

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Автоматизации и управления

6В07103 – Автоматизация и роботизация

Акшараев Диас Даньярович

Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6В07103 – Автоматизация и роботизация

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Автоматизации и управления



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в
помещениях»

6В07103 – Автоматизация и роботизация

Выполнил

Акшараев Д.Д.

Рецензент

Научный руководитель

PhD

(подпись)

«06» 06 2025 г.

Кулакова Е.А.

(подпись)

«06» 06 2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Автоматизация и управления

6B07103 – Автоматизация и роботизация



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой АиУ
каф. тех. наук

Сарсенбаев Н.С.

26 2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Акшараев Д.Д.

Тема: «Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях».

Утвержден приказом Р. Ускенбаевой № 26-П/О от «29» января 2025 г.

Срок сдачи законченной работы: « » _____ 2025 г.

Исходные данные к проекту: Пожелание от заказчика, габариты помещения и наличие контроллера.

Перечень подлежащих к разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) описание технологической части;*
- б) разработка структурной схемы системы автоматического управления;*
- в) разработка функциональной схемы автоматизации системы управления процессом;*
- г) расчетная часть;*
- д) разработка программы управления.*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной системы.

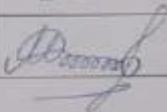
Рекомендуемая основная литература:

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Технологический раздел Описание процессов приточно-вытяжной системы	13.02.2025 г.	
Технологический раздел Разработка структурной схемы системы автоматического управления	06.03.2025 г.	
Технологический раздел Разработка функциональной схемы автоматизации системы управления процессом	28.03.2025 г.	
Расчетный раздел Анализ и синтез систем автоматического регулирования	14.04.2025 г.	
Расчетный раздел Разработка программы управления	25.05.2025	

Подпись

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технологический раздел	Кулакова Е.А. PhD	18.03.25	
Расчетный раздел	Кулакова Е.А. PhD	25.05.25	
Нормоконтролер	К. А. Манатов магистр техн. наук		

Научный руководитель



Кулакова Е.А.

подпись

Задание принял к исполнению обучающийся



Акhtаршев Д.Д.

подпись

Дата

« ___ » _____ 2025 г.

АНДАТПА

Осы диплом жұмысы ғимараттағы температураны автоматты басқару жүйесінің мүмкіндіктерін зерттейді. Жүйеге қойылатын талаптар мен ерекшеліктер талданады. Сондай-ақ, ғимарат ішіндегі температураға әсер ететін түрлі факторлар қарастырылады.

Желдету жүйесінің кіріс және шығыс желдеткіштері OwenLogic және ONI сияқты бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы автоматтандырылды, бұл жүйенің параметрлерін баптауға, жұмыс кестесін орнатуға, сондай-ақ қашықтан мониторинг пен басқаруға мүмкіндік береді. Жүйе сыртқы жағдайлардың өзгеруіне автоматты түрде жауап бере алады және ғимараттағы оңтайлы микроклиматты сақтау үшін желдетудің қарқынын реттейді.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе проводится исследование возможностей автоматизированной системы управления температурой в помещении. В работе анализируются требования и спецификации, необходимые для такой системы. Также обсуждаются различные факторы, оказывающие влияние на температуру внутри помещений.

Автоматизировали приточно-вытяжную вентиляционную установку с помощью программного обеспечения, такого как OwenLogic и ONI, который позволяет настраивать параметры работы вентиляционной системы, устанавливать графики работы, а также осуществлять мониторинг и управление удаленно. Система может автоматически реагировать на изменения внешних условий и регулировать интенсивность вентиляции для поддержания оптимального микроклимата в помещении.

ABSTRACT

This thesis explores the capabilities of an automated indoor temperature control system. The study analyzes the requirements and specifications necessary for such a system. Various factors influencing indoor temperature are also discussed.

A supply and exhaust ventilation system was automated using software such as OwenLogic and ONI, which enables configuration of ventilation parameters, scheduling of system operation, as well as remote monitoring and control. The system can automatically respond to changes in external conditions and adjust ventilation intensity to maintain an optimal indoor microclimate.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Теоретическая часть	8
1.1 Системы вентиляции	8
1.2 Элементы приточно-вытяжного вентилятора	11
2 Технологическая часть	13
2.1 Определение точек контроля	13
2.2 Описание системы управления	13
2.3 Создание функциональной схемы вентиляционной системы	15
2.4 Выбор комплекса технических средств для системы вентиляционной автоматики.	15
3 Расчетная и программная часть	20
3.1 Вывод уравнений состояния и передаточной функции системы	20
3.2 Имитационное моделирование работы системы в среде MATLAB/Simulink	20
3.3 Анализ устойчивости системы	23
3.4 Выбор регулятора на основе методов ZN1, CHR	23
3.5 Создание алгоритма управления температурой и программное обеспечение	28
3.6 Разработка системы управления HMI панели.	31
3.7 MasterOPC и SimpleSCADA	32
3.8 Строение шкафа автоматизации и используемых в нем компонентов	34
Заключение	35
Список литературы	36
Приложение А	37
Приложение Б	38

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: Целью настоящей работы является разработка автоматизированной системы управления климатом в помещениях.

Актуальность работы: на сегодняшний день крайне важно обеспечить комфортный и эффективный контроль температуры в помещении. Поддержание оптимальной температуры способствует созданию удобной среды для работы и отдыха. Если температура выходит за пределы нормы, это вызывает дискомфорт, снижает производительность и увеличивает расход энергии.

Такая система должна быть адаптирована к изменяющимся условиям. Она учитывает предпочтения пользователей и обеспечивает комфорт. В этом случае система должна работать с максимальной энергоэффективностью.

Разработка системы автоматического контроля температуры в помещении является важной задачей современной технологии. Эта система может самостоятельно поддерживать оптимальную температуру. Она учитывает внешнюю температуру, уровень влажности, количество людей в помещении и предпочтения пользователей. На основе этих данных система управляет отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха.

Разработка такой системы может улучшить качество жизни, обеспечивая комфорт и снижая энергозатраты.

Задачи, поставленные в работе: разработать функциональную схему автоматизации, провести расчеты САР, прописать логику ПЛК для системы и HMI панели, подключить систему SCADA.

1 Теоретическая часть

1.1 Системы вентиляции

Системы вентиляции состоят из различных устройств и механизмов, которые создают комфортные и здоровые условия в жилых и производственных помещениях, а также в объектах промышленного и индивидуального назначения. Эти системы поддерживают оптимальные санитарно-гигиенические условия, регулируя температуру, влажность, скорость и чистоту воздуха. Это оказывает положительное влияние на здоровье людей и соответствует санитарным нормам.

Вентиляция обеспечивает контролируемый воздухообмен. В отличие от кондиционера, который улучшает качество воздуха путем его обработки, вентиляция обновляет воздух, заменяя его внутри помещения.

Состав, температура и влажность воздуха в помещении могут изменяться под воздействием различных факторов. К ним относятся изменения параметров внешнего воздуха, выделение тепла, влаги, пыли и вредных газов от людей и оборудования. Эти изменения могут создавать неблагоприятные условия для здоровья людей и нормального функционирования технологических процессов. Чтобы избежать ухудшения качества воздуха, необходимо обеспечить его постоянный обмен.

1.1.1 Классификация систем вентиляции

Системы вентиляции играют важную роль в поддержании комфортных и здоровых условий в жилых и рабочих помещениях. Они регулируют такие параметры воздуха, как температура, влажность, скорость движения и концентрация вредных веществ.

Эти системы создают комфортную среду в различных помещениях. Системы вентиляции можно классифицировать по различным признакам.

Системы вентиляции можно классифицировать по нескольким основным признакам:

- по назначению;
- по области применения;
- по принципу действия.

Каждый тип вентиляционной системы имеет свои особенности и применяется в зависимости от конкретных требований к микроклимату и условиям эксплуатации.

Схема классификации представлена ниже на рисунке 1.1:

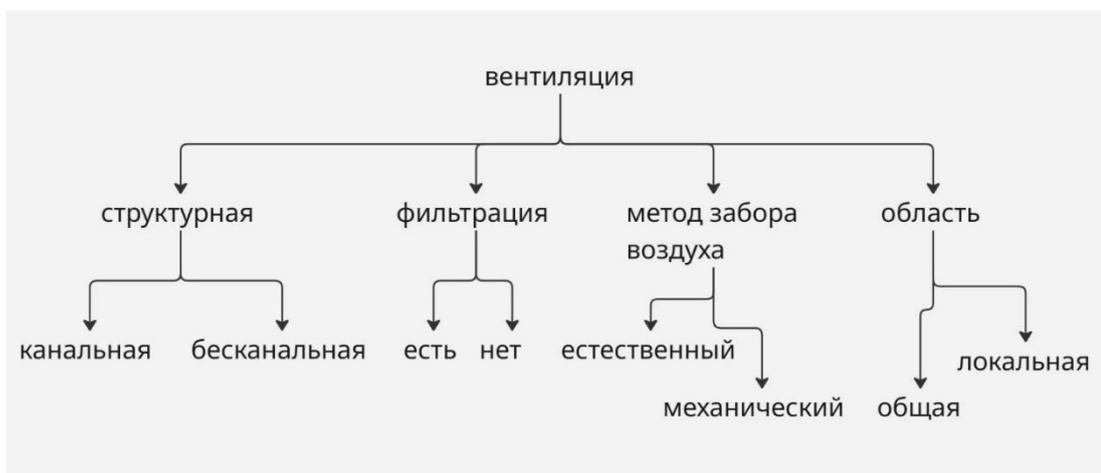


Рисунок 1.1 – Классификация систем вентиляции

1.1.2 Естественная вентиляция

В системах естественной вентиляции воздух движется под воздействием нескольких факторов. Во-первых, это разница температур между внутренним и внешним воздухом. Во-вторых, это разница давления воздушного столба между вытяжным и крышей здания. В-третьих, важную роль играет давление ветра.

Эти системы не требуют сложного оборудования и не потребляют электроэнергию. Однако их эффективность зависит от таких изменяющихся условий, как температура воздуха и скорость ветра, что снижает их надежность.

