

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)» в г. Миассе

Факультет «Электротехнический»

Кафедра «Автоматика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

_____ / С.С. Голощاپов

« ____ » _____ 2019 г.

Система автоматизации тепловых пунктов в торгово-развлекательном центре

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 27.03.04.2019.386 ПЗ ВКР

Руководитель проекта

_____ / Е.А.Канашев/

« ____ » _____ 2019 г.

Автор проекта

студент группы МиЭт-468

_____ / А.В.Каримова/

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____ / Барбасова Т.А.

« ____ » _____ 2019 г.

Миасс

2019

АННОТАЦИЯ

Каримова А.В. Система автоматизации тепловых пунктов в торгово-развлекательном центре – Миасс: Филиал «ФГАОУ ВО ЮУРГУ (НИУ)», МиЭт–468; 2019, 61 с., 26 ил., 18 табл., библиогр. список – 73 наим., 3 прил., 4 лист схем ф. А3

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью создания современной автоматизированной системы с внедрением диспетчерского контроля и управления тепловым пунктом в ТЦ. Проведен обзор системы. Описан принцип действия датчиков и средств автоматизации. Подобраны исполнительные механизмы. Внедрен диспетчерский пункт и оперативный персонал. Описана диспетчеризация на основе сети Ethernet. Описаны режимы работы системы. В ходе проектирования был осуществлён подбор необходимых компонентов для реализации схем, в результате чего созданы схема автоматизации, электрическая принципиальная схема. Проектирование схем осуществлено в AutoCAD 2019. Пояснительная записка оформлена в MS Word 2007.

					27.03.04.2019.386 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Каримова				Система автоматизации тепловых пунктов в торгово-развлекательном центре	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Канашев						3	61
Н. Контр.	Барбасова					ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «Автоматика»		
Утверд.	Голощанов							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Системы отопления торговых центров	8
1.1 Состояние отрасли	8
1.2 Типы систем отопления и способы присоединения к тепловым сетям.....	8
1.2.1 Однотрубная система водяного отопления	10
1.2.2 Двухтрубные системы водяного отопления	11
1.3 SCADA системы для управления тепловыми пунктами	16
2 ОЦЕНКА ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ	18
3 ФУНКЦИИ И ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	19
3.1 Выбор оборудования	20
3.1.1 Цифровой датчик температуры SC-4	20
3.1.2. Температурные датчики ДТС125Л50М	21
3.1.3 Термометр ОВЕН ДТС035-50М.В3.80.....	22
3.2 Функции измерения и контроля системы	25
4 Разработка UML модели программного обеспечения системы	29
4.1 Use Case диаграмма	32
4.2 Use case диаграмма взаимодействия оператора и АСУТП.	35
4.3 Диаграмма классов.	39
4.4 Диаграмма деятельности.	41
4.5 UML диаграмма состояний	43
5 ИНТЕРФЕЙС АРМ ДИСПЕТЧЕРА.....	46
5.1 Описание АРМ	46
5.2 Рабочие экраны	46
5.2.1 Главный экран	46
5.2.2 Окно насосов	48
5.2.3 Окно клапанов.....	49
5.2.4 Экран «Журнал событий».....	50
5.2.5 Экран «Журнал аварий»	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	54
ПРИЛОЖЕНИЯ	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ А	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Торговый комплекс является общественным местом с большим количеством людей. Человек должен чувствовать себя в нём свободно и комфортно в любое время года. Таким образом, главной задачей является создание благоприятного микроклимата в здании для посетителей. Обеспечение комфортных условий в помещениях напрямую зависит от систем вентиляции и кондиционирования.

Современное здание, независимо от своего типа – жилой ли это дом, офисный или торговый центр, или же спортивное сооружение – представляет с собой сложный объект с точки зрения управления. Поддержание в здании нормальных жизненных условий, обеспечение его безопасности и защищенности от внештатных ситуация обеспечивают множество технологических систем, каждая из которых характеризуется большим набором параметров и сигналов управления [1].

Сегодня системы теплоснабжения для вентиляции и кондиционирования используются повсеместно. Все здания, такие как медицинские учреждения, торговые залы, бизнес-центры должны быть оснащены системами вентиляции вытяжного и/или приточного типа. Теплоснабжение является неотъемлемой частью кондиционирования воздуха. Причем, если раньше искусственное охлаждение воздуха в общественных зданиях осуществлялось в основном только в теплый период года, то в последнее время в связи с резким повышением энергонасыщенности рабочих помещений, значительным сокращением теплопотерь и увеличением размеров зданий во многофункциональных, офисных и торговых центрах охлаждение воздуха требуется как в переходный, так и в холодный периоды.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Стоимость установок теплоснабжения в современных общественных зданиях достигает 30 %, а расчетный расход электроэнергии составляет большую часть энергопотребления СКВ. Современные системы жизнеобеспечения, поддерживающие комфортную атмосферу, представляют собой сложные инженерные устройства, безопасная эксплуатация и компетентное обслуживание которых является задачей диспетчеризации и автоматизации инженерных систем.

Актуальность темы автоматизации системы обуславливается возможностью значительно сократить количество обслуживающего персонала, а также расходы на потребление электроэнергии и эксплуатацию системы. АСУТП теплоснабжения торгового центра (ТЦ) предназначена для эффективного управления технологическим процессом обеспечения потребителей теплоносителем с целью повышения его надежности, качества и экономичности [2].

Цели разработки верхнего уровня АСУТП системы теплоснабжения ТРЦ:

1) снабжение персонала эксплуатационных служб необходимой, достоверной и актуальной научно-технической информацией для ведения своевременного контролирования и управления научно-техническим действием, анализа, оптимизации и планирования работ по эксплуатации и ремонту оборудования системы теплоснабжения оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций;

2) снижение производственных издержек за счет повышения качества и оптимизации процесса теплоснабжения, своевременного обнаружения и локализации аварийных ситуаций, снижения затрат на ремонт технологического оборудования;

3) увеличение надежности и срока службы оборудования;

4) оптимизацию режимов эксплуатации здания;

5) комплексный подход к организации управления инженерными системами; снижение влияния человеческого фактора;

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

б) передача данных в систему диспетчеризации ТРЦ.

Современные АСУ в качестве средств управления используют, как правило, электронные цифровые устройства на базе микропроцессоров [3]. По своим техническим возможностям эти устройства позволяют обеспечить управление множеством параметров. Это пуск и остановка отдельных технологических аппаратов и всей системы в целом, блокировка и защита оборудования в аварийных ситуациях, индикация, переход с режима на режим и так далее.

Устройства комплексно решающие функции управления и регулирования, называются управляющими контроллерами. При их использовании в большинстве случаев исключается необходимость применения таких элементов автоматики, как реле, преобразователи, переключатели, счетчики, индикаторы, измерительные приборы и тому подобное [4]. Это в свою очередь позволяет:

- повысить точность поддержания регулируемых параметров и надежность работы системы;
- уменьшить габариты средств управления;
- упростить монтаж и сократить сроки его выполнения
- облегчить эксплуатацию системы.
- сократить расходы на эксплуатацию;
- сократить количество персонала по обслуживанию оборудования;
- обеспечить надежную защиту оборудования в аварийных ситуациях.

Полноценная эксплуатация системы автоматического управления возможна при наличии системы диспетчеризации. Диспетчеризация систем дает возможность осуществлять непрерывный контроль за работой системы вентиляции. При этом удаленность системы вентиляции от центрального пункта управления не является существенным фактором. Использование специализированных аппаратных и программных средств, ведущих сбор и обработку информации о состоянии вентиляции, позволяет в режиме реального времени отслеживать все происходящие процессы.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Состояние отрасли

На сегодняшний день вся инфраструктура теплоснабжения Российской Федерации в катастрофическом состоянии. Исторически сложилось, что ведущая роль в покрытии тепловых нагрузок в нашей стране принадлежит центральному теплоснабжению. В России, которая относится к странам с суровыми климатическими условиями, высокий уровень централизации, по мнению многих специалистов, является целесообразным и экономически оправданным.

В большинстве крупных городов РФ (более 100 тыс. человек) централизованным теплоснабжением обеспечено 70 – 95% жилого фонда[4].

В то же время теплоснабжение сегодня находится в критическом состоянии на всех этапах — от потребления до производства тепла. На настоящий момент свыше 50% объектов коммунального теплоснабжения и инженерных сетей требуют замены, не менее 15% находятся в аварийном состоянии. По оценке Минэнерго России, более 80% теплотрасс нуждаются в замене и капитальном ремонте. Суммарные потери в тепловых сетях достигают, по данным специалистов, 31% произведенной тепловой энергии, что эквивалентно 124 миллионам тонн условного топлива в год [5].

1.2 Типы систем отопления и способы присоединения к тепловым сетям

Отопление, способное создать комфортную обстановку в помещении –одно из условий успешной работы торговых центров. Заходя в магазин, клиенты не должны испытывать неприятных ощущений. Излишняя жара, так же как и холод, являются теми факторами, которые подтолкнут покупателей быстрее покинуть здание. Чтобы достичь идеального результата, нужно правильно подобрать отопительное оборудование.

Чтобы правильно подобрать систему отопления, необходимо ознакомиться с их видами, особенностями монтажа и работы нагревательных приборов. Важно

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

также учитывать доступность и стоимость топлива. Обогрев должен быть качественным, надежным, безопасным, экономичным.

Системой отопления называется комплекс элементов, используемых для обогрева помещения: источник тепла, трубопроводы, нагревательные приборы [6]. Тепло передается с помощью теплоносителя жидкой или газообразной среды: воды, воздуха, пара, продуктов сгорания топлива, антифриза. Отопление торгового центра можно осуществлять одним из нижеперечисленных способов:

1. водяное отопление;
2. воздушное;
3. электрическое.

Нагревательные приборы системы отопления бывают:

1. конвективные;
2. лучистые;
3. комбинированные (конвективно – лучистые).

