

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



Институт космических и информационных технологий
Кафедра «Системы автоматики, автоматизированное управление
и проектирование»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Ченцов
« ____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

Руководитель	_____	_.06. 2020 г.	 доцент, канд. техн. наук И.Н. Пожаркова
Выпускник	_____	_.06. 2020 г.	 М.В. Иванов
Нормоконтролер	_____	_.06. 2020 г.	Т.А. Грудинова

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему "Автоматизированная система вентиляции" содержит 50 страниц текстового документа, 8 таблиц, 42 рисунка, 20 использованных источников.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗАЦИЯ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, МАЙНИНГ-ФЕРМА, SIMINTECH, МОДЕЛИРОВАНИЕ.

Объект автоматизации – системы вентиляции помещения на майнинг-ферме

Предмет разработки – автоматизация процессов вентиляции

Цель работы – разработка системы автоматического управления вентиляцией в майнинг-ферме

Задачи, которые решались в ходе выполнения данной бакалаврской работы:

- а) Рассмотреть теоретические основы автоматизации систем вентиляции в производственных(рабочих) помещениях
- б) Разработать структурную и функциональную схему управления систем вентиляции
- в) Смоделировать процесс вентиляции в помещении в среде динамического моделирования “SimInTech”

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Системы вентиляции	6
1.1 Предназначение и описание.....	6
1.2 Классификация систем вентиляции	7
1.3 Особенности приточно-вытяжной вентиляции	8
2 Автоматизация систем вентиляции.....	9
2.1 Структура организации майнинг-фермы.....	9
2.2 Метеорологические условия на майнинг-ферме	10
2.3 Расчет системы охлаждения для майнинга	12
2.4 Схема работы автоматизации систем вентиляции	14
3 Компоненты системы вентиляции	17
3.1 Выбор щитов управления для автоматизированной системы.....	17
3.2 Выбор датчиков и исполнительных механизмов.....	18
3.3 Выбор контроллера для автоматизированной системы	24
4 Моделирование системы вентиляции	30
4.1 Выбор среды моделирование.....	30
4.2 Требования к системе	33
4.3 Реализация в SimInTech.....	35
4.4 Использование результатов в учебном процессе	44
Заключение	48
Список использованных источников	49

ВВЕДЕНИЕ

Майнинг-ферма – помещение, специально оборудованное для майнинга криптовалют. Помещением может быть цокольный этаж дома, или же построенное для фермы небольшое здание. На них размещается оборудование в виде множества компьютеров с ЦПУ и устройствами ASIC. Майнинг-фермы — это мощные источники электропитания, которые вырабатывают большое количество теплоты и, чтобы не происходило перегрева, а в последствии сгорания оборудования, нужны качественные и хорошо спроектированные системы вентиляции, а также персонал, который будет следить за работой системы.

Организация системы охлаждения и вентиляции помещения является одной из самых важных условий открытия и нормальной работы майнинг-фермы. Видеокарты выделяют слишком большое количество теплоты, а их на ферме не малое количество, и, если будет происходить перегрев это негативно повлияет на стабильную работу фермы. Для устранения таких проблем нужно создать правильный теплообмен в помещении. Температура должна находиться в рабочем диапазоне, т.е. не слишком низкой и не слишком высокой.

Список устройств для системы вентиляции майнинг-фермы:

- а) Вентилятор, обеспечивающий приток воздуха с улицы
- б) Вентилятор, обеспечивающий вытяжку воздуха из помещения
- в) Фильтры, которые очищают воздух от загрязнений, например, грязь, пыль
- г) Заслонка с электрическим приводом, предназначенная для открытия и закрытия канала при включении/выключении вентиляции
- д) Автоматическая система управления, предназначенная для управления и регулирования воздухообмена

е) Система воздуховодов, по которой транспортируется и распределяется приточный воздух

Объект автоматизации – системы вентиляции помещения майнинг-фермы.

Объект разработки – автоматизация систем вентиляции.

Цель работы – разработка систем автоматического управления вентиляцией.

Задачи, которые решались в ходе выполнения данной бакалаврской работы:

- а) Рассмотреть теоретические основы автоматизации систем вентиляции в производственных(рабочих) помещениях
- б) Разработать структурную и функциональную схему управления систем вентиляции
- с) Смоделировать процесс вентиляции в помещении в среде динамического моделирования “SimInTech”

1 СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

1.1 Предназначение и описание

Вентиляция (от лат. ventilatio – проветривание) – регулируемый воздухообмен в помещениях, создающий благоприятное для человека или оборудование состояние воздушной среды (состава воздуха, температуры, влажности и пр.), а также совокупность технических средств, обеспечивающих такой воздухообмен.

Системы вентиляции (СВ) – комплекс специального оборудования для постоянного или периодического удаления отработанного воздуха из производственных, складских и жилых помещений.

В первую очередь, вентиляция должна обеспечивать правильный состав воздуха. Человек в процессе жизнедеятельности расходует кислород и выделяет углекислый газ. Здоровый воздух для дыхания должен содержать не менее 21% кислорода, уменьшение же концентрации кислорода в воздухе может вызывать ощущение духоты, недомогание, головную боль. Постоянная нехватка кислорода снижает работоспособность, отрицательно сказывается на здоровье человека, ускоряет процесс старения.

Кроме того, в закрытом помещении обычно присутствуют источники загрязнения воздуха - строительные материалы, содержащие асбест, мебель из ДСП, бытовая химия, газовые плиты. Чтобы не допускать высокой концентрации вредных веществ в воздухе и существенного понижения содержания кислорода, воздух в жилом помещении должен полностью обновляться как минимум один раз в течение часа (кратность воздухообмена в час равна 1). В помещениях со специальными функциями кратность воздухообмена должна быть больше, например, в кухне кратность воздухообмена в час - не меньше трёх. [19]

1.2 Классификация систем вентиляции

Система вентиляции классифицируются по следующим основным признакам:

- а) По способу перемещения воздуха – естественная или искусственная (механическая)
- б) По назначению – приточная или вытяжная
- в) По зоне обслуживания – местная или общеобменная
- г) По конструктивному исполнению – канальная или бесканальные

Естественная вентиляция – это система вентиляции, не содержащая электрооборудования (вентиляторов, двигателей, приводов и т.п.). Перемещение воздуха в ней происходит за счёт разности температур, давления наружного воздуха и воздуха в помещении. Эффективность работы этой вентиляции очень зависит от таких факторов, как направления ветра, температуры воздуха.

Искусственная(механическая) вентиляция – это система вентиляции, в которой используется оборудование и электроприборы, позволяющие перемещать воздух на значительные расстояния, а также при необходимости очищать и нагревать его. Механические системы способны обеспечить нужный уровень воздухообмена независимо от внешних условий.

Приточная система вентиляции служит для подачи в помещение свежего воздуха. Приточный воздух может подвергаться специальной обработке – очистке, нагреванию и увлажнению.

Вытяжная система вентиляции удаляет из помещения отработанный воздух. Обычно в помещении предусматриваются как приточные, так и вытяжные системы; их производительность должна быть сбалансирована, иначе будет образовываться недостаточное или избыточное давление, что приведет к эффекту «хлопающих дверей». [18]

1.3 Особенности приточно-вытяжной вентиляции

Приточно-вытяжная вентиляция взаимодействует с двумя разными по составу и назначению потоками воздуха, уличного и внутри помещения. Кроме основной функции перемещения воздуха, приточно-вытяжная вентиляция включает в себя следующий арсенал вспомогательных подсистем и дополнительных функций:

- а) Охлаждение и подогрев воздуха;
- б) Ионизация и увлажнение частиц;

Рассмотрим пример работы приточно-вытяжной вентиляции, который изображен на [рисунке 1](#).

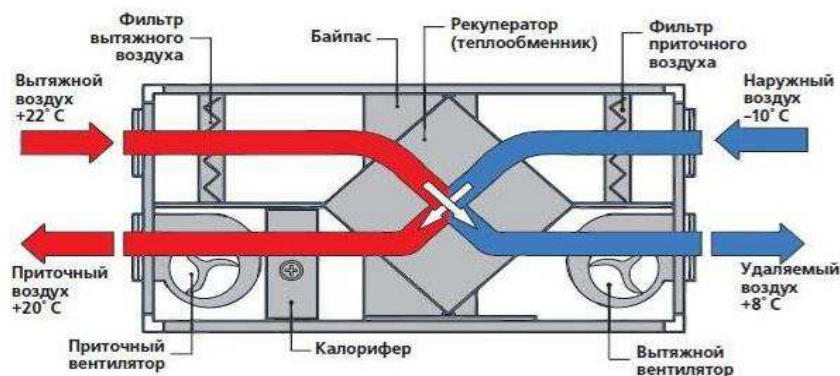


Рисунок 1 – Пример работы приточно-вытяжной вентиляции

На первом этапе происходит приток воздуха с улицы и вытяжка воздуха из помещения. С двух сторон воздух проходит через систему очистки. На втором этапе в рекуператоре(теплообменнике) происходит обмен тепловой энергии между встречными потоками воздуха. На третьем этапе холодный воздух с улицы передается в калорифер. После нагревания и обмена теплом вытяжной отработанный воздух отводится через внешний канал, а нагретый воздух подаётся внутрь помещения.[6]

2 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

2.1 Структура организации майнинг-фермы

Майнинг-ферма — это сборка из нескольких комплектующих, которые объединены между собой и добывают виртуальную валюту. Техника непрерывно решает сложные математические задачи, результатом чего является преобразованный программный код, который и является криптовалютой.

Основой для фермы являются видеокарты, так как именно они занимаются вычислительными процессами. Чем мощнее видеокарта, тем быстрее она ведет подбор числовых вариаций, тем больше удастся добыть монет за ограниченный промежуток времени. Соответственно, чем больше видеокарт, тем больше дохода они принесут в совокупности.

Ферма состоит из комплекса различных комплектующих деталей:

- а) SSD-диск (его преимущества заключаются в стабильности и скорости работы). Может хватить и 60 гигабайт, но лучше взять 100-160;
- б) Процессор;
- в) Видеокарты GPU (оптимально 4-6 шт.);
- г) Материнская плата. Достаточно будет обычной материнки, в которой будет необходимое количество разъемов под видеокарту;
- д) Блок питания (с запасом на 20-30% от максимального потребления всей системы). Для ферм с 4+ видеокартами часто требуется не один блок питания. Покупают в основном несколько блоков по 750 Ватт и просто соединяют их вместе для работы;
- е) Райзеры (по одному на каждую видеокарту);
- ж) Оперативная память (достаточно 4 Гб).

2.2 Микроклимат в помещении майнинг-фермы

Микроклимат в помещении зависит от сезона. В расчете вентиляции необходимо учитывать высокие температуры летом и слишком низкие зимой.

Пример системы вентиляции на майнинг-ферме изображен на [рисунке 2](#).

