

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

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ
АВТОЗАПРАВочНОЙ СТАНЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений
и энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 546

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭТ
_____ А.О. Прокубовская
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОЗАПРАВочНОЙ СТАНЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Исполнитель:
студент группы ЗЭС-404С _____ Д.В. Иванов

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭТ _____ И.М. Морозова

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭТ _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 50 страницах, содержит 3 рисунка, 22 таблицы, 32 источников литературы, а также 4 приложения на 10 страницах.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ОСВЕЩЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДАТЧИК ДВИЖЕНИЯ, САМОРЕГУЛИРУЮЩИЙ, ЭЛЕКТРОКОНВЕКТОР, АСТРОНОМИЧЕСКОЕ РЕЛЕ.

Иванов Д.В. Разработка системы энергоснабжения автозаправочной станции с применением энергосберегающих технологий / Д.В. Иванов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. Энергетики и транспорта. – Екатеринбург, 2018. – 50с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка системы энергоснабжения автозаправочной станции с применением энергосберегающих технологий». В ходе работы рассмотрены системы в которых требуется внедрить энергосберегающие технологии.

2. Цель работы – разработать комплексную систему схем энергоснабжения автозаправочной станции с применением энергосберегающих технологий для уменьшения энергопотребления и автоматизации процессов обслуживания автозаправочной станции.

3. В ходе выпускной квалификационной работы выполнен анализ инженерных систем автозаправочной станции, произведён выбор систем в которых необходимо внедрить энергосберегающие технологии, произведён расчёт электрических нагрузок систем, выбраны аппараты защиты и коммутационное оборудование для систем, разработаны электрические схемы систем.

4. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан комплекс мер по экономии электроэнергии с помощью внедрения

энергосберегающих технологий в системы автозаправочной станции. Этот комплекс мер может применяться не только в строительстве специальных объектов, но и в строительстве гражданских и промышленных объектов. Он позволяет существенно экономить электроэнергию в пределах от пяти до тридцати процентов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА.....	8
1.1 Инженерные системы автозаправочного комплекса	8
1.2 Краткая характеристика систем	9
1.2.1 Система наружного освещения.....	10
1.2.2 Система внутреннего освещения	11
1.2.3 Система теплоснабжения.....	13
1.2.4 Система обогрева водоотведения и канализации	15
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ	20
2.1 Расчёт электрических нагрузок.....	20
2.1.1 Система наружного освещения.....	22
2.1.2 Система внутреннего освещения	24
2.1.3 Системы теплоснабжения.....	25
2.1.4 Системы обогрева водопровода и системы канализации...	26
2.2 Расчёт и выбор автоматических выключателей и коммутационного оборудования	28
2.2.1 Системы наружного освещения	28
2.2.2 Системы внутреннего освещения	29
2.2.3 Системы теплоснабжения.....	30
2.2.4 Системы обогрева водопровода и системы канализации...	30
2.3 Расчёт и выбор линий электроснабжения	33
2.3.1 Системы наружного освещения.....	33
2.3.2 Системы внутреннего освещения	35
2.3.3 Системы теплоснабжения.....	36
2.2.4 Системы обогрева водопровода и системы канализации...	38
2.4 Разработка руководства по эксплуатации электроконвектора Qtherm Electro	39

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ В	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	58

ВВЕДЕНИЕ

Автозаправочная станция (далее – АЗС) – это совокупность зданий и сооружений, находящихся на определённой площади и предназначенные для заправки транспортных средств (всех кроме гусеничного) моторным топливом.

Также на АЗС можно принимать и хранить моторное топливо.

Все автозаправочные станции по конструктивному исполнению подразделяются на стационарные, контейнерные (КАЗС – контейнерная автозаправочная станция), передвижные (ПАЗС – передвижная автозаправочная станция).

По способу размещения резервуаров на:

- с подземным расположением;
- с наземным расположением;
- с расположением в транспортном средстве.

По типу расположения на местности:

- дорожные;
- городские;
- сельские;
- речные.

В выпускной квалификационной работе рассматривается стационарная автозаправочная станция с подземным расположением резервуаров расположенная на 89-м километре автодороги г. Екатеринбург – г. Серов.

Объектом исследования является автозаправочная станция.

Предметом исследования является электрооборудование систем: освещения, теплоснабжения, ливнёвой канализации.

Цель работы: разработать комплексную систему схем энергоснабжения автозаправочной станции с применением энергосберегающих технологий для

уменьшения энергопотребления и автоматизации процессов обслуживания автозаправочной станции.

Задачи работы:

- рассчитать силовую нагрузку сетей освещения снаружи и внутри автозаправочной станции;
- рассчитать силовую нагрузку сети теплоснабжения автозаправочной станции;
- рассчитать силовую нагрузку сети обогрева водопровода и ливнёвой канализации автозаправочной станции;
- выбрать оборудование и электрические аппараты для этих систем;
- анализ функциональной структуры каждой из этих систем.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

В нашем современном мире, где существует множество сложных технологий человек не может обойтись без топлива для своих автомобилей. Топливом для наших современных автомобилей на данный момент являются углеводороды, то есть бензин или дизельное топливо. Всю эту массу топлива необходимо хранить в безопасном месте, также для более точного отпуска потребителю необходима автоматизированная система. Вот мы и подошли к тому, что автозаправочная станция – это большая мультисистема на относительно небольшом участке площади земли.

В связи с тем что систем в современной автозаправочной станции большое количество, то возникает потребность во внедрении энергосберегающих технологий в эти системы.

Энергосберегающие технологии – это совокупность методов, способов, технических и программных решений способствующих рациональному использованию различных видов энергии: тепловой, электрической и так далее, а также использование возобновляемых источников энергии. В данной работе рассматривается: *автоматизация технологических процессов и использование самых современных материалов и комплектующих для этих систем, для того чтобы рационально использовать электрическую энергию, так как это единственный вид энергии на автозаправочной станции который поступает к ней извне.*

1.1 Инженерные системы автозаправочного комплекса

Современная автозаправочная станция состоит из множества инженерных систем:

- система наружного освещения (территория, полосы разгона и торможения);
- система внутреннего освещения (аварийное, рабочее, эвакуационное);
- система видеонаблюдения;
- система пожаротушения;
- система вентиляции и кондиционирования;
- система теплоснабжения;
- система водоотведения и канализации;
- система связи (громкоговорящая связь, телефонная и компьютерная связь);
- система охранно-пожарной сигнализации;
- система внешнего электроснабжения;
- система заземления;
- система молниезащиты;
- система внутреннего электроснабжения;
- система автоматизации технологического хозяйства.

На основании полученного списка проведём его анализ. И выделим те системы для в которых есть целесообразность внедрения энергосберегающих технологий для уменьшения потребления электрической энергии.

1.2 Краткая характеристика систем

Выделим те системы которые потребляют электроэнергию, а для разработки и проектирования их уже существуют самые современные материалы и технологии, что позволит нам сильно сократить потребление электроэнергии.

1.2.1 Система наружного освещения

Система наружного освещения – это система служащая для освещения территории, полос разгона и торможения АЗС. Эта система состоит из гранёных опор типа ОГК (ОГК – опора гранёная коническая), светильников обеспечивающих степень защиты IP 67 и линий электроснабжения. Опоры могут быть нескольких типов: однорожковые, многорожковые и совмещённые с молниеприёмниками. Линии электроснабжения могут быть двух типов: воздушная линия и подземная линия. Применение выше описанных характеристик зависит от того в какой зоне автозаправочной станции стоит данная опора. Если это резервуарный парк, то это будет двухрожковая опора совмещённая с молниеотводом. Если это полоса разгона или торможения, то это будет однорожковая опора. Линии электроснабжения подземным способом необходимо прокладывать по территории АЗС, а на обочине дороги можно монтировать воздушные линии так как они не попадают во взрывозащищенную зону.

Характеристики для сравнения типов светильников приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики светильников для системы наружного освещения

Тип светильника	РКУ-02-250-003	УСС-150/100-УХЛ1
Тип лампы	ДРЛ-250	нет
Средний срок службы, ч	4000	60000
КПД устройства	0,85	0,95
Эффективность, Лм/Вт	25	125
Уменьшения светового потока к концу срока службы	40 - 60%	20 - 30%
Температура эксплуатации, 00С	-40...+40	-60...+60
Гарантийный срок	нет	2 года
Обслуживание	замена ламп и ПРА	технологическая очистка

Мы можем применить более экономичные светильники с улучшенными характеристиками для освещения территории.

Как видим из таблицы 1 лампы ДРЛ сильно уступают по своим характеристикам светодиодным светильникам.

Автоматизировать систему наружного освещения можно с помощью применения астрономического годового таймера фирмы Legrand. Он позволяет настраивать время включения и отключения наружного освещения в зависимости от восхода и заката солнца каждый день, а также имеет встроенные программы, что позволяет быстро и эффективно настроить систему. Схема подключения астрономического реле показана в приложении А рисунок А.1.

1.2.2 Система внутреннего освещения

Система внутреннего освещения – система служащая для освещения всех помещений операторной АЗС. Внутреннее освещение бывает: аварийным, рабочим и эвакуационным.

Система внутреннего освещения состоит из светильников для подвесного потолка типа Armstrong, выключателей и датчиков движения установленного на панели потолка по середине помещения. Датчик движения будет обеспечивать автоматизацию процесса включения и отключения освещения в помещении, где он установлен. Также в нём есть фотореле – оно реагирует на освещённость в помещении и не включает светильник, если освещённость в помещении больше заданной устаноки.

Для системы внутреннего освещения применим светодиодные светильники так как обычные растровые с люминесцентными лампами потребляли больше электроэнергии и у них присутствовала пульсация, что очень вредно для здоровья.

Характеристики для сравнения типов светильников приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики светильников для системы внутреннего освещения

Тип светильника	ARS-R 418/595 HF	SOFT LED 595 HFR	Unique DL LED
Тип лампы, мощность, Вт	ЛЛ 18	36	16
Средний срок службы, ч	8000	50000	60000
КПД устройства	0,85	0,95	0,95
Эффективность, Лм/Вт	30	125	75
Уменьшения светового потока к концу срока службы	40 - 50 %	20 - 30 %	20 - 30 %
Температура эксплуатации, °С	+10...+40	+10...+40	+5...+35
Гарантийный срок	нет	3 года	3 года
Обслуживание	замена ламп и ЭПРА	технологическая очистка	технологическая очистка

Как видно из таблицы 2 светильники с люминесцентными лампами сильно уступают светодиодным светильникам.

Схема подключения датчика движения показана в приложении Б рисунок Б.2. Подключение выключателя в схему сделано для того чтобы было удобнее обслуживать датчик движения.

