

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ПОДАЧЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СФЕРЕ ЖКХ
В Г. СТАРЫЙ ОСКОЛ**

Магистерская диссертация
обучающегося по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы
и технологии
заочной формы обучения, группы 07001573
Шамси-Заде Шухрата Гафуровича

Научный руководитель
к.т.н., доц. Шамраев А.А.

БЕЛГОРОД 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Описание системы управления подачи теплоносителя в сфере ЖКХ	5
1.1 Понятие систем отопления.....	5
1.2 Классификация систем топления.....	7
1.3 Регулирование теплового режима помещений	9
1.4 Трехходовой кран и его особенности.....	11
1.5 Описание работы котельной с.Городище.....	14
1.6 Постановка задачи.....	16
2 Анализ системы подачи теплоносителя в сфере ЖКХ.....	18
2.1 Актуальность автоматизации системы подачи теплоносителя.....	18
2.2 Анализ автоматизации системы подачи теплоносителя	20
2.3 Технические требования к программному обеспечению.....	23
3 Разработка программного обеспечения	25
3.1 Проектирование программного обеспечения.....	25
3.2 Описание программного обеспечения	29
3.3 Разработка и тестирование программного обеспечения.....	30
3.4 Руководство пользователя.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ А	41
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Целью написания данной работы послужили необходимость автоматического и дистанционного управления подачей теплоносителя, повышение экономичности систем теплоснабжения. Добиться повышения экономичности возможно несколькими способами, один из которых – рациональное использование ресурсов. Такой метод, как показала практика, реализует система автоматического управления теплоснабжением. Она позволяет снизить перерасход ресурсов до минимума, а зачастую до нуля.

Экономичность систем теплоснабжения является важной задачей, т.к. она в значительной мере влияет на затраты каждого среднего и крупного предприятия, а следовательно, оказывает влияние и на экономическую ситуацию государства.

Известно, что большинство тепловых пунктов зданий в нашей стране до сих пор присоединено к наружным тепловым сетям по зависимой элеваторной схеме (с помощью нерегулируемых водоструйных насосов). В некоторых системах централизованного теплоснабжения здания подключены непосредственно к тепловым сетям.

Объектом исследования является система подачи теплоносителя.

Предметом исследования является система управления подачей теплоносителя в сфере ЖКХ в городе Старый Оскол.

Целью работы является разработка интеллектуальной системы управления подачи теплоносителя в сфере ЖКХ в городе Старый Оскол.

1. Описание системы управления подачи теплоносителя в сфере ЖКХ

1.1 Понятие систем отопления

Система отопления представляет собой комплекс элементов, необходимых для обогрева помещений. Основными элементами являются генераторы теплоты, теплопроводы, отопительные приборы. Передача теплоты осуществляется с помощью теплоносителей - нагретой воды, пара или воздуха.

При определении тепловой нагрузки систем отопления учитывают особенности теплового режима помещений. В помещениях с постоянным тепловым режимом, к которым относятся промышленные, жилые и общественные здания, сельскохозяйственные постройки, тепловую нагрузку определяют из теплового баланса.

В помещениях с переменным режимом при определении тепловой нагрузки различают два периода - рабочий и нерабочий. В нерабочее время необходимость в отоплении может отсутствовать.

Во всех случаях при расчете мощности систем отопления необходимо учитывать минимальные почасовые тепловыделения. Кроме того, системы отопления должны обеспечивать нормируемые параметры воздуха к началу рабочего периода. Отопление, рассчитанное только на период нерабочего времени, называют дежурным отоплением.

Системы отопления должны обеспечивать внутри помещения заданную температуру воздуха равномерно по объему рабочей зоны помещения. Температуры внутренних поверхностей наружных ограждений и нагревательных приборов должны находиться в пределах нормы. Система должна быть безопасной и бесшумной в работе, должна обеспечивать наименьшее загрязнение вредными выделениями помещений и атмосферного воздуха.

Системы отопления должны обеспечивать минимум затрат по сооружению и эксплуатации. Показателями экономичности являются также расход материала, затраты труда на изготовление и монтаж. Экономичность системы определяется технико-экономическим анализом вариантов различных систем и применяемого оборудования.

Системы отопления должны соответствовать архитектурно-планировочному решению помещений. Размещение отопительных элементов должно быть увязано со строительными конструкциями.

Элементы систем отопления должны изготавливаться преимущественно в заводских условиях, детали унифицированы, затраты труда на сборку минимальны.

Система отопления должна быть надежной в поддержании заданных температур воздуха. Надежность системы обуславливается ее долговечностью, безотказностью, простотой регулирования управления и ремонта.

Принципиально система отопления делится на гравитационную и насосную. Наиболее типичной системой является гравитационная система, в которой теплоноситель движется по трубам за счет того, что нагретая вода легче холодной. В результате горячая вода устремляется вверх, создавая при этом напор, и возникает циркуляция, вызывающая процесс теплообмена. Особенностью этих систем является то, что необходимо применение труб достаточно большого диаметра, так как значения напора в данных системах невелики. Отличительной чертой гравитационных систем является то, что трубопроводы располагаются, преимущественно, вертикально и распределение теплоносителя осуществляется сверху вниз.

В настоящее время для увеличения напора применяются циркуляционные насосы, которые значительно повышают значения напора, производительности и, как следствие эффективности системы в целом.

Все отопительные приборы обладают излучающими свойствами, поэтому тепло от батареи распределяется по зонам, т. е., чем дальше от батареи, тем холоднее. В современных отопительных приборах этот недостаток сведен к

минимуму, поскольку этим приборам придали свойства конвектора. Благодаря специфической конструкции воздух, проходя через отопительный прибор, нагревается, поднимается вверх и перемешивается с более холодными слоями воздуха, благодаря чему температура внутри помещения гораздо ровнее, нежели в ранее рассмотренном случае.

1.2 Классификация систем топления

Различают местные и центральные системы отопления. К местным относят системы, в которых все элементы объединены в одном устройстве и которые предназначены для обогрева одного помещения. К местным системам относят печное отопление, газовое (при сжигании топлива в местном устройстве) и электрическое.

Центральные системы обогревают ряд помещений из центра (котельная, ТЭЦ), в котором вырабатывается теплота, передаваемая теплоносителем к нагревательным приборам отапливаемых помещений.

По виду теплоносителя системы отопления подразделяют на системы водяного, газового, парового и воздушного отопления. В водяных и паровых системах теплоноситель - вода или пар - нагревается в генераторе теплоты и передается по трубопроводам к нагревательным приборам.

В воздушных системах нагретый воздух поступает непосредственно в помещение из распределительных каналов или отопительных агрегатов, расположенных в самом помещении.

По способу перемещения теплоносителя центральные системы отопления подразделяют на системы с естественной циркуляцией и системы с механическим побуждением (принудительная циркуляция).

При выборе теплоносителя необходимо учитывать санитарно-гигиенические, технико-экономические и эксплуатационные показатели.

Вода обладает большой теплоемкостью и плотностью, что позволяет передавать большое количество теплоты при малом объеме теплоносителя. Это

обеспечивает малые размеры трубопроводов и относительно невысокие потери теплоты. Допускаемая по санитарно-гигиеническим нормам температура нагревательных приборов легко достигается, однако на перемещение воды требуется затрата энергии.

Пар при конденсации в нагревательных приборах отдает значительное количество теплоты за счет скрытой теплоты парообразования. Вследствие этого масса пара при данной тепловой нагрузке уменьшается по сравнению с другими теплоносителями. Однако пар как теплоноситель в системах отопления уступает воде, так как температура приборов будет превышать 100 °С, что приводит к возгонке органической пыли, оседающей на приборах, и к выделению в помещение вредных веществ и неприятных запахов.

Следует также учесть, что паровые системы могут быть источниками шума, кроме того, пар при низких давлениях (применяемых в системах отопления) имеет значительный удельный объем, что ведет к увеличению сечений трубопроводов.

Воздух - подвижный теплоноситель - безопасен в пожарном отношении, в воздушных системах возможно простое регулирование температуры в помещении. Однако вследствие малой теплоемкости воздуха для удовлетворения заданной тепловой нагрузки масса воздуха должна быть значительной, что приводит к необходимости иметь каналы с большим сечением для его перемещения и дополнительному расходу энергии. К тому же воздушное отопление в некоторых случаях может спровоцировать развитие вредоносных бактерий. Поэтому воздушное отопление применяют преимущественно на промышленных предприятиях.

Водяное отопление получило в настоящее время наибольшее распространение в силу преимуществ перед другими системами отопления. Опыт эксплуатации водяных систем показал их наилучшие гигиенические и эксплуатационные свойства. Системы водяного отопления более надежны, бесшумны, просты и удобны в эксплуатации, могут иметь значительный радиус действия по горизонтали. Радиус действия системы по вертикали определяется

гидростатическим давлением. Особое значение получило водяное отопление с развитием централизованного теплоснабжения и теплофикации.

1.3 Регулирование теплового режима помещений

Управление тепловым режимом сводится к поддержанию его на заданном уровне или изменению в соответствии с заданным температурным графиком.

На тепловых пунктах производится регулирование в основном двух видов тепловой нагрузки: горячего водоснабжения и отопления.

Для обоих видов тепловой нагрузки система подачи теплоносителя поддерживает неизменные заданные значения температуры воды горячего водоснабжения и температуры в отапливаемых помещениях.

Отличительной особенностью регулирования отопления является его большая тепловая инерционность, тогда как инерционность системы горячего водоснабжения значительно меньше. Поэтому задача стабилизации температуры воздуха в отапливаемом помещении значительно сложнее, чем задача стабилизации температуры горячей воды в системе горячего водоснабжения.

Основными возмущающими воздействиями являются внешние метеоусловия: температура наружного воздуха.

Существуют следующие принципиально возможные схемы регулирования:

- регулирование по отклонению внутренней температуры помещений от заданной путем воздействия на расход воды, поступающей в систему отопления;
- регулирование в зависимости от возмущения внешних параметров, приводящих к отклонению внутренней температуры от заданной;
- регулирование в зависимости от изменений наружной температуры и внутри помещения (по возмущению и по отклонению).



Рисунок 1.1 – Структурная схема управления тепловым режимом помещения по отклонению внутренней температуры помещения

На рисунке 1.1 приведена структурная схема управления тепловым режимом помещения по отклонению внутренней температуры помещений, а на рисунке 1.2 приведена структурная схема управления тепловым режимом помещения по возмущению внешних параметров.

Внутренние возмущающие воздействия на тепловой режим здания незначительны.

Для метода регулирования по возмущению в качестве сигналов, позволяющих отслеживать наружную температуру, могут быть выбраны: температура воды, поступающей в систему отопления, количество теплоты, поступающее в систему отопления и расход теплоносителя.

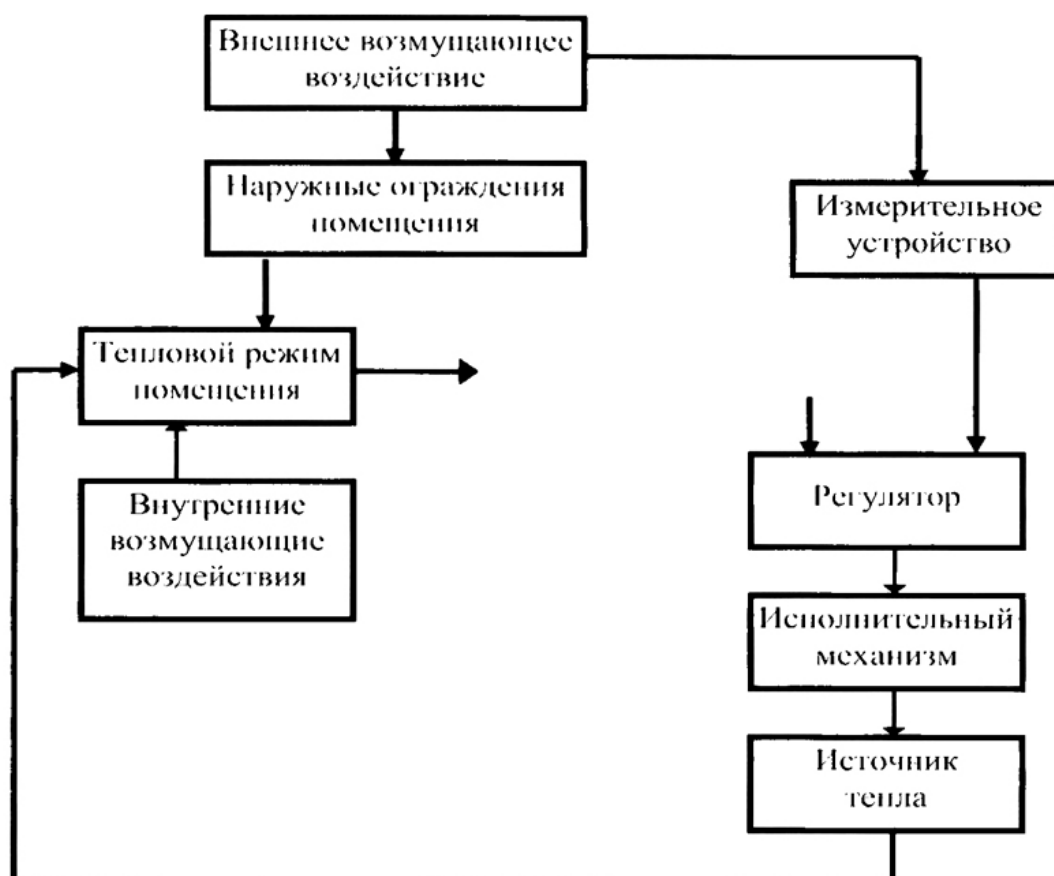


Рисунок 1.2 – Структурная схема управления тепловым режимом помещения по возмущению внешних параметров

1.4 Трехходовой кран и его особенности

Чтобы создать комфортную температуру в отапливаемом помещении, необходимо грамотно распределить потоки воды в контуре обогрева. Эту и подобного рода функции выполняют элементы запорно-регулирующей арматуры, в частности, трехходовой кран для отопления. Благодаря перераспределению жидкостей, удастся добиться нужной температуры теплоносителя, подаваемого к радиаторам отопления.