Основные требования для охлаждения майнинг-фермы:

- а) Воздушные потоки вверх должны быть стабильными и не должно быть преград на их пути;
- б) Вентиляторы должны быть способными обновлять воздух в помещении не реже, чем каждые 3-5 минут;
- в) Приток воздуха должен поступать на минимальной высоте от пола, а отток максимально близко к потолку;
- г) Для стабильной работы системы необходима одинаковая мощность у приточных и вытяжных вентиляторов;
- д) Вентиляционная система должна быть способна не только охладить помещение, но и само оборудование. [18]

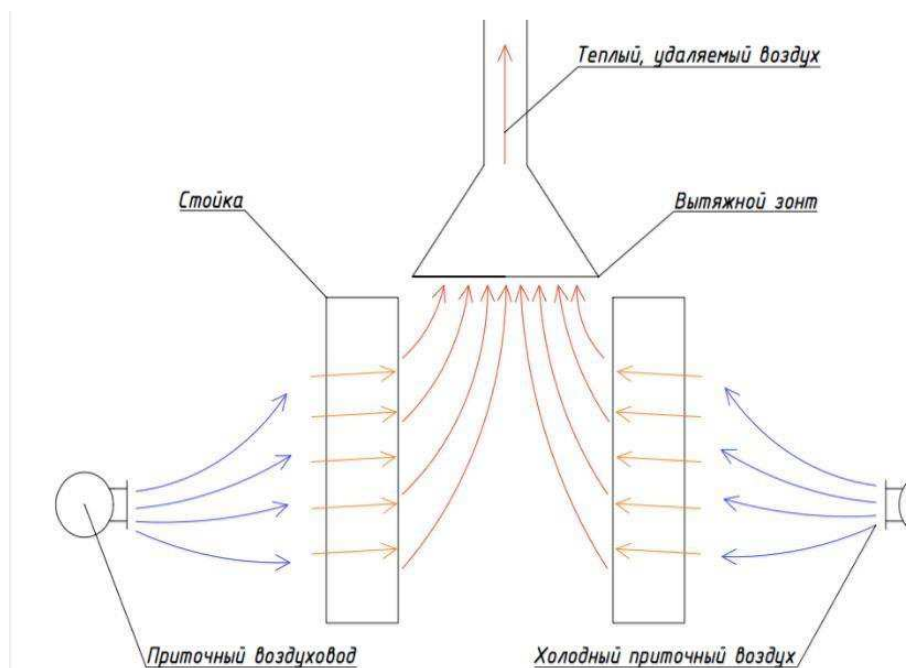


Рисунок 2 – пример системы вентиляции на майнинг-ферме

Оптимальные температуры для компонентов системы майнинга написаны в [таблице 1](#).

Таблица 1 – Оптимальные температуры компонентов системы [18]

Компонент	t, °C	t критическая, °C
1 Процессор	35-60	70
2 Видеокарта	60-75	85
3 Жесткий диск	30-40	45

Эти параметры необходимо обеспечивать, как зимой, так и летом.

Чтобы привести внутренние условия к заданным нужно воспользоваться регулируемыми воздействиями на микроклимат. Это может быть потоки тепла, давления или влаги воздуха, которое подается в помещение. С помощью различных приборов можно измерять показатели.

Приборы, которые измеряют показатели климата:

- Термометр (температура);
- Психрометр (относительной влажности);
- Анемометр (скорость воздуха);

Оптимальные показатели микроклимата для помещения майнинг-фермы показаны в [таблице 2](#).

Таблица 2 – Оптимальные показатели микроклимата в помещении [18]

Сезон года	Температура, °C	Относительная влажность, %	Оптимальная скорость потока воздуха, м/с
Летний	20±2	20-65	0,2-0,5
Зимний	18±2	20-70	0,2-0,3

2.3 Расчет системы охлаждения для майнинг-фермы

Расчет системы вентиляции и кондиционирования для видеокарт производится с учетом объема помещения и мощности имеющегося, и планируемого к установке при расширении мощностей, оборудования.

В основе ориентировочного расчета системы охлаждения принимается формула:

$$Q = V * \rho * C_p * \Delta T, \text{ Вт},$$

где Q – тепловая мощность тепlopоступления от работающего оборудования;

V – расход воздуха от вентиляционной установки, м³/час;

ρ – 1,2 кг/м³ – плотность воздуха;

C_p – 1005 Вт/м³*К – теплоемкость воздуха;

ΔT – разница температур комнатного и приточного воздуха

То есть, подача свежего воздуха и вытяжка для майнинга должны обеспечить полноценный отвод тепла от всех работающих блоков (видеокарт) в стойках фермы (шахты) и поддержание допустимой рабочей температуры в помещении с оборудованием.

Учтем также, что летом и зимой мощность систем вентиляции и кондиционирования существенно отличаются.

Расчет системы для зимнего периода

Зимой наружный воздух должен подаваться в помещение подогретым до плюсовой температуры, что возможно благодаря рециркуляции и подогреву части холодного наружного воздуха выходящим горячим в вентиляционной установке – подогрев его не требуется. Входящий воздух может иметь даже 0 градусов при большом минусе снаружи.

Необходимый расход воздуха для удаления излишков тепла зимой определяется по формуле:

$$V_{\text{зима}} = \frac{Q * 3600}{C_p * \rho * \Delta T}, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где Q – суммарные теплопоступления, ориентировочно принимаются равными потребляемой мощности майнеров, Вт;

C_p – 1005 Вт/м³*К – теплоемкость воздуха;

ΔT – разница температур на выходе и на входе.

По величине необходимого расхода подбирается производительность вентиляционной установки.

Расчет системы для летнего периода

Охлаждение ферм для майнинга летом, а именно расчет, производится по аналогичной формуле. Но за счет того, что воздух на подаче более теплый, например +20 °С, потребуется большая продуктивность оборудования для достижения необходимого предела +30 °С в помещении для удаления всех теплопоступлений.

$$V_{\text{лето}} = \frac{Q * 3600}{C_p * \rho * \Delta T}, \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где Q – суммарные теплопоступления, ориентировочно принимаются равными потребляемой мощности майнеров, Вт;

C_p – 1005 Вт/м³*К – теплоемкость воздуха;

ΔT – разница температур на выходе и на входе, например, (55-20) °С.

А для дополнительного охлаждения от + 30 °С до +20 °С на входе для нормальной работы оборудования потребуется мощность по холоду кондиционера равная:

$$Q_x = \frac{V_{\text{лето}} * C_p * \Delta T * \rho}{3600}, \text{ Вт}$$

где $\Delta T = (30-20) \text{ °С}$ [19]

2.4 Схема работы системы вентиляции

Функциональная схема системы вентиляции изображена на [рисунке 3](#).

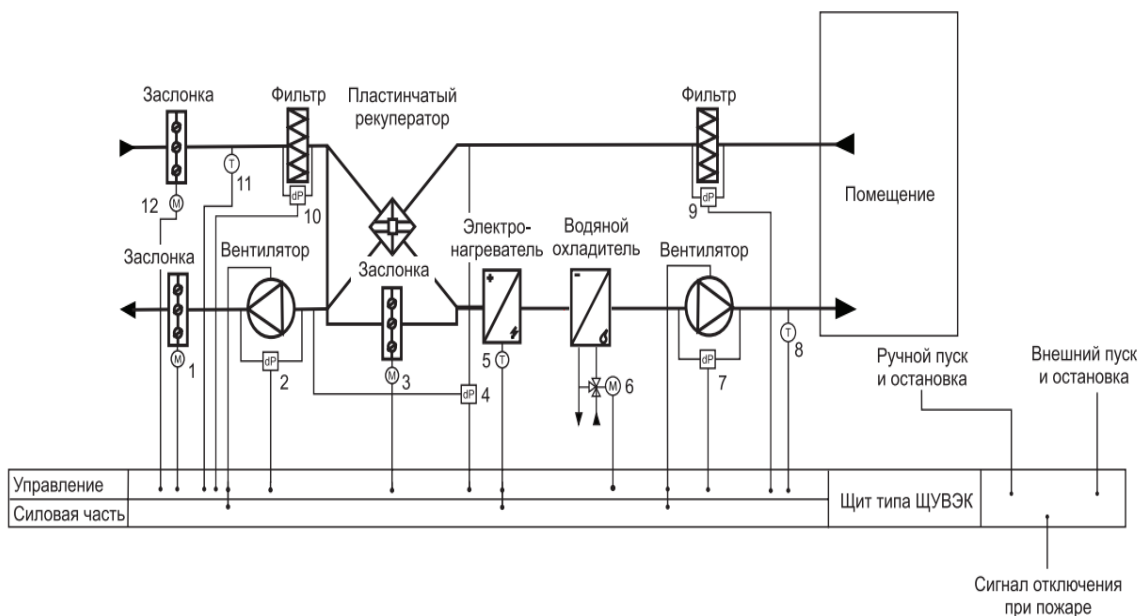


Рисунок 3 – функциональная схема системы вентиляции

Основные компоненты системы вентиляции ([рисунк 3](#)):

- 1,12 – Электропривод воздушной заслонки;
- 2,4,7,9,10 – Реле перепада давления;
- 3 – Электропривод байпасного клапана;
- 5 – Термостат защиты от перегрева;
- 6 – Электропривод клапана хладоносителя;
- 8 – Канальный датчик температуры приточного воздуха;
- 11 – Канальный датчик температуры наружного воздуха.

Выбор кабелей для подключения системы изображен на [таблице 3](#).

Таблица 3 – Параметры кабелей для подключения системы

Функциональное назначение	Максимальное сечение, мм ²	Марка кабеля
1 Кабель питания вводной	2,5 – 4	ВВГнг-ХЛ
2 Кабель питания электродвигателя вентилятора	2,5 – 4	ВВГнг-ХЛ
3 Кабели силовые прочие	2,5	ВВГнг-ХЛ
4 Кабели для коммутации внешних устройств	1,5	КВВГЭнг-ХЛ
5 Кабели для датчиков температуры	1,5	RE-2Y(St)Yv

Принцип работы системы вентиляции и охлаждения майнинг фермы изображен на [рисунке 4](#). Вентиляции подает приточный воздух в область «холодного коридора» между стойками майнинг-фермы, а вытяжка располагается над «горячим коридором», куда поднимается теплый воздух. Таким образом, происходит процесс эффективного удаления теплоизбытков из помещения и поддержание необходимой температуры в помещении.

Бесперебойная работа оборудования предполагает круглогодичный режим работы без снижения эффективности майнинг-фермы в диапазоне допустимой температуры, например, от -30 до +20°C.

Система имеет полуавтоматическое управление для поддержания температуры и регулирования расхода воздуха. В ней предусмотрено два режима: летний и зимний. В зимнее время года можно экономить электроэнергию путем регулирования скорости вращения двигателя вентилятора.

В системе фильтрации предусмотрен фильтр класса G3, который позволит очистить приточный воздух от примесей, таких как, пыль, грязь, пух.

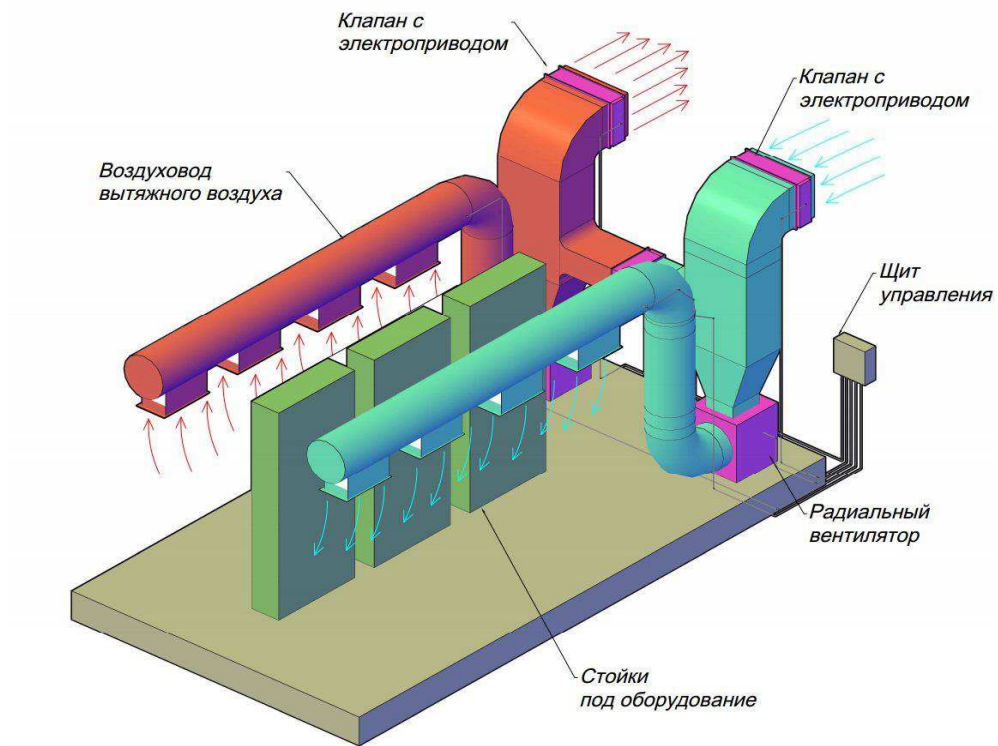


Рисунок 4 – принцип работы системы вентиляции в помещении

3 КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

3.1 Выбор щитов управления для автоматизированной системы

Щиты управления вентиляционные с электрическим калорифером типа ЩУВЭК ([рисунок 5](#)) применяются для комплексного автоматического управления системами вентиляции с электрическим калорифером, рекуператором и охладителем для поддержания заданных параметров работы системы вентиляции, посредством стандартных и дополнительных функций.