Технические характеристики датчика движения ARGUS приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики датчика движения ARGUS

Тип изделия	Датчик движения ARGUS
Тип нагрузки	Люминесцентная трубка: 250 ВА - 230 В AC 50/60 Гц
Номинальное рабочее напряжение, В	220 – 240
Частота сети, Гц	50
Выходной ток, А	0,417
Тип настройки	Настройка времени; Регулируемая светочувствительность
Задержка времени, с	3 – 600
Регулировка интенсивности света, лк	5 – 2000
Угол обнаружения по горизонтали	0 – 360 ⁰
Монтаж устройства	Потолок
Монтажная высота, м	2,4
Условия эксплуатации	Для использования только в помещениях
Степень защиты	IP20
Гарантия	2 года

1.2.3 Система теплоснабжения

Система теплоснабжения – это система которая обеспечивает в холодное время года оптимальную температуру в помещении для обслуживания клиентов. Также расположение этой системы позволяет нам исключить образование инея внутри помещения на витражных окнах.

Такая система состоит из конвекторов, которые питаются от электрической энергии. В данной работе рассматриваются конвектора с принудительной вентиляцией, так как они более совершенны, современны и актуальны для этой выпускной квалификационной работы. Внешний вид этих конвекторов показан в приложении В рисунок В.1.

Характеристики для сравнения типов конвекторов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики конвекторов

Наименование	Qtherm Electro	NeoClima Comfort
Конвекция	Принудительная	Естественная
Место монтажа	в полу	на стене
Высота, мм	110	450
Длина, мм	864	740
	2250	
Ширина, мм	190	110
Напряжение, В	220	230
Частота сети, Гц	50	50
Мощность, Вт	1250	2000
	1728	
Кол-во, шт	3	4
	1	

Как видно из таблицы 4 автоматизированные, интеллектуальные напольные радиаторы Qtherm Electro сильно выигрывают в сравнении с обычными конвекторами NeoClima Comfort которые устарели и используются в большинстве случаев только в бытовых целях.

Характерной особенностью конвекторов Qtherm Electro является:

- их интеллектуальность, то есть они могут регулировать температуру в помещении не только от регулятора, но и есть возможность подключить к

любым инженерным сетям в частности к системе «умный дом» по протоколу MODBUS через RS485;

- использование тангенциальных вентиляторов установленных на виброизоляторы;
- использования блока микропроцессорного регулятора работы трубчатого электронагревательного элемента, который контролирует температуру нагреваемого воздуха датчиком температуры подключённого к этому блоку;
- использования блока микропроцессорного регулятора работы по плавному изменению скорости вращения вентилятора, контроль температуры нагреваемого воздуха датчика температуры с возможностью подключения настенного регулятора.

Тангенциальные вентиляторы

Тангенциальные вентиляторы состоят из рабочего колеса барабанного типа с загнутыми вперёд лопатками и корпуса, имеющего патрубок на входе и диффузор на выходе. Действие диаметральных вентиляторов основано на двукратном поперечном прохождении потока воздуха через рабочее колесо.

Эти вентиляторы характеризуются:

- более высокими аэродинамическими параметрами, по сравнению с другими типами вентиляторов, в частности, они создают плоский равномерный поток воздуха большой ширины;
- удобством компоновки, позволяющей осуществлять поворот потока в широких пределах;
- компактностью установки, позволяющей существенно сокращать объём, занимаемый вентиляционной установкой.

КПД таких вентиляторов может достигать 0,7. Благодаря этим качествам эти вентиляторы нашли самое широкое применение в различных сложных установках вентиляции и кондиционирования воздуха: фанкойлах, внутренних блоках сплит-систем, воздушных завесах и так далее.

Для регулирования и контроля температуры в помещении нам необходим будет настенный регулятор Varmann Vartronic 703303 – это программируемый цифровой регулятор для регулирования температуры в помещении конвекторами с принудительной конвекцией трёхступенчатым изменением скорости вращения вентиляторов в автоматическом режиме, а также в режиме ручного регулирования.

Технические характеристики терморегулятора Varmann Vartronic приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики терморегулятора Varmann Vartronic 703303

Напряжение питания	~230 В
Диапазон регулируемых температур	+7...+35 ⁰ С
Цвет корпуса	белый

1.2.4 Система обогрева водоотведения и канализации

Система обогрева водоотведения и канализации – система служит для подачи воды в операторную через централизованное водоснабжение, либо индивидуальную скважину и её отведение в резервуар канализационных отходов, а ливнёвые воды которые в сезон дождей стекают с операторной и навеса АЗС отводить в резервуар ливнёвых вод.

Для того чтобы система в зимнее время не замерзала трубы которые выходят из операторной следует утеплить и спроектировать систему обогрева труб водоотведения ливнёвой канализации.

Эта система состоит из группы саморегулирующихся греющих кабелей, терморегулятора и датчика температуры или влажности, в зависимости от того где установлена данная система. В некоторых случаях необходимо установить два датчика. Система работает полностью автономно, после того как она была настроена. Необходимо только включать её во времена межсезонья, когда идёт наибольшее образование льда, обычно это время весна и осень.

Оборудование для обогрева труб выбираем самое современное отвечающее требованиям оборудования для АЗС по применению во взрывоопасных зонах – греющий саморегулирующий кабель FSLe (FreezeStopLight extra) Группы Компаний «Специальные системы и технологии».

Саморегулируемые греющие кабели для защиты от замерзания объектов, не подвергаемых пропарке. Греющие кабели FSLe параллельного типа применяются для защиты от замерзания трубопроводов и емкостей. Кабели этой группы также могут использоваться для поддержания технологических температур до 65⁰С.

Характеристики и область применения греющих кабелей FSLe приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Область применения и технические характеристики греющих саморегулирующих кабелей

Классификация зон	Взрывоопасные, класс 1, класс 2 (газ), класс 21, класс 21 (пыль) Нормальные
Тип обогреваемой поверхности	Углеродистая сталь Нержавеющая сталь Окрашенный или неокрашенный металл Пластик
Напряжение питания	~220 В
Максимально поддерживаемая или рабочая температура (непрерывная работа)	650С
Максимально допустимая температура (периодическая работа)	850С Максимальное суммарное время работы не более 1000 часов
Температурный класс	T6 (температура воспламенения паров или газов > 850С)
Минимальная температура монтажа	-600С
Минимальный радиус изгиба	При 200С 25 мм При -600С 35 мм

На рисунке 1 показан график зависимости мощности от температуры обогреваемой поверхности он показывает, как изменяется удельная мощность кабеля с увеличением температуры обогреваемой поверхности. Также у

греющего кабеля есть особенность – это максимальная длина при которой он будет соответствовать своим техническим характеристикам.

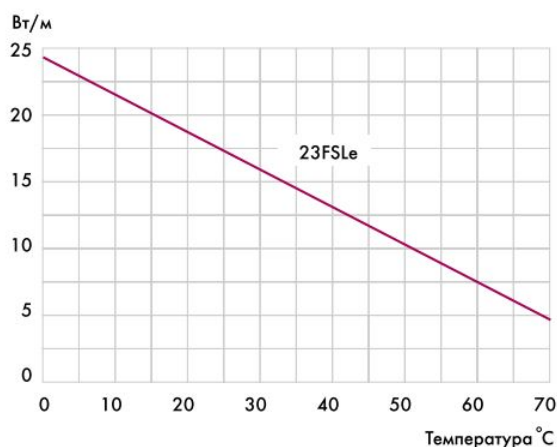


Рисунок 1 – Зависимость мощности от температуры обогреваемой поверхности

Выбор максимальных длин кабеля 23FSLe зависящий от температуры включения и тока автоматического выключателя приведён в таблице 7.

Таблица 7 – Выбор максимальных длин кабеля 23FSLe

Наименование кабеля		23FSLe
Номинальная мощность Вт/м при 0°C		23
Максимальная длина цепи обогрева при использовании автомата типа С		
Ток срабатывания защиты, А	Температура включения, °C	Максимальная длина цепи греющего кабеля, м
10 А	5°C	45
	0°C	42
	-10°C	37
16 А	5°C	72
	0°C	66
	-10°C	59
20 А	5°C	86
	0°C	82
	-10°C	73
25 А	5°C	95
	0°C	90
	-10°C	85

Для автоматизации процесса обогрева водопроводных труб мы будем применять термостат типа ETR2 и датчик влажности и температуры грунта

ЕТОG-55 производства OJ Electronics Дания. Схемы монтажа датчика показана на рисунке 2.

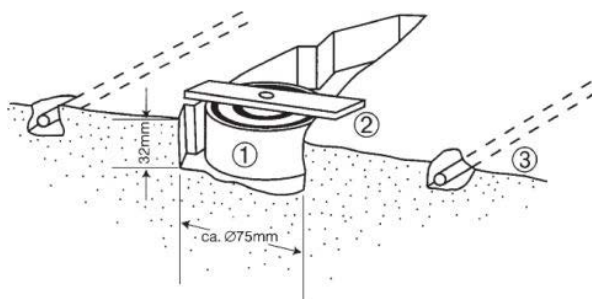


Рисунок 2 – Схема монтажа датчика ЕТОG-55:

1 – датчик ЕТОG-55; 2 – крепёжная пластина датчика; 3 – греющий кабель 23FSLe.

Для обогрева ливнёвой канализации будем применять терморегулятор УЕК2 и датчик ЕТОR-55 производства OJ Electronics Дания, схема монтажа датчика показана на рисунке 2.

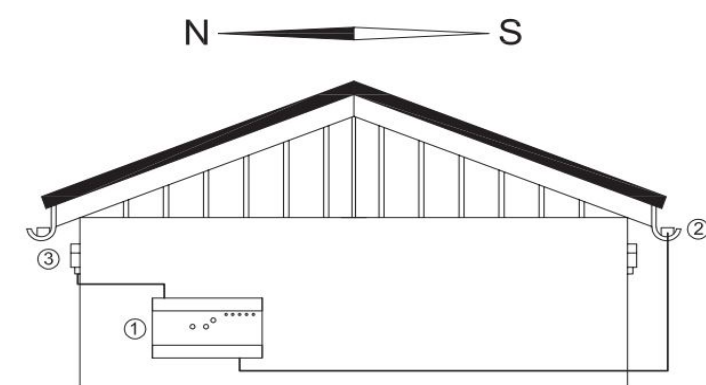


Рисунок 3 – Схема монтажа датчика ЕТОR-55:

1 – термостат ЕТР2; 2 – датчик ЕТОR-55; 3 – датчик ЕТF 794/99.

Термостат типа ETR2 представляет собой экономичный, компактный, электронный контроллер для систем снеготаяния установленных на открытых площадках и водостоках. Как правило лёд образуется при низкой температуре и наличия влаги.

ETR2 регистрирует, как температуру, так и влажность и система снеготаяния обычно включается только при наличии снега или льда. Технические характеристики терморегулятора ETR2 приведены в таблице 8, датчиков к нему в таблице 9.

