



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

Модернизация системы автоматизированного управления установкой приточной вентиляции производственного помещения

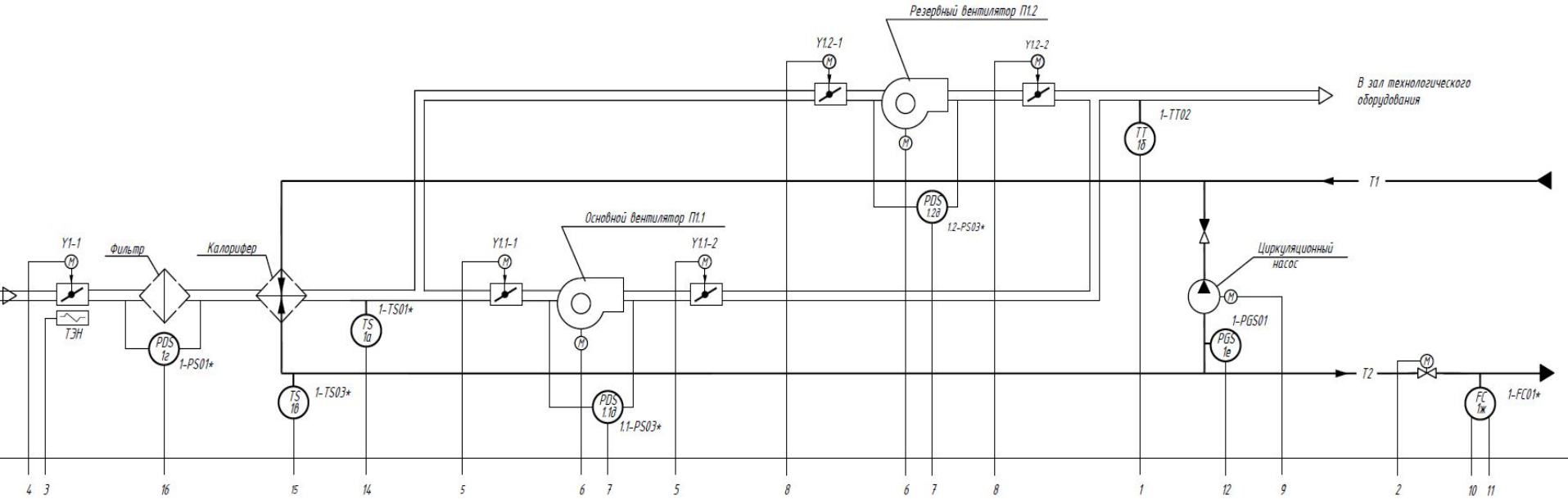
Выполнил: магистрант гр. АПМ-20МАЗ1 Шарафеев Р. Р.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Милюшенко С.А.

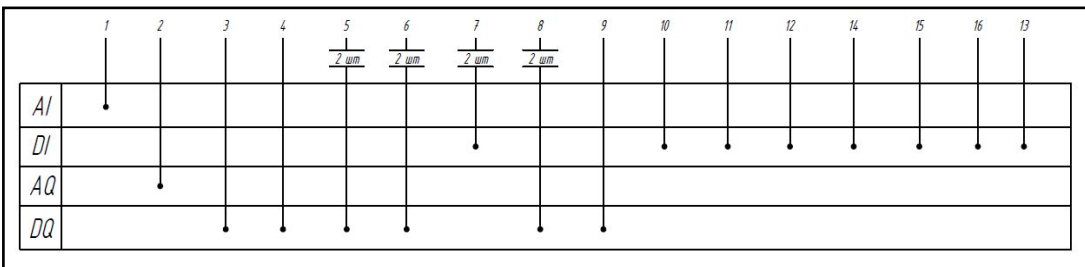
Омск 2023

Функциональная схема автоматизации приточной вентиляции производственного помещения

