

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий  
институт  
Вычислительная техника  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ О.В.Непомнящий  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
код и наименование направления

Автоматизация системы контроля климата на объекте автосервис  
тема

Руководитель	_____	<u>профессор, канд.техн.наук</u>	<u>Б.И. Борде</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>З.С. Косенко</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>доцент, канд.техн.наук</u>	<u>В.И.Иванов</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий.

институт

Вычислительная техника.

кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ О.В.Непомнящий  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**

Студенту Косенко Захару Сергеевичу  
фамилия, имя, отчество

Группа ЗКИ13-07Б Направление (специальность) 09.03.01.01  
номер код

«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»  
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Автоматизация системы контроля климата на объекте «автосервис»

Утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель ВКР Б.И. Борде, профессор, кандидат техн. наук кафедры ВТ  
инициалы, фамилия, должность, учебное звание и место работы

Исходные данные для ВКР: задание на бакалаврскую работу

Перечень разделов для ВКР:

- Общие сведения;
- Проектирование и моделирование систем;
- Принцип работы системы;
- Выбор оборудования.

Перечень графического материала: презентация доклада выступления

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

Б.И. Борде  
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись

З.С. Косенко  
инициалы и фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Автоматизированная система контроля климата на объекте автосервис» содержит 46 страниц текста, 5 иллюстраций, 5 таблиц, 12 библиографических источников.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, ОБЪЕКТ, МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА, СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, AUTODESK REVIT.

Цель работы: разработка автоматизированной системы контроля климата. Система предназначена для того, чтобы следить за текущими значениями температуры и влажности в помещении, а также исправлять эти значения в случае необходимости.

В дипломный проект входит введение, четыре главы и заключение.

Во введении определяется необходимость реализации и основные задачи проекта.

В первой главе более подробно описана доступная теория, связанная с разработкой системы.

Во второй главе проводятся расчеты для системы в целом. Создается модель объекта и самой системы контроля климата.

В третьей главе описывается принцип работы системы.

Во четвертой главе идет описание оборудования, выбранного для реализации системы.

Заключение посвящено подведению итогов по всей проделанной работе.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Общие сведения.....	5
1.1 Задание на выпускную квалификационную работу.....	5
1.2 Анализ предметной области.....	7
1.3 Сравнение готовых вариантов .....	7
1.3.1 Schneider Electronic .....	7
1.3.2 Siemens .....	8
1.3.3 Eurotherm .....	8
1.3.4 Вывод .....	9
2 Проектирование объекта и систем .....	10
2.1 Краткое описание Autodesk Revit 2018.....	12
2.2 Информационная модель объекта .....	13
2.2.1 Производственное помещение .....	15
2.2.1.1 Расчет системы вентиляции для первого этажа .....	17
2.2.2 Информационная модель второго этажа .....	20
2.2.2.1 Расчет системы вентиляции для второго этажа .....	21
2.3 Расчет производительности для отапливаемых помещений .....	22
2.4 Вывод .....	24
3 Принцип работы системы контроля климата .....	25
3.1 Работа системы в штатном режиме.....	25
3.2 Работа системы при возникновении чрезвычайного происшествия.....	27
3.3 Вывод .....	27
4 Выбор и описание оборудования .....	28
4.1 Микроконтроллер .....	28
4.2 Датчик температуры и влажности .....	32
4.3 Устройство ввода .....	33
4.4 Устройство индикации .....	34

4.5 Исполняющее устройство системы отопления .....	34
4.6 Исполняющее устройство системы вентиляции .....	35
4.7 Вывод .....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ З .....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективная организация контроля информации приобретает всё большее практическое значение. Объем информации, который требуется для того, чтобы общество могло функционировать без перебоев, увеличивается с каждым годом. В настоящий момент сложилась ситуация, в которой большое значение предается скорости обработки информации.

Не удивительно, что сегодня цифровые устройства и системы стали универсальным и крайне полезным средством контроля, регулирования и решения поставленных задач во многих областях деятельности человека. Сфера их применения постоянно расширяется. Подавляющее большинство технических систем проектируются и работают с использованием электронных устройств. Ведь выполняемые ими функции позволяют использовать их в самых различных сферах деятельности, таких как астрономия, машиностроение, медицина, сельское хозяйство, зоология. Их многофункциональность дает возможность оптимизации и автоматизации различных систем, включая противопожарные, охранные, системы контроля освещения и климата.

Еще одной особенностью электронных устройств является большое количество производителей и аналогов отдельных элементов, что делает стоимость устройств приемлемой не только для применения в промышленных масштабах, но и на небольших предприятиях и даже в частном доме. Но, при этом, стоимость готовых систем очень высока, что часто становится препятствием для их использования. Решением этой проблемы является внедрение своих систем, созданных на базе выбранных элементов. Это позволяет уменьшить финансовые затраты, а также дает более точное понимание функционирования системы в целом.

## **1 Общие сведения**

### **1.1 Задание на выпускную квалификационную работу**

Целью данной работы является вопрос автоматизации системы контроля климата на объекте. Объектом является автосервис, расположенный в двухэтажном здании. На первом этаже находится производственное и подсобное помещение, санузел. На втором этаже расположены место ожидания клиентов, рабочее место администратора, санузел, склад хранения запчастей и автошин.

Исходя из вышеизложенных данных о самом помещении и деятельности объекта, можно сделать вывод о том, что необходимо не только знать температуру, но и управлять ею. Это нужно, в первую очередь, для поддержания комфортных условий труда, ведь окружающая среда имеет огромное влияние на общее состояние человека. Выход за рамки норм может привести к травмам или возникновению чрезвычайного происшествия. Помимо этого необходимо придерживаться заданных норм температуры для функционирования оборудования в штатном режиме. Выход за пределы заданных норм в большую или меньшую сторону ведёт к выходу из строя оборудования, что непременно приводит к нежелательным затратам на их обслуживание и ремонт.

Кроме обеспечения безопасности жизнедеятельности и сохранения материального имущества, использование автоматизированной системы контроля климата дает дополнительную финансовую выгоду за счет более рационального использования ресурсов.

Контроль расхода электрической энергии давно стал немаловажным критерием любого проекта. Но даже сейчас большинство исполнительных устройств работают в нерегулируемом режиме, а это приводит к снижению их эффективности. За счет прогресса в развитии индустрии микроконтроллеров стало возможным регулирование режимов работы приводов, тем самым сделав их более практичными и менее дорогими. Приводы, управляемые по развитым алгоритмам с помощью микроконтроллеров, имеют ряд преимуществ:



- увеличение энергетической эффективности системы — управление микроконтроллером позволяет использовать приводы именно в тот момент времени или в той ситуации, когда действие привода действительно необходимо;

- улучшение функционирования — цифровое управление может добавить системе дополнительные свойства, такие как интеллектуальные замкнутые контуры, изменение частотных свойств, диапазона контролируемых неисправностей и возможность совместной работы с другими системами;

- возможность обновления программного обеспечения — системы на базе микроконтроллеров с флэш-памятью могут быть изменены в случае, если возникает такая необходимость.

Использование регулируемых приводов увеличивает сложность системы управления. Основным условием их использования является сохранение общей стоимости системы в разумных границах.

Разрабатываемая система должна быть простой в использовании, с понятной системой управления, надежной, обеспечивающей бесперебойную работу всех элементов, недорогой.

Также одной из задач является проектирование и моделирование здания автосервиса, его системы отопления и приточно-вытяжной вентиляции в программной среде информационного моделирования.

Если структурировать все вышеописанное, можно составить список задач:

1. Моделирование архитектуры здания.
2. Проектирование системы контроля климата.
3. Моделирование систем отопления и вентиляции.
4. Разработка алгоритма работы системы.
5. Разработка структурной схемы системы.
6. Выбор микроконтроллера.
7. Выбор датчиков температуры.
8. Выбор исполняющих устройств.

## **1.2 Анализ предметной области**

Объектом работы является реальное здание со своими особенностями. Поэтому в ходе работы будет разработана модель объекта с инженерными системами. Это делается для четкого понимания того, как будет выглядеть и функционировать готовая система на объекте. Также это поможет решить, какие именно устройства стоит выбрать во время разработки. Поэтому наглядная трехмерная модель объекта является важной частью данной работы. Для решения этой задачи будет использована программная среда информационного моделирования

Модель системы контроля климата будет построена с помощью специально предназначенного для этого программного обеспечения. Но сначала необходимо ее спроектировать. Для этого нужно понять, из чего состоит система. Как и любая другая, система контроля климата состоит из отдельных элементов, выполняющих свои задачи для достижения общей цели. Целью является поддержание температурного режима на объекте в заданных нормах. А основными элементами, в данном случае, являются системы отопления и вентиляции. Их подробное описание будет представлено в следующей главе.

## **1.3 Сравнение готовых вариантов**

На рынке существует множество готовых вариантов систем контроля климата от различных производителей и для использования на разных объектах. Для сравнения были рассмотрены имеющиеся системы поддержания постоянной температуры в помещениях.

### **1.3.1 Schneider Electronic**

Термостат Acti 9 рассчитан на 1 зону, что позволяет подключать один электрический клапан мощностью до 16А и напряжением до 250В. Термостат устанавливается на дин-рейку и имеет безвинтовые клеммы для подключения

проводов. Такой модуль имеет степень защиты IP20. стоимость термостата сегодня на рынке колеблется в районе 18000 рублей.

### **1.3.2 Siemens**

Станция управления климатом RDS 110 разработана для комнат и небольших помещений. У данной станции есть два релейных выхода. Основной для отопительного оборудования, дополнительный для увлажнителя или осушителя воздуха. Имеет два многофункциональных входа, которые можно использовать как датчик температуры воздуха, температуры пола, датчик уличной температуры и внешний датчик влажности. Цифровые входы позволяют подключать параллельно до 20 термостатов на переключатель. Есть возможность работы по беспроводной сети. Стоимость комплекта — 20 тысяч рублей

### **1.3.3 Eurotherm**

Компания Eurotherm предлагает свой модуль управления отоплением EPC3000 за 36 тысяч рублей. Имеет два выхода релейного типа и два входа. Есть возможность подключить термопару, резистивный термометр, сегменты управления сервоприводами и клапанами. Степень защиты IP65. Напряжение питания 24 V. В данной серии регуляторов есть несколько моделей с минимальными отличиями, поэтому и цена примерно одинакова — от 35 до 39 тысяч рублей. Их общей чертой является отсутствие комбинированной логики, сумматоров счетчиков, а также невозможность подключения платы расширения цифровых вводов/выводов. Такими свойствами обладают модели следующих серий. Их цена варьируется от 90 до 120 тысяч рублей.