В качестве источника тепла могут использоваться:

1. уголь;
2. дрова;
3. газ;
4. электричество;
5. брикеты – торфяные или дровяные;
6. энергия солнца или других альтернативных источников

Водяное отопление это замкнутая система отопления, в качестве теплоносителя в ней используется вода или антифриз. Вода подается по трубам от источника тепла к радиаторам отопления. В централизованных системах температура регулируется на тепловом пункте, а в индивидуальных – автоматически (с помощью термостатов) или вручную (кранами). В зависимости от типа присоединения нагревательных приборов системы делят на [7]:

1. однотрубные
2. двухтрубные.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

По способу разводки различают:

1. верхнюю;
2. нижнюю;
3. вертикальную;
4. горизонтальную системы отопления.

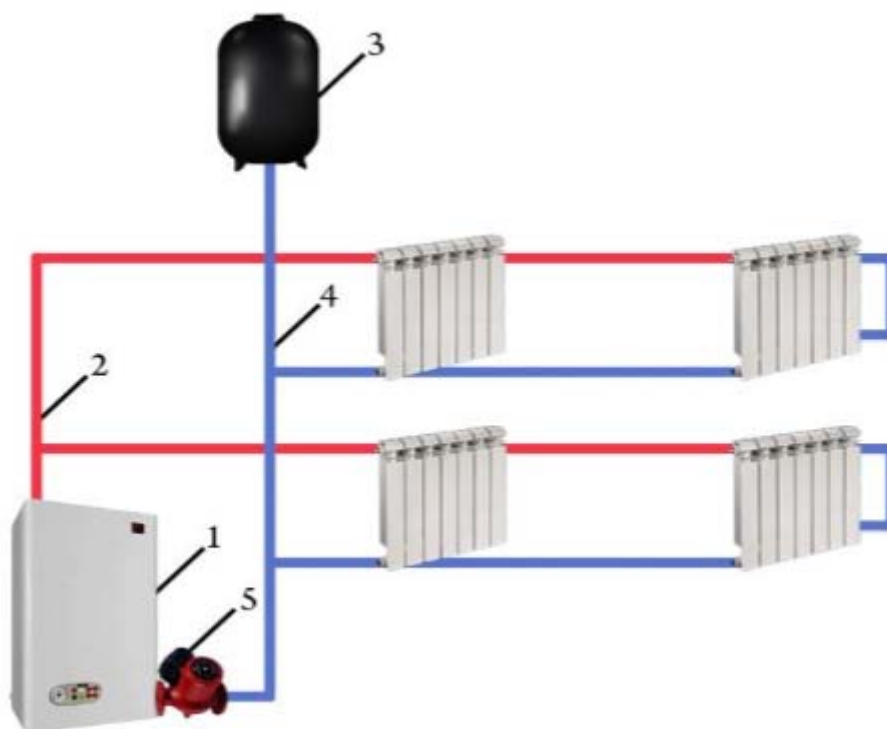
1.2.1 Однотрубная система водяного отопления

Однотрубные системы отопления в основном используются в частных домах. Центральным местом в сборке конструкции является котел (газовый или твердотопливный), он осуществляет подогрев теплоносителя (воды) и от него теплоноситель поступает в радиаторы отопления. Двигаясь по ним, температура теплоносителя снижается и по обратной трубе он возвращается в котел. И цикл опять повторяется [8]. При сборке данной системы следует понимать, что, попадая в первый радиатор, температура теплоносителя имеет высокий показатель, далее он попадает во второй, в третий и т. д.

Преодолеть такие колебания поступающей воды можно двумя способами: увеличивать теплоемкость последних радиаторов, тем самым повышается его теплоотдача, либо повышать температуру выходящей воды из котла.

Указанные способы сами по себе затратные и экономически не выгодные, они ведут к удорожанию системы отопления. Существует и другой более экономный способ распределения горячей воды по трубам: Установить циркуляционный насос, который будет увеличивать скорость движения воды по трубам и эффективность системы значительно повысится.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительный бак; 4 — расширительная труба; 5 — насос.

Рисунок 1.1 –Однотрубная система отопления с горизонтальной проточной системой

1.2.2 Двухтрубные системы водяного отопления

Конструктивная особенность данных отопительных систем заключается в наличии двух трубопроводных веток. Одна из них транспортирует и распределяет нагретый теплоноситель по приборам и регистрам. Вторая выводит охлажденную жидкость и возвращает ее обратно в генератор тепла. В отличие от однотрубной схемы тепло подается во все обогревательные устройства с равной температурой, а не проходит всю цепь труб и радиаторов, потеряв требующиеся для обогрева характеристики на подступах к последней батарее [9].

Деление на горизонтальный и вертикальный тип отопительной системы определяет расположение труб, соединяющих приборы в единый механизм.

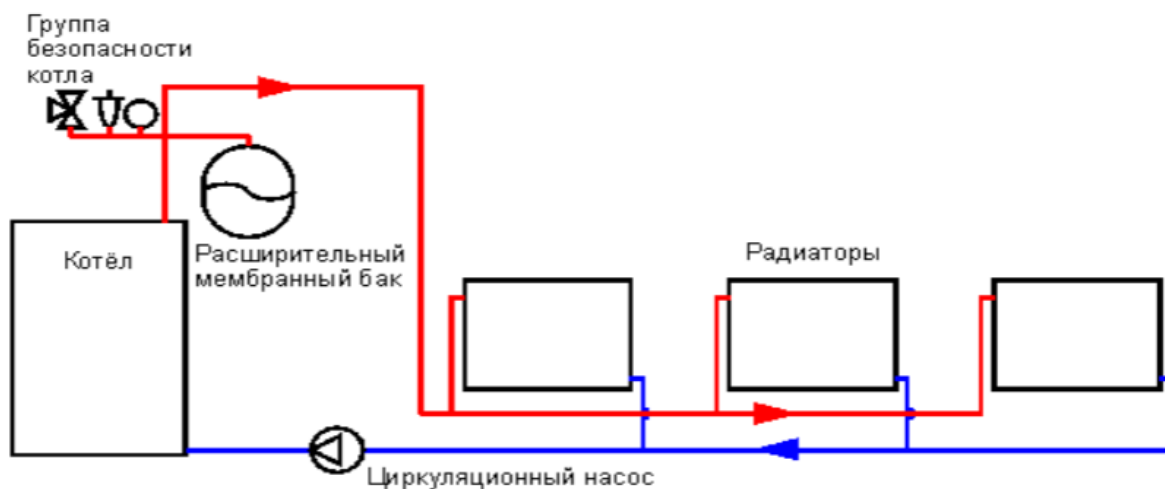


Рисунок 1.5 – Двухтрубная система отопления с нижней разводкой

Обе разновидности разводки применимы и при горизонтальном, и при вертикальном типе расположения подающих труб. Есть некоторые отличия: двухтрубная система отопления многоэтажного дома вертикального типа, чаще всего выполняется с нижней разводкой [15]. Объяснение: разница в температуре обратки и нагретого теплоносителя создает слишком большое давление, значение которого увеличивается с каждым этажом. При нижней разводке это дополнительное давление помогает теплоносителю преодолевать трубопровод.

1.3 SCADA системы для управления тепловыми пунктами

SCADA-системы применяют для разработки АСУ ТП. Из этого вытекает, что к данному программному продукту применяют высокие требования как со стороны заказчика, так и со стороны разработчика. Наиболее важные требования регламентируются международными стандартами и ГОСТами, а само программное обеспечение должно иметь сертификат соответствия. Рассмотрим требования, предъявляемые ГОСТами и международными стандартами:

1. SCADA-системы должны обеспечивать качество показателей автоматизированных систем (эффективность, надежность, адаптивность, живучесть и помехоустойчивость автоматизированной системы) [17].

2. Согласно МЭК 62443 базовая модель для SCADA-систем должна выглядеть как показано на рисунке 1.24



Рисунок 1.24 – Базовая модель SCADA

3. При реализации человеко-машинного интерфейса с помощью SCADA должны соблюдаться основные принципы [18]:

1. конструктивное размещение, последовательность функционирования управляющих органов и принцип действия ЧМИ должны рассматриваться на стадии разработки;

2. интерфейс должен соответствовать требованиям эргономики;

3. команды иметь определенный приоритет;

4. органы управления должны быть логически сгруппированы, группировка может быть выполнена по нескольким принципам (по функциям и взаимосвязи, по последовательности применения, по приоритетам и т.д.).

Так же должна выполняться определенная последовательность и реализовываться трехшаговый принцип выполнения операций [19].

Требования со стороны заказчика и разработчика зависят от особенностей технологического процесса, а также и от личных предпочтений каждого. Однако их можно объединить в следующие группы:

1. Гибкость системы, то есть её возможность работать со сторонними программными и аппаратными продуктами.

2. Масштабируемость системы.

3. Простота использования системы.

4. Надежность системы: ни одна ошибка в функционировании оборудования не должна вызывать подачу ложного выходного сигнала на объект; единичная ошибка человека-оператора не должна приводить к подаче ложной команды на объект управления; интерфейс должен быть интуитивно понятным и удобным для управляющего [20].

5. Точность обработки и представления данных.

6. Наличие программных инструментов для защиты информации.

В рамках данной работы выбор SCADA–системы не предусмотрен, так как по ТЗ выбор системы остается за заказчиком.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

2 ОЦЕНКА ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ

Для того чтобы разработка проекта оказалась наиболее эффективной, прежде чем приступить к реализации и проектированию будущей системы управления, необходимо провести оценку выполняемых работ. Главной целью такого оценочного этапа является снижение рисков, которые могут возникнуть в процессе реализации проекта. Во время оценки работ обсуждаются следующие проблемы:

1. Уточнение требований;
2. Выбор инструментов;
3. Проектирование.

Проектирование можно рассматривать как начальную фазу производства. Это процесс составления технических требований, необходимых для создания системы. В данной работе проектированию подлежит в первую очередь программная составляющая системы управления: структура программного кода, алгоритмы выполнения программ, структура операторского интерфейса.

Перечень работ для оценивания

1. Выбор SCADA–системы и ПЛК.
2. Выбор метода передачи данных.
3. Проектирование человеко–машинного интерфейса.