Венткамера. Приточная вентсистема П1

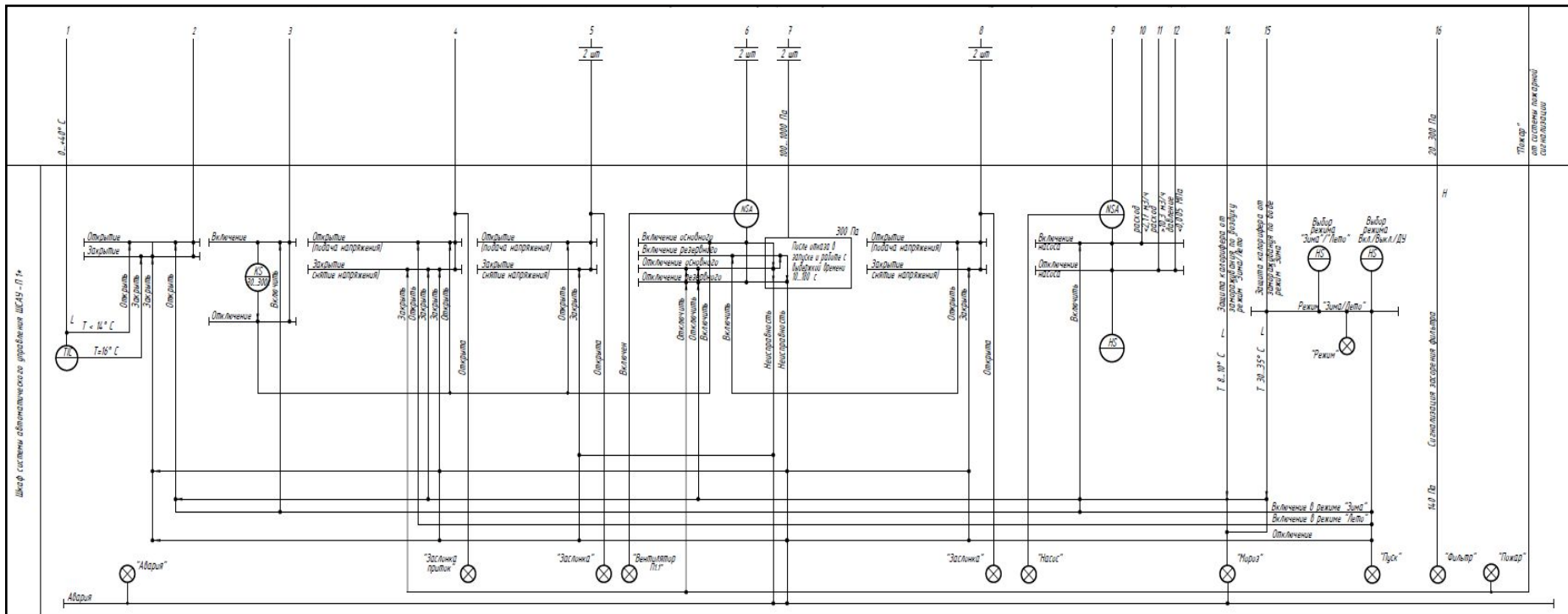


Типы сигналов



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ИЗОБРАЖЕНИЯ

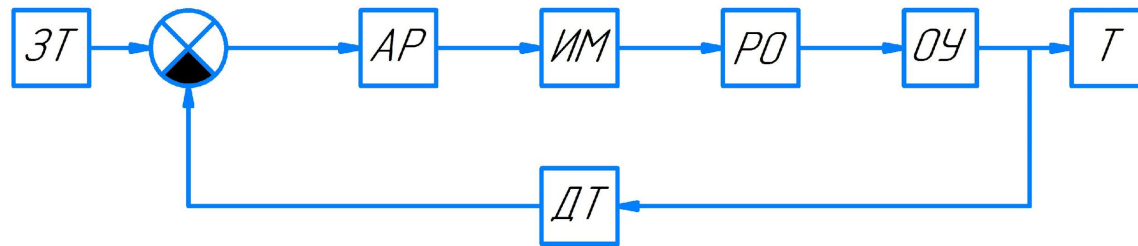
Обозначение и изображение	Наименование	Обозначение и изображение	Наименование
	Обогрев воздушного клапана		Датчик реле перепада давления
	Датчик защиты насоса от сухого хода		Датчик реле перепада давления для контроля загрязненности фильтра
	Теплообменник		Датчик температуры
	Фильтр карманного типа		Центробежный насос
	Вентилятор с электродвигателем		Реле-протачка
	Воздушный клапан с электроприводом		Клапан регулирующий
			Датчик защиты от замораживания по воздуху
			Датчик защиты от замораживания по воде
		1a	Номер по спецификации
		TT	Условные обозначения приборов



№	Тип	Наименование
1	AI	Температура приточного воздуха
2	AQ	Регулирование ЗРК(регулр.)
2.1	DQ	Регулирование ЗРК(откр.)
2.2	DQ	Регулирование ЗРК(закр.)
3	DQ	Обогрев клапана Y1-1
4	DQ	Управление клапаном Y1-1
5	DQ	Управление клапанами Y11-1, 2
6	DI	Управление эл.двигателем П1.1(П1.2)
7	DQ	Контроль работы двигателя П1.1(П1.2)

8	DQ	Управление клапанами (Y2.1-2,2)
9	DQ	Управление циркуляционным насосом
10	DI	Защита насоса от сухого хода (вкл. насоса)
11	DI	Защита насоса от сухого хода (откл. насоса)
12	DI	Защита насоса от кавитации (откл. насоса)
13	DI	Пожар
14	DI	Защита теплообменника от замораживания по воздуху
15	DI	Защита теплообменника от замораживания по воде
16	DI	Контроль засорения фильтра

Структурная схема регулирования температуры



$ЗТ$ - задатчик температуры (уст.)

