, уложенный на глубине 0,7 м;
- конструкции навеса присоединяются токоотводами проложенными по колонкам с контуром заземления навеса;
- молниеотводы М1 - М5 присоединяются к контуру заземления территории АЗС.

Для защиты от вторичных проявлений молнии выполняется следующее:

- металлические корпуса всего оборудования и аппаратов, установленных в АЗС, присоединяются к нулевой защитной жиле питающих кабелей (в качестве заземляющего устройства электроустановок используется контур защиты от прямых ударов молнии здания АЗС) и к специальному проводу;
- внутри здания АЗС между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их сближения на расстоянии менее чем 10 см через каждые 30 м должны быть выполнены перемычки из стальной ленты, сечением 4х25 мм;
- во фланцевых соединениях трубопроводов внутри здания следует обеспечивать нормальную затяжку не менее 4-х болтов на каждый фланец;
- металлические корпуса всего оборудования и аппаратов, установленных в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок;
- металлические корпуса наружных установок и корпуса аппаратов, установленных на них должны быть присоединены к заземлителю защиты от прямых ударов молний.

В соответствии с ГОСТом Р50571.10-96 для уравнивания потенциалов на вводе в здание АЗС и другие сооружения, подлежащие молниезащите, все

металлические коммуникации присоединяются к наружному контуру заземления (к заземлителю защиты от прямых ударов молний).

Для заземления автоцистерн предусмотрена установка болтов с гайкой – «барашек».

## **2.6 Сети электроснабжения**

Силовые сети и сети управления колонками в помещении операторной проложить в стальных трубах в подготовке пола, по территории АЗС – в водо-газопроводных трубах.

На трубных блоках для прокладки кабелей в местах поворотов трасс предусматриваются устройство железобетонных кабельных колодцев.

Проектируемые кабели проложить в соответствии с действующими ПУЭ и СНиП 3.05.06-85 в траншее на глубине 1 м от асфальтового покрытия.

В соответствии с ВСН 332-74 «Инструкция по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон» для предотвращения перехода по трубопроводу взрывоопасной смеси в помещение АЗС проектом предусматривается устройство разделительного уплотнения.

Разделительные уплотнения кабелей, проложенных в трубах, выполняются во взрывозащищенных коробках типа КПЛУ.

Коробки КПЛУ устанавливаются в месте перехода трубопроводов из взрывоопасных зон в невзрывоопасное помещение (здание АЗС) снаружи со стороны взрывоопасной зоны. Допускается установка разделительных уплотнений со стороны невзрывоопасных помещений или снаружи.



### 3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части производится расчет размера капитальных вложений, необходимых для выполнения системы электроснабжения автозаправочной станции.

Капитальные вложения состоят из:

- затрат на приобретение оборудования, материалов, комплектующих;
- транспортных расходов;
- заготовительно-складских расходов;
- затрат на установку и монтаж оборудования.

#### 3.1 Расчет затрат на оборудование, материалы и комплектующие

Расчёт затрат на оборудование системы электроснабжения, наружного освещения и молниезащиты приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Затраты на оборудование

Оборудование	Необходимое количество, шт.	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
1	2	3	4
Щит учета вводно-распределитель-ный «ЩВ-1»:	1	-	102 612
- вводной автоматический выключатель типа S803N C125 125A	2	23 675	47 350
- счетчик Ц2727 на 100А	1	5 160	5 160
- автоматические выключатели отходящих линий типа:			
S203M C25 25A	5	5422	27 110
S201M C25 25A	1	1376	1 376
S203M C40 40A	3	2400	7 200
S201M C16 16A	3	322	966
- миниконтактор В7-30-01	1	1230	1 230
- корпус щитка на 60 модулей	1	12 220	12 220

