



УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой «Промышленная электроника»  
\_\_\_\_\_  
(подпись) А.А. Шевцов  
(И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## ЗАДАНИЕ на выполнение бакалаврской работы

Студент Юмашев Владимир Олегович

1. Тема Автоматизированная система управления коттеджем

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе

План территории объекта, план дома, технологический регламент

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

1. Описание объекта

2. Обзор существующих систем

3. Разработка технологии системы микроклимата

4. Разработка автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом».

Состав и функции системы

5. Разработка комплекса технических средств (КТС) АСУ системы микроклимата

6. Разработка системы управления

7. Структура программного обеспечения

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

План объекта (А1)

Технологический регламент (А1)

Алгоритм управления отоплением (А1)

Функциональная схема системы микроклимата (А1)

Спецификация сигналов (А1)

Экранные формы НМИ (А1)

6. Консультанты по разделам Н.В. Яценко

7. Дата выдачи задания « 10 » Февраль 2017 г.

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Е.С. Глибин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В.О. Юмашев

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»

А.А. Шевцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«    »    20    г.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения бакалаврской работы

Студента Юмашева Владимира Олеговича

по теме Автоматизированная система управления коттеджем

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Выбор и утверждение темы ВКР	01.12.2016	01.12.2016	Выполнено	
Описание объекта разработки	20.12.2016	20.12.2016	Выполнено	
Обзор существующих систем автоматизации	17.01.2017	17.01.2017	Выполнено	
Разработка технологии системы микроклимата	07.02.2017	07.02.2017	Выполнено	
Состав и функции автоматизированной системы управления	28.02.2017	28.02.2017	Выполнено	
Разработка комплекса технических средств автоматизированной системы управления	21.03.2017	21.03.2017	Выполнено	
Разработка автоматизированной системы управления	11.04.2017	11.04.2017	Выполнено	
Разработка структуры программного обеспечения	02.05.2017	02.05.2017	Выполнено	
Оформление пояснительной записки ВКР	24.05.2017	24.05.2017	Выполнено	
Проверка выпускной квалификационной работы в системе «Антиплагиат.ВУЗ»	06.06.2017	06.06.2017	Выполнено	
Оформление документов для защиты ВКР	14.06.2017	14.06.2017	Выполнено	
Сдача оформленной пояснительной записки	28.06.2017	28.06.2017	Выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

Е.С. Глибин

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## Аннотация на русском языке

Энерго-сбережение	Energy-saving
Система управления	Control system
Умный дом	Smart home
Электронная система	Electronic system
Устройство, прибор	Device, Gadget
Инфраструктура	Infrastructure
Дистанционный	Remote
Контроллер	Controller
Датчик	Sensor

Бакалаврская работа на тему «Автоматизированная система управления коттеджем» содержит 6 листов формата А1 графической части и 62 страницы пояснительной записки.

В бакалаврской работе разработана «система микроклимата» для автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом», для решены следующие основные задачи:

- выполнено описание объекта автоматизации;
- произведен обзор существующих систем «Умный дом»;
- разработана технология системы микроклимата;
- разработана архитектура технических средств системы микроклимата;
- разработана автоматизированная система управления системой микроклимата автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом» на основе технических и программных продуктов Allen-Bradley;
- произведен выбор устройств съема и исполнения;
- разработаны блок-схемы алгоритмов подсистем отопления и вентиляции;
- разработан НМІ управления системой микроклимата автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом»;

В первой главе рассмотрен план участка, на котором располагается коттедж и план самого объекта управления – коттеджа.

Во второй главе проведен обзор и анализ систем существующих систем водоснабжения, электроснабжения, освещения. Особое внимание уделено анализу систем микроклимата.

В третьей главе разработана рациональная технология обеспечения микроклимата, ориентированная на реализацию в условиях конкретного здания.

Последующие главы посвящены разработке архитектуры системы управления микроклиматом загородного дома и выбору технических средств, реализующих функционирование разработанной системы управления (датчиков, исполнительных устройств, контроллеров).

В последней главе разработан человеко-машинный интерфейс, позволяющий обеспечить удобный контроль системы микроклимата и управления ее оборудованием.

## Аннотация на английском языке

Энергосбережение	Energy-saving
Система управления	Control system
Умный дом	Smart home
Электронная система	Electronic system
Устройство, прибор	Device, Gadget
Инфраструктура	Infrastructure
Дистанционный	Remote
Контроллер	Controller
Датчик	Sensor

### **The title of the diploma paper**

#### **«The automatic control system of smart home»**

This diploma paper devoted to the intelligent automated system "Smart house".

The graduation work consists of the graphic part on 6 A1 sheets and explanatory note on 62 pages.

In this work, developed a "microclimate" for the automated control system of "Smart country house", solved the following main task:

- a description of the automation object;
- produced a review of current systems "Smart house";
- the developed technology of microclimate systems;
- developed the technical architecture of the system of microclimate;
- developed automated control system of microclimate automated control system of "Smart country house" on the basis of technical and software products Allen-Bradley;
- produced variety of devices removal and execution;
- developed flowcharts of algorithms of subsystems for the heating and ventilation;
- developed HMI control system of microclimate automated control system of "Smart country house".

In the first Chapter reviewed the site plan on which is a cottage and a plan of the object of management of the cottage.

In the second Chapter the review and analysis of existing water supply systems, electricity supply, lighting. Special attention is paid to the analysis of microclimate systems.

In the third Chapter developed a rational technology of microclimate, oriented in a specific building.

Subsequent chapters are devoted to the development of the architecture of the climate control system in a country house and selection of technical means that implement the functioning of a developed control systems (sensors, actuators, controllers)

In the last Chapter developed the man-machine interface, allowing to provide a convenient control system of microclimate control and its equipment.

## Содержание

Введение .....	10
1. Описание объекта .....	11
1.1. Описание объекта .....	11
1.2. Описание планировки дома .....	11
Вывод по разделу .....	12
2. Обзор существующих систем .....	13
2.1. Обзор существующих систем охраны .....	13
2.2. Обзор существующих систем водоснабжения, электроснабжения, освещения .....	13
2.3. Обзор существующих систем микроклимата .....	14
Вывод по разделу .....	15
3. Разработка технологии системы микроклимата .....	16
Вывод по разделу .....	19
4. Разработка автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом».	
Состав и функции системы .....	20
4.1. Система микроклимата .....	21
4.1.1. Подсистема отопления.....	21
4.1.2. Подсистема вентиляции .....	24
4.1.3. Подсистема кондиционирования .....	25
Вывод по разделу .....	25
5. Разработка комплекса технических средств (КТС) АСУ системы микроклимата .....	27
5.1. Выбор и обоснование единой системы автоматизации .....	27
5.1.1. Обзор контроллера Allen-Bradley SLC 500 .....	27
5.1.2. Обоснование комплектации контроллера .....	28
5.2. Выбор управляющих устройств и исполнительных механизмов .....	34
5.2.1. Выбор отопительного котла .....	34
5.2.2. Выбор насоса циркуляции теплоносителя .....	36
5.2.3. Выбор электромагнитного клапана .....	37
5.2.4. Выбор датчика температуры .....	38
5.2.5. Выбор датчика температуры наружный .....	38
5.2.6. Выбор датчика утечки природного газа .....	39
5.2.7. Выбор устройств пуска .....	40
5.2.8. Выбор вентиляционной установки .....	40
5.3. Схема расположения оборудования .....	41

5.4. Архитектура технических средств автоматизированной системы управления микроклиматом «Интеллектуальный загородный дом» .....	43
Вывод по разделу .....	46
6. Разработка системы управления .....	47
6.1. Разработка спецификации входных и выходных сигналов .....	47
6.2. Разработка алгоритмов управления системой микроклимата .....	48
6.2.1. Алгоритм перевода системы отопления в режимы «день» и «ночь» .....	48
6.2.2. Алгоритм управления температурой в комнате .....	49
6.2.3. Алгоритм проверки системы отопления на работоспособность .....	51
6.2.4. Алгоритм работы вентиляции .....	52
Вывод по разделу .....	53
7. Структура программного обеспечения .....	54
7.1. Структура пакета разработки .....	54
7.2. Разработка НМІ пользователя автоматизированной системы управления “Интеллектуальный загородный дом” .....	54
7.2.1. Визуализация окна «Главное меню АСУ ИЗД» .....	56
7.2.2. Визуализация окна «Система отопления» .....	56
7.2.3. Визуализация окна «Система вентиляции» .....	58
Вывод по разделу .....	58
Заключение .....	60
Список используемой литературы .....	61

## **Введение**

В наше время современный человек старается окружить себя максимумом удобства и комфорта. Все большее количество людей стало рассматривать «умный дом» как способ сделать свою жизнь комфортнее и уютнее.

Под «умным домом» понимается автоматизированная система, которая должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать по заранее выработанным алгоритмам. Основной особенностью интеллектуального здания является объединение отдельных систем в единый комплекс, управляемый с единого пульта управления.

Главной особенностью и свойством «Умного дома», является то, что это наиболее эффективная концепция взаимодействия человека с жилым пространством, когда хозяин дома одной командой задает желаемую обстановку, а автоматика в соответствии с внешними и внутренними условиями задает и отслеживает режимы работы всех инженерных систем и электроприборов. Это отличает «Умный дом» от других способов организации жизненного пространства человека,

Единый пульт управления исключает необходимость пользоваться несколькими пультами, десятками выключателей при управлении освещением, отдельными блоками при управлении вентиляционными и отопительными системами, системами видеонаблюдения, сигнализации и прочим. В здании, оборудованном системой «Умный дом», достаточно нескольких нажатий на пульт и дом сам настроит работу всех систем в соответствии с вашим пожеланием в доме, временем суток, погодой, внешней освещённостью и т.д. для обеспечения комфортного состояния внутри дома.

Создание «умного дома» позволит оптимально распределить ресурсы, снизить затраты на эксплуатацию и предоставить владельцу возможность полного и максимально удобного контроля за домом.

## 1 Описание объекта

Объектом автоматизации является загородный дом. Под загородным домом понимают жилое помещение, находящееся в сельской местности или за городом. В загородном доме обычно жильцы проживают только в теплое время года, однако в нашем случае это не так. Жильцы здесь живут круглый год, периодически уезжая в длительные поездки. Это необходимо учитывать при разработке автоматизированной системы управления для того, чтобы обеспечить максимум удобства и комфорта для жильцов.

### 1.1 Описание объекта

На рисунке 1.1 представлен план территории объекта с размерами.

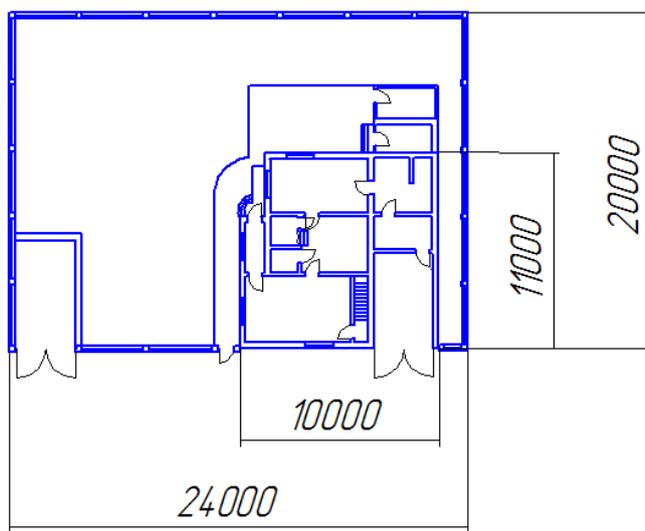


Рисунок 1.1 – План территории объекта

Объект представляет собой земельный участок, размеры которого составляют 24 на 20 метров, обнесенный забором, и жилой дом, расположенный на участке, с размерами 10 на 11 метров.

### 1.2 Описание планировки дома

Дом представляет собой трехэтажное кирпичное здание, состоящее из жилых помещений на первом этаже: гостиная, кухня, зал, туалет; на втором этаже: 3

спальни и ванная комната. К нежилым помещениям относятся подвал, гараж, котельная на первом этаже и весь третий этаж.

На рисунке 1.2 представлена планировка дома.

