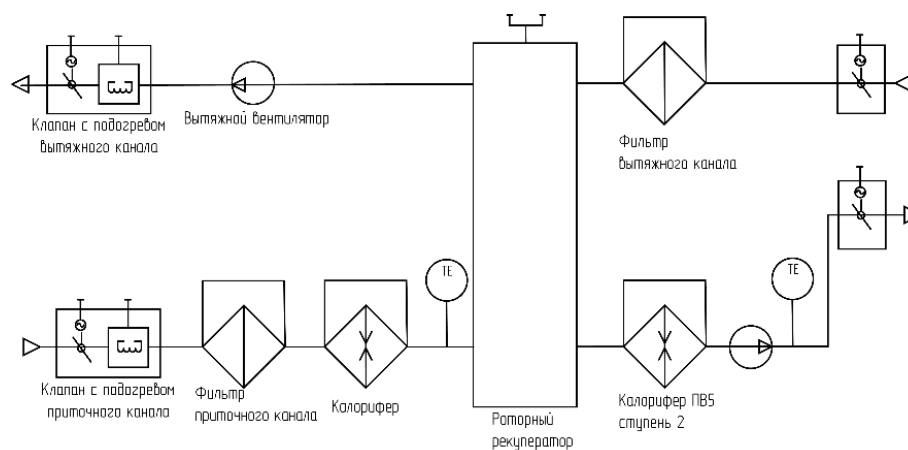


## Сценарий управления

для программируемого логического контроллера ВЭСТ-02М

### СИСТЕМА ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ МОРОЗНЫХ РЕГИОНОВ С 2-МЯ КОНТУРАМИ ПОДОГРЕВА И РЕКУПЕРАТОРОМ (04.02 r02)



## Указания по технике безопасности

Перед эксплуатацией прибора необходимо ознакомиться с настоящим руководством.

К эксплуатации, монтажу и техническому обслуживанию контроллера допускаются квалифицированные лица, которые имеют право осуществлять данные работы в соответствии с установленной практикой и стандартами техники безопасности.

Контроллер является источником опасного производственного фактора – напряжение в электрических цепях, замыкание которых может произойти через тело человека.



Не открывайте контроллер, не производите подключение проводов, если питающее напряжение контроллера не отключено.



После отключения питающего напряжения на клеммах в течении 10 секунд может оставаться опасный потенциал.



Если питание контроллера отключено, на других клеммах контроллера может остаться напряжение от других внешних источников.

## Оглавление

Введение .....	4
1 Программируемый логический контроллер ВЭСТ-02М .....	5
1.1 Индикация .....	5
1.2 Управление .....	5
2 Состав и описание вентиляционной системы .....	7
2.1 Описание FBD-логики .....	7
2.2 Управление приточным и вытяжным вентиляторами .....	7
2.3 Подача воздуха с улицы .....	8
2.4 Подача воздуха из помещения .....	8
2.5 Запуск системы .....	8
3 Аварийные ситуации .....	9
4 Отслеживание температуры .....	10
4.1 Температура в системе вентиляции .....	10
4.2 Поддержание температуры обратной воды .....	10
4.3 Температура в помещении .....	10
5 Взаимодействие со SCADA и HMI .....	11
Приложение А. Схема системы вентиляции .....	12
Приложение Б. Схема подключения прибора .....	13
Приложение В. Программируемые параметры .....	15
Приложение Г. Таблица регистров .....	18

## Введение

**Вентиляционная система** — совокупность устройств для обработки, транспортировки, подачи и удаления воздуха.

Настоящее руководство по сценарию управления вентиляционной системой, для северных регионов России предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, технической эксплуатацией и обслуживанием блока управления автоматического регулятора ВЭСТ-02М (в дальнейшем по тексту именуемого «прибор» или «ВЭСТ-02М»).

Управление работой вентиляционной системой производится регулятором, который располагается в щите управления и обеспечивает автоматическое регулирование температуры приточного воздуха.

Прибор программируется для работы с одним из типовых сценариев на этапе выпуска производителем. Самостоятельное составление сценариев возможно на графическом языке программирования FBD (с помощью функциональных блоковых диаграмм) в бесплатной программной среде «АКИАР» производства ООО «НПО ВЭСТ».

В процессе работы сценарий может быть доработан и улучшен, могут быть добавлены новые пункты меню, новые функции. Данное руководство соответствует сценарию **VEST\_02M\_04\_02** (на контроллере: **скрипт: 04.02 r02**).

Дата последней редакции руководства: **26.05.25 года**.

Для обновления прибора до последней версии сценария можно обратиться в службу поддержки НПО ВЭСТ:

e-mail: [info@npowest.ru](mailto:info@npowest.ru)

e-mail: [konstr.info@npowest.tom.ru](mailto:konstr.info@npowest.tom.ru)

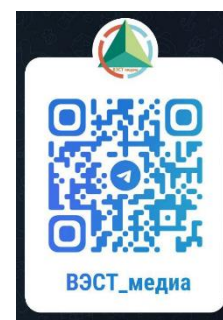
тел.: +7-913-875-59-04

+7 (3822) 400-733

сайт: [www.npowest.ru](http://www.npowest.ru)



Если при чтении данного руководства у вас возникли вопросы или нашли неточности, сообщите пожалуйста об этом на почту: **konstr.info@npowest.tom.ru** или напишите нам в телеграмме по номеру телефона: **+7 913-101-74-40** или отсканировав QR-код:



# 1 Программируемый логический контроллер ВЭСТ-02М

## 1.1 Индикация

Светодиодные индикаторы на лицевой панели прибора (см. руководство по эксплуатации автоматического регулятора ВЭСТ-02М) в случае данного «сценария» сигнализируют о следующем:

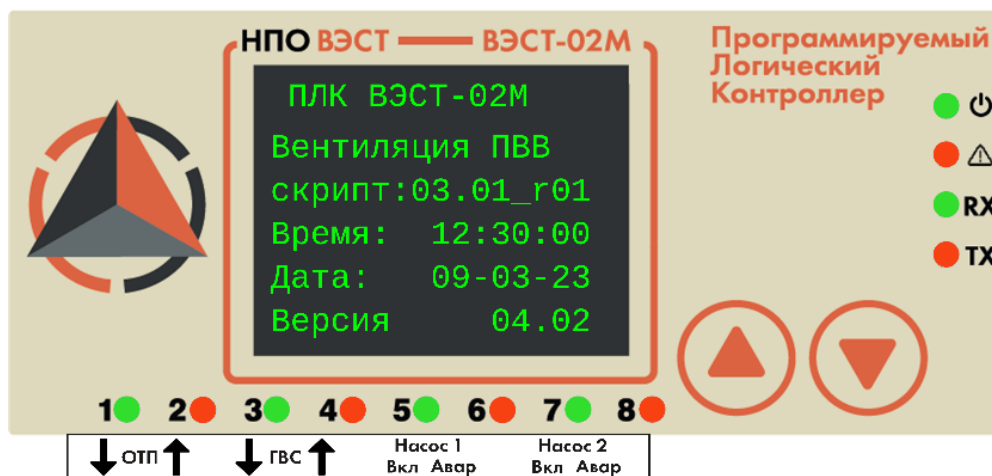


Рисунок 1 – Лицевая панель ПЛК ВЭСТ-02М

- 1 – закрытие регулирующего клапана отопления;
- 2 – открытие регулирующего клапана отопления;
- 3 – закрытие регулирующего клапана ГВС;
- 4 – открытие регулирующего клапана ГВС;
- 5 – работа основного циркуляционного насоса отопления;
- 6 – авария основного циркуляционного насоса отопления;
- 7 – работа резервного циркуляционного насоса отопления;
- 8 – авария резервного циркуляционного насоса отопления;
- ⏻ – индикатор работы ПЛК;
- ⚠ – общая авария, формируется скриптом управления, внештатная авария;
- RX/TX – прием/передача данных через COM порт

## 1.2 Управление

Управление прибором производится при помощи сенсорных кнопок, расположенных на лицевой панели прибора.

При подаче напряжения питания на прибор через 5 секунд на дисплее появляется главное меню (по умолчанию – с отображением текущего времени и дня недели):

Сенсорные кнопки управления имеют следующее функциональное назначение:

▽	горизонтальный переход назад по разделам главного меню, горизонтальный переход по пунктам в пределах выбранного раздела. Изменение значения выбранного параметра в сторону увеличения;
△	горизонтальный переход вперед по разделам главного меню, горизонтальный переход по пунктам в пределах выбранного раздела. Изменение значения выбранного параметра в сторону уменьшения;
△▽	одновременное нажатие: вертикальный переход из раздела в пункты, вход в режим изменения значения параметра и сохранение данных изменений.



**Уважаемый пользователь!** Сенсорные кнопки для увеличения или уменьшения параметров работают следующим образом: правая стрелка увеличивает параметр, левая стрелка уменьшает параметр.



**Будьте внимательны,** направление стрелок указывает на направление перемещения по разделам меню.

Нюанс в использовании сенсорных кнопок присутствует в регуляторах, которые были выпущены до конца 2023 года.

**Сенсорные/нажимные кнопки реагируют в том случае, если нажатие на них происходит в течении 0,5-0,7 секунд.** Такое управление необходимо, чтобы прибор успевал понять, нажата одна кнопка или две одновременно.

Прибор автоматически осуществляет возврат в главное меню, если после выбора любого из разделов, пунктов меню прибора, вход в режим изменения значения параметра пользователь не производит нажатия любой из кнопок в течение 25 секунд. Автоматический возврат не осуществляется, если пользователь перевел прибор в режим изменения параметра измеренных значений.

## 2 Состав и описание вентиляционной системы

### 2.1 Описание FBD-логики

Управление вентиляцией реализовано с помощью алгоритма FBD-логики (Function Block Diagram). На рисунке ниже представлен сценарий управления приточной вентиляцией, демонстрирующий работу системы в соответствии с заданной логикой.