Регулировочный трехходовой кран конструктивно состоит из следующих элементов: металлический корпус; затвор, в котором имеются проходные каналы; 3 патрубка. Два из них предназначены для подключения холодной и горячей воды, а третий — для выхода теплоносителя (в зависимости от вида крана назначение патрубков может отличаться).

Принцип работы трехходового крана в системе отопления заключается в следующем. Предполагается, что к распределительному крану подводятся жидкости от отопительного котла и от обратной сетевой. В зависимости от положения крана, через него будет проходить теплоноситель разной температуры:

При полностью открытом положении крана горячий теплоноситель будет поступать к радиаторам отопления. Его температура будет соответствовать температуре в котле. При полностью закрытом кране к радиаторам будет подаваться остывшая вода от обратной сетевой. Если установить какое-то промежуточное положение затвора, вода будет смешиваться. Так можно регулировать ее температуру.

Поскольку сейчас в продаже имеются распределительные краны различного предназначения, необходимо понимать разницу между ними, знать конструктивные особенности данных устройств. В этом случае можно будет сделать правильный выбор трехходового крана. Ниже мы рассмотрим, чем различаются изделия разных моделей.

Внешне разные типы кранов ничем не отличаются, так как у них имеется 3 патрубка, но принцип работы у них прямо противоположный: Смесительный кран (регулируемый) производит смешивание двух потоков теплоносителя. Подвод осуществляется по двум патрубкам, а выход — по одному. Внутри прибора имеется шток с клапаном.

Распределительный кран (запорный) не смешивает, а разделяет один поток на 2 части. В патрубках установлены клапаны. Когда один клапан открывает проход для теплоносителя, второй перекрывает свою магистраль. Теплоноситель входит в кран через один патрубок, а выходит через два. Такие устройства часто используются для обвязки водонагревателей, в системах с установленными бойлерами, для распределения тепла на несколько помещений.

Краны, управляемые автоматикой, позволяют обеспечивать обогрев помещений до нужной температуры без участия человека. Причем, обогрев становится более эффективным, радиаторы прогреваются равномерно, нет

необходимости постоянно контролировать работу отопительного контура. Управление распределительным краном может осуществляться посредством сервопривода, а также с помощью гидродинамического или пневматического термостата.

Трехходовой кран с электроприводом, в качестве управляющего элемента используется сервопривод, представляющий собой электрический двигатель. От блока электронного управления на сервопривод поступает команда, согласно которой двигатель изменяет положение шара или штока внутри устройства. Блок управления определяет температуру на выходе из клапана или вычисляет оптимальную настройку по температурам обратной сетевой и поступающей из котла воды.

Трехходовой кран с сервоприводом разумеется, устанавливать трехходовой кран для системы отопления с электроприводом без наличия управляющего блока не имеет смысла. Сервоприводом может быть оснащен почти любой трехходовой кран, но рекомендуется использовать для этой цели только специально предназначенную для этого арматуру. Она адаптирована для установки на ней электропривода. Распределительный кран с терморегулятором. Такое устройство представляет собой кран с термоголовкой, в которую помещены газ или специальная жидкость.

Данные компоненты реагируют на изменение температурных показателей окружающей среды. В результате колебаний температуры изменяется объем жидкости или газа, что приводит к автоматическому срабатыванию клапана. При установке прибора требуется его тщательная настройка. Определяются предельные значения температуры, которые связываются с крайними положениями крана. Тем самым определяется рабочий диапазон, в пределах которого трехходовой кран для отопления с терморегулятором будет изменять температуру теплоносителя.

Трехходовой кран для системы отопления с терморегулятором теплоноситель циркулирует через устройство до тех пор, пока его температура не изменится до установленного значения. Как только температура выйдет за

эти пределы, пропорция смешивания холодной и горячей воды в кране изменится.

Преимущество крана с терморегулятором состоит в том, что для его работы не требуется наличие блока управления. Такие устройства работают автономно, а также обладают приемлемой стоимостью.

Для обеспечения максимальной отдачи от отопительного трехходового крана, необходимо его правильно подобрать. Для этого следует придерживаться некоторых рекомендаций.

Диаметр крана должен соответствовать диаметру трубопроводов. В этом случае не будет страдать пропускная способность контура, а монтаж будет произведен без использования переходников; Тип соединения должен соответствовать имеющемуся.

Перед началом каждого отопительного сезона необходимо проверить работу всей регулирующей и запорной арматуры. Установив в контур своей отопительной системы качественный трехходовой кран, вы сможете по своему желанию регулировать температуру различных отопительных приборов, контролировать и изменять температуру в отдельных помещениях

1.5 Описание работы котельной с.Городище.

Котельная с. Городище на данный момент оборудована двумя котлами «Bunderus» LoganoGE315-специальный отопительный котел с вентиляторными горелками «Bunderus» LogatopGZ2представленный на рисунке 1.3.

Отопительные чугунные котлы «Bunderus» Logano GE315, используются для отопления помещений, для приготовления горячей воды в многоквартирных домах, коммунальных и промышленных сооружений. Основное преимущество данных котлов, это используемая технология «Thermostream»



Рисунок 1.3–Котлы «Bunderus» LoganoGE315 с вентиляторными горелками «Bunderus» LogatopGZ2

Суть технологии Thermostream состоит в смешивании внутри котла холодной воды, поступающей из обратной линии с нагретой водой, идущей в подающую линию.

Повышение температуры воды, поступающей из обратной линии, происходит в верхней части отопительного котла. Поэтому вода, поступившая из обратной линии, нагревается прежде, чем она достигнет отопительных поверхностей.

Таким образом, даже при внезапном поступлении в котел холодной воды из обратной линии, исключается термшок для отопительных поверхностей.

За счет данной технологии котлы обладают коэффициентом полезного действия может достигать 95%. Мощность котлов достигает 230 кВт.

Двумя циркуляционными насосами, двумя насосами на теплообменники горячего водоснабжения, насосом рециркуляцию горячего водоснабжения и подпиточным насосом торговой марки «Willo», а так же двумя пультами управления котлами Logamatic 4212.

Работа котлов происходит поочередно, каждые 12 часов. В случае когда возрастает потребление горячей воды, дополнительно может включиться второй котел, как показано на рисунке 1.4

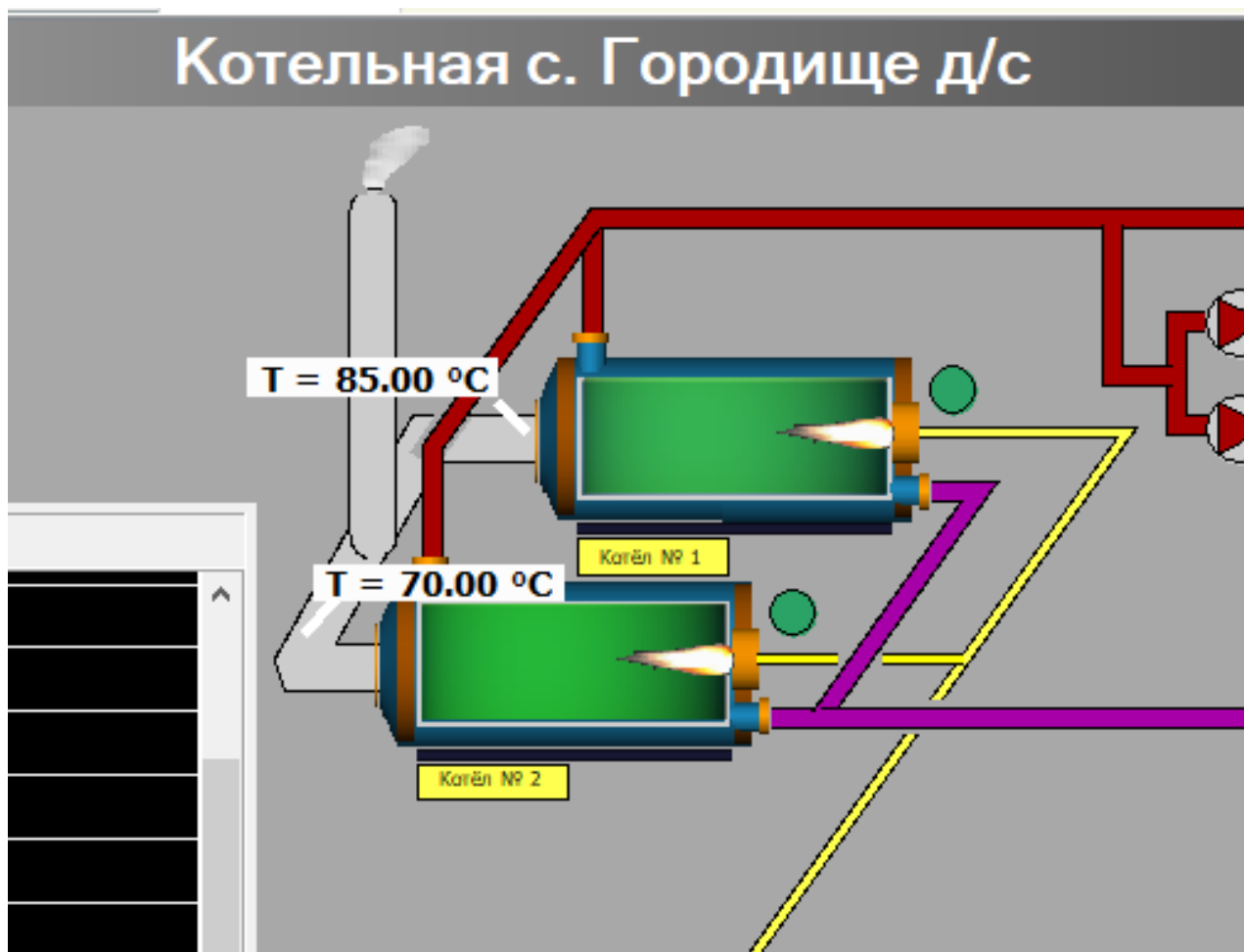


Рисунок 1.4—Одновременная работа котлов

1.6 Постановка задачи

Работа котельной заключается в отоплении общественных помещений и подачи горячей воды в них. По нормативным документам существует график температуры относительно температуры наружного воздуха, согласно которому оператор обязан вручную увеличивать или уменьшать температуру на выходе.

Представим следующие проблемы системы подачи теплоносителя:

- ошибка при выставлении температуры на выходе;
- большой расход газа;

- невозможность точно прогнозировать температуру на улице на следующий день;

- трата времени оператора на поездку в котельную.

В данной работе будем рассматривать решение данных проблем на примере ЖКХ в Старом Осколе. Цель работы – «Разработка автоматизации системы подачи теплоносителя в сфере ЖКХ в городе Старый Оскол».

Перечислим задачи необходимые для достижения данной цели. Такими задачами являются:

- описание актуальности автоматизации системы подачи теплоносителя;

- описание бизнес-процессов необходимых для создания программного обеспечения;

- проектирование программного обеспечения, обеспечивающей автоматизацию системы управления подачи теплоносителя;

- тестирование программного обеспечения.

Выводы по первому разделу:

В данном разделе сформулирована цель магистерской работы. Данной целью является разработка интеллектуальной системы управления подачей теплоносителя в сфере ЖКХ в городе Старый Оскол. Рассмотрены проблемы при работе системы подачи теплоносителя, на основании которых сформированы задачи.

2 Анализ системы подачи теплоносителя в сфере ЖКХ

2.1 Актуальность автоматизации системы подачи теплоносителя

Тепловой режим отапливаемых помещений определяется как результат совокупного влияния непрерывно изменяющихся внешних и внутренних возмущающих воздействий. К внешним тепловым воздействиям относятся изменения температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра, интенсивности солнечной радиации, влажности воздуха; к внутренним возмущающим воздействиям в жилых зданиях - выделение тепла при приготовлении пищи, работа электрических осветительных приборов, тепло, выделяемое людьми, и др.

Регулирующими (управляющими) воздействиями, которые должны обеспечить стабилизацию температурного режима помещений или его изменение во времени по заданной программе, являются температура и расход теплоносителя, поступающего в нагревательные приборы, а также продолжительность его подачи. Применение автоматического регулирования в системах центрального отопления даст значительный технико-экономический эффект.

Как уже отмечалось, способы регулирования подразделяются на три группы: центральное регулирование на тепловом вводе; регулирование по отдельным зонам - зонное регулирование; индивидуальное регулирование каждого нагревательного прибора.