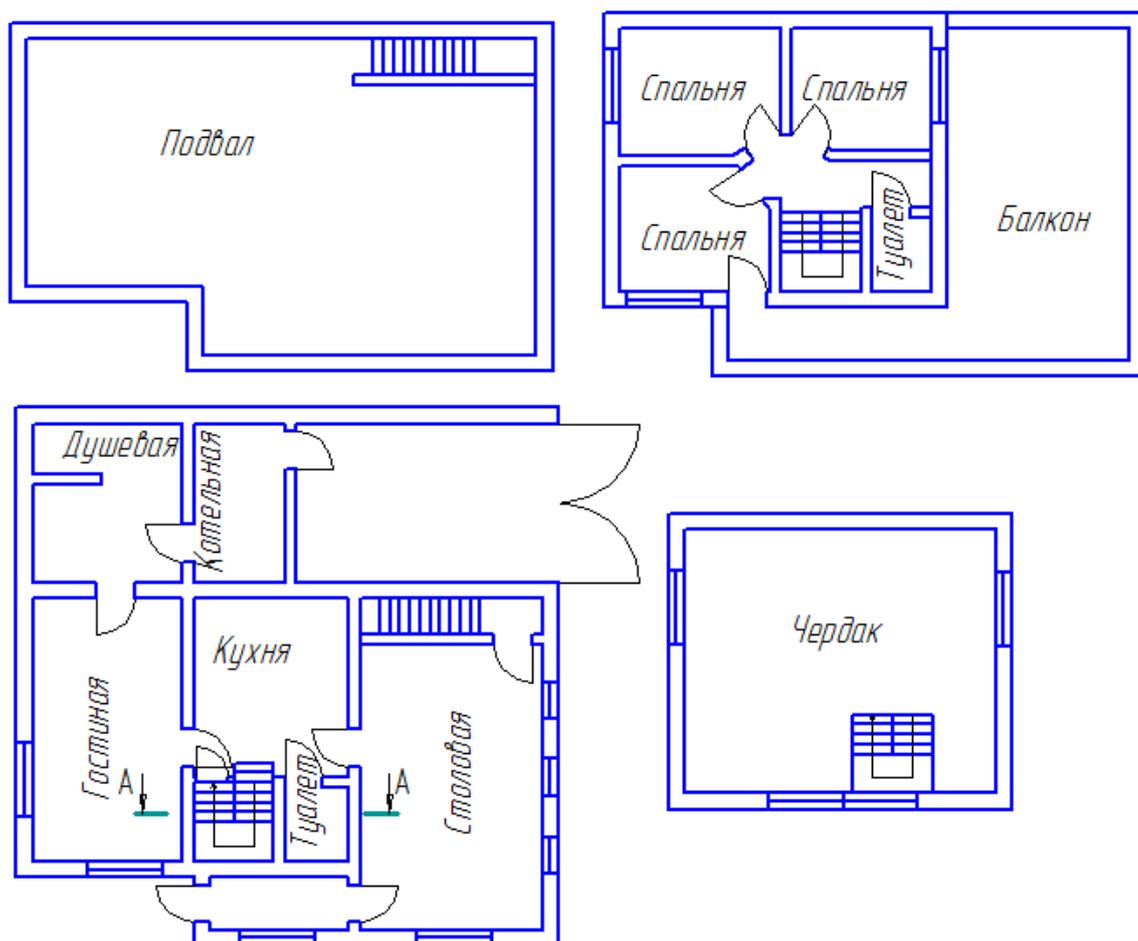


Рисунок 1.2 – Планировка дома

### Вывод по разделу

Общая структура объекта представляет собой жилой загородный дом, в котором взаимодействуют разные системы жизнеобеспечения, такие как система водоснабжения дома, газоснабжения, охраны и другие.

Загородный дом представляет собой сложный объект автоматизации, отличающийся тем, что система является комплексом, состоящим из подсистем обеспечивающих реагирование на большой круг задач и управление различным исполнительным оборудованием. Автоматизированная система управления (АСУ) также позволяет реализовать взаимодействие подсистем.

## **2 Обзор существующих систем**

Для наиболее полного понимания целей и задач бакалаврской работы проведен обзор современных систем «Умный дом».

### **2.1 Обзор существующих систем охраны**

Охранная сигнализация в современном «Умном доме» выполняется в виде независимой системы. В «Умный дом» передаются только сигналы о срабатывании охранных извещателей. Также со стороны «Умного дома» обеспечивается постановка на охрану и снятие систем охраны с фиксацией всех действий в журнале технической панели.

Пожарная сигнализация обеспечивается только для технических помещений, так как в этих помещениях визуальный контроль производится крайне редко, только в период технического обслуживания систем.

В подавляющем большинстве современных систем «Умный дом» в качестве системы автоматизации и контроля используется сервер на базе компьютера с установленным ПО, что часто приводит к сбоям и ненадежности всей системы. А в системе охраны надежность один из важнейших факторов.

### **2.2 Обзор существующих систем водоснабжения, электроснабжения, освещения**

В наше время все системы водоснабжения делятся на два вида:

1. Централизованное водоснабжение, т.е. подключение к общей системе, которая создана на массиве, где расположен участок.

2. Автономное (индивидуальное) водоснабжение, созданное на базе колодца, скважины или водозабора из открытых вод источников.

Система «Умный дом» позволяет интегрировать в себя любую из этих систем. Но так как цель умного дома создать более благоприятные и уютные условия жизни, предпочтения отдаются второму виду, т.к. должна строиться независимая автоматизированная система управления водоснабжением.

Существующие на рынке системы водоснабжения очень обобщенные и не охватывают все аспекты потребления воды загородного дома. В связи с этим нужно

устанавливать несколько различных систем водоснабжения (для дома одна, для сада другая), что повышает стоимость закупки и эксплуатации общей системы водоснабжения.

Домашняя автоматизация управления освещением может быть реализована двумя основными способами. Первый – оборудование каждой комнаты пультом с несколькими кнопками. Каждая отвечает за конкретный осветительный прибор – люстру, бра, систему точечных светильников. В результате управлять светом можно прямо с дивана или из кресла.

Второй способ – полная автоматизация с привлечением специальных датчиков. Свет включается сразу, как только человек входит в помещение, а спустя некоторое время после его выхода выключается. Удобство такой автоматизации ощущается с первого же раза, особенно если обе руки заняты чем-либо и для того, чтобы дотянуться до выключателя, потребуются дополнительные усилия. Впрочем, выключатели при автоматическом управлении совсем не отменяются: если нужно выключить свет, оставаясь в комнате, это вполне можно сделать вручную.

Уже готовые системы освещения жестко привязываются к количеству лампочек, люстр и также имеют весьма большую стоимость.

### **2.3 Обзор существующих систем микроклимата**

Системы микроклимата представляют собой составные конструкции, состоящие из подсистем отопления, вентиляции и кондиционирования. Их взаимодействие позволяет обеспечить максимально комфортные климатические условия в доме. В условиях штатной эксплуатации объекта действия системы сводятся к отслеживанию климатических параметров и активации приборов климатических систем только по необходимости. Параметры микроклимата в зоне могут задаваться как автоматически (по календарю, по таймеру), так и вручную, как с помощью клавишных выключателей расположенных в комнате, так и с помощью переносных и встраиваемых сенсорных пультов, а также с персонального компьютера.

Однако высокая степень автоматизации напрямую отражается на стоимости, так, например, одна лишь подсистема отопления обойдется заказчику минимум в 180 тыс. руб.

### **Вывод по разделу**

В уже предлагаемых системах имеется ряд значительных недостатков таких, как дороговизна, ненадежность, сложное управление и невозможность расширения и добавления новых функций в случае расширения дома или по запросу заказчика.

### **3 Разработка технологии системы микроклимата**

Система микроклимата должна состоять из нескольких подсистем: отопление, кондиционирование, вентиляция. Управление подсистемами осуществляется с помощью единой системы автоматизации, получающей данные от устройств съема информации, проводящей их обработку, с последующей выдачей управляющих сигналов на исполнительное оборудование.

Прежде, чем приступать к разработке системы микроклимата, была определена главная цель – создать систему с наилучшим соотношением стоимости и функциональности.

Определение круга решаемых задач:

- обеспечение комфортных условий для жильцов;
- удобное и наглядное управление системой;
- возможность задания индивидуальных для каждого помещения режима работы;
- режимы работы «день» и «ночь»;
- возможность перехода в режим поддержания минимально необходимой температуры в случае отъезда владельцев;

После определения задач системы была разработана концепция работы подсистем отопления и вентиляции. Функциональная схема представлена на рисунке 3.1.

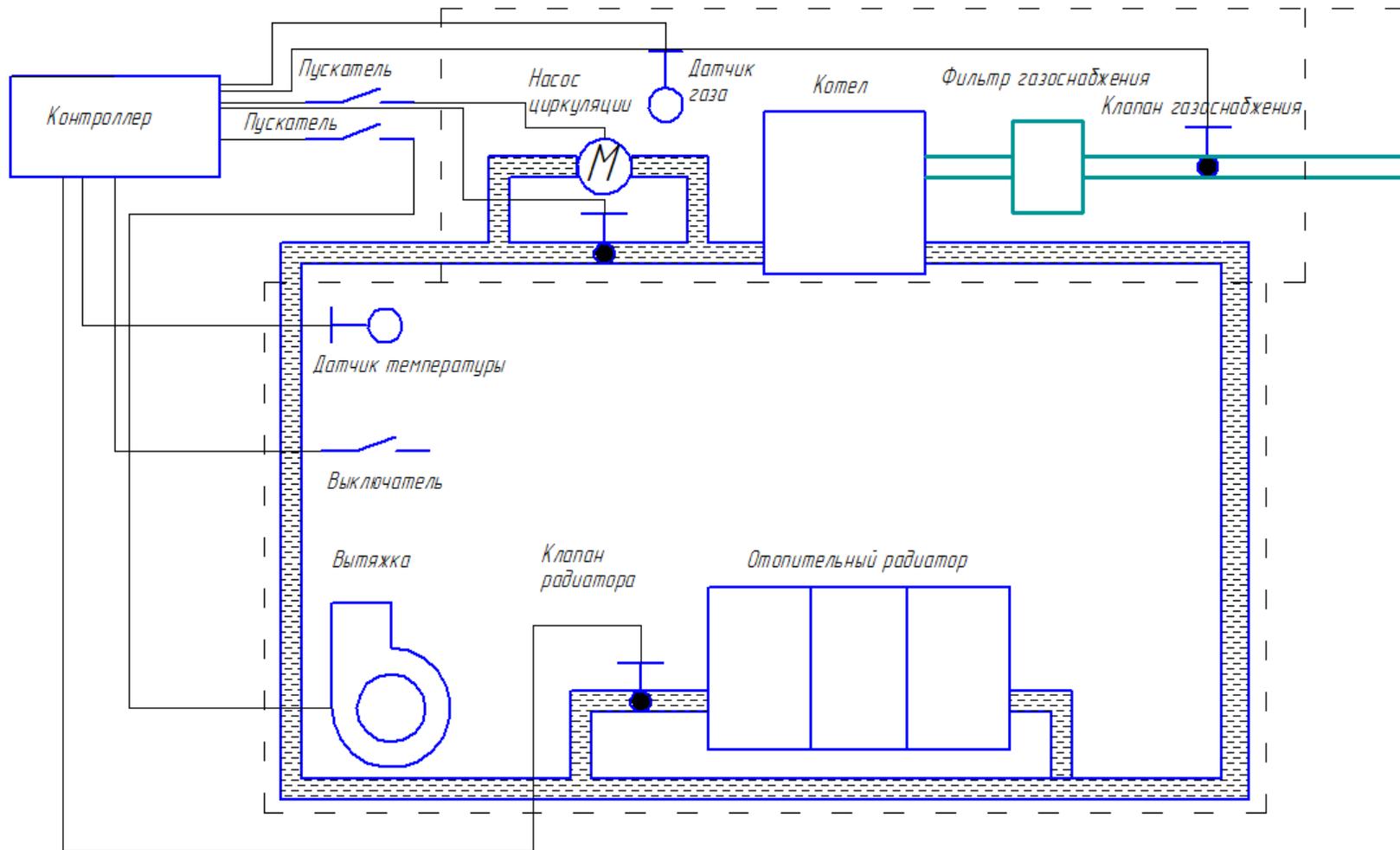


Рисунок 3.1 – Функциональная схема подсистем отопления и вентиляции

В базовой системе отопления здания использовались дровяной котел, и тепло электро нагреватель (ТЭН). От базовой системы остаются трубопровод и отопительные радиаторы. Это избавляет от необходимости проведения расчетов и создания отопления с нуля.

Основой новой системы является газовый котел, нагревающий воду. Для циркуляции теплоносителя реализованы два способа:

- естественная,
- принудительная с помощью насоса.

Переключение между режимами осуществляется запуском насоса и выбором режима работы клапана. Для управления температурой конкретной комнаты в ней устанавливается термодатчик, который отслеживает изменения температуры в комнате, а также устанавливаются электромагнитные клапаны на отопительные радиаторы для включения и отключения желаемого радиатора из отопительного контура.

Выбор в пользу электромагнитного клапана регулирования нагрева радиатора обусловлен его простотой и дешевизной по сравнению с электро задвижками с ПИД-регулированием. Работа электромагнитного клапана основана на элементарном принципе работы – при подаче сигнала клапан переводится в открытое или закрытое состояние (в зависимости от нормального положения). Его использование упростит задачу разработки алгоритмов управления.

Создание комбинированного способа циркуляции теплоносителя в системе позволит ускорить (в случае, когда необходимо быстро нагреть дом или комнату) или замедлить (для снижения расхода газа в ситуациях, когда необходимая температура достигнута во всех помещениях) циркуляцию.

Использование природного газа в качестве топлива для системы отопления имеет следующие достоинства:

- дешевизна,
- экологичность,
- удобство использования.

Имеются также и недостатки:

- зависимость от компании поставщика,
- взрывоопасность.

Для того, чтобы избежать возможности взрыва природного газа из-за его утечки, в помещении, где установлен котел, предполагается установить датчик обнаружения утечки, и установить клапан на газопровод, перекрывающий его в аварийных ситуациях.

Вентиляция будет установлена в нескольких помещениях: гараж, подвал, туалет, ванная комната. Её включение осуществляется при подаче сигнала с контроллера. Когда один из жильцов включает свет в помещении, в контроллер поступает сигнал на ожидание выключения. После выключения освещения включается вентиляция, работающая определенный заранее заданный промежуток времени.

### **Вывод по разделу**

В разделе была разработана общая концепция работы системы отопления, на которую можно опираться при дальнейшей проработке и углублении в подсистемы.

#### **4 Разработка автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом». Состав и функции системы**

«Умный Дом» – это совокупность инженерных сетей и интеллектуальных систем управления, которые обеспечивают высокую степень автоматизации и слаженную работу всех систем здания, например освещением, отоплением, вентиляцией, кондиционированием, энергоснабжением, водоснабжением и прочим. Создание умного дома позволит оптимально распределить ресурсы, снизить затраты на эксплуатацию и предоставить владельцу возможность полного и максимально удобного контроля над всей техникой и инженерными сетями в доме. Интеллектуальное здание живет по заранее прописанным сценариям, избавляя своего владельца от рутинных домашних забот и делая его жизнь в целом более комфортной и мобильной.