### **1.3.4 Вывод**

Существуют готовые системы управления, предназначенные для использования как в маленьких так и больших помещениях. Такие системы,

конечно, хороши и эффективны, но обладают ощутимым недостатком - очень высокой стоимостью. Это противоречит одному из критериев, заданных в самом начале.

## 2 Проектирование объекта и систем

Научно-технический прогресс не стоит на месте. Причем сам процесс идет с постоянным ускорением, что является важным фактором, влияющим на улучшение общего качества выпускаемой продукции, будь то небольшие частные или крупные коммерческие проекты. Но чтобы это условие выполнялось, необходимо обеспечение проектирования, разработки и внедрения в производство современного оборудования, устройств, машин, приборов и технологических процессов. Одной из причин, являющейся препятствием к дальнейшему повышению уровня качества и сокращению общего времени, затраченного на разработку, можно с уверенностью выделить потерявшие актуальность методы и средства проектирования. Для того, чтобы обойти это препятствие, в данный момент применяются математические методы и программные средства разработки, что помогает повысить качество создаваемых проектов, а также снизить длительность процесса создания проектов в целом. Важным фактором достижения большей эффективности в этом вопросе стало создание и дальнейшее применение систем автоматизированного проектирования (САПР).

При рассмотрении способов использования САПР можно выделить два ощутимо различных между собой подхода. Первый — это использование САПР на крупных предприятиях и организациях, занимающихся проектированием и разработкой. С другой стороны, можно выделить массовое распространение и возможность заимствования и дальнейшего использования типовых алгоритмов и программ небольшими организациями и отдельными разработчиками.

Факт того, что существует возможность использования универсальных решений и проверенных методов, а также различных нормативных документов и справочных данных, сильно упрощает возможность обмена опытом. А это, в свою очередь, помогает дальнейшему развитию и повышению качества проектирования в целом. На сегодняшний день даже небольшие организации могут свободно использовать современные и эффективные методы решения различных задач, так как те распространяются самими организациями, занимающимися разработкой и

внедрением САПР. Причем работает в обе стороны.

Все это является неотъемлемой частью постоянного процесса развития систем автоматизированного проектирования. Обновление существующих моделей, создание новых методов решений, нормативов и данных, а также их использование различными организациями только ускоряют этот процесс.

Создание и внедрение САПР различными организациями преследует достижение нескольких общих целей:

- повышение качества и технико-экономического уровня проектируемой и выпускаемой продукции;
- повышение эффективности и надежности объектов проектирования;
- снижение материальных затрат, направленных на создание и эксплуатацию проектов;
- сокращение сроков и снижение сложности проектирования;
- повышение качества проектной документации.

В данной работе в качестве объекта исследования рассматривается здание автосервиса. Это предприятие, в производственный процесс которого включены:

- работы, проводимые людьми;
- диагностика и ремонт автомобилей;
- использование электронного оборудования;
- хранение и использование различных материалов, в том числе горючих и взрывоопасных;
- хранение автомобилей на территории объекта.

Все это повышает актуальность темы разработки автоматизированной системы контроля климата. Она способна как предотвратить возникновение опасных ситуаций, так и помочь в уменьшении наносимого ущерба при возникновении чрезвычайного происшествия, например пожара.

Кроме того, на сегодняшний день наличие информационной модели любого предприятия является обязательным условием его нормального функционирования.

Autodesk Revit 2018. Выбор сделан исходя из возможности проектирования как архитектуры, так и инженерных систем, наличия обширной библиотеки различных

устройств и элементов, разработанной специально для Российской Федерации. Еще одним неоспоримым плюсом является предоставление бесплатной лицензии на полную версию программы работникам учебных заведений, небольшим предприятиям и студентам сроком на три года.

## **2.1 Краткое описание Autodesk Revit 2018**

На сегодняшний день в мире существует несколько САПР для проектирования современных строительно-инженерных систем: Archicad, Autocad, SolidWorks, Revit. Разные системы проектирования обладают различными особенностями и возможностями к применению. В качестве среды разработки данного проекта было принято решение использовать систему автоматизированного проектирования Autodesk Revit 2018. Это программная среда разработки, в которой реализован принцип информационного моделирования зданий (BIM). Для лучшего понимания того, на чем основан выбор именно этой САПР, далее будут изложены основные возможности программной среды Autodesk Revit.

В первую очередь стоит более подробно описать принцип BIM. Эта технология, основанная на использовании интеллектуальных 3D-моделей. Модели объединены в библиотеки (семейства) и обладают определенными свойствами, которые могут быть изменены в случае необходимости. Использование готовых решений и моделей отдельных объектов сокращает время разработки, а также упрощает сам процесс проектирования. Все это уменьшает количество общих шагов и действий, ведущих к конечному результату и дает пользователю возможность сфокусироваться на основной цели.

Кроме того нужно отметить возможность построения различных инженерных систем наряду с архитектурой самого здания. Наличие обширных библиотек компонентов для таких систем как: вентиляционные, электрические, водопроводные, противопожарные системы, системы передачи данных и связи позволяют создать полноценную информационную модель объекта

Для визуализации проекта используется мощный программный интерфейс приложения (API). Для улучшения качества отображения и оптимизации проекты

передаются в 3dsMax. Высокое качество визуализации обеспечивается системой рендеринга mental ray, обладающей удобным интерфейсом и поддерживающей высокую скорость работы. Программный интерфейс функций работы с видами позволяет усовершенствовать процессы моделирования, основанные на базе представления объектов нескольких САПР [1, с. 30-33].

## **2.2 Информационная модель объекта**

Рассматриваемым объектом выступает здание автосервиса, который включает в себя производственное помещение, расположенное на первом этаже. Магазин и зону ожидания, а также складское помещение, которые находятся на втором этаже здания.

При проектировании любой системы учитываются особенности объекта, на котором она будет использоваться. В данном случае важно знать и территориальное местонахождение здания. От того, где находится объект зависит выбор материалов используемых при строительстве.

Ниже представлена таблица, в которой для общего ознакомления и сравнения представлены минимальные значения сопротивления теплопередаче наружных стен для зданий некоторых городов России согласно требованиям строительных норм и правил [2, с. 7-13].

Заданный объект расположен недалеко от города Красноярска. Поэтому значение сопротивления теплопередаче наружных стен по таблице взято именно для этого города.

Само это значение для объекта рассчитывается не просто в целях ознакомления, так как при расчете минимальной тепловой мощности для помещений это значение выступает в роли одного из критериев. Расчет производится по формуле (2.3) в пункте 2.3



Таблица 1 — минимальные значения сопротивления теплопередаче наружных стен для зданий

Город	Необходимое сопротивление теплопередаче по СНИП, м <sup>2</sup> ·°С/Вт
Москва	3,28
Краснодар	2,44
Сочи	1,79
Ростов-на-Дону	2,75
Санкт-Петербург	3,23
Красноярск	4,74
Воронеж	3,12
Якутск	5,28
Иркутск	4,05
Волгоград	2,91
Астрахань	2,76
Екатеринбург	3,65
Нижний Новгород	3,36
Владивосток	3,25
Магадан	4,33
Челябинск	3,64
Тверь	3,31
Новосибирск	3,93
Самара	3,33
Пермь	3,64
Уфа	3,48
Казань	3,45
Омск	3,82

Для того, чтобы рассчитать каким сопротивлением теплопередаче обладают стены здания, необходимо знать толщину материала (м) и коэффициент теплопроводности материала (Вт/(м·°С)). Если стена состоит из нескольких слоев, то нужно учесть значения каждого слоя. Только так можно получить общее значение сопротивления теплопередаче стены.

Формула, по которой будет произведен расчет выглядит следующим образом:

$$R_0 = h_0 / k_0 + h_1 / k_1 + \dots + h_n / k_n , \quad (2.1)$$

где  $R_0$  — приведенное сопротивление теплопередаче;

$h$  — толщина материала;

$k$  — коэффициент теплопроводности.

Стены у данного здания — кирпичные (коэффициент теплопроводности 0,11) толщиной 250 мм, с утеплителем (коэффициент теплопроводности 0,031) толщиной 100 мм. Также установлена внешняя отделка (коэффициент теплопроводности 0,31) толщиной 20 мм [13].

$$R_0 = 0,25/0,11 + 0,02/0,31 + 0,1/0,031 = 1,78 + 0,64 + 2,5 = 4,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Рекомендуемое значение  $R_{\text{req}}$  для Красноярска 4,74, это значит, что используемые материалы удовлетворяют нормам СНиП. Информационная модель объекта представлена в приложении А.

### **2.2.1 Производственное помещение**

Сердцевиной всего объекта является именно производственное помещение, так как там и проводятся основные работы и мероприятия. Автосервис рассчитан на возможность одновременного обслуживания двух автомобилей. При проектировании необходимо обратить внимание на наличие автоподъемников. Учитывая этот факт, высота стен равна 4,2 м. Общая же площадь составляет 216 м<sup>2</sup>. План первого этажа представлен в приложении Б.

Тепловлажностный режим помещений здания, в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха, следует устанавливать по таблице 2.

Согласно строительным нормам и правилам (СНиП) тепловой защиты зданий в Российской Федерации от 10.01.2003 года, автоцентр относится к категории производственных помещений с нормальным режимом [2, с. 5].

Таблица 2 — Тепловлажностный режим помещений зданий

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	До 12	От 12 до 24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	От 60 до 75	От 50 до 60	От 40 до 50
Влажный	От 75	От 60 до 75	От 50 до 60
Мокрый	-	От 75	От 60

СНиП – это нормы и указания, а не просто рекомендации, поэтому при проектировании зданий и конструировании систем СНиП должен не просто учитываться, но браться за стандарт, которому должно соответствовать любое сооружение.