Таблица 8 – Технические характеристики термостата ETR2

Напряжение	~220В ±10 %
Выходное реле (с потенциально свободным контактом, НО)	16 А
Перепад температур активирующие включение/выключение нагрева	0,3 ⁰ С
Диапазон температур	0/+10 ⁰ С
Устанавливаемое время работы в ручном режиме	0-5 часов
Температура окружающей среды	-10/+50 ⁰ С
Влажность окружающей среды	10-95%
Класс защиты корпуса	IP20
Потребление энергии	3 ВА
Вес	200 г
ВхШхГ	86x52x59

Таблица 9 – Технические характеристики датчиков

	Датчик ЕТОG-55	Датчик ЕТОR-55
Регистрируемые параметры	Влажность и температура	Влажность
Расположение	Вне помещений	Желоб или водосток
Класс защиты корпуса	IP68	IP68
Температура окружающей среды	-20/+70 ⁰ С	-20/+70 ⁰ С
Размеры	Н32, ф60	105x30x13
Назначение	Для установки на открытых площадках	Для установки в желобах и водостоках.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проектирование системы энергоснабжения будет проходить в несколько этапов:

- расчёт электрических нагрузок;
- расчёт и выбор аппаратов защиты и коммутационного оборудования;
- расчёт и выбор линий электроснабжений.

Задачей энергоснабжения выбранных мною систем является передача электроэнергии от электрощитовой АЗС до электроприёмника. Полученная схема сетей должна удовлетворять всем параметрам и требованиям обеспечивающих надёжность, экономичность, безопасность, удобство в эксплуатации и необходимое качество электроэнергии. Ведь от этих параметров зависит насколько удобно и просто будет пользоваться этими сетями обслуживающему персоналу АЗС.

2.1 Расчёт электрических нагрузок

Метод определения расчетных нагрузок по номинально мощности и коэффициенту использования применяется, как правило, для группы ЭП, работающих в длительном режиме ($PВ=1$). Данный метод наиболее прост и широко применяется при разработке технического задания на проектирование [20].

Для определения расчетных нагрузок по этому методу необходимо знать номинальную мощность приемника (производства, цеха и т.п.), коэффициент использования данного ЭП и значение коэффициента мощности.

Групповые графики нагрузок подразделений предприятия, как правило, не приводятся, поэтому значения $K_{и.а.}$ и $\cos\varphi_{с.вз.}$ принимаются как средневзвешенные значения группы ЭП данного подразделения по справочной литературе.

Расчетные нагрузки по данному методу определяются по следующим выражениям:

Определение активной расчетной мощности по формуле

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_n, \quad (1)$$

где $k_{и.а.}$ – коэффициент использования активной мощности электроприемником, отн. ед.;

P_n – номинальная активная мощность ЭП, кВт;

P_p – активная расчётная мощность, кВт.

Определение реактивной расчётной мощности по формуле

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n, \quad (2)$$

где P_p – активная расчётная мощность, кВт;

$\operatorname{tg}\varphi_n$ – номинальное значение коэффициента реактивной мощности, соответствующий $\cos\varphi_n$ электроприёмника;

Q_p – реактивная расчётная мощность, кВАр.

Определение расчетной полной мощности по формуле

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (3)$$

где S_p – расчетное значение полной мощности ЭП, кВА;

P_p – расчетная активная мощность, кВт;

Q_p – расчетная реактивная мощность, кВАр.

Определим расчетное значение тока по формуле

$$I_p = \frac{S_p}{U_n}, \quad (4)$$

где I_p – расчетный ток электроприёмника, А;

U_n – напряжение питания ЭП, кВ;

S_p – расчетное значение полной мощности ЭП, кВА.

2.1.1 Система наружного освещения

При расчёте системы наружного освещения будем учитывать падение напряжения на самом дальнем электроприемнике, так как кабельная трасса проложенная до него имеет наибольшую протяжённостью. Это влечёт за собой уменьшение номинального напряжения за счёт падения напряжения и неработоспособность оборудования. Соответственно при выборе кабельной линии будем руководствоваться типом прокладки, выбранным аппаратом защиты и падением напряжения на конце линии, оно должно соответствовать ГОСТ 32144-2013.

Основные требования ГОСТ 32144-2013

- нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах электроприемников, должны быть $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ соответственно от номинального напряжения сети;
- нормально допустимые и предельно допустимые отклонения значения частоты напряжения переменного тока, должны быть $\pm 0,2$ Гц и $\pm 0,4$ Гц соответственно.

Наружное электроосвещение территории АЗС выполняется уличными светодиодными светильниками консольного типа УСС-150/100, 150Вт со степенью защиты IP67. До самого дальнего светильника на территории АЗС 180 метров. Светильники защитить однополюсными выключателями для того чтобы их было удобно обслуживать в любое время суток не останавливая работы АЗС, а также выбрать коммутационное оборудование для автоматизации включения освещения с возможностью переключения в ручной режим.

Данные для расчёта приведены в таблице 10, где *Линия 1*, *Линия 2*, *Линия 3* – это группы светильников согласно техническому заданию проекта.

Таблица 10 – Данные для расчёта системы наружного освещения

Наименование группы	P_n , кВт	n, шт	$P_{\Sigma n}$, кВт	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Длина, м
Линия 1	0,15	5	0,75	1	0,9	0,48	91
Линия 2	0,15	7	1,05				180
Линия 3	0,15	4	0,6				114

Расчёт системы наружного освещения

Применим формулы (1), (2), (3) и (4).

Рассчитаем группу *Линия 1*:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma n} = 1 \cdot 0,75 = 0,75 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n = 0,75 \cdot 0,48 = 0,36 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{0,75^2 + 0,36^2} = 0,83 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{U_n} = \frac{0,83}{0,22} = 3,78 \text{ А.}$$

Рассчитаем группу *Линия 2*:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma n} = 1 \cdot 1,05 = 1,05 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n = 1,05 \cdot 0,48 = 0,5 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,5^2} = 1,16 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{U_n} = \frac{1,16}{0,22} = 5,3 \text{ А.}$$

Рассчитаем группу *Линия 3*:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma n} = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n = 0,6 \cdot 0,48 = 0,3 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,3^2} = 0,67 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{U_n} = \frac{0,67}{0,22} = 3,04 \text{ А.}$$

Полученные данные применим для выбора автоматических выключателей, коммутационного оборудования, типов и марки кабелей.

2.1.2 Система внутреннего освещения

Расчёты для системы внутреннего освещения будут проводиться аналогичным способом, что и для наружного освещения. Здесь будет учитываться нагрузка по группам электроприемников, а также рассмотрено внедрение энергосберегающих технологий в эту систему. Внедрение будет происходить путём включения датчика движения Shneider Electric в схему освещения помещений операторной АЗС. Датчик движения ARGUS реагирует не только на движение в зоне своей работы, но и на освещённость в помещении. Также у него можно отрегулировать время включения. Все эти характеристики делают его очень универсальным оборудованием, что даёт возможность его широкого применения.

Данные для расчёта приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Данные для расчёта системы внутреннего освещения

Наименование группы	P_n , кВт	K_n	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Длина, м
Освещение 1	0,864	1	0,9	0,48	118
Освещение 2	0,12				33

Применим формулы (1), (2), (3) и (4).

Рассчитаем группу *Освещение 1*:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma n} = 1 \cdot 0,864 = 0,864 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n = 0,864 \cdot 0,48 = 0,954 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{0,945^2 + 0,954^2} = 0,96 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{0,96}{0,22} = 4,36 \text{ А}.$$

Рассчитаем *Освещение 2*:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma n} = 1 \cdot 0,12 = 0,12 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n = 0,12 \cdot 0,48 = 0,06 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{0,12^2 + 0,06^2} = 0,13 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{U_H} = \frac{0,13}{0,22} = 0,61 \text{ А.}$$

Полученные данные применим для выбора автоматических выключателей, коммутационного оборудования, типов и марки кабелей.

2.1.3 Системы теплоснабжения

Рассчитаем систему теплоснабжения торгового зала. В моём случае это интеллектуальная система на основе встраиваемых в пол конвекторов Qtherm Electro с настенным регулятором температуры Varmann Vartronic [31].

Данные для расчёта приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Данные для расчёта системы теплоснабжения

Наименование группы	$P_{\Sigma H}$, кВт	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Длина, м
Обогрев 1	1,296	0,65	0,9	0,48	23
Обогрев 2	1,296				20
Обогрев 3	1,728				18

В группы *Обогрев 1* и *Обогрев 2* входит одинаковое количество оборудования:

- конвектор QE 230.110.864 864Вт 220 В – 1 шт;
- конвектор QE 230.110.432 432Вт 220 В – 1 шт.

В группу *Обогрев 3* входит конвектор QE 230.110.1728 1728Вт 220 В – 1 шт.

Используя формулы (1), (2), (3) и (4) рассчитаем нагрузки для конвекторов группы *Обогрев 1* и *Обогрев 2* получим:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma H} = 0,65 \cdot 1,296 = 0,84 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_H = 0,84 \cdot 0,48 = 0,4 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{0,84^2 + 0,4^2} = 0,93 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{U_H} = \frac{0,93}{0,22} = 4,25 \text{ А.}$$

Рассчитаем *Обогрев 3*:

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{\Sigma H} = 0,65 \cdot 1,728 = 1,12 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_H = 1,12 \cdot 0,48 = 0,54 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{1,12^2 + 0,54^2} = 1,25 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{U_H} = \frac{1,25}{0,22} = 5,66 \text{ А}.$$

Полученные данные применим для выбора автоматических выключателей, коммутационного оборудования, типов и марки кабелей.

2.1.4 Системы обогрева водопровода и системы канализации

Рассчитаем систему обогрева водопровода и систему канализации. Для своего расчёта я выбираю оборудование: саморегулирующий кабель 23FSLe с номинальной мощностью 23 Вт/м при температуре 0⁰С, терморегулятор ETR2, датчик ETOG-55 для почвы, датчик ETOR-55 датчик для желобов и водостоков с датчиком ETF-747/99 воздуха. Автоматизация процесса будет происходить за счёт терморегулятора ETR2 после его единовременной настройки человеческий фактор исключается полностью [29].

Терморегулятор и датчики показаны в приложении Г рисунок Г.1.

Расчёт будем вести согласно метода который описан в [10].

Определяем номинальную мощность кабеля по формуле

$$P_H = l \cdot P_{уд}, \tag{5}$$

где P_H – номинальная мощность кабеля, кВт;

l – это длина греющего кабеля, м;

$P_{уд}$ – это удельная мощность кабеля, в моём случае она равна 23 Вт/м.

Определяем установленную мощность кабеля по формуле

$$P_{уст} = K_{ст} \cdot P_H, \tag{6}$$

где $P_{уст}$ – установочная мощность, Вт;

$K_{ст}$ – коэффициент увеличения указывающий во сколько раз стартовый ток превышает номинальный ($K_{ст} = 2$ – для саморегулирующих кабелей и $K_{ст} = 1,2$ для армированных и бронированных кабелей).