В зависимости от назначения здания, его ориентации, конструкции наружных ограждений и нагревательных приборов регулирование осуществляется: по отклонению внутренней температуры в «представительных» (контрольных) помещениях; по возмущению (изменению температуры наружного воздуха, скорости ветра, интенсивности солнечной радиации); по отклонению внутренней температуры внутри физической

тепловой модели здания. В физической модели температура воздуха, равная температуре воздуха в здании, поддерживается с помощью электрического нагревателя. Датчики температуры, находящиеся внутри модели, дают сигнал, и через регулятор осуществляется управление регулирующим клапаном, установленным на линии подачи тепла в здание.

При центральном регулировании осуществляется позиционное или пропорциональное изменение количества теплоты, поступающей в здание из тепловой сети, в зависимости от изменения температуры воздуха в контрольных помещениях или температуры наружного воздуха.

На данный момент в котельных для изменения температуры на выходе приходится оператору тратить время и приезжать в котельную для введения данных в ручную. При этом введение информации о температуре воздуха на улице на следующий день не всегда может быть верным. Что приводит к экономическим растратам, а точнее лишним тратам газа.

Автоматизация процесса системы подачи теплоносителя позволит оптимизировать работу котельной, экономить газ и управлять системой подачи теплоносителя удаленно, считывая информацию с датчика температуры воздуха на улице. Тем самым ускоряя работы котельной и позволяя выполнять функции изменения температуры на выходе автоматически без участия оператора.

Также автоматизация системы подачи теплоносителя позволит учитывать следующие режимы работы системы централизованного теплоснабжения, при которых:

- регулирование температуры воды на теплоисточнике ведется по текущей наружной температуре, которая является основным возмущающим фактором для внутренней температуры. Температура сетевой воды на теплоисточнике определяется по температуре воздуха за длительный период с учетом прогноза и располагаемой тепловой мощности оборудования. Транспортное запаздывание, измеряемое часами, также приводит к несоответствию у абонента температуры сетевой воды текущей наружной температуре;

– гидравлические режимы тепловых сетей требуют ограничения максимального, а иногда и минимального расходов сетевой воды на тепловую подстанцию;

– нагрузка горячего водоснабжения оказывает существенное влияние на режимы работы отопительных систем, приводя к переменным в течение суток температурам воды в системе отопления или расходам сетевой воды на систему отопления в зависимости от вида системы теплоснабжения, схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения и схемы отопления.

2.2 Анализ автоматизации системы подачи теплоносителя

Выше перечисленные задачи решаются путем разработки программного обеспечения позволяющего автоматизировать систему подачи теплоносителя. На данный момент переключение трехходового крана производится «вручную». На рисунке 2.1 приведена характеристика автоматизации системы подачи теплоносителя. Показаны входные и выходные данные.

Входной информацией системы является: температура на улице и информация о температуре воды.

Выходной информацией системы является: температура воды на выходе и отчет.

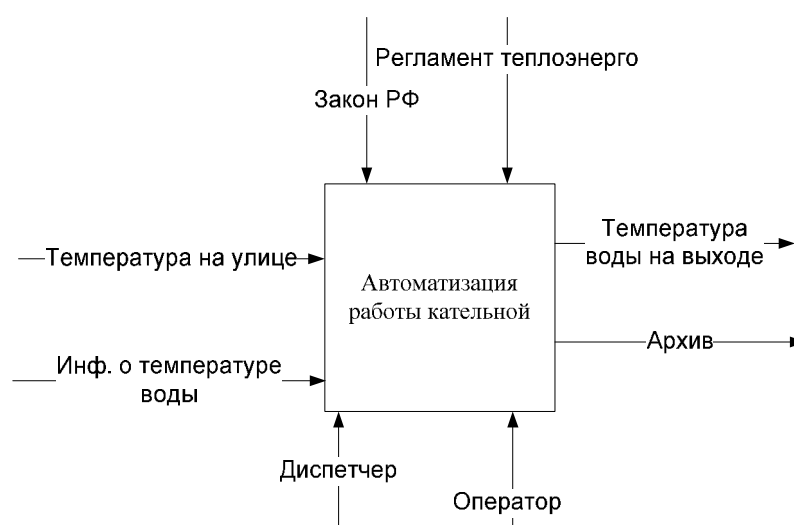


Рисунок 2.1 – IDEF0-диаграмма A-0 - контекстная диаграмма системы

Детализация контекстной диаграммы А-0 представлена на рисунке 2.2 (диаграмма А0). На данной диаграмме выделены четыре функциональных блока: «Температура воздуха на улице», «Температура воды в трубах», «Повышение, понижение температуры», «Открытие, закрытие котлового контура».

Пользователями в данном случае являются сотрудники предприятия. Получив показание о температуре воздуха, при понижении температуры воздуха котловой контур открывается, тем самым пуская горячую воду в трубы. При повышении температуры воздуха котловой контур остается закрытым.

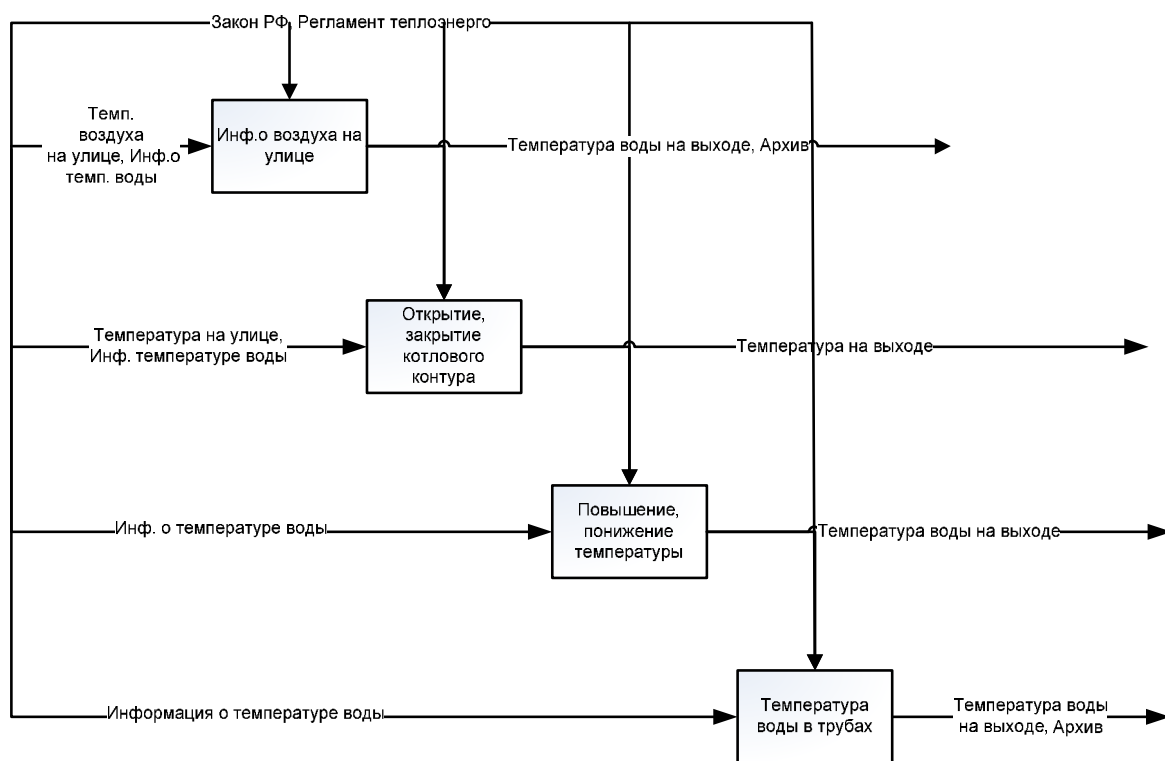


Рисунок 2.2 – IDEF0-диаграмма А0 - детализация контекстной диаграммы

Детализация блока «Открытие, закрытие теплового контура» представлена на рисунке 2.3 (диаграмма А1). Как видно из диаграммы открытие или закрытие котлового контура происходит в 3 этапа таких как получение информации о изменении температуры воды, открытие или закрытие котлового контура, разбавление воды в трубах до необходимой температуры.

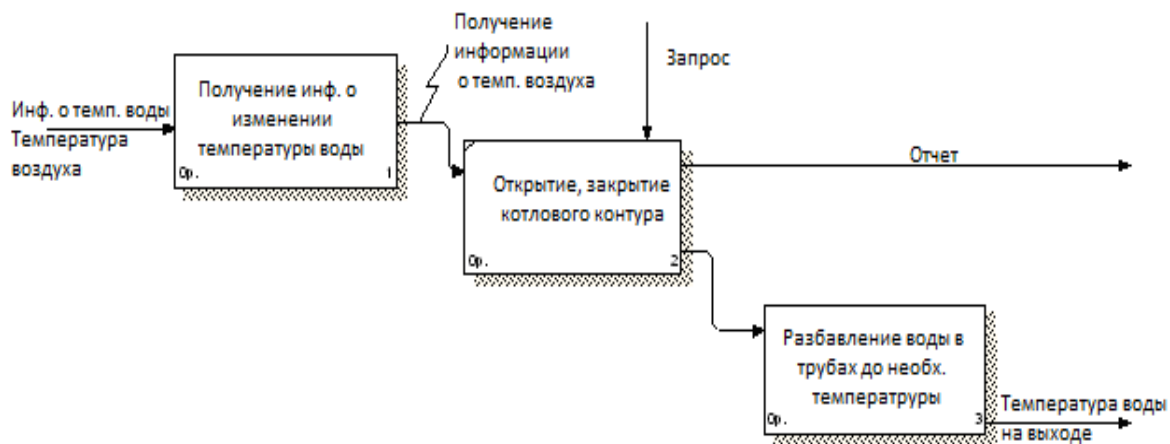


Рисунок 2.3 –IDEF0-диаграмма A1 - детализация блока «Открытие, закрытие теплового контура» диаграммы A0

Детализация блока «Архив» диаграммы A3 представлена на рисунке 2.4 (диаграмма A31). При открытии архива представляется возможность создать отчет таким способом: вывод в Excel или в виде гистограммы.

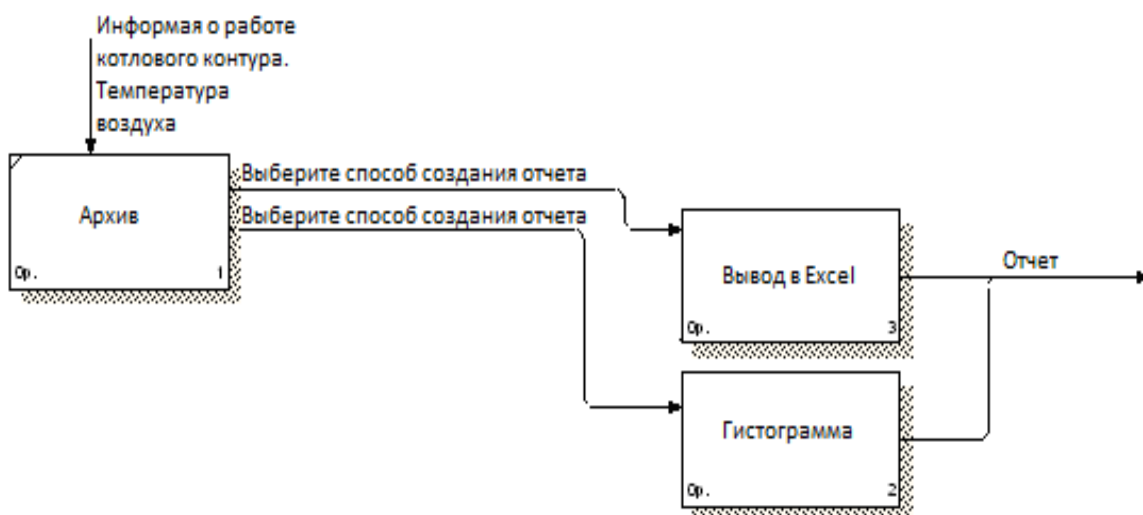


Рисунок 2.4 –IDEF0-диаграмма A31 - детализация блока «Архив» диаграммы A3

2.3 Технические требования к программному обеспечению

На основании выше перечисленных задач составим необходимые требования для программного обеспечения. Данные требования позволят охарактеризовать основные критерии работы программного обеспечения и позволят создать алгоритм необходимый для создания программного обеспечения.

Данное программное обеспечение должно позволить автоматизировать работу системы подачи теплоносителя предоставляя выбор для автоматической, дистанционной или ручной регулировки трехходовым краном.

Требованиями программного обеспечения являются:

- автоматическое считывание датчиков температуры воздуха на улице;
- управление котловым контуром;
- изменение температуры подачи воды на выходе;
- вывод отчета о работе системы и о показателях;

Регулятор может находиться в трех режимах: в местном режиме - когда управление происходит непосредственно на котельной, в дистанции – когда управление происходит удаленно и третий режим, когда регулятор отключен.

В дистанционном режиме пользователю предоставляется возможность выполнять выбор работы трехходовым краном для изменения температуры отопления и горячей воды, путем переключения системы теплоносителя в автоматический или ручной режим.

При переходе в автоматический режим, программное обеспечение, учитывая температурные показатели и температурный график открывает или закрывает трехходовой кран.

При переходе в ручной режим пользователю предоставляется возможность, самому управлять регулятором, для увеличения или уменьшения температуры воды на выходе.

Выводы по второму разделу:

В данном разделе представлена актуальность исследовательской работы и рассмотрены бизнес-процессы работы управления системы подачи теплоносителя. Описаны возможности программного обеспечения, при выборе управления регулятором.

3 Разработка программного обеспечения

3.1 Проектирование программного обеспечения

Алгоритм - это понятие, обозначающее подборку инструкций, которые необходимо выполнять человеку для того, чтобы решить определенную задачу.