По ТЗ АРМ системы тепловых пунктов должно быть интегрировано в общую систему управления ТРЦ. На данный момент SCADA–система для управления ТРЦ не выбрана, поэтому реализация АРМ в рамках данной работы будет выполняться в формате проектов рабочих экранов с полным описанием функционала. Для лучшего понимания функционала системы и ее документирования программа описывается UML диаграммами.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

3 ФУНКЦИИ И ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Основной задачей согласно иерархической модели автоматизированной системы управления с рисунка 3.1 является создание автоматизированной системы диспетчерского мониторинга тепловых пунктов. Система предназначена для мониторинга (контроля) технологических параметров процесса, а также контроля и диагностики, оборудования (в т. ч. ведение архивов, отчётов тревог, сигнализацией с предупреждением аварийных ситуаций) [48].

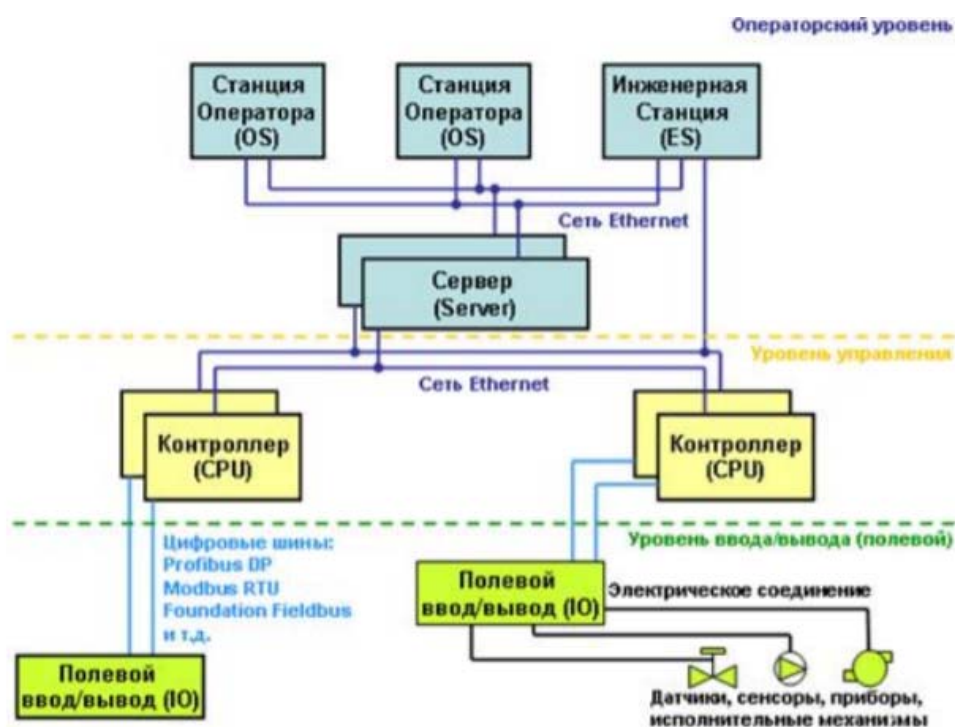


Рисунок 3.1 – Трёхуровневая иерархическая модель автоматизированной системы управления

Система мониторинга обеспечивает:

1. Повышение надежности всего комплекса средств в целом;
2. Расширение возможностей анализа процессов на объекте автоматизации;
3. Использование эффективных инструментов для оценки работы персонала и корректировки его поведения непосредственно в ходе работы;

4. Повышение эффективности контроля над производством за счет использования мощного графического интерфейса современных SCADA-систем, улучшающих восприятие оператором данных технологического процесса и дающих возможность отслеживания их динамики.

3.1 Выбор оборудования

На полевом уровне используются датчики, преобразователи, регуляторы. Так как большую часть параметров мы получаем с имеющегося оборудования на производстве, необходимо осуществить выбор датчиков температуры для контроля необходимых температур [21].

Рассмотрим несколько возможных вариантов:

3.1.1 Цифровой датчик температуры SC-4



Рисунок 3.2.1.1 – Цифровой датчик температуры SC-4

На рисунке 3.2.1.1 изображен цифровой датчик температуры SC-4.

Выполняемые функции:

1. измерение температуры теплоносителя или окружающего воздуха;
2. преобразование измеренной температуры в цифровой сигнал и передача по полевой шине [22].

Варианты исполнения:

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

1. SC-4-врезной датчик температуры в корпусе из нержавеющей стали;
2. SC-4н-накладной датчик температуры в корпусе из нержавеющей стали.

Таблица 3.1.1.1 – Технические характеристики

Диапазон измерений	От -55 до +125 °С
Погрешность измерений	+0,5 °С от -10 до +85 °С +2,0 °С в остальном диапазоне
Дискретность измерений	Не менее 0,1 °С
Питание	От сети 3.0 – 5.5 Вт
Потребляемая мощность	Не более 10 мВт
Корпус	Нержавеющая сталь

3.1.2. Температурные датчики ДТС125Л50М



Рисунок 3.1.2.1 – Температурный датчик ДТС125Л50М

Термопреобразователи сопротивления для измерения температуры воздуха Овен ДТС125Л-50М.В2.60 (датчики температуры воздуха) предназначены для непрерывного измерения температуры различных рабочих сред (например, пар, газ т.п.), неагрессивных к материалу корпуса датчика [23].

Конструкция коммутационной головки преобразователя позволяет устанавливать его на стене или другой поверхности при помощи шурупов, винтов или иных средств крепления.

Датчик предполагается использовать как датчик температуры наружного воздуха.

В состав термопреобразователя входят:

1. первичный преобразователь (термозонд) – термопреобразователь сопротивления (ДТС);
2. измерительный преобразователь НПТ-3, встроенный в головку датчика;
3. диапазон температур окружающего воздуха при эксплуатации: $-40...+85$ °С.

Использование в составе изделия микропроцессорного высокоточного преобразователя НПТ-3 позволяет устанавливать через USB-интерфейс любой диапазон измерения температуры в пределах диапазона измерения, соответствующего термозонда [24].

Таблица 3.1.2.1 – Технические характеристики ДТС125Л50М

Длина погружной части	60мм
Диапазон рабочих температур	$-50^{\circ}\text{C} \dots 125^{\circ}\text{C}$

3.1.3 Термометр ОВЕН ДТС035-50М.В3.80

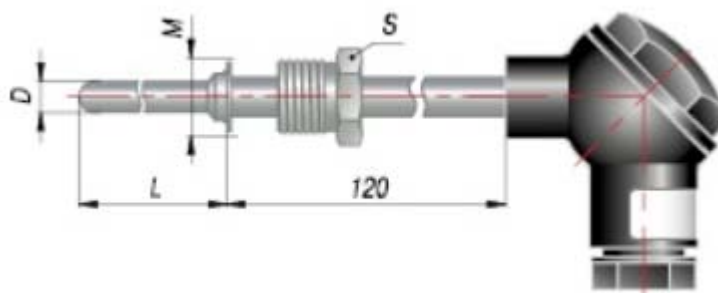


Рисунок 3.1.3.1 – Термометр ДТС035-50М.В3.80

На рисунке 3.1.3.1 изображен Термометр ОВЕН ДТС035-50М.В3.80.

Термопреобразователи Овен ДТС035-50М.В3.80 (датчики температуры) предназначены для непрерывного измерения температуры различных рабочих сред (например, пар, газ, вода, сыпучие материалы, химические реагенты и т.п.), неагрессивных к материалу корпуса датчика [25].

Таблица 3.1.3.1 – Технические характеристики ДТС035-50М.В3.80

Длина погружной части	80мм
Диапазон рабочих температур	-50°С ... 150°С
Условное давление	10МПа
Материал защитной арматуры	Сталь 12Х18Н10Т

Уровень базовой автоматизации реализуем по ТЗ на промышленном оборудовании систем автоматизации фирмы «ОВЕН». В качестве технической основы контроллерного оборудования используется программируемый контроллер ОВЕНПЛК110-220.60.Р-М. На всю систему используется один контроллер [26].

Преимущества ОВЕН ПЛК110 [27]:

1. Наличие встроенных дискретных входов/выходов на борту.
2. Ведение архива работы оборудования или работа по заранее оговоренным сценариям при подключении к контроллеру USB-накопителей.
3. Передача данных на верхний уровень через Ethernet или GSM-сети (GPRS).
4. 4 последовательных порта (RS-232, RS-485) для:
 - увеличения количества входов-выходов;
 - управления частотными преобразователями;
 - подключения панелей операторов, GSM-модемов.
5. Наличие двух исполнений по питанию (220 В и 24 В).



Рисунок 3.1.4 – Программируемый контроллер ОВЕНПЛК110-220.60.P-M

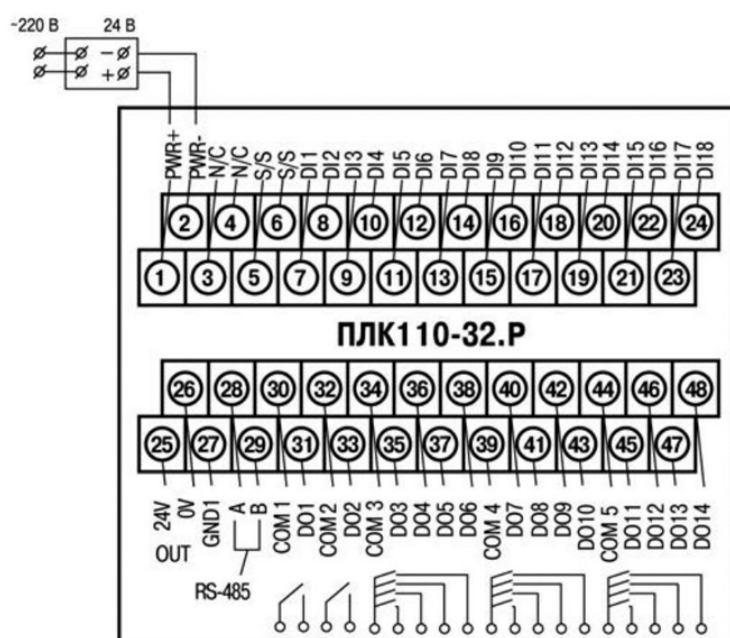


Рисунок 3.1.4 –Схема расположения и назначение клемм на ОВЕНПЛК110-220.60.P-M

Также используем модуль ввода дискретных сигналов ОВЕН МВ110-224.16Д. Прибор предназначен для сбора данных со встроенных дискретных входов с передачей их в сеть RS-485 и отлично работает в комплексе с программируемым контроллером ОВЕНПЛК110-220.60.P-M [28].