Кроме уровня относительной влажности воздуха должна поддерживаться его чистота. Автосервис относится к помещениям с повышенным уровнем загрязнения воздуха. Во время проведения работ, в воздух постоянно попадают пыль, грязь, испарения автомобильного топлива, отработанных газов, лакокрасочных материалов. Высокая концентрация всех этих веществ в воздухе вредит как людям, находящимся в помещении, так и оборудованию автосервиса. Без постоянной очистки воздуха в производственном помещении автосервис просто не сможет нормально функционировать.

Из этого можно сделать вывод, что важную роль в поддержании нормальных условий в производственном помещении играет именно вытяжная вентиляция - она выводит из помещения загрязненный воздух. При этом, приточная вентиляция также должна быть оборудована фильтрами, чтобы лишняя пыль изначально не попадала в помещение, и осушителем для того, чтобы в автосервисе не скапливалась влага, так как она способна навредить человеку и оборудованию также сильно, как и загрязненный воздух. Это особенно важно в зимний период.

Из-за постоянной работы вентиляции на таком предприятии как автосервис, важным фактором является ее диагностика, которая должна проводиться хотя бы два раза в год. По этой причине принято устанавливать воздуховоды из прочного пластика, так как они, в отличие от металлических элементов, не поддаются коррозии, а их проверка, очистка и замена менее затруднительна.

Важным нюансом является то, что с основной вентиляцией здания вытяжные воздуховоды из сервиса не соединяются. У вентиляционных систем, которые очищают воздух от выхлопных газов и пыли, должны быть отдельные выходы на крышу. Подключение к общим коммуникациям может навредить здоровью абсолютно всех работников и обслуживающего персонала, поэтому для первого этажа будет установлена отдельная вытяжная установка.

Поток приточного воздуха регулируется заслонками, установленными на воздуховодах. Степень их открытия зависит от уровня влажности в помещении, который измеряется датчиками влажности. Сама приточная установка видна в приложении В, она выделена красным цветом

Дополнительно помещение проветривается и естественным путем, за счет открытия фрамуг. Естественная вентиляция не вредит работе приточно-вытяжной, но дополняет ее. В холодный период воздух с улицы постепенно нагревается, а в теплый период остывает.

### **2.2.1.1 Расчет системы вентиляции для первого этажа**

Проектирование системы вентиляции невозможно без расчета производительности по воздуху (воздухообмена). Эта величина измеряется в кубометрах в час. Для расчетов потребуется план помещения, высота стен и площадь помещения.

Обеспечение воздухообмена на объекте очень важно, ведь люди находятся в помещении длительное время, поэтому необходимо обеспечение притока свежего воздуха и вывода наружу посторонних и вредных веществ, образующихся в процессе работы. Подавать свежий воздух требуется именно в те помещения, где люди могут находиться длительное время.

Расчет вентиляции обычно ведется в соответствии со СНиП 41-01-2003. На данный момент выпущена актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 в виде свода правил [3].

Для жилых помещений обычно используют формулу расчета по количеству

людей, находящихся там долгое время. Такой расчет больше подходит для небольших жилых объектов или отдельных помещений, таких как спальня, ванная или гостиная комната. Для производственных же помещений, а также офисов, обычно используют метод расчета по кратности. Этот способ расчета не учитывает количество людей, находящихся в помещении, в данном случае важен объем помещения, для которого производится расчет. Чтобы воздух в помещении не застаивался, нужно обеспечить хотя бы однократный воздухообмен. Конечно, расчет по количеству людей, находящихся в помещении также может быть применен для данного объекта, но результаты, полученные с помощью формулы(2.2), показывают более точную картину.

Таким образом, для определения требуемого расхода воздуха нужно рассчитать значение воздухообмена по следующей формуле [3, с. 58]:

$$L = n * S * H , \quad (2.2)$$

где  $L$  — требуемая производительность приточной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$n$  — нормируемая кратность воздухообмена (для жилых помещений – от 1 до 2, для офисов – от 2 до 3);

$S$  — площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$H$  — высота помещения, м.

Используя данную формулу, можно рассчитать требуемую производительность вентиляции для первого этажа:

$$L = 2 * 216 * 4,2 = 1814,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

От полученного значения зависит как выбор самого вентиляционного оборудования, так и площадь сечения воздуховода, которая определяется по следующей таблице [9]:

Таблица 3 — соотношение площади сечения воздуховода в зависимости от значения воздухообмена

Воздухообмен, м³/ч	Воздуховод		
	Площадь, см²	Диаметр круглого воздуховода, см	Сторона прямоугольного воздуховода, см
30	36	7	6
40	49	8	7
50	64	9	8
70	100	11	10
110	121	13	11
150	144	14	12
190	196	16	14
250	256	18	16
320	361	21	19
420	441	24	21
540	576	27	24
710	729	31	27
920	961	35	31
1190	1296	40	36
1650	1681	46	41
2020	2116	52	46
2620	2809	60	53

В качестве воздуховода было принято решение использовать короба круглого сечения, так как при одинаковой площади, в отличие от прямоугольных коробов, круглый воздуховод имеет меньший периметр и меньшее сопротивление внутренней поверхности. Согласно таблице, необходимо использовать воздуховоды диаметром 52 см.

С моделью системы вентиляции производственного помещения можно ознакомиться в приложении В.

### 2.2.2 Информационная модель второго этажа

Второй этаж можно разделить на две основные зоны, одна из них включает в себя рабочее место администратора и зону ожидания для клиентов. Здесь расположены витрины с товаром, кассовая зона, диваны для клиентов. Высота стен второго этажа равна 3200 см, общая площадь составляет 222,1 м<sup>2</sup>. План второго этажа представлен в приложении Г.

Основная зона — это рабочее место администраторов и зона ожидания клиентов. В отличие от производственного помещения, здесь не проводятся технические работы, а воздух не так сильно засоряется различными сторонними веществами. Несмотря на это, приточная вентиляция также оборудуется фильтрами и увлажнителем воздуха. Подача свежего воздуха тоже регулируется заслонками в зависимости от уровня температуры и влажности в помещении.

Вторая зона — складское помещение, где хранится товар, предназначенный для реализации в магазине, включая горючие и смазочные вещества, авторезину. Это помещение отделено стенами и требует отдельного контроля режима температуры и влажности.

Согласно нормативно-техническим документам ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», уровень температуры и влажности воздуха на складе нормируется в зависимости от того, какие именно материалы там хранятся.

На данном складе могут находиться товары различных категорий, включая такие как: электротехнические материалы, кабели, провода, электроаппаратура, осветительные приборы, резина и изделия из нее, а также масла и лакокрасочные материалы. Условия температуры и влажности воздуха в помещении, в зависимости от находящихся там материалов, также различаются, они представлены в таблице 4.

Таблица 4 — Оптимальные параметры воздуха складского помещения, в

зависимости от типа товара

Наименование хранящегося типа товара	Температура, °С	Относительная влажность, %
электротехнические материалы	+8...+14	50
Резина и изделия из нее	0...+10	<60
Масла	+8...+12	<60
Химические материалы	+8...+12	35...50

Исходя из данных, представленных в таблице [10], можно сделать вывод, что оптимальная температура воздуха в складском помещении должна быть равной 10 °С, а относительная влажность воздуха — 50%.

### 2.2.2.1 Расчет системы вентиляции для второго этажа

Производительность вентиляционной системы также рассчитываем по формуле (2.2):

$$L = 2 * 222,1 * 3,2 = 1421,44 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ориентируясь на таблицу 3, также выбирается диаметр воздуховода. В данном случае оптимальным решением будет использование короба диаметром 46 см.

Важную роль в поддержании заданных норм микроклимата в складском помещении играет вытяжная вентиляция, так как она обеспечивает охлаждение и осушение окружающего воздуха. Расчет производительности системы вентиляции также производится с помощью формулы (2.2):

$$L = 2 * 44,88 * 3,2 = 287,23 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Информационная модель системы вентиляции второго этажа представлена в приложении Д.



## 2.3 Расчет производительности для отапливаемых помещений

Следующим шагом является расчет производительности для отапливаемого помещения. Это необходимо для грамотного выбора нагревательных элементов и дальнейшего моделирования системы в целом.

Площадь производственного помещения — 216 м<sup>2</sup>, высота стен — 4,2 м. Площадь второго этажа составляет 288 м<sup>2</sup>, а высота стен 3,2 м.

Есть два способа расчета, упрощенный и стандартный. Упрощенный метод не учитывает особенности конкретного здания и отдельных его помещений, поэтому будет использован стандартный расчет.

Формула, позволяющая рассчитать минимальную тепловую мощность помещений[11]:

$$W=(100 \text{ Вт/м}^2 * S(\text{м}^2) * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6 * K7) / 1000 , \quad (2.3)$$

где S — площадь помещения;

100 Вт/м<sup>2</sup> — удельная величина потерь тепла;

K1 — коэффициент потери тепла через окна:

- тройной стеклопакет, K1 = 0,85;
- двойной стеклопакет, K1 = 1,0;
- стандартный, K1 = 1,27.

K2 — коэффициент потери тепла стен:

- высокая теплоизоляция, K2 = 0,85;
- двойной кирпич и утеплитель, K2 = 1,0;
- низкая теплоизоляция, K2 = 1,27.

K3 — соотношение площадей окон и пола:

- 50%, K3 = 1,2;
- 40%, K3 = 1,1;
- 30%, K3 = 1,0;
- 20%, K3 = 0,9;

- 10%,  $K3 = 0,8$ .

$K4$  — коэффициент наружной температуры:

- $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $K4 = 1,5$ ;
- $-25^{\circ}\text{C}$ ,  $K4 = 1,3$ ;
- $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $K4 = 1,1$ ;
- $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $K4 = 0,9$ ;
- $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $K4 = 0,7$ .

$K5$  — количество наружных стен:

- четыре стены,  $K5 = 1,4$ ;
- три стены,  $K5 = 1,3$ ;
- две стены,  $K5 = 1,2$ ;
- одна стена,  $K5 = 1,1$ .

$K6$  — тип теплоизоляции помещения, расположенного над расчетным:

- отапливаемое,  $K6 = 0,8$ ;
- теплая мансарда,  $K6 = 0,9$ ;
- не отапливаемый чердак,  $K6 = 1,0$ .

$K7$  — высота потолков:

- 4,5 метра,  $K7 = 1,2$ ;
- 4,0 метра,  $K7 = 1,15$ ;
- 3,5 метра,  $K7 = 1,1$ ;
- 3,0 метра,  $K7 = 1,05$ ;
- 2,5 метра,  $K7 = 1,0$ .