Преимущества умного дома:

- единый пульт для всего. На этом пульте в понятной форме, на русском языке пользователь обнаружит все, что необходимо для управления светом по всему дому, выставления температуры, контроля системы охраны и т.д. Система интуитивно понятна, даже без прочтения инструкции.

- инженерное оборудование умного дома начинает работать самостоятельно. К примеру, радиаторы, теплые полы и кондиционер сами устанавливаются на необходимую мощность для поддержания оптимальной температуры. А дежурный свет во дворе будет сам зажигаться вечером и гаснуть утром.

- появляется понятие «сценарий», когда по заранее написанному сценарию происходит определенный набор действий в доме.

В результате обеспечивается комфорт и безопасность в доме.

## **4.1 Система микроклимата**

В разделе разработки технологии системы микроклимата были определены основные принципы работы системы микроклимата. Далее необходимо конкретизировать, как будет работать система на реальном объекте.

### **4.1.1 Подсистема отопления**

Отопление осуществляется в следующих помещениях:

- на 1 этаже: гостиная, кухня, зал, туалет;
- на 2 этаже: 3 спальни и ванная комната.

Таким образом, необходимо 8 датчиков температуры для установки в каждой комнате. Количество радиаторов в комнатах различно, так в гостиной установлено 4 радиатора, в зале – 3, в остальных – по одному радиатору. Итого, необходимо 13 электромагнитных клапанов на радиаторы для регулировки температур в комнатах.

При консультациях с владельцем объекта были проработаны следующие указания по работе системы отопления:

- допустимая погрешность разницы температуры в комнате и заданной температуры  $0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- в случае, когда температура в комнате ниже заданной температуры на  $1,5^{\circ}\text{C}$ , следует включить режим интенсивного нагрева;
- создание двух режимов работы «день» и «ночь»;
- включение сигнализатора на пульте управления, если температура в комнате не достигает нужной отметки в течение долгого времени.

Составленный на основе консультаций с владельцем технологический регламент представлен на рисунке 4.1.

## Технологический регламент

№	Управляемый параметр	Условие	Разница температур, С	Выдержка времени на исполнение, Сек	Ситуация	Управление	Исполнительный механизм
1	Температура комнаты	$T_{\text{факт}} > T_{\text{заданное}}$	$\leq 0.5$	-	Соответствует	Не требуется	-
			$\leq 1$	1600	Превышение	Закрытие клапана	Клапан отопления комнаты
			$\leq 2$	3200	Превышение	Закрытие клапана Уменьшение частоты вращения	Клапан отопления комнаты Насос циркуляции теплоносителя
2	Температура комнаты	$T_{\text{заданное}} > T_{\text{факт}}$	$\leq 0.5$	-	Соответствует	Не требуется	-
			$\leq 1.5$	900	Понижение	Открытие клапана	Клапан отопления комнаты
			$> 1.5$	1800	Понижение	Открытие клапана Увеличение частоты вращения	Клапан отопления комнаты Насос циркуляции теплоносителя
3	Температура комнаты	$T_{\text{заданное}} > T_{\text{факт}}$		3600	Понижение	Включение сигнализатора	Сигнализатор НМ1
4	Температура теплоносителя	$T_{\text{заданное}} = T_{\text{факт}}$ по всем комнатам	$\leq 0.5$	-	Соответствует	Выключение насоса Открытие клапана	Насос циркуляции теплоносителя Клапан отопительной системы
5	Температура теплоносителя	$T_{\text{заданное}} \neq T_{\text{факт}}$ по всем комнатам	$\leq 0.5$	-	Несоответствует	Включение насоса Закрытие клапана	Насос циркуляции теплоносителя Клапан отопительной системы
6	Температура теплоносителя	Тулицы $> 16$	-	-	Несоответствует	Включение сигнализатора режим лето	Сигнализатор НМ1
7	Температура теплоносителя	Тулицы $< 10$	-	-	Несоответствует	Включение сигнализатора режим зима	Сигнализатор НМ1
8	Температура комнаты	22:00	-	-	Несоответствует	Режим ночь	Изменение $T_{\text{заданное}}$
9	Температура комнаты	8:00	-	-	Несоответствует	Режим день	Изменение $T_{\text{заданное}}$

Рисунок 4.1 – Технологический регламент

После анализа тепло потерь дома было установлено время, необходимое для повышения температуры в комнате на  $0,5^{\circ}\text{C}$  – 15 минут. Таким образом, при разнице температуры в комнате и заданной температуры меньше  $1,5^{\circ}\text{C}$ , необходимо проверять изменение показаний датчика в течении 15 минут. Если приемлемого изменения температуры не произошло, то необходимо включить режим интенсивного нагрева.

Режим интенсивного нагрева представляет собой переключение насоса в режим максимальной частоты работы, при этом циркуляция теплоносителя увеличивается, и ускоряется нагрев радиаторов.

Если режим интенсивного нагрева не привел к значительным изменениям температуры в течении часа, то на пульте управления включается сигнализатор – возможно система неисправна, либо не справляется со своими функциями из-за низкой температуры носителя.

Управление температурой носителя возможно лишь с пульта управления котлом. С помощью датчика температуры улицы и программы можно лишь выдать рекомендации по повышению или понижению этого параметра. На пульте управления выдается рекомендуемый режим, устанавливающий диапазон температур.

Виды режимов:

- весна – температура на улице  $0\dots+15^{\circ}\text{C}$ , температура теплоносителя  $45-55^{\circ}\text{C}$ ;
- зима – температура на улице  $0\dots-15^{\circ}\text{C}$ , температура теплоносителя  $55-70^{\circ}\text{C}$ ;
- суровая зима – температура на улице  $-15\dots-30^{\circ}\text{C}$ , температура теплоносителя  $70-90^{\circ}\text{C}$ .

Для экономии расхода газа в ситуациях, когда во всех помещениях температура в комнате соответствует заданной температуре, система переходит на режим естественной циркуляции – отключается насос и открывается клапан системы отопления. Схема реализации представлена на рисунке 4.2.

Если в одном из помещений температура опускается ниже допустимого предела, система отопления вновь переходит на режим принудительной циркуляции.

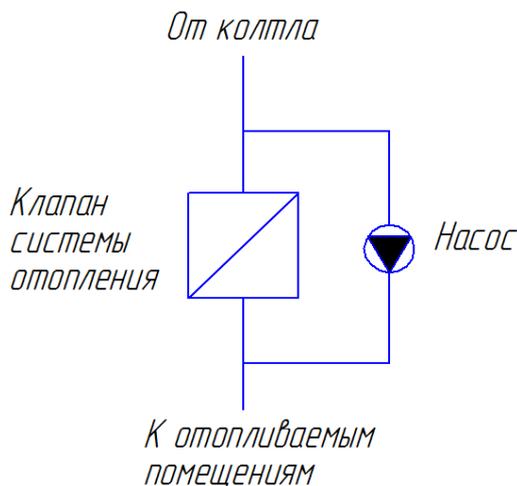


Рисунок 4.2 – Реализация переключения режимов циркуляции теплоносителя

В системе присутствуют два режима отопления: «день» и «ночь». Они отличаются заданной температурой. По умолчанию температура, заданная для режима «ночь» меньше на 1°C, чем для режима «день». Алгоритмы работы одинаковы, но после 22-00 и до 8-00, система использует новую заданную температуру. Это обеспечивает комфортные условия для сна, удобство использования, поскольку владельцу достаточно лишь раз задать необходимые параметры.

Владелец периодически покидает дом на длительный срок (более 3 суток). В таких условиях нет необходимости поддерживать комфортную температуру во всем доме. Поэтому существует возможность перевода дома в режим «отпуск», при котором поддерживается температура в 10°C в комнатах, для того чтобы избежать заморозки теплоносителя в трубопроводе.

#### 4.1.2 Подсистема вентиляции

Вентиляция осуществляется в нескольких помещениях: туалет, ванная комната, гараж, подвал. Её включение напрямую связано с включением света в этих

помещениях. Когда один из жильцов включает свет в помещении, в контроллер поступает сигнал на ожидание выключения. После выключения освещения включается вентиляция, работающая определенный заранее заданный промежуток времени. С помощью пульта управления можно изменять время работы вентиляции. Также обеспечивается взаимодействие с другими компонентами АСУ, в частности:

- с системой пожаробезопасности: при обнаружении задымления в каком-либо помещении, вентиляция отключается во всем здании, активировать её работу можно только с пульта управления;

- с системой освещения: в подвале свет включается по датчику движения, поэтому работа вентиляции привязывается не к выключателю, как в остальных помещениях, а к датчику движения.

Возможно принудительное включение и выключение вентиляции с пульта управления. При этом вентиляция работает в течение заданного промежутка времени.

#### **4.1.3 Подсистема кондиционирования**

Принято решение использовать уже готовые системы кондиционирования. Поскольку предлагаемые на рынке системы обладают собственной автоматикой и полностью изолированы от других систем, то использование единой системы управления не представляется возможным. Возможность применения промышленных кондиционеров, обладающих необходимой гибкостью, была отклонена вследствие их высокой стоимости.

Таким образом, в системе микроклимата подсистема кондиционирования исключается из общей системы, но, тем не менее, современные мульти-сплит системы позволяют регулировать температуру сразу в нескольких помещениях, а это означает, что будет сохранен принцип возможности регулирования температуры индивидуально для каждого из помещений.

#### **Вывод по разделу**

В данном разделе проработаны все технические нюансы системы микроклимата на основе технологии системы микроклимата разработанной ранее.

Определены все параметры, влияющие на систему, а также временные промежутки на исполнение.

## **5 Разработка комплекса технических средств (КТС) АСУ системы микроклимата**

Управление каким-либо объектом является процессом воздействия на него с целью обеспечения требуемого течения процесса в объекте или требуемого изменения его состояния. Управление без участия человека называется автоматическим управлением.

Техническое устройство, с помощью которого осуществляется автоматическое управление объекта, называется управляющим устройством, а система управления совместно с объектом образует автоматическую систему управления.

### **5.1 Выбор и обоснование единой системы автоматизации**

#### **5.1.1 Обзор контроллера Allen-Bradley SLC 500**

Семейство SLC 500 — это семейство малых программируемых контроллеров, построенное на двух аппаратных модификациях: фиксированный контроллер с опцией расширения с помощью двухсложного шасси или модульный контроллер, имеющий до 960 точек ввода-вывода. Средства программирования и большинство модулей ввода-вывода совместимы для обеих модификаций так, что можно реализовать с минимальной стоимостью широкий спектр приложений. Они могут подключаться к различным сетям связи для распределённого управления и работать с удалёнными модулями ввода-вывода.

Модули процессора SLC серии 1746 обеспечивают надёжное управление объектами. Контроллеры имеют фиксированную конфигурацию на 20, 30 или 40 входов-выходов.

Модульная конструкция ввода-вывода, памяти и интерфейсов связи обеспечивает перестройку и расширение контроллера. При конфигурации контроллера нужно определить необходимое количество входов-выходов, требуемый объём памяти и тип сети связи. При необходимости расширения возможностей контроллера можно добавить в него дополнительные модули ввода-вывода, память или интерфейсы связи. Контроллер обеспечивает быстрый обмен

сообщениями по сети, связь с другими сетями, а также связь между модулями в шасси.

Удалённый доступ к контроллеру возможен путем соединения с ним по сетям Ethernet, ControlNet, DeviceNet, DH+, DH-485.

Удалённый доступ к модулям ввода-вывода, расположенным в другом месте, может быть осуществлён путем связи по сетям ControlNet, DeviceNet и Remote I/O.

Семейство SLC 500 обеспечивает мощность и гибкость для реализации завершённых решений задач управления. Мощный набор инструкций процессора, развитые инструментальные средства программирования, а также обширные возможности позволяют выбрать комплекс SLC 500 для разрабатываемой системы автоматизации.

### **5.1.2 Обоснование комплектации контроллера**

После разработки технологического регламента и определения необходимого количества средств съёма и исполнения была составлена спецификация сигналов, благодаря которой стало возможным точное определение необходимого количества модулей ввода-вывода и их типа.

#### **Выбор процессора SLC 5/03**



Рисунок 5.1 – Модуль процессора

Процессор SLC 5/03 обеспечивает до 960 точек входа-выхода, может программироваться в режиме ONLINE, имеет переключатель для выбора одного из 3-х режимов функционирования (RUN, PROGRAMM и REMOTE).

В состав процессора SLC 5/03 включен канал RS-232, обеспечивающий асинхронный последовательный коммуникационный интерфейс данных с терминальными устройствами.

Таблица 5.1 – Технические характеристики процессора SLC 5/03

Характеристика	SLC 5/03
Память программы	12К слов
Дополнительное хранение данных	до 4К слов
Максимальная емкость входов-выходов	4096 дискретных входов 4096 дискретных выходов
Макс. число локальных шасси/слотов	3/30
Инструкции программирования	99
Типичное время скана	1 ms/К
Обработка битов (ХИС)	0.44 ms

### Выбор модулей ввода 1746-IB8 и 1746-IB16



Рисунок 5.2 – Модуль ввода 1746-IB8

Универсальный дискретный модуль ввода IB8 имеет 8 входов, модуль ввода IB16 имеет 16 входов. Выбор для использования в некоторых случаях IB8 обусловлен отсутствием необходимости в более дорогостоящем IB16.