На основании технических требований описанных в прошлом разделе создадим алгоритм. Данный алгоритм позволит создать программное средство, выполняющее все требования.

Создание алгоритма наглядно показывает, каким способом будет работать данное программное средство и какие функции оно выполняет. Данный алгоритм представлен на рисунке 3.1.

Структура алгоритма показывает как происходит работа пропорционально дифференциально дифференциального регулятора (в последующем ПДД регулятор).

В данном алгоритме, вы можете видеть, в случае, когда ключ переключателя регулятора находится в режиме дистанция, пользователю предоставляется выбор использовать регулятор в автоматическом или в ручном режиме.

Рассмотрим случай, когда пользователь выбирает ручной режим. В данном режиме пользователь может открывать или закрывать трехходовой кран для открытия или закрытия котлового контура, чтобы увеличить или уменьшить температуру на выходе.

Увеличение температуры происходит путем смешивания воды на выходе с водой в котловом контуре.

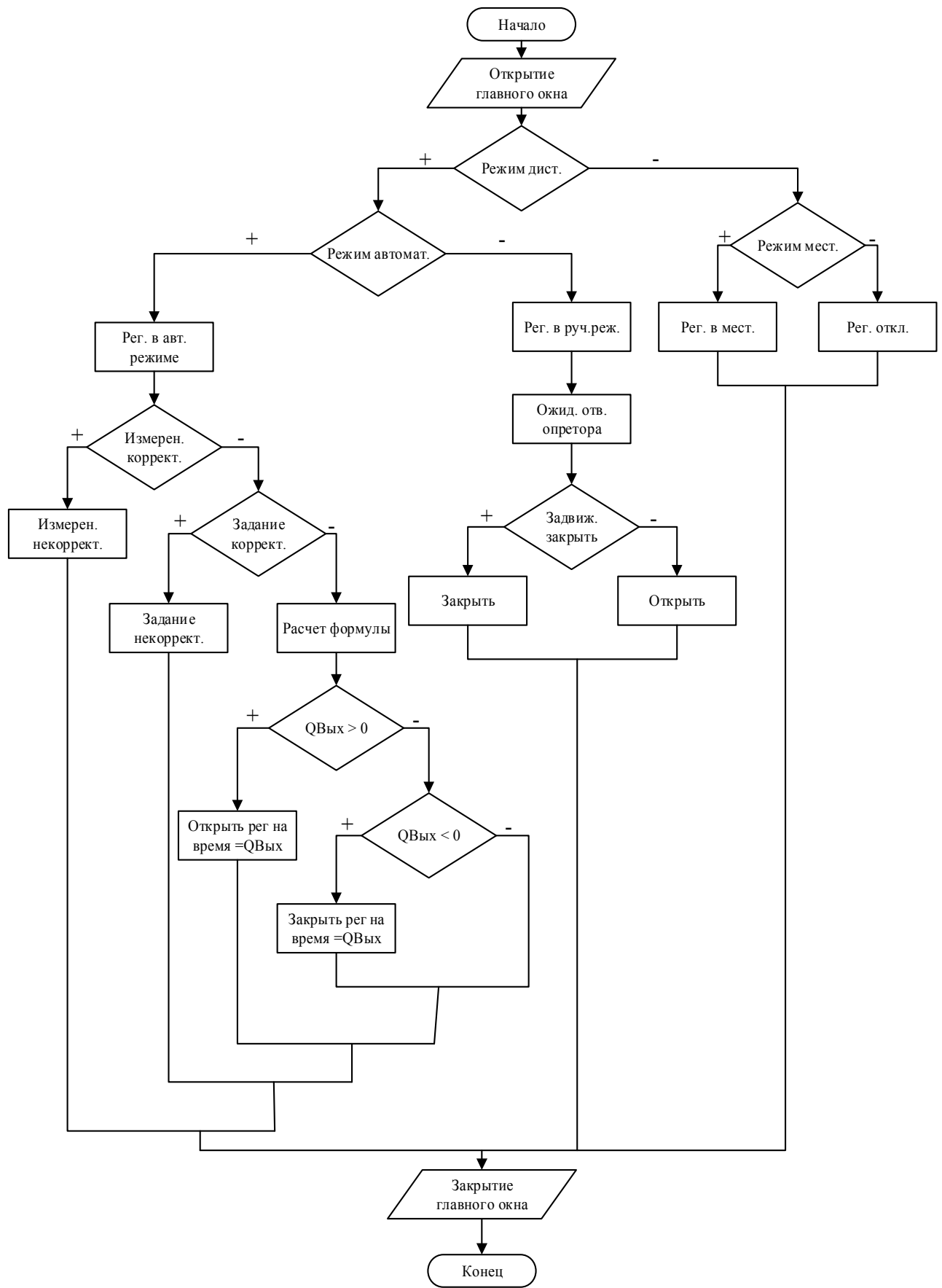


Рисунок 3.1 – Алгоритм работы программного обеспечения

Рассмотрим когда регулятор находится в автоматическом режиме. В данном случае программа начинает измерять корректность данных, после чего, если все значения корректны, происходит расчет формулы 3.1 которая обрабатывает согласно температурному графику, согласованным с департаментом жилищно-коммунального хозяйства, транспорта и связи и утвержденным главным инженером ОАО «Теплоэнерго» представленным в таблице 3.1.

$$Q_i = K_p * INP_i + \frac{K_d * (INP_i - INP_{i-1})}{\Delta t} + \frac{K_{dd} * (INP_i - INP_{i-1} - INP_{i-2})}{\Delta t^2} \quad 3.1)$$

где i – текущий такт пересчета, K_P и KD – соответственно коэффициенты при пропорциональной и дифференциальной составляющих, KDD – коэффициент при второй производной, Δt – период пересчета блока в секундах (длительность такта).

Для ограничения величины управляющего воздействия используются входы блока MIN и MAX . Если величина управления меньше MIN , то $Q = MIN$, если величина управления больше MAX , то $Q = MAX$, при этом в обоих случаях накопление интегральной составляющей закона регулирования прекращается.

Данный блок вычисляет величину управляющего воздействия по значению рассогласования регулируемой величины и задания, которое предварительно надо вычислять с помощью блока $X-Y$.

Введение в алгоритм параметра исключает необходимость пересчета настроек регулятора при смене периода пересчета.

Таблица 3.1 – Температурный график 95/70 °С со срезкой на 90 °С

Температура наружного воздуха °С	Температура сетевой воды, °С	
	Подающая	Обратная
10	37,5	32,7
9	39,5	34,1
8	41,4	35,5
7	43,4	36,8
6	45,2	38,1
5	47,1	39,4
4	48,9	40,6
3	50,8	41,6
2	52,6	43,0
1	54,3	44,2
0	56,1	45,4
-1	57,8	46,5
-2	59,6	47,7
-3	61,3	48,8
-4	63,0	49,9
-5	64,7	51,0
-6	66,4	52,1
-7	68,0	53,1
-8	69,7	54,2
-9	71,3	55,3
-10	73,0	56,3
-11	74,6	57,3
-12	76,2	58,3
-13	77,8	59,4
-14	79,4	60,4
-15	81,0	61,4
-16	82,6	62,3
-17	84,2	63,3
-18	85,7	64,3
-19	87,3	65,3
-20	88,8	66,2
-22	90,0	66,6
-23	90,0	66,3
-24	90,0	66,1

3.2 Описание программного обеспечения

На основании алгоритма создаем программное обеспечение для управления регулятором и закрытием и открытием трехходовым крана. Программное обеспечение будет разрабатываться в интегрированной среде программирования SCADATRACEMODE.

Для программирования алгоритмов функционирования разрабатываемого проекта автоматизации систем управления в TRACE MODE включены языки Техно ST, Техно SFC, Техно FBD, Техно LD и Техно IL. Данные языки являются модификациями языков ST (Structured Text), SFC (Sequential Function Chart), FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram) и IL (Instruction List) стандарта IEC61131-3.

Первым делом при создании программного обеспечения создано главное окно управления регулятором продемонстрированное на рисунке

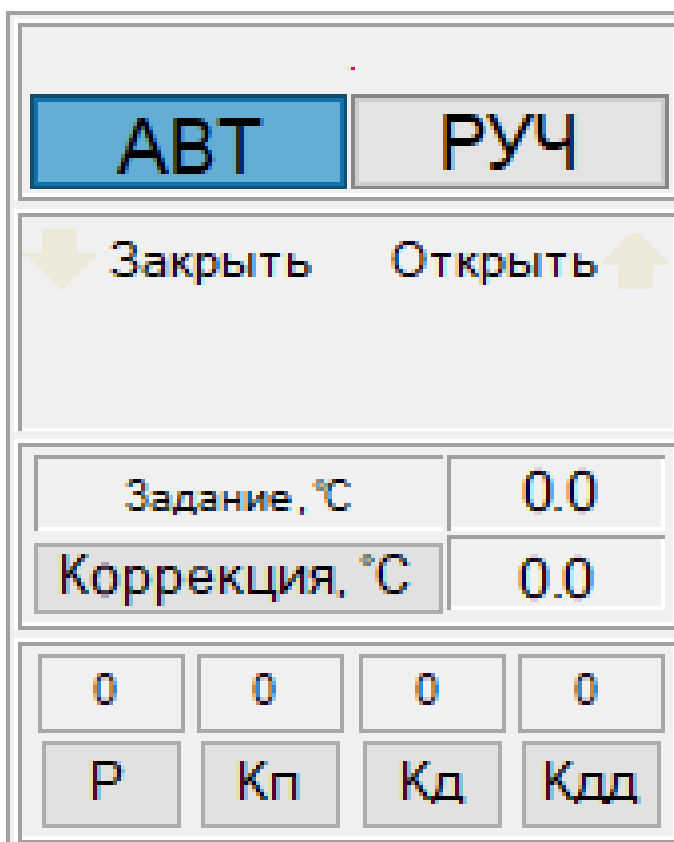


Рисунок 3.2 – Узел управления трехходовым краном.

Нажатие на кнопку «РУЧ» позволяет перевести управление регулятора в ручной режим представленное на рисунке 3.3

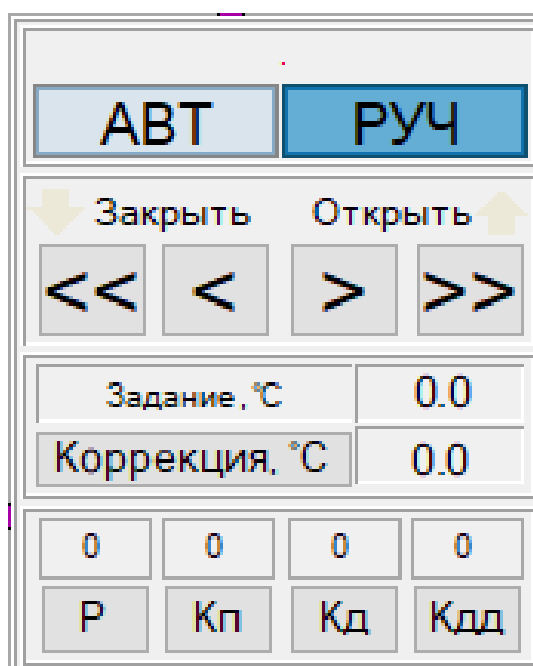


Рисунок 3.3 – Узел управления трехходовым краном, в Ручном режиме

Так же на данном рисунке 3.3 можно увидеть появившиеся кнопки для закрытия и открытия трехходового крана.

При нажатии на кнопка «>>» происходит открытие с малым импульсом , а при нажатии на кнопку «>>>»с большим импульсом. Так же с кнопками «<<»и «<<<» происходит закрытие трехходового крана с малым и большим импульсом.

3.3 Разработка и тестирование программного обеспечения

Как было описано выше для разработки программного продукта была выбрана такая среда программирования, как SCADATRACEMODE.

Мы используем функцию эмуляции в интегрированной среде разработки SCADATracemode, для проверки программного обеспечения, т.к. это очень удобно, есть возможность сразу найти недочеты ошибки при привязки аргументов.

