

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Энергетический институт
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электропривода и электрооборудования

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

ТЕПЛОВОЙ НАСОС В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ «УМНОГО ДОМА»

УДК 621.577:681.526:644.11:697

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Б	Винокуров Иван Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	С. Н. Кладиев	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	М. Н. Трофимова			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭБЖ	А. Г. Дашковский	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Ю. Н. Дементьев	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН

Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

Кафедра ЭПЭО

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Г2Б	Винокуров Иван Викторович

Тема работы:

Тепловой насос в системе энергоснабжения «Умного дома»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2520/с от 01.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

08.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Система управления насосным оборудованием на базе контроллера Siemens LOGO.</i>
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>Разработать систему автоматического управления насосом циркуляции теплоносителя в системе отопления. Осуществить выбор электрооборудования для обеспечения энергоэффективных режимов его работы.</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	М. Н. Трофимова
Социальная ответственность	А. Г. Дашковский

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	С. Н. Кладиев	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Б	Винокуров Иван Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ-
РЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Г2Б	Винокуров Иван Викторович

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электрооборудование и электрохозяйство промышленных предприятий, организаций и учреждений

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, финансовых и человеческих ресурсов.	Материальные затраты, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления, накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	В соответствии с Налоговым кодексом РФ ЕСН=30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование комплекса работ (определение состава работы, определение действующих лиц, установление длительности работы)	Расчет временных показателей проведения научного исследования. Составление календарного план-графика
2. Расчет бюджета для научно-технического исследования (определение материальных затрат, подсчет основной заработной платы исполнителей)	Расчет сметы затрат
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет показателя конкурентоспособности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта
2. Бюджет затрат НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трофимова М.Н.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Б	Винокуров Иван Викторович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 91 страницу, 35 рисунков, 20 таблиц, 15 источников.

Ключевые слова: *Система автоматического управления насосной установкой, система отопления коттеджа, рециркуляционный насос.*

Объектом исследования являются инженерные системы электроснабжения и отопления двухэтажного коттеджа общей площадью 162,5 м².

Цель работы – Усовершенствовать систему отопления коттеджа введением и разработкой системы автоматического управления насосной установкой циркуляции горячей воды тепловой сети.

В процессе исследования проводились разработка САР насоса циркуляции воды в системе отопления.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007.

Введение

Самым популярным на данный момент способом отапливать жилище является использование котлов отопления – газовых, твердотопливных, дизельных и намного реже – электрических. А вот такие простые и в тоже время высокотехнологичные системы, как тепловые насосы, не получили повсеместного распространения, и очень зря. Для тех, кто любит и умеет просчитывать все наперед, их преимущества очевидны. Тепловые насосы для отопления не сжигают невозполнимых запасов природных ресурсов, что крайне важно не только с точки зрения охраны окружающей среды, но и позволяет экономить на энергоносителях, так как они дорожают с каждым годом. К тому же, с помощью тепловых насосов можно не только отапливать помещение, но и подогревать горячую воду для хозяйственных нужд, и кондиционировать помещение в летний зной.

1.1 Принцип действия теплового насоса

В основу работы теплового насоса, холодильника и кондиционера положен цикл Карно.

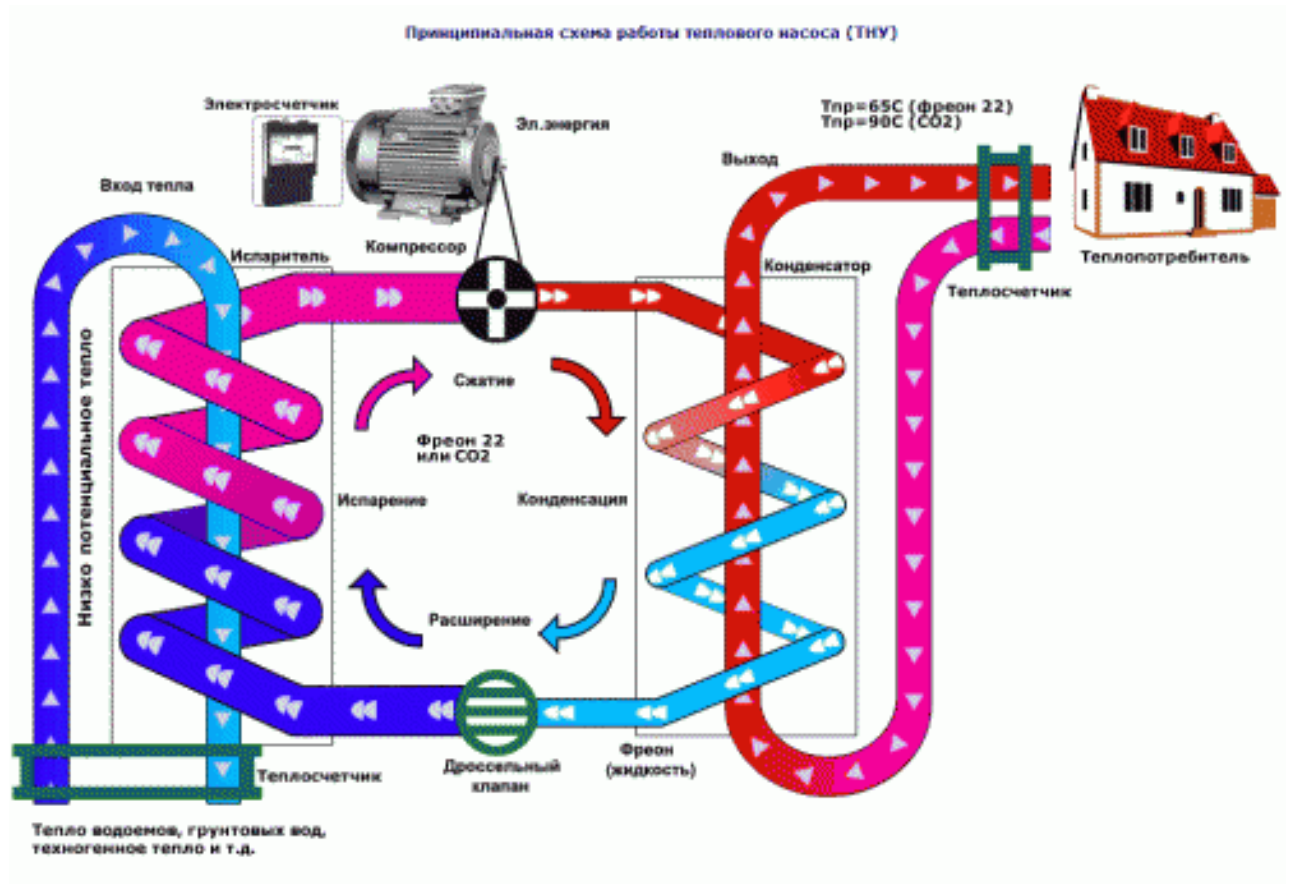


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы теплового насоса

1. Теплоноситель, двигаясь по источнику низкотемпературного тепла, например, грунту, нагревается на несколько градусов.
2. Затем он поступает в теплообменник, называемый испаритель. В испарителе теплоноситель отдает накопленное тепло хладагенту. **Хладагент** – это специальная жидкость, которая превращается в пар при низкой температуре.
3. Приняв на себя температуру с теплоносителя, нагретый хладагент превращается в пар и поступает в компрессор. В компрессоре происходит сжатие хладагента, т.е. повышение его давления, за счет чего повышается и его температура.

4. Горячий сжатый хладагент поступает в другой теплообменник, называемый конденсатор. Здесь хладагент отдает свое тепло другому теплоносителю, который предусмотрен в системе отопления дома (вода, антифриз, воздух). При этом хладагент охлаждается и снова превращается в жидкость.

5. Далее хладагент поступает в испаритель, где нагревается от новой порции нагретого теплоносителя, и цикл повторяется.

Для обеспечения работы теплового насоса необходимо электричество. Но это все равно намного выгоднее, чем использовать только электрообогреватель. Так как электрокотел или электрообогреватель тратит ровно столько же электроэнергии, сколько и выдает тепла. Например, если на обогревателе написана мощность 2 кВт, то он тратит 2 кВт в час и выдает 2 кВт тепла. А тепловой насос выдает тепла в 3...7 раз больше, чем тратит электроэнергии. Например, используется 5,5кВт/час на работу компрессора и насоса, а тепла получается 17 кВт/час. Именно такой высокий КПД и является основным достоинством теплового насоса.

1.2 Преимущества и недостатки системы отопления «тепловой насос»

- *Экономия на энергоносителе.* В связи с растущими ценами на газ и дизтопливо очень актуальное преимущество. В графе «ежемесячные расходы» будет значиться только электроэнергия, которой как мы уже писали необходимо намного меньше, чем реально производится тепла. При покупке агрегата необходимо обратить внимание на такой параметр, как коэффициент трансформации тепла « ϕ » (может называться еще коэффициент преобразования тепла, коэффициент трансформации мощности или температур). Он показывает отношение количества тепла на выходе к затрачиваемой энергии. Например, если $\phi=4$, то при расходе 1 кВт/час мы получим 4 кВт/час тепловой энергии.

- *Экономия на техобслуживании.* Тепловой насос не требует к себе никакого особенного отношения. Расходы на его обслуживание минимальны.

- *Можно устанавливать в любой местности.* Источниками низкотемпературного тепла для работы теплового насоса могут служить грунт, вода или воздух. Где бы Вы ни строили дом, даже в скалистой местности, всегда найдется возможность найти «пищу» для агрегата. В местности, удаленной от газовой магистрали, это одна из самых оптимальных систем отопления. И даже в регионах без линий электропередач можно установить бензиновый или дизельный движок для обеспечения работы компрессора.

- *Нет необходимости следить за работой насоса, добавлять топливо,* как в случае с твердотопливным или дизельным котлом. Вся система отопления с тепловым насосом автоматизирована.

- *Можно уехать на длительный срок* и не бояться, что система замерзнет. При этом можно сэкономить, установив насос на обеспечение в жилом помещении температуры $+10^{\circ}\text{C}$.

- *Безопасность для окружающей среды.* Для сравнения при использовании традиционных котлов, сжигающих топливо, всегда образуются различные окислы CO , CO_2 , NO_x , SO_2 , PbO_2 , как следствие вокруг дома на почве оседают фосфорная, азотистая, серная кислоты и бензойные соединения. При работе теплового насоса не выбрасывается ничего. А используемые в системе хладагенты абсолютно безопасны.

- Сюда же можно отметить *сохранение невозполнимых природных ресурсов планеты.*

- *Безопасность для человека и имущества.* В тепловом насосе ничего не нагревается до такой температуры, чтобы вызвать перегрев или взрыв. К тому же, в нем попросту нечему взрываться. Так что его можно отнести к полностью пожаробезопасным агрегатам.

- *Тепловые насосы успешно работают даже при температуре окружающей среды -15°C .* Так что если кому-то кажется, что такой системой можно обогревать дом только в регионах с теплыми зимами до $+5^{\circ}\text{C}$, то они ошибаются.

- *Реверсивность теплового насоса.* Неоспоримым преимуществом является универсальность установки, с помощью которой можно и отапливать зимой, и охлаждать летом. В жаркие дни тепловой насос забирает тепло из помещения и направляет его в грунт на хранение, откуда снова возьмет зимой. Обратите внимание, что реверсной способностью обладают не все тепловые насосы, а только некоторые модели.

- *Долговечность.* При должном уходе тепловые насосы системы отопления служат от 25 до 50 лет без капитального ремонта, и только раз в 15...20 лет потребуется заменить компрессор.

Недостатки систем отопления с тепловым насосом:

- *Большие первоначальные капиталовложения.* Помимо того, что на тепловые насосы для отопления цены довольно высоки (от 3000 до 10000 у.е.), так еще дополнительно на обустройство геотермальной системы потребуется затратить не меньше, чем на сам насос. Исключением является воздушный тепловой насос, не требующий дополнительных работ. Окупится тепловой насос не скоро (лет через 5...10). Так что ответ на вопрос, использовать или не использовать тепловой насос для отопления, скорее зависит от предпочтений хозяина, его финансовых возможностей и условий строительства.

- В регионах, где температура зимой опускается ниже -15°C , *необходимо использовать дополнительный источник тепла.* В этом случае используется *бивалентная система отопления*, в которой тепловой насос обеспечивает тепло, пока на улице до -20°C , а когда он не справляется, подключается, например, электрообогреватель или газовый котел, или теплогенератор.

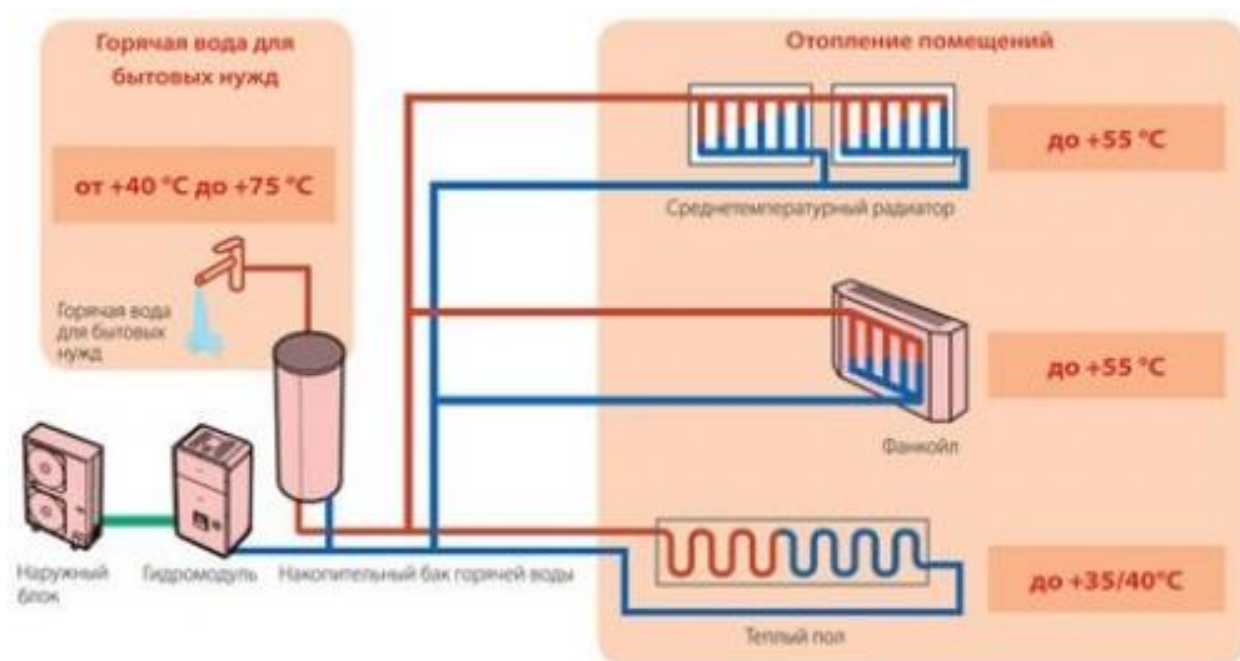


Рисунок 2 – Тепловой насос с дополнительным источником тепла

- *Наиболее целесообразно использовать тепловой насос в системах с низкотемпературным теплоносителем, таких как **система «теплый пол»** (+35°C) и **фанкойлы** (+35...+45°C). **Фанкойлы** представляют собой вентиляторный конвектор, в котором происходит передача тепла/холода от воды воздуху. Для обустройства такой системы в старом доме потребуется полная перепланировка и перестройка, что повлечет дополнительные затраты. При строительстве нового дома это не является недостатком.*
- *Экологичность тепловых насосов, берущих тепло из воды и грунта, несколько относительна. Дело в том, что в процессе работы пространство вокруг труб с теплоносителем охлаждается, а это нарушает устоявшуюся экосистему. Ведь даже в глубине грунта живут анаэробные микроорганизмы, обеспечивающие жизнедеятельность более сложных систем. С другой стороны – по сравнению с добычей газа или нефти ущерб от теплового насоса минимален.*

1.3 Источники тепла для работы теплового насоса

Тепловые насосы берут тепло из тех природных источников, которые накапливают солнечную радиацию в течение теплого периода. В зависимости от источника тепла различаются и тепловые насосы.

Грунт

Грунт – самый стабильный источник тепла, которое накапливается за сезон. На глубине 5...7м температура грунта практически всегда постоянна и равна примерно $+(5...8)^{\circ}\text{C}$, а на глубине 10м – всегда постоянна $+10^{\circ}\text{C}$. Существует два способа сбора тепла с грунта.