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Щит учета вводно-распределитель-ный «ЩС-1»:	1	-	12 610
- вводной автоматический выключатель типа S203M C40 40А	1	2 400	2 400
- счетчик Ц2727 на 100А	1	5 160	5 160
- автоматические выключатели отходящих линий S201M C10 10А	10	352	3 520
- корпус щитка на 18 модулей	1	1 530	1 530
Щит силовой «ЩС-2/1», «ЩС-2/2»:	2	-	26 588
- вводной автоматический выключатель типа S203M C25 25А	1	5 422	5 422
- автоматические выключатели отходящих линий типа:			
S203M C06 6А	3	442	1 326
S201M C06 6А	3	442	1 326
- миниконтактор В7-30-01	3	1 230	3 690
- корпус щитка на 18 модулей	1	1 530	1 530
Щит силовой «ЩР-В»:	2	-	12 968
- вводной автоматический выключатель типа S203M C40 40А	1	2 400	2 400
- автоматические выключатели:			
S201M C10 10А	1	352	352
S201M C16 16А	1	322	322
S203M C25 25А	1	5 422	5 422
- дифференциальный автом. выключатель DS941 C25 25, 30мА	1	2 080	2 080
- термостат ETR441 IP20	1	192	192
- реле TRY-12 IP20	1	210	210
- контактор магнитный КМИ 10910	1	430	430
- корпус щитка на 18 модулей	1	1530	1530
Щиток освещения «ЩО-1»:	1	-	18 318
- вводной автоматический выключатель типа S203M C25 25А	1	5 422	5 422
- автоматические выключатели на отходящих линиях S201M C16 16А	3	322	966
- дифференциальный автом. выключатель DS941 C25 25, 30мА	5	2 080	10 400
- корпус щитка на 18 модулей	1	1 530	1 530
Щит силовой «ЩР-1»:	1	-	6 090
- вводной автоматический выключатель типа S203M C40 40А	1	2 400	2 400
- автоматические выключатели:			
S201M C16 16А	3	322	966
S201M C20 20А	3	398	1 194
- корпус щитка на 18 модулей	1	1530	1530
Розетка штепсельная 220В на 40А для скрытой проводки, брызгозащищенная	2	1 150	2 300

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Щит освещения «ЩО-2»: - вводной автоматический выключатель типа S203M C40 40А - автоматические выключатели: S201M C16 16А S201M C25 25А - корпус щитка на 18 модулей	1  1  8 3 1	2 400  322 1 376 1 530	1   0 634  2 400  2 576 4 128 1530
Ящик силовой с рубильником ВР32-31, 100А, 380В, с предохранителями ПН2-100 (Я-1)	1	2915	2 915
Ящик силовой с пакетным выключателем на вводе и штепсельным разъемом (Я-2)	1	7 560	7 560
Розетка штепсельная 220В на 16А для скрытой проводки, с защитными шторками	29	105	3 045
Выключатель однополюсный 220В, 6А для скрытой проводки	5	60	300
Выключатель однополюсный 220В, 6А для открытой проводки, герметичный	18	120	2 160
Коробка ответвительная типа У197УХЛЗ	70	15	1 050
Коробка протяжная металлическая	1	89	89
Ящик заземления (ГЗШ)	1	2 290	2 290
Коробка зажимов наборная	14	700	9 800
Ящик с понижающим трансформатором ЯТП-0,25	1	1730	1 730
Прожектор «Титана»	1	5 191	5 191
Светильник встроенный точечный НВО 01-100	14	70	980
Лампа SON-T-250 мощностью 250 Вт к прожектору	1	1200	1200
Светильник с люминесцентными лампами OPL/R-4x18	20	2583	51 660
Светильник с люминесцентной лампой SF-623, пылевлагозащищенный	2	2050	4 100
Светильник с лампой накаливания НПБ 1401, пылевлагозащищенный	4	300	1 200
Звонок электрический	1	55	55
Кнопка звонковая GW27-201	1	620	620
Светильник наружного освещения пылевлагозащищенный для натриевой лампы типа ЖКУ11-70-001 УХЛ1	16	2260	36 160