1.1.3 Механическая вентиляция

Механическая вентиляция включает использование различных устройств, таких как вентиляторы, частотные регуляторы, электрические двигатели, обогреватели воздуха, пылеуловители и автоматические системы. Эти устройства позволяют эффективно перемещать воздух на большие расстояния.

Системы механической вентиляции могут подавать и удалять воздух из помещений, независимо от внешних условий. Однако их работа требует значительных затрат электроэнергии.

Существует три основных типа вентиляционных систем: приточная, вытяжная и приточно-вытяжная. Выбор типа системы зависит от назначения и объема помещения, а также от наличия источников загрязнения и числа людей в помещении.

1.1.4 Местная/локальная вентиляция

Системы местной вентиляции работают в определенных помещениях. Местные вытяжные системы очень эффективны. Они предотвращают распространение вредных веществ по всему помещению, удаляя их прямо у источника. Высокая концентрация вредных веществ в воздухе оказывает

значительное санитарно-гигиеническое воздействие при удалении небольшого объема воздуха.

Местная вентиляция обеспечивает подачу свежего воздуха в определенные зоны. Она удаляет вредные вещества прямо там, где они возникают или выделяются.

Часто для вентиляции помещений используются интегрированные системы. Эти системы включают общую вентиляцию и местные вытяжные системы.

1.1.5 Система вентиляции с вытяжным вентилятором

Система вытяжной вентиляции предназначена для удаления воздуха из помещения и состоит из различных компонентов: вентилятора, шумоглушителей, воздушного клапана и наружной решетки. Основная функция вентилятора — перемещение воздуха, однако он может создавать нежелательный шум, который нужно уменьшать с помощью шумоглушителей, установленных как перед, так и после вентилятора. Шумоглушитель, установленный перед вентилятором, снижает шум в трубе перед ним, а шумо-подавитель после вентилятора снижает шум самого вентилятора и следующей части трубы.

Эффективным выбором является комбинированная система вентиляции, в которой воздух подается через вентиляцию, а отработанный воздух удаляется с помощью системы вытяжки, что обеспечивает одновременную работу обеих систем. Ниже в таблице 1.1 представлены преимущества и недостатки систем:

Таблица 1.1 – Преимущества и недостатки систем вентиляции

Типы вентиляции	Преимущества	Недостатки
Естественная вентиляция	Не требует затрат на электроэнергию и оборудование. Не требует сложных механических устройств. Экологически чистая.	Зависит от погодных условий и времени года. Невозможно регулировать объем и направление воздушного потока.
Искусственная (механическая) вентиляция	Позволяет точно регулировать параметры вентиляции (объем, температура, влажность). Работает при любых погодных условиях. Обеспечивает стабильный и равномерный воздухообмен.	Требует затрат электроэнергии и технического обслуживания.

1.2 Элементы приточно-вытяжного вентилятора

1.2.1 заслонки

Заслонки предотвращают попадание внешнего воздуха в помещение, когда система вытяжки отключена. Заслонки особенно необходимы зимой, чтобы предотвратить неконтролируемое попадание холодного воздуха или даже снега в трубы. Заслонки вытяжной системы управляются автоматическим электрическим приводом.

1.2.2 Обогреватель воздуха (калорифер)

Обогреватель воздуха — это основной элемент вентиляционной системы, отвечающий за перенос тепла через взаимодействие потока воздуха с нагревательными элементами.

Принцип работы калорифера основан на законе термодинамики: тепловая энергия всегда переходит от области с высокой температурой к области с низкой температурой. Оборудование этого типа используется как часть моноблочных вентиляционных систем, так и в виде отдельных модулей.

В зависимости от используемого источника тепла, обогреватели бывают нескольких типов: водяные или электрические. В первом случае горячая вода, проходя через пластины или трубы, нагревает воздух, во втором — электрические элементы.

После включения обогревателя вентилятор начинает циркулировать горячий воздух по помещению.

Электрические обогреватели (представлен на рисунке 1.2) считаются наиболее эффективными, но поскольку они потребляют много электроэнергии, их не следует использовать для обогрева больших помещений. В таких случаях предпочтение отдается более экономичному решению — водяным обогревателям.

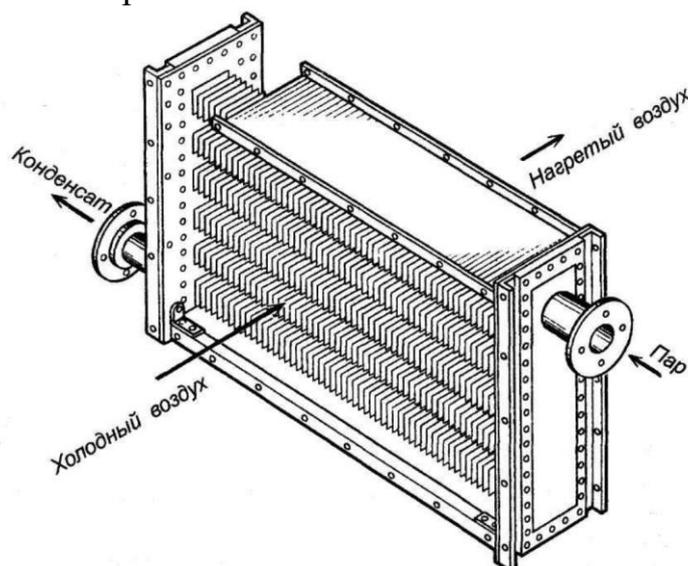


Рисунок 1.2 – принцип работы калорифера

1.2.3 Канальный вентилятор

Вентиляторы являются основными элементами вентиляционной системы любого помещения. Они обеспечивают движение воздуха, способствуя его обновлению и поддержанию комфортного микроклимата. Вентиляторы используются для удаления загрязненного воздуха и обеспечения помещения свежим воздухом.

Канальные системы вентиляции бывают двух типов:

- a) **Радиальные** (центробежные) вентиляторы отличаются высокой мощностью и способностью создавать значительное давление воздуха. Принцип их работы основан на центробежной силе, которая позволяет эффективно удалять загрязнённый воздух или подавать свежий. Такие устройства часто используются на предприятиях или в системах вытяжной вентиляции, где требуется надёжная работа и большой запас производительности.
- b) **Диаметральные** (тангенциальные) вентиляторы встречаются реже, но играют важную роль в системах, где требуется направленный поток воздуха с равномерным распределением. Они имеют вытянутую форму рабочего колеса, что делает их подходящими для компактной техники, такой как обогреватели, кондиционеры или бытовые вентиляторы. Их преимущества — компактность, тихая работа и возможность установки в ограниченном пространстве.

В нашем проекте будут использоваться Радиальные системы, так как они более доступны, надёжны и просты в эксплуатации.

2 Технологическая часть

2.1 Определение точек контроля

Для разработки системы автоматизации регулирования температуры воздуха с адаптацией к изменяющимся условиям окружающей среды необходимо, чтобы она обладала следующими функциями:

- дистанционное управление вентиляционной системой;
- сбор и обработка данных с температурных датчиков;
- внедрение системы мониторинга контролируемых параметров;
- реализация систем оповещения и аварийного реагирования.

В ходе анализа работы вентиляционной системы были определены следующие точки контроля:

- температура воздуха в помещении (°С), допустимый диапазон 10–30 °С;
- температура наружного воздуха (°С), используется для расчета режимов работы;
- состояние фильтров и вентиляторов (износ, засоренность), для оценки технического состояния оборудования.

Точки управления включают следующие параметры:

- интенсивность работы вентиляторов (0–100% мощности);
- открытие/закрытие заслонок вентиляции (0/1);
- режимы работы (авто, ручной, ночной, экстренный);
- подача охлажденного или нагретого воздуха в зависимости от температурных датчиков.

Для стабильной работы системы в номинальном режиме должны быть установлены критические сигналы для аварийных ситуаций:

- превышение температуры воздуха выше 30 °С.
- неисправность вентиляторов (отказ запуска, перегрев двигателя);
- перегрузка в сети питания вентиляционного оборудования;
- резкое изменение температуры (>5 °С за 5 минут), указывающее на возможную утечку или неисправность;
- Неисправность фильтра.

2.2 Описание системы управления

Для эффективной работы автоматическая система регулирования температуры в помещении должна соответствовать следующим требованиям:

- обеспечение стабильной температуры в пределах заданного диапазона;
- легкость установки;
- возможность быстрой замены неисправных компонентов;
- поддержание температуры в стабильном режиме;
- возможность подключения термодатчиков с минимальными помехами непосредственно к контроллеру;

- возможность управления температурой и регулировки сигналов с помощью внешних систем, таких как SimpleSCADA.

Температурой можно управлять как вручную, так и автоматически. Для ручной настройки требуется присутствие человека, что включает в себя постоянное нахождение возле нагревателя, чтобы регулировать его мощность. Одним из главных преимуществ ручного управления является его доступность по низкой цене. Однако у этого метода есть свои недостатки. Например, ночью или в отсутствие людей регулировка становится невозможной, что может привести к перегреву или опасному охлаждению. Это в свою очередь вызывает высокие энергозатраты и ухудшение комфорта. Частые изменения внешней температуры могут сделать ручную настройку неэффективным методом контроля. Это требует постоянного внимания и корректировки.

Этот метод контроля температуры не является эффективным. Он требует постоянного внимания и корректировки.

Системы контроля температуры можно классифицировать на качественные, количественные и комбинированные, в зависимости от того, как они регулируют тепловую нагрузку.

Для достижения качественного регулирования используется изменение температуры теплоносителя в зависимости от внешней температуры. Например, этого можно достичь путем изменения потока воздуха в канале. Современные системы вентиляции оснащены датчиками для измерения температуры теплоносителя снаружи и внутри помещения. Это позволяет системе автоматически регулировать подачу температуры, и коэффициент наклона тепловой кривой описывает, на сколько градусов изменяется температура теплоносителя при изменении внешней температуры на один градус.

Для эффективного управления температурой можно использовать нагреватель, зависящей от погодных условий, и датчиком внешней и внутренней температуры.