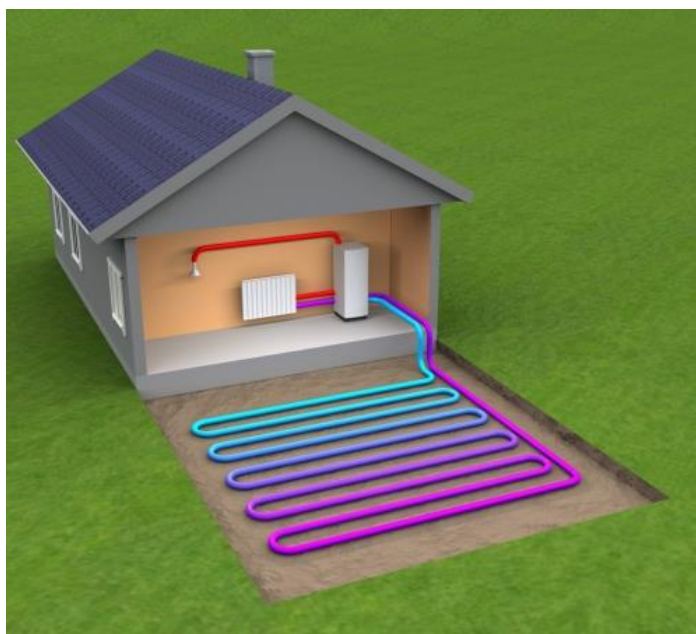


Рисунок 3 – способ сбора тепла с грунта

Горизонтальный грунтовый коллектор представляет собой уложенную горизонтально трубу, по которой циркулирует теплоноситель. Глубина расположения горизонтального коллектора высчитывается индивидуально в зависимости от условий, иногда это 1,5...1,7м – глубина промерзания грунта, иногда ниже – 2...3м для обеспечения большей стабильности температуры и меньшей разницы, а иногда всего 1...1,2м – здесь грунт начинает быстрее прогреваться

весной. Бывают случаи, когда обустраивают двухслойный горизонтальный коллектор.



Рисунок 4 – Горизонтальный грунтовый коллектор

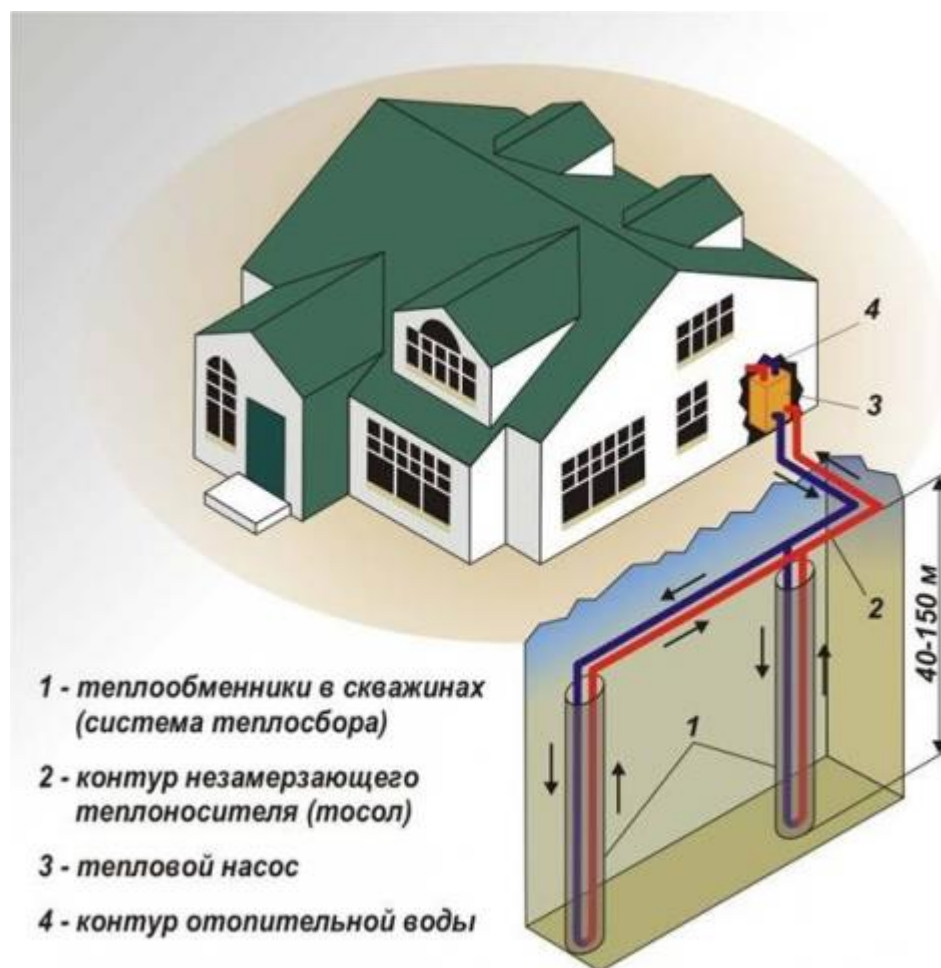
Трубы горизонтального коллектора могут иметь различный диаметр 25 мм, 32 мм и 40 мм. Форма их раскладки тоже может быть разной – змейка, петля, зигзаг, различные спирали. Расстояние между трубами в змейке должно быть не менее 0,6 м, и обычно составляет 0,8 – 1 м.

Удельный теплосъем с каждого погонного метра трубы зависит от структуры грунта:

- Песок сухой – 10 Вт/м;
- Глина сухая – 20 Вт/м;
- Глина более влажная – 25 Вт/м;
- Глина с очень большим содержанием воды – 35 Вт/м.

Для отопления дома площадью 100м² при условии, что грунт представляет собой влажную глину, понадобится 400м² площади участка под коллектор. Это довольно много – 4...5 соток. А с учетом того, что на данном участке не должно быть никаких строений и допускается только газон и клумбы с однолетними цветами, то не каждый может себе позволить обустроить горизонтальный коллектор.

По трубам коллектора течет специальная жидкость, ее еще называют «**рассол**» или **антифриз**, например, 30% раствор этиленгликоля или пропиленгликоля. «Рассол» собирает на себя тепло грунта и направляется к теплому насосу, где передает его хладагенту. Остывший «рассол» снова течет в грунтовый коллектор.



Вертикальный грунтовый зонд представляет собой систему труб, заглубленных на 50...150м. Это может быть всего одна U-образная труба, опущенная на большую глубину 80...100м и залитая бетонным раствором. А может быть система U-образных труб, опущенных на 20м, чтобы собрать энергию с большей площади. Выполнение бурильных работ на глубину 100...150м не только дорого стоит, но и требует получения специального разрешения, именно поэтому часто идут на хитрость и обустраивают несколько зондов небольшой глубины. Расстояние между такими зондами делают 5...7м.

Удельный теплосъем с вертикального коллектора также зависит от породы:

- Осадочные породы сухие – 20Вт/м;
- Осадочные породы, насыщенные водой, и каменистая почва – 50Вт/м;
- Каменистая почва с высоким коэффициентом теплопроводности – 70 Вт/м;
- Подземные (грунтовые) воды – 80Вт/м.

Площадь под вертикальный коллектор необходима совсем маленькая, но стоимость их обустройства выше, чем у горизонтального коллектора. Достоинством вертикального коллектора также является более стабильная температура и больший теплосъем.

Вода

Использовать воду в качестве источника тепла можно по-разному.

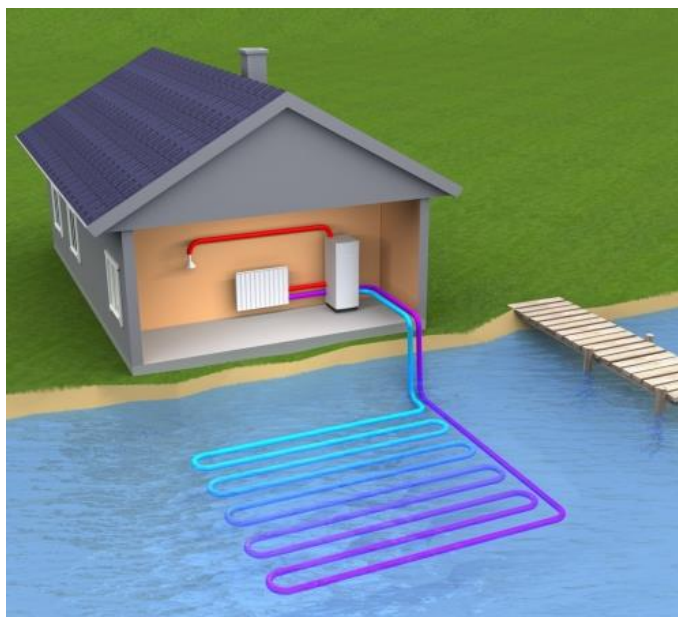


Рисунок 5 – Коллектор на дне открытого незамерзающего водоема

Коллектор на дне открытого незамерзающего водоема – реки, озера, моря – представляет собой трубы с «рассолом», притопленные с помощью груза. За счет высокой температуры теплоносителя этот способ получается самым выгодным и экономичным. Обустроить водный коллектор могут только те, от кого водоем находится не дальше 50 м, иначе теряется эффективность установ-

ки. Такие условия есть не у всех. Но не использовать тепловые насосы жителям побережья просто нецелесообразно.

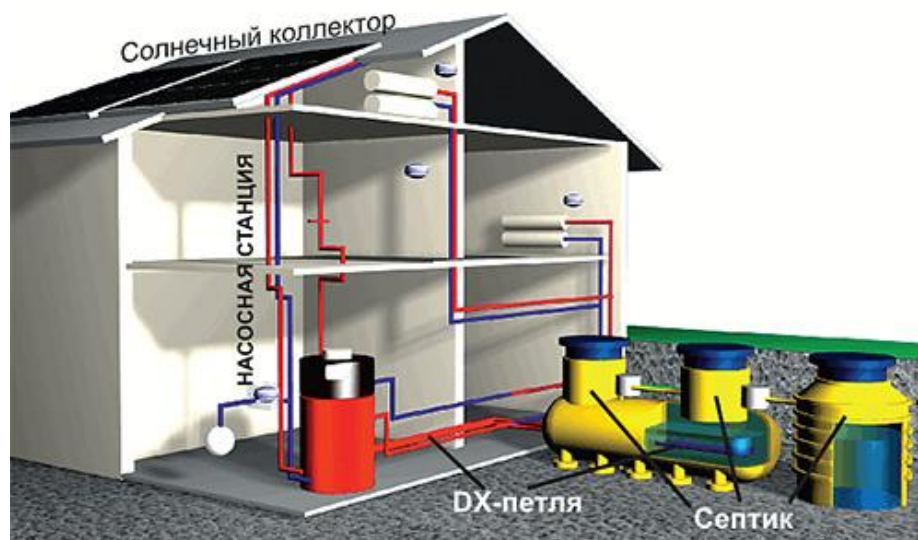


Рисунок 6 – Коллектор в канализационных стоках

Коллектор в канализационных стоках или сбросовой воде после технических установок можно использовать для отопления домов и даже многоэтажек и промышленных предприятий в черте города, а также для приготовления горячей воды. Что с успехом делается в некоторых городах нашей Родины.

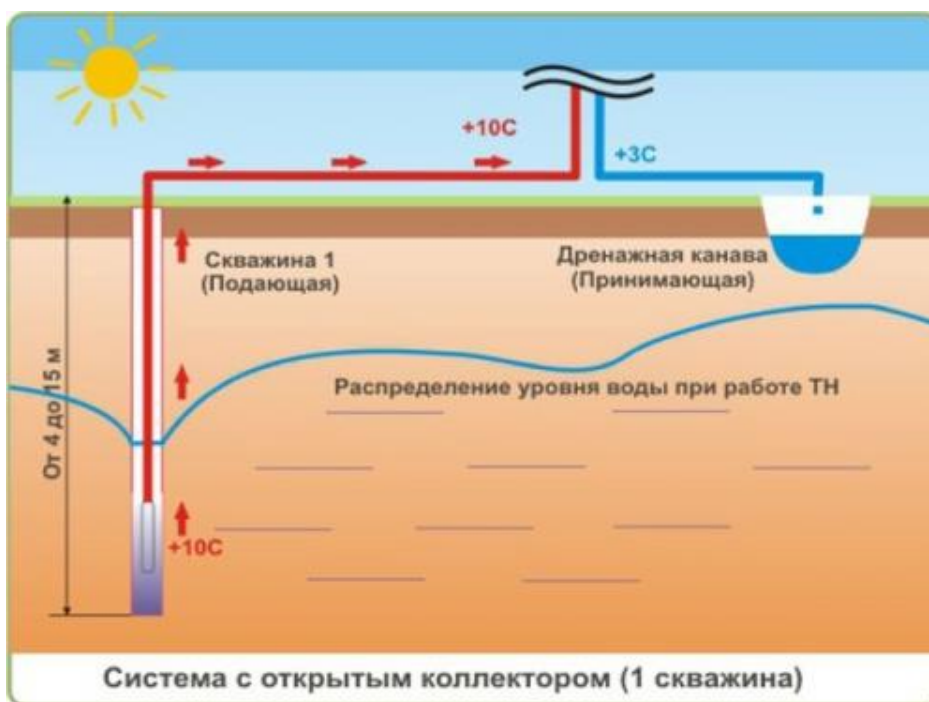


Рисунок 7 – Система с открытым коллектором

Скважинную или грунтовую воду используют реже, чем другие коллекторы. Такая система подразумевает строительство двух скважин, из одной забирается вода, которая передает свое тепло хладагенту в тепловом насосе, а во вторую сбрасывается остывшая вода. Вместо скважины может быть фильтрационный колодец. В любом случае сбросовая скважина должна находиться на расстоянии 15 – 20 м от первой, да еще и ниже по течению (подземные воды тоже имеют свое течение). Данная система довольно сложна в эксплуатации, так как за качеством поступающей воды необходимо следить – фильтровать ее, и защищать детали теплового насоса (испаритель) от коррозии и загрязнения.

Воздух



Рисунок 8 – Система отопления с воздушным тепловым насосом

Самую простую конструкцию имеет **система отопления с воздушным тепловым насосом**. Никакого дополнительного коллектора не нужно. Воздух из окружающей среды напрямую поступает к испарителю, где передает свое тепло хладагенту, а тот в свою очередь передает тепло теплоносителю внутри

дома. Это может быть воздух для фанкойлов или вода для теплого пола и радиатора.



Рисунок 9 – Система отопления с воздушным тепловым насосом

Затраты на установку воздушного теплового насоса самые минимальные, но зато производительность установки очень зависит от температуры воздуха. В регионах с теплыми зимами (до $+5...0^{\circ}\text{C}$) это один из самых экономичных источников тепла. А вот если температура воздуха опускается ниже -15°C производительность падает настолько, что не имеет смысла использовать насос, а выгоднее включить обычный электрообогреватель или котел.

На воздушные тепловые насосы для отопления отзывы весьма противоречивы. Все зависит от региона их использования. Их выгодно использовать в регионах с теплыми зимами, например, в Сочи, где даже не понадобится дублирующий источник тепла на случай сильных морозов. Также можно устанавливать воздушные тепловые насосы в регионах, где относительно сухой воздух и температура зимой до -15°C . А вот во влажном и холодном климате такие установки страдают от обледенения и обмерзания. Налипающие на вентиляторе сосульки не дают нормально работать всей системе.

1.4. Отопление тепловым насосом: стоимость системы и расходы на эксплуатацию

Мощность теплового насоса подбирается в зависимости от тех функций, которые на него будут возложены. Если только отопление, то расчеты можно произвести в специальном калькуляторе, учитывающем тепловые потери здания. Кстати, наилучшие показатели работы теплового насоса при тепловых потерях здания не более $80 \dots 100 \text{ Вт/м}^2$. Для простоты примем, что для отопления дома в 100 м^2 с потолками высотой 3м и теплопотерями 60 Вт/м^2 необходим насос мощностью 10кВт. Для подогрева воды придется взять агрегат с запасом по мощности – 12 или 16кВт.

Стоимость теплового насоса зависит не только от мощности, но и от надежности и запросов производителя. Например, агрегат мощностью 16кВт российского производства обойдется в 7000у.е., а иностранный насос RFM 17 мощностью 17кВт стоит порядка 13200у.е. со всем сопутствующим оборудованием, кроме коллектора.