Рисунок 3.1.4 –Модуль ввода дискретных сигналов ОВЕН MB110-224.16Д

3.2 Функции измерения и контроля системы

Для осуществления автоматизации с имеющихся на производстве установок используются данные о параметрах, указанных в таблицах 3.1 – 3.6.

Таблица 3.1 – Функции измерения и контроля теплоснабжения системы отопления

Функции измерения и контроля	Номер датчика на схеме автоматизации
–температура на вводном коллекторе системы отопления (температура теплоносителя, поступающего в систему отопления)	18
– давление на вводном коллекторе системы отопления;	17
–температура на обратном коллекторе системы отопления;	19, 20, 21
– давление на обратном коллекторе системы отопления;	29
–давление теплоносителя, поступающего в систему теплоснабжения радиаторного отопления;	28
–давление теплоносителя, поступающего в систему теплоснабжения фанкойлов;	40

Окончание таблицы 3.1

Функции измерения и контроля	Номер датчика на схеме автоматизации
– состояние циркуляционных насосов (сигнал «Работа» с панели управления СР–ННW–02–01/02);	42, 43, 43
– состояние циркуляционных насосов (сигнал «Работа» с панели управления СР–ННW–03– 01/02/03).	42, 43, 44

Таблица 3.2 – Функции противоаварийной защиты и сигнализации теплоснабжения системы отопления

Функции противоаварийной защиты и сигнализации	Номер датчика на схеме автоматизации
– сигнализация аварии циркуляционных насосов (сигнал «Авария» с панели управления СР–НН W–02–01/02);	42, 43, 44
– сигнализация аварии циркуляционных насосов (сигнал «Авария» с панели управления СР–ННW–03–01/02/03);	42, 43, 44
– отключение насосов в аварийных ситуациях.	42, 43, 44

Таблица 3.3 – Функции программно–логического управления насосами теплоснабжения системы отопления

Функции программно–логического управления насосами	Номер датчика на схеме автоматизации
– формирование команды «Пуск/Стоп» циркуляционных насосов (сигнал «Пуск/Стоп» для панели управления СР–ННW–02–01/02);	42, 43, 44
– формирование команды «Пуск/Стоп» циркуляционных насосов (сигнал «Пуск/Стоп» для панели управления СР–ННW–03–01/02/03).	42, 43, 44

Таблица 3.4 – Функции измерения и контроля ЦТП

Функции измерения и контроля	Номер датчика на схеме автоматизации
– температура теплоносителя на вводе городских сетей;	18
– давление теплоносителя на вводе городских сетей;	17
– температура теплоносителя на обратном трубопроводе городских сетей;	11,12,13
– давление теплоносителя на обратном трубопроводе городских сетей;	29
– температура наружного воздуха;	1
– состояние повысительных насосов (сигнал «Работа» с панели управления СР–ННВ–08– 01/02/03).	41

Таблица 3.5 – Функции противоаварийной защиты и сигнализации ЦТП

Функции противоаварийной защиты и сигнализации	Номер датчика на схеме автоматизации
– сигнализация высокого и низкого давления на входе ЦТП;	17
– сигнализация высокого и низкого давления на выходе ЦТП;	29
– сигнализация аварии повысительных насосов (сигнал «Авария» с панели управления СР– ННВ–08–01/02/03);	41
– отключение насосов в аварийных ситуациях.	41

Таблица 3.6 – Функции программно–логического управления насосами

Функции программно–логического управления насосами:	Номер датчика на схеме автоматизации
– формирование команды «Пуск/Стоп» повысительных	41

насосов (сигнал «Пуск/Стоп» для панели управления)	
--	--

Необходимо выполнить установку датчиков температуры для контроля следующих параметров:

1. температура теплоносителя на вводе, на выводе;
2. давление теплоносителя на вводе, на выводе;
3. давление теплоносителя, поступающего в систему теплоснабжения радиаторного отопления;
4. температура теплоносителя, поступающего в систему теплоснабжения радиаторного отопления;
5. температура наружного воздуха.

4 РАЗРАБОТКА UML МОДЕЛИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ

UML – унифицированный язык моделирования (Unified Modeling Language) – это система обозначений, которую можно применять для объектно-ориентированного анализа и проектирования[50].

Его можно использовать для визуализации, спецификации, конструирования и документирования программных систем.

Словарь UML включает три вида строительных блоков:

1. Диаграммы;
2. Сущности;
3. Связи.

Сущности – это абстракции, которые являются основными элементами модели, связи соединяют их между собой, а диаграммы группируют представляющие интерес наборы сущностей [51].

Диаграмма – это графическое представление набора элементов, чаще всего изображенного в виде связанного графа вершин (сущностей) и путей (связей). Язык UML включает 13 видов диаграмм, среди которых на первом месте в списке — диаграмма классов [52].

Диаграммы классов показывают набор классов, интерфейсов, а также их связи. Диаграммы этого вида чаще всего используются для моделирования объектно-ориентированных систем. Они предназначены для статического представления системы.

Большинство элементов UML имеют уникальную и прямую графическую нотацию, которая дает визуальное представление наиболее важных аспектов элемента [53].

С помощью диаграмм UML в рамках данной работы проводится проектирование системы управления тепловыми пунктами.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Для оценки информационной ценности и сложности построенных диаграмм будем использовать метод количественного анализа диаграмм UML [54].

Методика количественной оценки и сравнения диаграмм UML строится на присвоении элементам диаграмм оценок, зависящих от их информационной ценности, а также от вносимой ими в диаграмму дополнительной сложности.

Ценность отдельных элементов меняется в зависимости от типа диаграммы, на которой они находятся. Словарь языка UML включает два вида строительных блоков: сущности и отношения. Сущности – это абстракции, являющиеся основными элементами модели. Отношения связывают различные сущности[55].

Количественную оценку диаграммы можно провести по следующей формуле [56]:

где S – оценка диаграммы,

– оценки для элементов диаграммы,

S_{Link} – оценки для связей на диаграмме,

– число объектов на диаграмме,

– число типов объектов на диаграмме,

– число типов связей на диаграмме.

Если диаграмма содержит большое число связей одного типа (например, модель БД), то число и тип связей можно не учитывать и формула расчета приводится к виду:

Если на диаграмме показаны атрибуты и операции классов, можно учесть их при расчете, при этом оценка прибавляется к оценке соответствующего класса[56]:

$$S_{cls} = \frac{\sqrt{Op} + \sqrt{Art}}{0,3 * (Op + Art)} \quad (3)$$

где S_{cls} – оценка операций и атрибутов для класса,

число операций у класса,

Art – число атрибутов у класса .

Учитываются только те атрибуты и операции, которые отображены на диаграмме [57].

Таблица 4.1 – Основные элементы языка UML.

Тип элемента	Оценка для элемента
Класс (class)	5
Интерфейс (inteface)	4
Прецедент (use case)	2
Компонент (component)	4
Узел (node)	3
Процессор (processor)	2
Взаимодействие (interaction)	6
Пакет (package)	4
Состояние (state)	4
Примечание (node)	2

Таблица 4.2 Основные типы связей языка UML

Тип связи	Оценка для связи
Зависимость (dependency)	2
Ассоциация (association)	1
Агрегирование (aggregation)	2
Композиция (composition)	3
Обобщение (generalization)	3
Реализация (realization)	2

Остальные типы связей должны рассматриваться как ассоциации. Недостатком диаграммы является как слишком низкая оценка (при этом диаграмма недостаточно информативна), так и слишком высокая оценка (при этом диаграмма обычно слишком сложна для понимания). В табл. 4.3 приведены диапазоны оптимальных оценок для основных типов диаграмм [58].

Таблица 4.3 – Диапазоны оптимальных оценок для основных типов диаграмм

Тип диаграммы	Диапазон оценок
Классов – с атрибутами и операциями	5–5,5
Классов – без атрибутов и операций	3–3,5
Компонентов (component)	3,5–4
Вариантов использования (use case)	2,5–3
Развертывания (deployment)	2– 2,5
Последовательности (sequences)	3–3,5
Кооперативная (cooperative)	3,5 – 4
Пакетов (package)	3,5 – 4
Состояний (state)	3,5 – 4
Деятельности (activity)	3,5 – 4

4.1 Use Case диаграмма

Use Case — это сценарная техника описания взаимодействия [59]. С помощью Use Case может быть описано и пользовательское требование, и требование к взаимодействию систем, и описание взаимодействия людей и компаний в реальной жизни.

В общем случае, с помощью Use Case может описываться взаимодействие двух или большего количества участников, имеющее конкретную цель:

1. покупка товара в магазине (Покупатель-Продавец),
2. отправка письма по электронной почте (Адресат-Почтовый клиент),
3. запрос страницы браузером (Браузер-Web-сервер).

В разработке ПО эту технику часто применяют для проектирования и описания взаимодействия пользователя и системы, поэтому название Use Case часто воспринимает как синоним требования человека-пользователя к решению определенной задачи в системе [60].

На рисунке 4.1.1 показана диаграмма вариантов использования системы. Рассматривается система из 1 актера: диспетчера.