Таблица 5.2 – Технические характеристики модулей ввода 1746-IB8 и -IB16

Характеристика	IB8	IB16
Диапазон напряжений	Входной сигнал 24V	Входной сигнал 24V
Число входов	8	16
Точек в группе	8	16
Рабочее напряжение	10-30V DC	10-30V DC
Задержка сигнала(макс.)	вкл = 8 ms, выкл = 8ms	вкл = 8 ms, выкл = 8ms
Напряжение состояния Off (макс.)	5.0V DC	5.0V DC
Ток состояния Off (макс.)	1 mA	1 mA
Номинальный входной ток	8mA 24V DC	8mA 24V DC
Потребляемый ток шасси 5V	0.050A	0.085A

Для проектируемой системы необходимы 5 модулей IB16 и 2 модуля IB8

### Выбор модуля аналогового ввода 1746-NI4



Рисунок 5.3 – Модуль аналогового ввода 1746-NI4

Входной аналоговый модуль 1746-NI4 содержит 4 аналоговых входных канала, настраиваемые пользователем как входы по напряжению или по току, что позволяет использовать модуль в различных приложениях.

Таблица 5.3 – Технические характеристики модуля аналогового ввода

Ток на задней шине (мА) при напряжении 5В	25 мА
Ток на задней шине (мА) при напряжении 24В	85 мА
Количество входов	4
Изоляция задней шины	Выдерживает 500В AC и 710В DC в течение 1 минуты
Переходная характеристика	60 мс
Метод преобразования	Модуляция сигма-дельта
Разрешение преобразователя	16 бит
Задержка обработки	512 мкс (номинал)

Для проектируемой системы необходимо 3 модуля NI4.

### Выбор модулей ввода 1746-ОВР8 и 1746-ОВР16



Рисунок 5.4 – Модуль ввода 1746-OBP8

Универсальный дискретный модуль вывода OBP8 имеет 8 входов, OBP16 имеет 16 входов.

Таблица 5.3 – Технические характеристики модулей ввода 1746-OBP8 и - OBP16

Диапазон напряжений	24V	24V
Количество выводов	8	16
Рабочий диапазон напряжений	20.4-26.4BDC	20.4-26.4BDC
Минимальный ток нагрузки	1 мА	1 мА
Макс. ток утечки на выходе в выключенном состоянии, максимум	1 мА	1 мА
Макс. задержка при включении (резистивная нагрузка)	1.0мс	0.1 мс
Непрерывный ток на точку	2.0 А при 0-60°C (32-140°F)	1.5 А при 30°C (86°F) 1.0 А при 60°C (140°F)
Бросок тока на точку в течение 10 мс	4.0 А	4.0 А
Потребляемый ток шасси 5V	0.135А	0.280А

Для проектируемой системы необходимы 1 модуль OBP8 и 3 модуля OBP16

### **Выбор модуля сканера 1747-SN**



Рисунок 5.5 – Модуль сканера 1747-SN

Модуль 1747-SN обеспечивает высокоскоростную удаленную связь между процессором SLC, операторским интерфейсом Allen-Bradley и управляющими устройствами.

Модуль 1747-SN обеспечивает возможность:

- выбора скорости передачи данных, что обеспечивает устойчивость к шуму при разной длине кабеля;
- использования большой физической площади для размещения устройств (кабели удаленного ввода-вывода длиной до 3050 м);
- подключения до 16 устройств;
- поблочной передачи, что позволяет посылать большие объемы данных на устройства удаленного ввода-вывода без ущерба для пропускной способности системы.

Для проектируемой системы необходимо 2 модуля.

### **Блок питания**

Для выбора блока питания необходимо рассчитать необходимую мощность. Так как в проектируемой системе планируется использовать два модуля шасси, то для каждого нужен свой блок питания.

Расчет необходимой мощности для первого шасси:

- 1 модуль SLC5/03 – потребляемый ток 0,5А(24V);
- 3 модуля ОВР16 - потребляемый ток 0,84А(5V);
- 4 модуля ИВ16 – потребляемый ток 0,34А(5V);
- 1 модуль ИВ8 – потребляемый ток 0,05А(5V);

- 2 модуля NI4 – потребляемый ток 0,07A(5V) 0,17A(24V);
- 1 модуль SN – потребляемый ток 0,6A(5V).

Максимальное потребление 1,93A(5V) + 0,67A(24V).

Выбираем блок питания 1746-P3.

Расчет необходимой мощности для второго шасси:

- 1 модуль IB16 – потребляемый ток 0,085A(5V);
- 1 модуль IB8 – потребляемый ток 0,05A(5V);
- 1 модуль NI4 – потребляемый ток 0,035A(5V) 0,085A(24V);
- 1 модуль SN – потребляемый ток 0,6A(5V).

Максимальное потребление 0,77A(5V) + 0,085A(24V).

Выбираем блок питания 1746-P1.

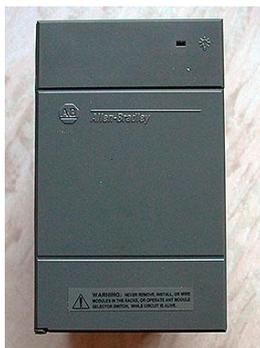


Рисунок 5.6 – Модуль блока питания

## Шасси

Так как была выбрана централизованно-децентрализованная архитектура с шасси расширения, то необходимо выбрать шасси, отвечающее соответствующим требованиям. Первое шасси будет расположено на первом этаже здания, второе шасси – на втором этаже, для того чтобы упростить подключение периферии, расположенной на втором и третьем этаже, к модулям ввода-вывода. Максимальный размер шасси – 13 слотов. После анализа оборудования, расположенного на первом этаже, выяснилось, что для него необходимо 11 модулей ввода-вывода а также блок питания и процессор. Таким образом, на первом этаже разместится шасси на 13

слотов. Для оставшихся 5 модулей второго шасси выбрано минимально возможное шасси на 7 слотов.

## **5.2 Выбор управляющих устройств и исполнительных механизмов**

На основе проработанной концепции системы микроклимата был осуществлен выбор необходимого исполнительного оборудования в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Основные параметры, влияющие на подбор оборудования:

- мощность котельного оборудования не менее 15 кВт;
- мощность насоса не менее 100 Вт;
- рабочий диапазон датчиков 0-60°C.

### **5.2.1 Выбор отопительного котла**

Для отопления здания планируется использовать газовый котел. В первую очередь необходимо выбрать подходящий тип котла.

Потребителям предлагаются котлы с различной степенью автоматизации, вплоть до полностью автоматизированных отопительных систем.

Недостатками подобных котлов является их замкнутость на внутреннюю автоматику и невозможность подключения к контроллеру. Вследствие этого регулировку можно осуществлять лишь ручным способом, непосредственно на пульте управления котлом, что является нарушением концепции удобного и комфортного жилья. Поэтому для выбора приоритетны котлы с минимально необходимой автоматикой поддержания температуры теплоносителя.

Также одним из важных параметров котла является его тип – одноконтурный или двухконтурный.

Двухконтурные котлы имеют два контура: горячее водоснабжение и систему отопления. На первый взгляд именно такой универсальный котел подходит лучше, нежели одноконтурный.

Традиционно газовый двухконтурный котел состоит из непосредственно котла, тела всей конструкции, бойлера (бойлер может быть встроен в сам котел, а

может быть выносным), горелки и системы автоматики. Кроме того, в схему работы двухконтурного газового котла входят насос или даже несколько, расширительные баки.

Все узлы, входящие в газовый двухконтурный котел, обычно установлены в единый корпус, и управлять ими можно с единого пульта.

Однако, как и любая универсальная система, двухконтурный котел уступает в эффективности специализированным: одноконтурному котлу и водонагревателю. Платой за удобство монтажа и обслуживания а также меньшую стоимость становится перерасход газа – котел должен работать также и летом. Главным недостатком двухконтурных котлов является то, что вышедший из строя любой элемент делает всю систему неработоспособной.

Поэтому выбираем одноконтурный котел.

После определения необходимых требований был осуществлен подбор подходящего котла – ЛЕМАКС КСГ-20д. Он имеет достаточно низкую стоимость и сравнительно долгий срок эксплуатации. Простота конструкции и низкая стоимость напрямую сказывается на стоимости эксплуатации и монтажа, что крайне важно, т.к. готовые системы типа «Умный дом» отличаются высокой стоимостью эксплуатации.



Рисунок 5.7 – Газовый котел ЛЕМАКСКСГ-20д

Таблица 5.4 – Технические характеристики котла ЛЕМАКСКСГ-20д

Номинальная тепло производительность, кВт	20
Общая площадь отапливаемого помещения при высоте 2,6 м не более, м <sup>2</sup>	200
Средний расход газа, м <sup>3</sup> /час	1,2
Коэффициент полезного действия КПД (не менее %)	90
Диапазон регулирования температуры воды на выходе из котла, °С	40-90
Диаметр газоотводящего патрубка, мм	130
Номинальное давление газа, мм/в.ст.	130

Преимущества данного котла:

- применение щелевой низко факельной горелки из нержавеющей стали, не требующей регулировки первичного воздуха;
- поддержание постоянного давления газа перед основной горелкой независимо от давления газа на входе в котел.

### 5.2.2 Выбор насоса циркуляции теплоносителя

Теплоносителем в системе отопления является вода. Для циркуляции теплоносителя был выбран комбинированный способ: принудительный с помощью насоса – основной, с возможностью переключения на естественный способ циркуляции.

При выборе необходимо учитывать эксплуатационные характеристики насосов.

Под требование необходимой мощности (не менее 100 Вт) подошел насос WiloStar-RS 30/7. Насос обеспечивает необходимый напор – 7м, которого хватит с запасом для здания загородного дома. Также насос поддерживает широкий диапазон температур теплоносителя.



Рисунок 5.8 – Насос WiloStar-RS 30/7

Таблица 5.5 – Технические характеристики насоса WiloStar-RS 30/7

Диапазон температур, °С	от -10 до +110
Рабочее давление, бар	10
Напор, м	7
Расход, м3/ч	5
Мощность, Вт	200

### 5.2.3 Выбор электромагнитного клапана

Для системы необходим клапан, отвечающий требованиям по диапазону температур рабочего тела (до 90°C), также он должен соответствовать принципу унификации для систем водоснабжения и газоснабжения. Под данные требования подходит клапаном 2W3115GSV.



Рисунок 5.9 – электромагнитный клапан 2W3115GSV

Таблица 5.6 – Технические характеристики электромагнитного клапана 2W3115GSV

Напряжение питания, В	24
Рабочая среда	вода, горячая вода, масла, воздух, алкоголь, вакуум, бытовой газ
Температура рабочей среды, °С	-10...120
Рабочее давление, МПа	0...0,8
Присоединение	1/2"

#### 5.2.4 Выбор датчика температуры

Датчик температуры должен обладать необходимым диапазоном измерения температур (+10°C...+50°C). Отвечает требованиям датчик AUTONICS THD-R-PT.



Рисунок 5.10 – датчик температуры AUTONICSTHD-R-PT

Таблица 5.7 – Технические характеристики датчика температуры

Температура рабочей среды	-20°C...+60°C
Точность измерения температур	±0,5°C
Периодичность измерения	0,5 сек.
Питание	24VDC

#### 5.2.5 Выбор датчика температуры наружный

Датчик температуры должен обладать необходимым диапазоном измерения температур (-50°C...+50°C). Отвечает данным требованиям датчик ОВЕН ДТС3005-PT1000.B2

Датчик ОВЕН ДТС3005-РТ1000.В2 предназначен для измерения температуры наружного воздуха или воздуха внутри зданий. Устанавливается на плоскую поверхность стены.



Рисунок 5.11 – Датчик температуры ОВЕН ДТС3005-РТ1000.В2

Таблица 5.8 – Технические характеристики датчика температуры

Температура рабочей среды	-50°C...+120°C
Погрешность	(0,3+0,005 t ) °C
Схема подключения	двухпроводная

### 5.2.6 Выбор датчика утечки природного газа

Датчик необходим для обнаружения превышения предельно допустимой концентрации природного газа (метан) и подачи тревожных сигналов путем размыкания контактов реле и включения светового и звукового сигнализатора. Для системы газоснабжения подходит датчик DG-1 ME.



Рисунок 5.12 – Датчик утечки природного газа DG-1 ME

Таблица 5.9 – Технические характеристики датчика утечки DG-1 ME

Напряжение питания (±15%)	24В DC
Габаритные размеры, мм	97 x 36
Диапазон рабочих температур, °C	-30...+55

### 5.2.7 Выбор устройств пуска

Основными требованиями являются компактность и относительно низкая стоимость, а также простота эксплуатации. В качестве устройства регулирования скорости выбираем PowerFlex 4.



Рисунок 5.13 – PowerFlex 4

Таблица 5.10 – Технические характеристики PowerFlex 4

Напряжение питания	200 В ~ 400 В (+ 10% / - 15%)
Частота сети (при пуске)	50 Гц - 60 Гц

### 5.2.8 Выбор вентиляционной установки

Поскольку вентиляционные установки предполагается устанавливать в туалете и ванной комнате, не обладающими воздуховодами большого диаметра, основным требованием, предъявляемым к вытяжным вентиляторам, является их размер (не более 200х200 мм). Отвечает требованиям вентилятор Decor 100 С.



Рисунок 5.14 – Вентилятор Decor 100 С

Таблица 5.11 – Технические характеристики вентилятора Decor 100 С

Мощность, Вт	13
Подключение	230/50
Обороты вентилятора	2500
Габариты (ШxВ) мм	158x158
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	95

### 5.3 Схема расположения оборудования

На рисунке 5.15 представлено расположение оборудования в здании, в таблице 5.12 приведены обозначения и наименования оборудования.