Следующей строкой расходов будет **обустройство коллектора**. Она тоже зависит от мощности установки. Например, для дома 100 м^2 , в котором везде установлены теплые полы (100 м^2) или радиаторы отопления 80 м^2 , а также для подогрева воды до $+40^\circ\text{C}$ объемом 150л/час потребуется выполнить бурение скважин под коллекторы. Такой вертикальный коллектор обойдется в 13000у.е.

Коллектор на дне водоема обойдется чуть дешевле. При таких же условиях он будет стоить 11000у.е. Стоимость монтажа геотермальной системы может очень сильно отличаться. Например, обустройство горизонтального коллектора для насоса мощностью 17кВт обойдется всего в 2500у.е. А для воздушного теплового насоса коллектор не нужен вовсе.

Итого, стоимость теплового насоса 8000у.е. в среднем, обустройство коллектора 6000у.е. в среднем.

В ежемесячную стоимость отопления тепловым насосом входят только **расходы на электроэнергию**. Рассчитать их можно так – на насосе должна

быть указана потребляемая мощность. Например, для вышеупомянутого насоса мощностью 17кВт потребляемая мощность составляет 5,5кВт/час. Всего отопительная система работает 225 дней в году, т.е. 5400 часов. С учетом того, что тепловой насос и компрессор в нем работают циклически, то расход электроэнергии необходимо уменьшить вдвое. За отопительный сезон будет потрачено $5400\text{ч} \times 5,5\text{кВт/ч} / 2 = 14850\text{кВт}$.

Умножаем количество затраченных кВт на стоимость энергоносителя в Вашем регионе. Например, 0,05у.е. за 1кВт/час. Итого за год будет потрачено 742,5у.е. За каждый месяц, в котором работал тепловой насос на отопление, приходится по 100у.е. расходов на электроэнергию. Если же поделить расходы на 12 месяцев, то в месяц получится 60у.е.

Метраж дома	При использовании для отопления *			
	Солнечный тариф, (если сравнивать с электрическим котлом)	Солнечный тариф, (если сравнивать с газовым котлом)	Энергия земли, (если сравнивать с электрическим котлом)	Энергия земли, (если сравнивать с газовым котлом)
				
	Экономия, у.е. за сезон: 			
100-200 м.кв. 	452,5	157,2	875,5	150
200-400 м.кв. 	847,5	294	1751	300
400-600 м.кв. 	1320	460	2627	450
600-800 м.кв. 	2543	883	3500	3194
800-1000 м.кв. 	3306	1148	4377	3992

Рисунок 10 – Экономия за сезон

Чем меньше потребляемая мощность теплового насоса, тем меньше ежемесячные расходы. Например, есть насосы 17кВт, которые за год потребляют всего 10000кВт (расходы 500у.е.). **Также немаловажно, что производительность теплового насоса тем больше, чем меньше разница температур между источником тепла и теплоносителем в системе отопления.** Именно поэтому говорят, что выгоднее устанавливать теплый пол и фанкойлы. Хотя стандартные радиаторы отопления с высокотемпературным теплоносителем (+65...+95°C) тоже можно устанавливать, но с дополнительным аккумулятором тепла, например, бойлером косвенного нагрева. Для донагрева воды в ГВС также используется бойлер.

Тепловые насосы выгодны при использовании в бивалентных системах. В дополнение к насосу можно установить солнечный коллектор, который сможет полностью обеспечивать насос электроэнергией летом, когда тот будет работать на охлаждение. Для зимней подстраховки можно добавить теплогенератор, который будет догревать воду для ГВС и высокотемпературных радиаторов.

2. Расчет теплового насоса

Для выбора и расчета теплового насоса выбираем дом, который будем отапливать с помощью этого насоса. Выбираем Версию проекта Ex24 DK.



Рисунок 11 – проект Ex24 DK

Жилая площадь: **137 м²**

Площадь по наружному контуру: **162.5 м²**

Минимальная глубина участка: **18.48 м**

Минимальная ширина участка: **19,58 м**

Стоимость домокомплекта: 1 137 500 руб.

Описание конструкции:

- Фундамент – оцинкованные винтовые сваи с литым наконечником
- Нулевое перекрытие – SIP 224 мм Несущие стены – SIP 174 мм
- Внутренние перегородки – СИП 124 мм с шумоизоляцией ROCKWOOL
- Межэтажные перекрытия – балки с настилом OSB 22 мм
- Крыша – стропила с утеплением минеральными плитами ROCKWOOL
- Кровля – Ондувилла/Металлочерепица
- Окна – пятикамерный профиль VEKA, с двухкамерным стеклопакетом
- Входная дверь – заводская металлическая дверь с терморазрывом и подогревом «ФальКо»
- Фасад – система «мокрый фасад» решение от компании ECOTHERMHOME

2.1 Разработка и обоснование функциональной схемы системы регулирования привода в насосных установках

Регулируемый привод в насосных установках обеспечивает работу системы тепло- и горячего водоснабжения:

Тепловой насос Н обеспечивает циркуляцию сетевой воды с обеспечением требуемого напора в диапазоне $H=8\text{м}$. Пуск и останов системы регулирования привода в насосных установках осуществляется в автоматическом режиме. Предусматривается пуск и останов системы насосной установки, в ручном режиме – наладочный режим. В общей сложности на объекте автоматизации ис-

пользуется 4 асинхронных электродвигателя малой мощности для задвижек и циркуляционный насос мощностью 3кВт, а так же контрольно-измерительные приборы и датчики положения. До пуска в работу циркуляционного насоса тепловая сеть заполнена водой под давлением 1,5...2 кгс/см².

Исходное состояние исполнительных механизмов: задвижки ЗЭ1 и ЗЭ2 открыты; задвижка ЗЭ3 открыта наполовину.

После пуска циркуляционного насоса вода подаётся на газовый котел. Перед газовым котлом в трубопроводе установлен датчик температуры ДТ1. Далее сетевая вода нагревается в водогрейном котле до нужной температуры $t=80^{\circ}\text{C}$. На выходе горячая вода в тепловой сети замеряется датчиком температуры ДТ2, который непрерывно передает информацию о реальной температуре воды, соответствует ли заданному значению температуры ($t=80^{\circ}\text{C}$). Так же на выходе тепловой сети установлен датчик давления в трубопроводе, который обеспечивает систему управления входной информацией, на основании которой принимается решение об изменении выходного воздействия.

По сигналу от датчика давления, установленного в напорном трубопроводе, система управления автоматически изменяет частоту вращения рабочего колеса насоса, оперативно реагируя на изменение расхода жидкости и обеспечивая поддержание заданного давления с высокой точностью.

Все сигналы с контрольно-измерительных датчиков поступают на контроллер Logo.

Запуск происходит на закрытую задвижку, после чего она открывается.

Закрытие задвижки происходит после остановки насоса. При аварийной ситуации или выхода из строя циркуляционного насоса происходит закрытие задвижки ЗЭ1 и ЗЭ2, для проведения аварийного ремонта. Функциональная схема системы автоматизации процесса насосной установки приведена на рисунке 12 Где: ПК – промышленный компьютер; LOGO – логический контроллер; ПЧ – преобразователь частоты; К – контактор; Н – насос; М – асинхронный

двигатель; ДДВ – датчик выходного давления; ДТ – датчик температуры; КВ – концевой выключатель; QF – автоматический выключатель.

2.2. Выбор силового и управляющего оборудования

Выбор циркуляционного насоса и электродвигателей. Основные требования для выбора теплового насоса Н должен обеспечивать циркуляцию горячей воды контура с обеспечением требуемого напора $H=8$ м. Для перекачивания текучих, чистых жидкостей, не содержащих твердых частиц или волокон, выбираем сетевой насос *Grundfos CR 15-03* «Инлайн», который представляет собой вертикальный многоступенчатый насос [17].

Таблица 2 – Паспортные данные сетевого насоса

Тип насоса	CR 15-03
Максимальное рабочее давление	16 бар
Подача, м ³ /ч	15
Напор, м	0...10м
Мощность электродвигателя P_2 [кВт]	3
Диапазон температуры	-20 ..120°C
$\cos \varphi$	0,90
КПД электродвигателя η [%]	72
Частота вращения n [об/мин]	2900
Степень защиты	IP55
Вес [кг]	55

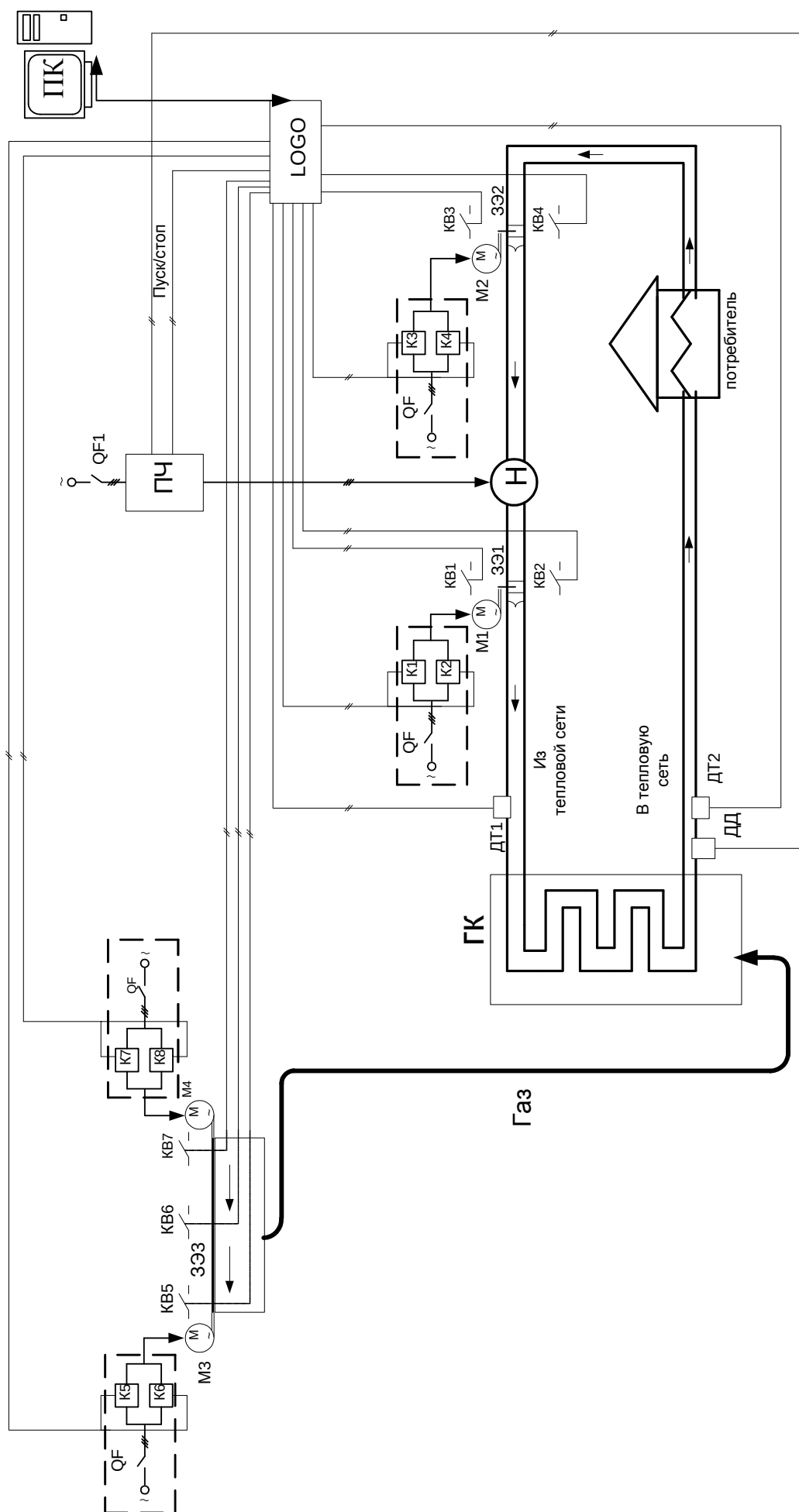


Рисунок 12- Функциональная схема системы регулируемого привода в насосных установках

Характеристики насоса CR 15-03 приведены на рисунке 13

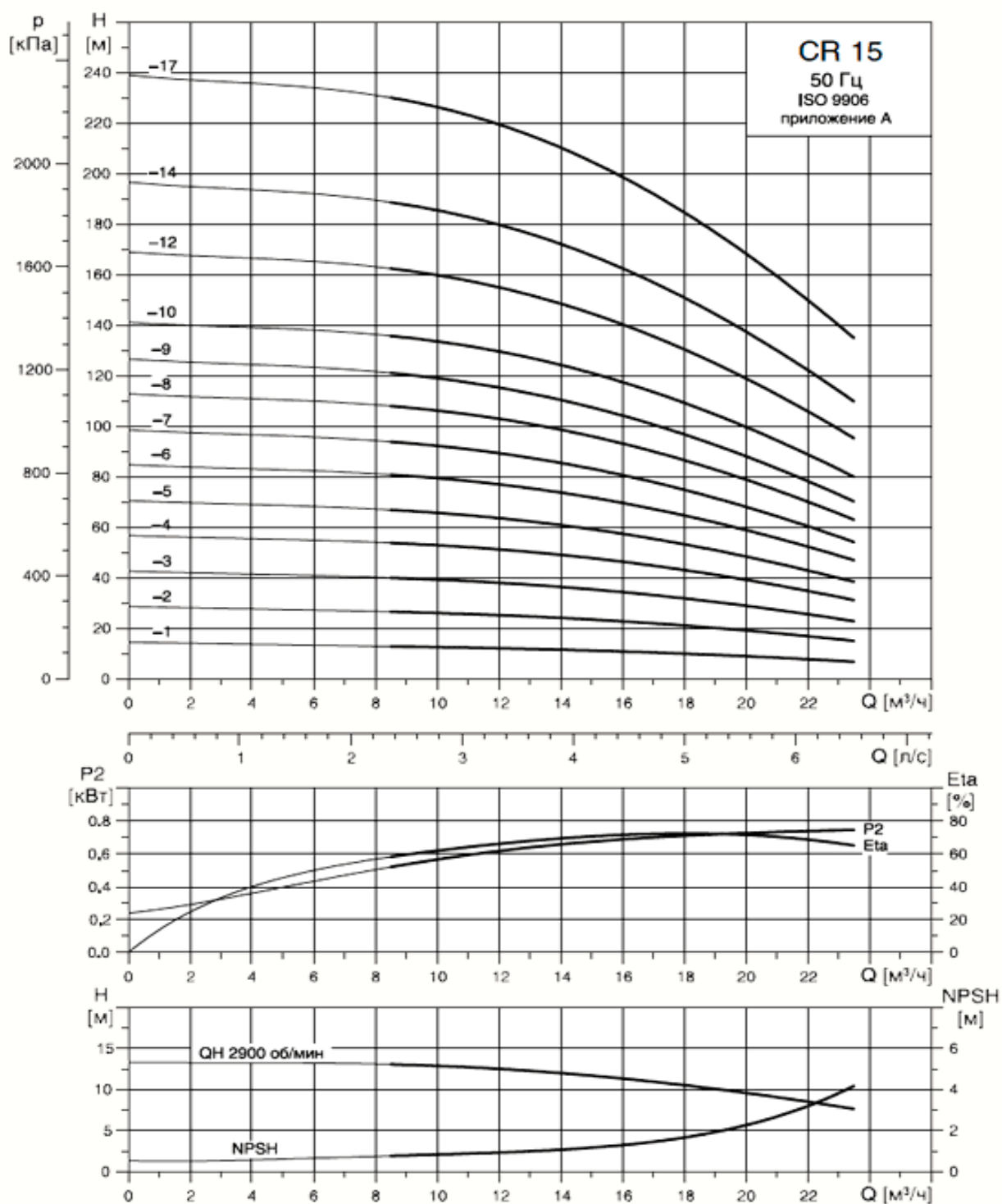


Рисунок 13– Характеристики циркуляционного насоса CR 15-03

На рисунке 14 приведен внешний вид насоса.