В режиме эмуляции, мы вручную вводим значения переменных, а так же проверяем, идет ли отправка значений при нажатии на кнопки по управлению трехходовым краном. На рисунке 3.4 представлено главное окно управления регулятором в режиме симуляции программного обеспечения. В главном окне мы можем выбрать режим управления регулятором, видеть значения температуры задания, коэффициенты Кп Кд и Кдд, а так же период расчета Δt

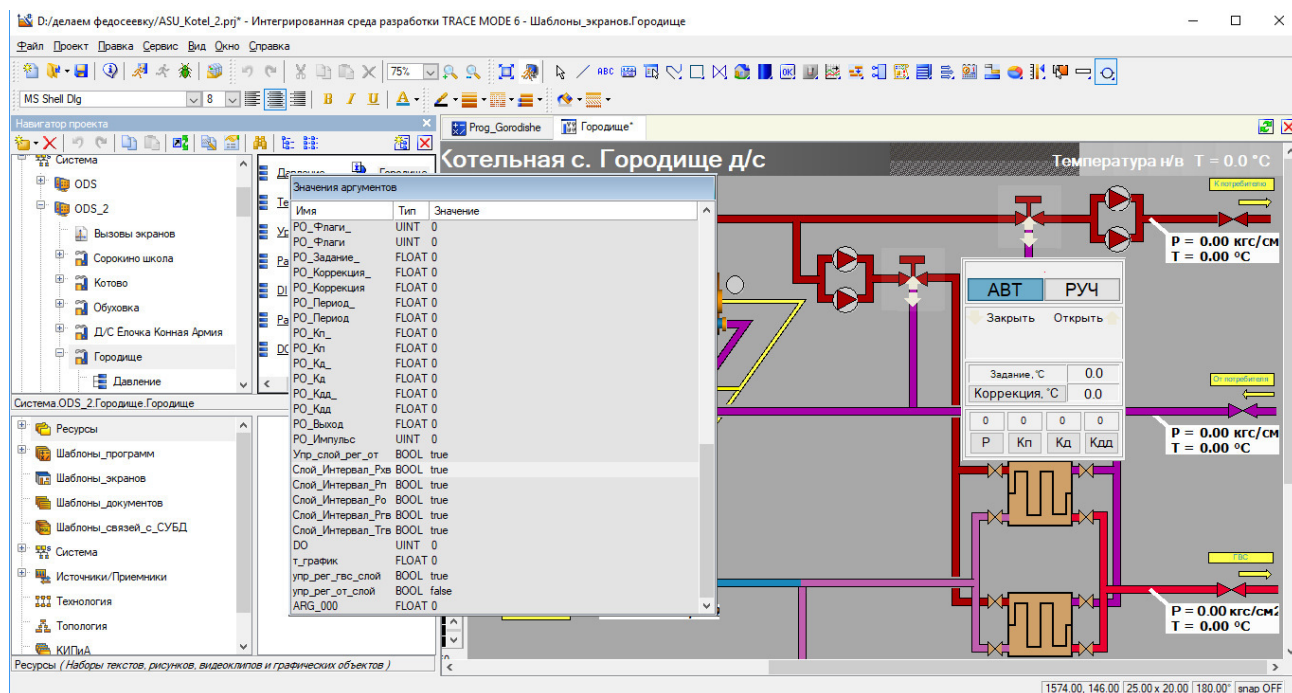


Рисунок 3.4 – Открытие окна управления регулятором

На рисунке 3.5 представлен режим ручной режим управления ПДД регулятором для открытия котлового контура.

На выбор предоставляются две кнопки для закрытия и две кнопки для открытия трехходового крана. Отличаются кнопки минимальным и максимальным импульсом подачи сигнала на ПДД регулятор.

На данном рисунке мы рассматриваем открытие котлового контура, путем нажатия на кнопку «>>>». Данная кнопка открывает трехходовой кран с максимальным импульсом.

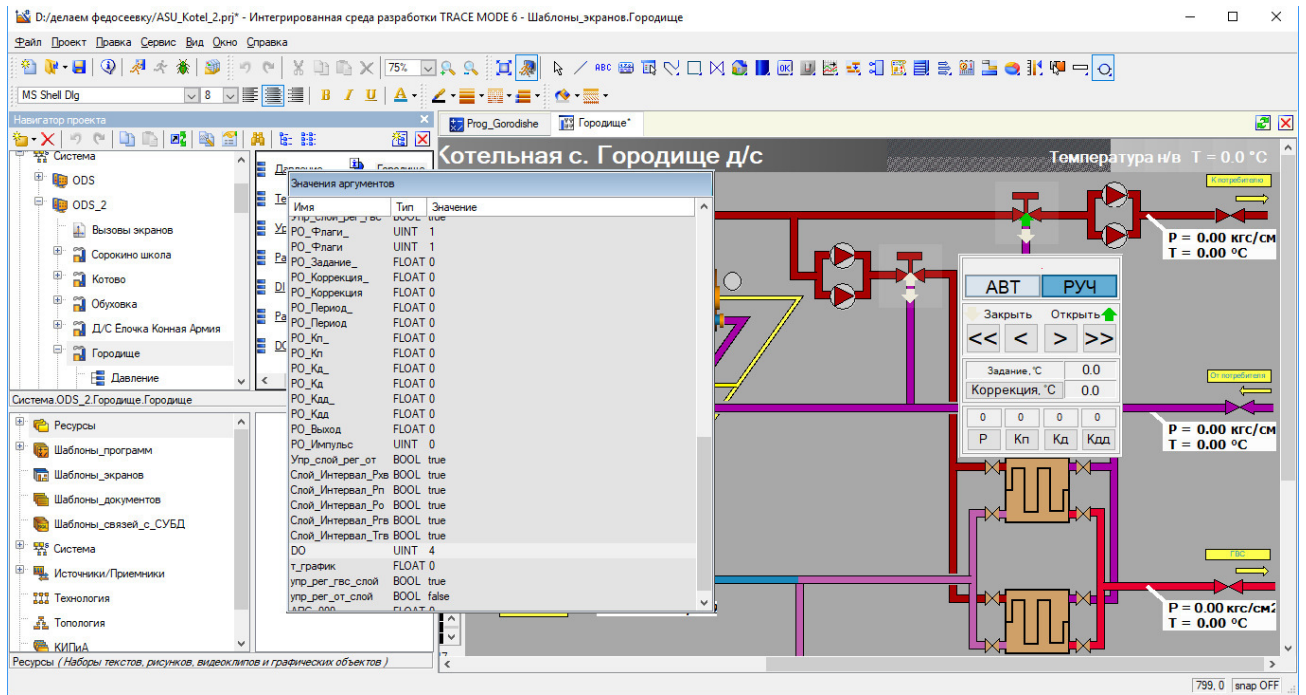


Рисунок 3.5 – Ручной режим управления регулятором, нажатие на кнопку «>>» для открытия трехходового крана

На рисунке 3.6 происходит закрытие трехходового крана с максимальным импульсом.

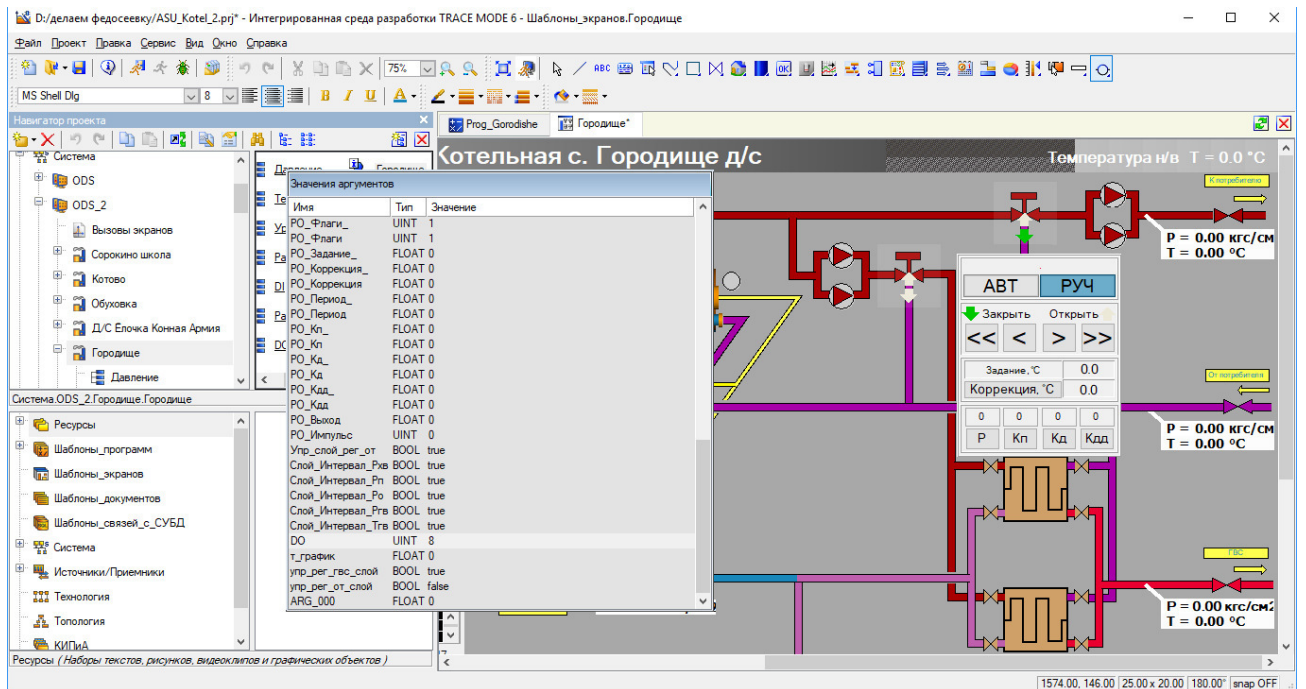


Рисунок 3.6 – Ручной режим управления регулятором, нажатие на кнопку «<<» для закрытия трехходового крана

На рисунке 3.7 происходит ввод значений коэффициентов.

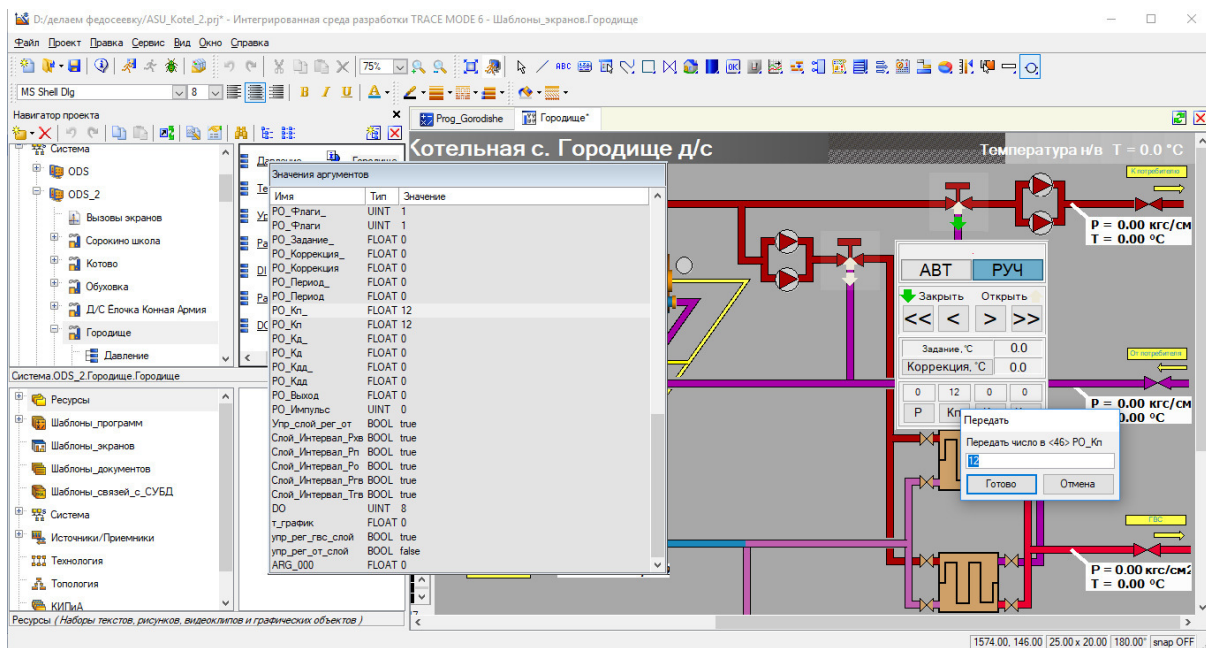


Рисунок 3.7 – Ручной режим управления регулятором, нажатие на кнопку «Кп» для ввода коэффициента пропорциональности

На рисунке 3.8 мы можем наблюдать, как изменяется температура задания в зависимости от температуры наружного воздуха.