Функция щита управления:

- Отключение питания щита управления по сигналу пожарной сигнализации;
- Полное включение\отключение вентиляторов и нагревателей кнопкой «ПУСК» или «СТОП»;
- Защита цепей питания включаемых устройств от короткого замыкания;
- Защита электрокалориферов от перегрева.



Рисунок 5 – Щит типа ЩУВЭК

3.2 Выбор датчиков и исполнительных механизмов

Датчики – нужны для измерения параметров в схеме автоматики вентиляции. Они могут осуществлять контроль таких параметров, как температура, давление, влажность. Датчики выдают информацию на щиты автоматики, а также на контроллеры.

Датчик температуры АКФ10 – предназначен для измерения температуры приточного или вытяжного воздуха. На [рисунке 6](#) показан используемый в системе вентиляции канальный датчик температуры АКФ10. Технические характеристики представлены в [таблице 4](#).



Рисунок 6 – Канальный датчик температуры АКФ10

Таблица 4 – Технические характеристики датчика АКФ10

Номинальная статическая характеристика	Pt1000
Класс допуска	B
Диапазон измерения температуры	б
Схема внутренних соединений	2-х проводная
Степень защиты	IP65
Материал защитного корпуса	Нержавеющая сталь
Масса, кг.	0,11
Условия эксплуатации: <ul style="list-style-type: none">• Диапазон температуры окружающего воздуха, °C• Относительная влажность, %	-35...+90 95
Изготовитель	Германия

Электропривод воздушных заслонок. Приводы для воздушных заслонок предназначены для управления воздушными клапанами и заслонками в системах вентиляции.



Рисунок 7 – электропривод BELIMO BFN230

Электропривод BELIMO BFN230 с возвратной пружиной, который изображен на [рисунке 7](#), перемещает заслонку в нормальное рабочее положение, а в приводе взводится возвратная пружина. При прекращении подачи питания энергия, запасенная в пружине, возвращает заслонку в защитное положение.

Технические характеристики электроприводы приведены в таблице 5

Таблица 5 – Технические характеристики электропривода BFN230

Величина номинального напряжения	230V~50/60 Hz
Диапазон напряжения	198-264V~
Величина потребляемой мощности	3W
Величина расчетной мощности	9 VA max 4 A при t = 5 ms
Величина крутящего момента	7-9 Nm
Величина угла поворота	Max 95'
Класс защиты корпуса	IP54
Температура окружающей среды	-30...+55°C
Масса, кг.	1,4

Термостат защиты от замерзания и перегрева. При превышении температурой значения уставки (шкала RANGE) контакты 1 – 4 замыкаются, а контакты 1 – 2 размыкаются (точка I, рисунок 8). Контакты возвращаются в исходное положение при понижении температуры ниже точки, значение которой равно значению уставки (шкала RANGE) минус значение дифференциала (шкала DIFF) (точка II, рисунок 8).

На рисунке 8 А – уставка, В – дифференциал, С – уставка минус дифференциал.

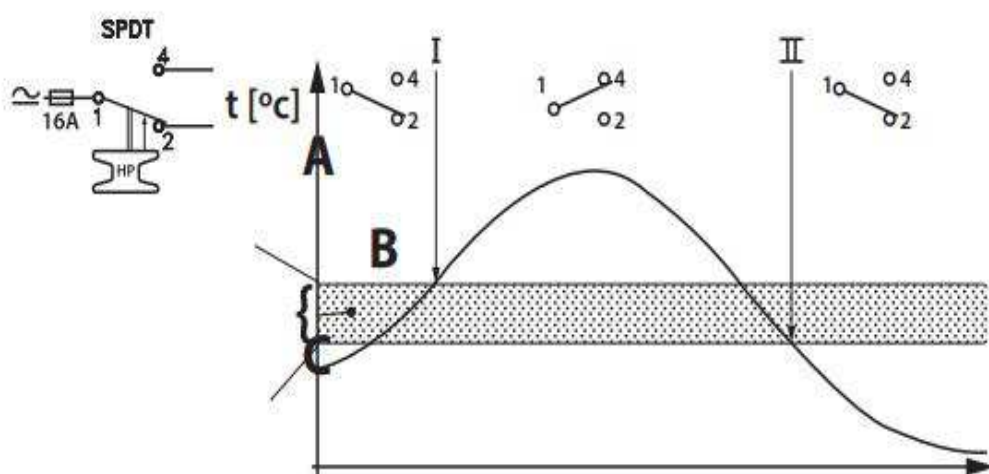


Рисунок 8 – Диаграмма переключения контактов



Рисунок 9 – Термостат КР61

Термостат (рисунок 9) используется для регулирования температуры в системах вентиляции, а также выполняет функцию устройства защиты от замерзания или перегрева.

Технические характеристики термостата (рисунок 9) представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики термостата КР61

Температура срабатывания	-30...+15°C
Тип наполнителя	Парообразный
Тип чувствительного элементы	Капиллярная трубка без термобаллона
Максимальная допустимая эл. нагрузка	<ul style="list-style-type: none"> • AC-1 16А, 400 В • AC-3 16А, 400 В • AC-15 10А, 400 В • DC-13 12Вт, 220 В
Контактная система	SPDT
Дифференциал	Настраиваемый
Класс защиты корпуса	IP30
Температура окружающей среды	-40...+65°C
Макс. температура чувствительного элементы	120°C
Масса, кг	0,46 – 0,87

Пластинчатый рекуператор, изображенный на рисунке 10, предназначен для передачи тепла отработанного воздуха приточному.



Рисунок 10 – Пластинчатый рекуператор

При работе системы холодный поток воздуха поступает в помещение с улицы, а из помещения на улицу удаляется теплый поток воздуха. В рекуператоре происходит непрерывный процесс передачи тепловой энергии и подогрева приточного воздуха. Пример процесса изображен на рисунке 11, показывающий, как происходит циркуляция воздуха с последующим нагревом. [16]

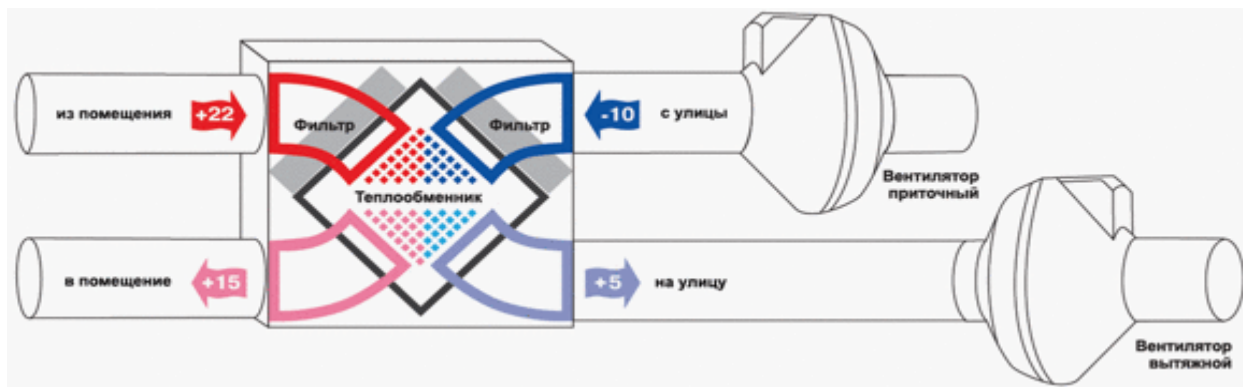


Рисунок 11 – Процесс работы рекуператора

Датчик-реле перепада давления по воздуху PS500 (рисунок 12) используется для контроля перепада давления, на блоках фильтров и вентиляторов, а также для контроля за пониженным и повышенным давлением в системах вентиляции.



Рисунок 12 – Датчик-реле перепада давления по воздуху PS500

Основные функции контроля датчиков:

- а) Загрязнение воздушного фильтра;
- б) Перепад давления на вентиляторе.

Датчики-реле давления связаны с автоматизированными системами и позволяют оптимизировать технологические производственные процессы. Кроме этого, данное устройство используется с целью контроля состояния фильтров воздушного типа и вентиляционных систем, с их помощью осуществляется защита теплообменников от образования наледи, датчик может работать в системе, регулирующей клапаны и воздушные заслонки. Использование датчиков давления в отопительных системах и системе водоснабжения позволяет избежать возникновения аварии.

Технические характеристики датчика-реле перепада давления по воздуху представлены в таблице 7

Таблица 7 – Технические характеристики датчика-реле перепада давления

Диапазон измерения	30...500 Па
Ток коммутации	Макс. 3А резистивная нагрузка Макс. 2А индуктивная нагрузка Макс. 250 В АС
Среда измерения	Воздух и неэнергичные газы
Условия эксплуатации	-20...+60°C
Соединительный шланг	PVS, мягкий
Степень защиты	IP54
Масса, кг	0,15
Изготовитель	Thermokon, Германия

3.3 Выбор контроллера для автоматизированной системы

Управление системой приточно-вытяжной вентиляции воздуха происходит при помощи щитовой установки ЩУВЭЖ на базе контроллера Segnetics PIXEL (рисунок 13).



Рисунок 13 – контроллер Segnetics PIXEL

С помощью контроллера Segnetics PIXEL можно обеспечить возможность гибкой конфигурации системы вентиляции. Благодаря существующим модификациям можно выбрать необходимое сочетание аналоговых и цифровых входов/выходов. Также, если необходимо, существует возможность добавления дополнительных модулей расширения Segnetics MR. Чтобы создать пользовательский интерфейс подойдет пакетный пакет SM Art. Коммуникационные модули к встроенному интерфейсу RS-485 позволяют добавить поддержку сетевого подключения по стандартам Ethernet PNS. Модуль памяти расширяет доступный объем собственной памяти ПЛК для хранения архивов, расписания и работы, в которых присутствует большое количество переменных. Контроллер Segnetics PIXEL помогает подобрать нужный алгоритм работы, который обеспечит эффективное управление системой вентиляции для достижения наибольшего энергосберегающего эффекта. Чтобы ввести в эксплуатацию

контроллер, оператор может воспользоваться панелью управления с помощью встроенного интерфейса пользователя.

Основные функциональные возможности контроллера PIXEL:

Модульность. Segnetics PIXEL позволяет изменять свои составляющие в зависимости от потребностей. Можно добавлять к базовым ресурсам контроллер дополнительные модули.

Модули расширения MR. Стандарт, принятый для старших моделей контроллеров. Всего существует 6 модификаций модулей расширения MR, у которого имеется свой собственный набор I/O. Этого достаточно для подбора нужного состава каналов ввода-вывода исходя из требований к системе.

Коммуникационные модули. Контроллер Segnetics PIXEL поддерживает разные сетевые протоколы, такие как, Modbus и Ethernet. Съемные модули обеспечивают коммуникацию в сети, а если требуется переход из одного протокола в другой, то необходимости в перепрограммировании Segnetics PIXEL не потребуется.

Модуль памяти. В этом модуле хранятся архивы, а также с помощью него можно быстро перенести рабочие программы между контроллерами. Благодаря модулю экономится время, так как без факта наличия его выполнения переноса программ пришлось пользоваться ноутбуком или планшетом, а это не очень удобно и долго.

Графический дисплей. Он позволяет выводить графику, шрифты нужных вам размеров и т.п. На Segnetics PIXEL установлен дисплей, который может показать тренды температуры и влажности, пользовательские иконки, и даже gif-анимацию. Существует возможность реализации мнемосхемы объекта.