$ИМ$ - исполнительный механизм(эл. привод)

$ОУ$ – объект управления(воздуховод)

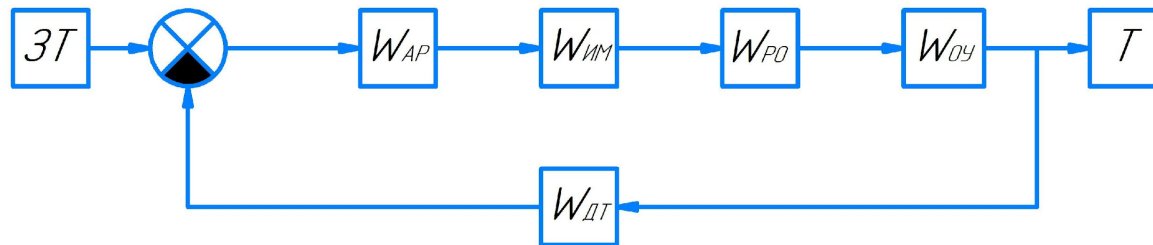
T - температура

$АР$ - автоматический регулятор

$РО$ - регулирующий орган управления(ЗРК)

$ДТ$ - датчик температуры

Структурно-математическая схема регулирования температуры



$W_{АР}$ - передаточная функция автоматического регулятора

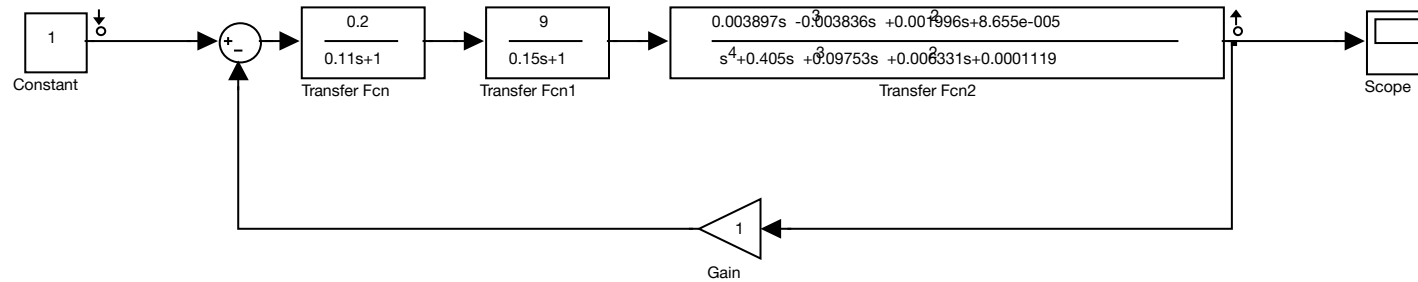
$W_{ИМ}$ - передаточная функция исполнительного механизма

$W_{РО}$ - передаточная функция регулирующего органа управления

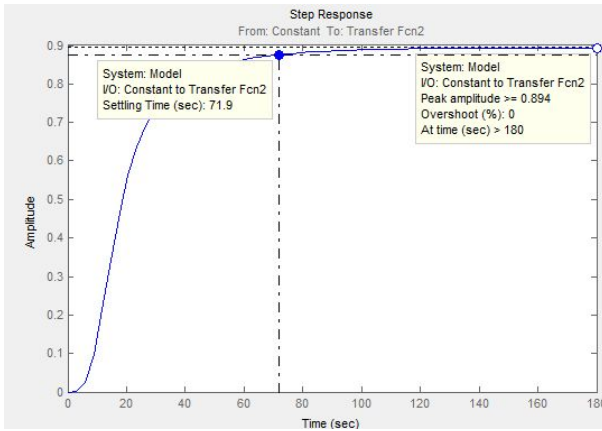
$W_{ДТ}$ - передаточная функция датчика температуры

$W_{ОУ}$ - передаточная функция автоматического регулятора

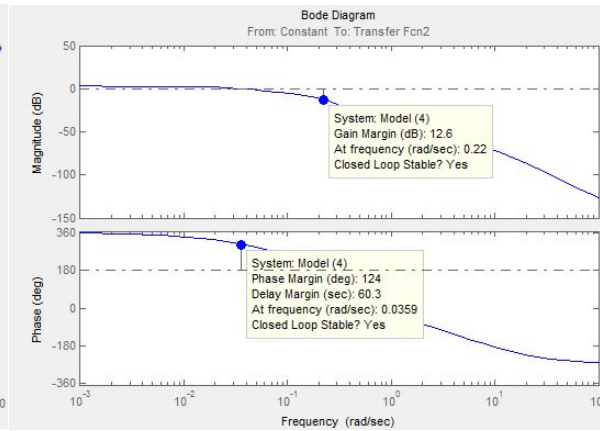
Анализ и синтез автоматической системы регулирования температуры без АР в среде MATLAB Simulink



