

03. Автоматика управления вентиляцией.

03.03. Приточная установка с рециркуляцией.

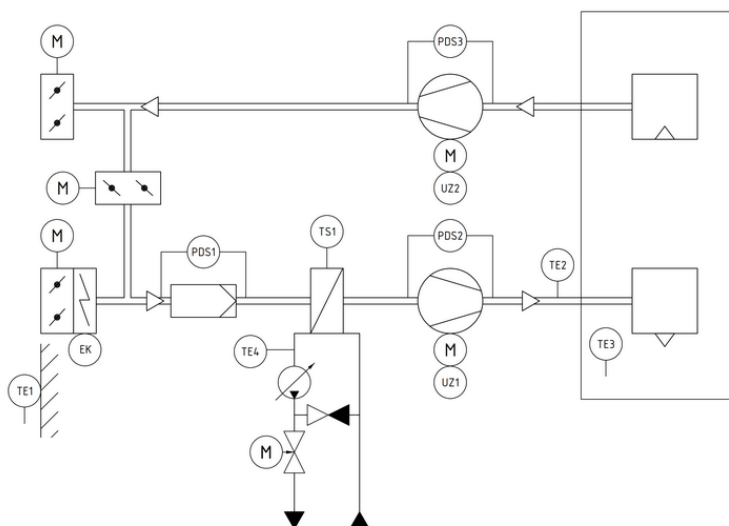
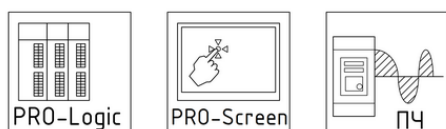
03.03.01. Приточная установка с рециркуляцией, водяной нагрев.

**Приточно-вытяжная установка с водяным калорифером нагрева и рециркуляцией:**

**1 приточный вентилятор, 1 вытяжной вентилятор, преобразователь частоты на каждый вентилятор, заслонка с обогревом, клапан рециркуляции, фильтр, водяной калорифер.**

## Рабочая документация Пояснительная записка

ШУВ1ПВ1ВВ v4.0



г. Москва, 2022 год

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	2
1.1. Наименование решения.....	2
2. Основные функции.....	2
3. Описание элементов системы.....	3
3.1. Входной вентиляционный клапан.....	3
3.2. Фильтр.....	3
3.3. Водяной калорифер.....	3
3.3.1. Капиллярный термостат.....	3
3.3.2. Узел регулирования теплоносителя.....	4
3.4. Вентиляторы.....	4
3.5. Датчики температуры.....	5
4. Алгоритм работы.....	6
4.1. Работа клапана рециркуляции.....	6
4.2. Определение сезона.....	7
4.3. Пуск и работа в сезон «Зима».....	7
Рисунок 1. График температуры обратной воды в контуре теплоснабжения.....	9
4.4. Запуск и работа в сезон «Лето».....	9
4.5. Проверка засорения фильтра.....	10
4.6. Сигнал «Пожар».....	10
Рисунок 2. Структура шкафа управления.....	11
Рисунок 3. Структурно-функциональная схема ВУ.....	12

Взам. инв. №								<i>ШУВ1ПВ1ВВ v4.0</i>			
Подп. и дата											
		<i>Изм.</i>	<i>Кол.уч</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
Изн. № подл		<i>Разработал</i>					<i>Автоматика управления вентиляцией</i>		<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
		<i>Проверил</i>					<i>1ВП, 1ВВ, водяной нагрев, рециркуляция,</i>			1	13
		<i>ГИП</i>					<i>ПЧ, PRO-Logic, PRO-Screen.</i>				
		<i>Н.Контр.</i>					<i>Пояснительная записка</i>				

## 1. Общие положения.

### 1.1. Наименование решения.

Система автоматического управления приточной-вытяжной вентиляционной установкой (ВУ). В составе установки:

Входная заслонка с обогревом;

Воздушный фильтр;

Водяной калорифер;

Вентилятор приточный;

Вентилятор вытяжной;

Клапан рециркуляции.

Условное обозначение системы – ШУВ1ПВ1ВВ v4.0.

V4.0 – Работа вентилятора через преобразователь частоты, контроллер управления PRO-Logic, сенсорная панель оператора PRO-Screen, аналоговое управление клапанами.

Система реализована на оборудовании EKF.