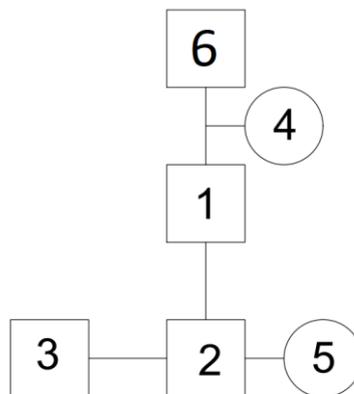


Рисунок 2.1 – Схема регулирования температуры в помещениях

На рисунке 2.1 мы видим, как воздух поступает снаружи помещения (позиция 6), перед нагревом проверяется температура воздуха термодатчиком (позиция 4), исходя из данных, полученных с датчика, калорифер определяет степень нагрева (позиция 1) и выпускает уже воздух нужной температуры. Обратная связь обеспечивается вторым датчиком температуры (позиция 5), который проверяет воздух уже в канальной установке (позиция 2). На основе этих данных вносится поправка в калорифер. После нагрева воздух попадает в помещение (позиция 3).

2.3 Создание функциональной схемы вентиляционной системы.

Создание функциональной схемы является обязательным шагом в разработке автоматизированной вентиляционной системы. В предложенной схеме основные компоненты — датчики, контроллеры и приводы — взаимодействуют между собой, используя сбор данных, их обработку и управление различными процессами. Эта схема позволяет понять и оптимизировать работу системы.

В рамках дипломного проекта была разработана функциональная схема автоматизации вентиляции в помещении, показанная на рисунке 2.2.

На схеме ФСА (Приложение А) представлен принцип работы приточно-вытяжной системы. Левая часть от объекта R1 (помещения) является притоком. Справа вытяжной системы. Заслонки оснащены электроприводом и открываются автоматически при включении системы, но в экстренном случае есть прямое управления с щитка автоматизации. Калорифер нагревает воздух в канале, настройка мощности проводится на основе разницы температур внутри канала и уличной. Данные о температуре получают с аналоговых датчиков. Приток и вытяжка регулируются через частотный преобразователь данфос. Так же присутствует экстренное включение и выключение вручную.

Итого у нас выходит:

- аналоговые входы – 5
- цифровые входы – 2
- аналоговые выходы – 3
- цифровые выходы – 2

2.4 Выбор комплекса технических средств для системы вентиляционной автоматики

Это набор устройств, используемых для автоматизации системы или отдельного объекта без участия персонала.

Комплекс автоматизации вентиляционной системы представленных на рисунке 2.2 включает следующие элементы:

- a) Автоматизированное рабочее место — это компьютер, оснащенный специальным программным обеспечением и информационными технологиями. Он может использоваться как автономно, так и совместно. Это позволяет обрабатывать данные для получения информации и принятия решений в процессе профессиональной работы.
- b) Программируемый логический контроллер (ПЛК) — устройство, которое обрабатывает информацию, полученную от датчиков в реальном времени, выполняя функции приемки, хранения и управления.
- c) Доступ к локальной сети через маршрутизатор, что позволяет использовать телефон, планшет или компьютер для управления вентиляционной системой.
- d) Панель оператора (HMI панель) — дополнительное устройство, которое позволяет управлять системой и взаимодействовать с ней. Подключение к локальной системе осуществляется через Ethernet.
- e) Функция управления частотным преобразователем (ЧП) — регулирует работу электрического мотора и предотвращает отклонения от заданных параметров.
- f) Типы датчиков для измерения температуры и давления.
- g) Электрический двигатель обеспечивает циркуляцию чистого воздуха или удаление использованного воздуха из помещения.

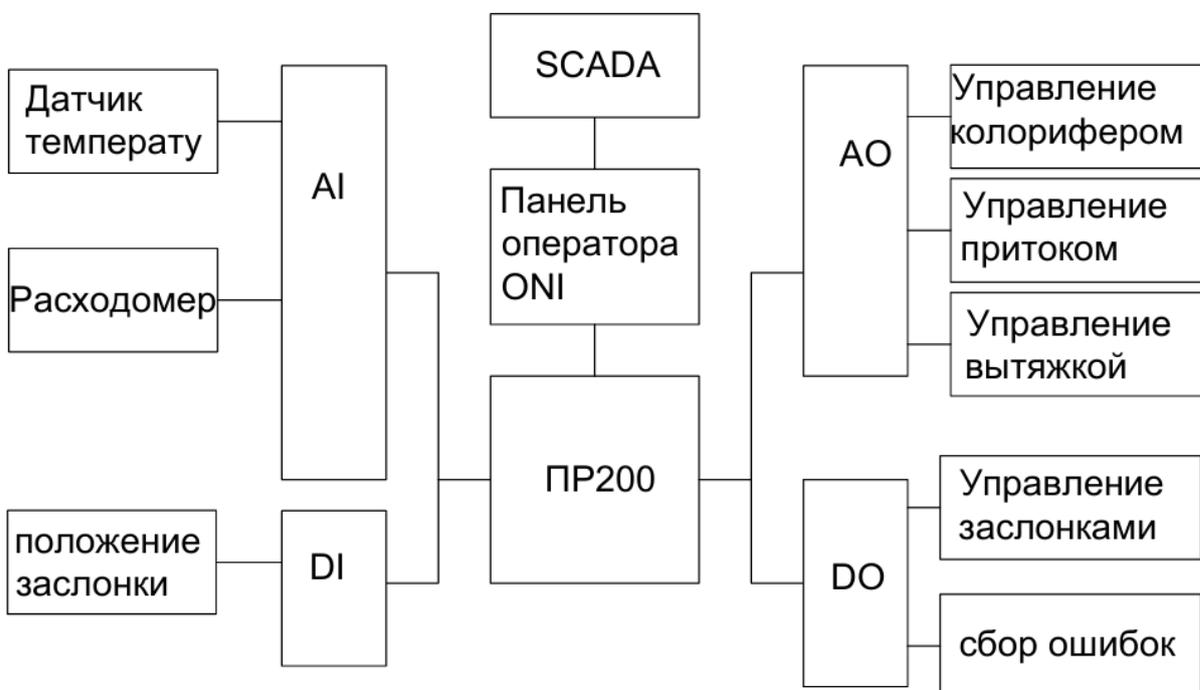


Рисунок 2.2 – Схема комплекса технических средств автоматизации.

2.4.1 Выбор программируемого логического контроллера

Программируемый логический контроллер (ПЛК) — это электронные устройства, используемые в промышленном контроле для автоматизации технологических процессов. ПЛК следует использовать в качестве основного режима для долгосрочной работы, особенно в неблагоприятных экологических условиях. В этом случае он работает самостоятельно, не требуя больших ресурсов.

Для выбора программируемого логического контроллера мы выбрали масштабируемый ПЛК с высокой надежностью: ПР200 (рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 – ПР200

ОВЕН ПР200 – программируемое реле с дисплеем. Применяется для решения локальных задач автоматизации: водоподготовка, водоочистка, вентиляция, отопление и др.

Технические характеристики:

- 4 аналоговых входа: РТ100, РТ1000, 4...20 мА, 0...10 В, 0...4 кОм, режим дискретного входа.
- 2 аналоговых выхода: 4...20 мА или 0...10 В.
- Два интерфейса RS-485, режим Master/Slave:
- Подключение модулей расширения ПРМ (до 2 штук).
- Встроенный источник питания =24 В для питания датчиков с аналоговым выходом
- USB-порт – для программирования

2.4.2 Выбор панели оператора

По экономическим соображениям в нашем случае был выбран ONI ETG7 (рисунок 2.4).

Панели оператора ONI являются идеальным решением для построения систем визуализации и управления локальными установками и технологическими процессами. Они обладают высокой надежностью и скоростью обработки информации, большим объемом встроенной, динамически распределяемой оперативной и постоянной памяти, всеми необходимыми интерфейсами и протоколами связи, широким функционалом и современным дизайном, а также при настройке НМІ панели можно использовать перепись внешних регистров, что облегчит задачу в будущем.



Рис. 2.4 – HMI панель ONI

2.4.3 Выбор датчиков температуры

Датчики температуры являются основными компонентами систем автоматического управления температурой в помещениях. Они измеряют текущую температуру воздуха или поверхности и передают эту информацию в контроллер, который, в свою очередь, управляет системами HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха) для поддержания заданного температурного режима. Точные измерения датчиков и их надежная работа позволяют обеспечить комфортные условия в помещении и оптимизировать потребление энергии.

Был выбран Термометр -ДТС414 (рисунок 2.5) область работы от -50 до +150 °С так же от компании овен, так как желательно подбирать все модули системы от одного производителя.



Рис. 2.5 – Термометр -ДТС414

2.4.4 Выбор частотного преобразователя для электродвигателя

Частотный преобразователь используется для регулирования скорости работы электродвигателей, что позволяет эффективно управлять мощностью и энергопотреблением в системах, таких как вентиляция или насосы. Выбор частотного преобразователя зависит от требуемого диапазона регулирования скорости, типа мотора, а также от специфики работы системы. Частотный преобразователь помогает не только оптимизировать энергорасход, но и увеличить срок службы оборудования, обеспечивая плавный запуск и остановку электродвигателя.

Нами был выбран частотный преобразователь Danfoss WLT FC51 (рисунок 2.6)



Рис. 2.6 – Danfoss WLT FC51

Характеристики частотного преобразователя приведены ниже в таблице:

Таблица 2 - Характеристики частотного преобразователя

Характеристика	Значение
Мощность	от 0,37 кВт до 250 кВт
Входное напряжение	200-240 В / 380-480 В
Интерфейсы связи	PROFINET, PROFIBUS, EtherNet/IP
Возможности	Модульный частотный преобразователь с широкими возможностями настройки

Так же были проведены дополнительные работы, цель которых было уменьшения шума частотного преобразователя по требованию заказчика. Была изменена система охлаждения частотного преобразователя, с постоянной работы кулера, на работу по необходимости. Для этого между кулером и питанием был добавлен дополнительный элемент, терморезистор, который пускал питание, только при нагреве преобразователя. Сам термоизмерительный элемент был помещен внутрь частотного регулятора.

3 Расчетная и программная часть

3.1 Вывод уравнения состояния и передаточной функции.

Для анализа динамики системы, которая включает в себя датчик температуры, необходимо представить её в форме уравнений состояния, а также выразить связь между входным и выходным сигналом в виде передаточной функции.