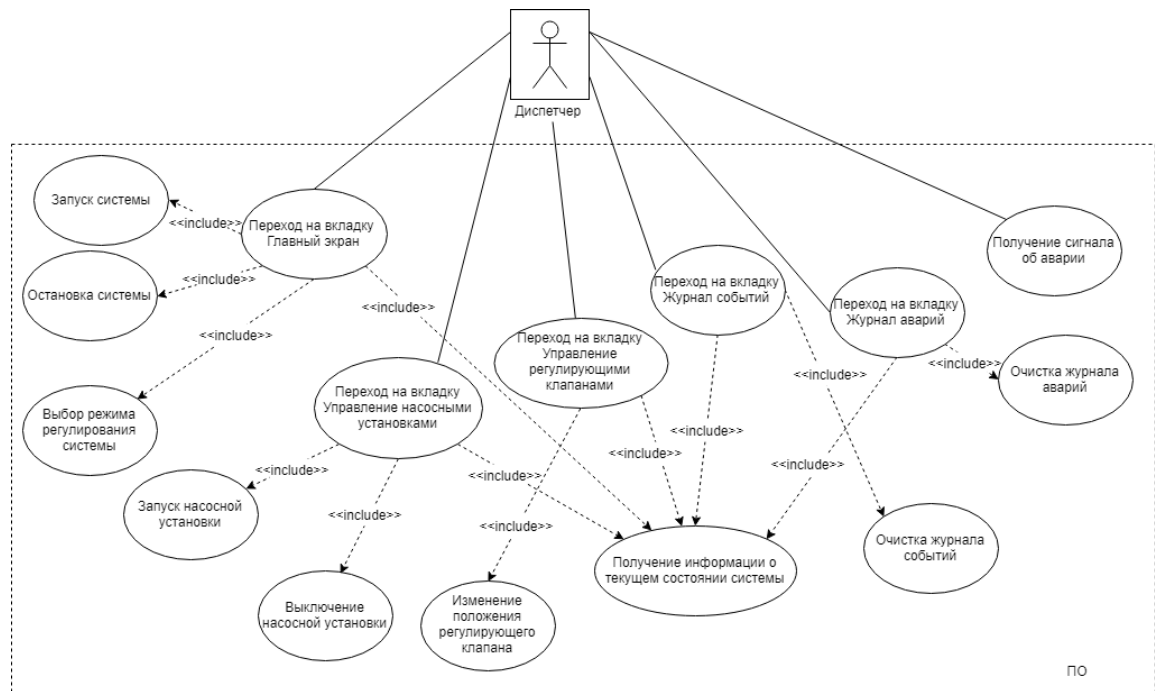


Рисунок 4.1.1 – Use-Case диаграмма

В таблице 4.1.1 показан раздел главного варианта использования. В таблице 4.1.2 показан ход событий, которые происходят в системе. В таблице 4.1.3 указаны возможные исключения, которые могут возникнуть в системе.

Таблица 4.1.1 – Главный вариант использования

Вариант использования	Получение сигнала об аварии
Актеры	Диспетчер системы
Цель	Получение информации о показателях системы, которые не входят в норму для устранения аварии.

	экран».
Исключение №2. Диспетчер бездействует.	
Действия актера	Отклик системы
	Выключение системы.

Рассчитаем use case диаграмму с рисунка 5.1.1 по методу количественного анализа диаграмм UML.

На диаграмме 16 элементов, из которых 15 прецедентов и 1 актер. Связи на диаграмме ассоциативные и связи зависимости: 6 ассоциаций и 13 зависимостей.

Таким образом,

$$S_{Obj} + S_{Lnk} = 17 + 32$$

Оценка для диаграммы 5.1.1 попадает в оптимальный для диаграмм вариантов использования диапазон, а значит она достаточно информативна и достаточно проста для понимания.

4.2 Use case диаграмма взаимодействия оператора и АСУТП.

Так как Use case диаграмма из пункта 4.1 описывает варианты использования ПО диспетчером, но не касается вопроса взаимодействия оператора и АСУТП, имеет смысл построить отдельную диаграмму Use case, описывающую это взаимодействие.

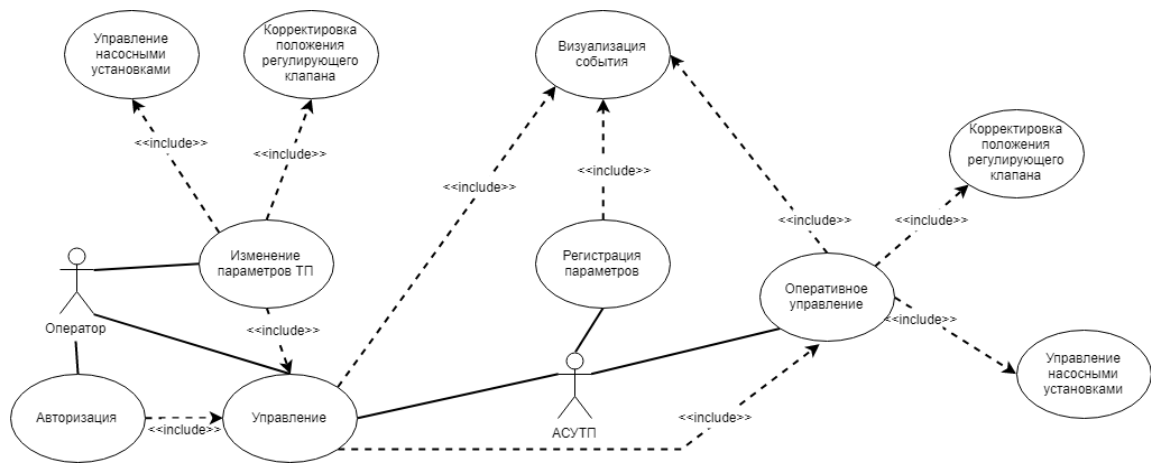


Рисунок 4.2.2 — Use-case диаграмма взаимодействия оператора и АСУТП: упрощенная.

Эта диаграмма более проста для понимания, но не потеряла в информативности. Проверим это расчетами.

Рассчитаем use case диаграмму с рисунка 4.2.2 по методу количественного анализа диаграмм UML.

На диаграмме 12 элементов, из которых 10 прецедентов и 2 актера. Связи на диаграмме ассоциативные и связи зависимости: 6 ассоциаций и 10 зависимостей.

Таким образом,

$$S = \sum S_{Obj} + \sum S_{Link} = 14 + 16 = 30$$

Оценка для диаграммы 5.2.2 попадает в оптимальный для диаграмм вариантов использования диапазон, а значит она достаточно информативна и достаточно проста для понимания.

4.3 Диаграмма классов.

Диаграмма классов занимает центральное место в проектировании объектно-ориентированной системы. Нотация классов используется на разных этапах проектирования и строится с различной степенью детализации. Язык UML применяется не только для проектирования, но и с целью документирования, а также эскизирования проекта [61].

Построим диаграмму классов для нашего проекта.

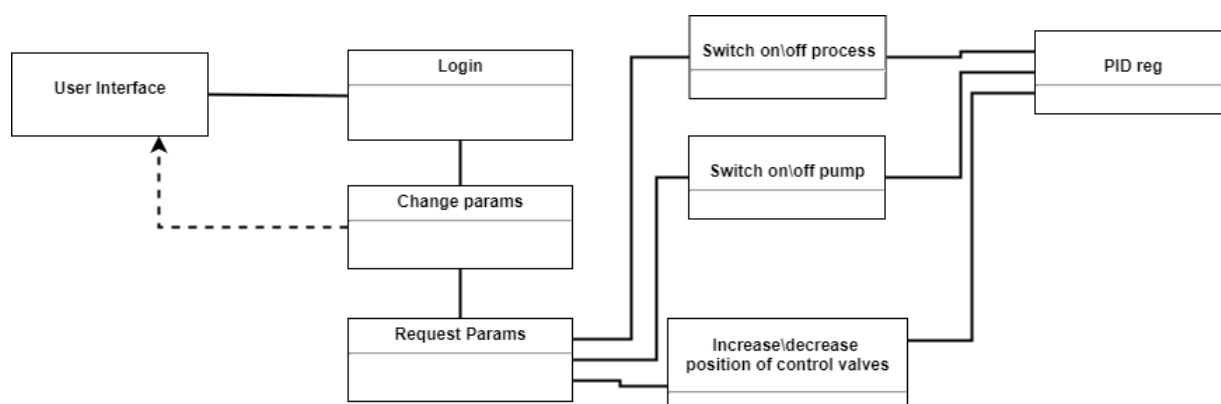


Рисунок 4.3.1 — Диаграмма классов.

Эта диаграмма позволяет представить в графической форме классы, используемые в программе, что дает разработчикам наглядное представление отношений между элементами программы и позволяет четко распределить работу между программистами [62].

Описание классов диаграммы:

1. Login – класс, предназначенный для авторизации пользователя в системе с заданным уровнем доступа.
2. Change params – класс, позволяющий авторизованному пользователю вручную изменять параметры ТП при разрешенном уровне доступа.
3. Request params – класс, отслеживающий все изменения состояния ТП.
4. Switch on/off pump – класс, выполняющий функцию включения/выключения насосной установки по запросу диспетчера или автоматического управления процессом.

5. Switch on/off process– класс, выполняющий функцию включения/выключения всей системы по запросу диспетчера или автоматического управления процессом.

6. Increase/decrease position of control values– класс, реализующий функции управления регулирующим клапаном, используя данные класса PID reg.

7. PID_reg – класс используется для реализации алгоритма ПИД-регулирования при управлении положением регулирующих клапанов и насосных установок.

Рассчитаем диаграмму классов с рисунка 5.3.1 по методу количественного анализа диаграмм UML.

На диаграмме 8 элементов, из которых 8 классов. Связи на диаграмме ассоциативные и зависимые: 10 ассоциаций и 1 зависимость. Таким образом,

Оценка для диаграммы 4.3.1 попадает в оптимальный для диаграмм вариантов использования диапазон, а значит она достаточно информативна и достаточно проста для понимания.

4.4 Диаграмма деятельности.

Диаграмма деятельности — UML-диаграмма, на которой показаны действия, состояния которых описано на диаграмме состояний. Под деятельностью понимается спецификация исполняемого поведения в виде координированного последовательного и параллельного выполнения подчинённых элементов — вложенных видов деятельности и отдельных действий, соединённых между собой потоками, которые идут от выходов одного узла ко входам другого [63].

Основные фигуры:

1. Прямоугольники с закруглениями — действия.
2. Ромбы — решения.
3. Широкие полосы — начало (разветвление) и окончание (схождение) ветвления действий.
4. Чёрный круг — начало процесса (начальный узел).
5. Чёрный круг с обводкой — окончание процесса (финальный узел).