Далее представлены расчеты для помещений объекта. Сперва был проведен расчет минимальной тепловой мощности для производственного помещения первого этажа. Его площадь составляет 216 м<sup>2</sup>:

$$W_{\text{min}} = 100 * 216 * 1,0 * 1,0 * 0,9 * 1,1 * 1,3 * 0,8 * 1,15 / 1000 = 25,58 \text{ Квт/час}$$

Минимальная тепловая мощность для складского помещения. Площадь

складского помещения на втором этаже составляет 44,88 м<sup>2</sup>.

$$W_{\text{сп}} = 100 * 44,88 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,1 * 1,2 * 1,0 * 1,1 / 1000 = 6,52 \text{ Квт/час}$$

Основное помещение второго этажа. Его площадь составляет 222,1 м<sup>2</sup>.

$$W_{\text{вз}} = 100 * 222,1 * 1,0 * 1,0 * 0,8 * 1,1 * 1,4 * 1,0 * 1,1 / 1000 = 30,1 \text{ Квт/час}$$

Оптимальным вариантом, в качестве отопительного оборудования, выступают алюминиевые радиаторы, так как они обладают высокой тепловой мощностью (190 Вт на секцию) и небольшим весом. Количество секций в используемых радиаторах — 16.

Модель системы отопления представлена в приложении Е.

## **2.4 Вывод**

В этой главе были проведены необходимые расчеты для систем отопления и вентиляции. На основе этих расчетов была построена информационная модель системы контроля климата на объекте

### **3 Принцип работы системы контроля климата**

#### **3.1 Работа системы в штатном режиме**

Автоматизированная система контроля климата должна выполнять функции слежения и управления. В качестве управляющего устройства системы будет использован микроконтроллер (МК). МК предназначен для управления электронными устройствами, являющимися элементами одной системы, и обеспечения связи между ними. Кроме того, микроконтроллер позволяет вести совместную работу с другими системами. Наличие различных производителей и моделей МК позволяет сделать выбор устройства по необходимым критериям. При выборе микроконтроллера, как управляющего устройства, следует учесть основные требования:

- относительная дешевизна;
- надежность;
- наличие в продаже;
- удовлетворяющая скорость работы;

Система контроля климата осуществляет измерение температуры при помощи датчиков температуры и влажности. Вывод информации осуществляется при помощи жидкокристаллического индикатора (ЖКИ). Одной из задач системы, помимо вывода информации о температуре, является контроль заданного ее значения, осуществляемый за счет влияния на системы отопления и вентиляции.

В ходе работы будет разработана система стабилизации температуры, применение позволяет автоматизировать процесс контроля температуры с заданными характеристиками.

Структурой системы являются отдельные ее элементы, исполняющие свои задачи, выполнение которых приводит к достижению общей цели. Сама структура отображается на структурной схеме, определяющей основной состав элементов и ее функциональные части, их назначение и связь друг с другом.

Основные блоки структурной схемы:

(ДТ) – датчик температуры и влажности;

(МК) – микроконтроллер;

(УИ) – устройство индикации;

(УВ) – устройство ввода;

(ВС) – вентиляционная система;

(СО) – система отопления.

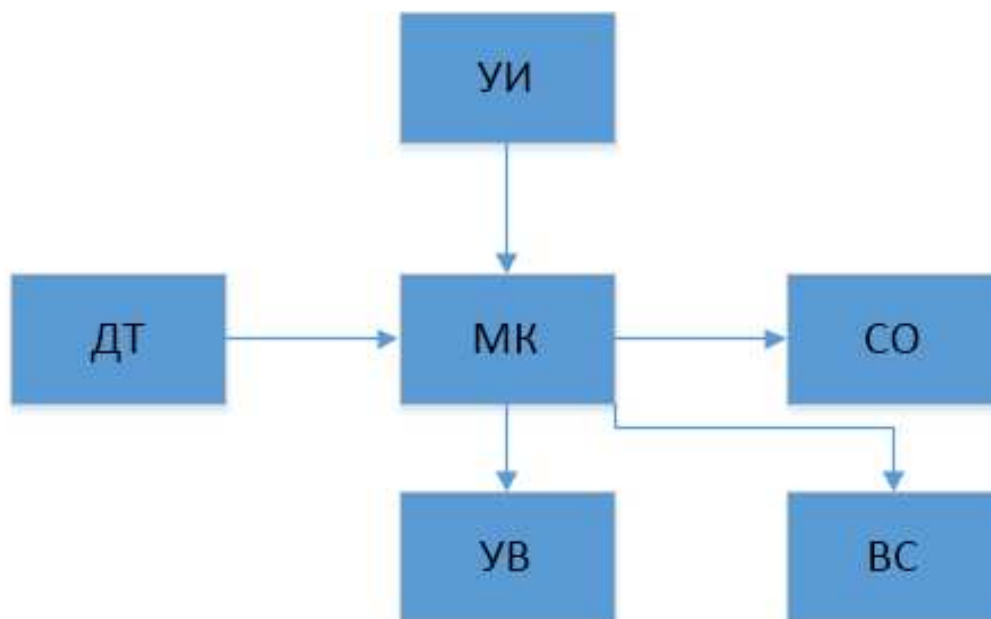


Рисунок 1 — Общая структурная схема

Стоит отметить, что датчики, устройство индикации и устройство ввода имеют с микроконтроллером цифровое соединение, а вот исполняющие устройства вентиляционной системы и системы отопления имеют аналоговое соединение.

Для более точного представления работы системы, представлена блок-схема, показывающая то, как работает система контроля климата

В первую очередь оператор задает значения температуры на устройство ввода, которых нужно придерживаться. Эти значения считывает микроконтроллер, после чего сравнивает их с данными, полученными с датчиков. В случае, если текущие значения отклоняются от заданных норм в большую или меньшую сторону,

включаются исполняющие устройства для изменения текущих температуры и относительной влажности воздуха в помещении. Сами эти устройства будут рассмотрены в следующей главе. Актуальная информация о температуре и влажности на объекте выводится на экран устройства индикации. После этого микроконтроллер снова возвращается к проверке заданных норм.

Блок-схема алгоритма работы системы контроля климата в общем виде представлена в приложении Ж.

### **3.2 Работа системы при возникновении чрезвычайного происшествия**

Если смотреть глобально, то система контроля климата является элементом системы жизнеобеспечения на объекте. В случае возникновения задымления или возгорания система пожарной безопасности переходит в режим работы «Пожар». В этом случае на управляющее устройство поступает сигнал, оповещающий о необходимости принудительной остановки работы вентиляции [2, с. 86]. Это действие приводит к перекрытию притока кислорода к очагу возгорания.

### **3.3 Вывод**

В данной главе разработана структурная схема системы контроля климата, а также рассмотрен алгоритм работы системы в целом. Теперь можно приступить к следующему шагу — выбору оборудования самой системы.

## **4 Выбор и описание Оборудования**

### **4.1 Микроконтроллер**

В связи с резким скачком в развитии разработки микроконтроллеров сильно увеличилось качество выпускаемой продукции и ассортимент, который предлагает нам рынок в данный момент. Использование микроконтроллеров дает возможность проектировать и создавать устройства, которым свойственны такие качества, как невысокая стоимость, малые габариты, простота, надежность, а также возможность сопряжения устройства или целой системы с персональным компьютером. Не удивительно, что сейчас при разработке систем управления объектами различного типа и уровня сложности все больше внимания уделяется микроконтроллерам, как управляющим устройствам.

Первой задачей при разработке становится сам выбор устройства. Вопрос выбора микроконтроллера является одним из самых важных решений. В зависимости от обстоятельств, таких как бюджет проекта, его сложность, условия применения, личные предпочтения разработчика или заказчика, к микроконтроллеру могут быть выдвинуты различные требования. К основным требованиям можно отнести стоимость, надежность, производительность.

Обычно, выделяется несколько моделей, из которых, в конечном итоге, выбирается одно устройство, наиболее подходящее для системы в целом.

При выборе микроконтроллера важно принять во внимание то, сколько портов входа и выхода есть на микроконтроллере, наличие периферийных устройств, разрядность ядра, тип напряжения, поддерживаемые интерфейсы для связи с другими элементами системы, наличие оперативной, постоянной и программируемой памяти, прикладной язык, на котором программируется микроконтроллер.

Было рассмотрено несколько устройств, представленных в таблице 5.

Таблица 5 — Сравнение микроконтроллеров

	Intel D2000	ATMega168-20AU	STM32F100RBT6B
Базовая тактовая частота процессора	32 MHz	20 MHz	24 MHz
Диапазон напряжения	1.62V-3.63V	2.7V-5.5V	2V-3.6V
RAM	8 KB	8KB	8 KB
I/O	40	23	51
Ширина шины данных	32	8	32
Цена	320 рублей	180 рублей	380 рублей

В первую очередь, чтобы выбрать нужный микроконтроллер, необходимо узнать немного больше об их производителях.

Корпорация Atmel (США) уже давно известна на мировом рынке и является одним из признанных мировых лидеров в разработке и производстве сложных изделий современной микроэлектроники. Нацеленность на разнообразие и качество производимой продукции позволяет использовать устройства данной фирмы как в малых отдельных устройствах, так и при проектировании сложных систем. Продукция компании Atmel используется в самых различных сферах деятельности, от банковских карт до космических технологий. Это является показателем высокого качества устройств и доверия к ним пользователями. Atmel также завоевала свою долю на российском рынке электронных компонентов

Если взять в сравнение объем выпускаемой продукции компанией Atmel с другими крупными компаниями, такими как Intel или STMicroelectronics, сразу станет видно, что объем производства у Atmel ниже, но качество техники при этом находится на высоком уровне, а стоимость может порадовать как отдельного разработчика, так и крупную фирму. Кроме невысокой стоимости стоит отметить и тот факт, что приобрести микроконтроллер компании Atmel не составляет никакого труда. Это тоже большой плюс, так как с заменой управляющее устройство не возникнет никаких проблем.

STMicroelectronics же является более крупным игроком на рынке. Компания была образована в 1987 году за счёт слияния SGS Microelettronica и Thomson



Semiconducteurs. На данный момент продукция STMicroelectronics широко используется в окружающих нас предметах быта, таких как автомобили и телефония. К примеру, компоненты данной компании используются в технике Apple. Это говорит о должном уровне качества и надёжности, а также о оказываемом доверии со стороны других производителей. Кроме этого, STMicroelectronics ведёт сотрудничество с Ericsson и Intel.