## Окончание таблицы 7

1	2	3	4
Лампа натриевая высокого давления 220В, 70Вт, типа ДНаТ70	16	495	7 920
Лампа накаливания мощностью 60Вт, Б-230-240-60	18	8	144
Опора металлическая высотой 10 м типа ОП-1 с кронштейном для одного светильника	8	20 160	161 280
Опора металлическая высотой 10 м типа ОП-1 с кронштейном для двух светильников	4	20 560	82 240
Кнопочный пост ПКЕ-222-2	1	159	159
Лампа люминесцентная мощностью 20Вт, ЛБ-18	80	42	3360
Предохранитель однополюсный, основание прямоугольное, с фарфоровой крышкой, Е27ПФ-25/220	32	150	4 800
ИТОГО:			584 928

Расчёт затрат на материалы приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Затраты на материалы

Оборудование	Необходимое количество, шт./м	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
Кабель силовой типа ВБбШв-1 - сечением 5x16 мм <sup>2</sup>	140	283,7	39 718
Кабель силовой типа АВБбШв-1: - сечением 4x16 мм <sup>2</sup>	- 90	- 114,6	- 10 314
- сечением 4x6 мм <sup>2</sup>	200	58,2	11 640
Кабель силовой типа ВВГнг: - сечением 2x1,5 мм <sup>2</sup>	- 15	- 15,1	- 2 265
- сечением 3x1,5 мм <sup>2</sup>	280	21,6	6 048
- сечением 4x1,5 мм <sup>2</sup>	30	28,9	867
- сечением 3x2,5 мм <sup>2</sup>	805	35,0	28 175
- сечением 5x2,5 мм <sup>2</sup>	10	58,5	585
- сечением 3x4 мм <sup>2</sup>	400	54,7	21 880
- сечением 5x16 мм <sup>2</sup>	70	350,3	24 521
- сечением 5x50 мм <sup>2</sup>	5	1034,8	5 174
Провод монтажный типа ПВ1: - сечением 2,5 мм <sup>2</sup>	360	11,2	4 032
- сечением 4 мм <sup>2</sup>	125	14,6	1 825
- сечением 10 мм <sup>2</sup>	10	38,6	386
- сечением 16 мм <sup>2</sup>	25	63,2	1 580
- сечением 50 мм <sup>2</sup>	25	102	2 550

## Окончание таблицы 8

1	2	3	4
Кабель контрольный типа КВВГ: - сечением 4x2,0 мм <sup>2</sup>	540	62	33 480
Кабель контрольный типа МКШ: - сечением 7x0,5 мм <sup>2</sup>	245	23,5	57 575
Кабель контрольный экранированный типа МКЭШ: - сечением 5x0,35 мм <sup>2</sup> - сечением 2x0,5 мм <sup>2</sup>	- 770 175	- 131,8 52,9	- 101 486 9 258
Труба асбестоцементная типа БНТ-150 диаметром 150 мм, длиной 3,95 м	37	650	24 050
Столбик железобетонный	1	1053	1053
Ввод гибкий К1088 УЗ	14	733	10 262
Труба несгораемая гофрированная диаметром 50 мм	370	44,4	16 428
Труба водогазопроводная 50 мм	1500	246	369 000
ИТОГО:			784 152

Расчёт затрат на металлические конструкции приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты на металлические конструкции

Оборудование	Необходимое количество, м	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
Профиль монтажный С-образный, длиной 1 м	7	370	2 590
Шина медная 25x3	2	2 800	5 600
Полоса стальная 4x40	335	75	25 125
Уголок стальной 50x50x5	135	155	20 925
Сталь круглая диаметром 8 мм	12	19	228
Сталь круглая диаметром 20 мм	20	105	2 100
Труба стальная диаметром 20 мм	25	46	1 150
Труба стальная диаметром 50 мм	110	178	19 580
Болт с гайкой «Барашек»	1	215	215
Разделительное уплотнение: коробка чугунная взрывозащищенная КПЛ 50 У1	15	1 115	16 725
ИТОГО:			94 238