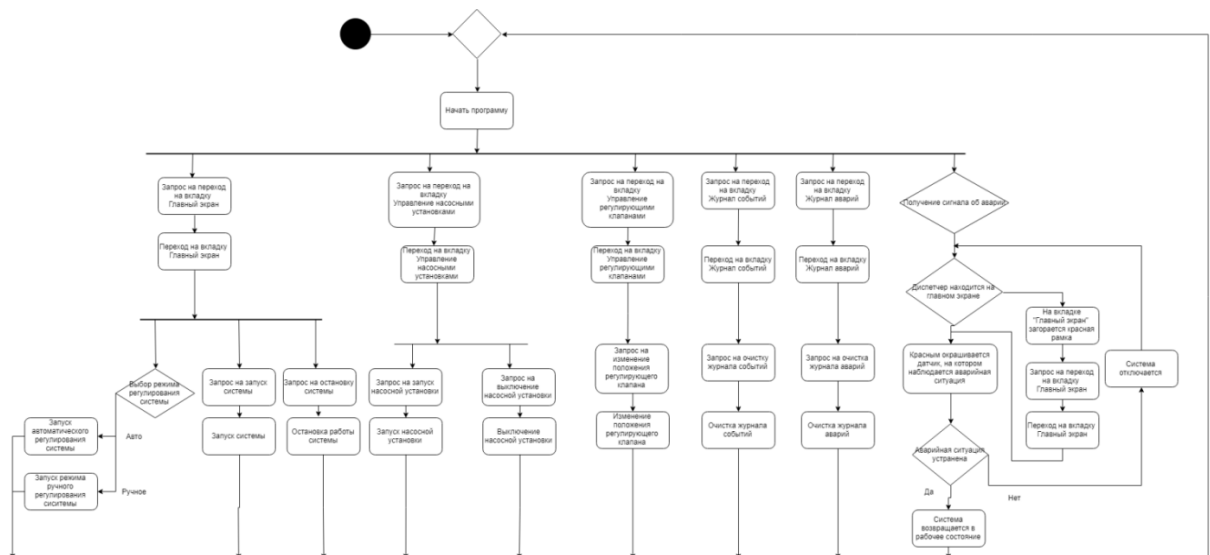


Рисунок 4.4.1 – UML диаграмма деятельности

Рассчитаем диаграмму деятельности с рисунка 4.4.1 по методу количественного анализа диаграмм UML.

Так как на диаграмме деятельности связи отсутствуют, проведем расчет по сокращенной формуле:

Оценка для диаграммы 4.4.1 попадает в оптимальный для диаграмм вариантов использования диапазон, а значит она достаточно информативна и достаточно проста для понимания.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

4.5 UML диаграмма состояний

Диаграммы состояний являются хорошо известным средством описания поведения систем. Она показывает, как объект переходит из одного состояния в другое. Диаграммы состояний служат для моделирования динамических аспектов системы. Данная диаграмма полезна при моделировании жизненного цикла объекта [64].

От других диаграмм диаграмма состояний отличается тем, что описывает процесс изменения состояний только одного экземпляра определенного класса - одного объекта, причем объекта реактивного, то есть объекта, поведение которого характеризуется его реакцией на внешние события [68].

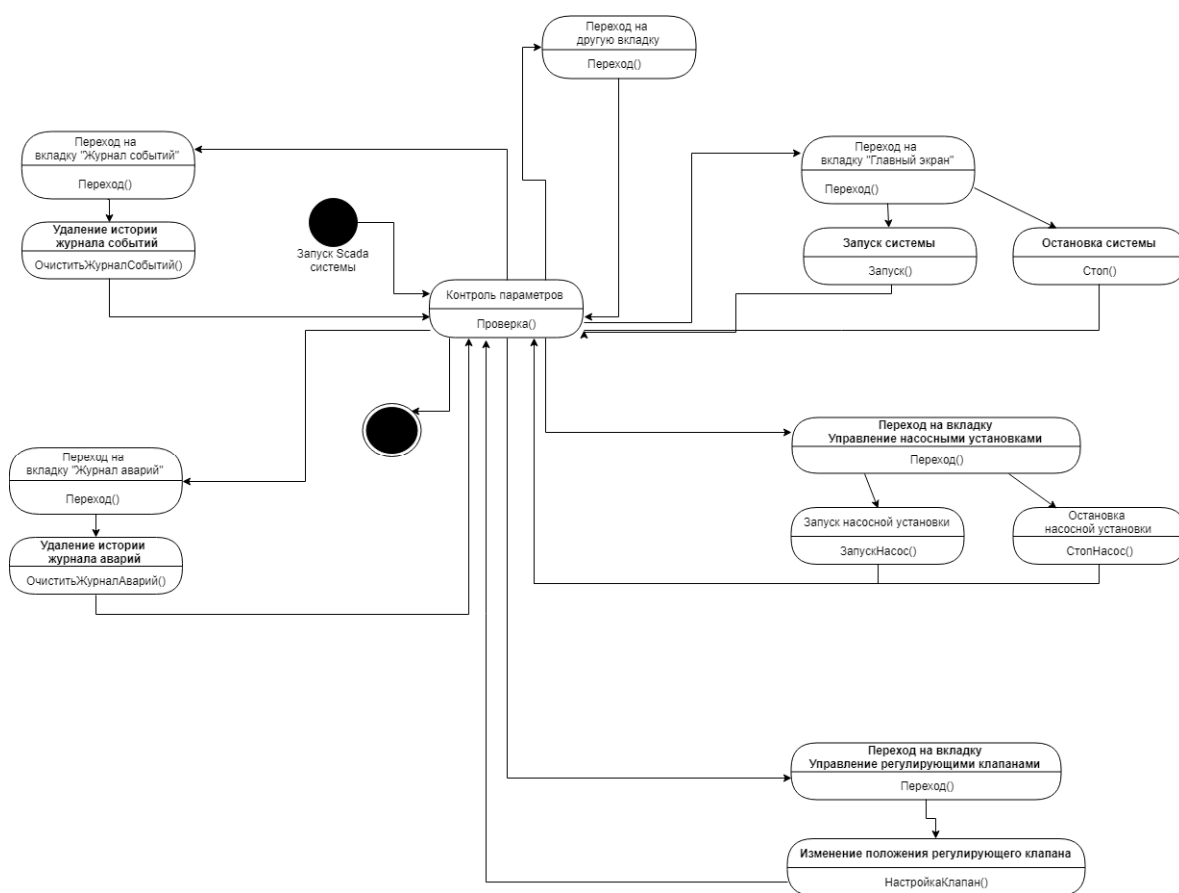


Рисунок 4.5.1 – UML диаграмма состояний

Рассчитаем диаграмму состояний с рисунка 4.5.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2019.386 ПЗ

Лист

43

Так как на диаграмме состояний связи отсутствуют, проведем расчет по сокращенной формуле:

Оценка для диаграммы 4.5.1 не попадает в оптимальный для диаграмм вариантов использования диапазон, а значит она недостаточно проста для понимания.

Для упрощения схемы можно добавить состояния, которые включают в себя другие состояния, так как из текста состояний неясно, к какому процессу они относятся [69].

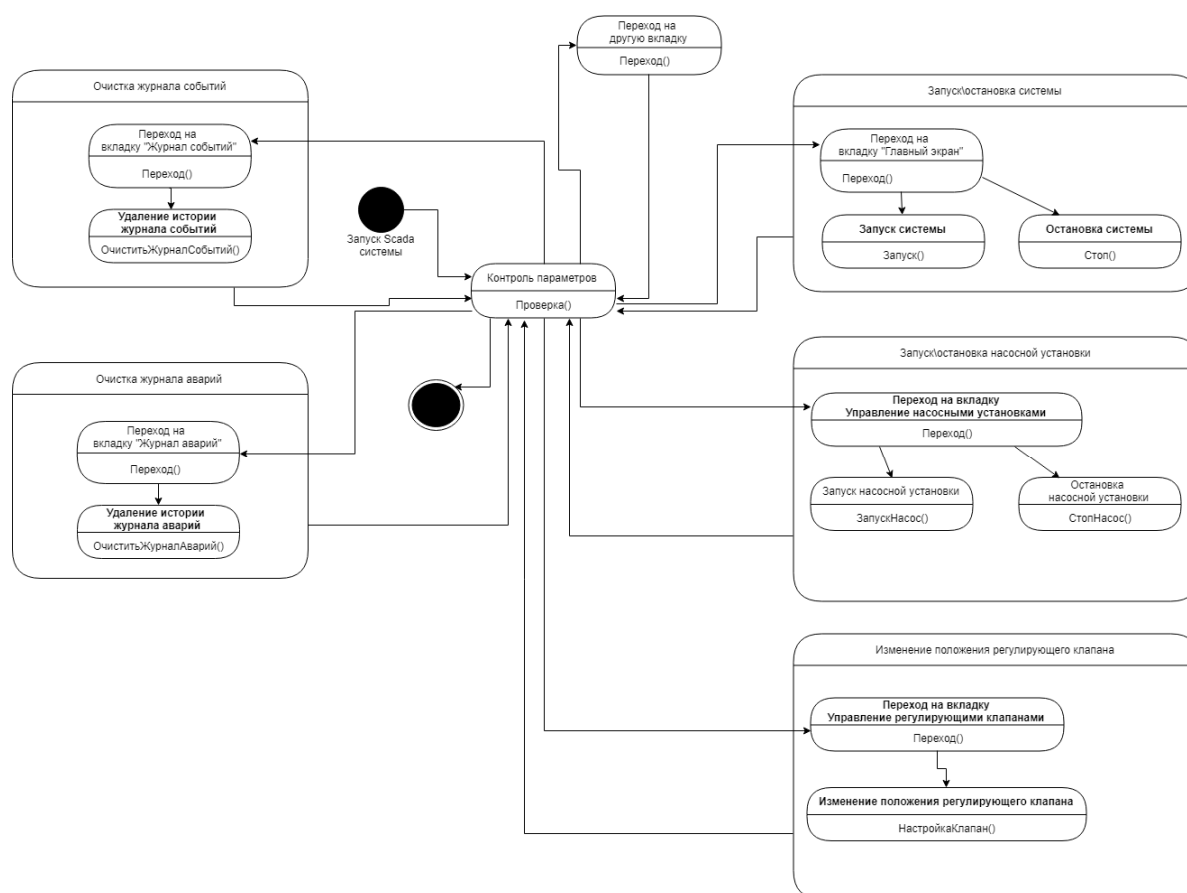


Рисунок 4.5.2 – UML диаграмма состояний: упрощенная

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Эта диаграмма читается более просто, проверим расчетами, входит ли ее оценка в норму.