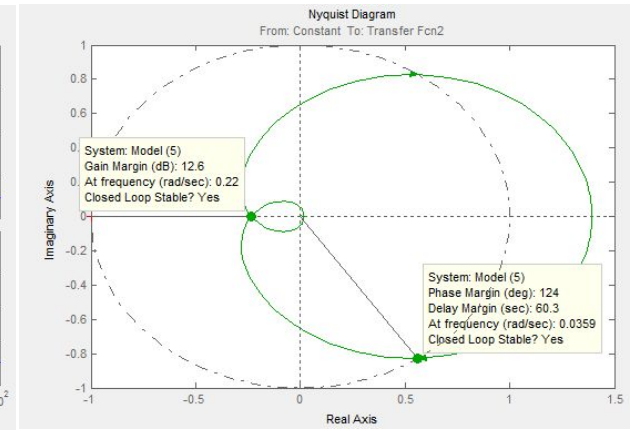
Структурно-математическая схема среде в Matlab Simulink без автоматического регулятора.



Переходная характеристика контура регулирования температуры

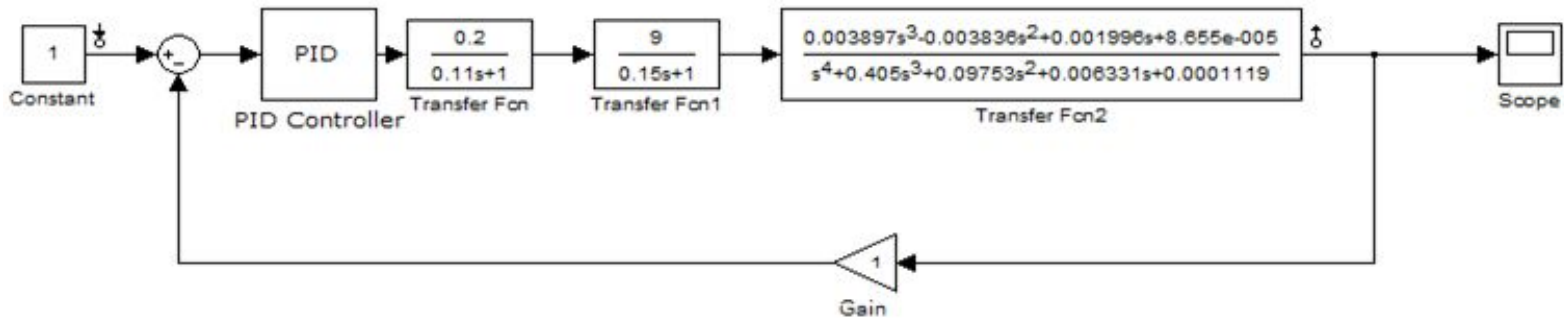


Логарифмическая амплитудно-фазовая характеристика контура регулирования температуры

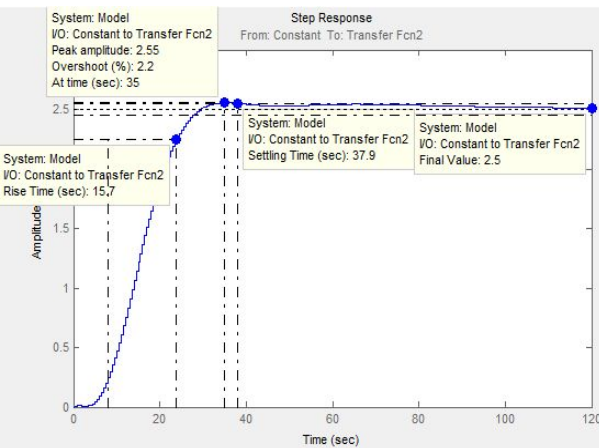


Годограф АФЧХ с указанием значений запасов устойчивости для непрерывной модели

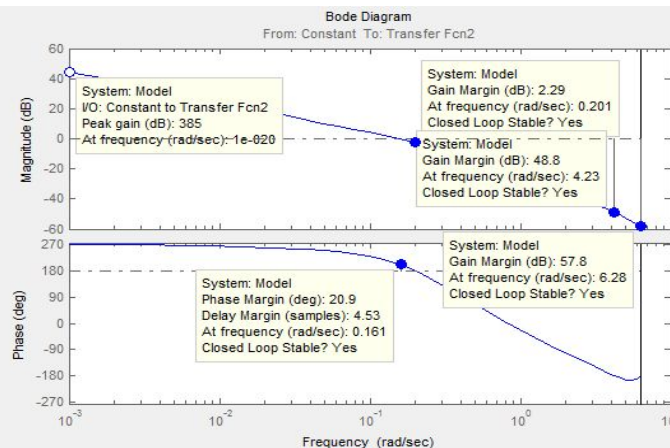
Анализ и синтез автоматической системы регулирования температуры с АР в среде MATLAB Simulink