После того, как рассчитаем установленную мощность далее расчёт будем вести по формулам (1), (2), (3) и (4).

Данные для расчёта приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Данные для расчёта системы обогрева водопровода и канализации

Наименование	P_n , кВт	$P_{уст}$, кВт	K_n	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Длина греющего кабеля, м	Длина трассы, м
Обогрев водостоков здания 1	0,092	0,184	0,65	0,9	0,48	4	14
Обогрев водостоков здания 2	0,092	0,184	0,65	0,9	0,48	4	23
Обогрев водостоков здания 3	0,3	0,6	0,65	0,9	0,48	13	11
Обогрев водостоков навеса 1	0,552	1,104	0,65	0,9	0,48	24	48
Обогрев водостоков навеса 2	0,552	1,104	0,65	0,9	0,48	24	41
Обогрев водостоков навеса 3	0,552	1,104	0,65	0,9	0,48	24	48
Обогрев водопровода	0,115	0,23	0,65	0,9	0,48	5	9
Обогрев водостока до колодца	0,23	0,46	0,65	0,9	0,48	10	10
Обогрев водосборного лотка	0,161	0,322	0,65	0,9	0,48	7	10

Расчет произведём для группы *Обогрев водостоков здания 1* так как остальные потребители будут рассчитываться аналогичным способом.

Рассчитываем номинальную мощность группы *Обогрев водостоков здания 1*

$$P_n = l \cdot P_{уд} = 4 \cdot 23 = 0,092 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем установочную мощность группы *Обогрев водостоков здания 1*

$$P_{уст} = K_{ст} \cdot P_n = 2 \cdot 92 = 0,184 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем расчётные активную, реактивную и полную мощности группы *Обогрев водостоков здания 1*

$$P_p = k_{и.а.} \cdot P_{уст} = 0,65 \cdot 0,184 = 0,12 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi_n = 0,12 \cdot 0,48 = 0,06 \text{ кВАр};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{0,12^2 + 0,06^2} = 0,134 \text{ кВА}.$$

Рассчитываем расчётный ток группы *Обогрев водостоков здания 1*

$$I_p = \frac{S_p}{U_n} = \frac{0,134}{0,22} = 0,61 \text{ А}.$$

Полученные данные будем использовать в дальнейших расчётах и выбору автоматических выключателей, коммутационного оборудования, кабельных линий.

2.2 Расчёт и выбор автоматических выключателей и коммутационного оборудования

Для защиты линий необходимо определить автоматические выключатели. Автоматические выключатели выбираем фирмы Legrand [31].

Автоматические выключатели выбираются согласно условиям:

$$I_{н.а.} \geq I_{н.р.}, \quad (7)$$

$$I_{н.р.} \geq I_{дл.} \text{ — для линии без ЭД}, \quad (8)$$

где $I_{н.а.}$ — номинальный ток автомата, А;

$I_{н.р.}$ — номинальный ток расцепителя автомата, А;

$I_{дл.}$ — длительный ток линии, А.

2.2.1 Системы наружного освещения

В нашем случае $I_{дл.} = I_p$ самый близкий больший номинал автомата 6А и так как нагрузка не имеет асинхронных электродвигателей, то характеристику автомата можно выбрать В, так как автоматы характеристики В ставятся

именно на нагрузки освещения с легким пуском. Производителя автоматических выключателей и коммутационного оборудования выберем компанию Legrand [26].

Запишем выбранные характеристики автоматических выключателей в таблицу 14.

Таблица 14 – Сводная ведомость автоматических выключателей системы наружного освещения

Наименование потребителя	Количество, шт	Тип автомата	$U_{н.а.}$, В	$I_{н.а.}$, А	$I_{н.р.}$, А	$I_{у(п)}$, А	$I_{у(кз)}$, А	$I_{откл.}$, кА
Линия 1	1	DХ6000/10кА тип В	220	63	6	3	5	10
Линия 2	1	DХ6000/10кА тип В	220	63	6	3	5	10
Линия 3	1	DХ6000/10кА тип В	220	63	6	3	5	10

Для достижения цели моей работы мне необходимо автоматизировать процесс включения наружного освещения. Для этого схема включения освещения будет наполнена средствами автоматики посредством внедрения в схему переключателя на три положения: автоматический режим, выключено, ручной режим и астрономического таймера. Для управления силовой частью освещения мне понадобятся контакторы. Мой выбор остановился на модульных контакторах с катушкой на 230 В переменного напряжения и токовой нагрузкой силовых контактов 25А каталожный номер 4 125 49 фирмы Legrand. Мой выбор обусловлен тем, что их размеры соответствуют модульным автоматам, технические характеристики не уступают простым магнитным пускателям, то есть для них не надо специального места для монтажа, что прекрасно экономит место в электрических щитах.

2.2.2 Системы внутреннего освещения

В нашем случае $I_{дл.} = I_p$ самый близкий больший номинал автомата 6 А и так как нагрузка не имеет асинхронных электродвигателей, то характеристику автомата можно выбрать В, так как автоматы характеристики В ставятся

именно на нагрузки освещения с легким пуском. Производителя автоматических выключателей выберем Legrand [26].

Запишем выбранные характеристики автоматических выключателей в таблицу 15.

Таблица 15 – Сводная ведомость автоматических выключателей системы внутреннего освещения

Наименование потребителя	Количество, шт	Тип автомата	$U_{н.а.}$, В	$I_{н.а.}$, А	$I_{н.р.}$, А	$I_{у(п)}$, А	$I_{у(кз)}$, А	$I_{откл}$, кА
Рабочее освещение 1	1	DX6000/10кА тип В	220	63	6	3	5	10
Рабочее освещение 2	1	DX6000/10кА тип В	220	63	6	3	5	10

2.2.3 Системы теплоснабжения

В нашем случае $I_{дл.} = I_p$ самый близкий больший номинал автомата 6 А и так как нагрузка не имеет асинхронных электродвигателей, то характеристику автомата можно выбрать С, так как автоматы характеристики С ставятся на нагрузки с нормальным режимом работ. Производителя автоматических выключателей выбираем Legrand [26].

Запишем выбранные характеристики автоматических выключателей в таблицу 16.

Таблица 16 – Сводная ведомость автоматических выключателей системы теплоснабжения

Наименование потребителя	Количество, шт	Тип автомата	$U_{н.а.}$, В	$I_{н.а.}$, А	$I_{н.р.}$, А	$I_{у(п)}$, А	$I_{у(кз)}$, А	$I_{откл}$, кА
Обогрев 1	1	DX6000/10кА тип С	220	63	6	1,45	5	10
Обогрев 2	1	DX6000/10кА тип С	220	63	10	1,45	5	10
Обогрев 3	1	DX6000/10кА тип С	220	63	6	1,45	5	10

Для группы *Обогрев 2* $I_p = 5,66$ А, что граничит с $I_{н.р.}$ ближайшего большего автоматического выключателя из-за этого выберем для этого

автомата $I_{н.р.} = 10 \text{ А}$ для того чтобы при включении нагрузки не возникли "ложные" срабатывания автоматического выключателя.

2.2.4 Системы обогрева водопровода и системы канализации

В нашем случае выбор автоматического выключателя не только в расчёте номинального тока расцепителя, но и в выборе характеристики автомата, так как саморегулирующий кабель имеет большие пусковые токи продолжительностью от 3 до 5 минут. В связи с этой особенностью саморегулирующего кабеля выбор тока номинального расцепителя автоматического выключателя будет основываться на его пусковом токе. Производителя автоматических выключателей и коммутационного оборудования выбираем компанию Legrand [26].

Согласно условиям выберем автоматические выключатели:

$$I_{н.а.} \geq I_{н.р.};$$

$$I_{н.р.} \geq I_{пуск.} - \text{для линии без ЭД,}$$

где $I_{н.а.}$ – номинальный ток автомата, А;

$I_{н.р.}$ – номинальный ток расцепителя автомата, А;

$I_{пуск.}$ – пусковой ток линии, А.

$$I_{пуск.} = 1,5 \cdot \frac{P_{уст}}{U_{н}}, \quad (9)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность кабеля, кВт;

$U_{н}$ – номинальное напряжение, кВ.

Рассчитаем для группы *Обогрев водостоков здания 1*:

$$I_{пуск.} = 1,5 \cdot \frac{P_{уст}}{U_{н}} = 1,5 \cdot \frac{0,184}{0,22} = 1,25 \text{ А};$$

$$I_{н.р.} \geq I_{пуск.} = 1,25 \text{ А.}$$

Выбираем $I_{н.р.} = 6 \text{ А}$ характеристика автомата С.

Остальные группы рассчитываются аналогичным способом.

Выберем коммутационное оборудование в моём случае модульный контактор CX^3 № 4 125 02 $I_{н.к.} = 25A$, $U_k = 230 В$, 3НО (НО – нормально открытый контакт) и CX^3 № 4 125 44 $I_{н.к.} = 25A$, $U_k = 230 В$, 2НО. Отличительная особенность этих контакторов в том, что принудительное изменение коммутационного положения вручную с помощью рукоятки управления (для проверки или ремонта). Перевод в положение ВКЛЮЧЕНО или ОТКЛЮЧЕНО исключает возможность дистанционного управления.

Для группы *Обогрев водопровода* коммутационное оборудование не надо так как дополнительные силовые контакты в терморегуляторе ETR2 рассчитаны на $I = 16 А$, что позволяет коммутировать силовые цепи в пределах этого тока.

Запишем выбранные характеристики автоматических выключателей и коммутационного оборудования в таблицу 17.

Таблица 17 – Сводная ведомость автоматических выключателей и коммутационного оборудования системы обогрева водопровода и канализации

Наименование потребителя	Тип контактора	Тип автомата	$U_{н.а.}, В$	$I_{н.а.}, А$	$I_{н.р.}, А$	$I_{y(п)}, А$	$I_{y(кз)}, А$	$I_{откл.}, кА$
Обогрев водостоков здания 1	CX^3 № 4 125 02	DX6000/10к А тип С	220	63	6	1,45	5	10
Обогрев водостоков здания 2		DX6000/10к А тип С	220	63	6	1,45	5	10
Обогрев водостоков здания 3		DX6000/10к А тип С	220	63	6	1,45	5	10
Обогрев водостоков навеса 1	CX^3 № 4 125 02	DX6000/10к А тип С	220	63	10	1,45	5	10
Обогрев водостоков навеса 2		DX6000/10к А тип С	220	63	10	1,45	5	10
Обогрев водостоков навеса 3		DX6000/10к А тип С	220	63	10	1,45	5	10
Обогрев водопровода	–	DX6000/10к А тип С	220	63	6	1,45	5	10
Обогрев водостока до колодца	CX^3 № 4 125 44	DX6000/10к А тип С	220	63	6	1,45	5	10
Обогрев водосборного лотка		DX6000/10к А тип С	220	63	6	1,45	5	10

Аналогичным способом рассчитываем и выбираем автоматические выключатели и коммутационное оборудование для остальных групп.