Intel является бесспорным лидером на рынке электроники. Валовый объем выпускаемой продукции, высокий уровень качества и постоянное развитие технологий дают право и сегодня назвать Intel «королевой» мира микроконтроллеров. Если обратиться к истории, то становится ясно, что именно Intel подтолкнули развитие мобильной цифровой техники. Поэтому можно сказать, что в Intel сложилась традиция к созданию новых архитектур и продвижения их к успеху. Последние разработки компании нацелены занять нишу в области интенсивно растущего сектора рынка: Internet-соединённых устройств (Internet-Connected Devices). ICD, на первый взгляд, очень размытое определение, ведь каждый персональный компьютер, имеющий выход в интернет, может быть отнесен к этой категории. Но в контексте, определение Internet-соединённых устройств в большей мере подразумевает оконечные узлы и носимые вычислители, например фитнес-трекеры, умные часы, пограничные роутеры. Также сюда можно отнести и датчики. Одной из разработок компании стал микроконтроллер Quark D2000, но больший интерес представляет отладочная плата, построенная на его основе — Intel Quark Microcontroller Developer Kit D2000 ценой всего 15 долларов.

Было принято решение использовать в качестве управляющего устройства именно эту отладочную плату.

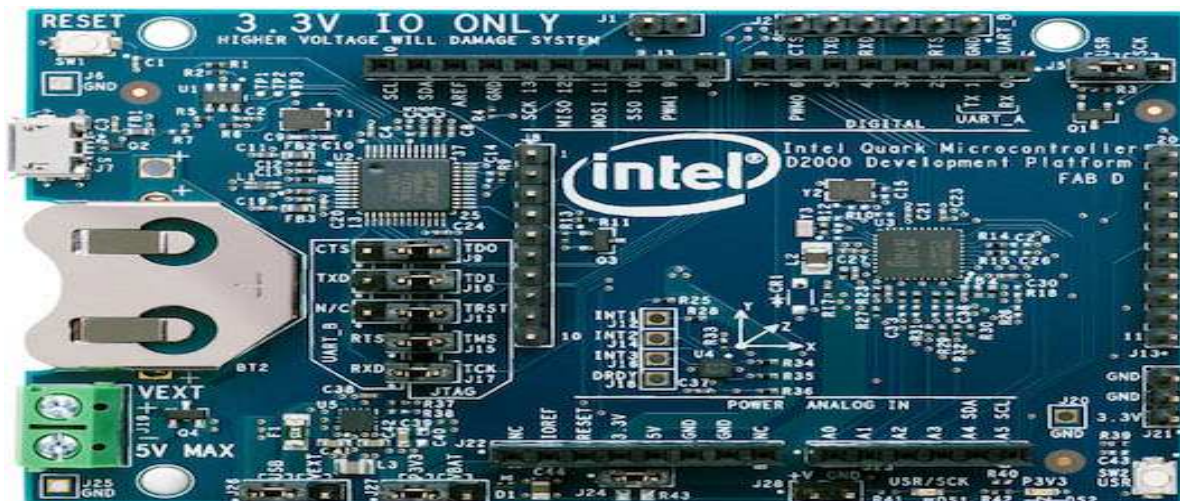


Рисунок 2 — Отладочная плата Developer kit D2000

Цену за данную отладочную плату можно смело назвать скромной. В то же время само появление на рынке этого микроконтроллера и платы, построенной на его основе — весьма значимое событие, потому что микроконтроллер Quark D2000 определенно создан для того, чтобы занять свою нишу в области ICD. Далее будут более подробно рассмотрены возможности, которые дает Quark D2000 разработчику.

За 15 долларов разработчик получает в свое пользование набор, состоящий из одноплатного компьютера на основе Quark D2000, предоставляющего доступ ко всем вводам выводам микроконтроллера, шестиосевой MEMS акселерометр-магнетометр Bosch со встроенным датчиком температуры. На плате также встроена микросхема энергонезависимой памяти, интерфейс, позволяющий подключение платы к персональному компьютеру через USB-порт, а также возможность подключения устройств по протоколу Ethernet, что является большим плюсом, так как современные датчики температуры и влажности способны работать по протоколу Ethernet.

Удовлетворяющий многие потребности и пожелания в проектировании устройств набор компонентов, подкреплённый очень пристойным инструментальным набором. Для разработки программного обеспечения компанией Intel предоставляется собственная интегрированная среда разработки, которая даёт доступ к инструментам семейства GCC и усовершенствованному в Intel отладчику GDB. Также в среде разработки Intel Studio for Microcontrollers присутствует набор

библиотек и готовые программные компоненты.

D2000 обладает 32-битовым процессорным ядром, тремя шинами данных, причем технологически эти шины являются разработкой ARM. Две отдельные 64-битовые шины тесно связанной памяти, которые используются памятью программ и данными. и одна 32-битовая единая шина, которая соединяет все периферийные узлы и устройства.

D2000 встроено 32 КВ флэш-памяти, 12 КВ однократно программируемой памяти, 8 КВ статического ОЗУ. В случае необходимости микроконтроллер может быть перепрограммирован, для этого предусмотрена возможность разбиения памяти на отдельные сегменты размером до 1 КВ.

Кроме того у D2000 есть два генератора тактовых частот – системный и генератор часов реального времени. Для тактирования периферийных устройств можно выбирать кратные частоты, также можно тактировать всю систему с частотой RTC.

Данный микроконтроллер имеет в наличии 25 портов для ввода и вывода. Конечно же присутствуют таймеры и генераторы сигналов, аналогово-цифровой преобразователь, аналоговые компараторы.

#### **4.2 Датчик температуры и влажности**

Микроконтроллер принимает текущие значения с датчиков, которые поступают постоянно с точно заданным интервалом. Интервал задается самим разработчиком, исходя из режима работы самой системы и технической возможности датчиков. Для системы контроля климата автосервиса очень важна точность измерений, производимых датчиками, защита от воздействий окружающей среды, приемлемая цена. Из вышесказанного можно выдвинуть к датчикам следующие требования:

- 1) Наименьшая погрешность измерений,
- 2) Разрешающая способность  $\leq 0.1$  °C,
- 3) Надежность,

### 3) Адекватная цена.

Был проанализирован ряд датчиков, удовлетворяющих требованиям. С таблицей можно ознакомиться в приложении 3.

Был выбран датчик типа DHT22. Важным преимуществом данного датчика является возможность измерения влажности, что упрощает саму систему. Он немного дороже, чем DHT11, но, при этом производит измерения в большем диапазоне и с большей точностью. Также DHT22 оборудован корпусом, который защищает его от пыли и грязи, что очень важно для работы на заданном объекте.

Еще один плюс выбранного датчика — это возможность обмена данными по протоколу Ethernet. Это помогает разгрузить входы-выходы микроконтроллера.

Всего будет использовано 5 датчиков. Два из них расположены на первом этаже. Один отвечает за измерение температуры и влажности воздуха в складском помещении, и еще два расположены на втором этаже

## 4.3 Устройство ввода

Объект условно разделен на три зоны: производственное помещение, магазин и склад. При необходимости, в любой момент времени, оператор может изменить нормы температуры и влажности в нужной зоне. В качестве устройства ввода выступает клавиатура.

1	2	3	TEMP
4	5	6	UST
7	8	9	RST
0	.	CLR	ENT

Рисунок 3 — Схема размещения кнопок на клавиатуре

Как показано на рисунке 3, в работе используется клавиатура в 16 клавиш. Для

того, чтобы вывести на дисплей текущие значения температуры и влажности в определенной зоне нужно сперва нажать кнопку "TEMP", после чего ввести номер зоны и нажать кнопку "ENT". Результатом станет отображение на дисплее текущих значений температуры и влажности.

Для установки норм предназначена кнопка "UST". После ее нажатия нужно указать зону, для которой будет задана норма, после чего вводится нужное значение. В случае ошибки можно воспользоваться кнопкой "CLR", которая очищает введенное значение.

#### **4.4 Устройство индикации**

Дисплей в системе нужен для вывода текстовой информации, с которой можно ознакомиться в любой момент. Для такой цели вполне подходит жидкокристаллический индикатор.

В качестве устройства для вывода информации был выбран LCD индикатор на контроллере HD447780. Выбор был сделан исходя из того, что данное устройство давно стало промышленным стандартом на рынке. Кроме этого, его всегда можно найти в продаже, причем за очень скромную цену.

#### **4.5 Исполняющее устройство системы отопления**

Важным элементом автоматизированной системы являются исполнительные устройства. В данном случае они должны изменять состояние радиаторов отопления при получении команды на это действие. То есть, в случае необходимости, автоматически увеличивается или уменьшается количество тепла, выделяемое радиаторами отопления.

В качестве такого устройства был выбран шаровый электропривод Gidrolock Professional. Он обладает рядом преимуществ и необходимых качеств. Корпус электропривода фирмы Gidrolock выполнен из нержавеющей стали с уровнем защиты от влаги и пыли IP65, герметизация вала обеспечивается с помощью установленного армированного сальника с пыльником. Устройство надежно и

долговечно еще и потому, что в электродвигателе отсутствуют щетки, а это исключает необходимость частого проведения профилактики или даже замены отдельных элементов устройства.



Рисунок 4 — Шаровый электропривод Gidrolock

Максимальное давление жидкости, которое способен выдержать данный электропривод — 65 атмосфер. Максимальная температура жидкость — до 100 °С, а температурный диапазон эксплуатации от -10 °С до 60 °С.

#### **4.6 Исполняющее устройство системы вентиляции**

Для управления потоком воздуха, поступающего через приточную вентиляцию в помещения, используются специальные воздушные заслонки. Они могут быть как с ручным и гидравлическим, так и с электронным управлением. Оптимальным вариантом для автоматизированной системы, как ни странно, является использование заслонок именно с электроприводом. Сам механизм крепится сбоку на кронштейне.



Рисунок 5 — Воздушная заслонка с электроприводом

В приложениях В и Д можно увидеть, где именно установлены воздушные заслонки. На иллюстрациях они выделены оранжевым цветом.