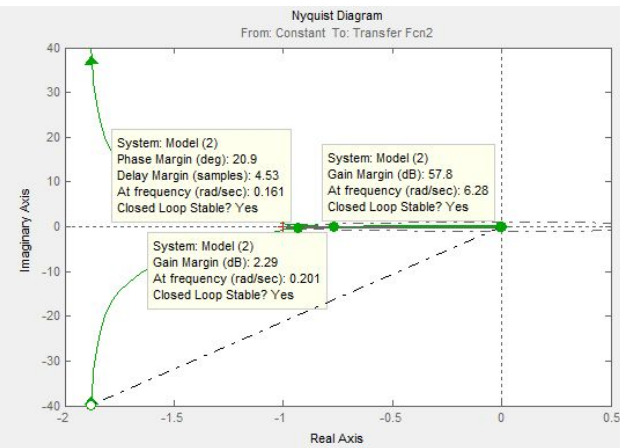
Структурно-математическая схема в среде Matlab Simulink с автоматическим регулятором.



Переходная характеристика контура оптимизированной системы регулирования



Логарифмическая амплитудно-фазовая характеристика контура оптимизированной системы



Годограф АФЧХ с указанием значений запасов устойчивости оптимизированной системы

Показатели качества системы до и после оптимизации

Статическая ошибка	Максимальное перегулирование	Время регулирования	Время нарастания	Запас устойчивости по амплитуде	Запас устойчивости по фазе
Заданные области требования					
<5%	<10%	50	20	10	20-80
Система без регулятора					
10%	0%	71,9	31,4	12,6	124
Система с регулятором					
0%	2,2%	37,9	15,7	2,29	20,9

В результате исследований системы автоматического регулирования на устойчивость можно сделать вывод, что система при данных значениях параметров устойчива по всем критериям, что подтверждает правильность выполненных расчетов и построений.

Схема подключения контроллера

№	Тип	Наименование
1	AI	Температура приточного воздуха
2	AQ	Регулирование ЗРК(регул/р)
2.1	DQ	Регулирование ЗРК(откр/)
2.2	DQ	Регулирование ЗРК(закр/)
3	DQ	Обогрев клапана Y1-1
4	DQ	Управление клапаном Y1-1
5	DQ	Управление клапанами Y1.1-1, 2
6	DI	Управление двигателем П1.1(П1.2)
7	DQ	Контроль работы двигателя П1.1(П1.2)
8	DQ	Управление клапанами (Y2.1-2,2)
9	DQ	Управление циркуляционным насосом
10	DI	Защита насоса от сухого хода (вкл. насоса)
11	DI	Защита насоса от сухого хода (откл. насоса)
12	DI	Защита насоса от кавитации (откл. насоса)
13	DI	Пожар
14	DI	Защита теплообменника от замораживания по воздуху
15	DI	Защита теплообменника от замораживания по воде
16	DI	Контроль засорения фильтра