Программная поддержка. Segnetics PIXEL программируется на языке FBD в среде SMLogix. С помощью дополнительной программы SMConstructor (рисунок 14) можно быстро создавать программы для управления ИТП и HVAC. Конструктор сам сгенерирует FBD-программы

исходя из заданных условий системы. Этот код можно самому дополнить в программе SMLogix (рисунок 15). Чтобы создать графический пользовательский интерфейс можно воспользоваться пакетом SMarT. [14]

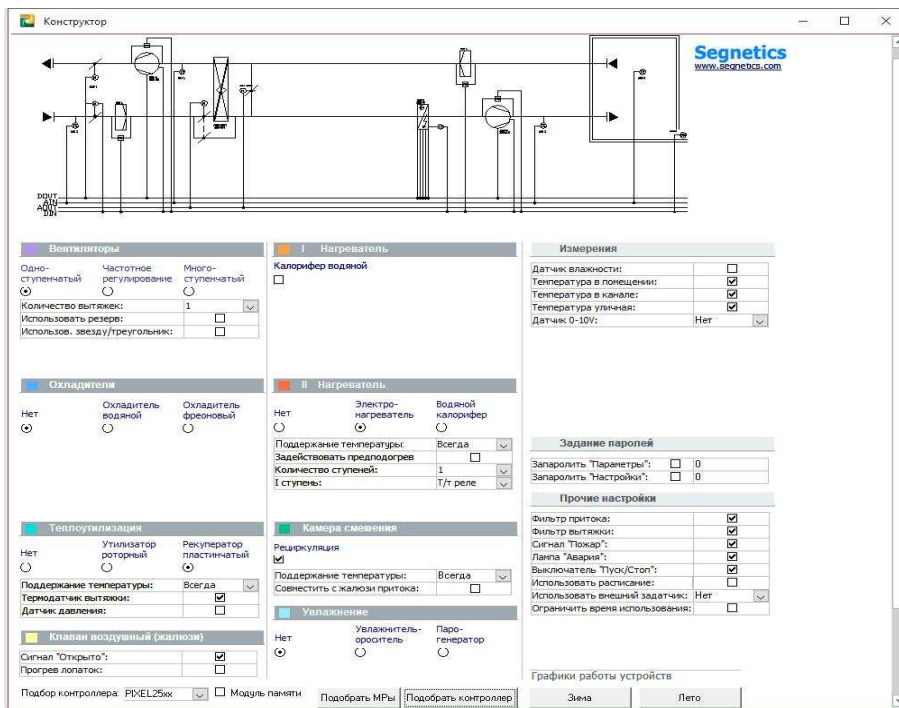


Рисунок 14 – окно программы SMConstruktor

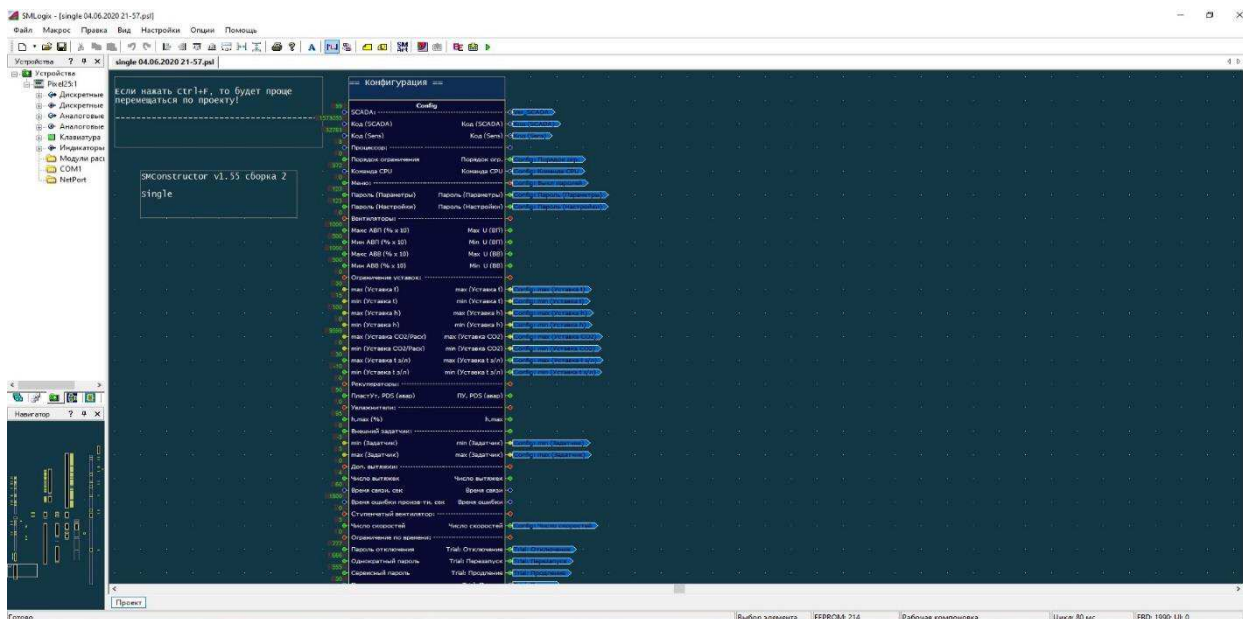


Рисунок 15 – окно программы SMLogix

Технические характеристики контроллера Segnetics PIXEL изображены на рисунке 16.

Дискретные входы		Дискретные выходы	
Количество	6 опторазвязанных входов	Количество	2 релейных выхода и 1 симисторный либо транзисторный выход в зависимости от исполнения
Уровни напряжения срабатывания	Замкнутый 'сухой' контакт - от 12 до 36VDC Разомкнутый 'сухой' контакт - от 0 до 1VDC		
D out – электромагнитное реле		D out – симистор (с опторазвязкой)	
Коммутируемое напряжение	До 277VAC / 30VDC	Коммутируемое напряжение	До 277VAC / 50Hz
Коммутируемый ток	До 7A	Коммутируемый ток	От 10mA до 0,5A
Время переключения	10ms	Регулирование угла отсечки	нет
Ресурс	100000 переключений	Ресурс	Не ограничен
D out – Транзистор (без опторазвязки)			
Коммутируемое напряжение	До 36V DC		
Коммутируемый ток	До 0,5A		
Ресурс	Не ограничен		
Аналоговые входы		Аналоговые выходы	
Количество	5+1 (без гальванической развязки)	Количество	2 (без гальванической изоляции)
Тип	5 входов для подключения термосопротивлений, 1 вход для измерения тока/напряжения	Диапазон	0 - 10V DC
Подключаемые термосопротивления	До 5-ти датчиков Pt1000; до 2-х датчиков NTC 1kOhm (количество подключаемых датчиков зависит от исполнения)	Нагрузочная способность	12mA на канал
Измеряемое напряжение/ток	0...10V DC / 0...20mA DC	Защита от перегрузки	Есть
Разрешающая способность	10mV / 20 µA (10 разрядов)		
Питание		Интерфейсы	
Номинальное напряжение	18-36VDC, 18-29VAC	Последовательный порт	Встроенный RS485 (протокол Modbus RTU)
Потребляемая мощность	Не более 3.5W	Коммуникационный модуль (опционально)	Ethernet PNA - 023
HMI			
Клавиатура	5 кнопок		
Дисплей	Одноцветный 122x32		
Световая индикация	2 светодиода		

Рисунок 16 – Технические характеристики Segnetics PIXEL

На рисунке 17 показано, как подключать внешние устройства и назначение клемм на контроллере Segnetics PIXEL. Обозначения на рисунке 66 представлены в таблице 8.

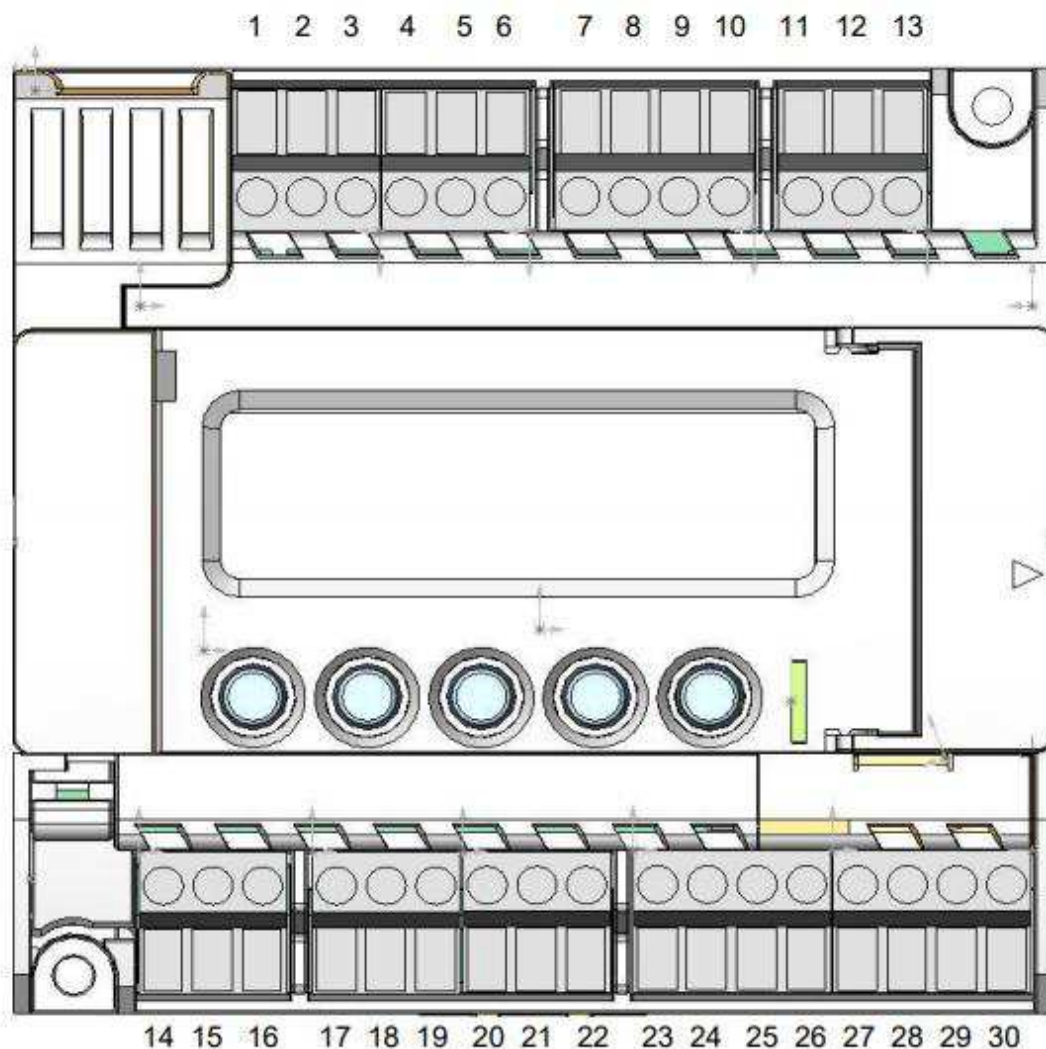


Рисунок 17 – Назначение клемм на контроллере Segnetics PIXEL.

Таблица 8 – Технические характеристики датчика-реле перепада давления

1	A10 Pt1000
2	GND
3	A11 Pt1000
4	A12 Pt1000
5	GND

Окончание таблицы 8

6	A13 NTC
7	A14 NTC
8	GND
9	A15 0-10В/4-20мА
10	+10 в питание
11	АО0
12	GND
13	АО1
14	Data + RS485
15	Data – RS485
16	COM DI
17	DI0
18	DI1
19	DI2
20	DI3
21	DI4
22	DI5
23	+24 в питание
24	DO0 Реле
25	DO0
26	DO1 реле
27	Общий DO1 и DO2
28	DO2 Симмистор
29	N
30	-24В(+24В)

4 МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1 Выбор среды моделирование

Приточные-вытяжные установки с фреоновым охлаждением сегодня нашли достойное применение в системах вентиляции, а также кондиционирования воздуха. Они могут быть установлены в помещениях всякого предназначения, начиная с жилых, и вплоть до производственных объектов. Это климатическое оборудование, осуществляющее охлаждение воздуха, подающегося по системе канальной вентиляции. То есть при помощи такой установки обеспечивается оптимальный воздухообмен в помещении, отводятся избытки влаги, тепла и пыль, гарантируя чистоту и комфортные климатические показатели воздуха. Приточно-вытяжная вентиляция – это система, которая доставляет свежий воздух с улицы в помещение и удаляет отработанный воздух в помещении на улицу.