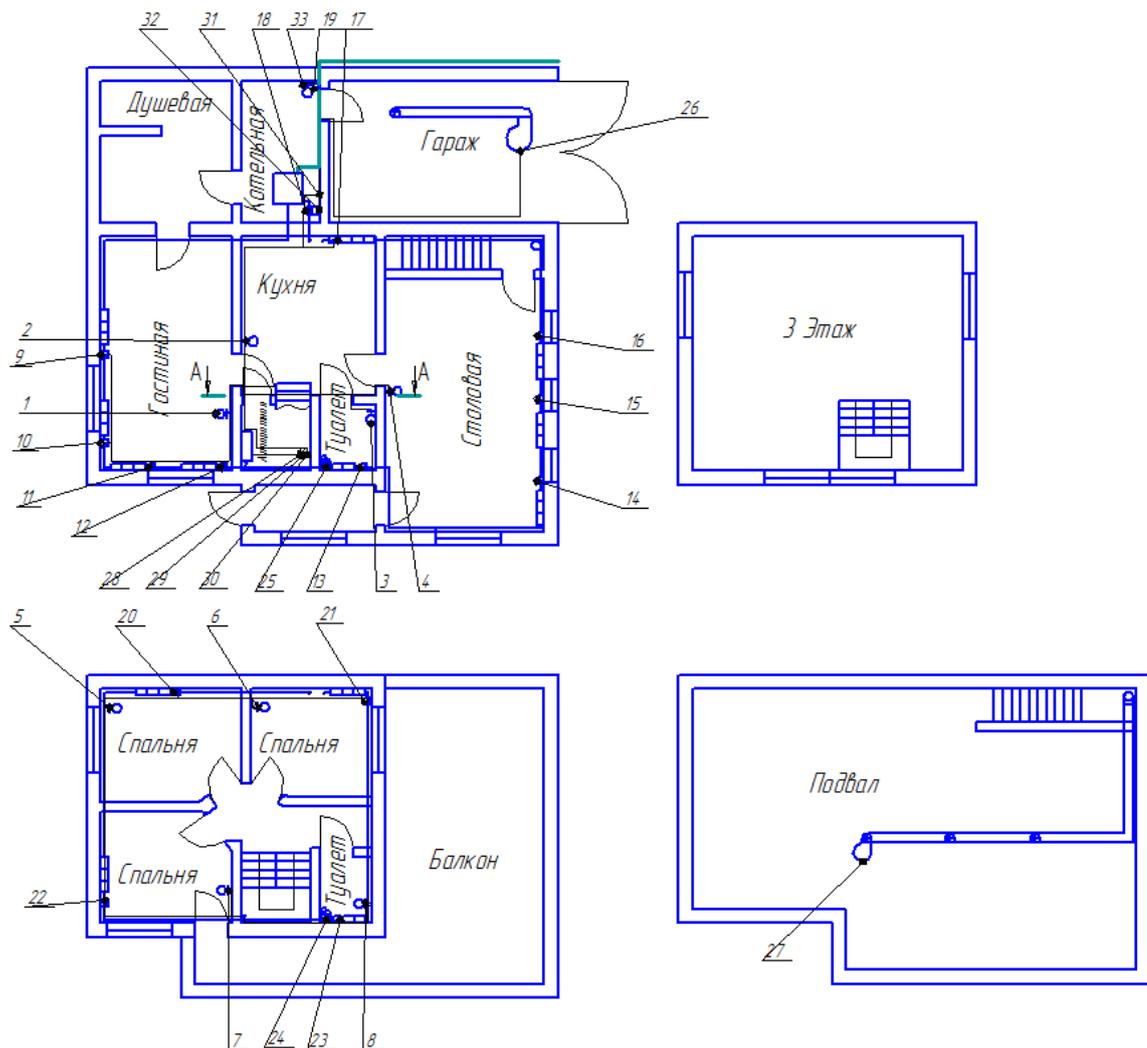


Рисунок 5.15 – Схема расположения оборудования

Таблица 5.12 – Обозначение и наименование оборудования

<i>№</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Помещение</i>	<i>№</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Помещение</i>
1	T1	Датчик температуры	Гостиная	21	K10	Клапан радиатора	Спальня
2	T2	Датчик температуры	Кухня	22	K11	Клапан радиатора	Спальня
3	T3	Датчик температуры	Туалет	23	K13	Клапан радиатора	Кухня
4	T4	Датчик температуры	Зал	24	V2	Вентилятор	Ванная
5	T5	Датчик температуры	Спальня	25	V1	Вентилятор	Туалет
6	T6	Датчик температуры	Спальня	26	V4	Вентилятор	Гараж
7	T7	Датчик температуры	Спальня	27	V3	Вентилятор	Подвал
8	T8	Датчик температуры	Ванная	28	B1	Пускатель	Аппаратная
9	K1	Клапан радиатора	Гостиная	29	B2	Пускатель	Аппаратная
10	K2	Клапан радиатора	Гостиная	30	B3	Пускатель	Аппаратная
11	K3	Клапан радиатора	Гостиная	31	B4	Пускатель	Аппаратная
12	K4	Клапан радиатора	Гостиная	32	B5	Пускатель	Аппаратная
13	K9	Клапан радиатора	Туалет	33	N1	Насос циркуляции	Котельная
14	K6	Клапан радиатора	Зал	34	G1	Датчик газа	Котельная
15	K7	Клапан радиатора	Зал				
16	K8	Клапан радиатора	Зал				
17	K5	Клапан радиатора	Кухня				
18	K14	Клапан системы отопления	Котельная				
19	K15	Клапан газоснабжения	Котельная				
20	K12	Клапан радиатора	Спальня				

## **5.4 Архитектура технических средств автоматизированной системы управления микроклиматом «Интеллектуальный загородный дом»**

Различают три варианта структур построения системы управления:

- децентрализованная,
- централизованная,
- централизованно-децентрализованная.

Построение системы с децентрализованной структурой эффективно при автоматизации технологически независимых по материальным, энергетическим, информационным и другим ресурсам объектов управления. Такая система представляет собой совокупность нескольких независимых систем со своей информационной и алгоритмической базами.

Централизованная структура осуществляет реализацию всех процессов управления объектами с помощью единого органа управления, который осуществляет сбор и обработку информации об управляемых объектах и на основе их анализа в соответствии с критериями системы вырабатывает управляющие сигналы. Появление этого класса структур связано с увеличением числа контролируемых, регулируемых и управляемых параметров и, как правило, с территориальной сосредоточенностью объектов управления.

Достоинствами централизованной структуры являются простая реализация процессов информационного взаимодействия, возможность оптимального управления системой в целом, достаточно легкая коррекция оперативно изменяемых входных параметров, возможность достижения максимальной эксплуатационной эффективности при минимальной избыточности технических средств управления.

Недостатки централизованной структуры следующие: необходимость высокой надежности и производительности технических средств управления для достижения приемлемого качества управления, высокая суммарная протяженность каналов связи при наличии территориальной сосредоточенности объектов управления.

Основной особенностью централизованно-децентрализованной структуры является сохранение принципа централизованного управления. Однако, некоторые функциональные устройства системы управления являются общими для всех

каналов системы и с помощью коммутаторов подключаются к индивидуальным устройствам канала, образуя замкнутый контур управления.

Достоинства такой структуры: снижение требований, к производительности и надежности каждого центра обработки и управления без ущерба для качества управления; снижение суммарной протяженности каналов связи.

Недостатки системы в следующем: усложнение информационных процессов в системе управления из-за необходимости обмена данными между центрами обработки и управления, а также корректировка хранимой информации; избыточность технических средств, предназначенных для обработки информации; сложность синхронизации процессов обмена информацией

После анализа достоинств и недостатков всех приведенных вариантов принимаем для реализации централизованно-децентрализованную архитектуру.

Выбор централизованно-децентрализованной архитектуры обусловлен необходимостью установки оборудования и средств съема информации на втором и третьем этажах и отказом от использования сетевого оборудования из-за высокой стоимости.

На рисунке 5.16 представлена архитектура системы микроклимата.

## Архитектура технических средств

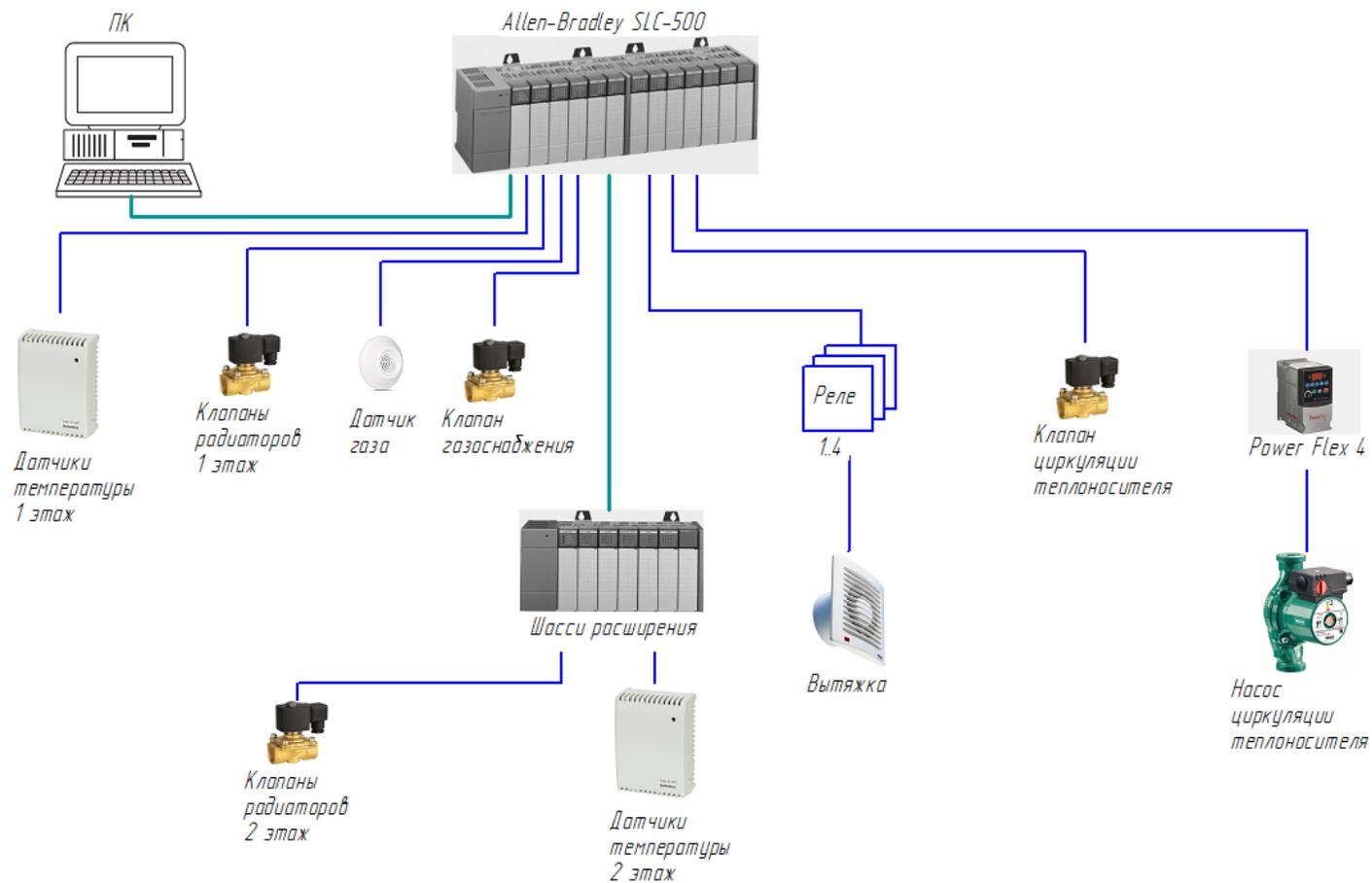


Рисунок 5.16 – Архитектура технических средств системы микроклимата

### **Вывод по разделу**

Подобран контроллер, отвечающий требованиям проектируемой системы, обладающий возможностями расширения при возникновении необходимости развития системы. Также осуществлен выбор устройств съема и исполнения на основе требований, предъявляемых системой микроклимата.

Для удобства подключения устройств выбрана централизованно-децентрализованная архитектура технических средств.

## 6 Разработка системы управления

### 6.1 Разработка спецификации входных и выходных сигналов

Для определения количества и типа входных и выходных модулей для контроллера необходимо составить спецификацию входных и выходных сигналов, определить какие сигналы являются аналоговыми, а какие дискретными.

Таблица 6.1 – Спецификация входных и выходных сигналов

Вход	Тип сигнала	Наименование сигнала	Идентиф.	Обознач.
I:4.0	AI	Температура в гостиной	Н.Т111	T1
I:4.1	AI	Температура на кухне	Н.Т112	T2
I:4.2	AI	Температура в туалете	Н.Т113	T3
I:4.3	AI	Температура в зале	Н.Т114	T4
I:5.0	AI	Температура в спальне	Н.Т115	T5
I:5.1	AI	Температура в спальне	Н.Т116	T6
I:5.2	AI	Температура в спальне	Н.Т117	T7
I:5.3	AI	Температура в ванной	Н.Т118	T8
I:6.0	AI	Температура на улице	Н.Т119	T9
I:7.0	DI	Датчик газа	Н.G111	G1
I:7.1	DI	Включение вентиляции в туалете	Н.S117	S7
I:7.2	DI	Включение вентиляции в подвале	Н.Z111	Z2
I:7.3	DI	Включение вентиляции в ванной	Н.Z112	Z3
I:8.12	DI	Включение вентиляции в гараже	Н.Z113	Z4
O:3.0	DO	Клапан радиатора в гостиной	Н.K111	K1
O:3.1	DO	Клапан радиатора в гостиной	Н.K112	K2
O:3.2	DO	Клапан радиатора в гостиной	Н.K113	K3
O:3.3	DO	Клапан радиатора в гостиной	Н.K114	K4
O:3.4	DO	Клапан радиатора на кухне	Н.K115	K5
O:3.5	DO	Клапан радиатора в зале	Н.K116	K6
O:3.6	DO	Клапан радиатора в зале	Н.K117	K7
O:3.7	DO	Клапан радиатора в зале	Н.K118	K8
O:3.8	DO	Клапан радиатора в туалете	Н.K119	K9
O:3.9	DO	Пускатель вентилятора подвала	Н.B114	B4
O:3.10	DO	Пускатель вентилятор гаража	Н.B115	B5
O:3.11	DO	Клапан газоснабжения	U.K125	K15
O:3.12	DO	Клапан системы отопления	Н.K124	K14
O:3.13	DO	Пускатель вентилятора туалета	Н.B112	B2
O:4.0	DO	Клапан радиатора в спальне	Н.K120	K10
O:4.1	DO	Клапан радиатора в спальне	Н.K121	K11
O:4.2	DO	Клапан радиатора в спальне	Н.K122	K12
O:4.3	DO	Клапан радиатора в ванной	Н.K123	K13
O:4.4	DO	Пускатель вентилятора ванной комнаты	Н.B113	B1

## 6.2 Разработка алгоритмов управления системой микроклимата

Алгоритмы работы систем, представленные в виде блок-схем, разрабатываются на основе предыдущих разделов с учетом технологического регламента.