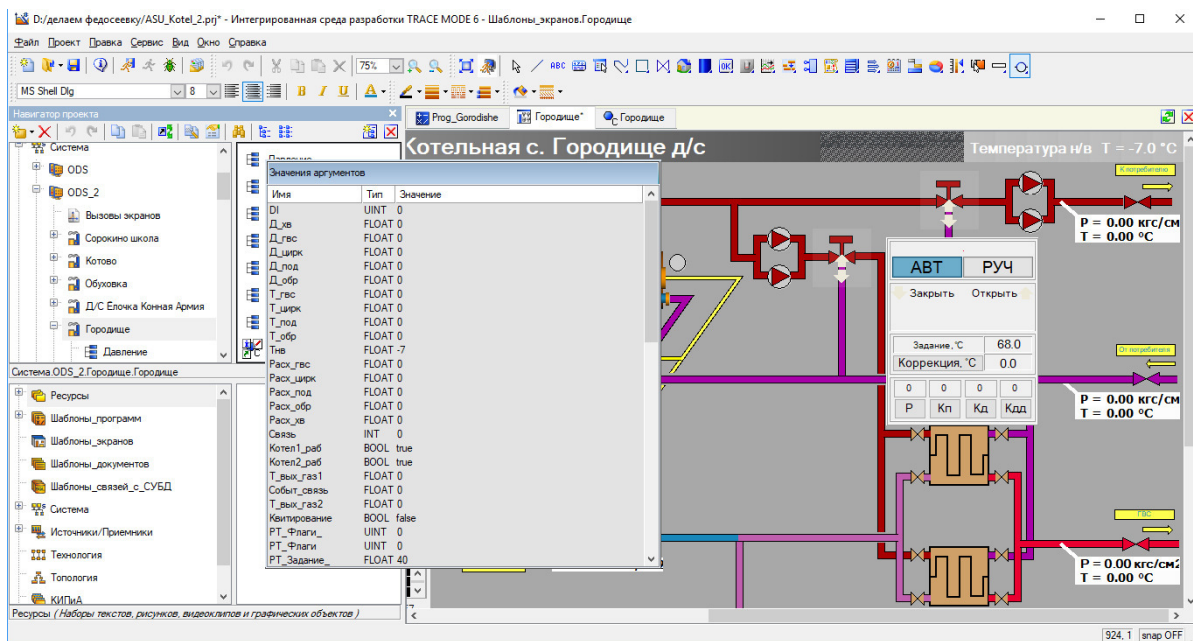
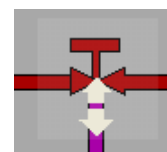


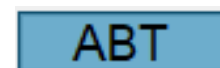
Рисунок 3.8 – Зависимость температуры задания от температуры наружного воздуха

3.4 Руководство пользователя

Для открытия окна управления регулятором необходимо нажать на кнопку трехходового крана



Для перевода регулятора в автоматический режим необходимо нажать на кнопку «АВТ»



Для перевода регулятора в ручной режим необходимо нажать на кнопку «РУЧ»



Для открытия трехходового крана с минимальным импульсом, в ручном режиме управления регулятора необходимо нажать кнопку «>»



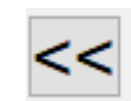
Для открытия трехходового крана с максимальным импульсом, в ручном режиме управления регулятора необходимо нажать кнопку «>>»



Для закрытия трехходового крана с минимальным импульсом, в ручном режиме управления регулятора необходимо нажать кнопку «<»



Для закрытия трехходового крана с максимальным импульсом, в ручном режиме управления регулятора необходимо нажать кнопку «<<»



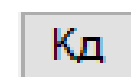
Для ввода значения периода П необходимо нажать на кнопку «Р»



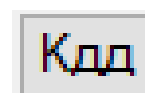
Для ввода значения коэффициента Кп необходимо нажать на кнопку «Кп»



Для ввода значения коэффициента Кд необходимо нажать на кнопку «Кд»



Для ввода значения коэффициента Кдд необходимо нажать на кнопку «Кдд»



Вывод третьего раздела:

В данном разделе на основании поставленных задач и сформированных требований первым этапом создан алгоритм, поэтапно описывающий работу программного обеспечения. На его основании было разработано программное обеспечение с экранными формами. Проведено тестирование программного обеспечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения заданий магистерской диссертации исследована проблема работы ПДД регулятора и управления подачи теплоносителя.

В ходе магистерского исследования решены следующие задачи:

- описана актуальность автоматизации системы подачи теплоносителя;
- описаны бизнес-процессы необходимые для создания программного обеспечения;
- спроектировано программное обеспечение, обеспечивающее автоматизацию системы управления подачи теплоносителя;
- разработано программного обеспечения и проведено тестирование.

На основании поставленных задач создан алгоритм, поэтапно описывающий работу программного обеспечения. На основании которого разработано программное обеспечение с экранными формами. Проведено тестирование и внедрение программного обеспечения.

Результатом магистерской диссертации является программное обеспечение, которое позволяет управлять подачей теплоносителя. Данное программное обеспечение внедрено в ОАО «Теплоэнерго».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Юревич Е. Н. Теория автоматического управления. - Л.: Энергия, 1975.-416с
2. Бородин И. Ф., Кирилин Н. И. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. - М.: Колос, 1977. - 328с.
3. Теория автоматического управления. Ч.1./ Н. А. Бабанов, А. А. Воронов и др. - М.: Высшшк., 1986. - 367с.
4. Солодовников В. В., Плотников В. Н., Яковлев А. В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования. - М.: Машиностроение, 1985. - 536с.
5. Средства автоматики и телемеханики./Н.И. Бохан, И. Ф. Бородин, Ю. В. Дробышев, С. Н. Фурсенко, А. А. Герасенков. - М.: Агропромиздат, 1992. -351с.
6. Бородин И. Ф. Технические средства автоматики. - М.: Колос, 1982. - 303с.
7. Бохан Н. И., Фурунжиев Р. И. Основы автоматики и микропроцессорной техники. - Мн.: Ураджай, 1987. --- 376с.
8. Боровков В.М. Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей [Текст]: учебник для образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования / В. М. Боровков, А. А. Калютник, В. В. Сергеев. - М. : Академия, 2011. - 199 с.
9. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / В. Ф. Дроздов. - М. : Высшая школа, 1984 -264 с.
10. Кострюков В.А. Отопление и вентиляция [Текст]: учебник для техникумов / В. А. Кострюков. - М. :Стройиздат, 1965 – 328 с.
11. Фокин С.В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Текст]: учебное пособие для

студентов образовательных учреждений профессионального образования / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. - М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2011. - 368 с.

12. Отопление и вентиляция : Учебник для вузов: В 2-х ч,— М. : Стройиздат, 1975,' ч. 1,— 484 с.-; ч. 2,— 440 с.

13. Рекомендации по проектированию систем, отопления с применением новых отопительных приборов.— М. :Стройиздат, 1977.— 184 с.

14. Щекин Р. В., Березовский В. А., Потапов В. А. Расчет систем центрального отопления.— Киев :Вища школа, 1975.— 216 с.

15. Максимов Г.А. Отопление и вентиляция. М.: Высшая школа, 1968.
4.2. Вентиляция. 463с.

16. Отопление и вентиляция / В.Н.Богословский, В.М.Новожилов, В.Д.Симаков, В.П. Титов; Под ред. В.Н.Богословского. М.: Стройиздат, 1976.
4.2. Вентиляция. 439с.

17. Богуславский Л. Д., Ливчак В.И., Титов В.П. и др. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие. —М.: Стройиздат, 1990.

18. Братенков В.Н., Хаванов П.А., Вэскер Л.Я. Теплоснабжение малых населенных пунктов. — М.: Стройиздат, 1988.

19. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий: Учебное пособие. — 2-е изд. — М.: Издано ассоциацией энергоменеджеров, 1999.

20. Варфоломеева А.П. Надежность систем водяного отопления: Учебное пособие. — М.: ЦМИПКС, 1988.

21. Варфоломеев Ю.М. и др. Теплофикация Москвы. — М.: Энергия, 1980.

22. Витальев В.П. и др. Эксплуатация тепловых пунктов систем теплоснабжения. — М.: Стройиздат, 1985.

23. Громов Н.К. Городские теплофикационные системы. — М.: Энергия, 1974.

24. Громов Н.К. Абонентские устройства водяных тепловых сетей. — М.: Энергия, 1979.
25. Бушуев В.В. Энергоэффективность как направление новой энергетической политики России. Энергосбережение. 1999, №4, стр.32-35.
26. Бутроменко В.Н. TERRA SOCIUM//Социологические исследования, 1992 г., N11.
27. Бушуев В.В. Троицкий А.А. Энергоэффективность и экономика России.// Энергия: техника, экономика, экология. 2004. № 5.
28. Вакулко А.Г. Папушкин В.Н. "Гармонизация" нормативных требований энергосбережения на региональном уровне.// Энергосбережение. 1997. № 3.
29. Вакулко А.Г. Михайлов С.А. Гашо Е.Г. Методические материалы к проведению энергетического аудита. // Энергосбережение. 2001 г., № 6.
30. Василенко А.И. Новгородский Е.Е. Метод анализа энергетических характеристик отопительно-вентиляционных систем. // Известия ВУЗов. Строительство. 2003. № 9.
31. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий.
32. Антонов, А.И. Теплотехнические расчёты ограждающих конструкций зданий : метод.указания / А.И. Антонов, В.А. Езерский, В.И. Леденев. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1997. – 31 с.
33. ГОСТ 30494–96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
34. СНиП 23-01–99. Строительная климатология.
35. Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
36. П.Я. Бункин, Построение типовых регуляторов//Типовые регуляторы систем управления. - Владивосток: Издательский дом Дальневосточного федерального университета. - 2013.- С. 4-10.
37. В.А. Толмачев,Линейные алгоритмы управления и регуляторы//Теория электропривода, ч.2. Замкнутые системы,URL:

http://www.ets.ifmo.ru/tolmachev/ouems/lec10_11/lec10_11.htm (дата обращения (08.03.2015)).

38. Виктор Денисенко, ПИД - регуляторы: принципы построения и модификации// Современные технологии автоматизации. - 2006. - № 4. - С. 66.
39. Стенли Нейлен, ПИД-регулирование // Регулирование температуры. -Хуфдорп, Нидерланды: KoninklijkeBroeseenPeereboomB.V. - 2010. – С. 13-15.
40. Регулирующие клапаны с электроприводами. VB. 00. C5. 50. — М.: ЗАО «Данфосс», 2005.
41. ECL Apex 10. Электронный регулятор с изменяемой конфигурацией для систем централизованного теплоснабжения. VB.JE.O1.50. — М.: ЗАО «Данфосс», 2005.
42. Техническое описание. Контроллер ECL Apex 10. Модули расширения ECA-XM. VD.BE.T1.50. — М.: ЗАО «Данфосс», 2005.
43. Пластинчатые теплообменники для систем централизованного теплоснабжения. VB. J1. B1. 50. — М.: ЗАО «Данфосс», 2004

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг программного обеспечения

```
PROGRAM
  VAR_INPUT CALL_1_ID : UDINT; END_VAR
  VAR_INPUT Кл_рег_ТЕМП_дист : BOOL; END_VAR // Переключатель режима работы
регулятора в положении МЕСТ
  VAR_INPUT Кл_рег_ОТОПЛ_дист : BOOL; END_VAR // Переключатель режима работы
регулятора в положении МЕСТ
  VAR_INPUT Дверь : BOOL; END_VAR // 0=дверь открыта; 1=дверь закрыта
  VAR_OUTPUT Рег_ТЕМП_больше : BOOL; END_VAR
  VAR_OUTPUT Рег_ТЕМП_меньше : BOOL; END_VAR
  VAR_OUTPUT Рег_ОТОПЛ_больше : BOOL; END_VAR
  VAR_OUTPUT Рег_ОТОПЛ_меньше : BOOL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_режим : BOOL; END_VAR // Режим (0=АВТ, 1=РУЧН,
задаётся диспетчером)
  VAR_INOUT Фл_рег_ТЕМП_ручн : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ТЕМП_авт : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ТЕМП_мест : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ТЕМП_откл : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ТЕМП_нет_зад : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ТЕМП_нет_изм : BOOL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_зад : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_изм : REAL; END_VAR // Измеренное значение
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_дост_изм : BOOL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_период : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_Кп : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_Кд : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ТЕМП_Кдд : REAL; END_VAR
  VAR_INOUT Рег_ТЕМП_импульс : USINT; END_VAR // Управляющий импульс
  VAR_OUTPUT Рег_ТЕМП_Выход : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ОТОПЛ_режим : BOOL; END_VAR // Режим (0=АВТ, 1=РУЧН,
задаётся диспетчером)
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_ручн : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_авт : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_мест : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_откл : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_нет_зад : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тп : BOOL; END_VAR
  VAR_INOUT Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тнв : BOOL; END_VAR
  VAR_OUTPUT Рег_ОТОПЛ_зад : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ОТОПЛ_корр : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Тп : REAL; END_VAR // Измеренное значение
  VAR_INPUT Дост_изм_Тп : BOOL; END_VAR
  VAR_INPUT Тнв : REAL; END_VAR // Измеренное значение
  VAR_INPUT Дост_изм_Тнв : BOOL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ОТОПЛ_период : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ОТОПЛ_Кп : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ОТОПЛ_Кд : REAL; END_VAR
  VAR_INPUT Рег_ОТОПЛ_Кдд : REAL; END_VAR
  VAR_INOUT Рег_ОТОПЛ_импульс : USINT; END_VAR // Управляющий импульс
  VAR_OUTPUT Рег_ОТОПЛ_Выход : REAL; END_VAR
  VAR_OUTPUT Сигнал_дверь : BOOL; END_VAR
  VAR tick : REAL := 0.1; END_VAR
  VAR Рег_ТЕМП_знак : BOOL; END_VAR
  VAR Рег_ТЕМП_макс_погр : REAL := 15; END_VAR
  VAR Рег_ТЕМП_макс_дл_имп : REAL := 5; END_VAR
  VAR Рег_ТЕМП_з_неч : REAL := 0.5; END_VAR
```



```

VAR Per_TEMП_мин_дл_имп : REAL := 0.1; END_VAR
VAR Per_ОТОПЛ_знак : BOOL; END_VAR
VAR Per_ОТОПЛ_зад_реал : REAL; END_VAR
VAR Per_ОТОПЛ_макс_погр : REAL := 15; END_VAR
VAR Per_ОТОПЛ_макс_дл_имп : REAL := 5; END_VAR
VAR Per_ОТОПЛ_мин_дл_имп : REAL := 0.1; END_VAR
VAR Per_ОТОПЛ_з_неч : REAL := 0.5; END_VAR

/////////////////////////////////////// Регулятор котлового контура
//if !Per_TEMП_дост_измthen // Проверка достоверности измерения
// Фл_рег_TEMП_нет_изм = 0;
//else Фл_рег_TEMП_нет_изм = 1;
//end_if;
if (Per_TEMП_зад > 20) && (Per_TEMП_зад < 80) then // Проверка корректности
задания
    Фл_рег_TEMП_нет_зад = 0;
else Фл_рег_TEMП_нет_зад = 1;
end_if;
//Фл_рег_TEMП_мест = !Кл_рег_TEMП_дист; // Тест
регулятора
//Фл_рег_TEMП_ручн = Кл_рег_TEMП_дист && Per_TEMП_режим;
//Фл_рег_TEMП_авт = Кл_рег_TEMП_дист && !Per_TEMП_режим;
Фл_рег_TEMП_ручн = Per_TEMП_режим;
Фл_рег_TEMП_авт = !Per_TEMП_режим;
/////////////////////////////////////// Управление регулятором с ЦДП
if Фл_рег_TEMП_ручнthen
    case Per_TEMП_импульс of
        0: ;
        1: Per_TEMП_Q = -5 / tick;
            Per_TEMП_импульс = 0;
        2: Per_TEMП_Q = -2 / tick;
            Per_TEMП_импульс = 0;
        3: Per_TEMП_Q = 2 / tick;
            Per_TEMП_импульс = 0;
        4: Per_TEMП_Q = 5 / tick;
            Per_TEMП_импульс = 0;
    end_case;
else Per_TEMП_импульс = 0;
end_if;
/////////////////////////////////////// Регулятор по месту или отключен
//if Фл_рег_TEMП_местthen
// Per_TEMП_Q = 0;
//end_if;
/////////////////////////////////////// Автоматическая работа
if Фл_рег_TEMП_автthen
    if !Фл_рег_TEMП_нет_зад && !Фл_рег_TEMП_нет_измthen
        if N_TEMП >= (Per_TEMП_период / tick) then
            Per_TEMП_погр_действ = Per_TEMП_зад - Per_TEMП_изм;
            if Per_TEMП_погр_действ < 0 then
                Per_TEMП_погр_действ = - Per_TEMП_погр_действ;
                Per_TEMП_знак = 1;
            end_if;
            if Per_TEMП_з_неч < 0 then
                Per_TEMП_з_неч = - Per_TEMП_з_неч;
            end_if;
            if Per_TEMП_погр_действ > Per_TEMП_з_нечthen
                Per_TEMП_погр_расч = Per_TEMП_погр_действ - Per_TEMП_з_неч;
            else Per_TEMП_погр_расч = 0;
            end_if;
            if Per_TEMП_макс_погр < 0 then
                Per_TEMП_макс_погр = - Per_TEMП_макс_погр;
            end_if;
            if Per_TEMП_погр_расч >= Per_TEMП_макс_погрthen
                Per_TEMП_погр_расч = Per_TEMП_макс_погр;