#### **4.7 Вывод**

В четвертой главе описано оборудование и устройства, которые будут использованы в системе. Выбор каждого из устройств делался на основе необходимых критериев. Это очень важная часть всей работы, так как теперь система приобрела законченный вид

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была создана информационная модель объекта и самой системы контроля климата. Были проведены необходимые расчеты для системы с целью верного выбора отдельных элементов, таких как воздуховоды, вентиляционное оборудование, радиаторы отопления. Также была создана структурная схема системы и разработан алгоритм ее работы.

Спроектированная система управления климатом в автосервисе полностью удовлетворяет поставленным требованиям. Устройства, из которых состоит система, выбирались согласно поставленным критериям. Работа с системой не включает в себе никаких сложностей, поэтому можно смело сказать, что разработанная система проста в использовании, она отвечает первоначальным требованиям.

Помимо всего этого, стоит упомянуть о стоимости отдельных элементов и системы в целом. Ее стоимость намного ниже чем у вариантов реализации для промышленных производств и даже квартир или отдельных помещений.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Вандезанд, Д. Autodesk Revit Architecture : учебное пособие / Д. Вандезанд, Ф. Рид. – Москва : ДМК Издательство, 2013. – 330 с.

2 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная версия СНиП 23-02-2003. – Введ. 07.01.2013. – Москва : ФГУП ЦПП, 2012. – 86 с.

3 СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная версия СНиП 41-01-2003. – Введ. 17.06.2017. – Москва : ФГУП ЦПП, 2016. – 67 с.

4 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : СФУ, 2014. – 62 с.

5 СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. – Введ. 19.03.2018. – Москва : ФГУП ЦПП, 2017. – 40 с.

6 Intel Quark D2000 specification, features and datasheet [Электронный ресурс] : 2017 – Режим доступа: <https://www.intel.ru/content/quark/d2000/documentation.html>

7 Проектирование, строительство и BIM [Электронный ресурс]: 2017 – Режим доступа: [https://pposinrevit.blogspot.ru/2015/08/blog-post\\_18.html](https://pposinrevit.blogspot.ru/2015/08/blog-post_18.html)

8 Отладочные платы STMicroelectronics [Электронный ресурс]: 2017 – Режим доступа: <https://www.terraelectronica.ru/news/4102>

9 Технические таблицы [Электронный ресурс]: 2018 – Режим доступа: <https://tehtab.ru/guide/heatconductivitybuildingmaterialsrevised.html>

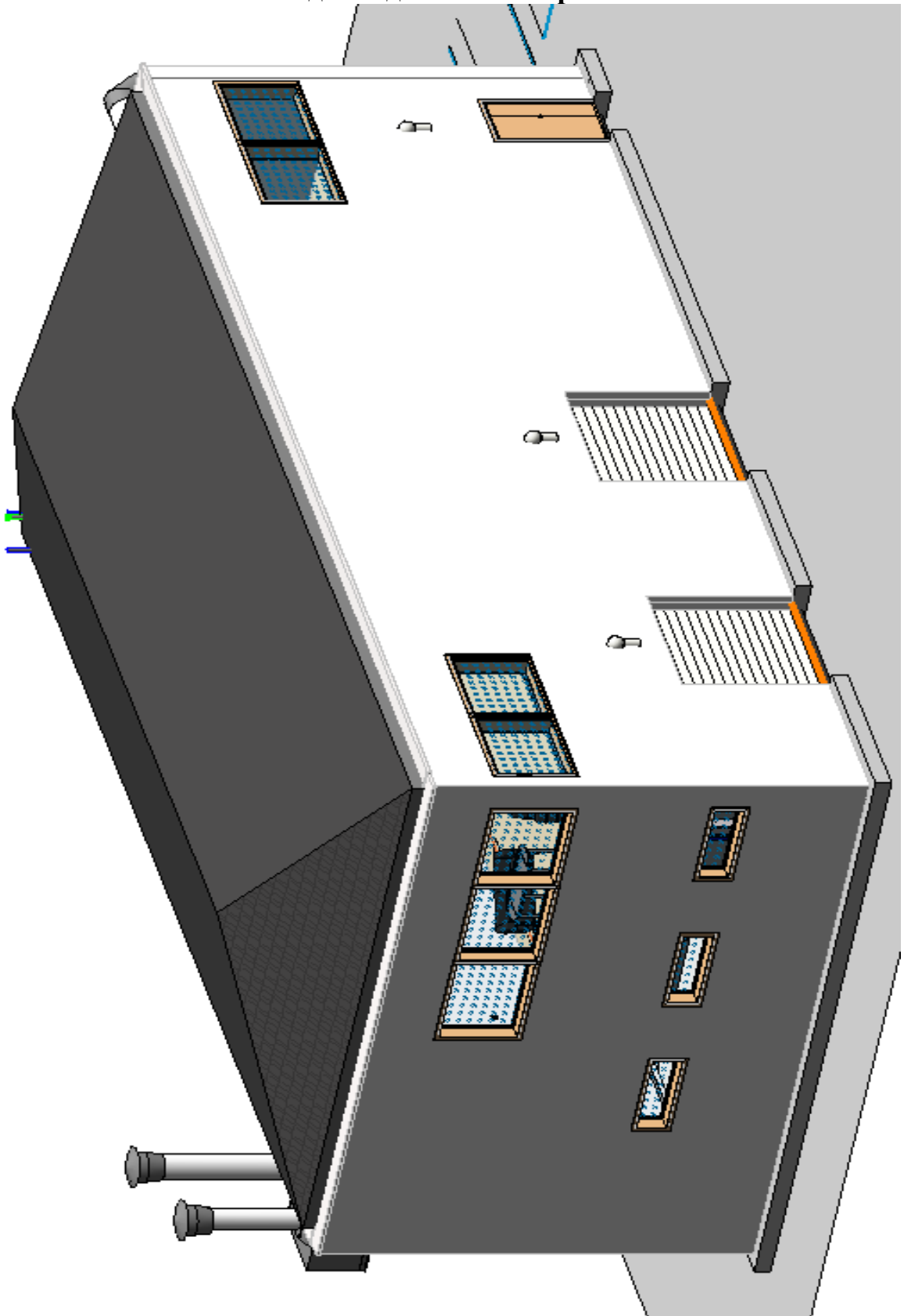
10 Журнал практической логистики [Электронный ресурс]: 2017 – Режим доступа: <https://sitmag.ru/article/9977-mikroklimat-pomeshcheniy>

11 Расчет тепловой мощности системы отопления по площади [Электронный ресурс]: 2018 – Режим доступа: <https://teplospec.com/montazh-remont/pravilnyu-raschet-teplovoy-moshchnosti-sistemy-otopleniya-po-ploshchadi-pomeshcheniya.html#2>

12 Проектирование и расчет вентиляции [Электронный ресурс]: 2017 – Режим доступа: [http://www.rfclimat.ru/htm/vent\\_ft.htm](http://www.rfclimat.ru/htm/vent_ft.htm)

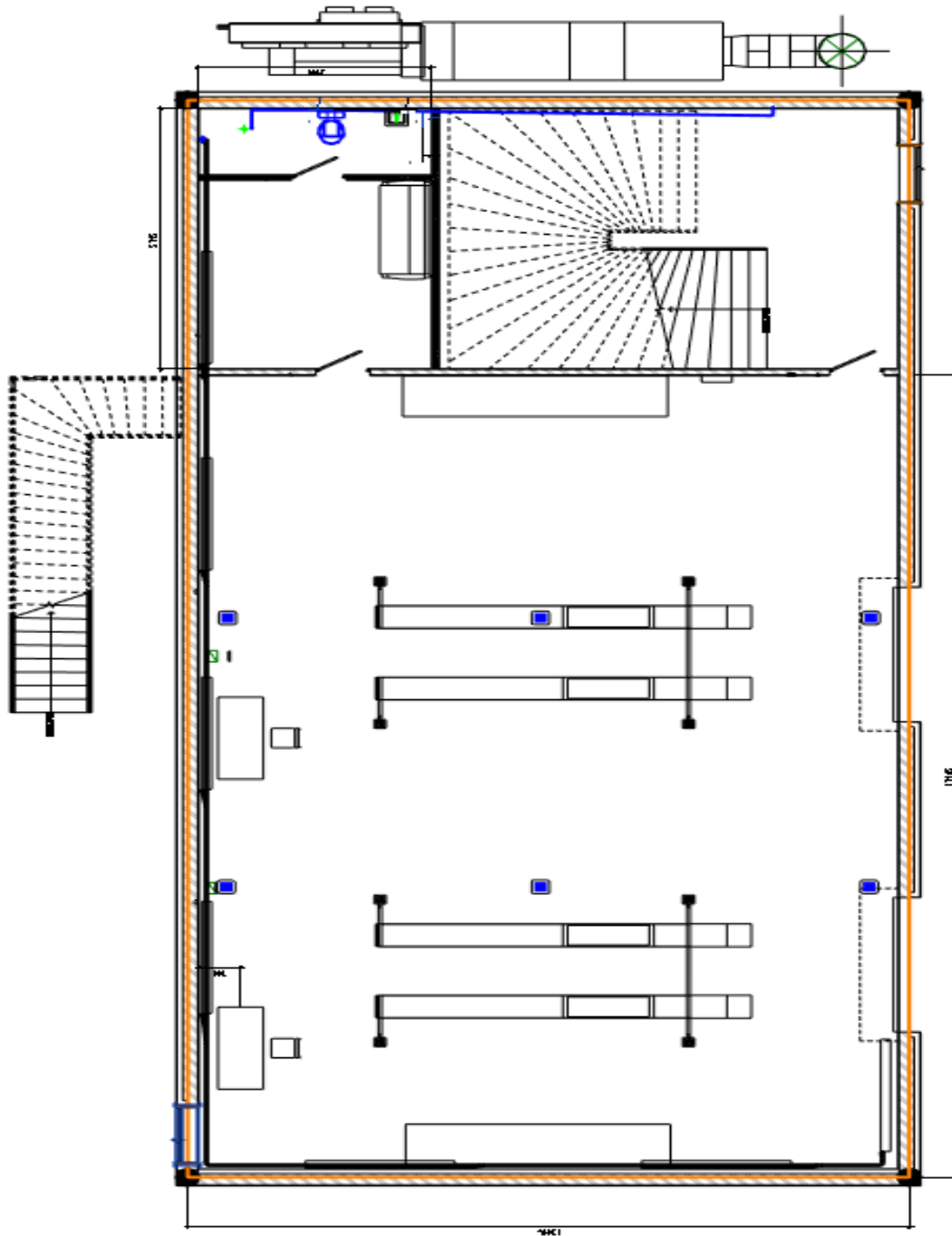
## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Модель здания автосервиса