Исходная математическая модель была задана как линейное дифференциальное уравнение второго порядка. Для точности анализа зададим следующие параметры, основываясь на типичных характеристиках промышленных систем управления:

– $a_1 = 3.5$ – коэффициент демпфирования, отражающий энергетические потери в системе;

– $a_0 = 4$ – коэффициент жесткости (он влияет на устойчивость переходного процесса);

– $b = 100$ – коэффициент усиления теплового сигнала, передаваемого на исполнительный механизм.

Таким образом, модель системы принимает вид:

$$y''(t) + 3.5y' + 4y(t) = 100u(t) \quad (3.1)$$

Преобразуем данное уравнение ко входно-выходной передаточной функции системы, применив одностороннее преобразование Лапласа (при нулевых начальных условиях):

$$s^2Y(s) + 3.5sY(s) + 4Y(s) = 100U(s), \quad (3.2)$$

$$Y(s)(s^2 + 3.5s + 4) = 100U(s), \quad (3.3)$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{100}{s^2 + 3.5s + 4} \quad (3.4)$$

3.2 Имитационное моделирование работы системы в среде MATLAB/Simulink

Моделирование в среде MATLAB/Simulink позволяет наглядно оценить динамику отклика системы, построенной на базе датчика температуры, а также проверить корректность полученной математической модели. Модель отражает поведение системы управления, в которой входной сигнал $u(t)$ формируется от звукового сенсора, а выходной сигнал $y(t)$ представляет отклик исполнительного устройства (например, включение сигнала тревоги, реле или механизма).

Составленная структурная схема разомкнутой модели системы изображена на рисунке 3.1

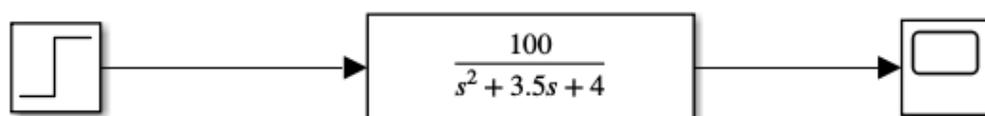


Рисунок 3.1 – Структурная схема разомкнутой модели системы управления

Добавив в эту систему единичную обратную связь, мы получим структурную схему замкнутой модели системы управления (рисунок 3.2).

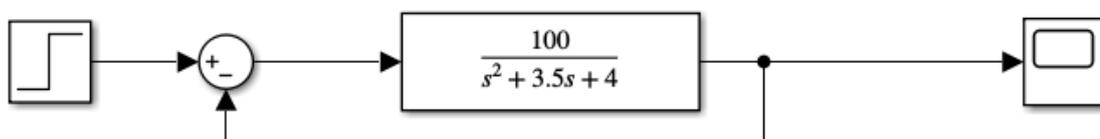


Рисунок 3.2 – Структурная схема замкнутой модели системы управления

Включение обратной связи позволяет повысить устойчивость и точность системы за счёт автоматической компенсации отклонений между желаемым и фактическим выходом.

Для проведения анализа устойчивости и чувствительности системы, мы должны получить графики переходных процессов разомкнутой и замкнутой модели системы. Это позволит проанализировать отклик системы на изменение параметров и выбрать оптимальные для правильной работы системы.

На рисунке 3.3 изображен переходный процесс разомкнутой системы.

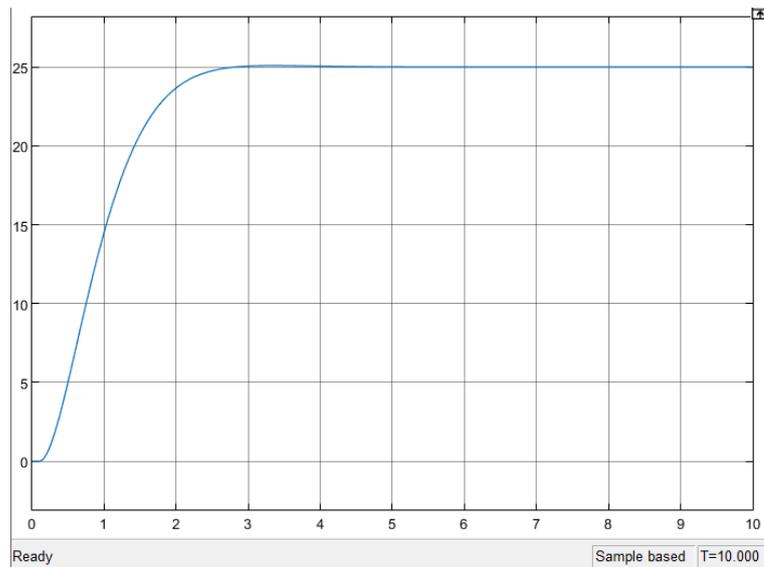


Рисунок 3.3 – Переходный процесс разомкнутой системы

На рисунке 3.3 видно, что на графике отсутствуют колебания и перерегулирование. Также видно, что система стабилизируется в пределах 3-5 секунд.

На рисунке 3.4 изображен переходный процесс замкнутой системы с единичной обратной связью.

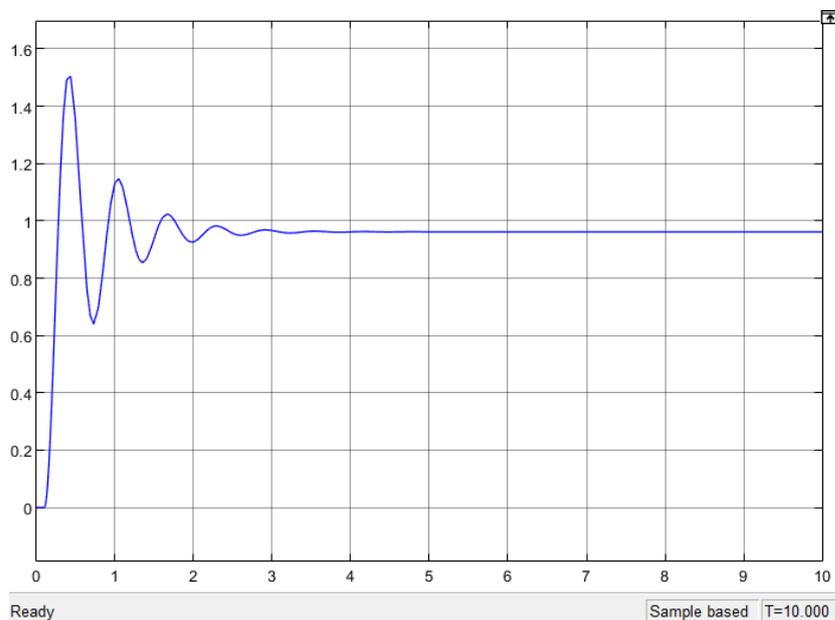


Рисунок 3.4 – Переходный процесс замкнутой системы с единичной обратной связью

График переходного процесса показал ускорение установления выходного сигнала, снижение чувствительности к изменению входного сигнала, а также повышение точности слежения. Также видно более

выраженное "притормаживание" в начальный момент, что характерно для устойчивых замкнутых систем.

3.3 Анализ устойчивости системы

Одна из ключевых характеристик – это устойчивость системы управления. Она определяет ее способность возвращаться в состояние равновесия при малых изменениях. Анализ устойчивости системы нужно проводить, опираясь на передаточную функцию (5).

Передаточная функция может быть преобразована в характеристическое уравнение, по которому и проводится анализ устойчивости различными методами.

3.3.1 Определение устойчивости по методу Ляпунова

Характеристическое уравнение имеет следующий вид:

$$s^2 + 3.5s + 4 = 0 \quad (3.5)$$

Определяем корни уравнения:

$$\begin{aligned} s_{1,2} &= \frac{-3.5 \pm \sqrt{(3.5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 4}}{2} = \frac{-3.5 \pm \sqrt{12.25 - 16}}{2} = \\ &= \frac{-3.5 \pm \sqrt{3.75}}{2}, \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$s_{1,2} = -1.75 \pm j0.968 \quad (3.7)$$

Оба корня имеют отрицательные вещественные части, что говорит о том, что система устойчива. Наличие мнимых частей свидетельствует о слабо колебательном характере переходного процесса.

3.4 Выбор регулятора на основе методов ZN1, CHR

После анализа математической модели и устойчивости системы необходимо подобрать параметры регуляторы, которые обеспечат необходимые динамические характеристики – такие как минимальное время переходного процесса, отсутствие перерегулирования и высокую устойчивость.

Существуют несколько основных методов настройки регуляторов:

- Зиглера–Николса (ZN1);
- Чиен–Хронес–Ресвика (CHR);

Каждый из этих методов имеет свои особенности, которые ориентированы на достижение компромисса между скоростью реакции системы и ее устойчивостью.

Метод Зиглера-Николса (ZN1) - классический эмпирический подход настройки регулятора по реакции объекта на ступеньку. Он был разработан для быстрой и практичной настройки ПИД-регуляторов на основании кривой переходного процесса. Метод ориентирован на достижение быстрого отклика системы с допустимым уровнем перерегулирования.

Этот метод можно применять в объектах, где требуется быстрое реагирование. При использовании данного метода небольшое перерегулирование считается приемлемым, поэтому он не подходит для систем, где недопустимо перерегулирование.

Метод Чиен-Хронес-Ресвика (CHR) был разработан для систем, где требуется минимизация времени переходного процесса, либо строгое ограничение перерегулирования. Метод CHR позволяет задать желаемое перерегулирование или режим. Существует две категории настроек:

- более демпфированный отклик (0% перерегулирование) – максимально быстрое движение к установившемуся значению;

- быстрый колебательный отклик (примерно 20% перерегулирования) – переходный процесс с небольшими допустимыми колебаниями, но более быстрым выходом на заданное значение.

Таким образом, в методе CHR задается компромисс между быстродействием и перерегулированием: можно настроить регулятор либо на критически апериодический режим, либо на режим с умеренным колебанием.

Для получения графиков переходных процессов с использованием регулятора, будет использована структурная схема, которая изображена на рисунке 3.5.