Так как на диаграмме состояний связи отсутствуют, проведем расчет по сокращенной формуле:

Оценка для диаграммы 4.5.2 попадает в оптимальный для диаграмм вариантов использования диапазон, а значит она достаточно информативна и достаточно проста для понимания.

На основе построенных диаграмм можно получить наглядное представление отношений между элементами программы. На основе полученных диаграмм спроектируем рабочие экраны интерфейса АРМ диспетчера.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

5 ИНТЕРФЕЙС АРМ ДИСПЕТЧЕРА

5.1 Описание АРМ

Система диспетчерского мониторинга предназначена для контроля состояния и параметров тепловых сетей, а так же для оперативного оповещения персонала о возникающих неисправностях. Система состоит из автоматизированного рабочего места, представляющего собой персональный компьютер с установленным программным обеспечением [65].

Во время работы система может находиться в двух состояниях:

1. Свернута – при этом происходит непрерывный сбор и архивирование информации, а так же выдача всплывающих сообщений о неисправностях. В этом режиме можно пользоваться остальными приложениями, установленными на компьютере;

2. Развернута – при этом система продолжает сбор данных и позволяет оператору выполнять какие-либо действия.

В развернутом состоянии интерфейс системы представляет собой окно условно разделенные на рабочие области[70].

5.2 Рабочие экраны

5.2.1 Главный экран

На рисунке в приложении Б спроектирован интерфейс главного экрана.

1. Датчики температуры и давления:

Выполнены как плашки с указанием значения внутри прямоугольника.

Под датчиками указан номер элемента из схемы автоматизации.

Цвет фона поля вывода отображает статус датчика:

- черный цвет – обрыв датчика;
- красный цвет – выход показаний датчика за верхнюю или нижнюю аварийную границы;

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

– желтый цвет – выход показаний датчика за верхнюю или нижнюю предупредительную границы;

– бордовый цвет – перегрузка датчика;

– белый цвет – показания датчика в норме.

2. Клапаны:

Элементы с прямоугольным полем снизу. В прямоугольном поле выводится степень открытия клапана в процентах. На этом элементе есть сигнализация – регулятор полностью открыл клапан – температура не достигнута или регулятор полностью закрыл клапан – температура не достигнута [66].

Элемент окрашивается красным цветом, технологический процесс останавливается до устранения проблемы диспетчером [73].

При нажатии на клапан открывается окно клапанов.

3. Панель управления насосами:

Группа элементов в виде квадратов – по количеству насосов под управлением панели. На каждом квадрате две лампочки, верхняя обозначает, работает насос в данный момент или нет. Принимает цветовые значения «зеленый» и «красный». Нижняя лампочка обозначает исправность насоса. Принимает цветовые значения «зеленый» и «красный» [71].

При нажатии на группу элементов открывается окно насосов.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

5.2.2 Окно насосов

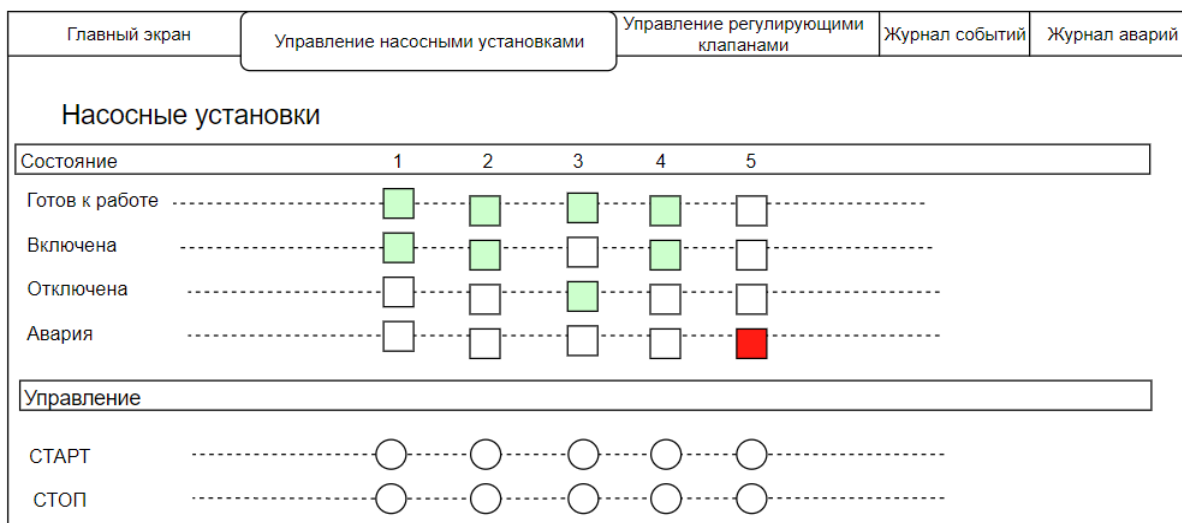


Рисунок 5.2.2.1 – Проект экрана теплоснабжения системы отопления

На данном рисунке представлена основная информация о работе насосных установок, а именно:

- 1) Статус насосной установки.
- 2) Кнопка «СТАРТ» насосной установки. Данная кнопка отображается в ручном режиме с панели оператора. При нажатии данной кнопки насосная установка запустится.
- 4) Кнопка «СТОП» насосной установки. Данная кнопка отображается в ручном режиме с панели оператора. При нажатии данной кнопки насосная установка остановится.

5.2.3 Окно клапанов

Главный экран	Управление насосными установками	Управление регулирующими клапанами	Журнал событий	Журнал аварий
Регулирующие клапаны				
Состояние	1	2		
Готов к работе	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Открыт	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Закрыт	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Авария	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Управление				
Фактическое положение	<input type="text" value="14,8%"/>	<input type="text" value="92,7%"/>		
Управление	<input type="text" value="14,8%"/>	<input type="text" value="92,7%"/>		

Рисунок 5.2.3.1 – Проект экрана управления регулирующими клапанами

На данном экране представлена основная информация о работе регулирующих клапанов, а именно:

1. Статус регулирующего клапана.
2. Данное поле вывода отображает фактическое положение (% открытия) регулирующего клапана по сигналу обратной связи 0–10В с привода клапана.
3. Данное поле ввода/вывода отображает задание положения регулирующего клапана в ручном режиме с панели. Также поле доступно и видимо только в ручном режиме с панели. Для ввода задания положения клапана необходимо нажать на него, и с помощью цифровой экранной клавиатуры ввести необходимое значение процента открытия клапана.

5.2.4 Экран «Журнал событий»

Главный экран	Управление насосными установками	Управление регулируемыми клапанами	Журнал событий	Журнал аварий
Журнал событий				
Время	Сообщение	Дата		
15:29:01	Насосная установка 1: Остановлена	11/7/2019		
15:29:54	Насосная установка 1: Запущена	11/7/2019		
15:29:59	Выбран режим "ручной с панели"	11/7/2019		
15:31:08	Выбран режим " автоматический с диспетчерской"	11/7/2019		
			Очистить	

Рисунок 5.2.4.1 – Проект экрана журнала событий

На экране с рисунка 5.2.4.1 представлена информация о событиях системы. Кнопка «Очистить» очищает список событий [72]. Перечень возможных событий приведен в таблице 5.2.4.1

Таблица 5.2.4.1 – Перечень возможных событий

Насосная установка 1: Остановлена
Насосная установка 1: Запущена
Насосная установка 2: Остановлена
Насосная установка 2: Запущена
Насосная установка 3: Остановлена
Насосная установка 3: Запущена
Насосная установка 4: Остановлена
Насосная установка 4: Запущена
Насосная установка 5: Остановлена
Насосная установка 5: Запущена
Выбран режим «Ручной с панели»
Выбран режим «Ручной с диспетчерской»
Выбран режим «Автоматический с панели»
Выбран режим «Автоматический с диспетчерской»
Клапан 1: Положение задвижки изменено с X на Y
Клапан 2: Положение задвижки изменено с X на Y
Журнал событий очищен

заданное количество времени давление в контуре не достигло необходимого значения
--

Система включает в себя следующие функции [67]:

1. Контроль параметров;
2. Управление положением клапанов;
3. Управление насосными установками (вкл/выкл);
4. Возможность ручного управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был выполнен обзор литературы о системах отопления в торговых центрах, выполнена реализация операторского уровня автоматизированной системы управления, а именно: разработан набор UML диаграмм, описывающих систему, спроектированы и описаны рабочие экраны АРМ.

Информативность и простота UML диаграмм рассчитана по методу количественного анализа диаграмм.

На основе выполненной работы можно реализовать операторский уровень автоматизированной системы управления с использованием любой SCADA системы. В структуру системы диспетчерского контроля легко встраиваются новые функции мониторинга процесса, так как система спроектирована, основываясь на концепцию ООП.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Бурцев, В. В. Энергосбережение как необходимый элемент энергоэффективного теплообеспечения. Энергетика: экология, надежность, безопасность./ В. В.Бурцев– Томск: Изд-во ТУ, 2013 – 103с.

2 Фаликов, В. С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий. / В. С. Фаликов– ГУП «ВИМИ», Москва: Изд-во ТУ, 2011, – 164 с.

3 Ливчак, В. И. За оптимальное сочетание автоматизации регулирования и учета. / В.И.Ливчак. – Москва: Изд-во АВОК, 2014, – 179 с

4 Бурцев, В. В. Современные автоматизированные системы отопления / Отопление./ В. В Бурцев – Томск: Изд-во ТУ, 2013 – 152 с.