2.3 Расчёт и выбор линий электроснабжения

Выберем марки и сечения кабелей. Выбираем сечения кабелей по условию нагрева длительно допустимым током:

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{д.л.}}, \quad (10)$$

где $I_{\text{доп.}}$ – допустимое значение тока, А;

$I_{\text{д.л.}}$ – длительный ток линии, А.

Найдём $I_{\text{доп.}}$ из условия, что

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,35I_{\text{н.р.}} \quad (11)$$

2.3.1 Системы наружного освещения

Выбираем сечения кабелей по условию нагрева длительно допустимым током [23] для всех групп так как выбранные автоматические выключатели одинаковые по номиналу согласно условий (10), (11) получим:

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,35I_{\text{н.р.}} = 1,35 \cdot 6 = 8,1\text{А.}$$

Исходя из условия соответствия выбранному аппарату защиты и условия нагрева допустимо длительным током, а также условия прокладки кабеля выбираем марку кабеля ВББШв 3х1,5.

Теперь определим падение напряжение на конце кабельной трассы по формуле [26]:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} (\rho_0 \cos\varphi + x_0 \sin\varphi), \quad (12)$$

где ΔU – падение напряжение, %;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение, В;

I_p – расчётный ток, А;

L – длина линии, км;

ρ_0 – удельное активное сопротивление жил кабеля, Ом/км;

x_0 – удельное реактивное сопротивление жил кабеля, Ом/км;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности активной энергии, отн. ед.;

$\sin\varphi$ – коэффициент мощности реактивной энергии, отн. ед..

В данной формуле индуктивной составляющей кабелей можно пренебречь так как их сечение маленькое.

Рассчитаем удельное активное сопротивление жил кабеля по формуле:

$$\rho_0 = \frac{1000}{\gamma \cdot F_{\text{сеч}}}, \quad (13)$$

где γ – это удельная проводимость токоведущих жил у меди (57 м/Ом * мм²);

$F_{\text{сеч}}$ – сечение жилы рассчитываемого кабеля, мм².

Подставив (13) в (12) получим и решим для *Линия 1*:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} * \rho_0 * \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \\ &= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 3,78 \cdot 0,091 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 2,85 \%. \end{aligned}$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Рассчитаем для *Линии 2*:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 5,29 \cdot 0,18 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 7,88 \%.$$

Так как полученный результат выходит за пределы значения следует рассчитать падение напряжения для кабеля сечением 4 мм².

Подставляем новые данные и получаем:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 5,29 \cdot 0,18 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 4} = 2,95 \%.$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Рассчитаем для *Линии 3*:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 3,03 \cdot 0,114 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 2,86 \%.$$

Выбранные типы, марки и сечения кабелей и полученные данные запишем в таблицу 18.

Таблица 18 – Сводная ведомость кабелей системы наружного освещения

Наименование потребителя	Длина трассы, м	ΔU , %	Тип, марка, сечение кабеля
Линия 1	91	2,85	ВБбШв 3x1,5
Линия 2	180	2,95	ВБбШв 3x4
Линия 3	114	2,86	ВБбШв 3x1,5

Полученные данные заносим в схему электрическую принципиальную наружного освещения приложение А рисунок А.2.

2.3.2 Системы внутреннего освещения

Выбираем сечения кабелей по условию нагрева длительно допустимым током для всех групп:

Выполняя условия (10) и (11) получим:

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,35I_{\text{н.р.}} = 1,35 \cdot 6 = 8,1 \text{ А.}$$

Исходя из условия соответствия выбранному аппарату защиты и условия нагрева допустимо длительным током, а также условия прокладки кабеля выбираем марку кабеля ВВГнг LS 3x1,5.

Пользуясь формулами (12) и (13) вычислим падение напряжение в конце каждой линии, расчёты занесём в сводную ведомость.

Рассчитаем *Освещение 1*:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \rho_0 \cdot \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \\ &= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 4,36 \cdot 0,118 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 4,26 \%. \end{aligned}$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Рассчитаем *Освещение 2*:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \rho_0 \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \\ &= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 0,61 \cdot 0,033 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 0,17 \%. \end{aligned}$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Полученные данные занесём в таблицу 19.

Таблица 19 – Данные выбора кабелей по системе внутреннего освещения

Наименование потребителя	Длина трассы, м	ΔU , %	Тип, марка, сечение кабеля
Освещение 1	118	4,26	ВВГнг LS 3x1,5
Освещение 2	33	0,17	

Полученные данные заносим в схему электрическую принципиальную наружного освещения приложение Б рисунок Б.3.

2.3.3 Системы теплоснабжения

Выбираем сечения кабелей по условию нагрева длительно допустимым током для группы *Обогрев 1* и *Обогрев 2* соблюдая условия (10) и (11), получим:

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,35I_{\text{н.р.}} = 1,35 \cdot 6 = 8,1 \text{ А.}$$

Для группы *Обогрев 3*:

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,35I_{\text{н.р.}} = 1,35 \cdot 10 = 13,5 \text{ А.}$$

Исходя из условия соответствия выбранному аппарату защиты и условия нагрева допустимо длительным током, а также условия прокладки кабеля рекомендаций производителя конвекторов выбираем марку кабеля NYM 3x1,5.

Данный кабель, предназначен для прокладки силовых и осветительных линий переменного тока, соответствует всем требованиям согласно европейским стандартам. Кабель NYM отличается универсальностью в применении, а благодаря своим свойствам и техническим характеристикам рекомендован для использования не только в промышленности, но и в частном секторе, в том числе, и в жилых строениях. Это и предопределило высокий спрос на кабель марки NYM.

Пользуясь формулами (12) и (13) вычислим падение напряжение в конце каждой линии, расчёты занесём в таблицу 20.

Рассчитаем *Обогрев 1*:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \rho_0 \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} =$$

$$= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 4,25 \cdot 0,023 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 0,81 \%$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Рассчитаем *Обогрев 2*:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \rho_0 \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} =$$

$$= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 4,25 \cdot 0,02 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 0,7 \%$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Рассчитаем *Обогрев 3*:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \rho_0 \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} =$$

$$= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 5,66 \cdot 0,018 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 1,5} = 0,84 \%$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Полученные данные занесём в таблицу 20.

Таблица 20 – Данные выбора кабелей по системе теплоснабжения

Наименование потребителя	Длина трассы, м	ΔU , %	Тип, марка, сечение кабеля
Обогрев 1	23	0,81	NYM 3x1,5
Обогрев 2	20	0,7	
Обогрев 3	18	0,84	

Полученные данные заносим в схему электрическую принципиальную наружного освещения приложение В рисунок В.2.

Также для соединения всех конвекторов будем применять кабель УТР 4x2x0,5 САТ. 5е.

Медный кабель «витая пара» УТР 4x2x0,5 САТ 5е оптимальное решение для комплектации высокоскоростных структурных телекоммуникационных сетей, связывающих между собой домашнее, офисное, торговое или

производственное оборудование. Обычно с помощью такого кабеля соединяют в сеть отдельные компьютеры или компьютеры и серверы. В моём случае я буду его применять для коммутации управления через регулятор температуры Varmann Vartronic всеми конвекторами QE 230.110.

2.2.4 Системы обогрева водопровода и системы канализации

Выбираем сечения кабелей по условию нагрева длительно допустимым током для группы в данном случае величина $I_{\text{доп}}$ должна быть больше либо равна $I_{\text{н.р}}$.

Соблюдая эти условия выберем кабеля для подключения этих групп электроприёмников. Будем рассчитывать для $I_{\text{н.р.}} = 10 \text{ А}$ и получим:

$$I_{\text{доп.}} \geq 1,35I_{\text{н.р.}} = 1,35 \cdot 10 = 13,5 \text{ А.}$$

Согласно ПУЭ таблица 1.3.6. сечение кабеля по условию нагрева длительно допустимым током равно $1,5 \text{ мм}^2$, что не соответствует рекомендациям производителя в которых говорится, что минимальное сечения кабеля для подключения саморегулирующего кабеля составляет $2,5 \text{ мм}^2$ [10]. Соответственно исходя из этих условий для каждой группы электроприёмников выберем кабель ВВГнг LS 3х2,5.

Пользуясь формулами (12) и (13) вычислим падение напряжение в конце каждой линии, результаты занесём в таблицу 21.

Рассчитаем для группы *Обогрев водостоков здания 1*:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \rho_0 \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^5 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos\varphi}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot F_{\text{сеч}}} = \\ &= \frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 0,61 \cdot 0,014 \cdot 0,9}{220 \cdot 57 \cdot 2,5} = 0,04 \%. \end{aligned}$$

Условие ГОСТ 32144-2013 выполняются.

Полученные данные занесём в таблицу 21.

Таблица 21 – Данные выбора кабеля для системы обогрева водопровода и канализации

Наименование потребителя	Длина трассы, м	ΔU , %	Тип, марка, сечение кабеля
Обогрев водостоков здания 1	14	0,04	ВВГнг LS 3x2,5
Обогрев водостоков здания 2	23	0,06	
Обогрев водостоков здания 3	11	0,1	
Обогрев водостоков навеса 1	48	0,78	
Обогрев водостоков навеса 2	41	0,66	
Обогрев водостоков навеса 3	48	0,78	
Обогрев водопровода	9	0,03	
Обогрев водостока до колодца	10	0,07	
Обогрев водосборного лотка	10	0,05	

Полученные данные заносим в схему электрическую принципиальную наружного освещения приложение Г рисунок Г.2.

2.4 Разработка руководства по эксплуатации электроконвектора Qtherm Electro

Руководство по эксплуатации служит для описания управления и технического обслуживания конвектора, даёт важные указания по безопасной и эффективной работе с изделием. Является составной частью комплекта поставки конвектора и должно всегда находиться у обслуживающего персонала.

В состав данного руководства входит:

1. Описание и работа конвектора;
2. Использование по назначению;
3. Техническое обслуживание изделия;
4. Текущий ремонт;

5. Хранение;
6. Транспортирование.

Требуемый уровень подготовки специально подготовленного обслуживающего персонала.

Все работы по эксплуатации и обслуживанию изделия и его компонентов должны проводиться только квалифицированным персоналом работающих в специальных организациях имеющих лицензию и соответствующее разрешение на подобный вид работ.

Распространение на модификации изделия.

Данное руководство по эксплуатации распространяется на все виды моделей конвекторов *Qtherm Electro*.