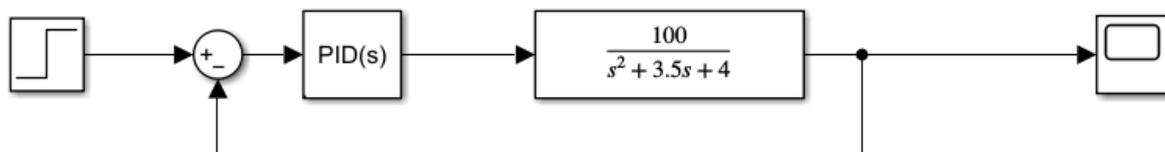


Рисунок 3.5 – Структурная схема с использованием регулятора

Для настройки регуляторов используются результаты анализа передаточной функции (5). Для расчетов необходимо найти время задержки, постоянную времени объекта и коэффициент передачи (рисунок 3.6).

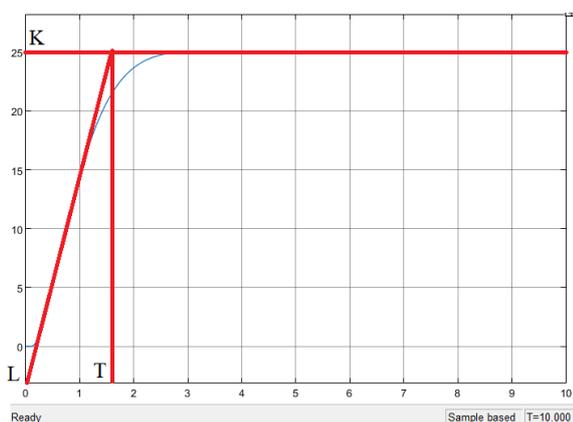


Рисунок 3.6 – График с параметрами, необходимыми для расчетов

Из графика видно, что параметры имеют следующие значения:

- Время задержки L – 0.1 с;
- Постоянная времени объекта T – 1.6 с;
- Коэффициент передачи объекта K – 25.

Метод ZN1 основан на характеристиках "ступенчатого" переходного процесса. Формулы с расчетами для этого метода представлены в таблице 3.

Таблица 3.1 – Формулы и расчеты для метода ZN1

Тип регулятора	Формулы	Расчеты
P	$K_p = \frac{T}{KL}$	$K_p = \frac{1.6}{25 * 0.1} = 0.64$
PI	$K_p = 0.9 * \frac{T}{KL}$ $T_i = 3.3 * L$	$K_p = 0.9 * \frac{1.6}{25 * 0.1} = 0.576$ $T_i = 3.3 * 0.1 = 0.33$
PID	$K_p = 1.2 * \frac{T}{KL}$ $T_i = 2 * L$ $T_d = 0.5 * L$	$K_p = 1.2 * \frac{1.6}{25 * 0.1} = 0.768$ $T_i = 2 * 0.1 = 0.2$ $T_d = 0.5 * 0.1 = 0.05$

На рисунке 3.7 представлены переходные процессы для регуляторов, настроенных методом ZN1.

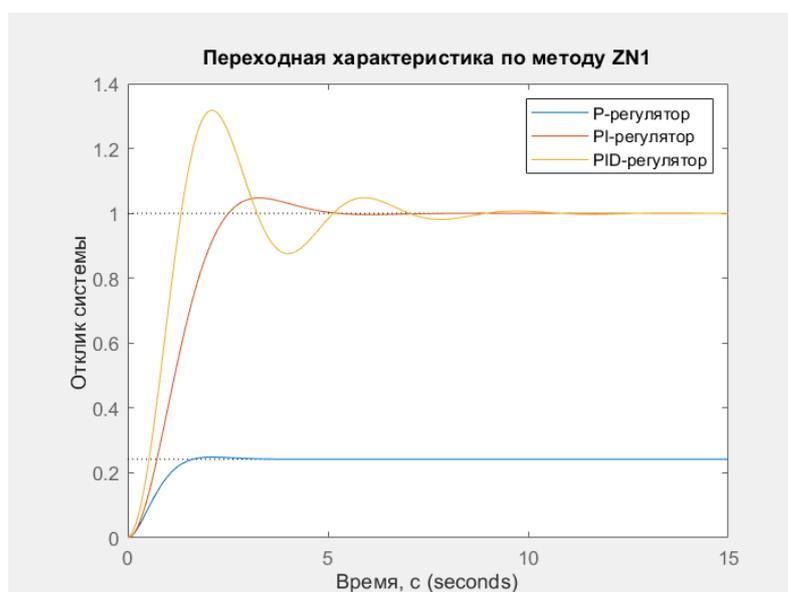


Рисунок 3.7 – Графики, полученные по методу ZN1

Из составленных графиков видно, что:

- P-регулятор не доходит до уставки;
- PI-регулятор формирует самый быстрый отклик, но при этом сопровождаемый выраженными колебаниями;
- PID-регулятор имеет недопустимое значение перерегулирования и при этом сопровождается выраженными колебаниями. Дифференцирующая составляющая увеличивает чувствительность к изменению входа.

Метод ZN1 обеспечивает наивысшее быстродействие, однако сопровождается значительным перерегулированием и невысоким запасом устойчивости.

Метод CHR ориентирован на минимизацию времени переходного процесса без перерегулирования. Формулы для метода CHR представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Формулы с расчетами для метода CHR

Тип регулятора	Формулы	Расчеты
P	$K_p = 0.3 * \frac{T}{KL}$	$K_p = 0.3 * \frac{1.6}{25 * 0.1} = 0.192$
PI	$K_p = 0.35 * \frac{T}{KL}$ $T_i = 1.2 * T$	$K_p = 0.35 * \frac{1.6}{25 * 0.1} = 0.224$ $T_i = 1.2 * 1.6 = 1.92$
PID	$K_p = 0.6 * \frac{T}{KL}$ $T_i = T$ $T_d = 0.5 * L$	$K_p = 0.6 * \frac{1.6}{25 * 0.1} = 0.384$ $T_i = 1.6$ $T_d = 0.5 * 0.1 = 0.05$

Полученные графики с использованием метода CHR изображены на рисунке 3.8.

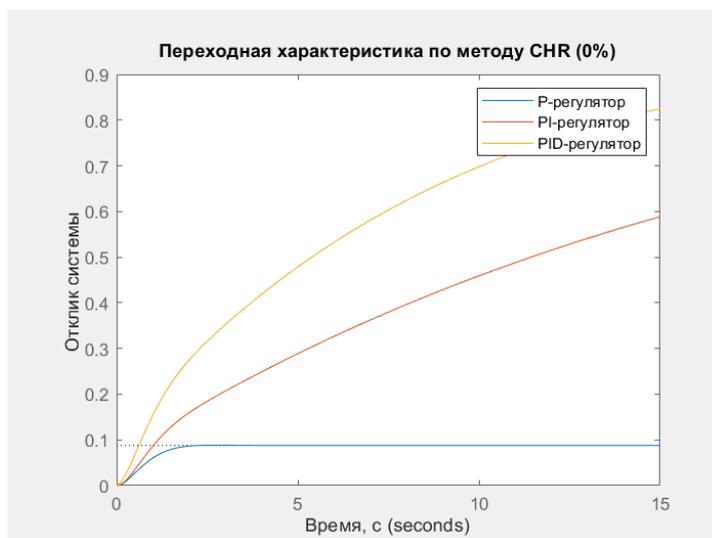


Рисунок 3.8 – Графики, полученные по методу CHR

На графике видны сглаженные переходные процессы, характеризующиеся высоким демпфированием. Из графиков можно сделать выводы:

- P-регулятор обеспечивает мягкий, но медленный отклик, с заметной остаточной ошибкой;
- PI-регулятор устраняет статическую ошибку, но отклик становится более инерционным;
- PID-регулятор достигает лучшего баланса, сохраняя апериодичность переходного процесса и при этом сокращает время установления.

CHR в варианте без перерегулирования формирует плавный и устойчивый отклик без колебаний, оптимально подходящий для систем, чувствительных к ложным срабатываниям

3.5 Создание алгоритма управления температурой и программного обеспечения

Создание алгоритма управления температурой и соответствующего программного обеспечения включает разработку логики, которая регулирует параметры системы отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC) для поддержания заданной температуры в помещении. Этот процесс включает несколько ключевых этапов:

- a) Определение параметров управления — необходимо задать желаемую температуру и параметры, такие как влажность, для системы HVAC.
- b) Разработка алгоритма управления — алгоритм должен учитывать данные с датчиков температуры и другие переменные для корректировки работы системы в реальном времени.
- c) Программирование ПЛК и интерфейсов — программное обеспечение контролирует работу системы, подключая различные устройства (датчики, исполнительные механизмы) через контроллер и интерфейсы связи.
- d) Интерфейс пользователя — создание удобного интерфейса для оператора, который позволит ему отслеживать и корректировать параметры системы.
- e) Алгоритм должен быть гибким и адаптируемым для изменения условий работы системы, например, в случае изменения внешних факторов или изменяющихся требований к температуре.

Для создания комфортных условий и эффективного использования ресурсов и энергии система автоматического регулирования температуры в помещении используется для этого проекта. OWEN Logic используется для создания интерфейсов и управляющих систем, а также в рабочем месте включает ПЛК, компьютер и телефон. Также в системе присутствуют панель оператора, частотный преобразователь, датчики для измерения температуры. Температура является важнейшим параметром для системы вентиляции, и она должна оставаться стабильной. Система работает в заранее заданных летнем и зимнем режимах.

Полную логику работы OWEN Logic можно просмотреть в Приложение Б. Отдельные элементы рассмотрим сейчас.

Элемент, отвечающий за включение и выключение системы (рис 3.9).

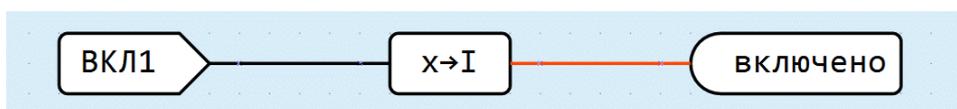


Рисунок 3.9 – Смена режима включения работы системы

По всей системе раскиданы триггеры, которые подают сигналы об ошибках в модуль сбора, который переводит их в уникальный код(рис 3.10).