Алгоритмы необходимы для наглядного понимания работы процесса отопления и вентиляции в здании.

### 6.2.1 Алгоритм перевода системы отопления в режимы «день» и «ночь»

Алгоритм начинается с определения режима по системному времени. В 20-00 осуществляется переход на режим «ночь». Текущая заданная температура сохраняется в переменной  $m$ . Заданная температура снижается на  $1^{\circ}\text{C}$ . В 8-00 заданная температура изменяется до значения переменной  $m$ .

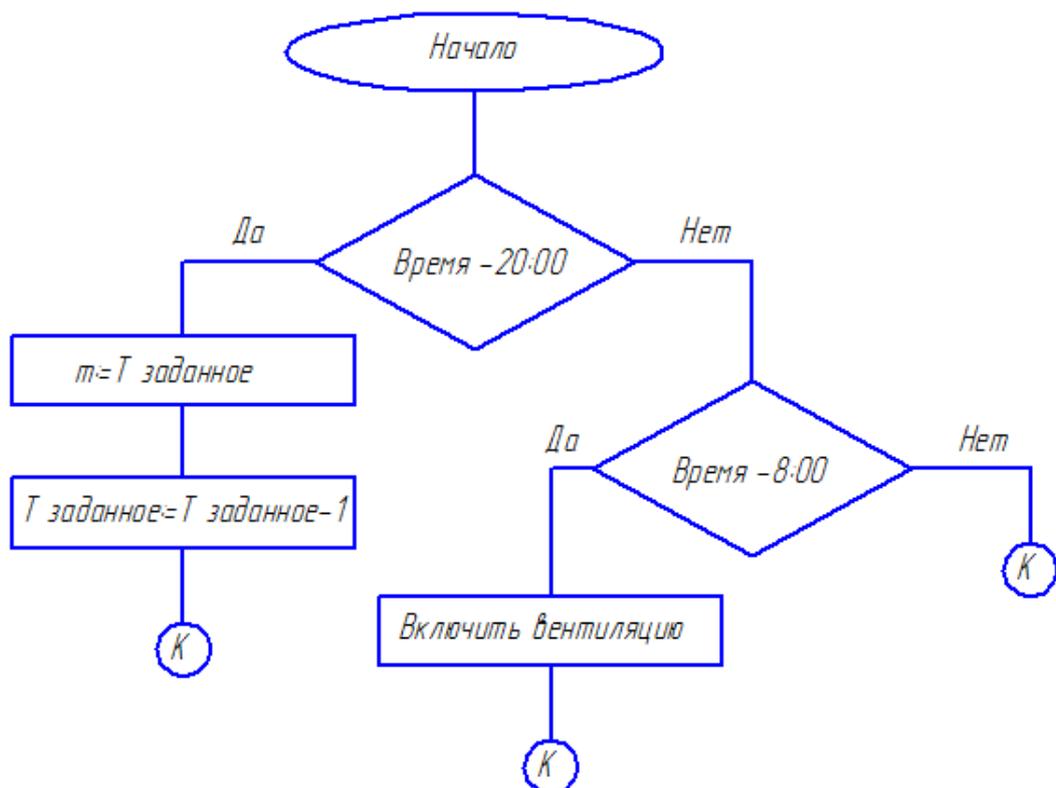


Рисунок 6.1 – Алгоритм переключения режимов «день» и «ночь»

## 6.2.2 Алгоритм управления температурой в комнате

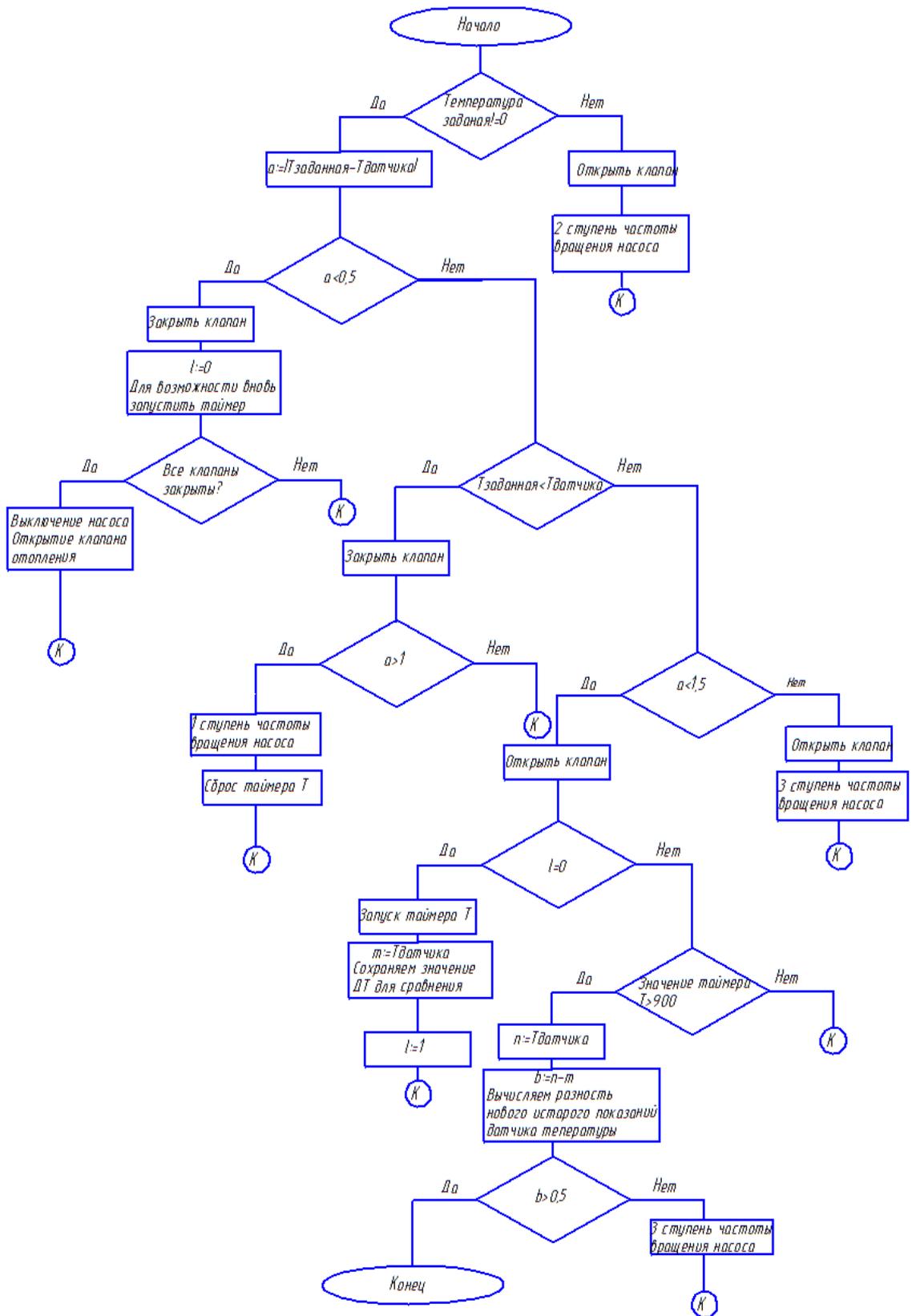


Рисунок 6.2 – Алгоритм управления температурой в комнате

В начале алгоритма идет проверка заданной температуры. Если она не задана, то клапан радиатора держится открытым, а для насоса циркуляции выбирается нормальный режим работы.

Иначе идет вычисление разницы температуры заданной и фактической. Далее выполняется сравнение с допустимым по регламенту расхождением  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Если разница меньше  $0,5^{\circ}\text{C}$ , то выполняются следующие действия:

- клапан радиатора перекрывается,
- переменной со значением 1 присваивается значение 0 для того чтобы обнулить предыдущие изменения в программе.

Затем идет проверка клапанов всех радиаторов для того, чтобы в случае, когда все они закрыты, выключить насос и перейти, таким образом, на режим естественной циркуляции.

В случае, когда разница температур превышает допустимый предел, идет определение условия «температура фактическая больше температуры заданной?». Если да, то клапан радиатора закрывается, и идет повторная проверка разницы для того, чтобы в случае, если она больше 1, переключить насос в режим медленной циркуляции.

Когда температура заданная больше температуры фактической идет определение, в каком режиме отапливать комнату. Если разница больше  $1,5^{\circ}\text{C}$ , то включается режим интенсивного отопления с переключением насоса в режим максимальной мощности.

Иначе открывается клапан, и идет проверка, запускался ли таймер, если нет, то переменной со значением 0 присваивается значение 1, сохраняется текущее значение датчика и запускается таймер.

При запущенном таймере проверяется его значение, если оно меньше 900, то продолжается дальнейшее выполнение программы, если больше 900 то идет сравнение текущего показания датчика с сохраненным для определения работоспособности системы. Если изменения произошли, продолжается дальнейшая работа в том же режиме, иначе система переходит в режим интенсивного нагрева с переключением насоса в режим максимальной мощности.

### 6.2.3 Алгоритм проверки системы отопления на работоспособность

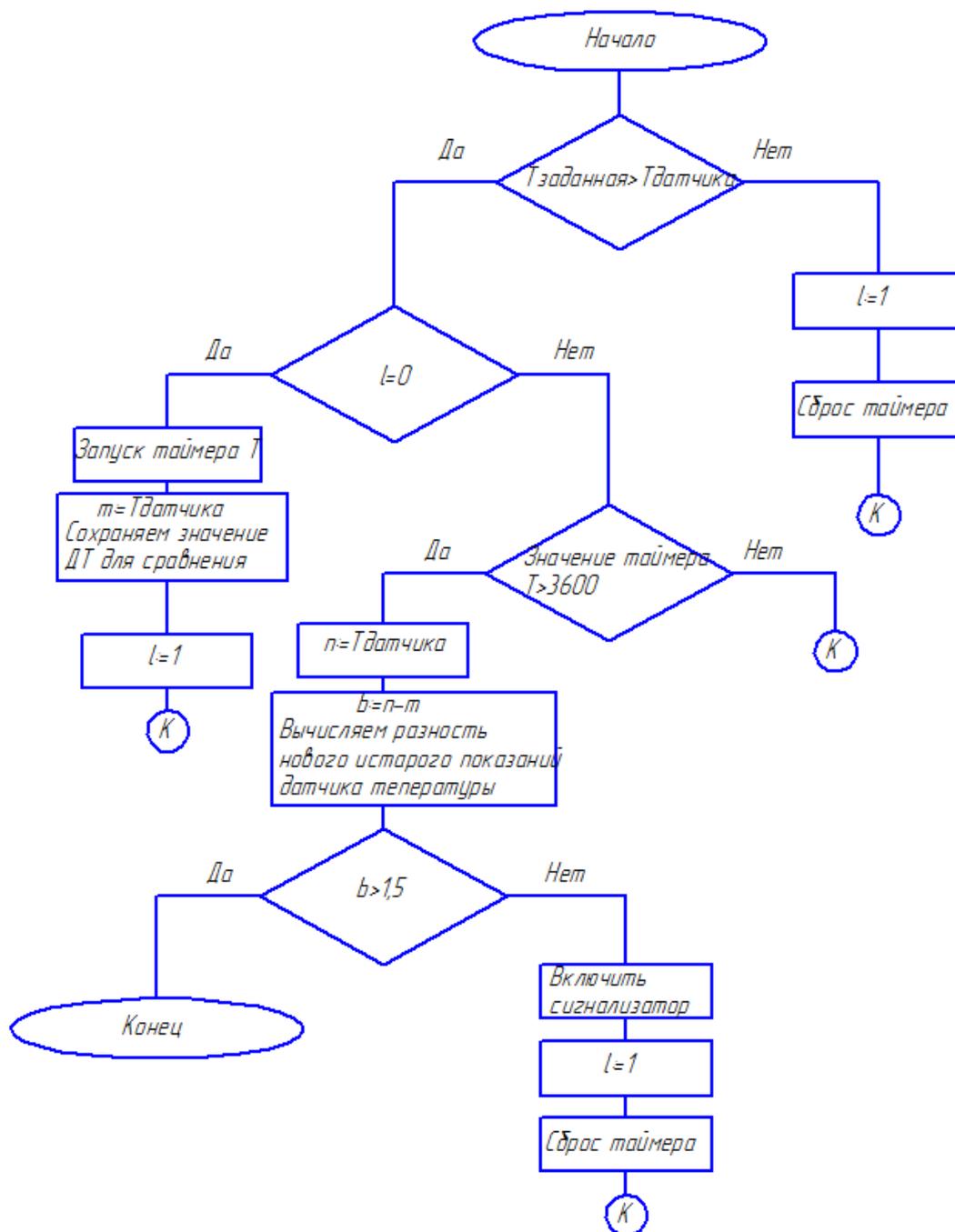


Рисунок 6.3 – Алгоритм проверки системы отопления на работоспособность

Проверка системы отопления заключается в определении её эффективности на заданном промежутке времени.