1. Описание и работа конвектора *Qtherm Electro*

1.1 Назначение конвектора. Встраиваемый в пол конвектор (польный конвектор, отопительный канал *Varmann Qtherm Electro* – это готовый к монтажу отопительный прибор с принудительной конвекцией, с тангенциальными вентиляторами на переменное напряжение двести двадцать вольт и частотой тока пятьдесят герц. Вентиляторы могут быть расположены, как со стороны окна, так и помещения. В качестве теплообменника используются электрические нагревательные элементы (ТЭНы) с алюминиевым оребрением. В переходные периоды отопительного сезона прибор может работать без вентилятора за счёт естественной конвекции. Конвектор *Qtherm Electro* имеет два встроенных микропроцессорных блока-регулятора. Один для регулировки температуры нагревательных элементов с датчиком температуры, а другой микропроцессорный блок-регулятор для регулировки скорости вращения вентиляторов. С возможностью работы электроконвектора в «ручном режиме», подключение настенных регуляторов температуры серии *Varmann Vartronic*, подключению к другим системам типа «умный дом».

1.2. Технические характеристики.

Таблица 22 – Технические характеристики конвекторов стандартных типоразмеров

Типоразмер	Габаритные размеры корпуса конвектора			Тепловая мощность, Вт	Назначение и функциональные особенности
	Ширина, мм	Высота, мм	Длина, мм		
Qtherm Electro 180.110	180	110	Любая, в целом исполнении до 2750 мм, стандартные типоразмеры от 750 до 2750 мм с шагом 500 мм.	425 - 2125	Предназначены для экранирования, защиты от выпадения конденсата больших, доходящих до пола окон, витрин тёплым воздухом. Имеет встроенный микропроцессорный регулятор плавного изменения скорости вращения вентиляторов. Имеет очень высокую теплопроизводительность при достаточно низком уровне шума, равномерное распределение теплового потока.
Qtherm Electro 230.110	230	110		850 - 4250	

1.3 Состав изделия. Изделие состоит из:

- корпус из окрашенной оцинкованной или нержавеющей стали с установленным по периметру алюминиевым декоративным бортиком;
- теплообменник с ТЭН из нержавеющей стали и алюминиевым оребрением;
- декоративная решётка, роликового либо линейного исполнения;
- тангенциальные вентиляторы с защитными кожухами на виброопорах (количество определяется длиной конвектора);
- микропроцессорный регулятор скорости вращения вентиляторов и регулятор мощности ТЭН с датчиком температуры воздуха;
- крепёжные ножки;
- регулировочные болты.

1.4 Работа изделия. Работа изделия совершается в двух режимах:

- ручной режим, когда работой конвектора управляют внутренние *блоки микропроцессорного управления* регулятора плавного изменения скорости

вращения вентилятора и контроль температуры нагреваемого воздуха датчиком температуры с выполненным электромонтажом, на напряжение питания ~220 В;

– автоматический режим, когда работой конвектора управляет настенный терморегулятор *Varmann Vartronic*, либо другая интеллектуальная система «умный дом». На регуляторе или системе «умный дом» выставляются все необходимые показатели для поддержания необходимой температуры в помещении.

1.5 Упаковка. Конвектор подвергнут упаковыванию в соответствии с требованиями комплекта конструкторской документации.

2. Использование по назначению.

2.1 Эксплуатационные ограничения. Запрещается эксплуатация *Qtherm Electro* в помещениях со взрывоопасной средой, с химически активной средой, разрушающей металлы и изоляцию, в помещениях с повышенной запыленностью.

Конвектор *Qtherm Electro* может эксплуатироваться в помещениях с температурой -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ в условиях исключаяющих попадание на них капель и брызг. Запрещается эксплуатировать конвектор в непосредственной близости от ванны, душа или плавательного бассейна.

Запрещается эксплуатация конвектора на расстоянии не менее полуметра от легковоспламеняющихся предметов, запрещается накрывать решётку конвектора и препятствовать движению воздуха, запрещается подводить к корпусу конвектора легковоспламеняющиеся ковровые покрытия.

2.2 Подготовка изделия к использованию. Конвектор *Qtherm Electro* аккуратно без применения режущих предметов извлекают из упаковки, далее монтируют на заранее подготовленное место, подключают к электрической сети и кабелям связи, проверяют на работоспособность, производят настройку системы.

2.3 Использование изделия.

– подают питание на конвектор и управляющий элемент (терморегулятор);

– выставляют необходимую температуру на терморегуляторе;

– проверяют, что конвектор на выходе выдаёт тёплый воздух.

3. Техническое обслуживание изделия.

3.1 Общие указания. При нормальной эксплуатации конвектора *Qtherm Electro* требуется периодическая, не реже одного раза в шесть месяцев, сухая чистка от пыли корпуса и решётки с последующим контролем работоспособности.

3.2 Меры безопасности. Встраиваемый в пол конвектор *Qtherm Electro* соответствует всем требованиям, обеспечивающий безопасность потребителя, согласно ГОСТ Р МЭК 60335-2-30-99, ГОСТ Р МЭК 335-1-94, ГОСТ Р 51318.14.1-99.4. При эксплуатации конвектора *Qtherm Electro* соблюдайте общие правила электробезопасности при пользовании электроприборами. Конвектор *Qtherm Electro* по типу защиты от поражения электрическим током относится к классу I по ГОСТ Р МЭК 335-1-94.

Работы по техническому обслуживанию следует проводить при отключённом питании конвектора, соблюдая меры безопасности. Для защиты электропроводки от перегрузок и короткого замыкания на электрощите питания необходимо применять автоматические выключатели.

3.3 Порядок технического обслуживания изделия [3]:

– выключить питание конвектора;

– снять декоративную решётку;

– включить пылесос и с помощью щелевой насадки удалить пыль и грязь скопившуюся на дне и стенках конвектора;

– оставшуюся пыль вытереть влажной тряпкой;

– дать испариться влаге из конвектора (не менее тридцати минут);

– закрыть декоративную решётку;

– подать питание на конвектор;

- убедиться в наличии напряжения в конвекторе характерным миганием светодиодов;
- включить конвектор и убедиться в его работоспособности после того, как он начал подавать в помещение тёплый воздух;
- сделать соответствующую запись в журнале эксплуатации и технического обслуживания.

3.4 Проверка работоспособности изделия. Работоспособность конвектора проверяют в следующем порядке [3]:

- подают питание на конвектор;
- проверяют наличие напряжения на конвекторе;
- на терморегуляторе выставляют необходимую температуру;
- проверяют включение ТЭН конвектора;
- в течении 72 часов оставляют включенной систему для проверки стабильности работы;
- отключают систему, если в ней нет необходимости, либо оставляют включенной и пользуются.

3.5 Техническое освидетельствование. Встраиваемый в пол конвектор *Qtherm Electro*, соответствует требованиям ТУ 4935-001-66926549-2006, прошёл все виды испытаний и признан годным для эксплуатации [3].

4. Текущий ремонт.

Общие указания. Текущий ремонт могут производить специально обученные специалисты организаций имеющие лицензии и разрешения.

5. Хранение

5.1 Перечень составных частей изделия с ограниченным сроком действия. Гарантийный срок эксплуатации корпуса конвектора *Qtherm Electro* – 10 лет, электрических комплектующих, в том числе вентиляторов и ТЭН – 1 год.

5.2 Условия хранения. Хранить конвектора в упаковке при температуре от -30°C до $+30^{\circ}\text{C}$ в крытых помещениях при относительной влажности не

менее 80 %. Защищены от воздействия влаги и химических веществ, вызывающих коррозию.

5.3 Утилизация. Утилизация электрооборудования должна происходить в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012.

6. Транспортирование.

6.1 Требование к транспортированию изделия и условиям. Конвектор *Qtherm Electro* может транспортироваться всеми видами крытого транспорта с исключением возможности ударов и перемещений при температуре воздуха от -30°C до $+30^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 80% в соответствии с манипуляционными знаками на этикетке упаковки.

После транспортирования конвектора *Qtherm Electro* при отрицательных температурах требуется выдержка в помещении, где предполагается его эксплуатация, без включения в сеть и без извлечения из упаковки, не менее двух часов.

6.2 Способы крепления изделия во время транспортировки. Специального крепления при транспортировке не требуется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была разработана комплексная система схем энергоснабжения автозаправочной станции с применением энергосберегающих технологий.

В ходе работы были проанализированы инженерные системы автозаправочной станции на предмет внедрения энергосберегающих технологий, были выбраны соответствующие системы. После этого были произведены соответствующие расчёты электрических нагрузок выбранных систем. На основании произведённых расчётов электрических нагрузок было выбрано соответствующее расчётам самое современное электрическое оборудование для защиты потребителей и коммутации электрических линий этих систем.

Разработано руководство по эксплуатации конвектора Qtherm Electro для всех моделей и модификаций в соответствии с ГОСТом.

Таким образом цель выпускной квалификационной работы была достигнута, а поставленные в выпускной квалификационной работе задачи – выполнены.

Разработка комплексной системы схем энергоснабжения произведена в соответствии с учётом действующих норм и правил, других нормативных документов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 32144-3013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. ГОСТ Р МЭК 60335-2-30-99 Дополнительные требования к комнатным обогревателям и методы испытаний.
3. ГОСТ Р МЭК 335-1-94 Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Общие методы и требования испытаний.
4. ГОСТ Р 51318.14-99.4 Помехоустойчивость бытовых приборов, электрических инструментов и аналогичных устройств.
5. ГОСТ Р 55102-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов.
6. Инструкция по монтажу и паспорт. Счетчик электрической энергии многофункциональный ЕвроАЛЬФА. – Москва: ЭльстерМетроника, 2005. – 35с.
7. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч.1. Расчёт электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования: учебное пособие/А.В. Кабышев. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 185с.
8. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчёт и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие/А.В. Кабышев, С.Г. Обухов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 248с.
9. Кузнецов К. Б., Васин В. К., Купаев В. И. Безопасность жизнедеятельности часть 2: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – Москва: Маршрут, 2005. – 576с.

10. Компания «Специальные системы и технологии». Антиобледенительная система для кровель «Теплоскат». Каталог. – Москва: Компания «Специальные системы и технологии», 2008. – 68с.
11. Кузнецова Г.С., Штин А.Н., Несенюк Т.А. Расчет трехфазных коротких замыканий в расщепленных устройствах тяговых и трансформаторных подстанций. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2004. – 36с.
12. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ – 016 – 2001., с изм. и доп. 2003г. – Москва: Изд-во НЦЭНАС.
13. Морозова И.М., Кузнецов Ю.В. Проектирование схем энергоснабжения промышленных предприятий и городов: Учеб. Пособие. Екатеринбург. 2004. Рос.гос.проф.-пед. ун-т, 2004. 86 с.
14. Правила устройства электроустановок. Главы 1.1, 1.2, 1.7 – 1.9, 2.4, 4.1, 6.1 – 6.4, 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. – Москва: ЭНАС, 2008. – 552 с. – (Нормативная база).
15. Рекус Г.Г. Электрооборудование производств: Учебное пособие. – Москва: Высшая школа, 2005. – 709с.
16. Справочник по проектированию электроснабжения/Под редакцией Ю.Г. Барыбина и др. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 576с.
17. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Том 2/Под редакцией А.А. Федорова. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 592с.
18. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е. И. Чучкалова,
19. Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос.проф.-пед. ун-т», 2006. – 66 с.
20. Тульчин И.К., Нудлер Г.И. Электрические сети жилых и общественных зданий: учебное пособие. – Москва: Энергоатомиздат. – 304с.