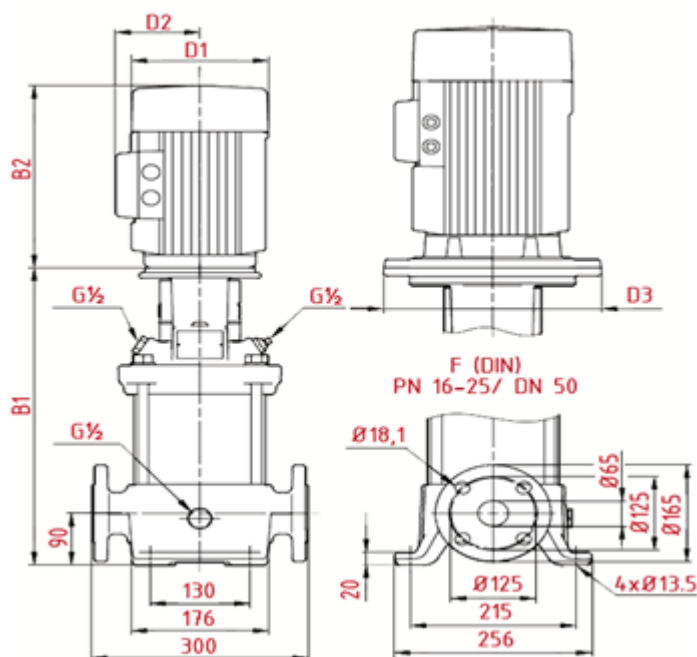


Рисунок 14а



Рисунок 14б

Внешний вид циркуляционного насоса CR 15-03 и его электродвигателя

Для задвижек ЗЭ1...ЗЭ3 выбираем 3-фазный асинхронный электродвигатель АД80 А4/2 мощностью 1,1 кВт. [18]. Внешний вид АД80 А4/2 представлен на рисунке 14б.

Основные характеристики сведены в таблицу 3.

Таблица 3- Основные характеристики АД80 А4/2

Тип двигателя	АД80 А4/2			
Мощность, кВт	1,1			
Частота вращения об / мин	14153			
Масса, кг	13.1			
Номинальный ток А, при U=380 В	2.6			
КПД %	73.5			
cos φ о.е.	0.80			
Момент инерции ротора кг·м ²	0.002			
Габаритные размеры, мм	l30	l33	h31	d30
	296,5	350	204,5	177
Цена, рублей	3305			

Выбор преобразователя частоты. Для управления насосным агрегатом необходимо применить преобразователь частоты, который позволит производить плавный разгон и остановку мощного насосного агрегата, исключая появление гидроударов в трубопроводе при запуске в работу двигателя. Кроме того, плавно регулировать производительность насоса и, следовательно, значение выходного напора насосной установки.

Таким образом, критерии для выбора ПЧ следующие:

1. ПЧ должен быть рассчитан на мощность циркуляционного насоса $P_n=3$ кВт;
2. Исполнение ПЧ для управления приводами с переменной нагрузкой насосного типа.

На основании приведенных выше требований, выбираем насосный преобразователь частоты *Siemens Micromaster 420* [16].

Внешний вид преобразователя частоты приведен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Преобразователи частоты *Siemens Micromaster 420*

ПЧ *Siemens Micromaster 420* предназначен для управления приводами с переменной нагрузкой насосного типа. Новую модель выгодно отличают расширенные функциональные возможности, меньшие массогабаритные характеристики, увеличенный диапазон мощностей.

Основные технические характеристики ПЧ приведены в таблице 4.

Таблица 4-Основные технические характеристики ПЧ

Диапазон мощностей	120Вт...3кВт 230В 1АС 120Вт...5.5кВт 230В 3АС 370 Вт...11 кВт 400В 3АС
Диапазон напряжений	208...240В +/-10% 380...480В +/-10%
Входная частота	47...63Гц
Коэффициент мощности	$\cos\varphi > 0.7$
Пусковой ток	Не больше, чем номинальный
КПД	97%
Рабочая температура	-10...+50°C
Температура хранения	-40...+70°C
Допустимая относительная влажность воздуха	95% (без образования конденсата)
Степень защиты	IP20/NEMA 1
Выходная частота	0-650 Гц
Разрешение выходной частоты	0,01 Гц
Перегрузочная способность	150% от номинального тока в течение 60 с
Способ регулирования	Вольт-частотный Линейный (U/f) Квадратичный (U/f^2) Прямое управление потоком FCC Произвольная настройка
Цифровые входы	3 (18 функций)
Аналоговый вход	0...10В/ПИ-регулятор разрешение 10 БИТ, может использоваться как цифровой вход
Аналоговый выход	0,4...20мА 500 Ом макс нагрузка разрешение 10 Бит
Релейный выход	30 В DC 5А, 250 В AC 2А параметрируемый
Интерфейс	RS 485
Способ торможения	1. Генераторное 2. Динамическое 3. Комбинированное
Быстрое ограничение тока	Входит в набор параметров

Функции защиты по:	1. пониженному напряжению 2. перенапряжению 3. перегрузке 4. включению на землю 5. короткому замыканию 6. блокировке двигателя 7. перегреву двигателя 8. перегреву преобразователя
Регулятор	Встроенный ПИ-регулятор Встроенный источник питания для датчика ПИ-регулятора
Нормы	СЕ, с-tick, С-UL. Разрешение Ростехнадзора

Выбор датчиков и элементов измерительной системы. Для контроля за температурой сетевой воды необходимо установить два датчика температуры, до нагревающего котла и на выходе. Так как температура воды может нагреваться свыше 120 градусов, выбираем датчик температуры термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП МетранС206 (100П). [19]

ТСП МетранС206 (100П). Термометр сопротивления Метран-2000 предназначены для измерения температуры различных сред во многих отраслях промышленности, а также в сфере ЖКХ и энергосбережения. Использование ТС допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материалы, контактирующие с измеряемой средой, являются коррозионностойкими.

Основные технические характеристики выбранных датчиков приведены в таблице 5.

Внешний вид датчиков представлен на рисунке 16 .



Рисунок 16 – Внешний вид датчика

Таблица 5- Основные технические характеристики датчиков

Количество чувствительных элементов	1 или 2.
НСХ:	100П. Номинальное значение $W_{100}=1,3910$.
Класс допуска:	A, B.
Схема соединений:	2_х, 3_х или 4_х проводная _ для одного ЧЭ.
Диапазон измеряемых температур:	-50...500°C;
Степень защиты от воздействия пыли и воды по ГОСТ 14254:	IP65
Климатическое исполнение:	для значений температуры окружающего воздуха от -45° до 60°C

Датчик температуры поставляется в комплекте с блоком питания. Блок питания выполнен в пластмассовом корпусе с возможностью крепления на DIN-рейку. Выбираем блок питания БП-63, обеспечивающий питание датчика температуры. Габариты 70x110x60

Выбор датчиков давления. Датчик давления должен измерять на широкий диапазон давлений при температуре -25...+125°C, поэтому выбираем датчик давления малогабаритный DMP 331 (ДМП 331) - универсальный недорогой датчик давления для различных отраслей промышленности, пропорционально преобразующий давление рабочей среды в электрический сигнал. Благодаря

разнообразие диапазона измерения датчик DMP 331 применим для решения широкого круга задач. [20]

Датчик рассчитан на измерение абсолютного или избыточного давления - как статического, так и динамического. Диапазоны давления от 0.04 до 40 бар. Возможны специальные исполнения. Корпус датчика изготовлен из нержавеющей стали 1.4571 и 1.4435. Стандартное уплотнение - витон (FKM), существуют другие варианты уплотнения.

Технические характеристики приведены в таблице 6. На рисунке 17 представлен внешний вид датчика давления.



Рисунок 17 – Внешний вид датчика давления.

Таблица 6 -Основные технические характеристики DMP 331

<i>Диапазоны давления:</i>	от 0...0,04 до 0...40 бар, абсолютное, избыточное, разрежение
<i>Основная погрешность:</i>	0,5/0,35/0,25/0,2/0,1 % ДИ
<i>Выходной сигнал:</i>	0/4...20 мА, 0...10 В, 0...5 В
<i>Сенсор:</i>	кремниевый пьезорезистивный
<i>Диапазон температур измеряемой среды:</i>	-25...+125°C
<i>Класс защиты:</i>	IP 65-68
Погрешность ВПИ в температурном диапазоне 0...70 °C	менее 0,75%

Выбор концевых выключателей. Стандартные позиционные выключатели преобразуют положение механических движущихся частей машин в электрические сигналы. Благодаря их модульному и унифицированному исполнению, а также большому количеству вариантов устройства удовлетворяют практически всем промышленным требованиям. [21]

Для концевых выключателей KB1...KB5, KB7 выбираем концевой выключатель L5K13PUM211 («EMAS», Турция), кнопочный толкатель предназначен для коммутации электрических цепей управления под воздействием управляющих упоров в определённых точках пути контролируемого объекта.

- Основные характеристики:
- Номинальное напряжение: 240 В, 50 Гц.
- Номинальный ток: 3 А.
- Контактная группа: 1 замыкающийся + 1 размыкающийся контакты.
- Материал корпуса: пластик.
- Тип привода: кнопочный толкатель.
- Материал толкателя: металл.
- Количество кабельных вводов: 1.
- Габаритные размеры: 94,5×30,0×30,5 мм.
- Изготовитель: «EMAS», Турция.

Внешний вид концевых выключателей представлен на рисунках 18 и 19.



Рисунок 18 – Внешний вид концевой выключатель



Рисунок 19– Внешний вид концевой выключатель

Для KB6 выбираем концевой выключатель L5K13MIP311, роликовый рычаг «EMAS».

Основные характеристики:

- Степень защиты: IP65.
- Номинальное напряжение: 240 В, 50 Гц.
- Номинальный ток: 3 А.
- Контактная группа: 1 замыкающийся + 1 размыкающийся контакты.
- Материал корпуса: пластик.
- Тип привода: роликовый рычаг.
- Материал ролика: пластик. Диаметр ролика: 14 мм.
- Количество кабельных вводов: 1.
- Габаритные размеры: 97×30,0×30,5 мм.
- Изготовитель: «EMAS», Турция.

Выбор элементов электроавтоматики:

Выбор контакторов. Для двигателей М1...М4, мощность которых составляет 1,1 кВт выбираем реверсивные контакторы в виде фидерной сборки реверсивного пуска. Номинальный ток двигателя равен - 2,6А. Тогда выбираем фидерную сборку 3RA12 20-1DB24-0BB4 Siemens со следующим описанием: фидерная сборка реверсивного пуска, АС 400 V, типоразмер S0, 2.2..3.2 А, DC 24 V винтовые зажимы, на 60 мм шинном адаптере 4-полюс., разъем прилагается. Внешний вид фидерной сборки реверсивного пуска приведен на рисунке 20. [16]



Рисунок 20— Фидерная сборка реверсивного пуска

Беспредохранительные фидерные сборки 3RA12 позволяют быстро и экономично вводить станции пуска электродвигателей в системы автоматизации верхнего уровня. Встроенный автоматический выключатель 3RA12 выполняет функции защиты двигателя от перегрузки и защиты линий от короткого замыкания. Контактор 3RA12 используется для оперативных коммутаций.

Фидерная сборка является комплектным устройством.

В модуль фидерной сборки встроены два светодиода.

В фидерных сборках реверсивного пуска типоразмера S00 есть механическая блокировка между обоими контакторами.

Типоразмер фидерной сборки 3RA12 показан на рисунке 21.

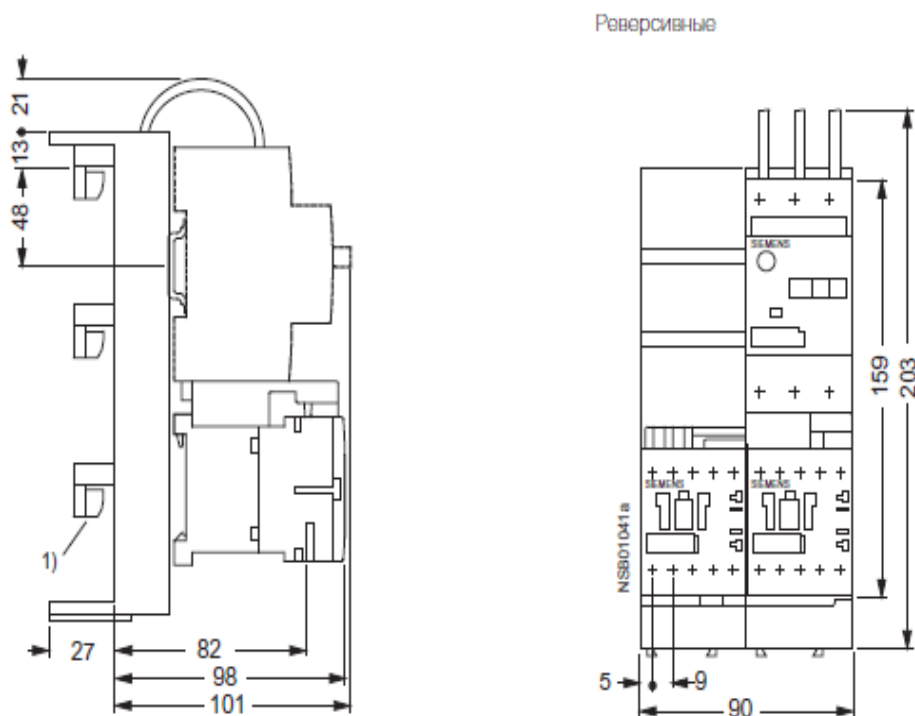


Рисунок 21 – Типоразмер фидерной сборки 3RA12.

Фидерные сборки 3RA12 устойчивы к климатическим воздействиям. Они предназначены для использования в закрытых помещениях, в которых нет тяжелых условий (пыль, едкие пары, вредные газы). Для установки в запыленных и влажных помещениях должны быть предусмотрены соответствующие оболочки.

Выбор контроллера Siemens Logo. Для правильного выбора контроллера необходимо знать количество входов и выходов, которое необходимо для управления процессом. Эти данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Назначение входов/выходов контроллера

Дискретные сигналы контроллера				Количество сигналов
Входы	1	КВ1 с задвижки 1	открытие задвижки	1
	2	КВ2 с задвижки 1	закрытие задвижки	1
	3	КВ3 с задвижки 2	открытие задвижки	1
	4	КВ4 с задвижки 2	закрытие задвижки	1
	5	Контактор К1	Запуск двигателя М1	1
	6	Контактор К2	Реверс двигателя М1	1
	7	Контактор К3	Запуск двигателя М2	1
	8	Контактор К4	Реверс двигателя М2	1
	9	КВ5 с задвижки 3	открытие задвижки	1
	10	КВ6 с задвижки 3	закрытие задвижки	1
	11	КВ7 с задвижки 3	открытие задвижки	1
	12	Контактор К5	Запуск двигателя М3	1
	13	Контактор К6	Реверс двигателя М3	1
	14	Контактор К7	Запуск двигателя М4	1
	15	Контактор К8	Реверс двигателя М4	1
	16			
Всего:				15
Выходы	1	На контактор К1	Запуск двигателя М1	1
	2	На контактор К2	Реверс двигателя М1	1
	3	На контактор К3	Запуск двигателя М2	1
	4	На контактор К4	Реверс двигателя М2	1
	5	На контактор К5	Запуск двигателя М3	1
	6	На контактор К6	Реверс двигателя М3	1
	7	На контактор К7	Запуск двигателя М4	1
	8	На контактор К8	Реверс двигателя М4	1
	9	Пуск/стоп	Запуск/останов	1
Всего:				9
Аналоговые сигналы контроллера				
Входы	1	Датчик температуры ДТ1		1
	2	Датчик температуры ДТ2		1
Всего:				2

Таким образом, для корректного управления регулирования привода в насосных установках необходимо использовать базовую комплектацию контроллера Siemens LOGO! и два модуля расширения. [16]

Логические модули LOGO!Basic характеризуются следующими показателями:

8 дискретных входов, 4 дискретных выхода.

39 встроенных функций, сгруппированных в библиотеки логических (GF) и специальных (SF) функций.

Объем программы до 200 программных блоков.

27 внутренних флагов.

Встроенный календарь и часы (кроме LOGO! 24).

Встроенный жидкокристаллический дисплей с поддержкой кириллицы и клавиатура.

Интерфейс для установки модуля памяти/батареи или подключения кабеля ПК для программирования с компьютера.

Интерфейс для подключения панели TD LOGO! или соединительного кабеля для аналогового модема.