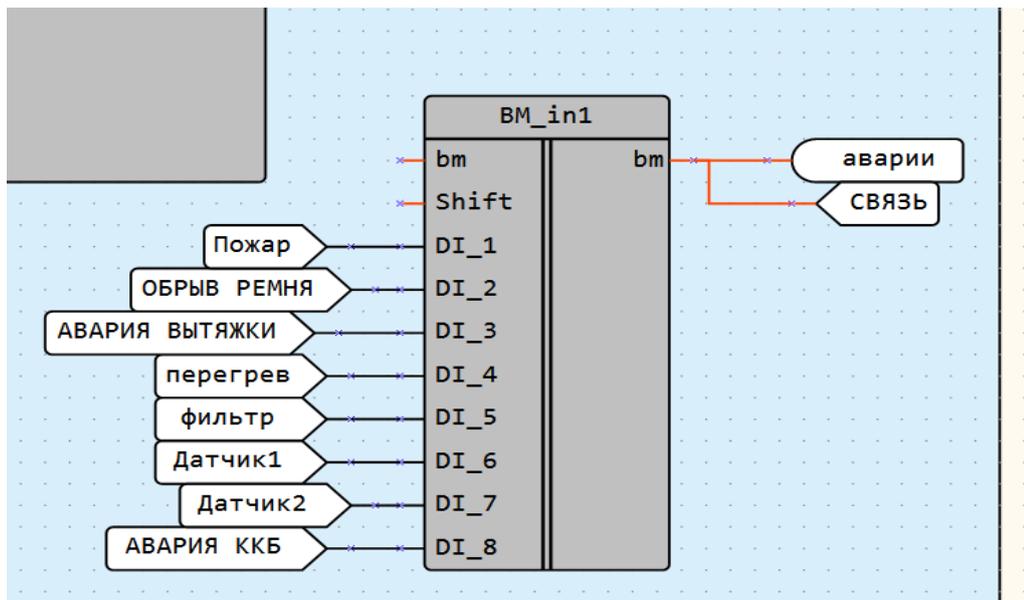


Рисунок 3.10 – Сбор ошибок

В ПЛК поступает аналоговый сигнал и через АЦП (аналого-цифровой преобразователь), которые переводит сигнал 4...20 мА в цифровое значение температуры (рис 3.11). После данные поступают в НМІ как данные о температуре на улице/в канале, а также поступают как переменные для калорифера.

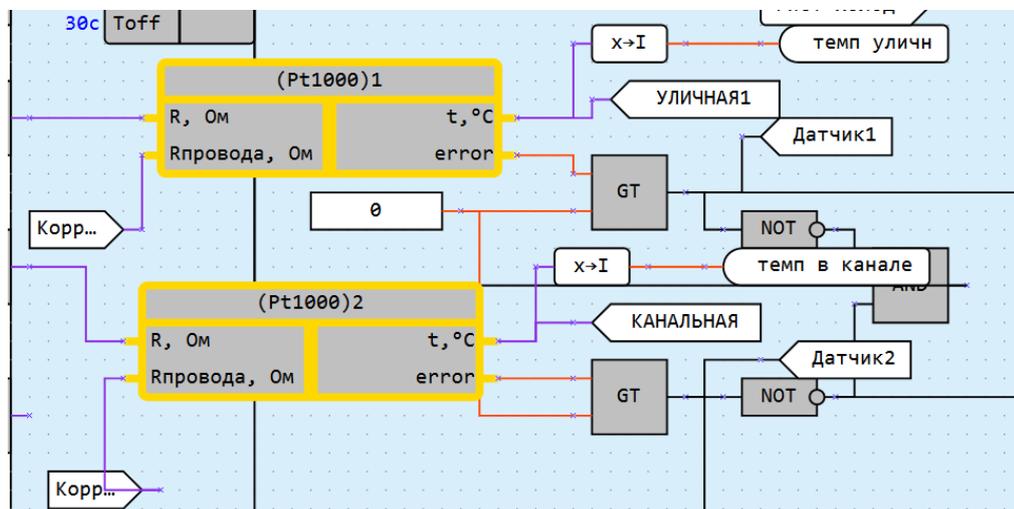


Рисунок 3.11 – Данные температуры

На основе данных с датчиков выставляется режим Зима или Лето, так как это нужно для экономии энергии нагревателя при летнем периоде (рис 3.12).

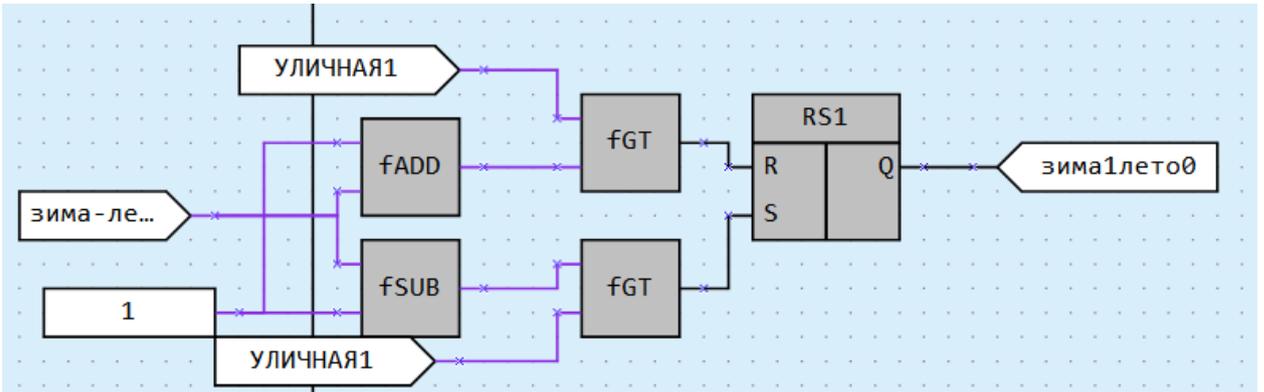


Рисунок 3.12 – Режим зима/лето

Расстановка триггеров ошибки по всем критическим зонам, а также логика автоматической системы нагревателя.

Все эти элементы можно просмотреть на рисунках 3.13, 3.14, 3.15.