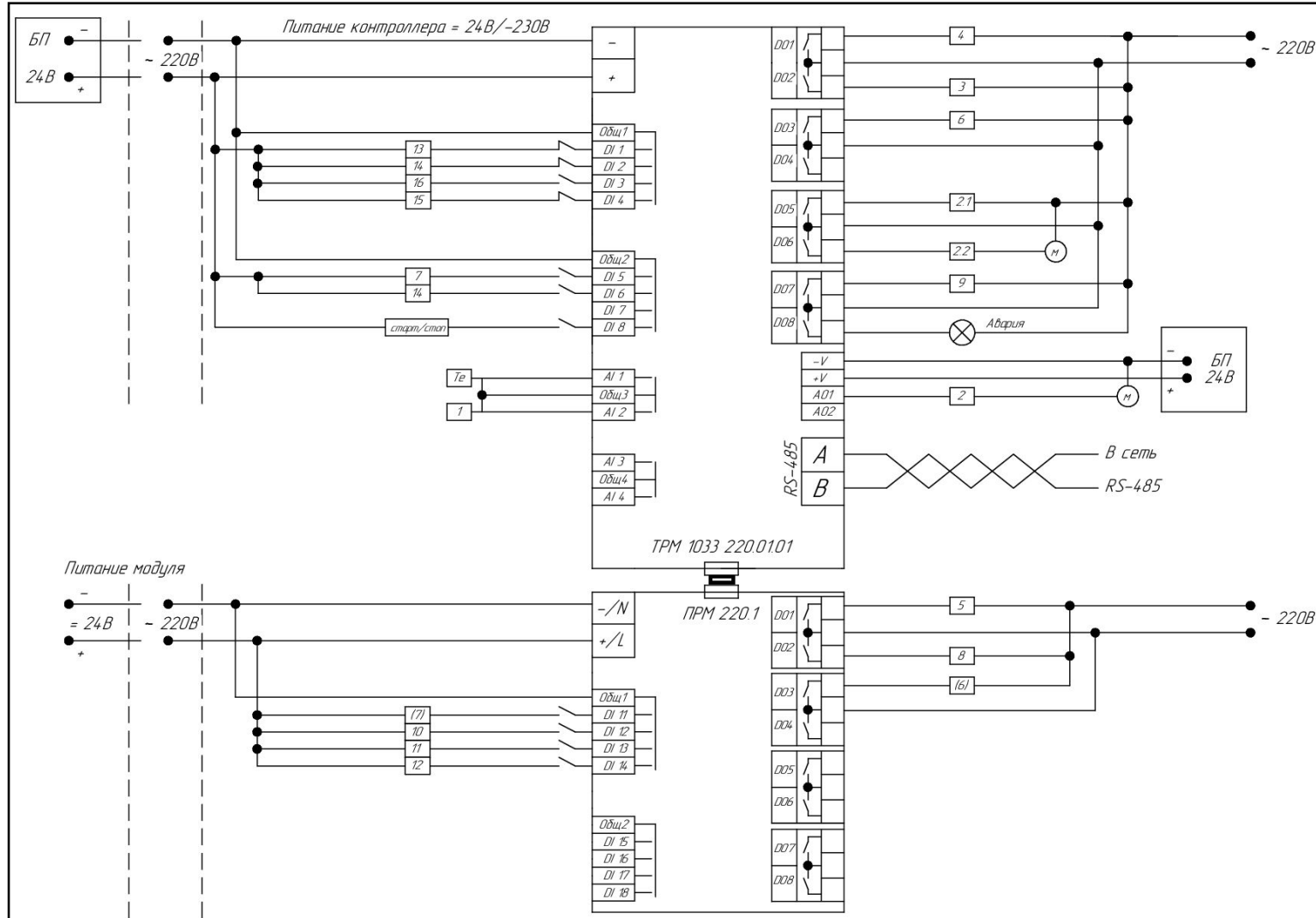
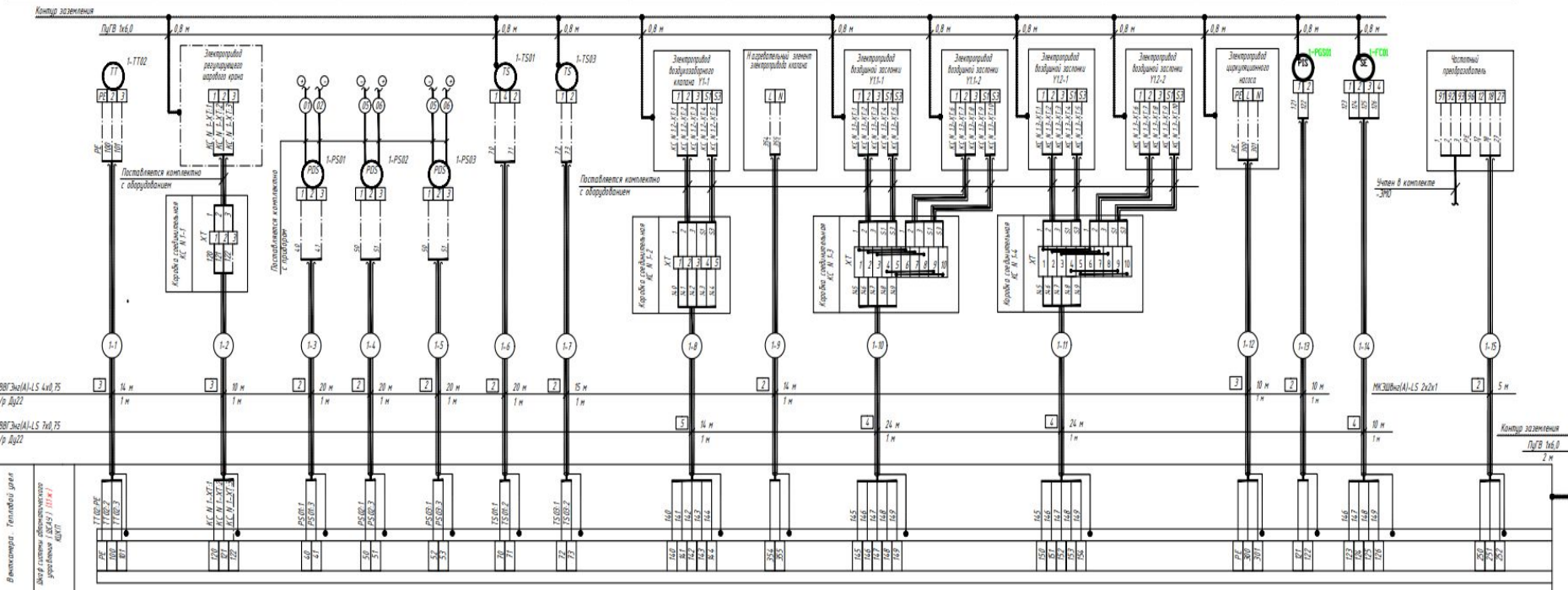