Итого затраты на оборудование, материалы и комплектующие на организацию системы электроснабжения и наружного освещения составляют:

$$C_0 = 584\,928 + 784\,152 + 94\,238 = 1\,463\,318 \text{ руб.}$$

### **3.2 Расчет транспортных расходов**

Транспортные затраты на доставку материалов определяются на основании калькуляций транспортных расходов или по согласованию с заказчиком принимаются в размере не более 3% от отпускной цены на материалы и изделия.

$$C_{\text{тр}} = 1\,463\,318 \cdot 0,03 = 43\,900 \text{ руб.}$$

### **3.3 Расчет заготовительно-складских расходов**

Заготовительно-складские расходы на оборудование не более 1,2% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{з-с.об.}} = 584\,928 \cdot 0,012 = 7\,019 \text{ руб.}$$

Заготовительно-складские расходы на материалы принимаются в размере не более 20% от стоимости материалов (за исключением металлических конструкций).

$$C_{\text{з-с.м.}} = 784\,152 \cdot 0,2 = 156\,830 \text{ руб.}$$

Заготовительно-складские расходы по металлическим конструкциям принимаются в размере 0,75% от стоимости материалов.

$$C_{\text{з-с.м.к.}} = 94\,238 \cdot 0,075 = 7\,067 \text{ руб.}$$

Итого заготовительно-складские расходы на организацию системы электроснабжения и наружного освещения составляют:

$$C_{\text{з-с.}} = 7\,019 + 156\,830 + 7\,067 = 170\,916 \text{ руб.}$$

### **3.4 Расчет на монтаж электрооборудования**

Затраты на монтаж электрооборудования на территории АЗС приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Затраты на монтаж

Наименование монтажных работ и затрат	Количество, шт.	Цена ед., руб.	Стоимость, руб.
1	2	3	4
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 2,5 мм <sup>2</sup> (100 жил)	28	1054	29 512
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 6 мм <sup>2</sup> (100 жил)	2	2862	5 724
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 10 мм <sup>2</sup> (100 жил)	16	2634	42 144
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 16 мм <sup>2</sup> (100 жил)	8	2376	19 008
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 50 мм <sup>2</sup> (100 жил)	4	1991	7 964
Сметная стоимость сборки, подключения и монтажа щитков и ВРУ, 15% от их стоимости	-	-	200 295 · 0,15 = = 30 044
Итого по монтажным работам			134 396

Затраты на оплату труда приведены в таблице 11

Таблица 11- Затраты на оплату труда

Наименование	Кол-во людей	Кол-во смен	Кол-во часов в смене	Оплата труда за час	Коэффициент перечисления на отпуск	Коэффициент перечисления пенсионный	Уральский коэффициент
Рабочие	30	30	8	120	1,2	1,3	1,15
Прораб	2	30	8	200	1,2	1,3	1,15
Итого отчисления на заработную плату							1722 240

Расчет заработной платы рабочим:  $30 \cdot 30 \cdot 8 \cdot 120 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 1550\ 016$  руб.

Расчет заработной платы прорабу:  $2*30*8*200*1,2*1,3*1,15 = 172\ 224$   
руб.

Итого отчислений на заработную плату  $C_3 = 1550016 + 172224 = 1722$   
240 руб.

Таким образом, находим капитальные вложения на организацию системы электроснабжения и наружного освещения, по формуле

$$K_{\text{ВВ}} = C_0 + C_{\text{тр}} + C_{\text{з-с}} + C_{\text{м}} + C_3,$$

где  $C_0$  - стоимость затрат на оборудование, руб.;

$C_{\text{тр}}$  - стоимость затрат на транспортировку, руб.;

$C_{\text{з-с}}$  - стоимость заготовительно-складских расходов, руб.;

$C_{\text{м}}$  - затраты на монтажные работы, руб.