Для решения данных задач воспользуемся средой динамического моделирования технических систем SimInTech. АСУ процессом варки силиката реализуется в среде SimInTech как пакет проектов, взаимосвязанных через общую базу сигналов.

SimInTech (Simulation In Technic) — среда динамического моделирования технических систем, предназначенная для расчётной проверки работы системы управления сложными техническими объектами. SimInTech осуществляет моделирование технологических процессов, протекающих в различных отраслях с одновременным моделированием системы управления, и позволяет повысить качество проектирования систем управления за счет проверки принимаемых решений на любой стадии проекта.

SimInTech предназначен для детального исследования и анализа нестационарных процессов в ядерных и тепловых энергоустановках, в системах автоматического управления, в следящих приводах и роботах, и в

любых технических системах, описание динамики которых может быть представлено в виде системы дифференциально-алгебраических уравнений и/или реализовано методами структурного моделирования. Основными направлениями использования SimInTech являются создание моделей, проектирование алгоритмов управления, их отладка на модели объекта, генерация исходного кода на языке Си для программируемых контроллеров.

Для SimInTech созданы и разрабатываются модули расширения позволяющие создавать модели на базе специализированных расчетных кодов и интегрировать их в комплексные модели и проекты.

а) Может использоваться для моделирования нестационарных процессов в физике, в электротехнике, в динамике машин и механизмов, в астрономии и т. д., а также для решения нестационарных краевых задач (теплопроводность, гидродинамика и др.)

б) функционировать в много компьютерных моделирующих комплексах, в том числе и в системах удаленного доступа к технологическим и информационным ресурсам

в) функционировать как САПР при групповой разработке и сопровождении жизненного цикла изделия (проекта) при модельно-ориентированном подходе к проектированию

SimInTech содержит библиотеки типовых блоков для моделирования:

- а) теплогидравлики/пневматики;
- б) электроцепей, в действующих и мгновенных значениях;
- в) силовых машин гидравлических/пневматических;
- г) механических взаимодействий;
- д) точечной кинетики нейтронов;
- е) баллистики космических аппаратов;
- ж) динамики полета летательных аппаратов в атмосфере;
- з) электрических приводов.

Для разработки алгоритмов управления в SimInTech есть общетехнические библиотеки блоков автоматики, включающие более 300 блоков. Среди них библиотеки:

- а) конечных автоматов;
- б) релейной автоматики;
- в) нечеткой логики.

Кроме этого, SimInTech обладает:

- а) инструментами для создания интерфейсов управления;
- б) библиотекой цифровой обработки сигналов;
- в) библиотекой статистики;
- г) функционалом оптимизации/подбора параметров;
- д) протоколами обмена (OPC, UDP, TCP/IP, MODBUS, FMI);
- е) функционалом распараллеливания расчетов на разных вычислительных узлах;
- ж) возможностями организации проекта через единый «шаблон» проекта;
- з) модулем для верификации кода ПЛИС;
- и) модулем анализа надежности, безопасности и живучести системы на принципиальной схеме.

4.2 Требования к системе

Для решения данных задач воспользуемся средой динамического моделирования технических систем SimInTech. АСВ реализуется в среде SimInTech как пакет проектов, взаимосвязанных через общую базу сигналов.

Состав модели АСУ (рисунок 18):

- а) База данных сигналов
- б) Модель управления и контроля поддержания давления
- в) Модель управления и контроля поддержания температуры
- г) Блок оператора



Рисунок 18 – Состав модели АСУ

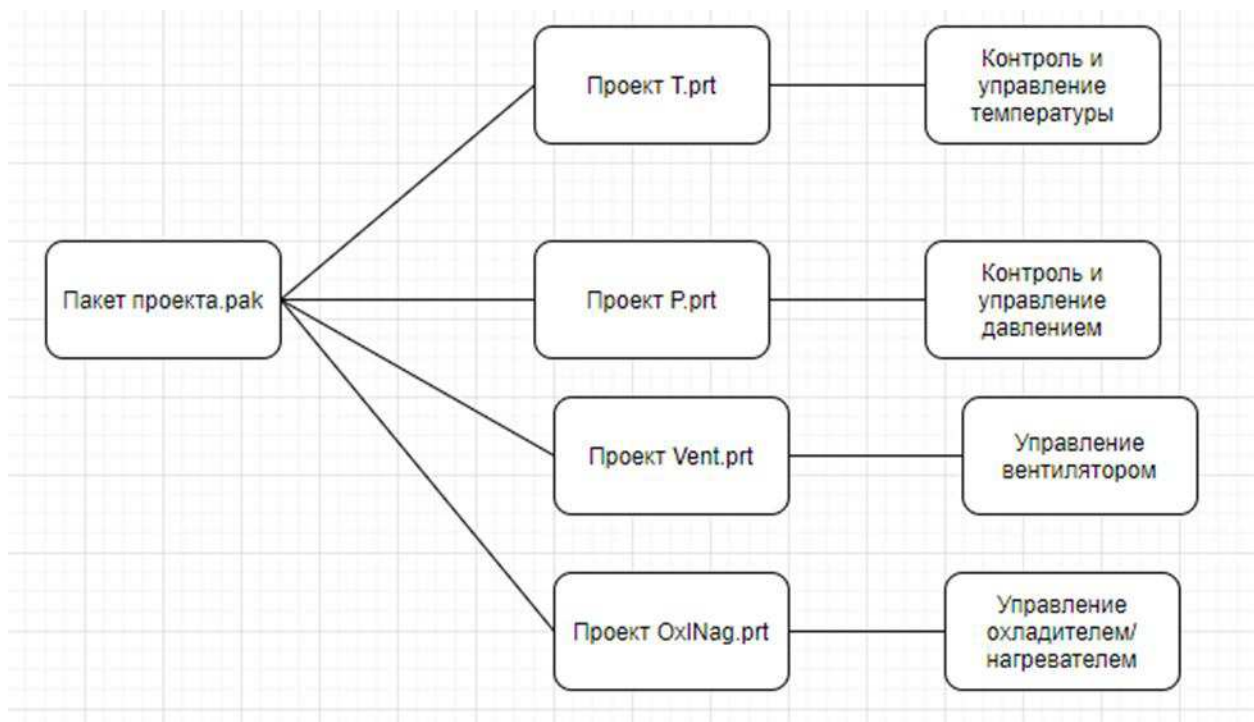


Рисунок 19 – Реализация модели в SimInTech

Данный проект должен соответствовать следующим требованиям:

- а) Поддержание требуемой температуры в помещении
- б) Поддержание требуемого процента относительной влажности
- в) Визуализация для мониторинга изменения параметров температуры и влажности
- г) Световая индикация о работе системы

4.3 Реализация в SimInTech

Пакет проектов **АСВ.pak**.

В данном пакете содержатся проекты: ProverkaZapuska.prt, Operator.prt, VentA.prt, VentNag.prt, VentOxl.prt.

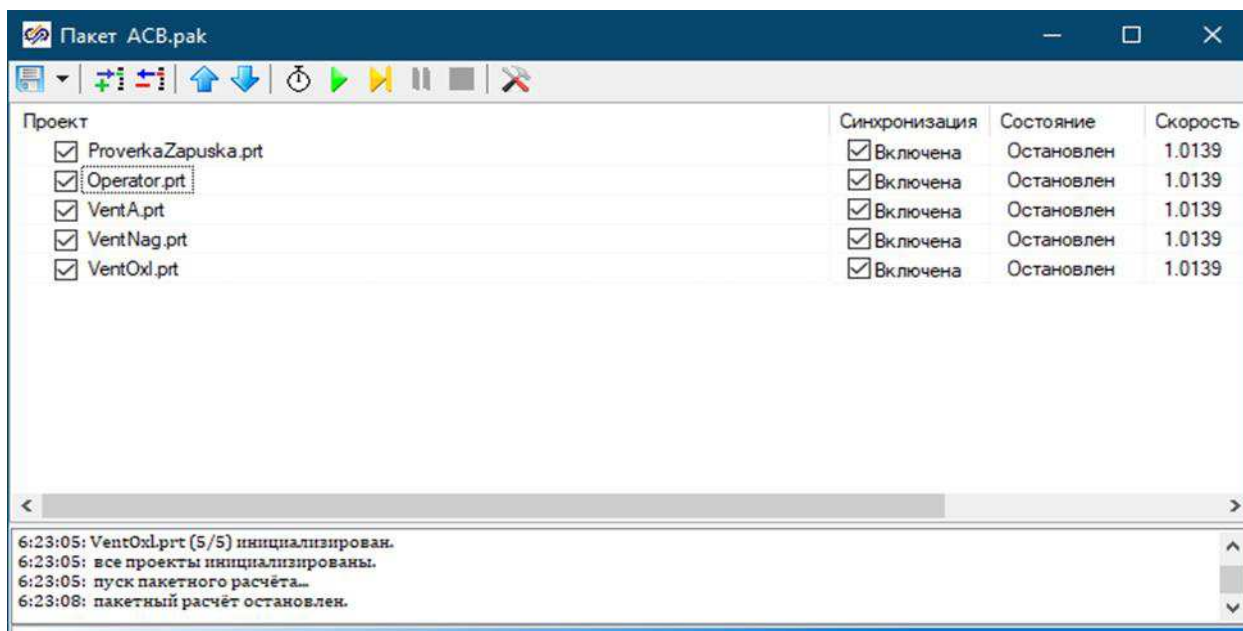


Рисунок 20 – Пакет проектов АСВ.pak

1. Проект **ProverkaZapuska.prt**

В данном проекте реализована проверка запуска системы исходя из температуры внешней среды