```

```

end_if;
if Per_ТЕМП_знак then
    Per_ТЕМП_погр_расч = - Per_ТЕМП_погр_расч;
    Per_ТЕМП_погр_действ = - Per_ТЕМП_погр_действ;
    Per_ТЕМП_знак = 0;
end_if;
if Per_ТЕМП_период <> 0 then
    Per_ТЕМП_Выход = Per_ТЕМП_Кп * Per_ТЕМП_погр_расч +
        (Per_ТЕМП_Кд *
        (Per_ТЕМП_погр_расч - Per_ТЕМП_послед_погр)) / Per_ТЕМП_период +
        (Per_ТЕМП_Кдд *
        (Per_ТЕМП_погр_расч - Per_ТЕМП_послед_погр - Per_ТЕМП_прпослед_погр)) / (Per_ТЕМП_период *
        Per_ТЕМП_период);
    Per_ТЕМП_Выход = Per_ТЕМП_Выход * tick; // Величина
выходного импульса в сек
end_if;
if Per_ТЕМП_погр_действ < 0 then // Рассчитываем выходные параметры
для следующего цикла
    Per_ТЕМП_погр_действ = - Per_ТЕМП_погр_действ;
    Per_ТЕМП_знак = 1;
end_if;
if Per_ТЕМП_погр_действ > Per_ТЕМП_з_неч then
    if Per_ТЕМП_знак then
        Per_ТЕМП_погр_действ = - Per_ТЕМП_погр_действ;
        Per_ТЕМП_знак = 0;
    end_if;
    Per_ТЕМП_прпослед_погр = Per_ТЕМП_погр_расч -
Per_ТЕМП_послед_погр;
    Per_ТЕМП_послед_погр = Per_ТЕМП_погр_расч;
else
    if Per_ТЕМП_знак then
        Per_ТЕМП_погр_действ = - Per_ТЕМП_погр_действ;
        Per_ТЕМП_знак = 0;
    end_if;
    Per_ТЕМП_прпослед_погр = Per_ТЕМП_погр_действ -
Per_ТЕМП_послед_погр;
    Per_ТЕМП_послед_погр = Per_ТЕМП_погр_действ;
    Per_ТЕМП_Выход = 0.;
end_if;
if Per_ТЕМП_Выход < 0. then // Ограничиваем выходную величину
    Per_ТЕМП_знак = 1;
    Per_ТЕМП_Выход = - Per_ТЕМП_Выход;
end_if;
if Per_ТЕМП_Выход > Per_ТЕМП_макс_дл_имп then
    Per_ТЕМП_Выход = Per_ТЕМП_макс_дл_имп;
elseif (Per_ТЕМП_Выход <> 0.) &&
(Per_ТЕМП_Выход < Per_ТЕМП_мин_дл_имп) then
    Per_ТЕМП_Выход = Per_ТЕМП_мин_дл_имп;
end_if;
if Per_ТЕМП_знак then
    Per_ТЕМП_знак = 0;
    Per_ТЕМП_Выход = - Per_ТЕМП_Выход;
end_if;
N_ТЕМП = 0;
Per_ТЕМП_Q = Per_ТЕМП_Выход / tick; // Величина выходного импульса в
периодах
else N_ТЕМП = N_ТЕМП + 1;
end_if;
else Per_ТЕМП_Q = 0;
end_if;
else N_ТЕМП = 0;
Per_ТЕМП_послед_погр = 0;
Per_ТЕМП_прпослед_погр = 0;
end_if;

```

```

Perг_ТЕМП_больше = 0;
Perг_ТЕМП_меньше = 0;
if      Perг_ТЕМП_Q >= 1 then
        Perг_ТЕМП_Q = Perг_ТЕМП_Q - 1;
        Perг_ТЕМП_больше = 1;
elseif  Perг_ТЕМП_Q <= -1 then
        Perг_ТЕМП_Q = Perг_ТЕМП_Q + 1;
        Perг_ТЕМП_меньше = 1;
end_if;
////////// Регулятор отопления
//if    !Дост_изм_Тп then // Проверка достоверности измерения
//      Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тп = 0;
//else  Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тп = 1;
//end_if;
if      !Дост_изм_Тн then
        Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тн = 0;
else    Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тн = 1;
end_if;
if      !Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тн then // Определение задания по температурному
графикау
        Т_график_ОТОПЛ (Тн, Perг_ОТОПЛ_зад);
        Perг_ОТОПЛ_зад_реал = Perг_ОТОПЛ_зад + Perг_ОТОПЛ_корр; // Вводим коррекцию
задания
else    Perг_ОТОПЛ_зад_реал = 0;
end_if;
if      (Perг_ОТОПЛ_зад_реал > 30) && (Perг_ОТОПЛ_зад_реал < 105) then // Проверка
корректности задания
        Фл_рег_ОТОПЛ_нет_зад = 0;
else    Фл_рег_ОТОПЛ_нет_зад = 1;
end_if;
//Фл_рег_ОТОПЛ_мест = Кл_рег_ОТОПЛ_мест; // Тест регулятора
//Фл_рег_ОТОПЛ_ручн = !Кл_рег_ОТОПЛ_мест && Perг_ОТОПЛ_режим;
//Фл_рег_ОТОПЛ_авт = !Кл_рег_ОТОПЛ_мест && !Perг_ОТОПЛ_режим;
//Фл_рег_ОТОПЛ_мест = !Кл_рег_ОТОПЛ_дист; // Тест регулятора
//Фл_рег_ОТОПЛ_ручн = Кл_рег_ОТОПЛ_дист && Perг_ОТОПЛ_режим;
//Фл_рег_ОТОПЛ_авт = Кл_рег_ОТОПЛ_дист && !Perг_ОТОПЛ_режим;
Фл_рег_ОТОПЛ_ручн = Perг_ОТОПЛ_режим;
Фл_рег_ОТОПЛ_авт = !Perг_ОТОПЛ_режим;
////////// Управление регулятором с ЦДП
if      Фл_рег_ОТОПЛ_ручн then
        case Perг_ОТОПЛ_импульс of
                0:      ;
                1:      Perг_ОТОПЛ_Q = 5 / tick;
                        Perг_ОТОПЛ_импульс = 0;
                2:      Perг_ОТОПЛ_Q = 2 / tick;
                        Perг_ОТОПЛ_импульс = 0;
                3:      Perг_ОТОПЛ_Q = -2 / tick;
                        Perг_ОТОПЛ_импульс = 0;
                4:      Perг_ОТОПЛ_Q = -5 / tick;
                        Perг_ОТОПЛ_импульс = 0;
        end_case;
else    Perг_ОТОПЛ_импульс := 0;
end_if;
////////// Регулятор по месту или отключен
//if    Фл_рег_ОТОПЛ_мест then
//      Perг_ОТОПЛ_Q = 0;
//end_if;
////////// Автоматическая работа
if      Фл_рег_ОТОПЛ_авт then
        if      !Фл_рег_ОТОПЛ_нет_зад && !Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тн &&
!Фл_рег_ОТОПЛ_нет_изм_Тп then
                if      N_отопл >= (Perг_ОТОПЛ_период / tick) then
                        Perг_ОТОПЛ_погр_действ = Perг_ОТОПЛ_зад_реал - Тп;
                        if      Perг_ОТОПЛ_погр_действ < 0 then