Интерфейс расширения: до 24 дискретных входов + 8 аналоговых входов + 16 дискретных выходов + 2 аналоговых выхода.

Внешний вид контроллера Logo представлен на рисунке 22.



Рисунок 22 – Внешний вид контроллера LOGO!Basic

Программирование таких модулей производится либо с компьютера, оснащенного ПО **LOGO!Soft Comfort**, либо установкой заранее запрограммированного модуля памяти.

Все модули LOGO! имеют встроенные входы, которые могут использоваться для ввода дискретных сигналов. Напряжение питания входных цепей соответствует напряжению питания модуля.

В моделях номинала питания 12/24В DC 4 из 8 входов имеют универсальное назначение, они могут использоваться для ввода дискретных сигналов или аналоговых сигналов 0...10В. Остальные 4 входа могут использоваться для регистрации быстрых импульсов до 5 кГц.

Различные модели модулей LOGO! имеют транзисторные или релейные выходы. Транзисторные выходы способны коммутировать токи до 0,3А в цепях напряжением =24В и оснащены электронной защитой от короткого замыкания. Релейные выходы способны коммутировать токи до 10А (активная нагрузка) или до 3А (индуктивная нагрузка) в цепях напряжением =12/24В, ~24В или ~/=115/240В.

Габариты: 72 x 90 x 55 мм

Выбор модуля ввода-вывода дискретных сигналов LOGO! DM16.

Модули LOGO! DM позволяют увеличивать количество дискретных входов и выходов, обслуживаемых одним логическим модулем LOGO! Модули ввода-вывода дискретных сигналов имеют два исполнения: [16]

LOGO! DM16 с 8 дискретными входами и 8 дискретными выходами.

Внутренняя шина модулей LOGO! DM не имеет устройств гальванического разделения цепей. Поэтому напряжение питания и род тока модуля расширения должны совпадать с аналогичными параметрами модуля, к которому он подключается. Для исключения ошибок при монтаже все модули LOGO! DM оснащены кодировочными пазами и штифтами.

Внешний вид модули ввода-вывода дискретных сигналов LOGO! DM16 представлен на рисунке 23.



Рисунок 23– Внешний вид LOGO! DM16.

Выполнить подключение к внутренней шине можно лишь в том случае, если кодировочные штифты модуля расширения вошли в кодировочные пазы предшествующего модуля.

Напряжение питания входных цепей определяется напряжением питания модуля.

Все модули LOGO! монтируются на 35 мм профильную шину DIN или на плоскую поверхность. Объединение всех модулей в единое устройство осуществляется через внутреннюю шину логического модуля LOGO! Внешние цепи монтируются проводами 1х2.5 мм² или 2х1.5 мм².

Габариты: 90х35х53

Ссылка на сайт поставщика: <http://mege-logo.ru/units/dm8>.

Выбираем модуль аналогового ввода LOGO! AM2, питание 12/24 В пост. тока, 2 аналоговых входа 0...10 В или 0...20 мА.

Ссылка на сайт поставщика: <http://www.mege-logo.ru/units/am2>

Выбор блока питания LOGO! Power. Стабилизированные блоки питания LOGO!Power предназначены для питания логических модулей LOGO!, их входных и выходных цепей, а также любых других нагрузок. [16]

Они преобразуют сетевые напряжения ~115/230В в выходное напряжение =12В или =24В с различными значениями тока нагрузки. Модули обеспечивают защиту нагрузки от коротких замыканий.

Внешний вид LOGO! Power представлен на рисунке 24.



Рисунок 24 – Внешний вид контроллера LOGO! Power.

Для увеличения нагрузочной способности допускается параллельное включение двух блоков питания, выходные напряжения которых отличаются друг от друга не более чем на 0.2%.

Габариты: 90х90х55

Ссылка на сайт поставщика: <http://www.mege-logo.ru/units/power>

Разработка схемы электрических соединений

Принципиальная электрическая схема вынесена в графическую часть курсового проекта (Приложение В).

На принципиальной электрической схеме приняты обозначения, которые сведены в таблице 8.

Таблица 8- Перечень блоков принципиальной электрической схемы

Обозначение	Расшифровка
A1	Преобразователь частоты
A2	Блок питания датчика давления
A3	Блок питания датчика температуры
A4 – A5	Датчики давления
A6	Датчик температуры
A7	Блок питания LOGO!POWER
A8	Базовый модуль LOGO!Basic
A9	Модуль ввода-вывода LOGO
A10	Модуль аналогового ввода
A11-18	Концевой выключатель
A13, A19	Вспомогательный блок питания для фидерной сборки реверсивного пуска
A20-23	Фидерная сборка реверсивного пуска

2.3 Выбор и компоновка шкафа электроавтоматики

Размещение выбранного оборудования будет производиться в шкаф электроавтоматики. В таблице 9 приведен перечень оборудования, монтируемого в шкаф электроавтоматики.

Таблица 9 – Перечень оборудования шкафа электроавтоматики.

Обозначение	Расшифровка
A1	Преобразователь частоты
A2 – A5	Фидерная сборка реверсивного пуска
A6	Блок питания датчика давления
A7	Блок питания датчика температуры
A8	Блок питания LOGO!POWER
A9	Базовый модуль LOGO!Basic
A10	Модуль ввода-вывода LOGO
A11	Модуль аналогового ввода
QF1 – QF4	Автоматический выключатель

Выбираем шкаф электроавтоматики фирмы Hyperline серии TEFL-1824 напольный 1270x470x1830 мм с монтажной панелью IP55 [22]. Объем поставки:

Стальной каркас; одностворчатая передняя дверь; монтажная панель; транспортировочные болты, 4 шт; верхняя панель; замок с ключом; нижняя рама; трехсекционная нижняя панель; задняя панель; монтажные уголки, 2 шт.

Внешний вид шкафа представлен на рисунке 25.



Рисунок 25 – Напольный электрический шкафы серии TEFL

2.4 Разработка алгоритма функционирования системы управления

Алгоритм функционирования системы приведен на рисунке 26. Начальное состояние: до пуска насоса тепловая сеть заполнена водой под давлением, запуск происходит на закрытую задвижку ЗЭ1 при этом ЗЭ2 открыта, после чего она открывается, а задвижка ЗЭ3 для подачи газа открыта наполовину. Процесс запущен, датчик температуры постоянно замеряет начальную температуру до подачи воды в нагревательный котел, сетевая вода нагревается до необходимой для потребителя температуры $t_{реальная} = t_{заданной}$. На выходе сетевая вода непосредственно замеряется датчиком температуры, контролируя необходимый диапазон температуры воды $t = 80$ градусов. Если температура $t < 80$ тогда задвижка для подачи газа в нагревательный котел отрывается полностью. Если температура $t > 80$, тогда задвижка для подачи газа закрывается практически полностью.

Помимо температуры замеряется выходное давление. Если давление превышает допустимое значение по сигналу от датчика давления, установленного в напорном трубопроводе, система управления автоматически изменяет частоту вращения рабочего колеса насоса, оперативно реагируя на изменение расхода жидкости и обеспечивая поддержание заданного давления с высокой точностью.

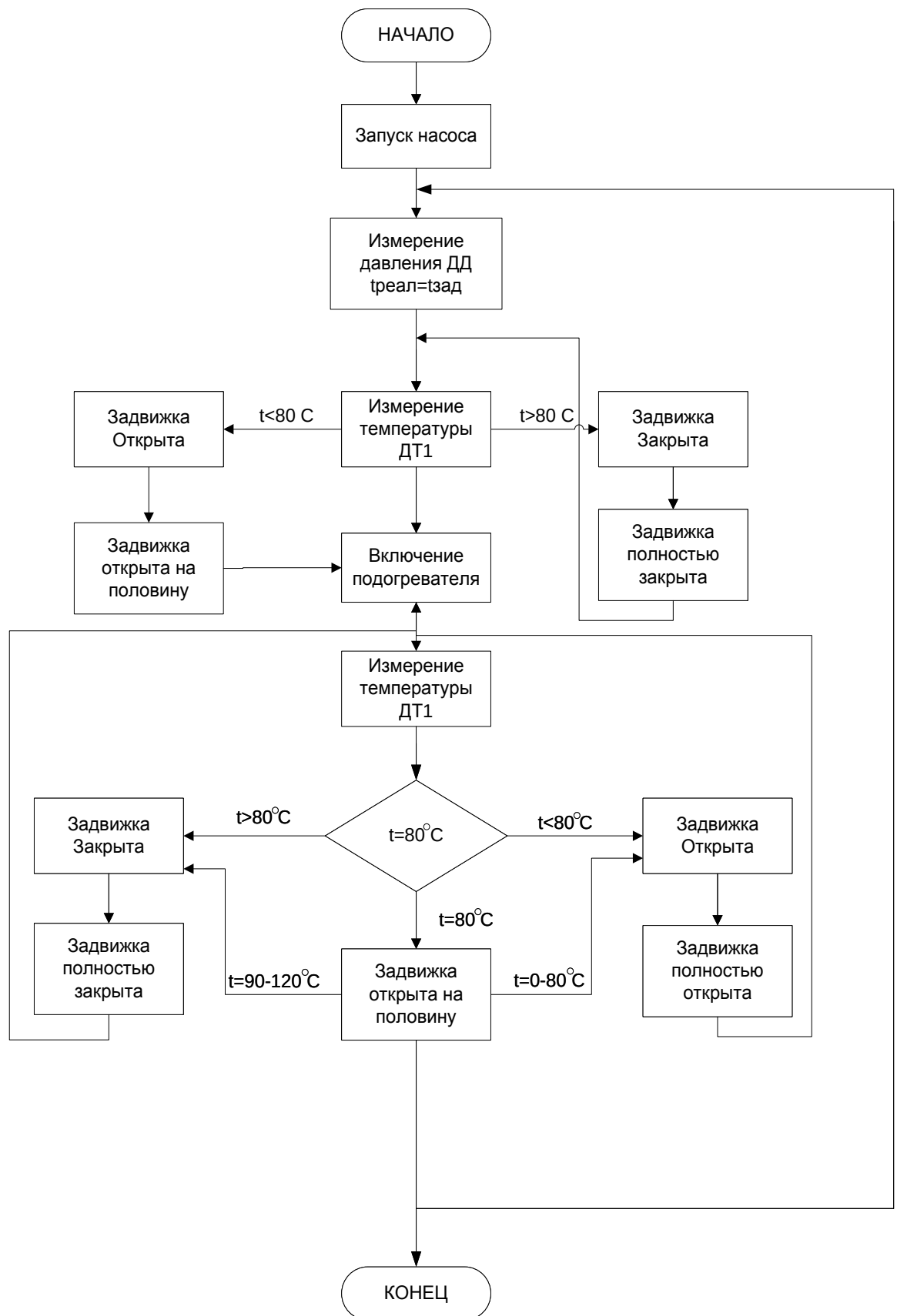


Рисунок 26 – Алгоритм функционирования системы управления

2.5. Разработка и моделирование программного обеспечения в Logo!Soft Comfort v6.0

С помощью программного обеспечения Logo!Soft Comfort v6.0 необходимо составить программу, которая будет управлять процессом регулирования элементов привода в системе сетевых насосов.

При составлении программы использовались следующие блоки:

- цифровой вход; цифровой выход;
- аналоговый вход;
- аналоговый пороговый выключатель;
- блок инверсии NOT;
- блок сложения OR;
- блок AND;
- аналоговый компаратор.

На рисунке 27 приведена программа, созданная на базе вышеперечисленных блоков.

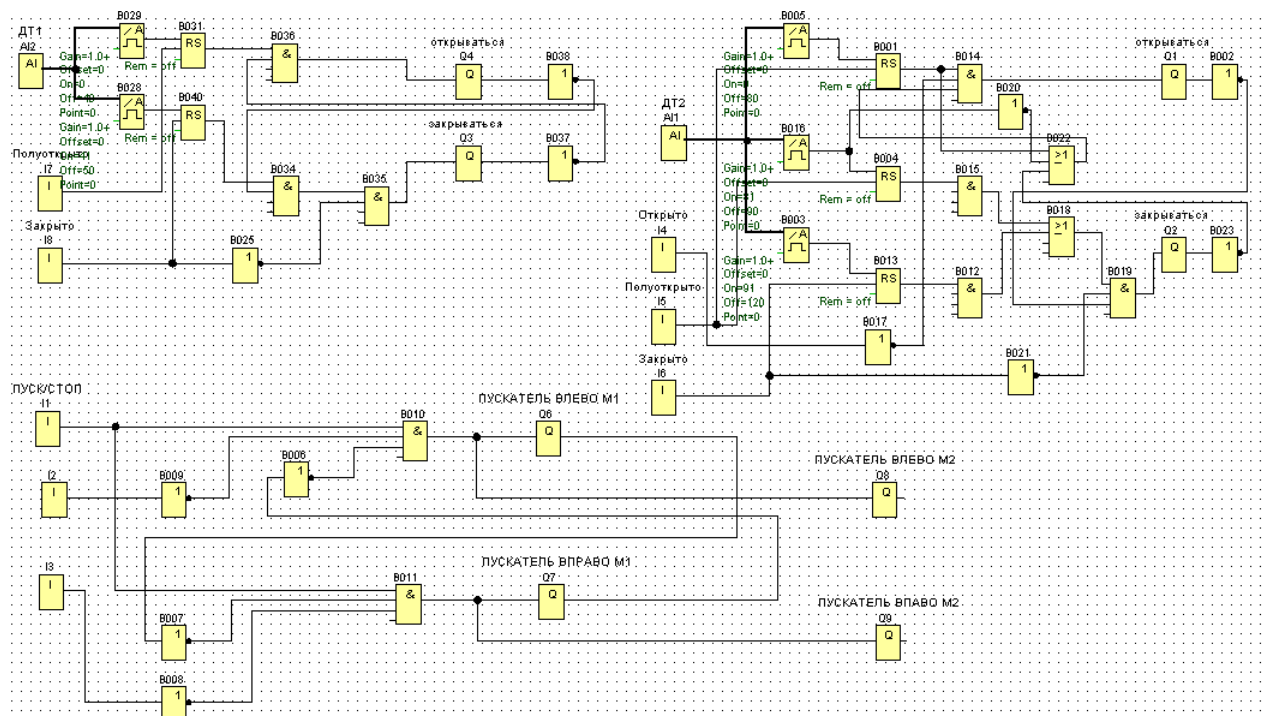


Рисунок 27 – Программа для ПЛК LOGO!

Представленная программа создана на базе алгоритма управления процессом регулирования элементов электропривода в насосных установках, которая приведена на рисунке 28. На рисунке 27 приведена программа для ПЛК который находится в исходном состоянии. После подачи сигнала на вход I2 происходит запуск процесса, как это показано на рисунке 28, сигнал будет на выходе Q7 и Q9, которые подключены параллельно и показывают что задвижки ЗЭ1 и ЗЭ2 открылись.

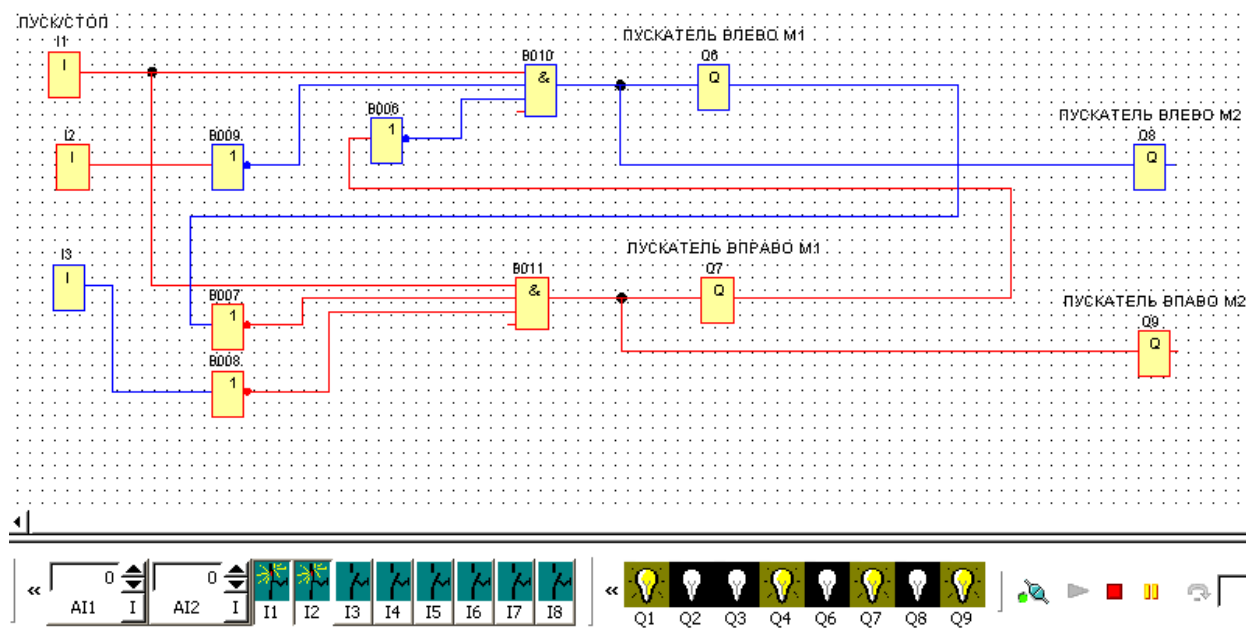


Рисунок 28 – Открытие задвижек ЗЭ1 и ЗЭ2

Для закрытия задвижек подаем сигнал на вход I3, происходит закрытие ЗЭ1 и ЗЭ2, как это показано на рисунке 29, сигнал будет на выходе Q6 и Q8, которые так же подключены параллельно и показывают, что задвижки ЗЭ1 и ЗЭ2 закрылись.