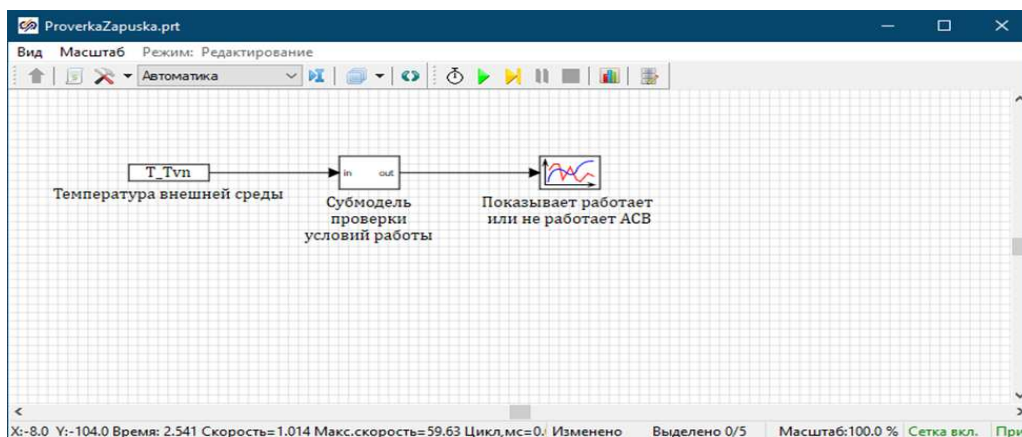


Рисунок 21 – Проект ProverkaZapuska.prt

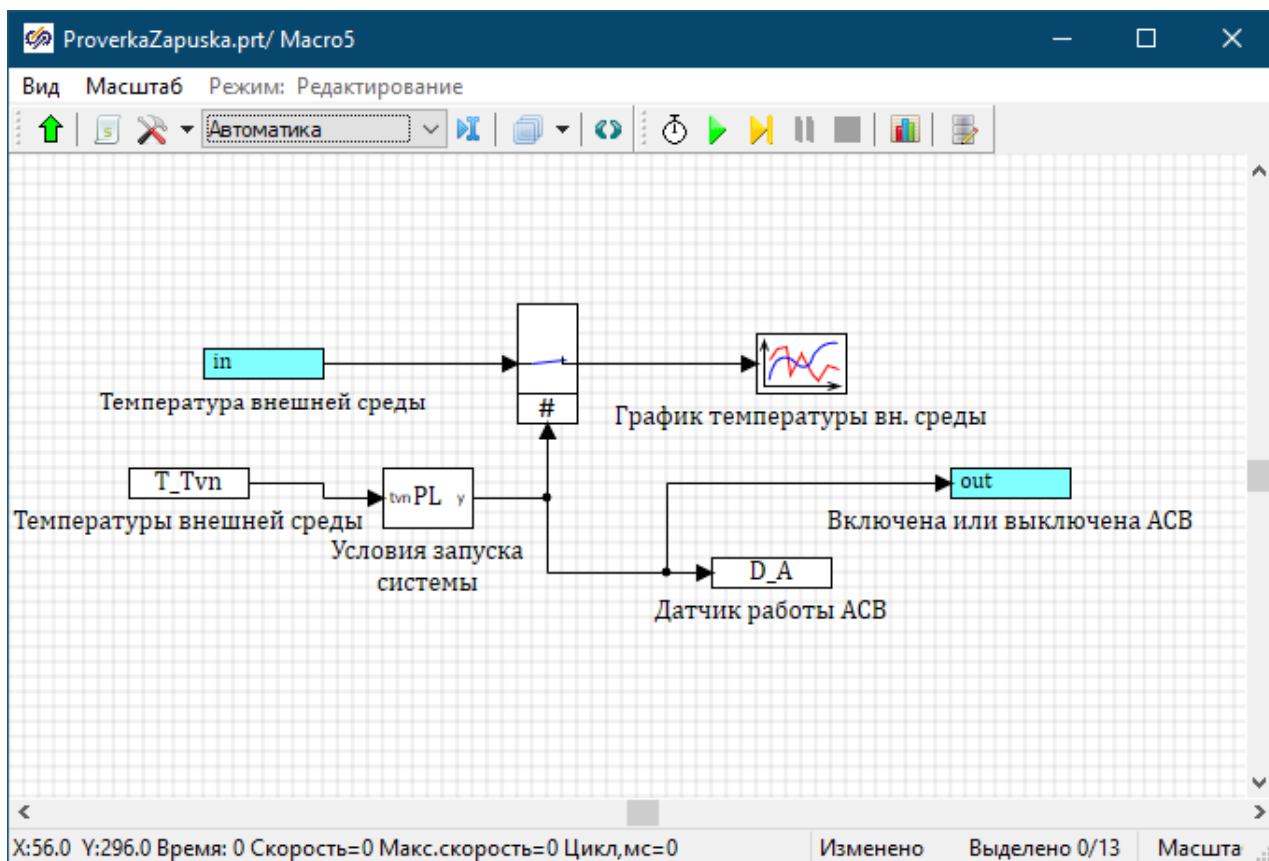


Рисунок 22 – Структура субмодели проекта ProverkaZapuska.prt

```

input Tvn;
output y;

if (Tvn>=5) then y = 1
if (Tvn>40) then y = 0
if (Tvn<5) then y = 0

```

Рисунок 23 - Ограничение работы системы

Входной порт **in** отвечает за температуры внешней среды. Блоки программирования необходимы для описания условий, при которых происходит включение работы АСВ. Система работает в диапазоне температур от -5°C до 40°C . Выходной сигнал из блоков программирования управляет ключами, которые в свою очередь являются имитацией клапана.

2. Проект Operator.prt

В данном проект реализован вывод необходимой информации для оператора на компьютер.

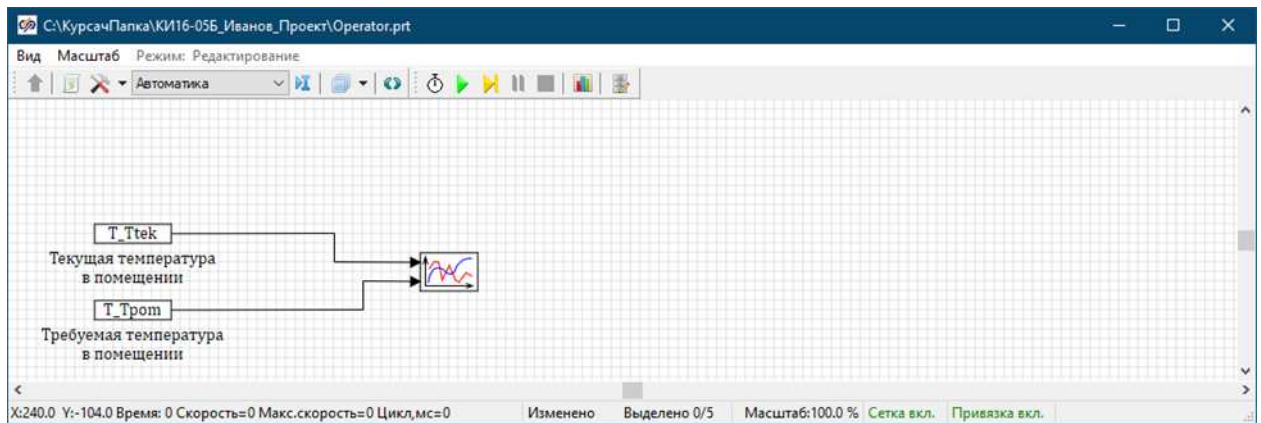


Рисунок 24 - Проект Operator.prt

3. Проект VentA.prt

В данном проекте реализована работа вентиляторов на охлаждение и нагрев воздуха.

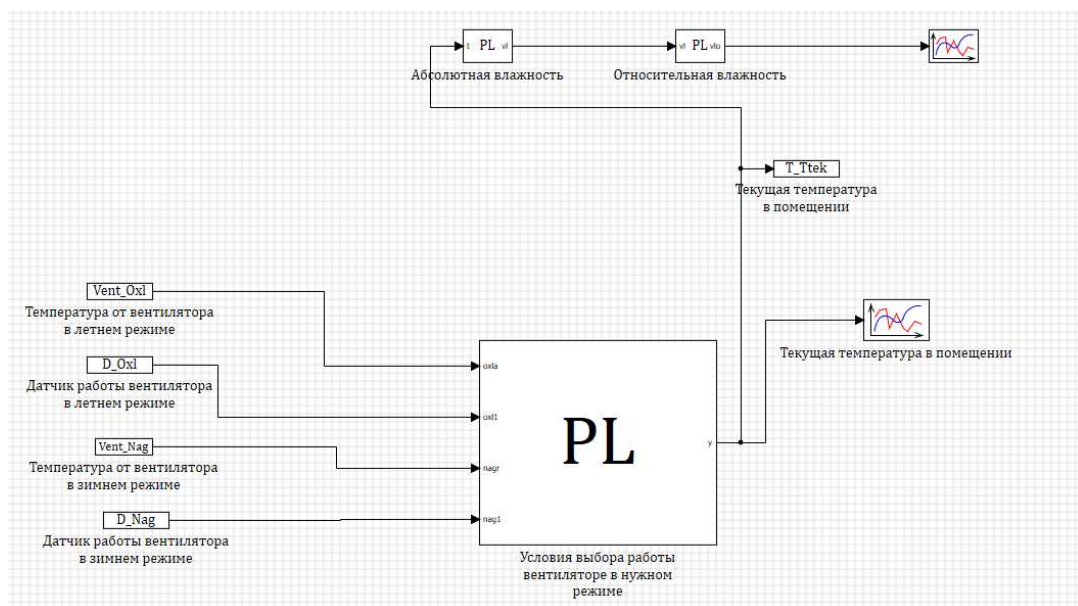


Рисунок 25 - Проект VentA.prt

```
input Oxl1a,Oxl11,Nagr,Nagr1;
output y;

if Oxl11 = 1 then y = Oxl1a
else
if Nagr1 = 1 then y = Nagr
```

Рисунок 26 – Условие выбора нужного вентилятора

Входной порт **in** отвечает за температуры после работы вентилятора в режиме «нагрев», а выходной порт **out** отвечает за текущую температуры в помещении. В блоках программирования описаны условия, при которых происходит будет показывать текущую температуру исходя из условия выбора режима вентиляторов. В блоках программирования Абсолютной и Относительной влажности написаны значения относительно текущей температуры в помещении.

4. Проект VentNag.prt

В данном проекте реализована работа вентилятора в зимнем режиме

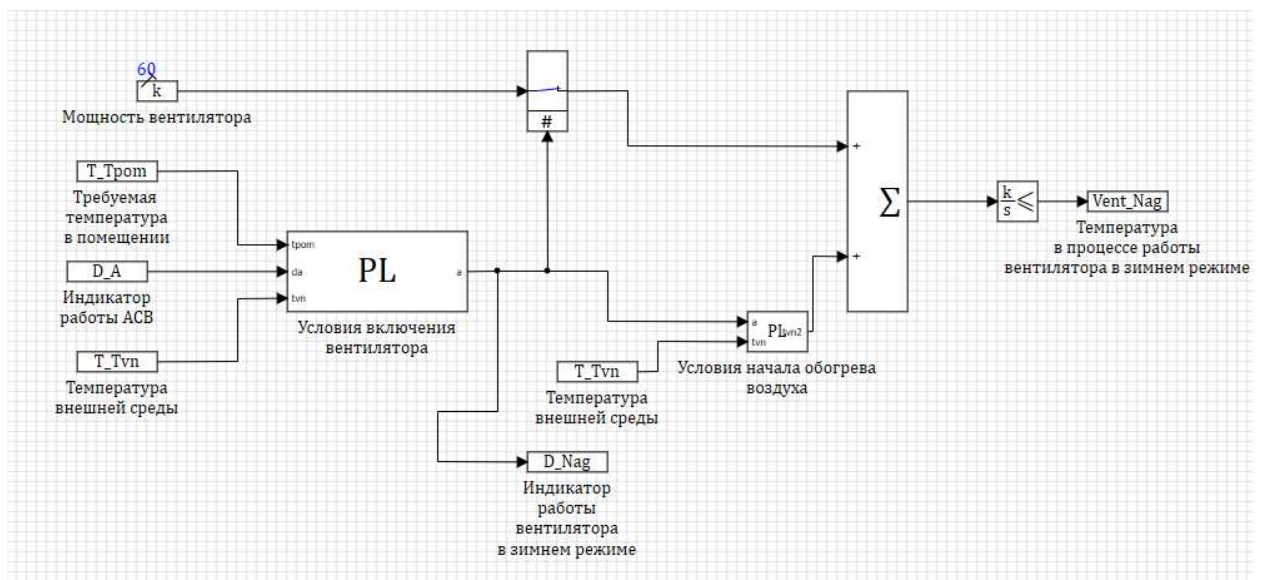


Рисунок 27 – Проект VentNag.prt

```

input Tром,DA,Tvn;
output A;

if (Tvn>Tром) and (DA=1) then A = 0
if (Tvn<Tром) and (DA=1) then A = 1

```

Рисунок 28 – Условие работы вентилятора

Вентилятор будет работать при условии, что температура внешней среды будет меньше, чем требуемая температура в помещении и при работе

самой АСВ, т.е. выше, чем 5 градусов. Ключи в данном проекте имитируют работу заслонки. В блоках программирования описаны условия, при которых осуществляется работа ключа(заслонки).

```

input A, Tvn;
output Tvn2;

if A=1 then Tvn2=Tvn
if A=0 then Tvn2=0
    
```

Рисунок 29 – Условие выбора температуры

Если на входную переменную **A** будет подан сигнал равным 1, то значение температуры внешней среды будет передано дальше для нагрева воздуха, т.к. при значении **A** равным 0 означает состояние вентилятора как «Не работает».

5. Проект VentOxl.prt

В данном проекте реализована работа вентилятора в летнем режиме.