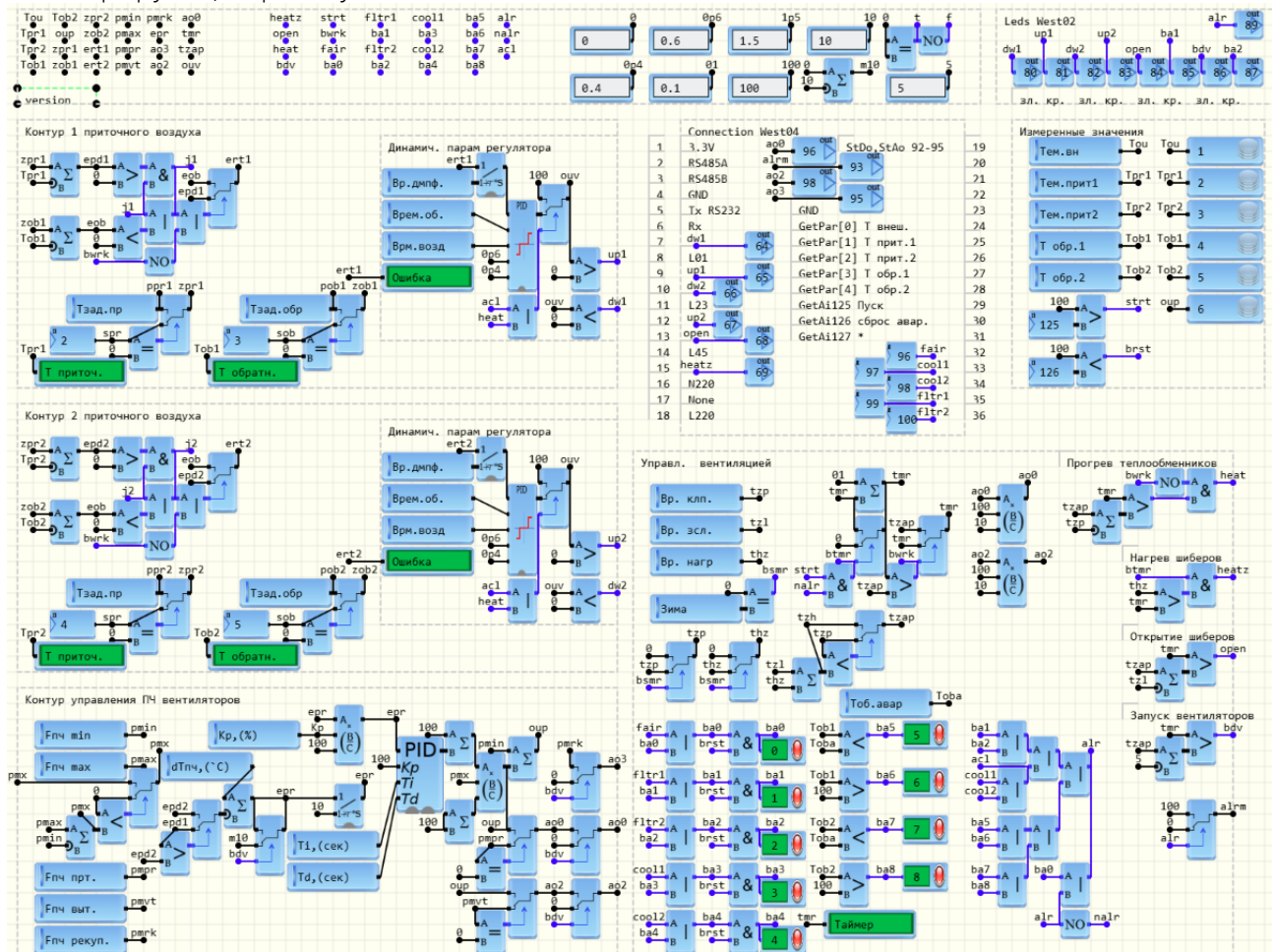


Рисунок 2 – FBD-логика системы приточной вентиляции

Такой подход обеспечивает чёткое и автоматизированное выполнение команд, поддерживая комфортные параметры воздушной среды.

### 2.2 Управление приточным и вытяжным вентиляторами

Приточный и вытяжной вентиляторы управляются с помощью ПЧ (преобразователь частоты аналогового сигнала) в диапазоне 40...70%. Данные вентиляторы включаются за 5 минут, до начала полного старта.

Для достижения желаемой температуры в помещении автоматика управляет работой вентилятора и насоса с помощью частотных приводов. Регулировка скорости вращения вентилятора изменяет расход воздуха, а изменение скорости насоса — расход теплоносителя через калорифер, что позволяет точно контролировать температуру притока.

Частотой оборотов вентиляторов можно управлять в ручном режиме, т.е. если значения частот  $F_{ПЧ\ прт.}$  и  $F_{ПЧ\ выт.}$  не нулевые, то обороты вентилятора постоянные и соответствуют той частоте, которую выставили на частотном преобразователе.

## 2.3 Подача воздуха с улицы

На входе и выходе системы располагаются шиберы, которые открываются или закрываются от потока воздуха, который входит или выходит из системы. Для прогрева шиберов используются нагреватели, к которым подводится напряжение (220 В), это необходимо для предотвращения примерзания из-за разницы температур на улице и в помещении.

**С улицы поступает воздух и попадает в фильтр приточного канала.** К данному фильтру подключен датчик перепада давления, который срабатывает при загрязнении вентиляции.

**Далее в системе подключается нагреватель,** который представляет собой водный теплообменник. К данному нагревателю подключен датчик контроля замерзания.

**Далее воздух проходит на роторный рекуператор.** Воздух в нём движется вдоль стен, где также проходит и выходящий воздух из помещения, который имеет температуру больше нуля. Тем самым в рекуператоре происходит обмен тепла между выходящим и входящим воздухом.

Для контроля эффективности нагрева в системе предусмотрено два датчика температуры приточного воздуха:

**Температура приточки 1 (Тприт1, клемма 25)** – измеряется после первого теплообменника (калорифера), но до рекуператора. Эта температура показывает, насколько нагрелся воздух перед тем, как отдать тепло в рекуператор.

**Температура приточки 2 (Тприт2, клемма 26)** – измеряется после второго теплообменника (калорифера), который расположен за рекуператором. Это финальная температура воздуха перед подачей в помещение (или перед приточным вентилятором).

**Из рекуператора воздух попадает на второй теплообменник,** к которому также как и к первому подключен датчик контроля замерзания. Далее в системе расположен приточный вентилятор, с использованием которого управляется скорость потока тёплого воздуха. После вентилятора располагаются клапана приточного канала и воздух попадает в помещение.