На рисунке 29 показано управление задвижек ЗЭ3 для нагрева сетевой воды измеряемой температуры датчиками ДТ1 и ДТ2.

Температура до нагрева сетевой воды должна управляться обратно пропорционально выходной температуре. Это означает: Чем выше начальная температура воды, которая измеряется ДТ1, тем ниже температура нагрева, тем самым ЗЭ3 закрывается. Исходное состояние ЗЭ3 «открыта на половину». Сигнал

находиться на выходе Q4 пока диапазон значений температуры задается в блоке аналоговый пороговый выключатель А. ЗЭЗ «открыто на половину» если значения температуры не превышает 80 градусов, как показано на рисунке 29.

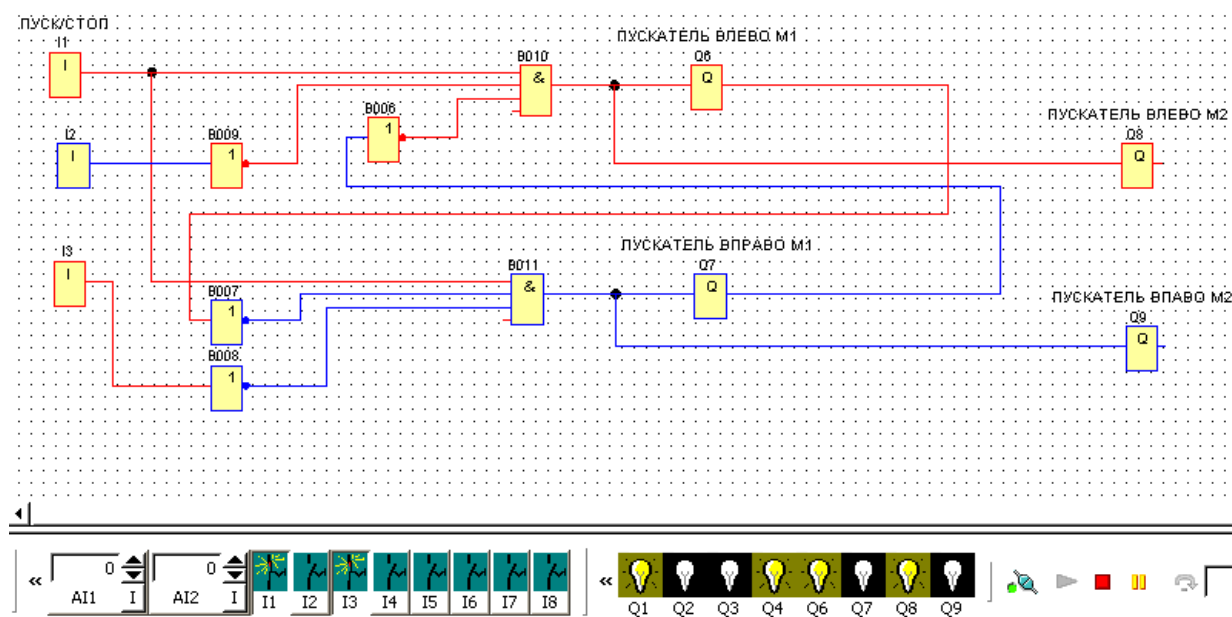


Рисунок 29 – Закрытие задвижек ЗЭ1 и ЗЭ2

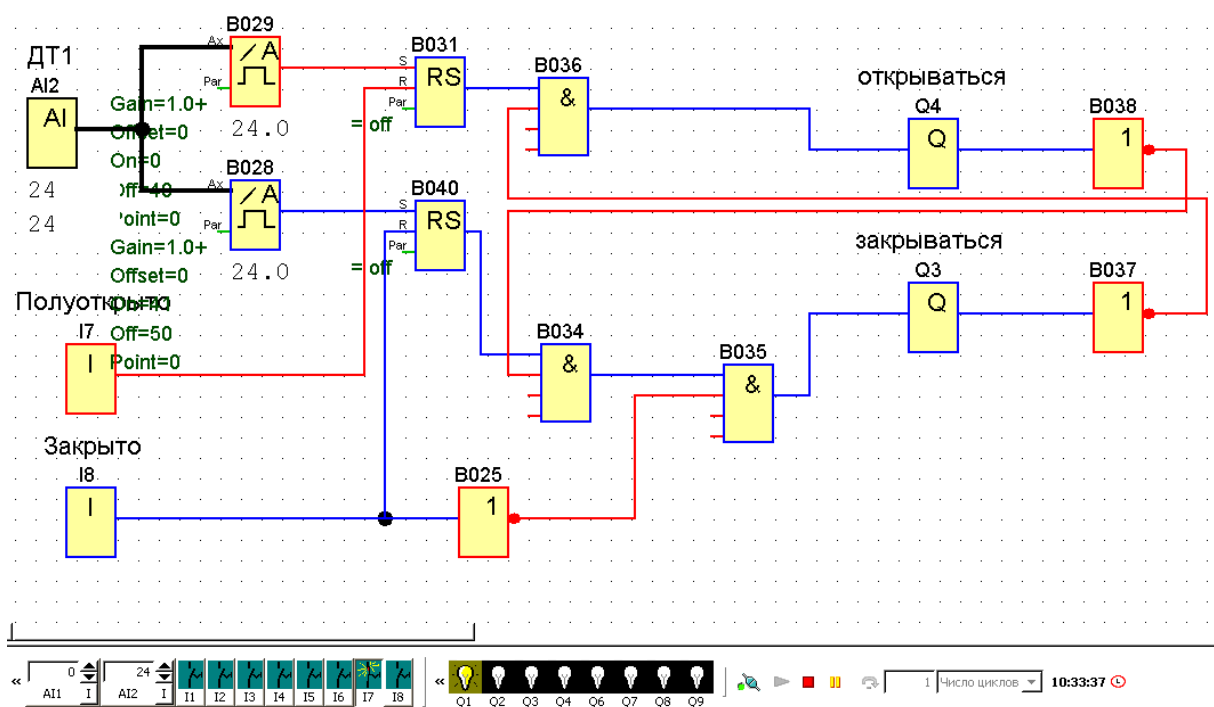


Рисунок 30 – Открытие задвижки ЗЭ3

На рисунке 30 показано, что если температура превышает больше 80°C – аналоговый пороговый выключатель подает сигнал на Q3 и ЗЭЗ закрывается.

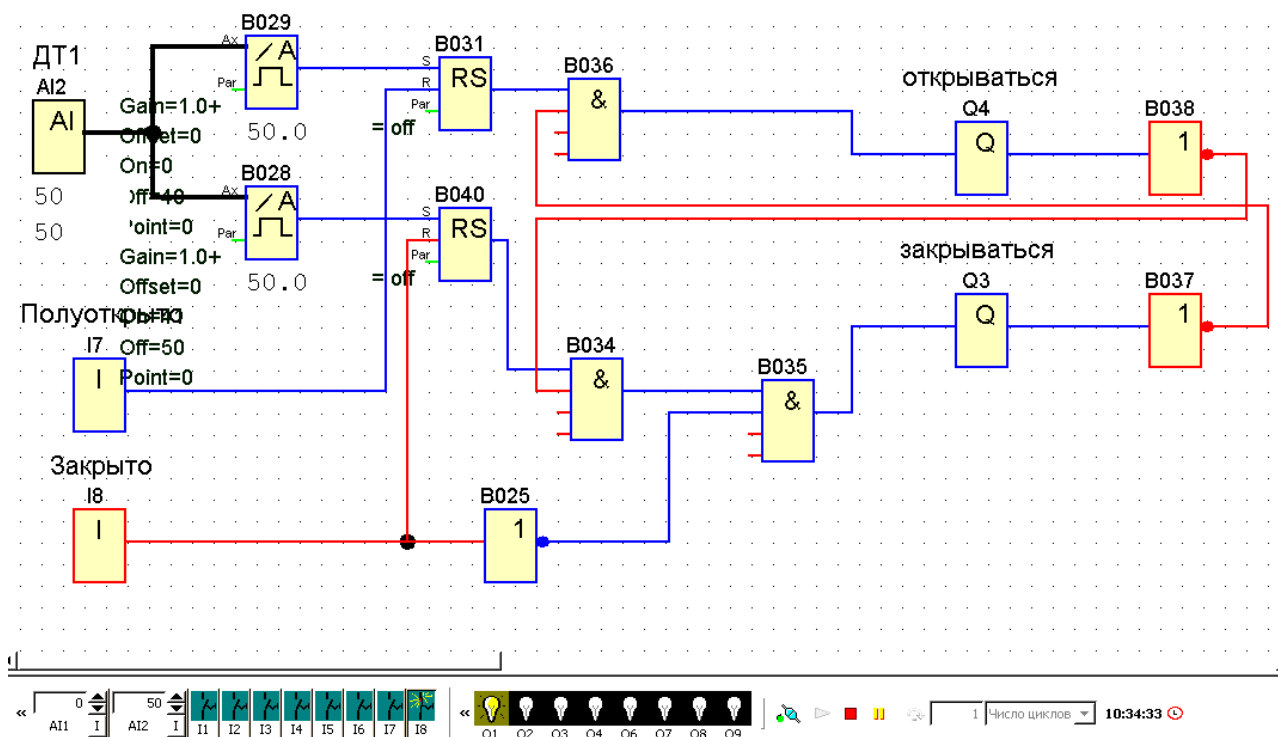


Рисунок 31 – Закрытие задвижки ЗЭЗ

Датчик ДТ2 измеряет температуру воды после нагрева. Если диапазон измеряемой температуры показывает значение от 0 до 80 градусов Цельсия. Аналоговый пороговый выключатель «А» подает сигнал на выход Q3 и ЗЭЗ «открыта полностью», как показано на рисунке 31.

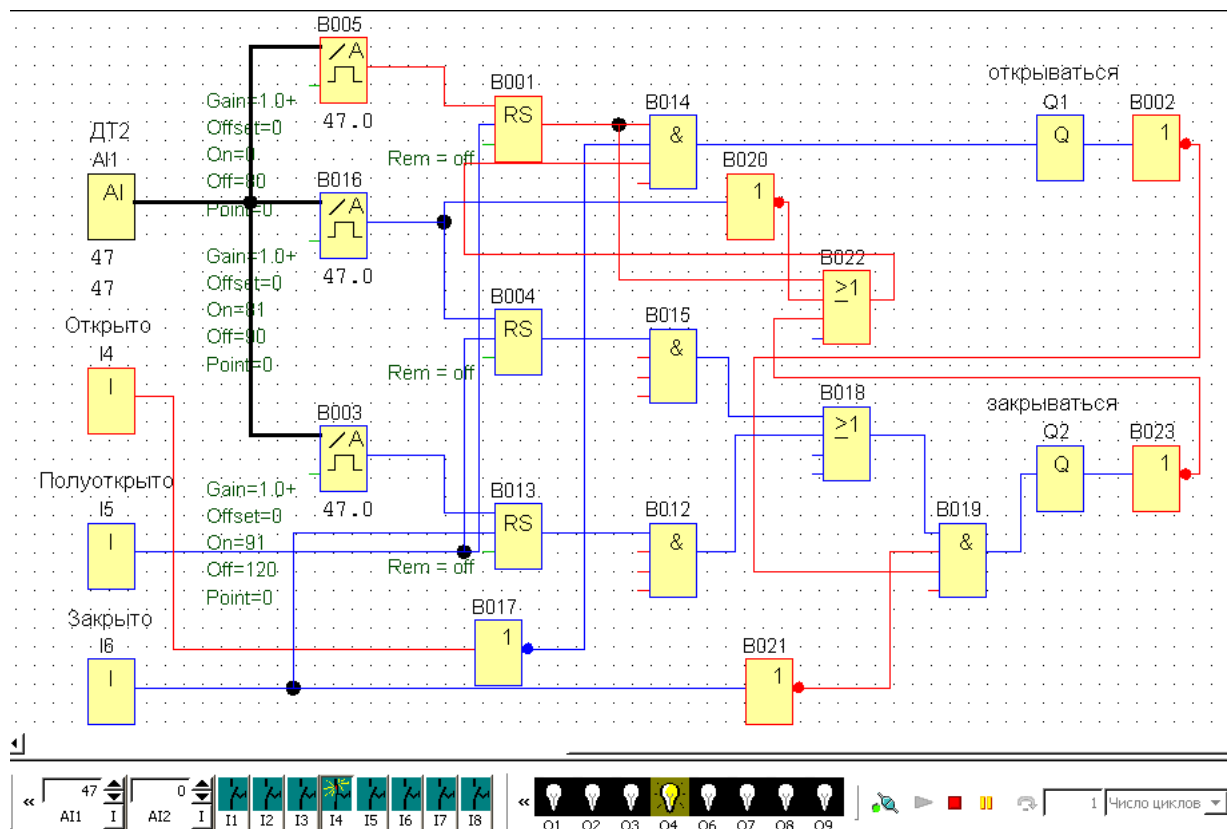


Рисунок 32 – Открытие задвижки ЗЭЗ

Если диапазон измеряемой температуры показывает значение от 80 до 90 градусов Цельсия, аналоговый пороговый выключатель А подает сигнал на выход Q4 и ЗЭЗ «открыта на половину», как показано на рисунке 33.

Функции управления разделены между контроллером и человеко-машинным интерфейсом, чтобы контроллер выполнял диагностику оборудования и аварийных ситуаций, а человеко-машинный интерфейс – функции управления оборудованием.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1 SWOT-анализ проекта

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [16].

Применительно к проектируемой АСР уровня, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности;

У – угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 1.

Таблица 1

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Квалифицированный персонал. С4. Повышение безопасности производства С5. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования
Возможности: В1. Увеличение производительности электрооборудования В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления каротажной станцией В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые на производстве каротажной станции В4. Появление более простых универсальных электрических систем внутри-заводской сети	В1С1С2С3С4; В2С1С5; В3С5; В4С1С4С5;	В2Сл1Сл2; В3Сл2; В4Сл1Сл2Сл3;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Ограничения на экспорт технологии У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции	У1С3; У3С5;	У1Сл1Сл2; У3Сл2;

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности; У – угрозы;

«+» – сильное соответствие;

«-» – слабое соответствие.

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 2 и 3, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 2

Возможности	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	-
	В2	+	-	-	+	-
	В3	-	+	-	-	+
	В4	+	+	-	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
	В1	-	-	-		
	В2	+	+	+		
	В3	-	+	-		
	В4	-	-	-		

Таблица 3

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	+	-	-	+	-
	У3	-	-	-	+	+
	У4	+	-	+	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
	У1	+	+	-		
	У2	-	-	+		
	У3	-	+	+		
	У4	-	-	+		

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам ра-

бот. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4 .