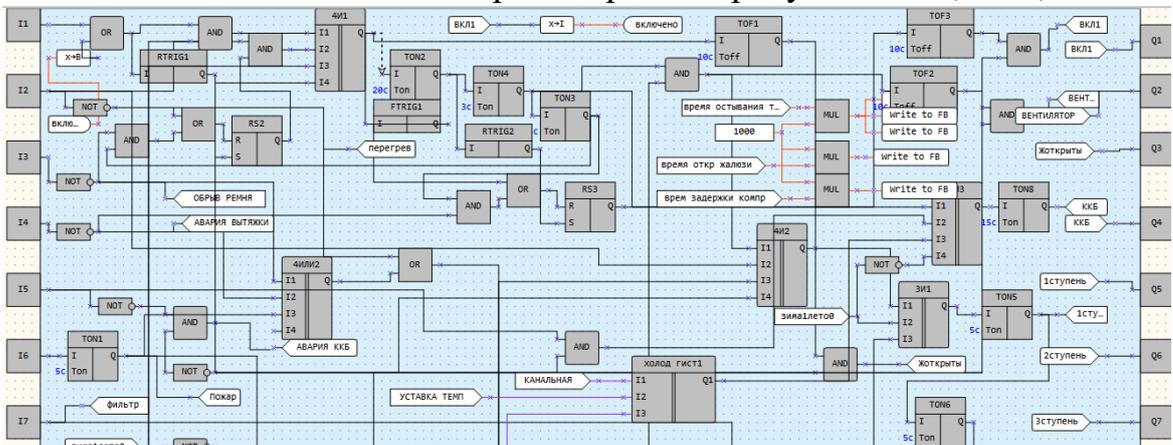


Рисунок 3.13 – Логика нагревателя

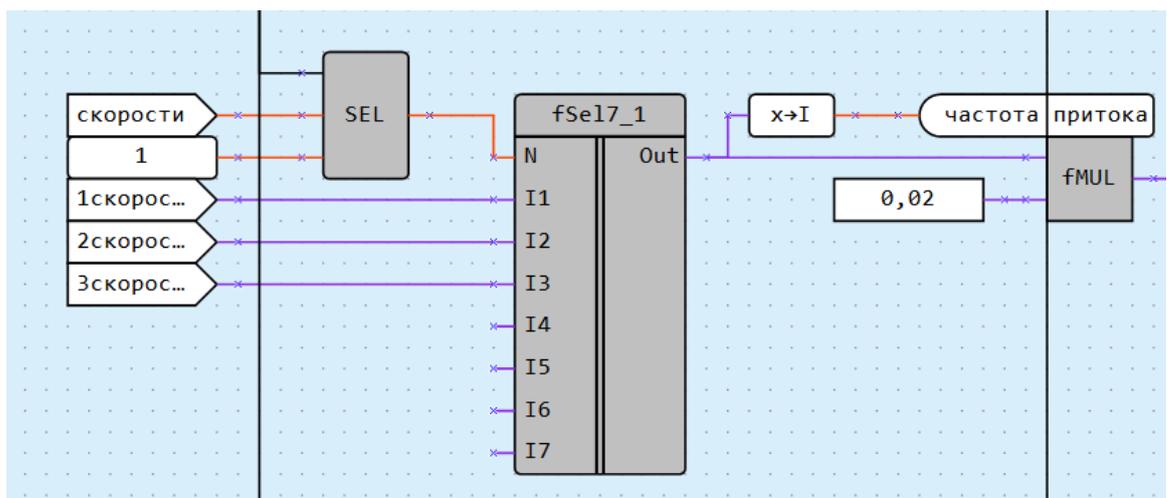


Рисунок 3.14 – Установка мощности притока

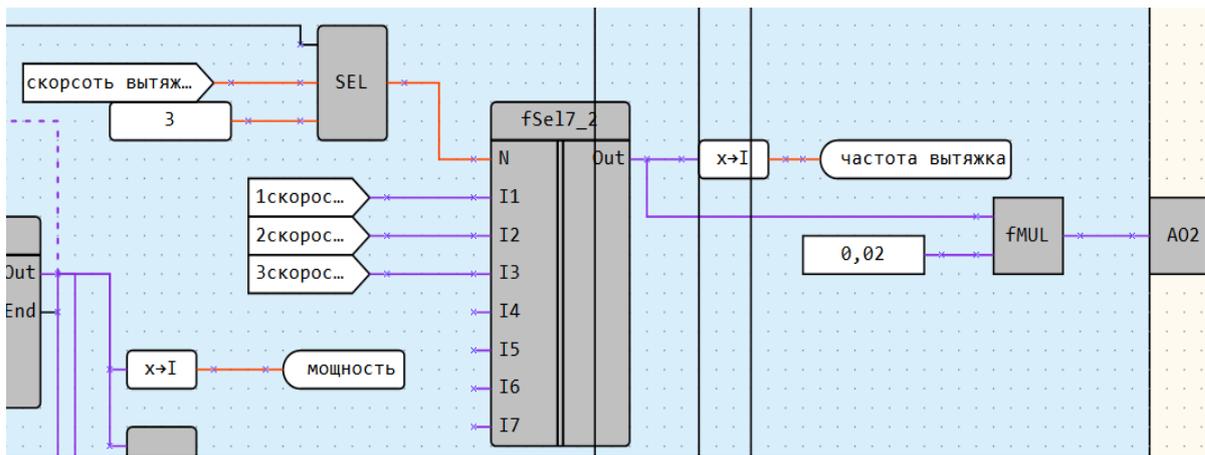


Рисунок 3.15 – Установка мощности вытяжки

3.6 Разработка системы управления НМІ панели

Для разработки интерфейса на НМІ панели мы используем фирменное приложение ONI Visual studio 2(рисунок 3.16). Основные элементы мы достаем из бесплатной библиотеке приложения.



Рисунок 3.16 – Интерфейс НМІ панели.

Так как данные мы снимаем с НМІ панели и отправляем на SCADy, то для удобства меняем стандартные регистры на новые, а также выставляем последовательность чтения и дополнительные элементы для обратной связи, что бы можно было одновременно управлять как через НМІ панель, так и через систему SCADA (рисунок 3.17).

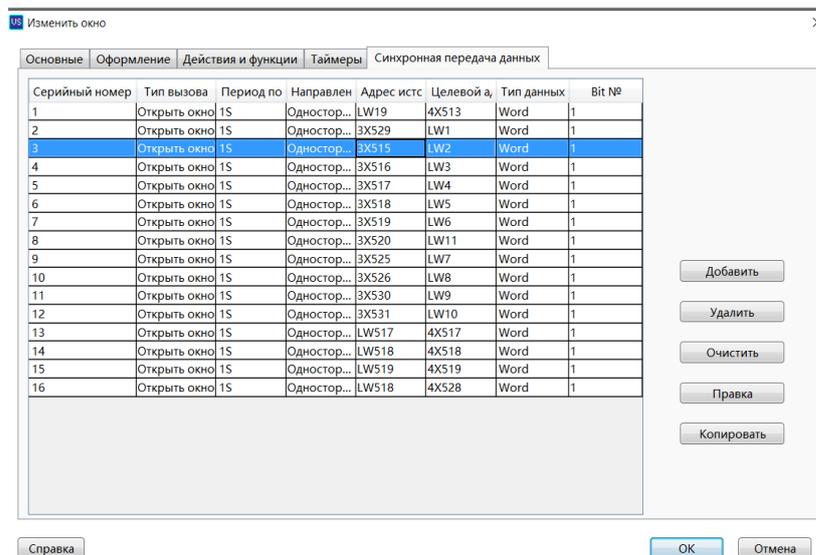


Рисунок 3.17 – Смена регистров и логика принятия сигналов.

3.7 MasterOPC и SimpleSCADA

MasterOPC — это единая платформа для сбора, обработки и предоставления доступа к промышленным данным. Позволяет подключать, управлять, осуществлять мониторинг и контролировать данные от различного оборудования, в нашем случае управления притока, вытяжки, положение заслонок и мощность нагревателя.

Имя	Регион	Адрес	Значение	Качество	Время (UTC)	Тип в сер...	Тип в уст...	Доступ	Ком
Node1.Device1.t н...	INPUT_REGISTERS	(0x0002) 2	18	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadOnly	
Node1.Device1.t к...	INPUT_REGISTERS	(0x0003) 3	23	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadOnly	
Node1.Device1.Уст...	HOLDING_REGISTERS	(0x0004) 4	16	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadWr...	
Node1.Device1.AB...	INPUT_REGISTERS	(0x000B)...	0	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadOnly	
Node1.Device1.CO...	INPUT_REGISTERS	(0x0001) 1	0	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadOnly	
Node1.Device1.Mo...	INPUT_REGISTERS	(0x000C)...	0	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadOnly	
Node1.Device1.Start	HOLDING_REGISTERS	(0x0013)...	1	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadWr...	
Node1.Device1.Уст...	HOLDING_REGISTERS	(0x0005) 5	100	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadWr...	
Node1.Device1.Уст...	HOLDING_REGISTERS	(0x0006) 6	47	BAD	2025-04-1...	int32	int16	ReadWr...	

Рисунок 3.18 – Теги в MasterOPC

Уставка температуры, уставка притока и вытяжки, а также кнопка включения имеют двухстороннюю связь, так как эти параметры нужны для управления. Остальные снимаемые параметры и коды ошибок, так что стоит режим только чтение (рисунок 3.18)

Система SCADA — это инструментальная программа, которая обеспечивает мониторинг и управление технологическим процессом в реальном времени. Основная цель программ, созданных с помощью SCADA — предоставить оператору, управляющему подробную информацию о процессе,

информацию об этом процессе и инструменты, необходимые для его воздействия.

Основные задачи системы SCADA:

- сбор данных с датчиков и их удобное представление оператору, в том числе график изменения параметров в течении некоторого времени;
- дистанционное управление приводами;
- внедрение задач в алгоритмы автоматического управления;
- внедрение алгоритмов автоматического управления (чаще всего задачи возлагаются на контроллеры, но системы SCADA так же способна решать такие задачи);
- распознавание аварийных ситуаций и информирование оператора о состоянии процесса;
- формирование отчетности о ходе процесса и производство продукции, а так же занесение данных в БД (базу данных)

Система состоит из компьютера, контроллеры подключаются к компьютеру через соединение или напрямую через серверы OPC. Конфигурации контроллера состоят из модулей ввода-вывода с входами.

Мнемосхема- это визуализация графическим редактором, включенным в SCADA, значений технологических датчиков, состояния приводов, параметров и т. д. с помощью графического изображения. Для визуализации показано не только отображение значений в виде цифр и надписей, но и изменение визуальных свойств графических объектов.

В SimpleSCADA делаем интерфейс и подключаем теги из MasterOPC (рисунок 3.19).

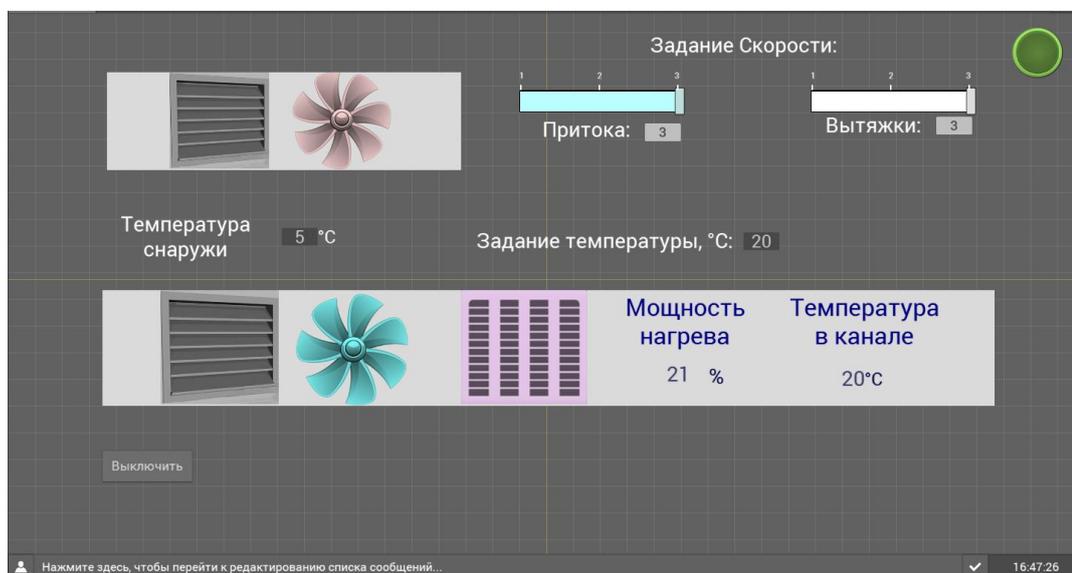


Рисунок 3.19 – Тнтерфейс в SimpleSCADA

3.8 Стрoение шкафа автоматизации и используемых в нем компонентов

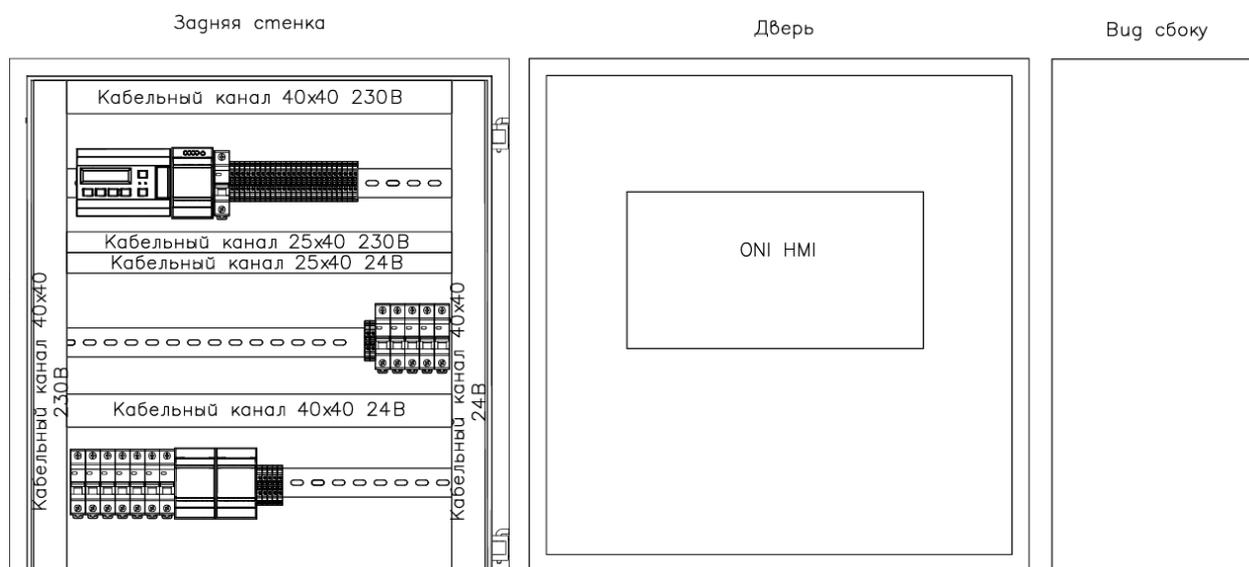


Рисунок 3.20 Шкаф автоматизации

После выбора контроллера, элементной базы мы можем приступить к проектированию щит автоматизации (рисунок 3.20). На перво вернем ряду мы располагаем контроллер ПР200, блок питания и соединительные клеммы.