## 2. Основные функции.

1. Контроль и регулирование температуры воздуха в помещении.
2. Контроль и управление элементами системы вентиляции:
  - 2.1. Управление входным вентиляционным клапаном (ВКп).
  - 2.2. Управление обогревом (ЕК) входного вентиляционного клапана.
  - 2.3. Контроль засорения вентиляционного фильтра (Ф).
  - 2.4. Контроль и защита от замерзания водяного калорифера (ВпВ).
  - 2.5. Управление приточным вентилятором (ВП1).
  - 2.6. Контроль перепада давления на приточном вентиляторе – контроль работы вентилятора.
  - 2.7. Управление запорно-регулирующим клапаном системы теплоснабжения (КЗР).
  - 2.8. Управление насосом теплоносителя (Н1).
  - 2.9. Управление вытяжным вентилятором (ВВ1).
  - 2.10. Управление выходным вентиляционным клапаном (ВКв).
  - 2.11. Управление вентиляционным клапаном рециркуляции (ВКр).
3. Аналоговое управление клапанами и КЗР, сигнал 0–10В.
4. Возможность ручного управления всеми элементами системы вентиляции отдельно друг от друга с панели оператора.
5. Управление и сигнализация состояния ПЧ по интерфейсу RS485 Modbus RTU.
6. Принудительное отключение вентиляторов при сигнале “Пожар” во всех режимах работы.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл					ШУВ1ПВ1ВВ v4.0	Лист
			Изм	Кол.	Лист	№ док.		Подп.

### 3. Описание элементов системы.

#### 3.1. Входной вентиляционный клапан.

На входе ВУ установлен входной клапан. Клапан снабжен электрическим приводом и обогревом. Электропитание привода клапана 24В переменного тока, управление аналоговое сигналом 0–10В, при уровне 0В клапан закрыт полностью, при уровне 1В открыт на 10% и так далее пропорционально до 10В – 100%. Для предотвращения обледенения клапана в зимний период включается электрический обогрев клапана. Питание электрообогрева 230В переменного тока.

Клапан и обогрев работают в двух режимах – «Дистанционном» (автоматическом) и «Местном» (ручном).

В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления команды открытия клапана и включения обогрева подаются контроллером в соответствии с алгоритмом автоматической работы ВУ. Переход клапана в «Дистанционный» (автоматический) режим работы происходит совместно со всей ВУ переводом виртуального ключа выбора режима работы в положение «Дистанционного управления» (на панели оператора). В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления органы «Местного» (ручного) управления не активны.

В «Местном» (ручном) режиме управления команды открытия клапана и включения обогрева подаются оператором с кнопок на панели оператора. Переход клапана в «Местный» (ручной) режим работы происходит совместно со всей ВУ переводом виртуального ключа выбора режима работы в положение «Местного управления» (на панели оператора).

#### 3.2. Фильтр.

Для фильтрации входного воздуха в ВУ установлен фильтр. Для контроля засорения фильтра на нем установлено реле перепада давления типа RVG-10 EKF. При засорении фильтра происходит определенный перепад давления воздуха, реле фиксирует требуемый уровень перепада давления и формирует соответствующий сигнал. Реакция системы на сигнал засорения фильтра определяется логикой работы программы контроллера. Предусмотрена световая сигнализация засорения фильтра.

#### 3.3. Водяной калорифер

Для подогрева воздуха в ВУ установлен водяной калорифер.

##### 3.3.1. Капиллярный термостат.

Для защиты от замерзания на водяном калорифере установлен капиллярный термо-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

Изм	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

стат. При снижении температуры воздуха после калорифера до установленной величины термостат формирует соответствующий сигнал. Реакция системы на сигнал «замерзание ВУ» определяется логикой работы программы контроллера. Предусмотрена световая сигнализация «замерзание ВУ». Сигнал от капиллярного термостата воспринимается во всех режимах работы на всех этапах пуска ВУ.

### **3.3.2. Узел регулирования теплоносителя.**

Для регулирования температуры воздуха с помощью водяного калорифера собран узел регулирования. Узел состоит из насоса циркуляции теплоносителя, клапана запорно-регулирующего (КЗР), клапана обратного проходного. Насос создает циркуляцию теплоносителя в калорифере. КЗР в соответствии с программой контроллера регулирует количество теплоносителя из системы теплоснабжения, проходящего через калорифер, тем самым регулируя подогрев приточного воздуха. КЗР управляется аналоговым сигналом 0–10В, при уровне 0В клапан закрыт полностью, при уровне 1В открыт на 10% и так далее пропорционально до 10В – 100%.

В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления команды включения насоса и открытия/закрытия клапана подаются контроллером в соответствии с алгоритмом автоматической работы ВУ. Переход узла регулирования в «Дистанционный» (автоматический) режим работы происходит совместно со всей ВУ переводом виртуального ключа выбора режима работы в положение «Дистанционного управления» (на панели оператора). В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления органы «Местного» (ручного) управления не активны.