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер совместно с лаборантом
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
Оформление отчета по НИР	9	Составление пояснительной записки	Инженер
	10	Публикация полученных результатов	Инженер

3.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.1.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = \frac{365}{299} = 1,22,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполните- ли	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}				
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож\ i}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		
Составление и утверждение технического задания	1	5	2	2	8	4	1,4	6,2	2,8	1	2	1	1,4	3,1	2,8	1,7	3,8	3,4
Подбор и изу- чение матери- алов по теме	1	5	3	2	8	4	1,4	6,2	3,4	1	2	1	1,4	3,1	3,4	1,7	3,8	4,1
Выбор направления исследований	1	4	1	3	8	3	1,8	5,6	1,8	1	2	1	1,8	2,8	1,8	2,2	3,4	2,2
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	2	5	1,4	1,4	3,2	1	1	1	1,4	1,4	3,2	1,7	1,7	3,9
Проведение теоретических расчетов и обоснований	4	10	4	8	14	8	5,6	11,6	5,6	1	2	1	5,6	5,8	5,6	6,8	7,1	6,8
Построение макетов (мо- делей) и про- ведение экс- периментов	28	28	7	40	40	8	32,8	32,8	7,4	2	2	2	16,4	16,4	3,7	20	20	4,5
Сопоставле- ние результа- тов экспери- ментов с тео- ретическими данными	5	10	5	7	20	7	5,8	14	5,8	1	2	1	5,8	7	5,8	7,1	8,5	7,1
Оценка эф- фективности полученных результатов	2	8	2	3	11	3	2,4	9,2	2,4	1	2	1	2,4	4,6	2,4	2,9	5,6	2,9
Составление пояснитель- ной записки	4	7	4	7	14	7	5,2	9,8	5,2	1	1	1	5,2	9,8	5,2	6,3	11,9	6,3
Публикация полученных результатов	1	1	1	7	7	7	3,4	3,4	3,4	1	1	1	3,4	3,4	3,4	4,1	4,1	4,1

Итого длительность работ в календарных днях при использовании

- Первого варианта- 54,5 календарных дней.
- Второго варианта- 69,9 календарных дней.
- Третьего варианта- 45,3 календарных дней.

На основе строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР.

Календарный план-график построенный для максимального по длительности второго варианта исполнения работ рамках научно-исследовательского проекта приведен в таблице 6.

Таблица 6-Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март		апрель		май		июнь					
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель и инженер	3,5														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель и инженер	3,2														
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель и инженер	3,8														
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер	2,1														
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	7,4														
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Научный руководитель и инженер	19														
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер	6,3														
8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель и инженер	6														
9	Составление пояснительной записки	Инженер	9,3														
10	Публикация полученных результатов	Инженер	5,1														

3.1.4 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 7 .

Таблица 7 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z_m), руб.		
		Исп .1	Исп .2	Исп .3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Двигатель	Штука	1	1	1	157000	157000	157000	157000	157000	157000
Трансформатор	Штука	1	1	1	310	310	310	310	310	310
Авт. Выключатель	Штука	6	6	6	98	98	98	588	588	588

Продолжение таблицы 7

Регулятор скорости	Штука	1	1	1	10990	10990	10990	12000	12000	12000
Сигнализация	Штука	1	1	1	2000	2000	2000	2500	2500	2500
Датчики	Штука	3	3	3	1000	1000	1000	1100	1100	1100
Итого								173498	173498	173498

3.1.5 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

№п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям			Трудоемкость, чел.-дн.			Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	Научный руководитель	Научный руководитель	1,3	6,3	2,9	1883,24	1883,24	1883,24	2448,2	11684,41	5461,4
			Инженер						1624,18			10232,3	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель	Научный руководитель	Научный руководитель	1,3	6,1	3,6	1883,24	1883,24	1883,24	2448,2	11162,8	6779,6
			Инженер						1624,18			9852,7	
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель	Научный руководитель	Научный руководитель	1,7	5,8	1,7	1883,24	1883,24	1883,24	3201,5	10922,8	3201,5
			Инженер						1624,18			9420,2	
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	Научный руководитель	Научный руководитель	1,3	1,3	3,4	987,85	1206,56	1206,56	1284,2	1563,2	3358,9

5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	Инженер	Инженер	5,8	11,2	5,8	1883,24	1848,18	1848,18	12226,5	20699,4	12226,5
			Научный руководитель						1206,56			13513,8	
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер	Инженер	Инженер	31,4	31,4	9,8	1563,28	1563,28	1563,28	74104	74104	23128
		Научный руководитель	Научный руководитель	Научный руководитель				1883,24	1883,24	1883,24	69174	69174	21589
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер	Научный руководитель	Инженер	6,8	12	6,8	1563,28	1883,24	1883,24	10628	25598,8	10628
			Инженер						1624,18			19488,3	
8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	Научный руководитель	Инженер	3,2	7,4	3,2	1563,28	1883,24	1883,24	5001,6	13935,9	5001,6
			Инженер						1624,18			12017,6	
9	Составление пояснительной записки	Инженер	Инженер	Инженер	5,1	9,4	5,1	1563,28	1563,28	1563,28	7972,7	14694,3	7972,7
10	Публикация полученных результатов	Инженер	Инженер	Инженер	3,6	3,6	3,6	1563,28	1563,28	1563,28	2627,8	2627,8	2627,8
Итого:											182116,7	361167,4	105475

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \text{ где } Z_{\text{осн}} - \text{основная заработная плата;}$$

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12...20% от $Z_{\text{осн}}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \text{ где } Z_{\text{м}} - \text{месячный должностной оклад работника, руб.}; M -$$

количество месяцев работы без отпуска в течение года; $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет баланса рабочего времени приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководи- тель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	35	30
- невыходы по болезни	16	12
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	257

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководи- тель	28000	0,3	0,15	1,3	52780	2111,2	229	538642,6
Инженер	18000	0,3	0,5	1,3	33930	1413,75	226	428691
Лаборант	13000	0,3	0,3	1,3	30420	1216,8	251	324389
Итого								1291723

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

3.1.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$, где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 11.

3.1.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы: $Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$, где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Научный руководитель	11720,97	86127,08	19012,26	1462,38	17215,95	3116,42
Инженер	103119,5	163141,4	13689,47	14148,46	21016,42	1625,62
Лаборант	41164,34	72631,1	67375,8	5062,73	7462,82	6873,79
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	4736,42					
Исполнение 2	97680,9					
Исполнение 3	28401,6					

3.1.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. [20]

Расчет величины накладных расходов приведен в таблице 9 .

Таблица 12 – Накладные расходы

	$З_{накл}$, руб.
Исполнение 1	31038,91
Исполнение 2	68315,29
Исполнение 3	17890,69

3.1.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 13.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Материальные затраты НТИ	173498	173498	173498	Пункт 3.1.4
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	191116,7	256167,4	101975	Пункт 3.1.5
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16123,5	35964,2	11236,38	Пункт 3.1.6
Отчисления во внебюджетные фонды	26713,18	26713,18	26713,18	Пункт 3.1.7
Накладные расходы	22346,14	55233,17	12645,29	16 % от суммы ст. 1-5
Бюджет затрат НТИ	476184,52	593963	372290	Сумма ст. 1- 6

3.2 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Расчёт интегрального финансового показателя приведен в таблице 14 .

Таблица 14 – Интегральный финансовый показатель

	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
Исполнение 1	0,8
Исполнение 2	1
Исполнение 3	0,62

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 15 .

Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Повышение производительности труда пользователя	0,05	3	3	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	5
Надежность	0,05	4	5	5
Безопасность	0,1	3	3	5
Простота эксплуатации	0,1	5	3	5
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	5
Уровень проникновения на рынок	0,2	5	3	4
Финансирование научной разработки	0,1	5	4	3
Наличие сертификации разработки	0,2	5	3	5
ИТОГО	1			

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы 16 .

Таблица 16 - Интегральные показатели ресурсоэффективности

	I_{pi}
Исполнение 1	4,05
Исполнение 2	3,5
Исполнение 3	4,6

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.(2,3)}}; \mathcal{E}_{cp2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.(1,3)}}; \mathcal{E}_{cp3} = \frac{I_{исп.3}}{I_{исп.(1,2)}}$$

В таблице 17 приведена сравнительная эффективность разработки

Таблица 17 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1		Исп.2		Исп.3	
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8		1		0,62	
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,05		3,5		4,6	
3	Интегральный показатель эффективности	5,06		3,5		7,4	
4	Сравнительная эффек-	По отно-	По отно-	По отно-	По отно-	По отно-	По отно-

	тивность вариантов исполнения	шению к исп.2	шению к исп.3	шению к исп.1	шению к исп.3	шению к исп.1	шению к исп.2
		1,44	0,68	0,69	0,47	1,46	2,11

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

5. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ТЕПЛОВГО НАСОСА В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ «УМНОГО ДОМА»»

Введение

В данном разделе рассматриваются безопасность и экологичность помещения, в котором эксплуатируется система теплового насоса. Здесь будет рассматриваться обеспечение необходимых условий труда в лаборатории (санитарно-гигиенические условия, защита от негативных производственных факторов, обеспечение пожарной безопасности) в соответствии с действующими нормативными документами, а также вопросы экологической безопасности.

Производственная безопасность

5.1 Описание технологического процесса и рабочего места

Технологический процесс разработки и проверки системы теплового насоса заключается в следующем:

- Ознакомление и анализ литературы (статьи, диссертации, учебные пособия и монографии) по данной тематике.
- Создание метода разработки теплового насоса.
- Компьютерное моделирование системы управления.
- Анализ полученных результатов моделирования.
- Проверка разрабатываемой системы управления на реальном двигателе.
- Анализ полученных результатов проверки.

В описанном технологическом процессе основным оборудованием является:

- исследуемый асинхронный двигатель;
- шкаф диагностики и управления;
- преобразователь частоты;
- пользовательский компьютер;
- монитор.

5.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасными производственными факторами при эксплуатации теплового насоса являются: [4]

- поражения электрическим током;
- движущиеся элементы механизмов перемещения и перемещаемые ими грузы, материалы, особенно при размещении этих средств в тоннелях, галереях и в других стесненных условиях;
- вращающиеся элементы приводных, натяжных, загрузочных, разгрузочных узлов и др.;
- опасность загорания (пожара);

Поражение электрическим током персонала, работающего с электроустановками, является опасным для жизни человека и наступает при соприкосновении его с сетью не менее чем в двух точках. При разработке коллективных и индивидуальных средств защиты от электропоражения необходимо, согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ), рассмотреть следующие вопросы:

- а) обоснование категории помещения по степени опасности поражения электрическим током;
- б) требования к электрооборудованию;
- в) анализ соответствия реального положения на производстве перечисленным требованиям;
- г) мероприятия по устранению обнаруженных несоответствий;
- д) обоснование мероприятий и средств защиты, работающих от поражения электрическим током.

Рассматриваемая лаборатория не имеет характеристик, свойственных особо опасным помещениям в части поражения электрическим током. Необходимо применение основных коллективных способов и средств электрозащиты:

изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защитное заземление и защитное отключение.

Также, используются индивидуальные электрозащитные средства. В установках до 1000 В используются диэлектрические перчатки, указатели напряжения, диэлектрические коврики и боты, изолирующие подставки, а также инструмент с изолированными рукоятками.

Пожары – неконтролируемый процесс горения, которые чреват большими материальными издержками, а часто и человеческими жертвами. Обеспечение пожаробезопасности начинается с определения класса взрывоопасной зоны или класса пожароопасной зоны данного участка. Согласно классификации производств по пожарной опасности (ППБ-03) рассматриваемая лаборатория относится к классу Б (наличие горючих волокон или пыли рассматриваемого участка): источником взрыва может послужить короткое замыкание или из - за нарушения электроизоляции. Кроме взрывоопасных зон (В-II) имеется пожароопасная зона класса П-II. Для этих зон используется специальное оборудование во взрывозащищенном или пожаро-защищенном исполнении. Использование электрооборудование во взрыво-пожарозащищенном исполнении – одно из направлений профилактики, другое направление установка систем взрыва и пожаро- сигнализации. Такие системы должны быть установлены на объектах, где воздействие опасных факторов взрыва и пожара может привести к травматизму или гибели людей, этого требует «технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Участок должен быть оснащен такой системой, которая включает систему протоколирования информации, формируют управляющую систему тревоги и систему оповещения о пожаре, для своевременной эвакуации людей. Это другое направление профилактики загораний. Выбор систем взрывоподавления и пожаротушения для участка требует специального рассмотрения и расчетов.

Особую опасность при использовании механизмов перемещения представляет контактирование с подвижными элементами (зубчатыми колесами, шкивами, грузом и др.) и зоны набегания ленты (у шкивов, роликов), захват за не застегнутую, не заправленную надлежащим образом спецодежду, рукавицы и т.п. Вращающиеся валы механизмов перемещения, даже когда они выполнены гладкими и вращаются с малыми оборотами, особенно выступающие их концы, должны быть ограждены.

5.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

При эксплуатации механизмов перемещения необходимо учитывать наличие и возможность воздействия следующих вредных факторов: [2]

- повышенный уровень шума и вибрации;
- повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны и производственных помещений;
- недостаточной освещенности;
- пониженной температуры воздуха в производственных помещениях и сооружениях;

Не допускается применение в организациях вредных веществ, материалов, продукции, товаров, а также оказание услуг, для которых не разработаны методики и средства метрологического контроля, токсикологическая (санитарно-гигиеническая, медико-биологическая) оценка которых не проводилась.

Шум — один из наиболее распространенных неблагоприятных факторов производственной среды. Источниками звуков и шумов являются вибрирующие тела. При этом учащается пульс, дыхание, повышается артериальное давление, изменяются двигательная и секреторная функции желудка и других органов. Источником производственного шума и вибрации являются насосы, вентиляторы, фильтры. Для защиты от шума по СанПиН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 и вибрации по СанПиН 2.2.4/2.1.8.566 – 96 предусматриваются:

- обеспечение персонала индивидуальными средствами защиты по ГОСТ 12.4.011 – 89;

- установка звукоизолирующих кабин;

- виброизолирующие материалы под оборудование (пружины, резины и другие прокладочные материалы).

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука и звукового давления на рабочих местах производственных помещений представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения, рабочие места	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения для инженерно-технического персонала цехов и служб	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Помещения для размещения шумного оборудования	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Мастерские механические и по ремонту оборудования с собственными источниками шума	99	92	86	83	80	78	76	74	85
Комнаты мастеров механической мастерской, мастеров по ремонту оборудования	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Допустимые величины вибрации

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32

0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120

Приведенные нормы одинаковы для горизонтальных и вертикальных вибраций.

Для снижения воздействия вибрирующих машин и оборудования на организм человека применяются следующие меры и средства:

- замена инструмента или оборудования с вибрирующими рабочими органами на невибрирующие в процессах, где это возможно;
- применение виброизоляции вибрирующих машин относительно основания (например, применение рессор, резиновых прокладок, пружин, амортизаторов);
- использование дистанционного управления в технологических процессах (например, использование телекоммуникаций для управления транспортером из соседнего помещения);
- использование автоматики в технологических процессах, где работают вибрирующие машины (например, управление по заданной программе);
- использование ручного инструмента с виброзащитными рукоятками, специальной обуви и перчаток.

Микроклимат (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения) и содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны быть в пределах санитарно-гигиенических норм, что обеспечивается:

- а) при незначительных перегревах воздуха и умеренных выбросах паров, газов, аэрозоля - применением организованной естественной вентиляции;
- б) при значительных уровнях теплового воздействия и выбросов загрязнителей - устройством принудительной вентиляции, обеспечивающей снижение

температуры воздуха и концентрации загрязнителей до допустимых пределов притоком свежего воздуха в рабочую зону.

Источники интенсивных выбросов загрязнителей должны оборудоваться местной вытяжной вентиляцией непосредственно от них.

При невозможности достижения нормативных показателей микроклимата воздуха рабочей зоны должна обеспечиваться защита работников системами местного кондиционирования, воздушного душирования, средствами индивидуальной защиты, регламентом трудового процесса.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Освещение помещений механизма перемещения

Согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» необходимы следующие меры:

- Для осветительных установок помещений механизмов перемещения принимается напряжение 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. Питание осветительных сетей помещений конвейерного транспорта осуществляется от трансформаторов собственных нужд 6/0,38 кВ, питающих одновременно и силовые токоприемники в этих помещениях.

- Размещение осветительной арматуры в конвейерных галереях и эстакадах зависит от количества параллельных ниток конвейеров. При наличии одной конвейерной нитки светильники располагаются в два ряда по боковым стенкам. При наличии двух конвейерных ниток осветительная арматура устанавливается в три ряда над проходами.