На втором ряду располагается трехфазный автомат, через которое идет питание на калорифер, рядом с ним расположен предохранитель, что отключает систему системы обогрева в случае ошибки. А также дополнительные клеммы.

На третьем уровне расположены два трехфазных блока автоматов. Первый отвечает за питание всей системы, в то время как второй отвечает за работу вентиляторов. Рядом с ними расположен переключатель, суть которого в принудительном запуске вентиляции в обход HMI панели и программы логики ПЛК.

Для питания использовался ВВГ кабель 5x4. 10 метров. В шкафу стоит:

- Пр200 – программируемое реле компании Овен - 1 штука
- трехфазный автомат CHNT NXB-63S C32 – 3 штуки
- предохранитель CHNT SHT-X1 – 1 штука
- одиночный переключатель автомат - CHNT NXB-63S C16 – 1 штука
- HDR-60-24 - Блок питания – 1 штука
- модульный контактор CHINT NCH8-20/40 – 2 штуки

Корпус шкафа подбираем из стандартных моделей и габаритов и с разъемом под HMI панель. Габариты шкафа (ШxВxГ): 400x350x180 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения проекта была разработана и реализована система автоматического управления обогревом воздуха в вентиляции с использованием современного оборудования и программных решений. Основу системы составляет программируемый реле ОВЕН ПР200, который обеспечивает управление исполнительными механизмами на основе заданных алгоритмов и параметров температурного режима.

Для визуализации и локального взаимодействия с оператором применена сенсорная панель ONI HMI, позволяющая удобно настраивать параметры работы системы, контролировать текущие значения температуры, а также отображать состояния оборудования в реальном времени.

Дополнительно реализована система диспетчеризации с помощью Simple SCADA, что позволило обеспечить централизованный контроль, архивирование данных и удалённый мониторинг работы вентиляционного оборудования. Использование SCADA-системы значительно повысило удобство эксплуатации и обслуживания, а также обеспечило наглядное представление информации о состоянии объекта.

Внедрение данной автоматизированной системы управления позволило:

- повысить энергоэффективность вентиляции за счёт точного регулирования температуры приточного воздуха;
- обеспечить комфортные условия внутри помещений вне зависимости от внешних погодных условий;
- снизить нагрузку на персонал и минимизировать влияние человеческого фактора;
- повысить надёжность и стабильность работы вентиляционного оборудования.

Таким образом, поставленные задачи были успешно решены, а разработанная система соответствует современным требованиям к автоматизации климатических систем. Проект демонстрирует эффективность применения оборудования ОВЕН и открытых SCADA-решений в задачах промышленной автоматизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гайнутдинов К. Программирование в CoDeSys / К. Гайнутдинов. – Москва: Кодесис, 2023. – 22 с.
- 2 Приходько Н.Г., Ф.Р. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды / Н.Г. Приходько, Ф.Р. – Алматы: АУЭС, 2013. – 31 с.
- 3 Сидоров С.В. Автоматизация и диспетчеризация систем отопления / С.В. Сидоров. – Москва: ЕСУ 2019. – 260 с.
- 4 СНиП РК 2.04-05-2002. «Естественное и искусственное освещение.»
- 5 Орлов А.Б. Системы автоматического управления отоплением и кондиционированием / А.Б. Орлов. – Владимир: типография 1, 1957. – 315 с.
- 6 Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для вузов / Н.Н. Карнаух. – Москва: типография 1, 2014. – 382 с.
- 7 Смирнова А.С. Анализ энергетической эффективности методов регулирования температуры в помещениях / А.С. Смирнова. – 2018. – УДК 697.1/3:621.1.016:51.001.57.
- 8 Гершкович В.Ф. О возможности практической реализации регулирования теплопотребления зданий методом периодического прерывания потока теплоносителя / В.Ф. Гершкович. – 2000. – 154 с.
- 9 Регулирование теплопотребления зданий, <http://www.sibin.su/articles/page17/44/>.
- 10 Захаров А.Н. Интеллектуальные системы управления климатом в зданиях / А.Н. Захаров. – Москва: ЕСУ, 2015 – 120 с.

Приложение А

Функциональная схема Автоматизации

Приложение Б

Логика работы в Owen logic

РЕЦЕНЗИЯ
на дипломный проект студента
Акшараяв Диас Даниярович
6В07103 – Автоматизация и роботизация

На тему: Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях

Выполнено:

- а) презентация на __ слайдах
- б) пояснительная записка на __ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Актуальность дипломной работы обусловлена необходимостью создания эффективных и энергосберегающих решений для управления микроклиматом в помещениях, особенно в условиях быстро меняющихся внешних факторов. Автором грамотно обоснована значимость автоматизации климатических систем и интеграции интеллектуальных регуляторов в системы вентиляции и отопления.

Проект включает в себя теоретическое обоснование, расчетную часть, моделирование, программную реализацию и визуализацию системы. Проведен анализ систем вентиляции, описаны их классификация, конструктивные элементы и принципы работы. Особое внимание уделено выбору технических средств: ПЛК, HMI-панели, датчиков температуры, частотного преобразователя и другого оборудования, преимущественно от производителя OWEN.

В расчетной части получены передаточные функции системы, проведен анализ устойчивости, а также использованы методы настройки ПИД-регуляторов (ZN1, CHR). Результаты моделирования подтверждают устойчивость и эффективность предложенной системы управления. Не приведено сравнение прямых оценок качества переходных процессов объекта без регулятора и с регулятором

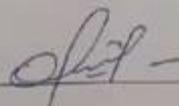
Программная реализация выполнена в среде OWEN Logic с интеграцией SCADA-системы на базе SimpleSCADA и MasterOPC, что позволяет вести мониторинг, визуализацию и управление параметрами системы в реальном времени. Представлены логика алгоритма работы, интерфейс HMI и структура шкафа автоматизации. Данная работа выполнена в соответствии с ГОСТ на проектирование и требованиями к дипломным проектам по инженерингу.

Оценка работы

Работа демонстрирует хорошую подготовку выпускника в области автоматизации и заслуживает оценки «ВВ» (хорошо), а студенту Акшараяв Диас Даниярович присвоения академической степени бакалавра по специальности 6В07103 – Автоматизация и роботизация.

Рецензент

доктор PhD доцент
«Кафедра автоматизации и
управления»


«16» июня 2025г.

Ф КазННТУ 706-17. Рецензия

Қолтаңбаны растаймын
Орақбаев Е. Жолдасын заваряю

«16» 06 2025 ж.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагнаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Акшараев Диас Данырович

Тақырыбы: Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях

Жетекшісі: Елена Кулакова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.7

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 156

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді:

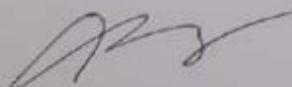
Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберіلسін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні



Кафедра меңгерушісі

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Акшарая Диас Даниярович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях

Научный руководитель: Елена Кулакова

Коэффициент Подобия 1: 2.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

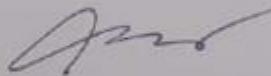
Интервалы: 156

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата



Заведующий кафедрой

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

Дипломная работа
Акшараев Диас Даныярович
6В07103 – «Автоматизация и роботизация»

Тема: Разработка автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях

Целью данной дипломной работы является создание автоматизированной системы регулирования микроклимата в помещениях, способной эффективно управлять вентиляцией, отоплением воздуха в зависимости от внешних условий и предпочтений пользователей.

В процессе выполнения дипломного проекта студентом была проанализирована структура современных систем вентиляции и микроклиматического контроля. Разработана функциональная схема автоматизации, включающая использование ПЛК, датчиков температуры, панели оператора HMI, частотного преобразователя и системы диспетчеризации SCADA.

Особое внимание уделено вопросам надежности, энергоэффективности, устойчивости системы, а также алгоритмам управления температурой и обеспечению безопасности эксплуатации. В работе представлено моделирование системы в среде MATLAB/Simulink, а также анализ динамических характеристик и расчет параметров ПИД-регулятора с использованием методов Ziegler-Nichols и CHR.

При реализации проекта использовано современное оборудование, в частности OWEN PR200, датчики ДТС414, HMI панель ONI и частотный преобразователь Danfoss. Разработан алгоритм управления в среде OWEN Logic и создано визуальное представление в SimpleSCADA, что обеспечивает полный цикл мониторинга и управления микроклиматом.

Выполненные задачи охватывают теоретические исследования, практическую реализацию и программную настройку оборудования, включая построение шкафа автоматизации.

В ходе работы студент проявил хороший уровень профессиональной подготовки, самостоятельность, внимательность к деталям и инициативность. Дипломный проект соответствует современным требованиям в области промышленной автоматизации и может быть рекомендован для внедрения в образовательных и производственных целях.

Дипломная работа Акшараева Диаса Даныяровича демонстрирует хороший уровень подготовки в области автоматизации и заслуживает присвоения степени бакалавра по образовательной программе 6В07103 – Автоматизация и роботизация.

Научный руководитель

PhD

 Кулакова Е.А.

«___» _____ 2025 г.