Всю систему необходимо прогревать от калориферов, как первой ступени, так и второй. К теплоносителям подключены трубы с водой, естественно должен быть насос, который будет циркулировать воду по трубам и за счёт этого будет прогреваться воздух. Насос управляется клапаном, который управляется двумя напряжениями (закреть клапан, открыть клапан).  
Структурные схемы

## 2.4 Подача воздуха из помещения

Воздух из помещения через клапана вытяжного канала попадает на фильтр, к которому так же подключён датчик давления, при срабатывании которого система останавливается и необходимо провести профилактические работы. После фильтра воздух попадает в роторный рекуператор, из которого через вытяжной вентилятор проходит через клапаны на улицу, при этом клапана имеют подогрев, чтобы не примерзали из-за перепадов температуры.

## 2.5 Запуск системы



**Систему вентиляции необходимо запускать очень осторожно, потому что на улице может быть низкая температура ( $\approx -30$  –  $-50^{\circ}\text{C}$ ) из-за чего воздух каким-либо образом может заморозить калорифер, и он может лопнуть.**

Вначале запуска системы необходимо включить нагреватели, которые прогреют клапана, чтобы оттаяли заледелености если они образовались. Пока прогреваются клапана и до начала старта всей системы необходимо полностью открыть трубопровод, подключённый к калориферам, чтобы те тоже хорошо прогрелись.

После того как клапана открылись, теплоносители прогреваются за 5 секунд до конца начала полного запуска системы включаем двигатели.



За 5 секунд до начала полного запуска включаются двигатели, потому что иногда на двигатели ставят перепад давления для того, чтобы понять работает двигатель или нет (при нормально перепаде давления контакт должен быть замкнут).

Происходит полный запуск системы и это значит, что происходит отслеживание всех ошибок и их фиксация.

Остановка системы происходит в момент отключения вентиляторов и закрывание клапанов, как правило остановка безопасная. Но при отключении системы подача горячей воды к калориферам не прекращается, происходит поддержание температуры, для безопасности системы, потому что могут возникнуть какие-либо щели, через которые проникнет холодный воздух и заморозит теплоноситель.

### 3 Аварийные ситуации

В системе предусмотрено два типа аварийных ситуаций, различающихся по логике обработки и способу восстановления работы:

#### 1. Несбрасываемые аварии (требуют ручного вмешательства).

К этому типу относятся аварии по перепаду давления на фильтрах (приточного канала DI3 – клемма 35 и вытяжного канала DI4 – клемма 36).

**Условие срабатывания:** Датчик перепада давления размыкается (или замыкается, в зависимости от настройки) при загрязнении фильтра. Авария фиксируется даже при кратковременном срабатывании (доли секунды).

**Реакция системы:** Система вентиляции немедленно останавливается.

**Восстановление:** Автоматический перезапуск невозможен. После очистки или замены фильтра необходимо вручную подтвердить устранение неисправности, нажав кнопку «Сброс» подключаемая к клемме 30.

#### 2. Сбрасываемые (восстанавливаемые) аварии

К этому типу относятся аварии по замерзанию калориферов (датчики DI1 – клемма 33 и DI2 – клемма 34).

**Условие срабатывания:** Датчик фиксирует критическое понижение температуры теплоносителя, угрожающее разморозкой теплообменника.

**Реакция системы:** Система фиксирует событие, предпринимает попытку автоматического перезапуска (например, полностью открывает клапан горячей воды для прогрева, а затем возобновляет работу вентиляторов по штатному алгоритму).

**Восстановление:** Если после нескольких попыток авария не устраняется, система может перейти в состояние "останов с фиксацией". В большинстве случаев при кратковременном срабатывании система восстанавливается самостоятельно без участия оператора.

**Примечание:** Аварийная остановка системы по любой причине сопровождается закрытием шиберов (заслонок) и отключением вентиляторов. Подача горячей воды на калориферы при этом не прекращается, чтобы предотвратить замерзание.

## 4 Отслеживание температуры

### 4.1 Температура в системе вентиляции

Перед роторным рекуператором расположен калорифер, с помощью которого поддерживается настолько низкая температура, чтобы рекуператор не начал замерзать, потому что при замерзании он может остановиться или выйти из строя.

### 4.2 Поддержание температуры обратной воды

Также необходимо отслеживать температуру обратной воды, которая подходит к двум калориферам.

При регулировании температуры воды в подающем трубопроводе контролируется и температура обратной воды, возвращаемой в теплоцентраль, обеспечивая защиту системы от превышения ею заданного значения  $T^3_{обр}$ .

Поддержание  $T^3_{обр}$  является приоритетным по отношению к регулированию  $T^3_{под}$ .

Заданное значение температуры теплоносителя в обратном трубопроводе  $T^3_{обр}$ , является величиной переменной и вычисляется по графику  $T^3_{обр} = f(T_{наруж})$  (рисунок 2), который установила Энергоснабжающая организация.

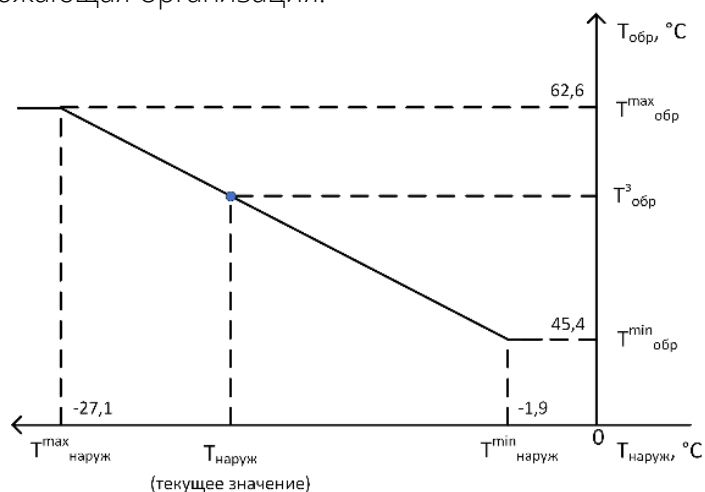


Рисунок 3 – Определение заданной температуры обратной воды системы водоснабжения

Данный температурный график задается двумя точками с координатами:

**$T_{вн.min}$**  – минимум температуры наружного воздуха;

**$T_{обр.min}$**  – минимум температуры обратной воды;

**$T_{вн.max}$**  – максимум температуры наружного воздуха;

**$T_{обр.max}$**  – максимум температуры обратной воды.

Если в процессе работы температура обратной воды по какой-либо причине превысит значение  $T^{max}_{обр}$ , вычисленное по графику (рисунок 4.1), то система начнёт закрывать подачу горячей воды в калориферы.

### 4.3 Температура в помещении

Для поддержания удовлетворительной температуры в помещении используются приточный и втяжной вентиляторы, управляемые ПЧ, для регулирования скорости потока воздуха.

## 5 Взаимодействие со SCADA и HMI

ПЛК ВЭСТ-02М совместим со SCADA системами, поддерживает Modbus протокол. При использовании системы диспетчеризации НПО ВЭСТ, по умолчанию на мнемосхему выводятся регистры (рисунок 3). На рисунке представлены не все Modbus регистры, которые возможно выводить, список регистров приведен в Приложение Г.

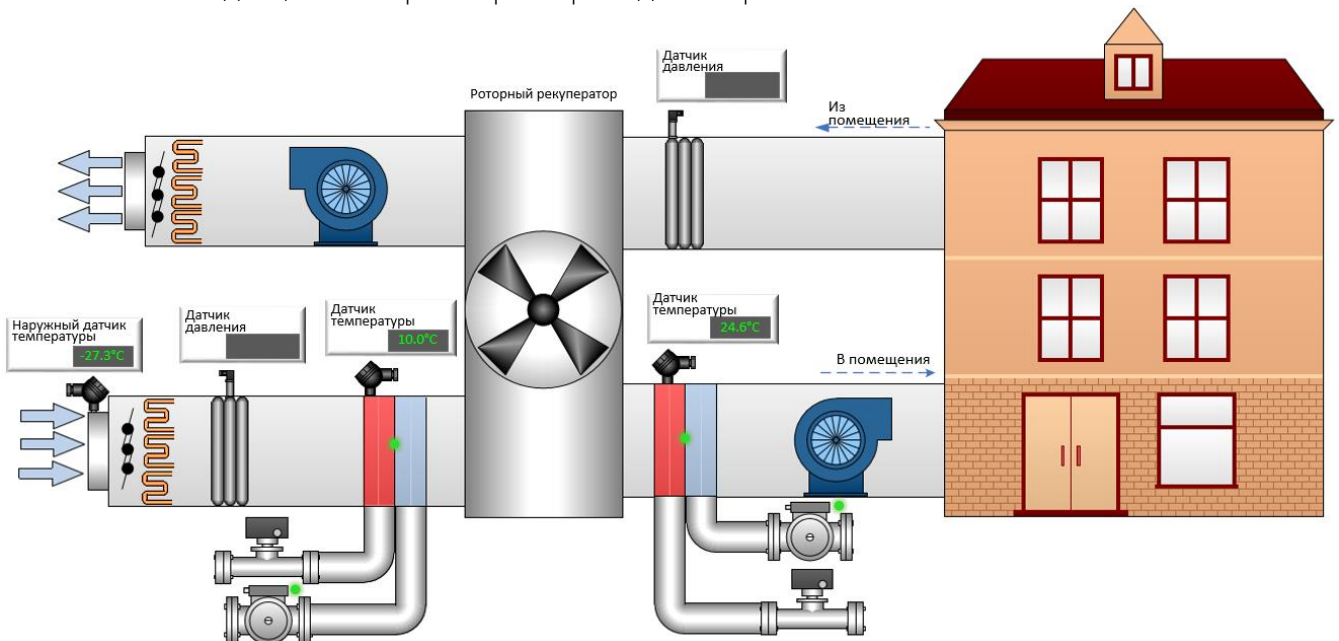


Рисунок 4 – Мнемосхема системы вентиляции

# Приложение А. Схема системы вентиляции

(справочное)