Алгоритм срабатывает в случае если температура заданная больше температуры фактической.

Далее идет запуск таймера и сохранение текущего значения датчика для последующего использования.

Проверяется значение таймера. В случае если оно больше 3600, идет проверка разницы температур датчика текущей и сохраненной. Если разница не достигает  $1,5^{\circ}\text{C}$ , то включается сигнализатор НМІ, и идут операции для возможности повторного запуска.

#### 6.2.4 Алгоритм работы вентиляции

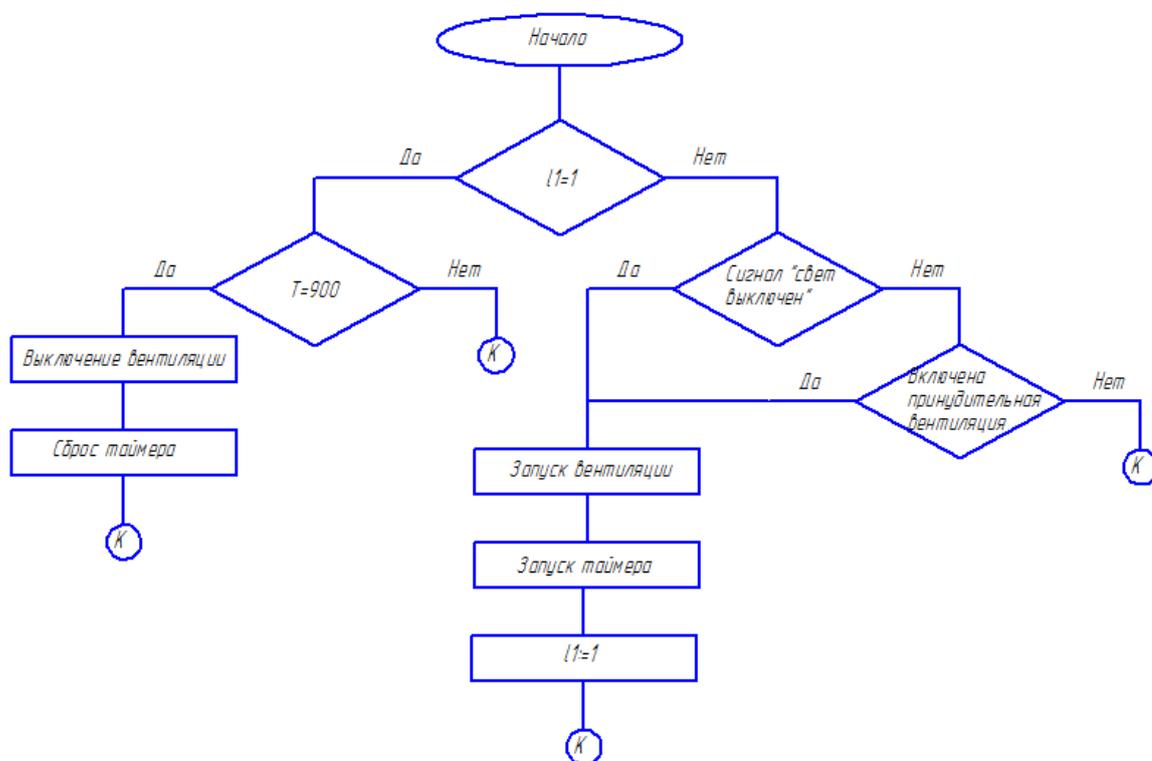


Рисунок 6.4 – Алгоритм работы вентиляции

Сначала идет проверка значения переменной L1, которая характеризует запущенный таймер. Если переменная равна 0, значит таймер не был запущен.

При  $L1=0$  идет проверка на сигнал «свет выключен», если сигнал поступил, то:

- запускается вентиляция,
- запускается таймер,

- переменной L1 присваивается 1.

Иначе проверяется, включена ли принудительная вентиляция, если да то происходит переход на:

- запуск вентиляции,
- запуск таймера,
- присвоение переменной L1 значения 1.

При L1=1 идет проверка состояния таймера. Если его значения 900, то:

- выключается вентиляция,
- происходит сброс таймера.

### **Вывод по разделу**

В данном разделе разработаны основные алгоритмы, которые предоставляют возможность четкого уяснения принципов работы системы микроклимата и могут быть использованы при непосредственном программировании контроллера.

## **7 Структура программного обеспечения**

Человеко-машинный интерфейс (HMI) представляет информацию о состоянии системы и происходящих в ней процессах в удобной для пользователя графической форме, а также позволяет производить управление технологическим процессом.

### **7.1 Структура пакета разработки**

Для реализации проекта «Интеллектуальный загородный дом» необходим пакет программ для контроллера Allen-Bradley SLC-500. Пакет разработан фирмой Rockwell Automation, Inc.

В пакет входят следующие программные средства:

- программные пакеты RSlinx. Это сервер связи, обеспечивающий связь между устройствами системы автоматизации и большим количеством приложений Rockwell Software;

- RSlogix 500. Это программный пакет логики для процессоров SLC 500;

- RSview 32. Это интегрированный человеко-машинный интерфейс для мониторинга и управления автоматизированными механизмами и процессами.

### **7.2 Разработка HMI пользователя автоматизированной системы управления «Интеллектуальный загородный дом»**

При разработке HMI оператора системы микроклимата необходимо учитывать, что должен обеспечиваться единообразный подход к решению однотипных задач управления и отображения информации, которые должны выполняться в соответствии с HMI всего комплекса.

Общее построение диагностического проекта

В основе построения проекта лежит использование видео форм, спроектированных заранее, со встроенными графическими элементами. Графические элементы опираются либо на внутренние переменные, либо на данные поступающие из контроллера. Изменять переменные можно в блоке Tagdatabase (рисунок 7.1).

В качестве навигационных графических элементов используются кнопки с запрограммированной реакцией.

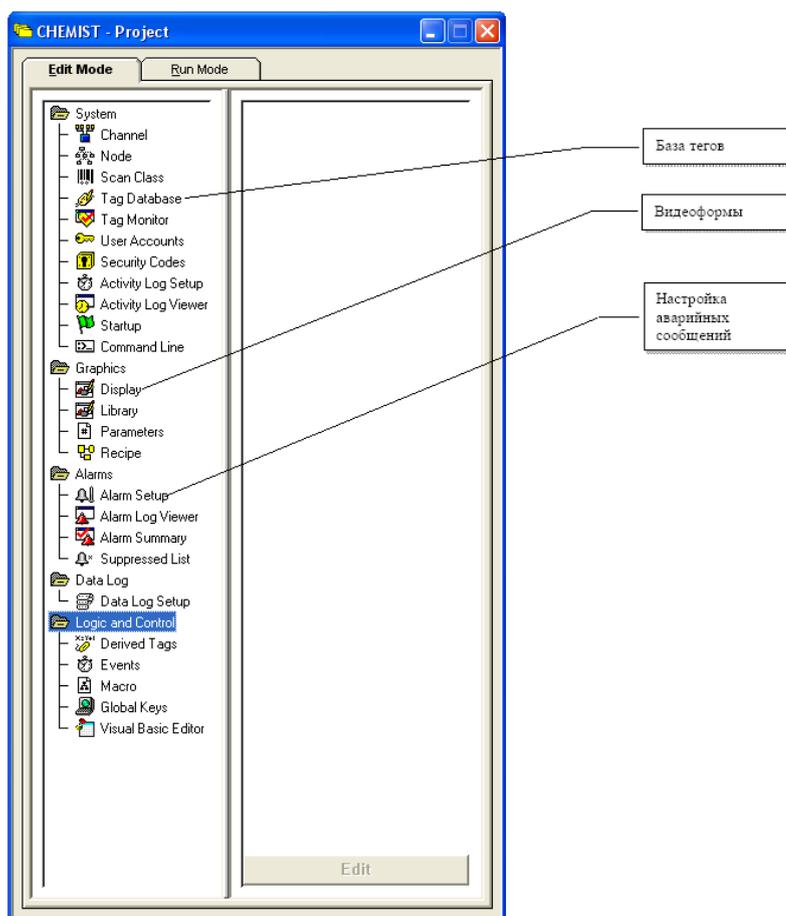


Рисунок 7.1 – Построение проекта

При разработке НМІ пользователя было предусмотрено простое и понятное визуальное представление технологических процессов систем.

НМІ пользователя был выполнен в виде наглядных схем систем управления. Визуальное представление технологической информации заключается в изменении цветов интерактивных элементов в зависимости от изменения состояния процесса.

Разработанная программа принадлежит к классу человеко-машинных интерфейсов. Она предназначена для мониторинга и управления системами автоматизации, входящих в состав разработки «Интеллектуальный загородный дом» (ИЗД). Программа выводит на экран всю необходимую информацию о состоянии систем в целом и каждой системы в частности.

Основная навигация осуществляется путём нажатия кнопок, находящихся на каждой экранной форме.

### 7.2.1 Визуализация окна «Главное меню АСУ ИЗД»

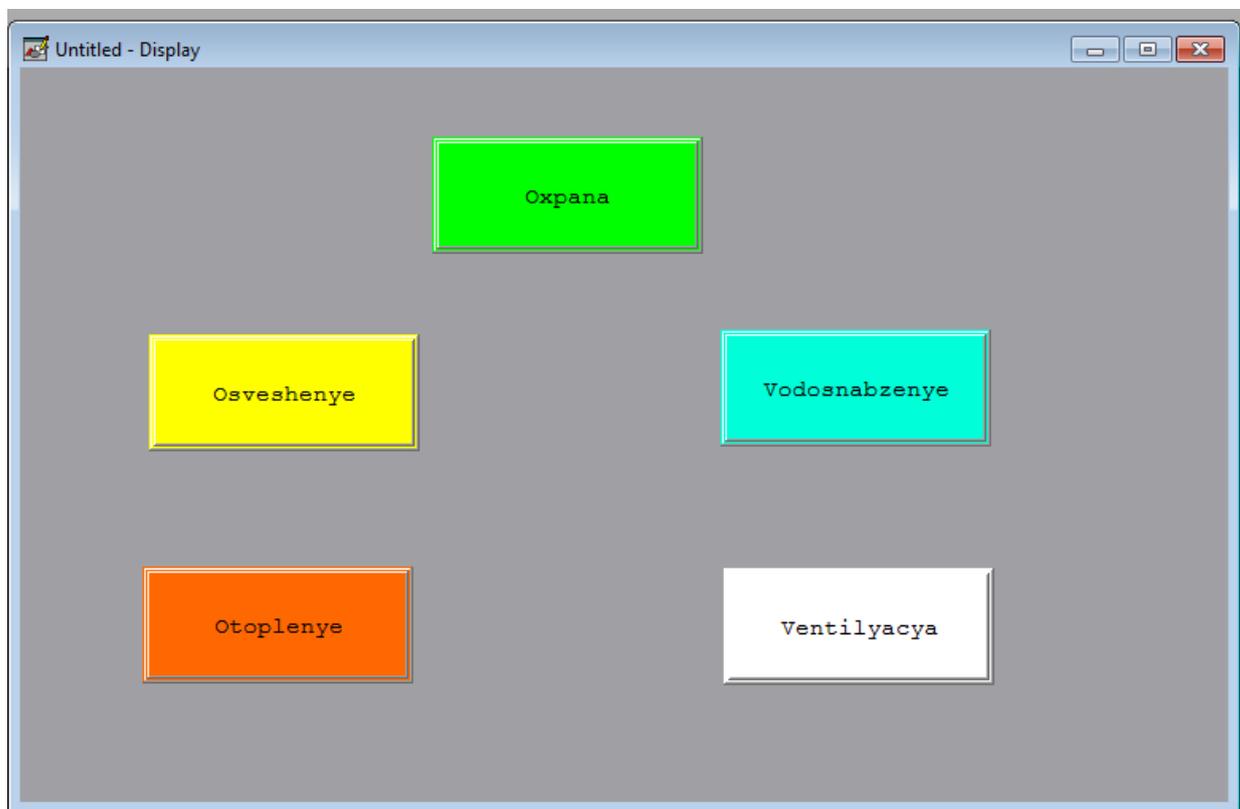


Рисунок 7.2– Главное меню АСУ ИЗД

В левой части экранной формы расположены кнопки перехода к системам отопления и освещения. Нажав на них, можно перейти в соответствующую систему.

В правой части расположены кнопки перехода к системам водоснабжения и вентиляции.

В центре экрана размещена кнопка перехода в систему охраны.

### 7.2.2 Визуализация окна «Система отопления»

С помощью этого экрана мы можем управлять отоплением всего дома, а точнее каждой комнатой отдельно.