5 Чистович, С. А. Автоматическое регулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления. / С.А Чистович – ГУП «ВИМИ», Москва: Изд-во Стройиздат, 2015. – 160 с.

6 Грановский, В.Л. Основные принципы конструирования и испытаний отопительных приборов со встроенными терморегуляторами./ В.Л. Грановский,– Москва: Изд-во АВОК, 2005. – с.48-52.

7 Дзелтис, Э.Э. Управление системами кондиционирования микроклимата: Справочное пособие. / Э.Э. Дзелтис М – ГУП «ВИМИ», Москва: Изд-во Стройиздат, 2015. – 176 с.

8 Пырков, В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование./ В.В. Пырков– ГУП «ВИМИ», Москва: Изд-во Стройиздат, 2007. – 252 с.

9 Кудинов, А.А. Основы централизованного теплоснабжения: Учеб. пособ. / А.А Кудинов, – Самара: Самар. гос. техн. ун-т. 2007. – 252 с.

10 Беспалов, В.И. Системы и источники энергоснабжения учебное пособие/ В.И. Беспалов – Томск: Томский политехнический унив. 2009. – 176 с

11 Громова, Н.К. Водяные тепловые сети / Н.К. Громова – Москва: Изд-во Энергоатомиздат, 1988. – 160 с.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

- 12 Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов – Москва: издательство МЭИ, 2001 – 193 с.
- 13 Громова, Н.К. Водяные тепловые сети / Н.К. Громова– Москва: Изд-во Энергоатомиздат, 1998. – 160 с.
- 14 Амосов, Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение / Н.Т. Амосов – СПб: издательство СПбГПУ, 2010 – 295 с.
- 15 Варфоломеев, Ю.М. Отопление и тепловые сети / Ю.М. Варфоломеев – Москва: издательство МЭИ, 2001 – 193 с.
- 16 Манюк, А.И. Наладка и эксплуатация водяных сетей / А.И. Манюк. – Москва: Изд-во М.:Стройиздат, 1998 – 133 с.
- 17 Зысин, Л.В. Теплообменное оборудование / Л.В. Зысин, А.А. Калютник – СПб: издательство СПбГПУ, 2010 – 120 с.
- 18 Ионин, А.А. Теплоснабжение / А.А. Ионин – Москва: Изд-во Стройиздат, 1982 – 380 с.
- 19 Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети./ Е.Я. Соколов. М.:МЭИ, 2001 – 139 с.
- 20 СНиП 2.04.06-86 Тепловые сети.
- 21 Яковлев, Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В. Яковлев – М.: Новости теплоснабжения, 2007 – 160 с.
- 22 Орлов, М.Е. Повышение надежности и энергетической эффективности теплофикационных систем / М.Е. Орлов, П.В. Ротов, В.И. Шарапов / М.: Надежность и безопасность энергетики, 1998. – 120 с.
- 23 Орлов, М.Е. Совершенствование комбинированных теплофикационных систем городов / М.Е. Орлов, П.В. Ротов, В.И. Шарапов, М.В. Кунин / Теплоэнергетика и теплоснабжение : Сборник научных трудов НИЛ ТЭСУ УлГТУ. Вып. 9. – Ульяновск, УлГТУ, 2012. – 85 с.
- 24 Козин, В.Е. Теплоснабжение / В.Е. Козин, Т.А. Левина, А.П. Марков – Екатеринбург : Изд-во Сократ, 2003. – 120 с.
- 25 ГОСТ 2.106– 96. Единая система конструкторской документации.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

26 ГОСТ 2.301– 68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – Москва: Изд– во стандартов, 2000. – 3 с.

27 ГОСТ 2.303– 68. Единая система конструкторской документации. Линии. – Москва: Стандартиформ, 2007. – 8 с.

28 ГОСТ 2.304– 68. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные. – Москва: Изд– во стандартов, 1979. – 20 с.

29 ГОСТ 2.701– 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Москва: Изд– во стандартов, 2008. – 27 с.

30 ГОСТ 2.702– 75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – Москва: Изд– во стандартов, 1975. – 45 с.

31 Ливчак, И.Ф. Квартирное отопление. -2-е изд. /— И.Ф. Ливчак, М.: Стройиздат, 1982. – 185 с.

32 Мачкаши, А.В. Лучистое отопление (пер. с венгерского)/ А.В. Мачкаши, — М.: Стройиздат, 1985.– 69 с.

33 Минин, В.Е. Эффективные системы отопления зданий. — В.Е Минин, Л.: Изд-во Стройиздат, 1988. – 110 с.

34 Нанасов, П.С. Управление проектно-сметным процессом: Учебник для среднего профессионального образования./ П.С. Нанасов,— М.: Изд-во Мастерство, 2002. – 96 с.

35 Егоров, К.С. Новые кожухотрубные подогреватели для котельных, промышленных энергоустановок и тепловых сетей./ К.С Егоров — Санкт-Петербург: ОАО «НПО ЦКТИ», 2003. – 49 с.

36 Павлов, И.И. Об электроэнергетике: Сборник документов. / И.И Павлов.— Санкт-Петербург: Изд-во ДЕАН, 2003. – 49 с.

37 Павлов, И.И., Котельные установки и тепловые сети: Учебник для техникумов./ И.И. Павлов, М.Н. Федоров— М.: Изд-во Стройиздат, 1977. – 98 с.

38 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. 16-е изд. — Санкт-Петербург: ДЕАН, 2003. – 98 с.

39 Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. — М.: Энергосервис, 2003. – 98 с..

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

40 Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда//Строительная газета. № 43 от 24.10.2003, приложение.

41 Правила технической эксплуатации коммунальных отопительных котельных. — Санкт-Петербург: ДЕАН, 2001.

42 Сканави, А.Н. Отопление: Учебник для техникумов./ А.Н. Сканави— 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1988. — 184 с.

43 Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов./ Е.Я. Соколов — М.: Издательство МЭИ, 1999 — 150 с.

44 Шиллер, Ю.И. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд. — М.: Стройиздат, 1990.— 132 с.

45 СНиП 10-01-2003. Система нормативных документов в строительстве. — М.: ФГУП ЦПП, 2004.

46 СНиП 41-01- 2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. — М.: ФГУП ЦПП, 2004.

47 СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. — М.: ФГУП ЦПП, 2004.

48 СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. — М.: ФГУП ЦПП, 2004.

49 СНиП 23-01-99*. Строительная климатология (с изменением №1). - М.: ГУП ЦПП, 2003.

50 Бежанова, М.М. Современные понятия и методы программирования / М.М. Бежанова, И.В. Поттосин. М.: Изд-во Науч. мир, 2000 — 156 с.

51 Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, А. Джекобсон; пер. с англ. – М.: ДМК, 2000 — 140 с.

52 Вендров, А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А.М. Вендров. – М.: Финансы и статистика, 1998 — 280 с.

53 Грекул, В.И. Проектирование информационных систем: курс лекций / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. – М.: ИУИТ, 2005. — 254 с.

54 Иванова, Г.С. Технология программирования: учеб. пособие для вузов / Г.С. Иванова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ, 2006. — 231 с.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

55 Калянов, Г.Н. CASE структурный и системный анализ (автоматизация и применение) / Г.Н. Калянов. – М.: ЛОРИ, 1996. — 140 с.

56 Рамбо, Д. UML. Специализированный справочник / Д. Рамбо, А. Джекобсон, Г. Буч; пер. с англ. – СПб.: Питер, 2002— 128 с..

57 Соммервилл, И. Инженерия программного обеспечения / И. Соммервилл. – 6-е изд.; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002— 196 с..

58 Цыганенко, В.Н. Технология программирования: учеб. пособие для вузов / В.Н. Цыганенко Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005.–

59 Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н.Олифер. – Санкт-Петербург: Изд-во Питер. 2016. – 240 с.

60 Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – СанктПетербург: Изд-во Питер. 2016. – 201 с.

61 Куроуз, Д. Компьютерные сети. Настольная книга системного администратора / Д. Куроуз, Т.Росс. – Москва: Изд-во Эксмо. 2016. – 912 с.

62 Гаврилов, А.В. Локальные сети ЭВМ / А.В. Гаврилов. – Москва: Изд-во Мир. 1990. – 172 с.

63 Малышев, Р.А. Локальные вычислительные сети: учебное пособие / Р.А. Малышева. – Рыбинск: Изд-во РГАТА. 2005. – 83 с.

64 Алексеенко, Е.А. Оценка качества пользовательского интерфейса. Управляющие системы и машины/ Е.А. Алексеенко, Гавриленко Е.В.- 2000. – 176 с.

65 Гультияев, А.К., Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса/ Мишин В.А., Гультияев, А.К – СПб.: КОРОНА-принт, 2000. – 83 с.

66 Липаев, В.В., Формирование и применение профилей открытых информационных систем.Открытые системы./ В.В. Липаев, Е.Н. Филинов. 1997. – 183 с.

67 Jablonowski, H. Termostatyczne zawory grzejnikowe: Poradnik [Pomiar. Regulacja. Montaz. Hydraulika]. – Warszawa: Polski instalator, 1992.– 267 p.

68 Teekaram, A., Variableflow water systems. Design, installation and commissioning guidance./ Teekaram, A , Palmer A – BSRIA, 16/2002.– 81 p.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

69 Егоров, К.С. Новые кожухотрубные подогреватели для котельных, промышленных энергоустановок и тепловых сетей./ К.С Егоров — Санкт-Петербург: ОАО «НПО ЦКТИ», 2003. – 49 с.

70 Павлов, И.И. Об электроэнергетике: Сборник документов. / И.И Павлов.— Санкт-Петербург: Изд-во ДЕАН, 2003. – 49 с.

71 Павлов, И.И., Котельные установки и тепловые сети: Учебник для техникумов./ И.И. Павлов, М.Н. Федоров— М.: Изд-во Стройиздат, 1977. – 98 с.

72 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. 16-е изд. — Санкт-Петербург: ДЕАН, 2003. – 98 с.

73 Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. — М.: Энергосервис, 2003. – 98 с.

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

					27.03.04.2019.386 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60