21. Шашлов А.Б. Основы светотехники: учебник для вузов / А.Б. Шашлов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Москва: Логос, 2011. –256с. – (Новая университетская библиотека).

22. Шевченко Н.Ю. Проектирование системы электроснабжения цеха: учеб. пособие по выполнению курсового проекта/ Н.Ю. Шевченко, К.Н. Бахтиаров. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015. – 104с.

23. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения: методическое пособие для курсового проектирования. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 214с.

24. Штин А.Н., Несенюк Т.А. Выбор оборудования распределительных устройств тяговых и трансформаторных подстанций: Методическое пособие для практический занятий, курсового и дипломного проектирования. – Екатеринбург.: Изд-во УрГУПС, 2009. – 67с.

25. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. Пособие. 3-е изд., испр. И доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2005. – 150 с.

26. Каталог ООО "Легран" [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.legrand.ru/> (дата обращения 12.11.2017).

27. Интернет-магазин электрооборудования // каталог автоматических выключателей [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adp.ru/> (Дата обращения 23.01.2017).

28. Каталог оборудования OJ Electrics [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.ojelectrics.ru/> (дата обращения 14.11.2017).

29. Каталог оборудования светильников «Световые технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.ojelectrics.ru/> (дата обращения 13.11.2017).

30. Технический каталог оборудования Shneider Electric [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.shneider-electric.ru/ru/> (дата обращения 13.11.2017).

31. Технический каталог оборудования ООО «Varmann» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.varmann.ru/> (дата обращения 10.11.2017).

32. Учебные материалы онлайн [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studwood.ru/> (Дата обращения 23.11.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИЛОЖЕНИЕ А.1

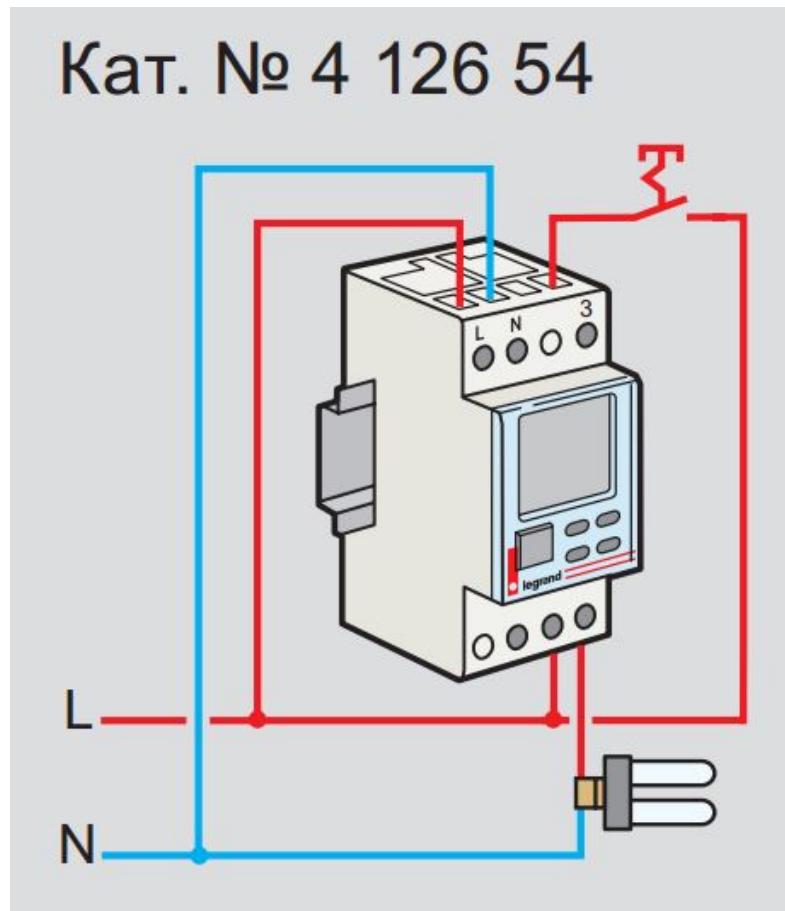


Рисунок А.1 – Схема подключения астрономического реле 4 126 54 фирмы Legrand
(рекомендуемая производителем)

ПРИЛОЖЕНИЕ А.2

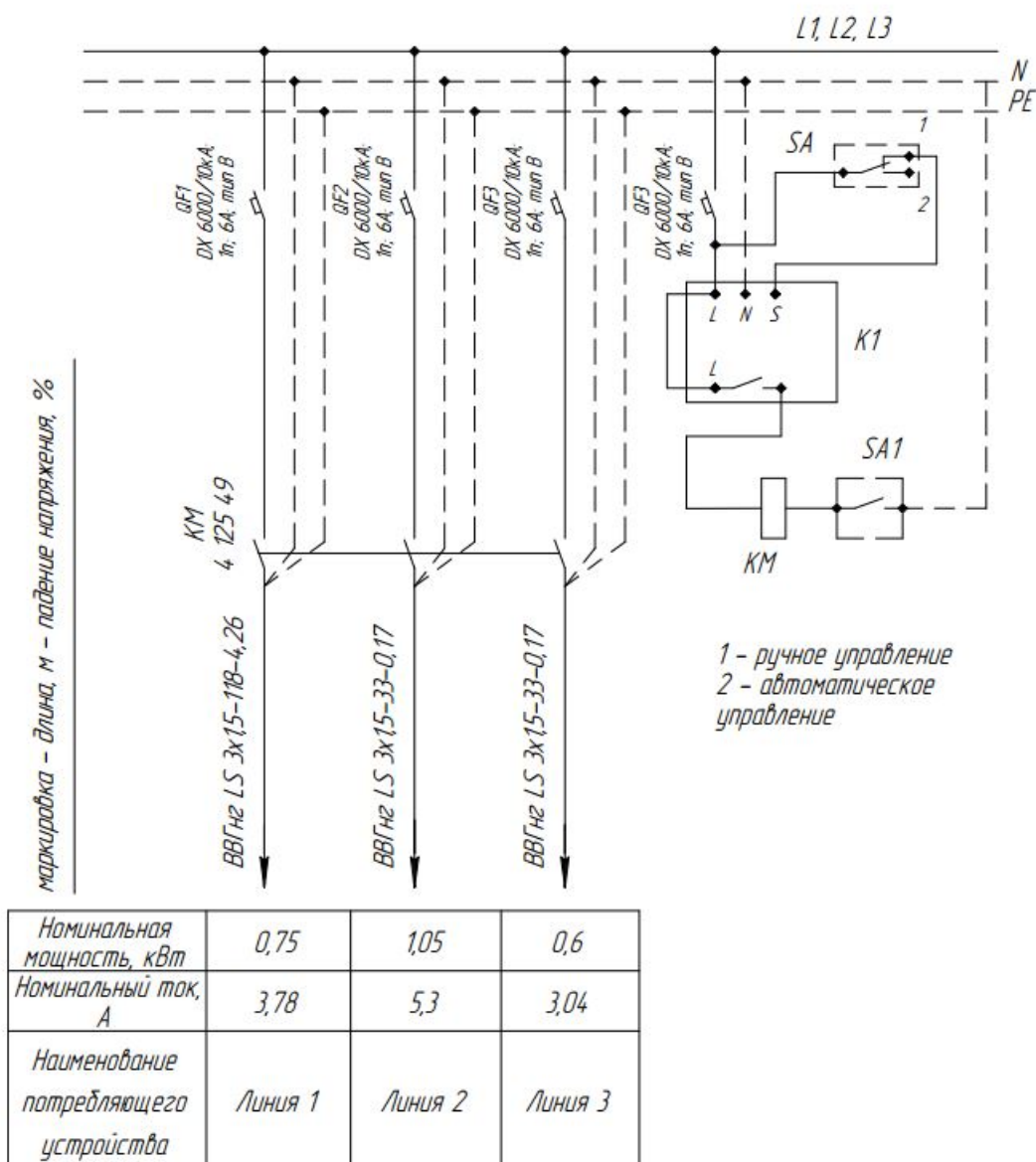


Рисунок А.2 – Однолинейная схема системы наружного освещения автозаправочной станции

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1

Арт. № CCTR1PA02 (упаковка блистер)

Технические характеристики

Зона охвата: до 360°

Установка: на горизонтальную и вертикальную поверхность

Зона контроля: до 7,4 м при высоте установки 2,4 м

Уровень освещенности: 5 – 2000 лк

Регулировка времени: 3 с – 10 мин

Тип нагрузки:

Лампы накаливания: 1000 Вт

Галогенные лампы, 230В: 1000 Вт

Люминесцентные лампы: 250 ВА

Емкостная нагрузка 21 мкФ

Автоматический режим, ручной режим



Преимущество: с помощью датчика движения Argus Standard 360 Вы можете снизить расходы на электричество благодаря управлению освещением, основанному на Ваших потребностях.