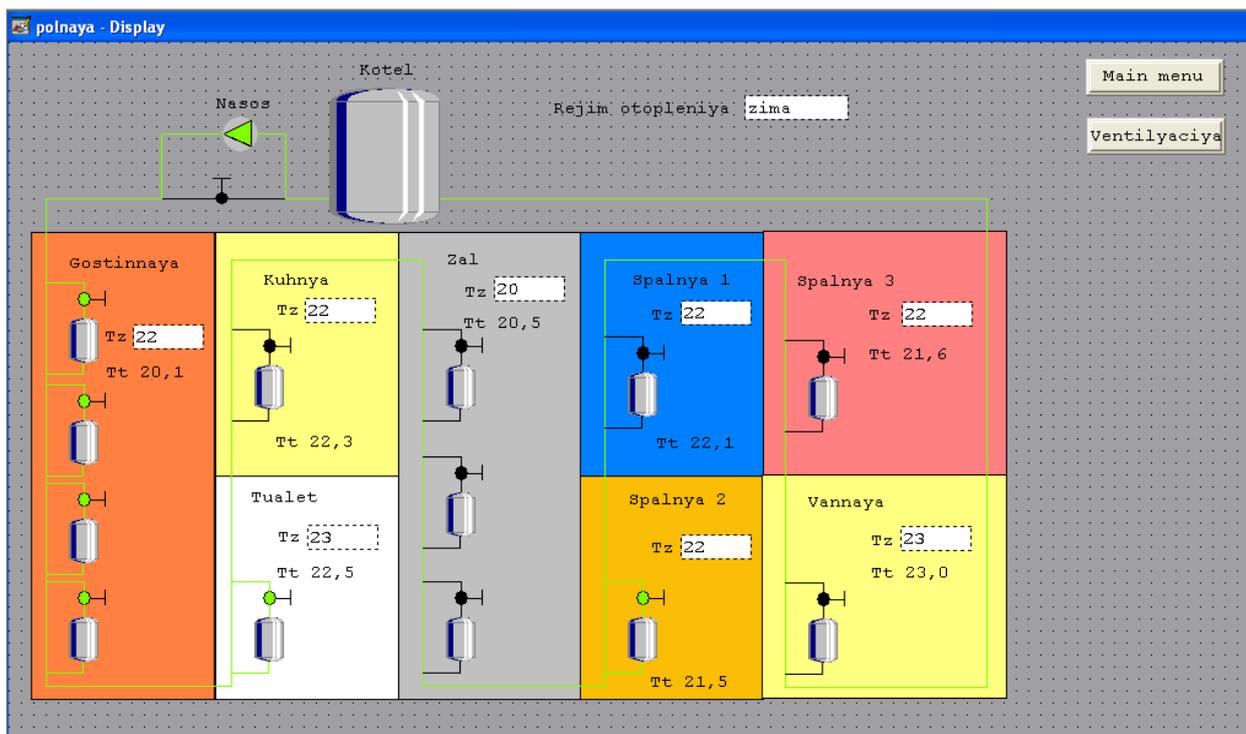


Рисунок 7.3 – Экран «Система отопления»

В нижней части экрана расположен блок комнат. Он разделен на прямоугольники различного цвета, каждый из которых обозначает свою комнату, показывает, сколько батарейных блоков в ней расположено, открыт или закрыт в данный момент клапан радиатора, а также температуру в комнате – текущую и заданную.

В верхней части каждой комнаты размещено её название. Чуть ниже изображено поле, с помощью которого можно менять заданную температуру в каждой отдельной комнате. Ниже поля заданной температуры показывается текущая температура комнаты. В левой части прямоугольника комнаты расположены блоки радиаторов, над каждым из них есть клапан, который отображается зеленым цветом, если он открыт, или черным, если он закрыт.

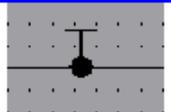
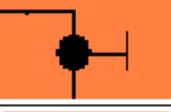
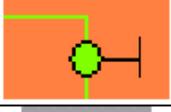
В верхней части экрана расположен котел отопления, от которого идет разветвление на насос отопления или на клапан системы отопления, обеспечивающий естественную циркуляцию воды, который может изображаться двумя цветами: зеленый – открыт, черный – закрыт.

Цветовые обозначения состояния оборудования показаны в таблице 7.1.

Также вверху по центру экрана находится поле «Режим отопления», с помощью которого можно задавать температурный режим работы системы отопления.

Вверху с правой стороны расположены 2 кнопки. Первая кнопка отвечает за переход в главное меню, вторая за переход на экран системы вентиляции.

Таблица 7.1 – Цветовые обозначения состояния оборудования

<i>Обозначение</i>	<i>Цвет</i>	<i>Оборудование</i>	<i>Режим работы</i>
	<i>Черный</i>	<i>Клапан циркуляции теплоносителя</i>	<i>Перекрыт</i>
	<i>Зеленый</i>	<i>Клапан циркуляции теплоносителя</i>	<i>Открыт</i>
	<i>Черный</i>	<i>Клапан радиатора</i>	<i>Перекрыт</i>
	<i>Зеленый</i>	<i>Клапан радиатора</i>	<i>Открыт</i>
	<i>Черный</i>	<i>Насос циркуляции теплоносителя</i>	<i>Не работает</i>

### 7.2.3 Визуализация окна «Система вентиляции»

С помощью этой экранной формы (рисунок 7.4) осуществляется управление вентиляцией в определенных помещениях.

В центре экрана расположен блок, разделенный на прямоугольники, которые обозначают различные помещения.

В верхней части каждого прямоугольника показано название помещения. Ниже расположено поле таймера выключения, в котором можно задать значение времени в минутах, по истечении которого вытяжной вентилятор выключается.

Ниже поля задания времени размещены кнопки принудительного отключения и включения вентиляции в помещениях.

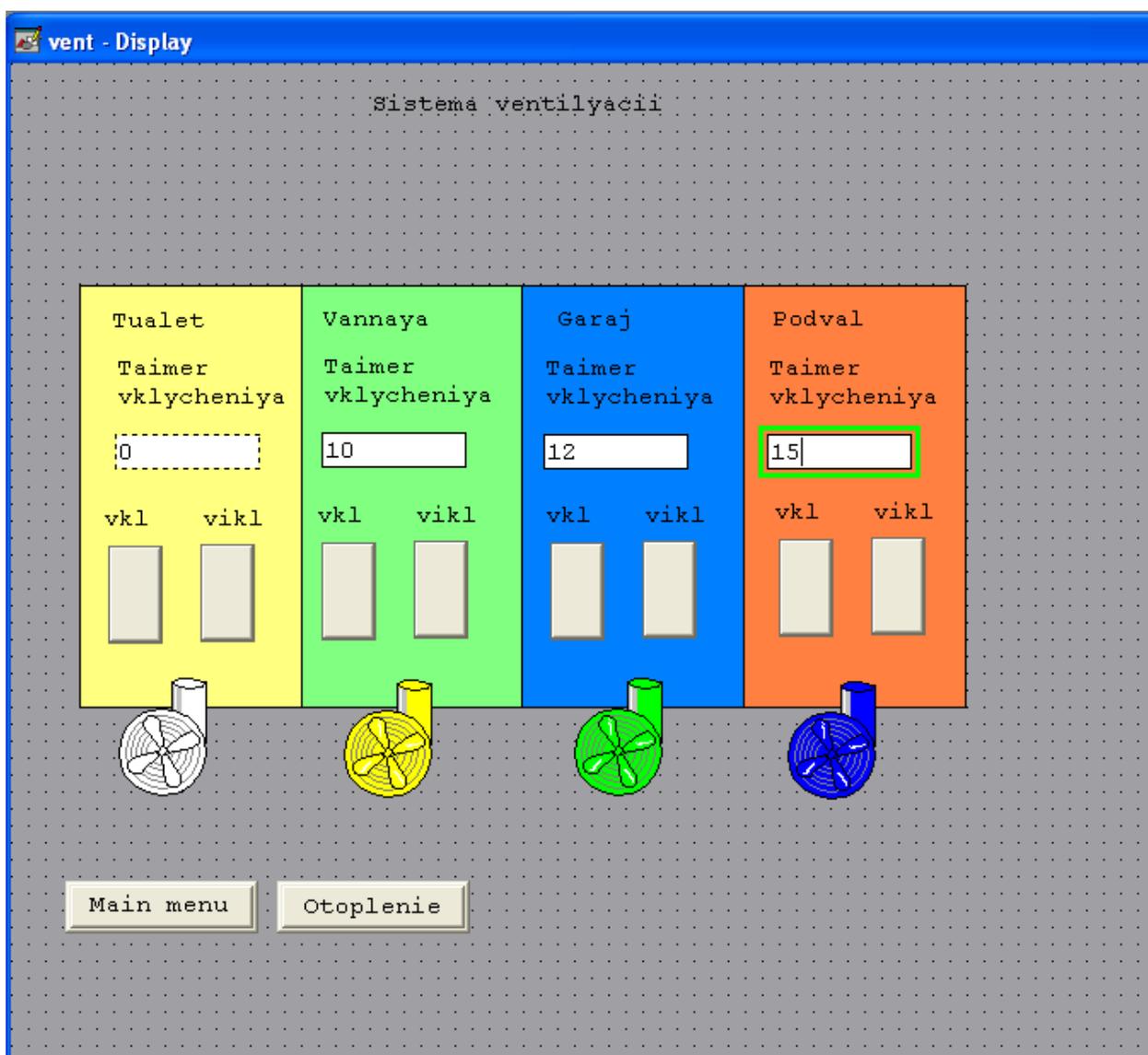


Рисунок 7.4 – Экран «Система вентиляции»

Внизу изображенных прямоугольников помещений располагаются анимированные рисунки вентиляторов, которые имеют два состояния: когда они вращаются – вентилятор включен, если они остановлены – вентилятор выключен.

В левом нижнем углу отражены кнопка перехода в главное меню и кнопка перехода в экран «Система отопления».

### **Вывод по разделу**

В данном разделе выбран пакет программ для разработки НМІ оператора, осуществлена разработка НМІ оператора. В основе построения проекта лежит использование видео форм, спроектированных заранее, со встроенными

графическими элементами. Графические элементы опираются либо на внутренние переменные, либо на данные, передаваемые контроллером. В качестве навигационных графических элементов используются кнопки с запрограммированной реакцией.

## **Заключение**

Общая структура объекта представляет собой жилой загородный дом, в котором взаимодействуют разные системы жизнеобеспечения, которые являются комплексом, состоящим из подсистем, обеспечивающих реагирование на большой круг задач и управление различным исполнительным оборудованием. Автоматизированная система управления (АСУ) позволяет реализовать взаимодействие подсистем.

В бакалаврской работе разработана общая концепция работы системы отопления, которую возможно развивать при дальнейшей проработке и углублении подсистем. Проработаны все технические нюансы системы микроклимата на основе базовой технологии. Определены все параметры, влияющие на систему, а также временные промежутки на исполнение.

Подобран контроллер, отвечающий требованиям проектируемой системы, обладающий возможностями расширения при возникновении необходимости развития системы. Осуществлен выбор устройств съема и исполнения на основе требований, предъявляемых системой микроклимата. Для удобства подключения устройств выбрана централизованно-децентрализованная архитектура технических средств.

Разработаны основные алгоритмы, которые могут быть использованы при непосредственном программировании контроллера.

Выбран пакет программ для разработки HMI оператора, осуществлена разработка интерфейса оператора.

Цели бакалаврской работы достигнуты, задачи выполнены.

## Список используемой литература

1. Arun Cyril Jose and Reza Malekian. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)
2. Automation and Control Systems. [www.abprocess.com](http://www.abprocess.com)
3. Encyclopedia of Life Support Systems. [www.eolss.net](http://www.eolss.net)
4. Smart Home Automation [www.smartcr.org](http://www.smartcr.org)
5. Smart Home. [ru.scribd.com](http://ru.scribd.com)
6. Акустические системы, системы освещения, конференц-системы и системы оповещения [Электронный ресурс] [2008].- Режим доступа :<http://www.iberi.ru/?trid=693>.
7. Амблер, Т. Основы информационных и телекоммуникационных технологий. Часть 5. Системы управления базами данных. Учебное пособие / Т. Амблер. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 112 с.
8. Антамошин, А.Н. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А.Н. Антамошин, О.В. Близнова, А.В. Бобов и др. - М.: ГЛТ, 2016. - 160 с.
9. Анхимюк В.Л., Олейко О.Ф., Михеев Н.Н. «Теория автоматического управления». – М.: Дизайн ПРО, 2006.
10. Архипов, В. Системы для «умного» здания / В. Архипов .- М. : "СтройМаркет", 2006.- № 45.- 170-182с.
11. Бесекерский В.А., Попов Е.П. «Теория систем автоматического управления. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2008.
12. Брагинска, Л.С. Государственный долг: анализ системы управления и оценка ее эффективности / Л.С. Брагинска. - М.: Университетская книга, 2007. - 128 с.
13. Ботуз, С. Интеллектуальные интерактивные системы и технологии управления удаленным доступом: Учебное пособие / С. Ботуз. - М.: Солон-пресс, 2014. - 340 с.
14. Вальков, В.Б. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В.Б. Вальков. - Л.: Политехника, 2007. - 269 с.

15. Ворона, В.А. Системы контроля и управления доступом / В.А. Ворона, В.А. Тихонов. - М.: ГЛТ, 2011. - 272 с.
16. Ворона, В.А. Системы контроля и управления доступом / В.А. Ворона. - М.: ГЛТ, 2011. - 272 с.
17. Гульков, Г.И. Системы автоматизированного управления электроприводами / Г.И. Гульков. - Минск: Новое знание, 2007. - 394 с.
18. Жимерин Д. Г., Мясников В. А., Автоматизированные и автоматические системы управления, М., 2009
19. Каганов, В.И. Радиоэлектронные системы автоматического управления. Компьютеризированный курс / В.И. Каганов. - М.: РиС, 2015. - 432 с.
20. Каганов, В.И. Радиоэлектронные системы автоматического управления. Компьютеризированный курс / В.И. Каганов, В.К. Битюков. - М.: ГЛТ, 2009. - 432 с.
21. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы / Д.П. Ким. - М.: Физматлит, 2010. - 312 с.
22. Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. Реструктуризация предприятий и компаний.-М.: Высшая школа, 2010.
23. Малафеев, С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления: Учебник для студентов высших учебных заведений / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. - М.: ИЦ Академия, 2010. - 384 с.
24. Суэмацу, Е. Микрокомпьютерные системы управления. Первое знакомство / Е. Суэмацу. - М.: Додэка XXI, 2008. - 256 с.
25. Умный дом [Электронный ресурс] [2008] .- Режим доступа: <http://www.iqhome.perm.ru/info.htm>.
26. Управление умным домом через интернет [Электронный ресурс] [2006].- Режим доступа: <http://smarthouse.rostov.ru>.