```

```

Per_ОТОПЛ_погр_действ = - Per_ОТОПЛ_погр_действ;
Per_ОТОПЛ_знак = 1;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_з_неч < 0 then
Per_ОТОПЛ_з_неч = - Per_ОТОПЛ_з_неч;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_погр_действ > Per_ОТОПЛ_з_неч then
Per_ОТОПЛ_погр_расч = Per_ОТОПЛ_погр_действ -
Per_ОТОПЛ_з_неч;
else Per_ОТОПЛ_погр_расч = 0;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_макс_погр < 0 then
Per_ОТОПЛ_макс_погр = - Per_ОТОПЛ_макс_погр;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_погр_расч >= Per_ОТОПЛ_макс_погр then
Per_ОТОПЛ_погр_расч = Per_ОТОПЛ_макс_погр;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_знак then
Per_ОТОПЛ_погр_расч = - Per_ОТОПЛ_погр_расч;
Per_ОТОПЛ_погр_действ = - Per_ОТОПЛ_погр_действ;
Per_ОТОПЛ_знак = 0;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_период <> 0 then
Per_ОТОПЛ_Выход = Per_ОТОПЛ_Кп * Per_ОТОПЛ_погр_расч +
(Per_ОТОПЛ_Кд *
(Per_ОТОПЛ_погр_расч - Per_ОТОПЛ_послед_погр)) / Per_ОТОПЛ_период +
(Per_ОТОПЛ_Кдд *
(Per_ОТОПЛ_погр_расч - Per_ОТОПЛ_послед_погр - Per_ОТОПЛ_прпослед_погр)) / (Per_ОТОПЛ_период *
Per_ОТОПЛ_период);
Per_ОТОПЛ_Выход = Per_ОТОПЛ_Выход * tick; // Величина
выходного импульса в сек
end_if;
if Per_ОТОПЛ_погр_действ < 0 then // Рассчитываем выходные
параметры для следующего цикла
Per_ОТОПЛ_погр_действ = - Per_ОТОПЛ_погр_действ;
Per_ОТОПЛ_знак = 1;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_погр_действ > Per_ОТОПЛ_з_неч then
if Per_ОТОПЛ_знак then
Per_ОТОПЛ_погр_действ = - Per_ОТОПЛ_погр_действ;
Per_ОТОПЛ_знак = 0;
end_if;
Per_ОТОПЛ_прпослед_погр = Per_ОТОПЛ_погр_расч -
Per_ОТОПЛ_послед_погр;
Per_ОТОПЛ_послед_погр = Per_ОТОПЛ_погр_расч;
else
if Per_ОТОПЛ_знак then
Per_ОТОПЛ_погр_действ = - Per_ОТОПЛ_погр_действ;
Per_ОТОПЛ_знак = 0;
end_if;
Per_ОТОПЛ_прпослед_погр = Per_ОТОПЛ_погр_действ -
Per_ОТОПЛ_послед_погр;
Per_ОТОПЛ_послед_погр = Per_ОТОПЛ_погр_действ;
Per_ОТОПЛ_Выход = 0.;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_Выход < 0. then // Ограничиваем выходную величину
Per_ОТОПЛ_знак = 1;
Per_ОТОПЛ_Выход = - Per_ОТОПЛ_Выход;
end_if;
if Per_ОТОПЛ_Выход > Per_ОТОПЛ_макс_дл_имп then
Per_ОТОПЛ_Выход = Per_ОТОПЛ_макс_дл_имп;
elseif (Per_ОТОПЛ_Выход < 0.) &&
(Per_ОТОПЛ_Выход < Per_ОТОПЛ_мин_дл_имп) then
Per_ОТОПЛ_Выход = Per_ОТОПЛ_мин_дл_имп;

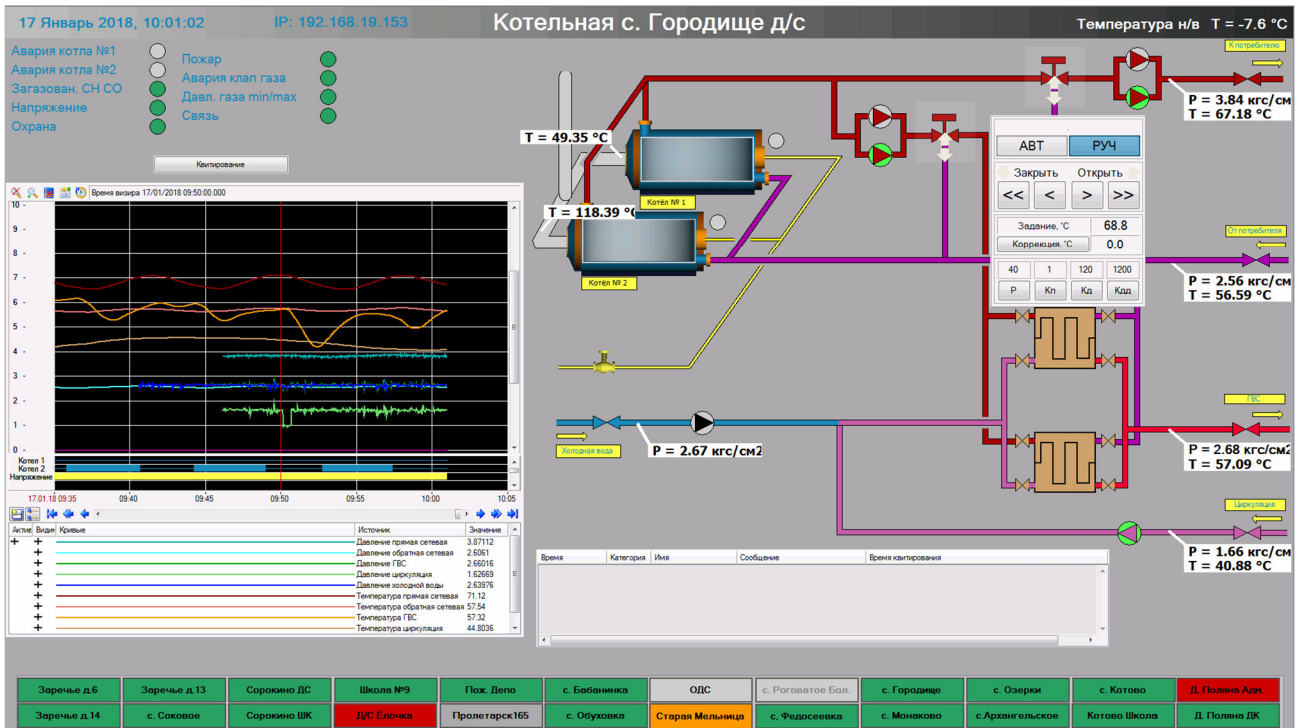
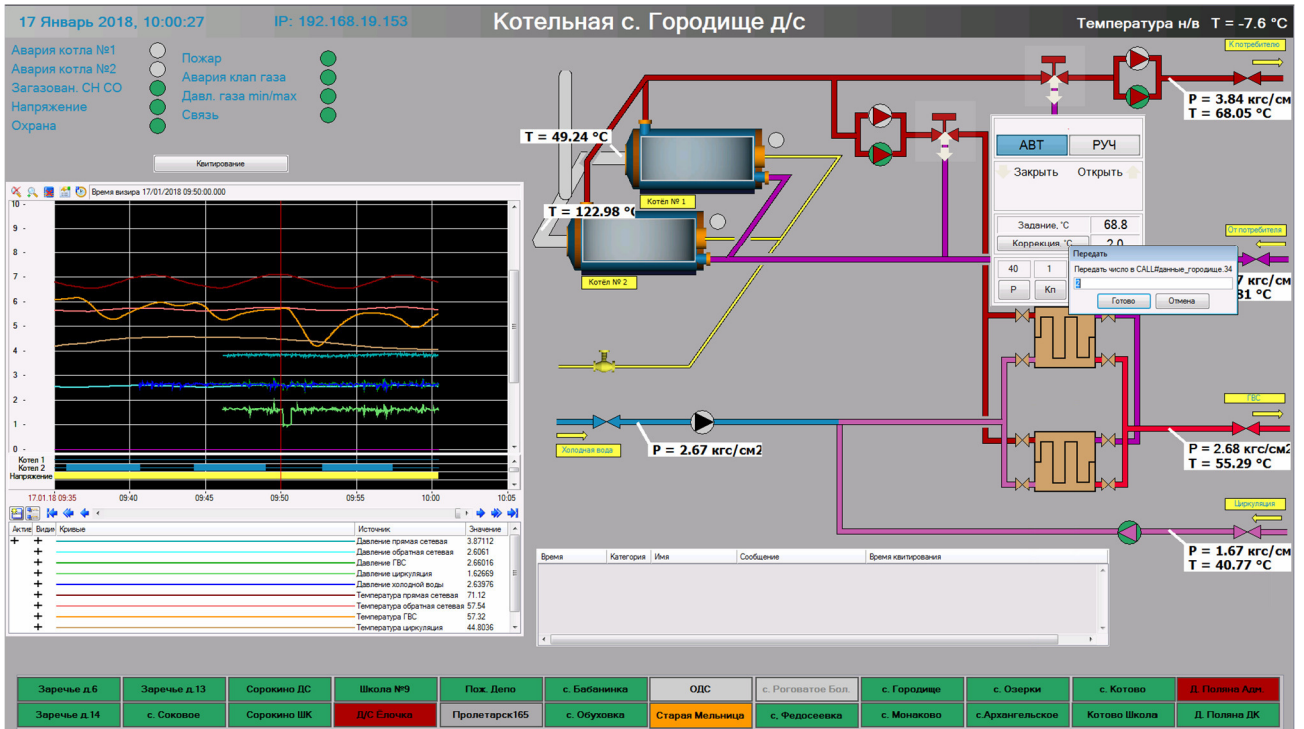
```

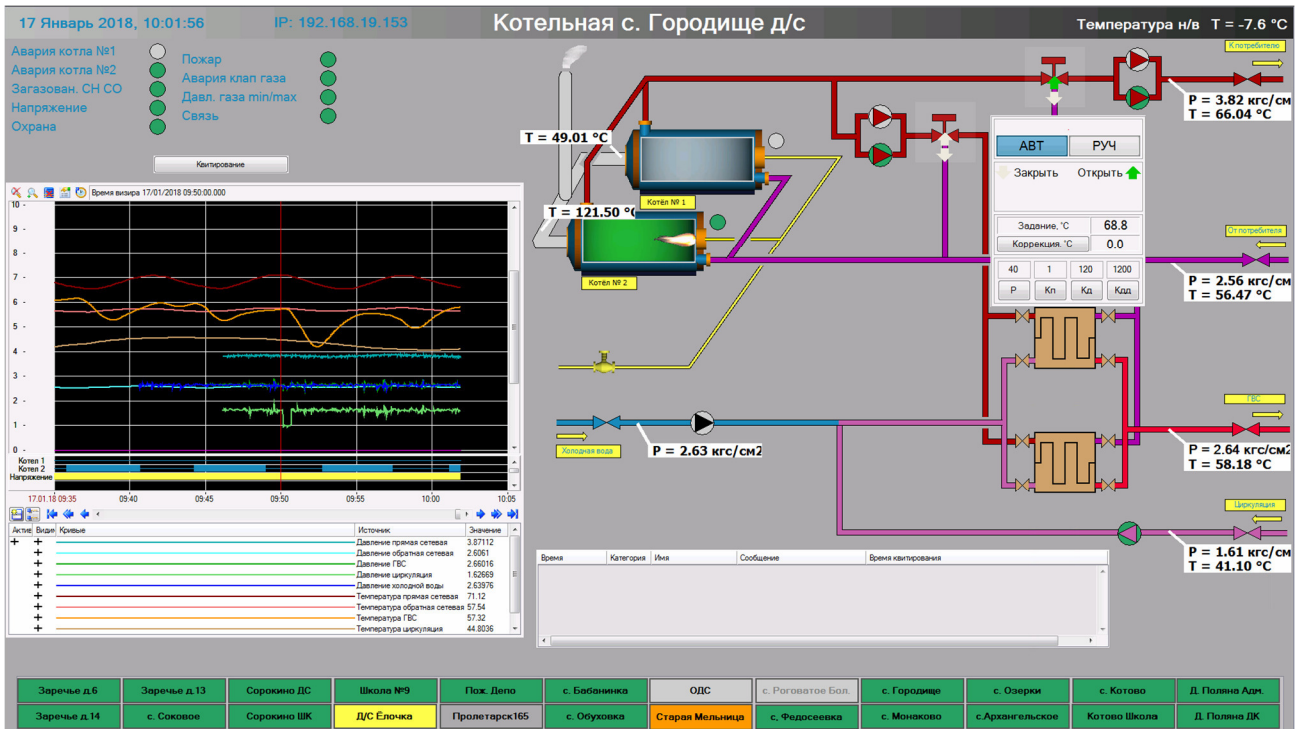
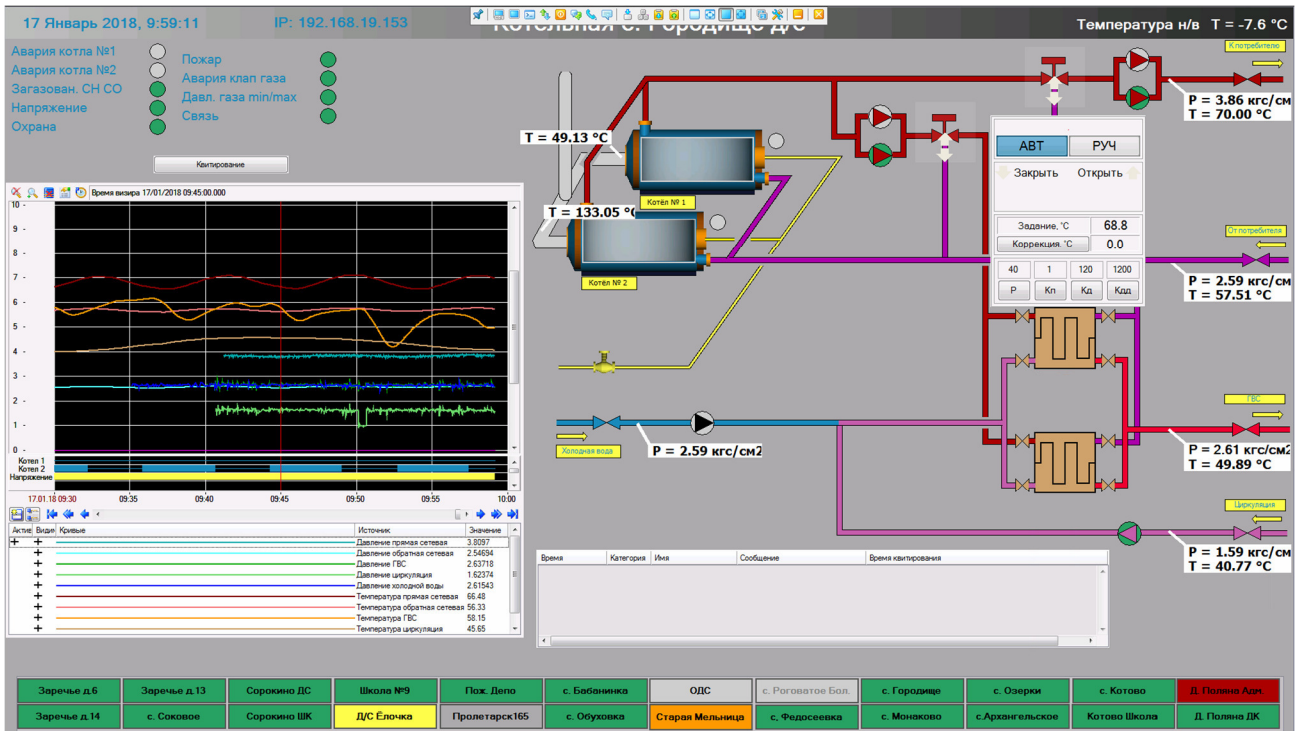
```

end_if;
if      Per_ОТОПЛ_знакthen
    Per_ОТОПЛ_знак = 0;
    Per_ОТОПЛ_Выход = - Per_ОТОПЛ_Выход;
end_if;
N_ОТОПЛ = 0;
Per_ОТОПЛ_Q = Per_ОТОПЛ_Выход / tick;    // Величина    выходного
импульса в периодах
else    N_ОТОПЛ = N_ОТОПЛ + 1;
end_if;
else    Per_ОТОПЛ_Q = 0;
end_if;
else    N_ОТОПЛ = 0;
        Per_ОТОПЛ_послед_погр = 0;
        Per_ОТОПЛ_прпослед_погр = 0;
end_if;
Per_ОТОПЛ_больше = 0;
Per_ОТОПЛ_меньше = 0;
if      Per_ОТОПЛ_Q >= 1 then
        Per_ОТОПЛ_Q = Per_ОТОПЛ_Q - 1;
        Per_ОТОПЛ_меньше = 1;
elsif   Per_ОТОПЛ_Q <= -1 then
        Per_ОТОПЛ_Q = Per_ОТОПЛ_Q + 1;
        Per_ОТОПЛ_больше = 1;
end_if;
END_PROGRAM

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б





Магистерская диссертация выполнена мной совершенно самостоятельно.
Все использованные в работе материалы и концепции из опубликованной
научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

« » 201 г.

(подпись)

Ш.Г Шамси-Заде

(ФИО)