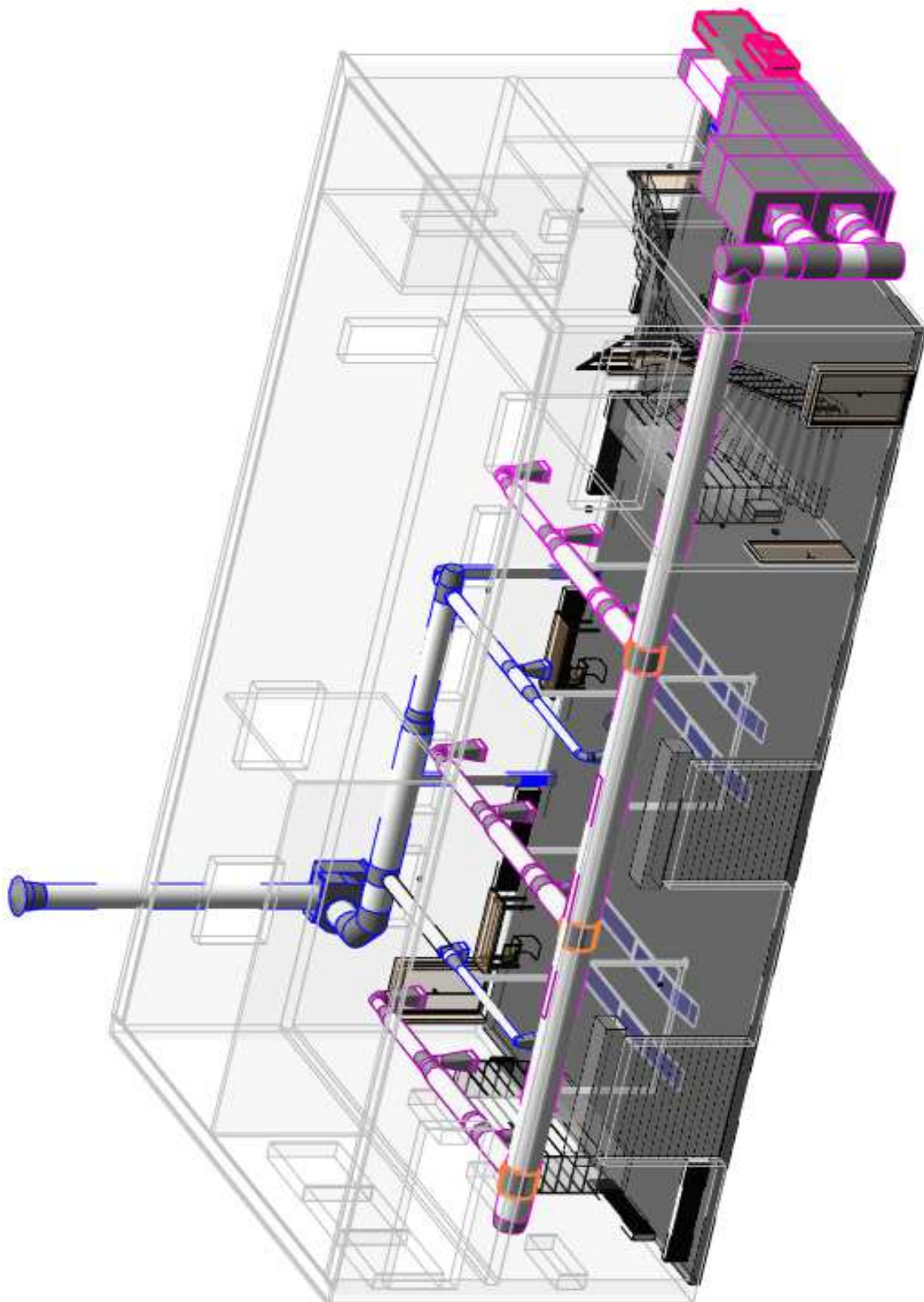
# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## План первого этажа здания



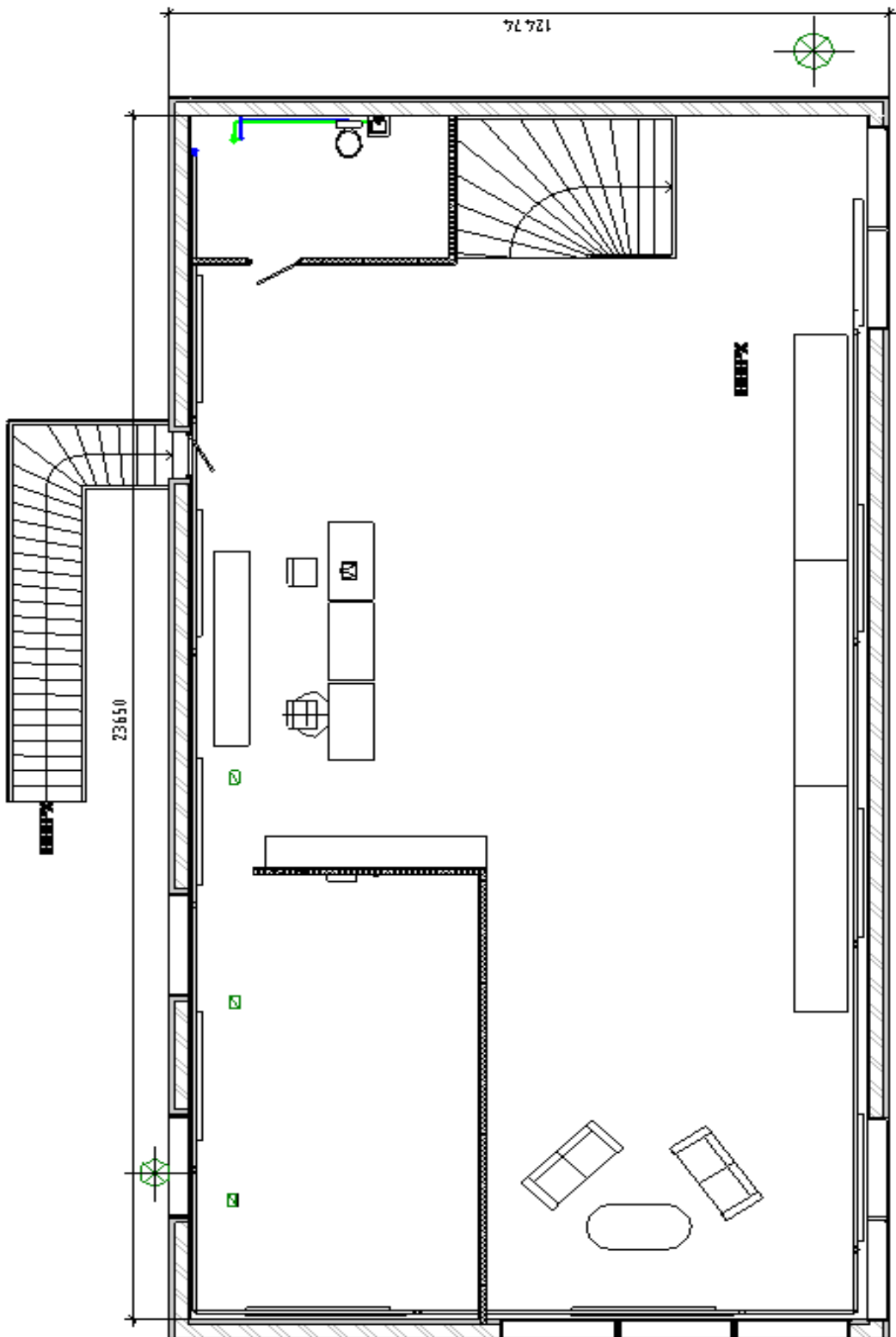
## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Модель системы вентиляции первого этажа



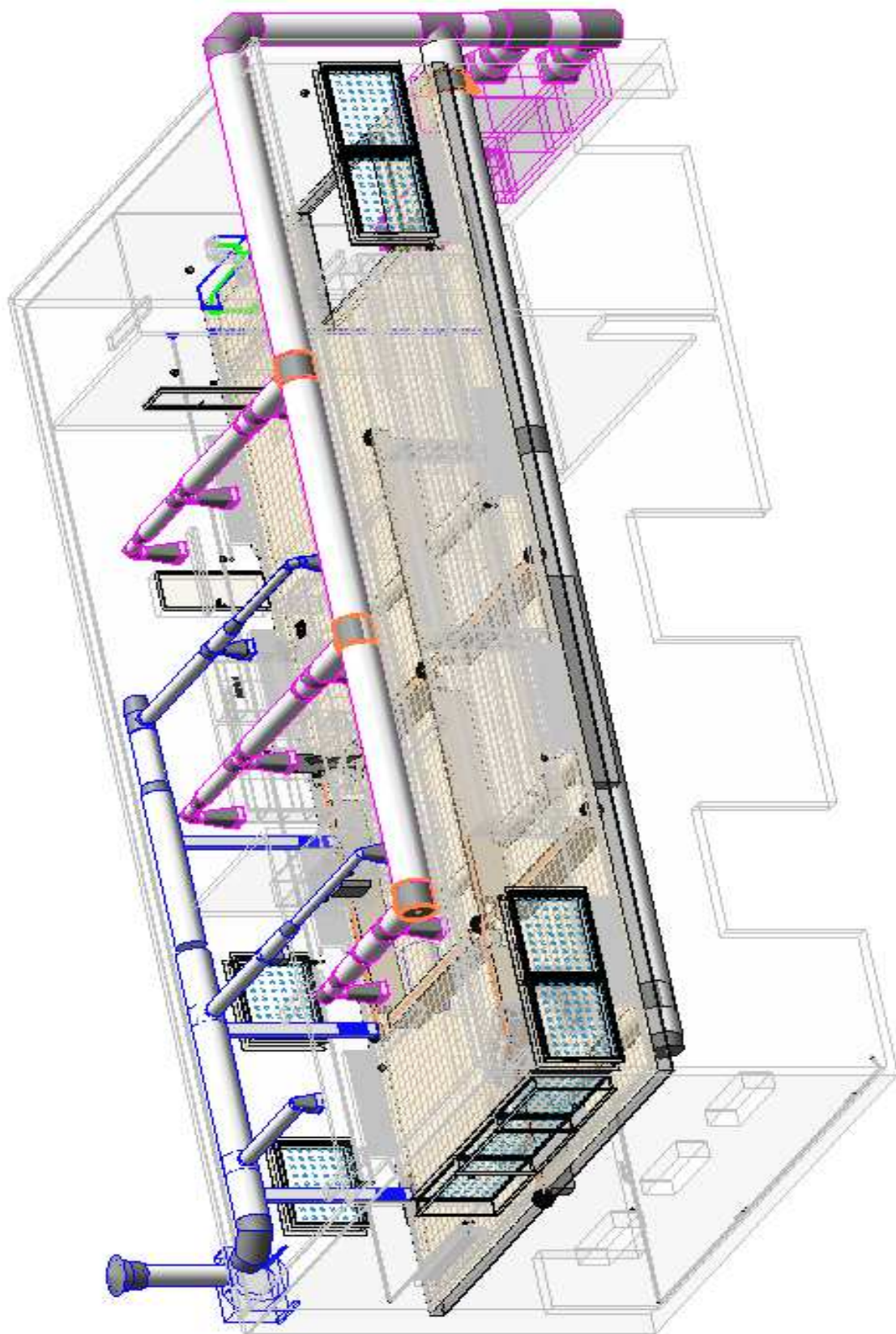
# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## План второго этажа здания