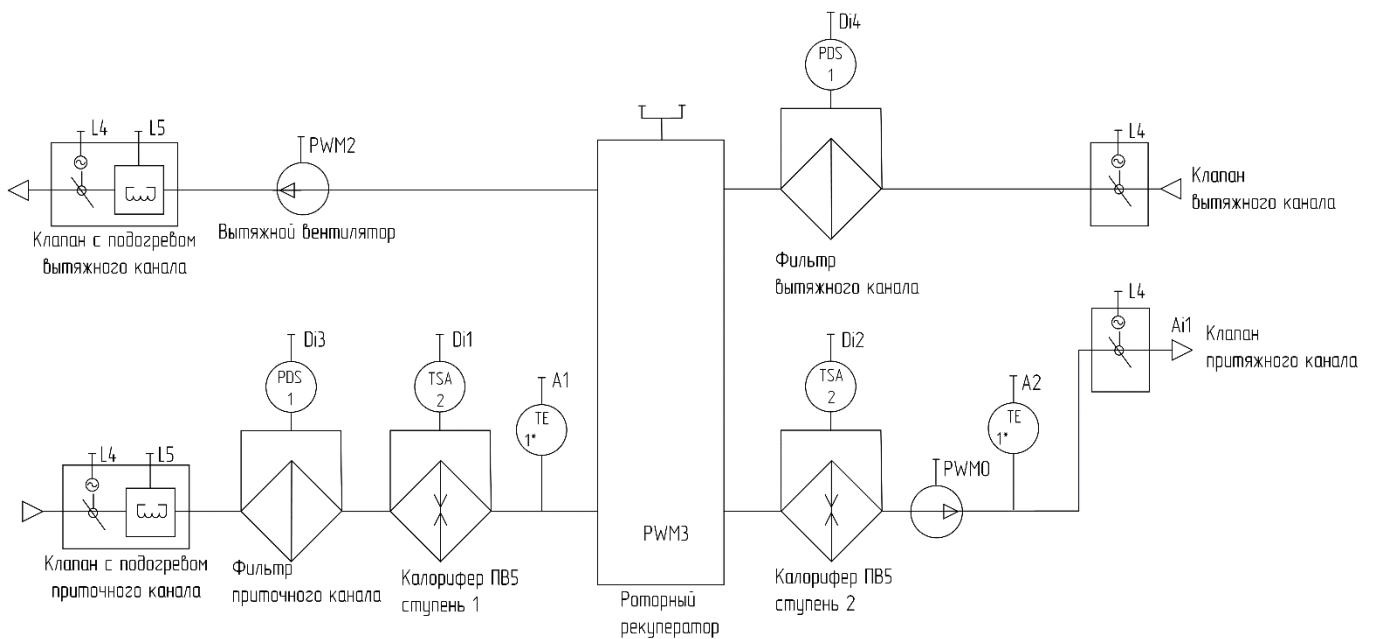


Рисунок А.1 – Электрическая схема системы вентиляции

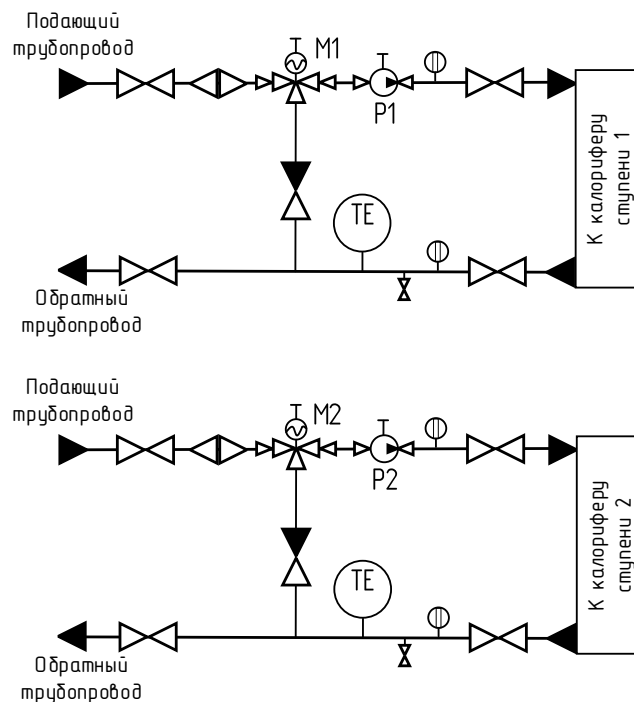


Рисунок А.2 – Типовые схемы присоединения системы водоснабжения к калориферам

Обозначения:

**M1** – электропривод регулирующего клапана теплоносителя (клемма 7 – «закрытие», клемма 9 – «открытие»);

**M2** – электропривод регулирующего клапана теплоносителя (клемма 10 – «закрытие», клемма 12 – «открытие»);

**P1** – циркуляционный насос;

**P2** – циркуляционный насос.

## Приложение Б. Схема подключения прибора

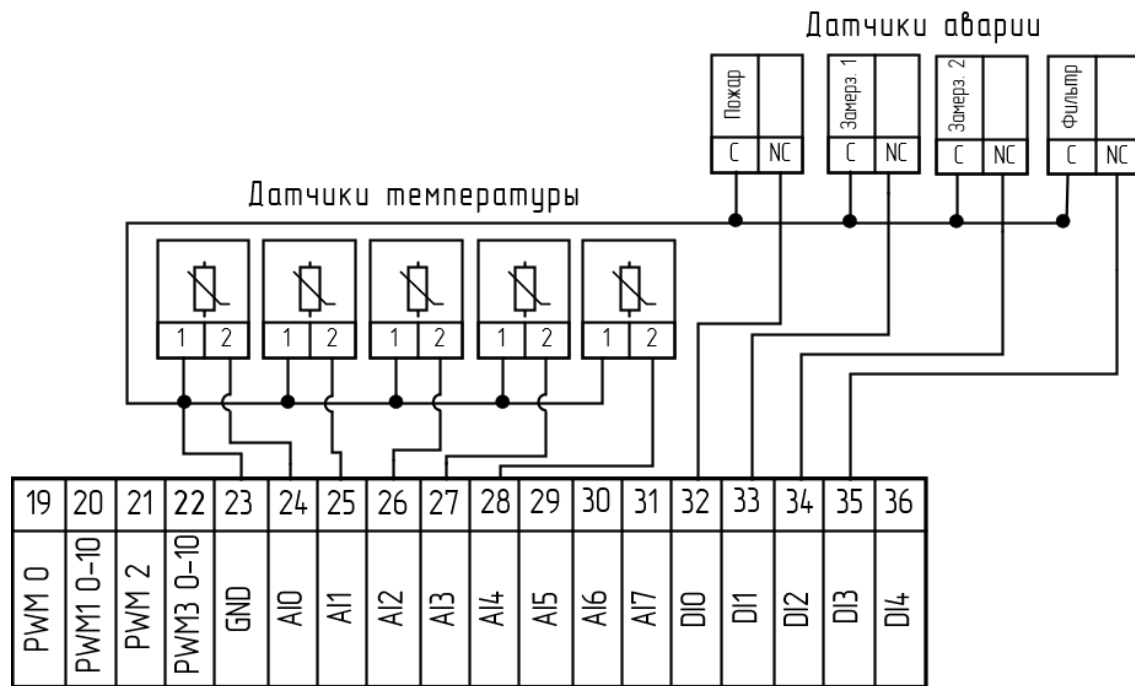


Рисунок Б.1 – Схема подключения верхней клеммной колодки

**Примечание:** если нет какого-либо датчика, то вместо него устанавливается перемычка.

### Обозначения:

**PWM0** – управляет частотным приводом приточного вентилятора;

**PWM1** – зажигает светодиод красного цвета на щите (используется как дискретный выход для отображения аварии);

**PWM2** – частотный привод вытяжного вентилятора;

**PWM3** – двигатель для запуска барабана воздухообмена в рекуператоре;

**AI0 (клемма 24)** – внешняя температура (температура на улице);

**AI1 (клемма 25)** – к приточному клапану перед рекуператором (температура приточки 1);

**AI2 (клемма 26)** – к выходу с клапанов приточного канала (температура приточки 2);

**AI3 (клемма 27)** – к обратному теплоносителю первого контура;

**AI4 (клемма 28)** – к обратному теплоносителю второго контура;

**AI5 (клемма 29)** – кнопка пуск;

**AI6 (клемма 30)** – сброс аварий (reset);

**AI7 (клемма 31)** – запасной (резервный) вход;

**DI0 (клемма 32)** – внешний сигнал о том, что начался пожар, система автоматически отключается и закрываются все шиберы;

**DI1 (клемма 33)** – датчик замерзания первого калорифера;

**DI2 (клемма 34)** – датчик замерзания второго калорифера;

**DI3 (клемма 35)** – перепад давления в фильтре приточного канала, сигнализирует о том, что фильтр засорился, необходимо провести профилактические работы;

**DI4 (клемма 36)** – перепад давления в фильтре вытяжного канала, сигнализирует о том, что фильтр засорился, необходимо провести профилактические работы

Датчики, сбрасывающие в исходное состояние систему с последующей попыткой перезапуска системы.

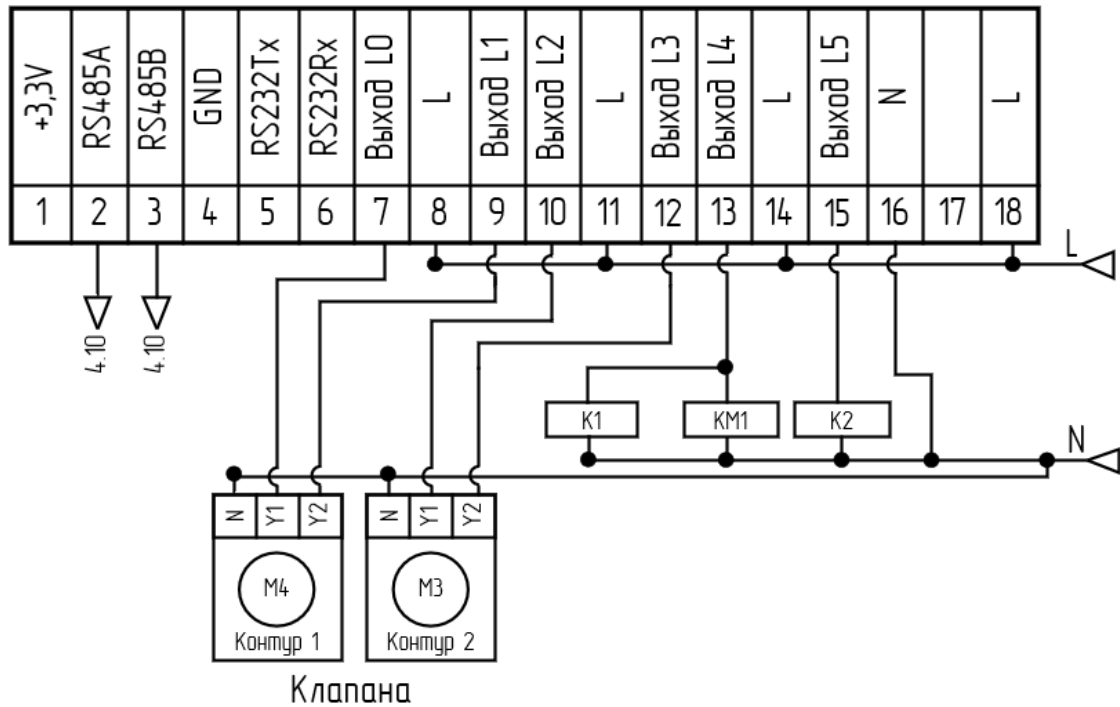


Рисунок Б.2 – Схема подключения нижней клеммной колодки

**М3** – электропривод регулирующего клапана системы подачи горячей воды на калорифер (клемма 7 – «закрытие», клемма 9 – «открытие»);

**М4** – электропривод регулирующего клапана системы подачи горячей воды на калорифер (клемма 10 – «закрытие», клемма 12 – «открытие»);