Схема соединений внешних проводов

Наименование параметра и место отбора импульса	Вентилятора													Длина кабеля	Исполнительный провод	
	Приточная вентсистема П1															
Температура приточного воздуха	Регулировочный шаровый кран	Передатчик давления на фильтре	Передатчик давления на вентиляторе	Передатчик давления на вентиляторе	Датчик защиты от замораживания по воздуху	Датчик защиты от замораживания по воде	Электронный датчик воздушной влажности канала Y1-1	Питание нагревательного элемента грелки канала	Электронный датчик влажности заслонки Y11-1	Электронный датчик влажности заслонки Y11-2	Электронный датчик влажности заслонки Y12-1	Электронный датчик влажности заслонки Y12-2	Циркуляционный насос	Датчик защиты насоса от сухого хода	Резерв	Исполнительный провод
Цифровые значения монтажных чертежей	По инструкции завода-изготовителя															
Позиция	И8	—	И2	1.10	1.20	И2	И8	—	—	—	—	—	—	И2	Их	



Вентилятора - Типовой проект
 08/24 линия, Железнодорожный район г. Москва / 08/24/1 / 101/1
 400/1

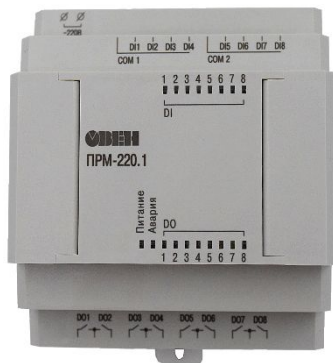
Выбор технических средств автоматизации

1. ПЛК ТРМ 1033.220.01.01



ТРМ1033 – это специализированный контроллер с готовыми алгоритмами для автоматизации приточной и приточно-вытяжной вентиляции. Контроллер позволяет управлять стандартными узлами вентиляции для достижения максимально комфортной температуры приточного воздуха для помещений. Технические характеристики на контроллер ТРМ1033-220.01.01:
Напряжение питания: 24..264В переменный ток
Тип прошивки: водяной нагрев, резервный вентилятор (с модулем расширения входов/выходов ОВЕН ПРМ-220.1)
Интерфейс связи: RS-485
Протокол связи: Modbus ASCII, Modbus RTU
Количество дискретных входов: 8
Количество аналоговых входов: 4
Тип измеряемых сигналов: PT100, PT1000, NTC10k
Количество дискретных выходов: 8 э/м реле
Количество аналоговых выходов: 2 ЦАП 0..10В
Тип корпуса: на DIN-рейку (123x90x58мм)
Степень защиты корпуса: IP20

2. ПРМ- 220.1 - модуль расширения дискретных входов/выходов 220В.



Основные особенности ПРМ 220.1:

- 8 каналов дискретного ввода;
- 8 каналов дискретного вывода типа э/м реле;
- Удобное подключение, съем и замена модуля даже при плотном монтаже в ограниченном пространстве шкафа;
- Входы модуля гальванически развязаны относительно питания и относительно друг друга (по 4 входа);
- Модули имеют свое независимое питание и индивидуальную гальваническую развязку выходов, что повышает надежность системы.

3. Датчик наружной температуры STN-3



Чувствительный элемент	NTC 10 kOm
Диапазон подключения	-50 °C ...+90 °C
Измеряемый ток	1 mA

4. Датчики перепада давления



Датчик перепада давления 500 Pa DPD-5 с контактором



Реле перепада давления воздуха PS Thermokon

Диапазон давлений	от 50 до 500 Па
Диапазон температуры окружающей среды	от -20C до +85C
Степень защиты	IP54

5. Датчики температуры STK-3 и VSP-3



STK-3



VSP-3

Технические характеристики:

- измерительный элемент для датчика STK-3: NTC 10 kOm;
- диапазон измерения, °C: -30...+150;
- тип подключения: 2-х проводное клеммное;
- измеряемый ток: max. 1 mA;
- корпус: прямоугольный, пластиковый, белого цвета RAL 9010;
- длина стержня датчика (NL) STK-3: 200 мм;
- клемная коробка: пластиковая, белого цвета RAL 9010;
- поперечное сечение провода: 0,14 – 1,5 мм²;
- относительная влажность: <95%;
- класс защиты: IP65.

Технические характеристики:

- измерительный элемент для датчика: NTC 10 kOm;
- диапазон подключения от: -50 °C до +180 °C;
- тип подключения: 2-х проводное клеммное;
- измеряемый ток: max. 1 mA;
- длина кабеля (KL): 1,5 м;
- материал гильзы: нержавеющая сталь;
- способ крепления: резьба G1/2";
- сопротивление изоляции: >100 МОм, при 20°C (500 В пост. тока);
- относительная влажность: <95%;
- класс защиты: IP65.