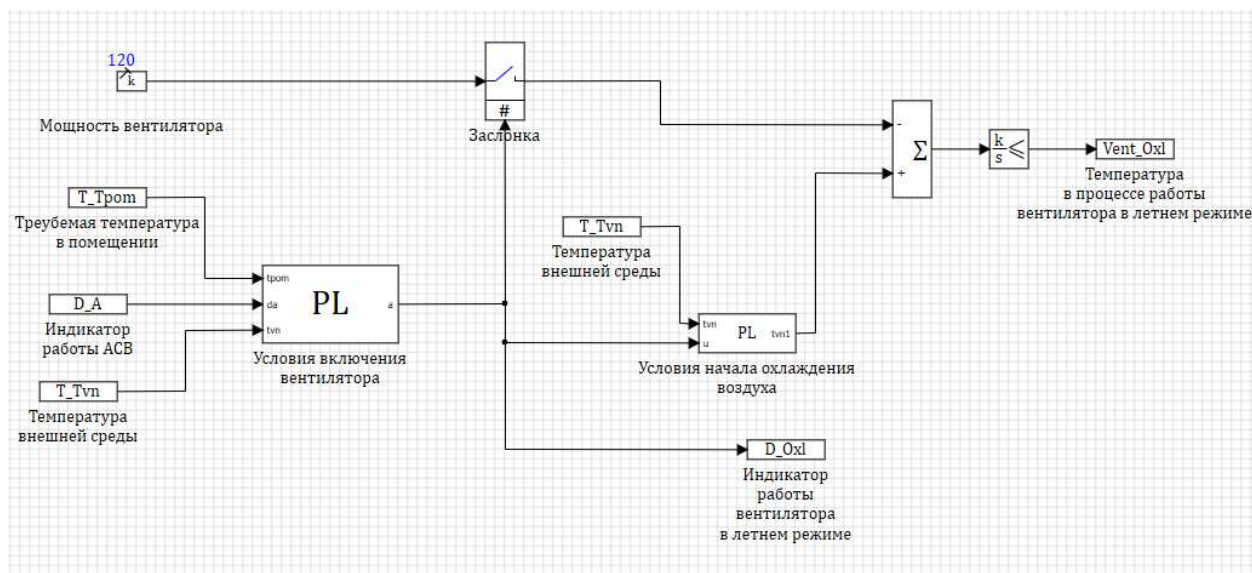


Рисунок 30 – Проект VentOxl.prt

```
input Tпом, DA, Tvn;  
output A;  
  
if (Tvn < Tпом) and (DA=1) then A = 0  
if (Tvn > Tпом) and (DA=1) then A = 1
```

Рисунок 31 – Условие работы вентилятора

Вентилятор будет работать при условии, что температура внешней среды будет больше, чем требуемая температура в помещении и при работе самой АСВ, т.е. ниже, чем 40 градусов. Ключи в данном проекте имитируют работу клапана. В блоках программирования описаны условия, при которых осуществляется работа ключа(заслонки).

```
input Tvn, u;  
output Tvn1;  
  
if u=1 then Tvn1=Tvn  
if u=0 then Tvn1=0
```

Рисунок 32 – Условие выбора температуры

Если на входную переменную **u** будет подан сигнал равным 1, то значение температуры внешней среды будет передано дальше для охлаждения воздуха, т.к. при значении **u** равным 0 означает состояние вентилятора как «Не работает».

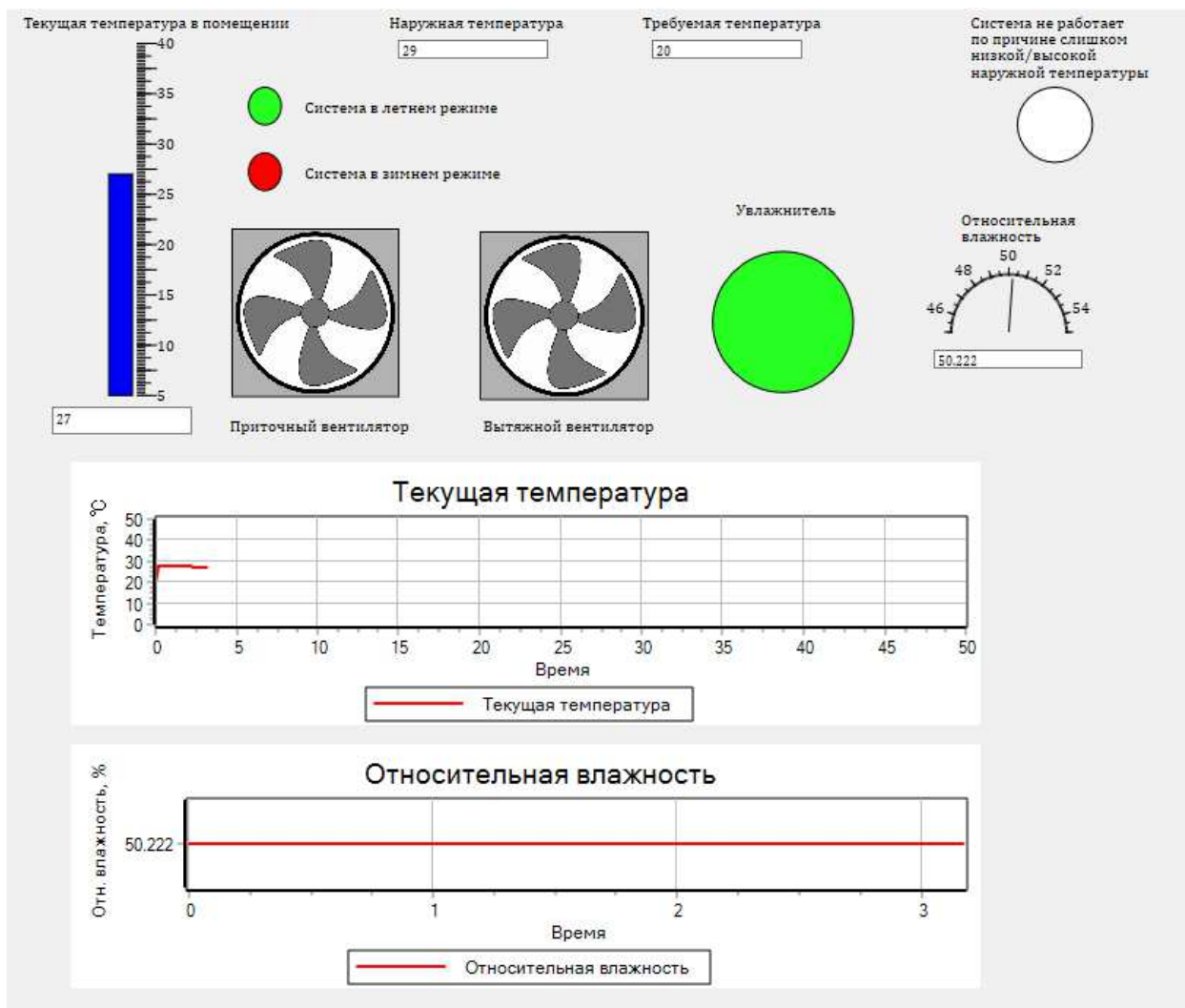


Рисунок 33 – Окно анимации

Окно анимации позволяет отслеживать температуру в помещении и относительную влажность, показывать режим системы в режиме Лето или Зима (зеленый цвет – система работает в летнем режиме или зимнем, красный цвет – система не работает в летнем или зимнем режиме), так же показывает с помощью лампы о невозможности работы системы по причине выхода из условий работы АСВ по температуре (красный цвет – система не работает, так как температура внешней среды вышла за пределы границ, белый цвет – система работает в штатном режиме), по графикам показывающим уровень температуры можно узнать через сколько времени требуемая температура установится в помещении, а также уровень влажности с каждым понижением или повышением температуры.

```
1  if D_Ox1 = 1 then FillEllipse.Color = 2293543
   if D_Ox1 = 0 then FillEllipse.Color = 255
   if D_Nag = 1 then FillEllipse1.Color = 2293543
   if D_Nag = 0 then FillEllipse1.Color = 255
   if D_A = 1 then FillCircle.Color = 16777215
   if D_A = 0 then FillCircle.Color = 255
   if T_Tpom=T_Ttek then FillEllipse.Color = 255
   if T_Tpom=T_Ttek then FillEllipse1.Color = 255
   if D_A = 0 then FillEllipse3.Color = 16777215
10  if D_A = 1 then FillEllipse3.Color = 2293543
   T_Tvn=Editor3.Value
   if D_Ox1 = 1 then GIFAnimation1.Animation = 1
   if D_Ox1 = 0 then GIFAnimation1.Animation = 1
   if T_Tpom=T_Ttek then GIFAnimation1.Animation = 0
   if D_Nag = 1 then GIFAnimation2.Animation = 1
   if D_Nag = 0 then GIFAnimation2.Animation = 1
   if T_Tpom=T_Ttek then GIFAnimation2.Animation = 0
```

Рисунок 34 – Скрипт «Окна анимации»

Если значение D_Ox1 или D_Nag будет равным 1, то лампы индикации работы вентиляторов загорятся зеленым светом исходя из того, летний или зимний режим работы.

Если текущая температура станет равной требуемой температуре в помещении, то вентиляторы прекратят свою работу и их индикатор станет красного цвета.

Если значение D_A будет равным 0, т.е. значение температуры внешней среды вышло за границы допустимых, то индикатор аварийного режима загорится красным, и система не будет работать.

№	Имя ▲	Название	Тип данных	Формула	Значение
2	Trom	Требуемая температура в помещении	Целое		20
3	Ttek	Текущая температура в помещении	Целое		0
1	Tvp	Температура внешней среды	Целое		8
№	Имя ▲	Название	Тип данных	Формула	Значение
1	A	Датчик проверки запуска системы	Двоичное		<input checked="" type="checkbox"/> Да
3	Naq	Датчик работы в режиме "Нагрев"	Веществен...		1
2	OxI	Датчик работы в режиме "Охлаждение"	Веществен...		1
№	Имя ▲	Название	Тип данных	Формула	Значение
2	Naq	Вентилятор в режиме "Нагрев"	Целое		16
1	OxI	Вентилятор в режиме "Охлаждение"	Целое		0

Рисунок 35 – Список сигналов проекта

4.4 Использование результатов в учебном процессе

Цель – приобретение навыков моделирования в среде SimInTech на примере модели системы вентиляции в помещении

Задачи:

- а) Собрать схему по методическим указаниям
- б) Изменить значение требуемой температуры и значение абсолютной и относительной влажности (40%)
- в) Добавить включение/выключение заслонок для подачи воздуха через вентиляторы
- г) Добавить кнопки в окне анимации для заслонок

Методические указания

1. Создать базу данных сигналов

№	Имя ▲	Название	Тип данных	Формула	Значение	Способ расчёта
1	A	Датчик проверки запуска системы	Двоичное		<input checked="" type="checkbox"/> Да	Переменная
3	Nag	Система в зимнем режиме	Веществен...		1	Переменная
2	OxI	Система в летнем режиме	Веществен...		0	Переменная
4	VI	Влажность	Веществен...		50.222	Переменная
№	Имя ▲	Название	Тип данных	Формула	Значение	Способ расчёта
2	Trom	Температура в помещении	Целое		20	Переменная
3	Ttek	Текущая температура	Целое		20	Переменная
1	Tvn	Температура внешней среды	Целое		11	Переменная
№	Имя ▲	Название	Тип данных	Формула	Значение	Способ расчёта
2	Nag	Вентиляторы в зимнем режиме	Целое		20	Переменная
1	OxI	Вентиляторы в летнем режиме	Целое		20	Переменная

Рисунок 36 – База данных

2. Создать схему модели общего вида вентилятора и вставить следующие блоки:

- а) 2 Константы
- б) Ключ управляемый нормально разомкнутый тип 2
- в) Сумматор
- г) Интегратор с ограничением