**К1** – реле для переключения циркуляционных насосов;

**L4 (клемма 13)** – открытие всех заслонок;

**L5 (клемма 15)** – прогрев заслонок.

## Приложение В. Программируемые параметры

Таблица В.1 – Программируемые параметры сценария

Обозначение	Комментарий	Единицы измерения	Диапазон значений	Значение по умолчанию
<b>1-й Контур прит</b>				
Тзад.пр	Заданная температура приточного воздуха	°C	-12,5...12,5	0,7
Т приточ.	Температура приточного воздуха	°C	-	Измеренное
Тзад.обр	Заданная температура обратной воды	°C	5...60	45,5
Т обратн.	Температура воздуха	°C	-	Измеренное
Ошибка	Ошибка по дающему воздуху (Зад.пр- Тем.под)	°C		Расчетное
Ошибка	Ошибка по обратной температуре (Зад.обр- Тем.обр)	°C		Расчетное
<b>Динамические параметры регулятора</b>				
Вр.дмпф.	Время усреднения	с.	0,5...26	5
Врем.об.	Время объекта	с.	20...1000	45
Врем.возд	Время воздействия	с.	0,5...250	8
Ошибка				Расчетное
<b>2-й Контур прит</b>				
Тзад.пр.	Заданная температура приточного воздуха	°C	5...60	25
Т приточ.	Температура приточного воздуха	°C	-	Измеренное
Тзад.обр.	Заданная температура обратной воды	°C	5...60	45,5
Т обратн.	Температура воздуха	°C	-	Измеренное
Ошибка	Ошибка по дающему воздуху (Зад.пр- Тем.под)	°C	-	Расчетное
Ошибка	Ошибка по обратной температуре (Зад.обр- Тем.обр)	°C	-	Расчетное

Обозначение	Комментарий	Единицы измерения	Диапазон значений	Значение по умолчанию
<b>Динамические параметры регулятора</b>				
Вр.дмпф.	Время усреднения	с.	0,5...26	5
Врем.об.	Время объекта	с.	20...1000	45
Врем.возд	Время воздействия	с.	0,5...250	8
Ошибка				Расчетное
<b>Управл. ПЧ вент.</b>				
Фпч min	Минимальная частота вращения ПЧ вентилятора	%	0...100	40
Фпч max	Максимальная частота вращения ПЧ вентилятора	%	0...100	70
Фпч прт.	Частота оборотов вентилятора приточного воздуха (ручное управление)	%	0...100	0 (любое заданное)
Фпч выт.	Частоты оборотов вентилятора вытяжного воздуха (ручное управление)	%	0...100	0 (любое заданное)
Фпч рекуп.	Частота вращения барабана рекуператора	%	0...100	75
Кр, (%)	Коэффициент передачи (пропорциональная составляющая для настройки динамики процесса)	%	20...3000	200
dТпч, (°C)	Допустимая температура понижения приточного воздуха при условии, что контура теплообменника не справляются с нагревом воздуха	°C	0,5...13,2	5
Ti, (сек)	Интегральная составляющая для настройки динамики процесса	с.	20...3000	45
Td,(сек)	Дифференциальная составляющая для настройки динамики процесса	с.	0...25,5	0

<b>Управл. вент.</b>				
<b>Регулятор</b>	<b>Динамические параметры регулятора</b>			
Вр. клп.	Время открытия клапана	мин.	10...1000	40
Вр. зса.	Время открытия заслонки	с.	1...100	7
Вр. нагр	Время нагрева	мин.	10...3200	15
Зима			0...255,0	1
Тоб. авар			5...60	15
Таймер			-	Измеренное
<b>Измеренные знач</b>				
Тем.вн	Внешняя температура	°C	-	Измеренное
Тем.прит1	Температура приточки первого контура	°C	-	Измеренное
Тем.прит2	Температура приточки второго контура	°C	-	Измеренное
Т обр.1	Температура воздуха 1	°C	-	Измеренное
Т обр.2	Температура воздуха 2	°C	-	Измеренное

## Приложение Г. Таблица регистров

Таблица Г.1 – Таблица регистров

Регистры	Обозначение в скрипте	Обозначение	Пояснение
30001	Tou	Тем.вн	Внешняя температура
30002	Tpr1	Тем.прит1	Температура приточки первого контура
30003	Tpr2	Тем.прит2	Температура приточки второго контура
30004	Tob1	Т обр.1	Температура обратного воздуха первого контура
30005	Tob2	Т обр.2	Температура обратного воздуха второго контура
30006	oup	-	Скорость оборотов вентиляторов
30007	zpr1	-	Заданная температуры приточки первого контура
30008	zob1	-	Заданная температура обратного воздуха первого контура
30009	zpr2	-	Заданная температуры приточки второго контура
30010	zob2	-	Заданная температура обратного воздуха второго контура
30011	ert1	Ошибка	Ошибка контура первого теплообменника
30012	ert2	Ошибка	Ошибка контура второго теплообменника
30013	pmin	Фпч min	Минимальная мощность вращения ПЧ вентилятора
30014	pmax	Фпч max	Максимальная частота вращения ПЧ вентилятора
30015	pmpr	Фпч прт.	Мощность ручной установки (мануал) приточного воздуха
30016	pmvt	Фпч выт.	Мощность вентилятора вытяжного воздуха (ручное управление)
30017	pmrk	Фпч рекуп.	Мощность ручной установки для рекуператора
30018	epr	-	Рассогласование
30019	ao3	-	Выходное значение мощности рекуператора
30020	ao2	-	Выходное значение мощность вытяжки
30021	ao0	%	Выходное значение мощности приточного воздуха
30022	tmr	-	Таймер запуска системы
30023	tzap	-	Время запуска



ООО «НПО ВЭСТ»  
 634009, г. Томск, ул. Мельничная, д. 45а  
 Тел.: (3822) 400-733  
 E-mail: info@npowest.ru  
 www.npowest.ru