6. Приводы воздушных заслонкок



Привод воздушной заслонки поворотного типа SIEMENS GLB331.1E

Характеристики:

- Приводы воздушных заслонок приводы для систем ОВК
- Потребляемая мощность 1 Вт;
- Класс защиты IP54;
- Рабочее напряжение AC 230 V;
- Сигнал позиционирования 3х точечный;
- Угол поворота 90 °;
- Размеры (ШxВxГ)68 x137x 59.5 мм;
- Длина кабеля 0,90 м;
- Крутящий момент 10,00 Нм;
- Время позиционирования 150 с;



Привод воздушной заслонки поворотного типа SIEMENS GMA321.1E

Характеристики:

- Возвратная пружина;
- Время закрытия 15 секунд;
- Время открытия 90 секунд;
- Время позиционирования:
- Открытие- 90с
- Закрытие- 15 сек;
- Длина кабеля 0,9 метра;
- Класс IP54;
- Название линейки- OpenAir;
- Напряжение питания AC230В;

7. Частотный преобразователь FC- 051P7K5



Технические характеристики:

- Производитель: Danfoss;
- Артикул (Штрихкод): 132F0030;
- Серия: VLT Micro Drive FC-51;
- Мощность: 7,5 кВт;
- Номинальный ток: 15,5 А;
- Напряжение питания: 380 В;
- Количество фаз: 3 Фазы;
- Выходная частота: 0-200 Гц (режим VVC+) 0-400 Гц;
- Класс защиты: IP 20;
- Перегрузка, в течение 1 минуты 150%;
- Время разгона: 0,05-3600 с;
- Время торможения: 0,05-3600 с;
- ЭМС фильтр: Да;
- Тормозной блок: Да;
- Аналоговый вход, кол-во: 2;
- Дискретный вход, кол-во: цифровой - 5; импульсный - 1;
- Аналоговый выход, кол-во- 1;
- Дискретный выход, кол-во- 0;
- Релейный выход, кол-во- 1;
- Интерфейс: RS485(Modbus), Modbus RTU, FC Protocol;
- Регулятор: ПИ - регулирование;
- Управление по ВЧХ: Да;
- Векторное управление с обратной связью: Да;
- Бессенсорное векторное управление: Да;
- Рабочая температура: -10.....+50 °С;
- Температура хранения: -25.....+65,;

8. Смесительный узел SURP 80-16



Смесительный узел SURP 80-16 выполняет функции плавного (SURP) регулирования, разделения и смешения потоков жидкости в трубопроводах. Температура подаваемой воды выше +110° С. Максимальное давление, которое подразумевает под собой полноценную работу системы не должно превышать 1 МПа, а минимальное не должно быть менее 20 кПа.

9. Безыскровое реле сухого хода БРД-3



Безыскровое реле сухого хода БРД-3,0СХ-2,5 с точностью 1% на базе пьезорезистивного тензорного датчика давления - предназначено для работы в системах с напорным насосом для защиты разбирающего насоса или иного оборудования от работы при низком давлении или без воды.

10. Датчик протока воды



Датчик протока воды для насоса. Датчик потока служит для управления включением / выключением насоса

11. Термостат КР 61-6

Реле температуры Danfoss КР 61-6 используется для систем регулирования, контроля и аварийной сигнализации в промышленных установках. Реле температуры КР61 – это автоматические реле, положение контактов которого зависит от температуры контролируемой среды. Эти устройства снабжены однополюсным переключателем на два направления (SPDT) и могут непосредственно управлять работой однофазных двигателей переменного тока мощностью до 2 кВт.

- Уставка: -30 ... +15 °С. Предустановленное значение на шкале 7 °С;
- Высокая нагрузочная способность контактов
- Сверхкороткое время дребезга контактов;
- Класс защиты IP44 при монтаже с защитной накладкой и задним щитком;
- По заказу комплектного оборудования поставляется также с защитой класса IP55.



12. Центральная установка приточной вентиляционной системы П1



Центральная установка ANR 7 представляет собой модульную установку с соотношением сторон секций 1 к 1 с широким выбором схем обработки воздуха, позволяющую решить практически любую задачу по вентиляции и кондиционированию воздуха в помещениях. Может применяться в системах вентиляции и кондиционирования помещений для очистки, подогрева, охлаждения и смешивания воздуха или других невзрывоопасных и неагрессивных газовых смесей в зданиях общественного и производственного назначения, к которым предъявляются отдельные требования по технологическим параметрам и комфорту. Установка ANR 7 может быть исполнена во внутреннем и уличном исполнении.

**Доклад окончен.
Спасибо за внимание!**