- Аварийное освещение предусматривается только для проходов между установками, с использованием минимального количества светильников.

- Сеть штепсельных розеток выполняется по всей длине галереи (эстакады) с установкой розеток через 20 - 25 м. В галереях и эстакадах при конвейерном транспортировании торфа штепсельные розетки не устанавливаются, а ремонтное освещение осуществляется переносными аккумуляторными фонарями во взрывобезопасном исполнении.

- Высота установки светильников в эстакадах, как правило, должна быть 2,5 - 3 м.

Характеристика зрительной работы: общее наблюдение за ходом производственного процесса, периодическое при периодическом пребывании людей в помещении. Применяется освещение всей рабочей зоны общим освещением в 75 лк при показателе ослепленности $P=40$ и коэффициенте пульсации $K_n=20\%$ (для ламп накаливания); [7]

Характеристика зрительной работы: ремонт установки, работа малой и очень малой точности (размер объектов различения от 1 до 5 мм и выше 5 мм). Это разряд зрительной работы V, VI. Применяется освещение при техническом осмотре трассы конвейера или отдельных ремонтируемых мест общим освещением в 200 лк при показателе ослепленности $P=40$ и коэффициенте пульсации $K_n=20\%$ (для ламп накаливания).

Экологическая безопасность

Работа в лаборатории сопряжена с образованием и выделением газообразных, жидких и твердых отходов.

Газообразные отходы, загрязняющие воздух помещения: естественные выделения - углекислый газ, пары воды, летучие органические соединения - ЛОС (альдегиды, кетоны), азотистые соединения и др. органов дыхания человека; бытовая пыль; ЛОС, выделяющиеся в процессе эксплуатации отделочных материалов, лакокрасочных покрытий мебели и др. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения.

Жидкие отходы – бытовые отходы, образующиеся в процессах влажной уборки помещений, при пользовании водопроводом, туалетом и т.п., сбрасываются в городскую канализацию и далее поступают в системы централизованной очистки на городских очистных сооружениях. При обращении с твердыми отходами: бытовой мусор (отходы бумаги, отработанные специальные ткани для протирки офисного оборудования и экранов мониторов, пищевые отходы); отработанные люминесцентные лампы; офисная техника, комплектующие и запчасти, утратившие в результате износа потребительские свойства – надлежит руководствоваться Постановлением Администрации г. Томска от 11.11.2009 г. №1110 (с изменениями от 24.12.2014): бытовой мусор после предварительной сортировки складировать в специальные контейнеры для бытового мусора (затем специализированные службы вывозят мусор на городскую свалку); утратившее потребительские свойства офисное оборудование передают специальным службам (предприятиям) для сортировки, вторичного использования или складирования на городских мусорных полигонах. Отработанные люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.09.2010 №681. Люминесцентные лампы, применяемые для искусственного освещения, являются ртутьсодержащими и относятся к 1 классу опасности.

Ртуть люминесцентных ламп способна к активной воздушной и водной миграции. Интоксикация возможна только в случае разгерметизации колбы, поэтому основным требованием экологической безопасности является сохранность целостности отработанных ртутьсодержащих ламп. Отработанные газоразрядные лампы помещают в защитную упаковку, предотвращающую повреждение стеклянной колбы, и передают специализированной организации для обезвреживания и переработки. В случае боя ртутьсодержащих ламп осколки собирают щеткой или скребком в герметичный металлический контейнер с плотно закрывающейся крышкой, заполненный раствором марганцевокислого калия. Поверхности, загрязненные боем лампы, необходимо обработать раствором марганцевокислого калия и смыть водой. Контейнер и его внутренняя поверхность должны быть изготовлены из неадсорбирующего ртуть материала (винипласта).

К сфере защиты ОС и рационального использования природных ресурсов относится и экономия ресурсов, в частности, энергетических. Реальным вкладом здесь может стать экономия электрической и тепловой энергии на территории предприятия. Во-первых, это улучшает экономические показатели деятельности предприятия (уменьшение расходов на электротепловую энергию). Во-вторых, экономия энергии означает уменьшение газа, мазута, угля, сжигаемого в топках котлов ТЭС и электроустановок (котельных) промпредприятий города Томска и области и одновременное уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Несмотря на кажущуюся малость вклада в энергосбережение и в защиту атмосферного воздуха от загрязнения массовое движение в этом направлении, в том числе, в быту, принесет значимый эффект.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятные чрезвычайные ситуации при эксплуатации следящего электропривода механизма перемещения: возникновение пожара (загорания) и электропоражение.

Пожар (загорание)

Основными причинами пожара могут быть: перегрузка проводов, короткое замыкание, большие переходные сопротивления в электрических цепях, электрическая дуга, искрение и неисправности оборудования.

Специфические требования по обеспечению пожарной безопасности процессов транспортирования твердых материалов:

- установки должны иметь предохраняющие устройства, отключающие приводы при перегрузке;
- необходимо осуществлять контроль натяжения цепей и транспортерных лент. Пробуксовка ленты конвейера должна устраняться соответствующей натяжкой ленты натяжными устройствами после очистки барабанов и ленты. Подсыпать канифоль и другие материалы в целях устранения пробуксовки ленты запрещается;
- недопустимы перегрузка, перекосы и завалы транспортерных лент как основные причины заклинивания транспортеров;
- для предупреждения воспламенения транспортерной ленты приводные станции механизмов должны быть оборудованы тепловыми датчиками;
- для исключения перегрева подшипников необходимо своевременно контролировать их температуру и своевременно смазывать;
- все металлические части транспортеров должны быть заземлены;
- вся система должна иметь исправные устройства отключения при аварийных ситуациях;

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности, разработка схемы действий администрации и работающих в случае пожара и организация эвакуации людей, организация внештатной пожарной дружины. При эксплуатации производственного оборудования в атмосфере пожаро- и взрывоопасной пыли и пылевоздушных смесей основным условием безопасности является предотвращение пожаро- и взрывоопасных ситуаций, что обеспечивается:

- а) последовательностью пуска и остановки оборудования, работающего в едином технологическом комплексе, с автоматической блокировкой при ее нарушении;
- б) светозвуковой сигнализацией срабатывания любой блокировки;
- в) устройством аварийного отключения приводов;
- г) датчиками уровня заполнения бункеров, сблокированными с транспортным и другим технологическим оборудованием;
- д) минимальным количеством точек перегрузки на транспортных коммуникациях и их минимальной протяженностью;
- е) защитой электрооборудования от взрыва, коротких замыканий и перегрузок;

Расчет заземления

Данные для расчёта заземления:

1. Заземление необходимо выполнить для установки, работающей под напряжением 380 В.
2. Для заземления используем трубы диаметром 4 мм и длиной 2,5 м и сталь полосовую 18х4 мм.
3. Заземлители расположены в ряд.
4. Характер грунта в месте установки заземления — сухая земля. Заземлители установлены на глубину (от верхнего конца трубы) 17 см, а расстояние между трубами принимаем равной трём длинам заземлителей, т.е. $a=2$ м.

Верхние концы соединены с помощью полосовой стали. Определим, что для данного случая по нормам допускается сопротивление не более 4 Ом. Удельное сопротивление земли составляет $\rho_T = 0.4 \cdot 10^4$ Ом·см.

Учитывая применение грунта зимой и просыхания его летом, определяем расчётные значения $\rho_{\text{э}}$ и ρ_n при использовании трубчатых заземлителей соединительной полосы и соединительной полосы:

$$\rho_{\text{э}} = \rho_T \cdot \kappa_{\text{э}} = 0.4 \cdot 10^4 \cdot 1.9 = 7.6 \cdot 10^3 \text{ (Ом·см)},$$

где $\kappa_3 = 1.9$ - коэффициент для вертикальных электродов;

$$\rho_n = \rho_T \cdot \kappa_n = 0.4 \cdot 10^4 \cdot 5 = 2 \cdot 10^4 \text{ (Ом·см)},$$

где $\kappa_n = 5$ - коэффициент для горизонтальных электродов.

Определим величину сопротивлений одной забитой в землю трубы по выражению:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_m}{d} + 0.5 \cdot \ln \frac{4 \cdot h_m + l_m}{4 \cdot h_m \cdot l_m} \right),$$

где h_m - глубина заземления, $h_m = 750$ см;

l_m - длина заземления, $l_m = 250$ см;

d - диаметр заземления, $d = 0.4$ см.

$$R_3 = \frac{7.6 \cdot 10^3}{6.28 \cdot 250} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 250}{0.4} + 0.5 \cdot \ln \frac{750 + 250}{750 \cdot 250} \right) = 21.8 \text{ Ом.}$$

Определим число заземлителей:

$$n = \frac{R_3}{z} = \frac{21.8}{6} = 4 \text{ шт.}$$

Определим длину соединительной полосы:

$$l_m = 1.05 \cdot a \cdot (n - 1) = 1.05 \cdot 2 \cdot (6 - 1) = 6.3 \text{ м,}$$

где n - число заземлителей;

a - расстояние между заземлителями.

Размер резервуара 7x7 м, длина соединительной полосы вписывается в его размер.

Результирующее сопротивление (полосы и трубы) с учётом коэффициента использования труб $J_3 = 0.85$ и полосы $J_{II} = 0.86$ определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_{II}}{R_3 \cdot J_{II} + R_{II} \cdot J_3 \cdot n} = \frac{21.8 \cdot 7.26}{21.8 \cdot 0.86 + 7.26 \cdot 0.85 \cdot 4} = 3.64 \text{ Ом.}$$

Данная величина удовлетворяет требованиям защитного заземления. Контроль заземления производится при приёме в эксплуатацию, а также периодически, в сроки, установленные правилами, при переконфигурации оборудования и ремонте заземлителей.

Схема расположения устройства защитного заземления по отношению к резервуару показана на рисунке 35.

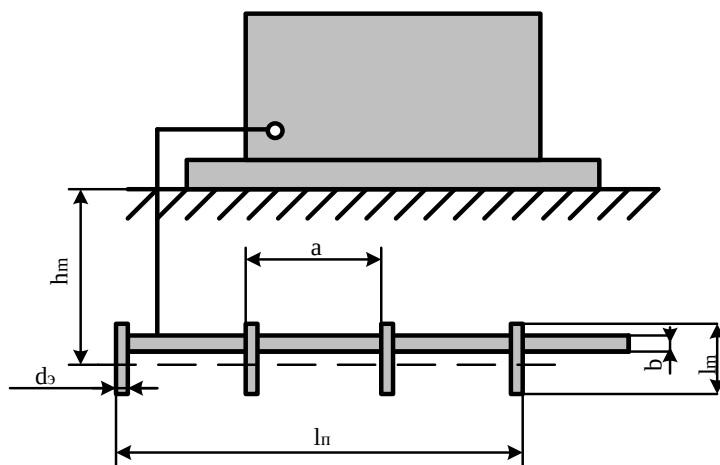


Рисунок 35 – Схема защитного заземления

В данном случае выполняем выносное заземление. Заземлители располагаются на некотором удалении от резервуара. Поэтому заземление корпуса находится вне поля растекания и человек, касаясь корпуса, оказывается под полным напряжением относительно земли. Выносное заземление защищает за счёт малого сопротивления заземлителей.

6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с Трудовым кодексом РФ, в целях обеспечения требований охраны труда осуществляется контроль за их выполнением, в каждой организации численностью более 100 сотрудников создается служба охраны труда. Либо заключается договор со специалистами. Служба охраны труда подчиняется руководителю предприятия. На должность специалиста по охране труда назначаются имеющие квалификацию инженера по охране труда или прошедшие специальное обучение.

В нашем случае на предприятии 20 человек, поэтому, в соответствии с Трудовым кодексом, на производстве с численностью более десяти человек должны создаваться комитеты по охране труда, в состав которых входят представители работодателя и профсоюзов. Задачами комитета являются: организа-

ция по обеспечению выполнения работниками требований по охраны труда, контроль за соблюдением охраны труда, информация о состоянии охраны труда. Комитет по охране труда ведет учет и анализ производственного травматизма и профессиональных заболеваний, измерение величин опасных и вредных факторов, оценку травмобезопасности, аттестацию рабочих мест, приемку в эксплуатацию производственных объектов, согласование документации в области охраны труда, участие в расследовании несчастных случаев, обучение по охране труда в соответствии со следующими документами:

- Трудовой кодекс РФ;
- ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ;
- ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ;
- ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ;
- ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ;
- ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ;
- СНиП П-12-77;
- СанПиН 1757-77;
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03;
- СНиП 2.04. 05-91.

Заключение

Тепловые насосы не используют для отопления невозполнимые запасы природных ресурсов, что крайне важно не только с точки зрения охраны окружающей среды, но и с точки зрения экономии на энергоносителях, так как их стоимость увеличивается с каждым годом. Также, с помощью тепловых насосов можно не только отапливать помещение, но и подогревать горячую воду для хозяйственных нужд, и кондиционировать помещение в период повышенной температуры летом.

Воздушные насосы выгодно использовать в регионах с теплыми зимами, например, в Сочи, где не понадобится дублирующий источник тепла на случай сильных морозов. Также можно устанавливать воздушные тепловые насосы в регионах, где относительно сухой воздух и температура зимой до -15°C . А вот во влажном и холодном климате такие установки страдают от обледенения и обмерзания. Налипающие на вентиляторе сосульки не дают нормально работать всей системе.

Воздух, как источник не дает самой высокой энергетической эффективности для круглогодичного отопления (особенно на севере). Основная причина в том, что эффективность падает в середине зимы, когда нужно больше всего тепла.

Хорошая система подземного источника (с глубокой траншей) поддерживает постоянную теплоотдачу и не зависит от ежедневных изменений температуры воздуха. Тем не менее, системы воздух гораздо легче и дешевле в установке.

Большинство геотермальных тепловых насосов переживет даже самые лучшие котлы. Они должны работать в течение более 20 лет, с минимальным обслуживанием.

Системы воздушных тепловых насосов, как правило, находятся под воздействием атмосферных явлений, поэтому работают столько же как газовый котел.

К сожалению, тепловые насосы могут сломаться, при этом очень дороги в ремонте, но подобные случаи очень редки.

В Сибири средняя температура зимой составляет -25. Значит тепловой насос «воздух—вода» однозначно не подходит, так как при температуре – 15 градусов и ниже, по сути, работает только электрический нагрев. Систематизируя типы насосов можно сделать вывод, что оптимальными для Сибири по виду теплоносителя во входном и выходном контурах насосами является «грунт—вода», «вода—вода», «грунт—воздух», «вода—воздух». Грунтовый и водный тепловые насосы работает независимо от морозов, так как на определенной глубине температура почвы и соответственно воды практически постоянна.

Проблема снижения затрат на отопление, горячее водоснабжение, обогрев бассейнов в условиях Сибири с ее суровым климатом очень актуальна. Использование традиционных источников энергии требует немалых финансовых затрат. С ростом цен на электроэнергию и пристальным вниманием общественности к экологическому вопросу использование тепловых насосов в качестве отопительной системы будет возрастать. Ведь две третьих отопительной энергии можно получить бесплатно из природы. На данный момент тепловые насосы пока не очень популярны в России. Все дело в том, что сегодня у нас газ очень дешевый, им топить выгоднее, однако, это временное явление. Всегда надо смотреть в будущее и уже сейчас экономить природные ресурсы. Например, в Европе дело обстоит иначе, там тепловые насосы получили очень широкое применение. В Германии на настоящий момент более 50% новых систем отопления проектируются и реализуются на основе тепловых насосов. В Швеции такой процент уже давно больше 90. Со временем, при укреплении национальной валюты и экономическом подъеме у нас, как и за рубежом, руководители предприятий оценят преимущество нетрадиционного источника теплоснабжения, и использование тепловых насосов станет повсеместным, в том числе в частных домах.

Список используемой литературы:

1. ГОСТ 12.0.003–74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
3. ГОСТ 12.0.004–90 ССБТ. Обучение рабочих безопасности труда.
4. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
5. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
6. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
7. СНиП П-12-77. Защита от шума.
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
9. СНиП 2.04. 05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
10. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
12. Регулирующий стандарт по электромагнитным полям МРР II.
13. ГОСТ 12.1.045-84. Электростатические поля.
14. СанПиН 1757-77. Допустимая напряженность электростатического поля.
15. Федеральная служба по утилизации компьютеров и оргтехники [Электронный ресурс]. URL: <http://rusutilit.ru>. (Дата обращения: 11.05.2016г).