$C_3$  – отчисления на заработную плату, руб.

Подставив значения из таблиц в формулу, получим:

$$K_{\text{ВВ}} = 1\ 463\ 318 + 43\ 900 + 170\ 916 + 134\ 396 + 1722\ 240 = 3\ 534\ 770 \text{ руб.}$$

**Вывод:** затраты для организации системы электроснабжения, наружного освещения и молниезащиты автозаправочного комплекса составят 3 534 770 руб.



## 4 ЭКОЛОГИЯ И БЖД

### 4.1 Меры противопожарной безопасности

В работе предусмотрены основные меры пожарной безопасности:

- все производственные и подсобные участки и помещения АЗС должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения по установленным нормам;
- ПАЗС и автоцистерны должны быть укомплектованы двумя огнетушителями, кошмой (асбестовым полотном), ящиком и сухим песком и лопатой и иметь информационные таблицы об опасности. Один из огнетушителей может быть малогабаритный (порошковый или углекислотный);
- средства пожаротушения должны быть постоянно в исправности и готовности к немедленному использованию. Использование противопожарного инвентаря и оборудования не по назначению категорически запрещается;
- кабельные приямки, патроны с трубопроводами, лотки, колодцы, разводки трубопроводов и другие места, где возможно скопление паров нефтепродуктов, должны быть засыпаны песком.
- огневые работы на территории АЗС должны осуществляться по письменному разрешению, выданному главным инженером (директором) предприятия, которому подчиняется АЗС;
- в случае ухода сварщика с рабочего места сварочный агрегат должен быть отключен;
- для открытия и закрытия пробок металлической тары и проведения других работ во взрывоопасных местах на АЗС должен быть набор инструмента из неискрообразующего металла;

– заправка автомашин, груженных горючими или взрывоопасными грузами, производится на специально оборудованной площадке, расположенной на расстоянии не менее 25м от территории АЗС, нефтепродуктами, полученными на АЗС, в металлические канистры, или ПАЗС, специально выделенную для этих целей;

– во время грозы сливать нефтепродукты в резервуары и заправлять автотранспорт на территории АЗС запрещается;

– наконечники сливных рукавов должны быть изготовлены из не искрящего металла и заземлены;

– автоцистерны во время слива должны быть присоединены к заземляющему устройству. Гибкий заземляющий проводник должен быть постоянно присоединен к корпусу автоцистерны и, иметь на конце струбцину или наконечник под болт для присоединения к заземляющему устройству. При наличии инвентарного проводника заземление надо проводить в следующем порядке: заземляющий проводник сначала присоединяют к корпусу цистерны, а затем – к заземляющему устройству. Не допускается подсоединять заземляющие проводники к окрашенным и загрязненным металлическим частям автоцистерн. Каждая цистерна автопоезда должна быть заземлена отдельно до полного слива из нее нефтепродукта.

## **4.2 Меры электрической безопасности**

В проекте предусмотрены основные меры электрической безопасности:

– заземление корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением;

– уравнивание потенциалов;

– установка УЗО для автоматического отключения сети питания при возникновении токов утечки, опасных для человека или при прикосновении к электрооборудованию, находящемуся под напряжением;

- обеспечение для электрооборудования и электроустановочных изделий соответствующей степени защиты;
- применение кабельной продукции с разноцветной изоляцией жил для обеспечения легкого распознавания по всей длине проводников по цвету изоляции, с изоляцией и оболочкой нераспространяющими горение;
- в помещении АЗС запрещается использовать временную электропроводку, электроплитки, рефлекторы и другие электроприборы с открытыми нагревательными элементами, а также электронагревательные приборы не заводского изготовления;
- при обнаружении неисправности в электросети или электрооборудования оператор обязан немедленно отключить общий аппарат электросети, сообщить администрации предприятия, которому подчиняется АЗС, сделать соответствующую запись в журнале учета ремонта оборудования;
- оператору АЗС запрещается производить какие-либо исправления в электрооборудовании;
- ремонт и техническое обслуживание электрооборудования АЗС должны проводиться электромонтерами, имеющими квалификацию не ниже III группы в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