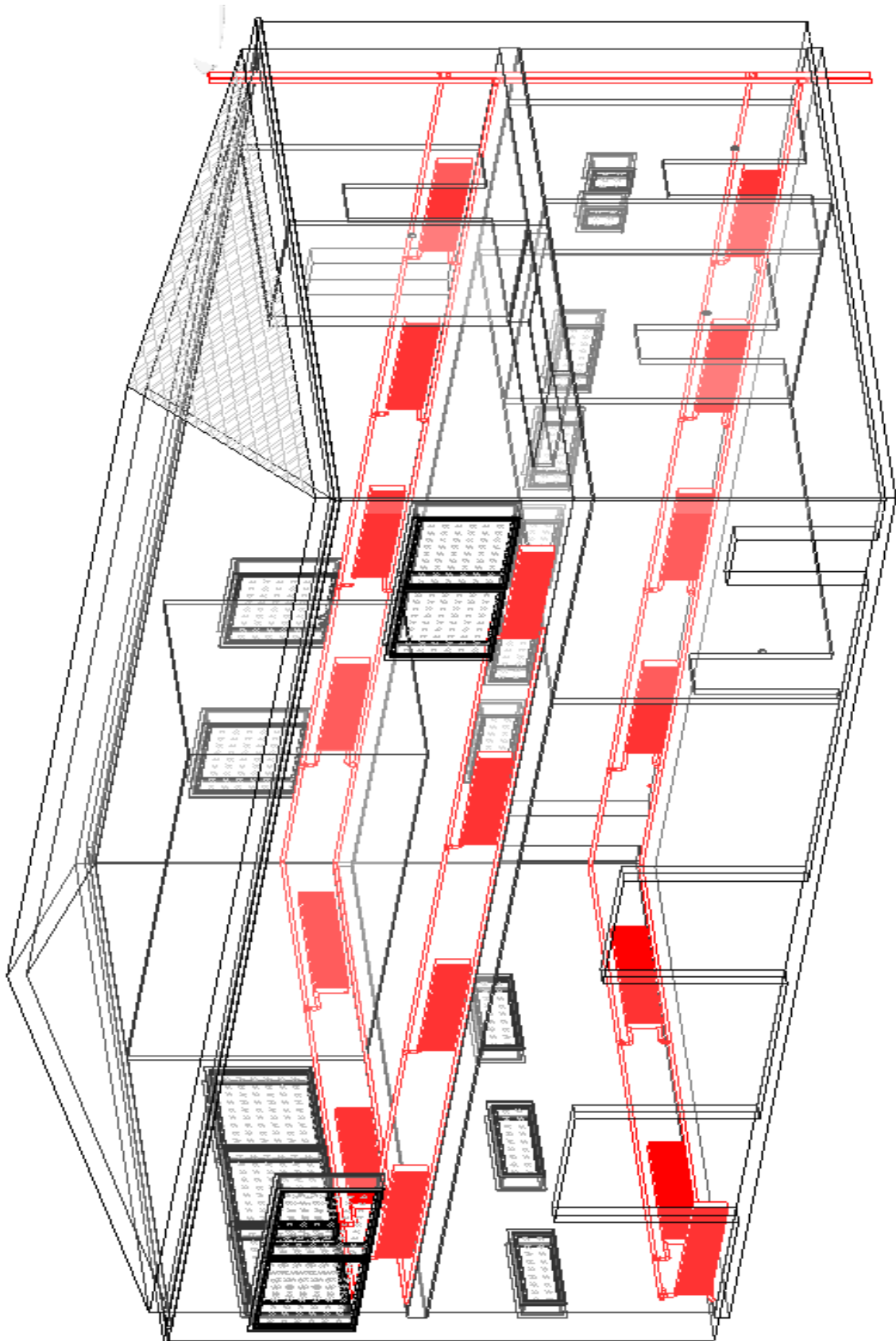
## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Модель системы вентиляции второго этажа



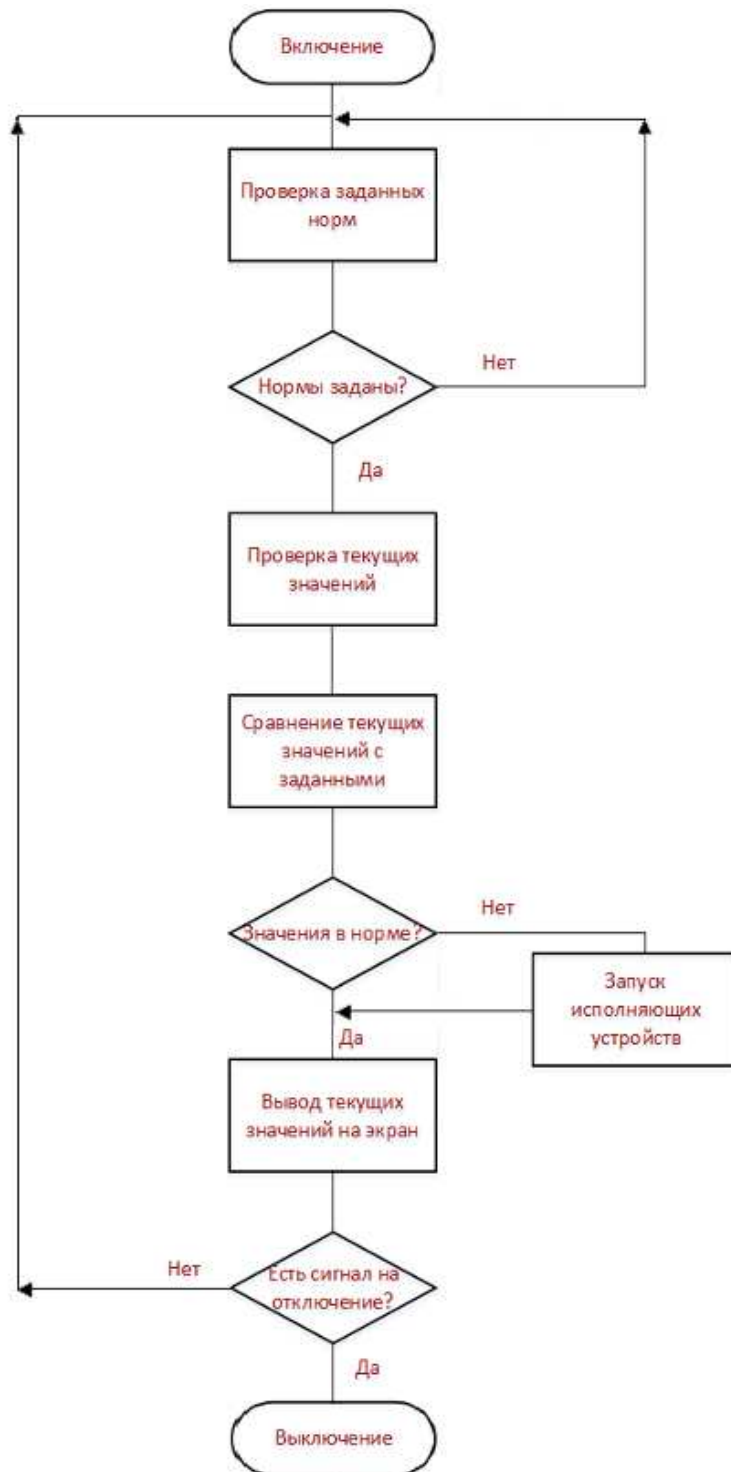
## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Модель системы отопления объекта



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### Алгоритм работы системы контроля климата





### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Сравнение датчиков температуры и влажности

Модель	Максимальная погрешность в диапазоне 0..100°C	Напряжение питания		Т <sub>изм</sub> , мс	Цена, \$	Дополнительные особенности и возможности
		Min, В	Max, В			
ADT7320	±0.25 °C	2.7	5.5	240	1,12	Индикатор превышения критической температуры.
ADT7310	0.5°C	2.7	3.6	240	1.32	Индикатор превышения критической температуры; Прерывание выхода температуры за нижнее/верхнее пороговое значение
DHT11	0,5°C	3	5	800	2	Возможность измерения влажности в диапазоне от 20% до 80%. Диапазон измерения температуры от 0°C до 50°C
DHT22	0,5°C	3	5	1400	3	Возможность измерения влажности в диапазоне от 0% до 100%. Диапазон измерения температуры от -40°C до 125°C

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий  
институт  
Вычислительная техника  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ О.В.Непомнящий  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
код и наименование направления

Автоматизация системы контроля климата на объекте автосервис  
тема

Руководитель	_____	<u>профессор, канд.техн.наук</u>	<u>Б.И. Борде</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>З.С. Косенко</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>доцент, канд.техн.наук</u>	<u>В.И.Иванов</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2018