Рисунок Б.1 – Технические характеристики датчика движения ARGUS

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.2

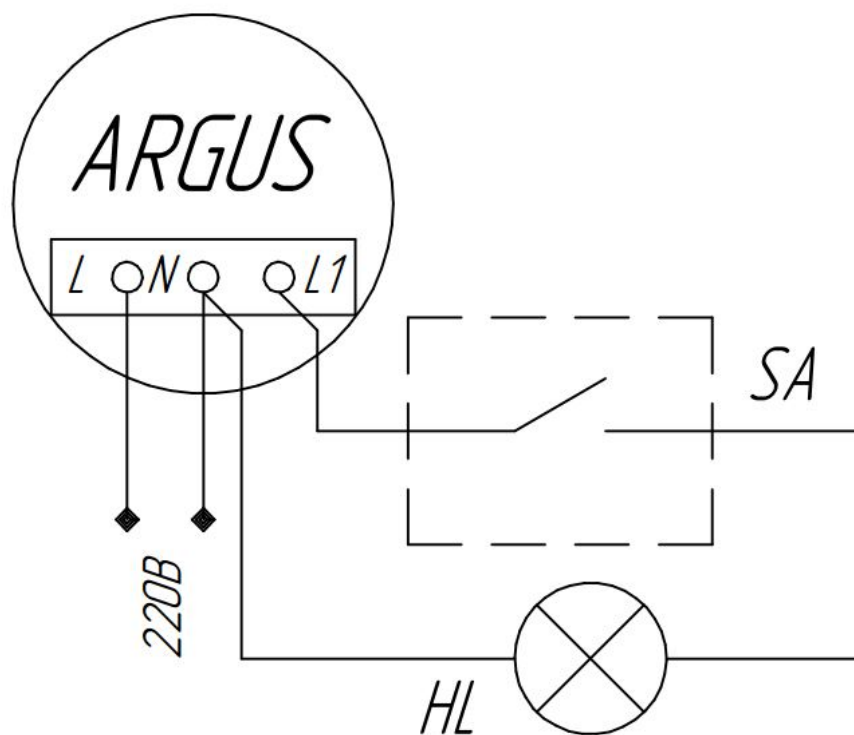
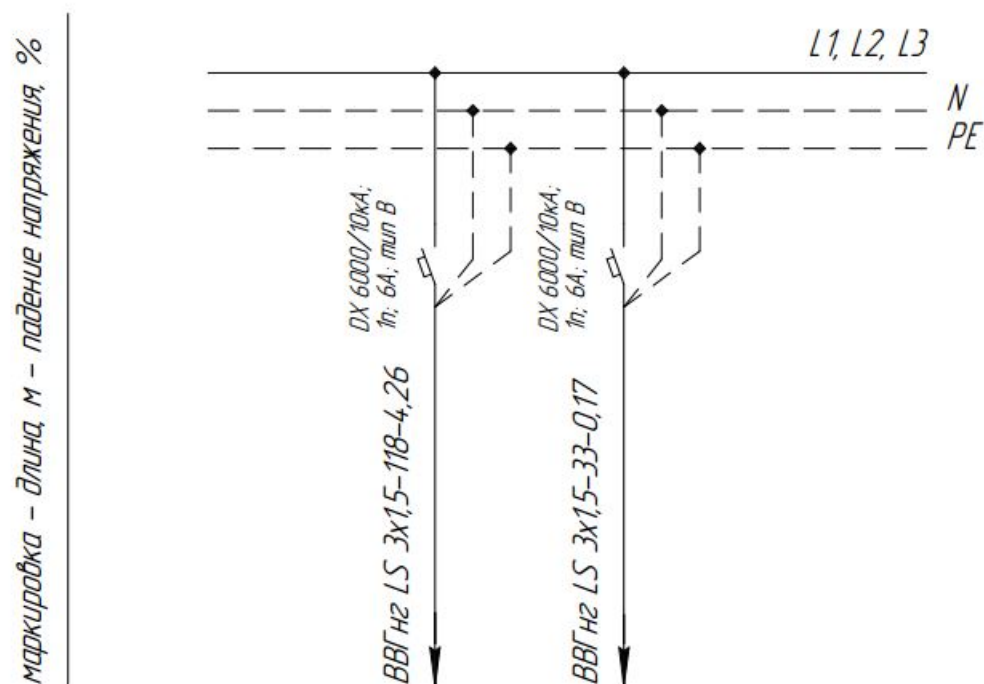


Рисунок Б.2 – Схема электрическая принципиальная подключения датчика движения ARGUS

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.3



Номинальная мощность, кВт	0,864	0,12
Номинальный ток, А	4,36	0,61
Наименование потребляющего устройства	Освещение 1	Освещение 2

Рисунок Б.3 – Однолинейная схема системы внутреннего освещения операторной

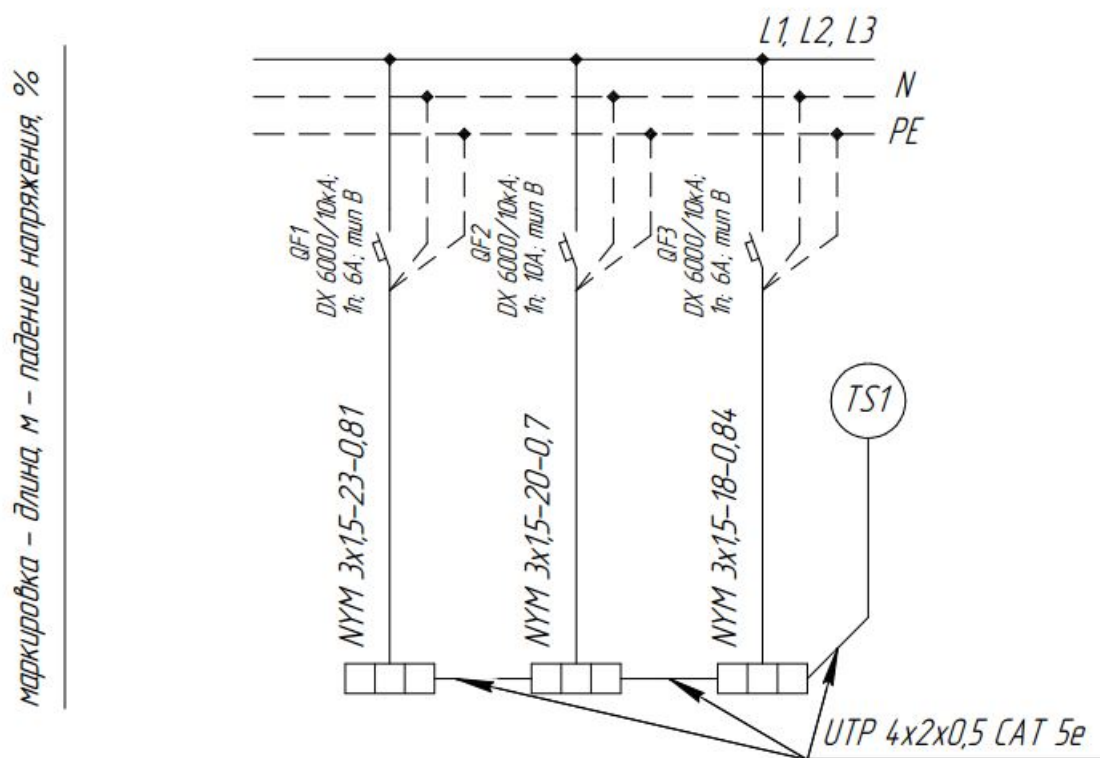
ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРИЛОЖЕНИЕ В.1



Рисунок В.1 – Общий вид конвектора Qtherm Electro в разрезе

ПРИЛОЖЕНИЕ В.2



Номинальная мощность, кВт	1,296	1,296	1,728
Номинальный ток, А	4,25	4,25	5,66
Наименование потребляющего устройства	Обогрев 1	Обогрев 2	Обогрев 3

Рисунок В.2 – Однолинейная схема системы теплоснабжения операторной

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.1



Рисунок Г.1 – Внешний вид оборудования системы обогрева водопровода и канализации:

1 – терморегулятор ETR2; 2 – датчик регистрации температуры воздуха ETF-744/99; 3 – датчик влажности ETOR-55; 4 – датчик температуры и влажности грунта.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.2



Рисунок Г.2 – Элементы саморегулирующего кабеля 23FSLe

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.3

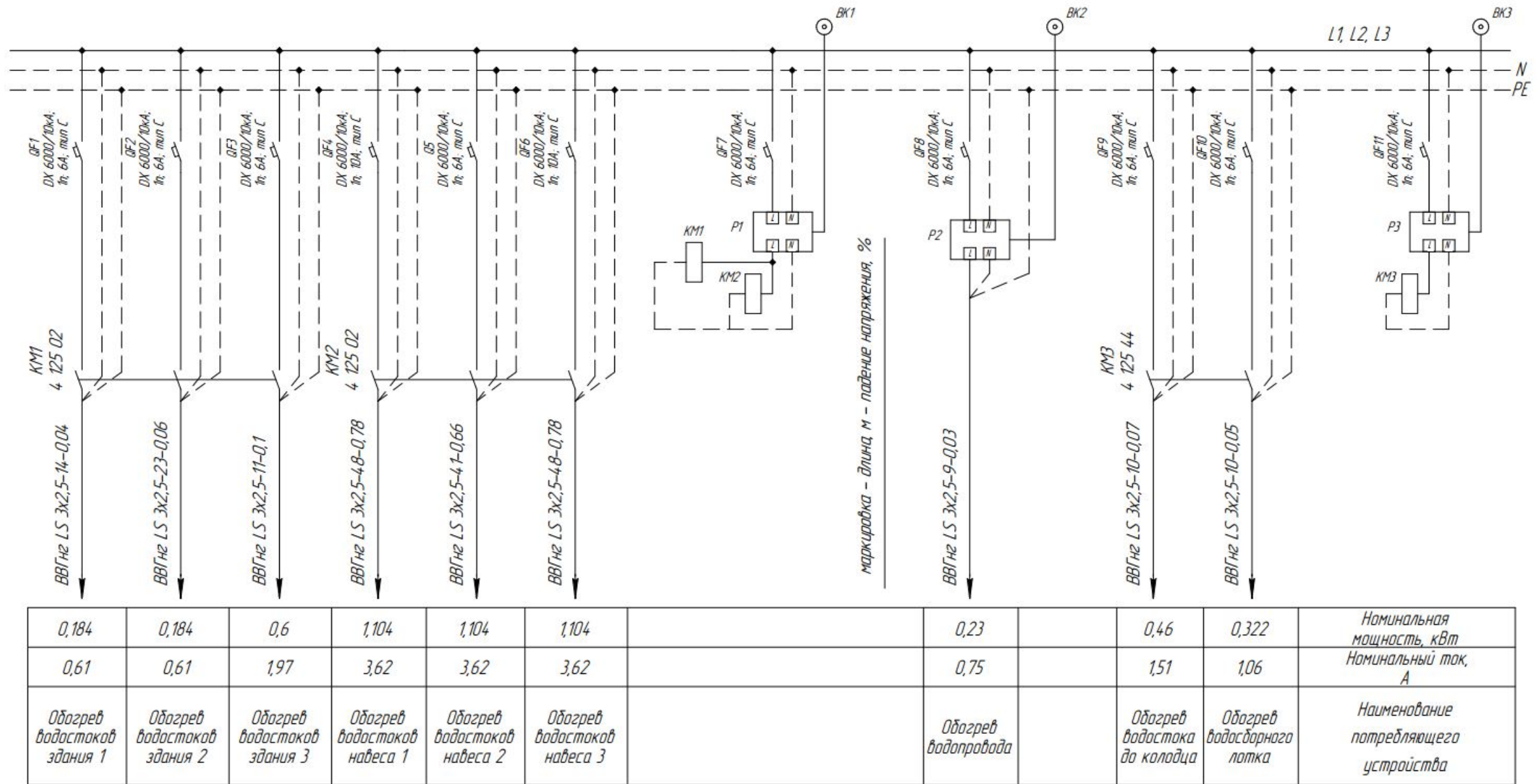


Рисунок Г.3 – Однолинейная схема системы обогрева водопровода и канализации