### **4.3 Заземление и молниезащита**

В проекте предусмотрены основные меры заземления и молниезащиты:

- во время грозы сливать нефтепродукты в резервуары и заправлять автотранспорт на территории АЗС запрещается;
- здание и сооружения АЗС должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической, электромагнитной индукции, заноса

высоких потенциалов в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» и «Правилами защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности»;

– молниезащитные устройства следует осматривать не реже 1 раза в год. При этом следует измерять сопротивление заземляющего устройства, а результаты измерений и осмотров заносить в журнал эксплуатации молниезащитных устройств;

– в электроустановках напряжением до 1000В с глухо заземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали трансформаторов или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 380 и 220В источника трехфазного тока, или 220 и 127В источника однофазного тока. Сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали трансформатора или вывода источника однофазного тока, должно быть не более 30 и 60 Ом соответственно при указанных напряжениях;

– в электроустановках напряжением до 1000В с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом;

– слив нефтепродуктов в резервуары АЗС должен быть герметичным, особенно на КАЗС, места слива должны быть оборудованы устройствами для заземления автоцистерн, заземляющее устройство должно быть установлено вне взрывоопасной зоны, слив падающей струей категорически запрещается;

– внутри здания АЗС между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их сближения на

расстоянии менее чем 10 см через каждые 30 м должны быть выполнены перемычки из стальной ленты, сечением 4x25 мм;

- во фланцевых соединениях трубопроводов внутри здания следует обеспечивать нормальную затяжку не менее 4-х болтов на каждый фланец;

- металлические корпуса всего оборудования и аппаратов, установленных в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок;

- металлические корпуса наружных установок и корпуса аппаратов, установленных на них должны быть присоединены к заземлителю защиты от прямых ударов молний.

- все соединения токоотводов в заземляющих устройствах должны быть сварными.

#### **4.4 Экологичность АЗС**

Экологический ущерб производственной деятельности проявляется непосредственно во многих явлениях: загрязнение почвы, воды, атмосферы, что ведет к значительному ухудшению здоровья, способствует снижению качества и сокращению жизни населения.

По оценкам Агентства по охране окружающей среды, воздействие токсичных веществ, загрязняющих воздух, ежегодно вызывает 1700-2700 разновидностей раковой болезни. В последние годы наблюдается тенденция роста раковых заболеваний, лейкемии, болезни органов дыхания, астмы, различных видов аллергии, сердечно-сосудистых заболеваний, болезни печени, желчного пузыря, органов чувств. Особенно тревожный показатель – младенческая смертность.

Самое токсичное воздействие на живые организмы оказывают соединения тяжелых металлов, среди них наиболее опасен свинец, накапливающийся в радиусе 100-200 м от дороги. По мнению ученых, он

разрушает гормоны. Его высокое содержание в крови вызывает замедление роста, расстройства слуха и интеллектуальную деградацию, поскольку разрушает химические соединения в мозге живых существ. Врачи считают, что большинство пожилых людей умирают преждевременно именно из-за воздействия вредных выбросов.

Значительная часть вредных компонентов накапливается на территориях резервуарных парков автозаправочных станций (АЗС) и полотне дороги и прилегающих территориях на высоте до полутора метров. Именно до этой отметки поднимаются тяжелые токсичные фракции, которыми дышат люди.

Отрицательное влияние автозаправочных станций на окружающую среду, по сравнению с другими хранилищами нефтепродуктов, проявляется в большей мере. Это связано с тем, что, с одной стороны, выбросы происходят из источников высотой 2-3 м от поверхности земли, а с другой – преимущественное количество АЗС размещается в населенных пунктах с высокой плотностью застройки и значительной концентрацией автотранспорта.