д) Временной график

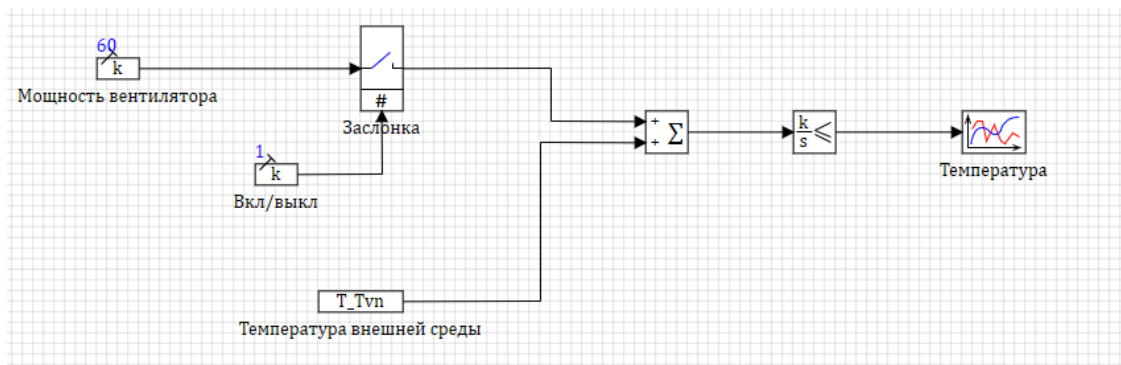


Рисунок 37 – Схема модели

В блок «Интегратор с ограничением» необходимо вписать требуемую температура. Пример условий в блоке на рисунке 38

Свойства : LimitIntegrator10

Свойства				
Свойства	Параметры	Общие	Порты	Визуальные слои
Название	Имя	Формула	Значение	
Коэффициенты усиления	k		[1]	
Минимальное значение	Ymin	5	[5]	
Максимальное значение	Ymax	T_Trom	[20]	
Начальные условия	x0	T_Tvn	[11]	

Рисунок 38 – Блок «Интегратор с ограничением»

3. Создать модель общего вида для контроля за параметром влажность

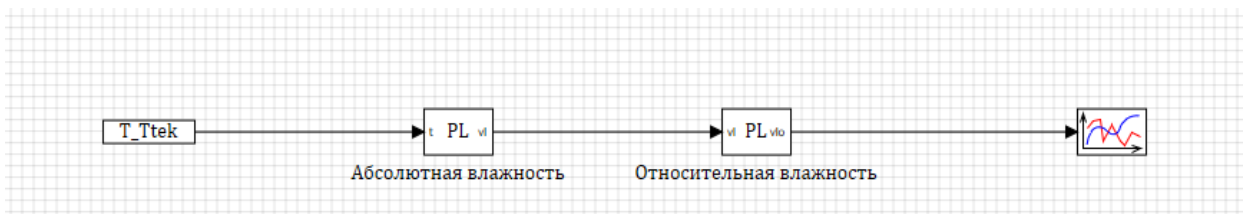


Рисунок 39 – модель общего вида для контроля влажности

С помощью сигнала T_Ttek передаем значение текущей температуры в помещении в блок программирования. В нем записываем значения температур и показателя абсолютной влажности для каждого значения температуры. Данные можно взять из рисунка 40.

Относительная Влажность	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Температура воздуха [°C]	абсолютная влажность г/м ³ (сверху) точка росы [°C](снизу)									
50	8,3	16,6	24,9	33,2	41,5	49,8	58,1	66,4	74,7	83
	8	19	26	32	36	40	43	45	48	50
45	6,5	13,1	19,6	26,2	32,7	39,3	45,8	52,4	58,9	65,4
	4	15	22	27	32	36	38	41	43	45
40	5,1	10,2	15,3	20,5	25,6	30,7	35,8	40,9	46	51,1
	1	11	18	23	27	30	33	36	38	40
35	4	7,9	11,9	15,8	19,8	23,8	27,7	31,7	35,6	39,6
	-2	8	14	18	21	25	28	31	33	35
30	3	6,1	9,1	12,1	15,2	18,2	21,3	24,3	27,3	30,4
	-6	3	10	14	18	21	24	26	28	30
25	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23
	-8	0	5	10	13	16	19	21	23	25
20	1,7	3,5	5,2	6,9	8,7	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3
	-12	-4	1	5	9	12	14	16	18	20
15	1,3	2,6	3,9	5,1	6,4	7,7	9	10,3	11,5	12,8
	-16	-7	-3	1	4	7	9	11	13	15
10	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4
	-19	-11	-7	-3	0	1	4	6	8	10
5	0,7	1,4	2	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8
	-23	-15	-11	-7	-5	-2	0	2	3	5
0	0,5	1	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,8
	-26	-19	-14	-11	-8	-6	-4	-3	-2	0
-5	0,3	0,7	1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4
	-29	-22	-18	-15	-13	-11	-8	-7	-6	-5
-10	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3
	-34	-26	-22	-19	-17	-15	-13	-11	-11	-10

Рисунок 40 – Зависимость абсолютной влажности от температуры

Полученный результат в блоке программирования для нужной влажности 50% можно увидеть на рисунке 41.

```
1 input T;
output vl;

if T=0 then vl = 2.4
if T=1 then vl = 2.6
if T=2 then vl = 2.8
if T=3 then vl = 3
if T=4 then vl = 3.2
if T=5 then vl = 3.4
10 if T=6 then vl = 3.65
if T=7 then vl = 3.9
if T=8 then vl = 4.15
if T=9 then vl = 4.4
if T=10 then vl = 4.7
if T=11 then vl = 5
if T=12 then vl = 5.3
if T=13 then vl = 5.6
if T=14 then vl = 5.9
if T=15 then vl = 6.2
20 if T=16 then vl = 6.7
if T=17 then vl = 7.2
if T=18 then vl = 7.7
if T=19 then vl = 8.2
if T=20 then vl = 8.7
if T=21 then vl = 9.3
if T=22 then vl = 9.9
if T=23 then vl = 10.5
if T=24 then vl = 11.1
if T=25 then vl = 11.7
30 if T=26 then vl = 12.4
if T=27 then vl = 13.1
if T=28 then vl = 13.8
if T=29 then vl = 14.5
if T=30 then vl = 15.2
if T=31 then vl = 16.1
if T=32 then vl = 17
if T=33 then vl = 17.9
if T=34 then vl = 18.8
if T=35 then vl = 19.7
40 if T=36 then vl = 20.9
if T=37 then vl = 22.1
if T=38 then vl = 23.3
if T=39 then vl = 24.5
if T=40 then vl = 25.7
```

Рисунок 41 – Блок программирования

Аналогично проводим операцию по относительной влажности, чтобы при изменении температуры относительная влажность была равна $50 \pm 1\%$

```
1 input vl;
output vlo;

if vl = 2.4 then vlo = 49.267
if vl = 2.6 then vlo = 49.838
if vl = 2.8 then vlo = 50.146
if vl = 3 then vlo = 50.227
if vl = 3.2 then vlo = 50.112
if vl = 3.4 then vlo = 49.831
10 if vl = 3.65 then vlo = 50.092
if vl = 3.9 then vlo = 50.146
if vl = 4.15 then vlo = 50.021
if vl = 4.4 then vlo = 49.741
if vl = 4.7 then vlo = 49.859
if vl = 5 then vlo = 49.799
if vl = 5.3 then vlo = 49.586
if vl = 5.6 then vlo = 49.240
if vl = 5.9 then vlo = 48.780
if vl = 6.2 then vlo = 48.224
20 if vl = 6.7 then vlo = 49.049
if vl = 7.2 then vlo = 49.635
if vl = 7.7 then vlo = 50.009
if vl = 8.2 then vlo = 50.198
if vl = 8.7 then vlo = 50.222
if vl = 9.3 then vlo = 50.649
if vl = 9.9 then vlo = 50.889
if vl = 10.5 then vlo = 50.966
if vl = 11.1 then vlo = 50.889
if vl = 11.7 then vlo = 50.705
30 if vl = 12.4 then vlo = 50.811
if vl = 13.1 then vlo = 50.777
if vl = 13.8 then vlo = 50.619
if vl = 14.5 then vlo = 50.353
if vl = 15.2 then vlo = 49.993
if vl = 16.1 then vlo = 50.173
if vl = 17 then vlo = 50.217
if vl = 17.9 then vlo = 50.140
if vl = 18.8 then vlo = 49.956
if vl = 19.7 then vlo = 49.679
40 if vl = 20.9 then vlo = 50.037
if vl = 22.1 then vlo = 50.251
if vl = 23.3 then vlo = 50.337
if vl = 24.5 then vlo = 50.307
if vl = 25.7 then vlo = 50.176
```

Рисунок 42 – Блок программирования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы ВКР была выполнена автоматизация систем вентиляции воздуха в помещении майнинг-фермы, для которой были выбраны устройства управления и регулирования, обеспечивающие необходимый процесс циркуляции воздуха в помещении. Температурный режим в диапазоне 15-20 °С с влажностью 50% при температуре окружающего воздуха 5-40°С.

Поставленные задачи выпускной работы были успешно реализованы в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech*, разработана модель АСВ в помещении в составе двух вентиляторов, работающих в двух режимах, летнем и зимнем.

Разработанная модель *SimInTech* из 5 взаимосвязанных через общую базу сигналов проектов, способна решать задачу проектирования АСВ для помещения майнинг-фермы при заданной мощности оборудования и размеру помещения.

Надежная работа системы вентиляции увеличивает производительность майнинг-фермы из-за улучшения охлаждения оборудования.

Выпускная работа имеет перспективы по реальному применению в помещениях, где расположена майнинг-ферма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин, А.К. Городов, М.Ю. Еремин, С.М. Звягинцева, В.П. Мурашко, И.В. Седых. – Москва: Евроклимат, 2003. – 460 с.
- 2 Степановских, А.С. Экология: учебник для вузов / А.С. Степановских. – Москва.: Юните-Дана, 2001. – 703 с.
- 3 Штокман, Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. Справочное пособие / Е.А. Штокман. – Москва: АСВ, 1999. – 564 с.
- 4 Бандарь, Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие / Е.С. Бандарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич. – Казань: Авантпост-Прим, 2005. – 560 с.
- 5 Сибикин, Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учебное пособие для СПО / Ю.Д. Сибикин. – Москва: Academia, 2013. – 336 с.
- 6 Белова, Е.М. Центральные системы вентиляции воздуха в зданиях. Учебник / Е.М. Белова. – Москва: Евроклимат, 2005. – 640 с.
- 7 Беккер, А. Системы вентиляции. Учебное пособие для студентов СПО / А. Беккер. – Москва: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
- 8 Черенков, В.В. Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник / В.В. Черенков. – Липецк: Машиностроение, 1987. – 847 с.
- 9 Шишов, О.В. Технические средства автоматизации и управления. Учебное пособие / О.В. Шишов. – Москва: ИНФРА-М, 2012. – 397 с.
- 10 Белов, М.П. Технические средства автоматизации и управления. Учебное пособие. М.П. Белов. – Санкт-Петербург: СЗТУ, 2006. – 184 с.
- 11 Метеорологические условия производственной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jbuilder.ru/item/76>

12 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха SALDA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.salda.by/tsena/salda-2016-1.pdf>

13 Инструкция по эксплуатации Segnetics PIXEL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://segnetics.com/pixel>

14 Автоматизация приточной вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.airclimat.ru/Avtomatizatsiya-pritочноy-sistemy-ventilyatsii.html>

15 Пластинчатый рекуператор воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ventilsystem.ru/klimaticheskaya-texnika/rekuperator/plastinchatyj-rekuperator.html>

16 Щиты управления ЩУВЭК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rowen.nt-rt.ru/images/manuals/14.pdf>

17 Вентиляция майнинг-фермы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://conspi.ru/majning-2/ventilyaciya-fermy-majning-sistema-ventilyacii-i-oxlazhdeniya-majning-fermy.html#i-2>

18 Вентиляция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.topclimat.ru/publications/2.html>

19 Расчет системы вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ventbazar.ua/blog/raschet-kondicionirovaniya-i-ventilyacii-dlya-majninga.html>

20 СТО 4.2 07 2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2 07 2012; дата введ. 09.01.2014. – Красноярск, 2014. – 60с.

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

Институт космических и информационных технологий
Кафедра «Системы автоматизации, автоматизированное управление
и проектирование»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
С.В. Ченцов

« 26 » 06 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.04 -- Автоматизация технологических процессов и производств

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

Руководитель	_____	26_06.2020 г.	доцент, канд. техн. наук И.Н. Пожаркова
Выпускник	_____	26_06.2020 г.	М.В. Иванов
Нормоконтролер	_____	26_06.2020 г.	Т.А. Грудинова

Красноярск 2020