Среди факторов прямого действия загрязнение воздуха занимает, безусловно, первое место, поскольку воздух – продукт непрерывного потребления организма.

Основными отрицательными экологическими аспектами эксплуатации АЗС являются: загрязнение воздуха, привносимое за счет испарения топлива; загрязнение воды, привносимое за счет пролива топлива, и его смыв за счет атмосферных осадков, а также стоков, образующихся после мойки оборудования и территории АЗС.

Основные причины утечек нефтепродуктов на АЗС: переполнение резервуаров при сливе нефтепродуктов из автоцистерн, полуприцепов и прицепов; разъединение соединений в технологических обвязках и поломки в напорно-всасывающих трубопроводах резервуаров; переполнение топливных

баков при заправке автомобилей; аварии на трубопроводах и обвязках колонок в результате старения металла; неисправности раздаточных кранов и повреждения напорных рукавов; неисправность сливо-наливных устройств резервуаров и дыхательных клапанов, разгерметизация люков резервуаров; износ оборудования по мере выработки нормативного ресурса; недостаточный уровень технической подготовки и дисциплины обслуживающего персонала; недостаточный надзор за соблюдением правил эксплуатации АЗС и оборудования.

Основные мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ на АЗС: поддержание в полной технической исправности резервуаров, технологического оборудования и трубопроводов, обеспечение их герметичности; поддержание технической исправности дыхательных клапанов, своевременное проведение их технического обслуживания и соответствующих регулировок; обеспечение герметичности сливных и замерных устройств, люков смотровых и сливных колодцев, в том числе и при проведении операций слива нефтепродуктов в процессе их хранения; осуществление слива нефтепродуктов из автоцистерн только с применением герметичных быстроразъемных муфт (на автоцистерне и резервуаре АЗС); недопущение переливов и разливов нефтепродуктов при заполнении резервуаров и заправке автотранспорта; оборудование резервуаров с бензином газовой обвязкой; оборудование резервуаров АЗС и топливораздаточных колонок системами (установками) улавливания (отвода), рекуперации паров бензина; поддержание в исправности счетно-дозировочных устройств, устройств для предотвращения перелива, систем обеспечения герметичности процесса слива, систем автоматизированного измерения количества сливаемых нефтепродуктов в единицах массы (объема), а также устройства трубопровода после окончания операции слива.

При постоянном росте парка автомобильных средств борьба с потерями нефтепродуктов является одним из актуальных направлений.

Работы в этом направлении ведутся во всем мире и дают определенные результаты. Одним из направлений снижения отрицательного воздействия автотранспорта и деятельности АЗС является ужесточение нормативов на вредные выбросы при работе двигателя, что может быть достигнуто за счет качественного изменения топлива.

Химический состав бензинов характеризуют групповым углеводородным составом, т. е. содержанием в них ароматических, олефиновых, нафтеновых и парафиновых углеводородов. Кроме углеводородов, в бензине в незначительном количестве содержатся гетероатомные углеводородные соединения, которые включают серу, кислород и азот.

Наибольшая масса выбросов паров бензина приходится на процесс слива бензина в емкости АЗС и заправку автомобилей. При этом следует учитывать, что химические соединения, образующиеся в атмосфере в результате фотохимических реакций под воздействием солнечных лучей, обладают на два порядка большей токсичностью, чем пары исходного топлива.

Необходимо отметить, что нефтепродукты, выпускаемые и применяемые в настоящее время в промышленно развитых странах, выбрасывают вредных веществ в 10 – 15 раз меньше, чем 10 – 15 лет тому назад. При этом постоянно расширяется список веществ, содержание которых должно находиться под контролем.

В соответствие с действующей нормативной документацией выбросы паров реализуемого топлива (углеводородов) для АЗС России нормируются по следующим ингредиентам:

- дизельное топливо: сероводород и углеводороды предельные C12-C19;
- неэтилированный бензин: смесь углеводородов C1-C5, смесь углеводородов C6-C10, амилены, бензол, ксилол, толуол и этилбензол.



Как показали проведенные расчеты выбросов и анализ результатов инструментальных замеров на источниках загрязнения атмосферы, наиболее значимые загрязнители, которые необходимо учитывать при оценке воздействия выбросов действующих автозаправочных станций на атмосферный воздух: амилены, бензол, толуол и этилбензол; остальные 5 нормируемых веществ, присутствующих в выбросах, согласно действующим нормативным документам АЗС, не являются источником воздействия на среду обитания и здоровье человека (по химическим факторам загрязнения атмосферного воздуха), поскольку уровни создаваемого загрязнения за пределами промышленной площадки не превышают 0,1 ПДК.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной выпускной квалификационной бакалаврской работе рассмотрена система электроснабжения автозаправочной станции.

Приведено описание состава потребителей – зданий и сооружений автозаправочного комплекса.

Разработана схема электроснабжения АЗС.

Разработана схема электроснабжения вводно-распределительных щитков, щитков освещения, силовых щитков и щитков вентиляции. Произведен их расчет и выбор оборудования.

Выполнен расчет сети освещения операторной.

Выполнен расчет сети наружного освещения.

Выполнена молниезащита автозаправочного комплекса, произведен расчет грозозащиты для молниеотводов.

В экономической части произведен расчет капитальных затрат на организацию системы электроснабжения автозаправочного комплекса.

В разделе безопасность и экологичность работы рассмотрены меры пожарной безопасности, меры электрической безопасности, заземление и молниезащита, а также экологичность автозаправочного комплекса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ангарова Т.В, Кашенева В.В. / Справочник по электроснабжению промышленных предприятий – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 624 с. ил.

2 Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. Гриф МО РФ. - М.: Форум. 2016. – 385 с.

3 Афонин А.М. / Энергосберегающие технологии в промышленности. Учебное пособие. Гриф МО РФ. – М.: Форум. 2015. – 217 с.

4 Барыбин Ю.Г. / Справочник по проектированию электроснабжения.- М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.

5 Быстрицкий Г.Ф. / Общая энергетика. Учебник. - М.: Кнорус. 2016. – 243 с.

6 Васильев А.А., Крючков И.П.; Под ред. Васильева А.А. / Электрическая часть станций и подстанций – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с: ил.

7 Герасименко А.А. / Передача и распределение электрической энергии (для бакалавров). – М.: Кнорус. 2014. – 156 с.

8 Замницкий В.А., Каплун А.В., Папир А.Н., Умов В.А. / Справочник: лопастные насосы. - Л: Машиностроение Ленинградское отделение, 1986. - 334 с.: ил.

9 Кацман М.М / Справочник по электротехническим машинам. - М.: Академия. 2005. – 480 с.

10 Кнорринг Г.М / Справочная книга для проектирования электрического освещения. - М.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.

11 Кудрин Б.В. / Электроснабжение. Учебник для студентов учреждений ВПО. - М.: Академия. 2013. – 305 с.

12 Неклепаев Б.В. / Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - СПб.: БХВ-Петербург. 2014. – 187 с.

13 Правила устройства электроустановок / Минэнерго РФ. – 7-е изд., Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 г. № 204.

14 Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. / Основы электроснабжения. - М.: Юрайт. 2016. – 173 с.

15 СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. Введен в действие с 01.01.2004 г. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. 55 с.

16 Фёдоров А.А., Сербиновский Г.В. / Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия. 1980. – 576 с.: ил.

17 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат. 1987. - 368с.: ил.

18 Фролов Ю.М., Шелякин В.П. / Основы электроснабжения. Учебное пособие, 1-е изд. - М.: Лань. 2013. – 194 с.

19 Шабад В.К. / Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. - М.: Академия. 2013. – 232 с.

20 Шеховцов В.П. / Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению - М.: Форум. 2011. – 137 с.