В «Местном» (ручном) режиме управления команды включения насоса и открытия/закрытия клапана подаются оператором с кнопок на панели оператора. Переход узла регулирования в «Местный» (ручной) режим работы происходит совместно со всей ВУ переводом виртуального ключа выбора режима работы в положение «Местного управления» (на панели оператора).

### **3.4. Вентиляторы.**

В системе установлены два вентилятора – приточный и вытяжной, электродвигатели вентиляторов работают от преобразователей частоты (ПЧ), на каждый вентилятор свой ПЧ. Применение преобразователя частоты позволяет менять частоту вращения вентилятора. В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления частота вращения вентилятора задается контроллером в соответствии со значением заданным оператором на сенсорной панели на шкафу управления. При интеграции шкафа управления в систему дис-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

						<b>ШУВ1ПВ1ВВ v4.0</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4

петчеризации возможно дистанционное задание частоты из системы диспетчеризации. В «Местном» (ручном) режиме управления частота задается аналогично с панели оператора.

Для контроля работы вентилятора установлено реле перепада давления типа RVG-10 EKF. При нормальной работе вентилятора создается перепад давления воздуха до и после агрегата. Реле фиксирует перепад давления и формирует соответствующий сигнал на контроллер. Команда пуск вентилятора и сигнал перепада давления формируют сигнал «Работа ВП1(ВВ1)» на панели оператора. Проверка контроллером перепада давления на вентиляторе производится после выдержки времени  $t_{\text{перепад}}$  (сек.), значение вводится в программу управления на панели оператора.

В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления команда включения вентилятора подается контроллером в соответствии с алгоритмом автоматической работы ВУ. Переход вентилятора в «Дистанционный» (автоматический) режим работы происходит совместно со всей ВУ переводом виртуального ключа выбора режима работы в положение «Дистанционного управления» (на панели оператора). В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления органы «Местного» (ручного) управления не активны. В «Дистанционном» (автоматическом) режиме управления преобразователь частоты воспринимает задание частоты по интерфейсу RS485 протокол Modbus RTU. Значение частоты устанавливается на сенсорной панели оператора и передается через контроллер в преобразователь частоты.

В «Местном» (ручном) режиме управления команда включения вентилятора подается оператором с кнопок на панели оператора. Переход вентилятора в «Местный» (ручной) режим работы происходит совместно со всей ВУ переводом виртуального ключа выбора режима работы в положение «Местного управления» (на панели оператора). В местном (ручном) режиме управления преобразователь частоты воспринимает задание частоты по интерфейсу RS485 протокол Modbus RTU. Значение частоты устанавливается оператором на панели оператора.

### **3.5. Датчики температуры.**

Датчик температуры наружного воздуха TE1. Датчик установлен снаружи здания в месте, исключающем попадание прямых солнечных лучей и другого нежелательного теплового воздействия. Показания датчика TE1 учитываются при определении сезона работы (лето, зима), построении теплового графика и регулировании КЗР, показания отображаются на панели оператора.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

						<b>ШУВ1ПВ1ВВ v4.0</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

*Датчик температуры приточного воздуха TE2. Датчик установлен в вентиляционном канале после приточного вентилятора. Показания датчика TE2 учитываются при регулировании температуры приточного воздуха и выводятся на панель оператора.*

*Датчик воздуха в помещении TE3. Датчик установлен в помещении, которое обеспечивается вентиляцией от данной ВУ. Показания датчика учитываются для регулирования температуры воздуха в помещении и выводятся на панель оператора.*

*Датчик температуры обратного теплоносителя TE4. Датчик установлен на трубе – выходе теплоносителя из калорифера. Показания датчика TE4 учитываются при защите калорифера от замерзания, при прогреве калорифера и выводятся на панель оператора.*

#### **4. Алгоритм работы.**

*При переводе ключа выбора режимов работы в положение «Дистанционного» управления на контроллер поступает соответствующий сигнал активируя алгоритм автоматической работы ВУ, при этом ВУ находится в состоянии «Остановлена». В состоянии «Остановлена» производится проверка всех параметров работы ВУ и определение аварий.*

##### **4.1. Работа клапана рециркуляции.**

*Входной и выходной клапаны работают синхронно, а клапан рециркуляции в противофазе.*

*Для обеспечения поступления свежего воздуха в помещение задается максимальная степень открытия клапана – пример 70%, при этом входной и выходной клапаны будут открыты на 30%.*

*При автоматическом управлении клапан рециркуляции работает в двух режимах «Теплый приточный воздух» – когда температура наружного воздуха выше температуры в помещении и «Холодный приточный воздух» – когда температура наружного воздуха ниже температуры в помещении.*

***Тёплый приточный воздух.** Клапан рециркуляции стремится охладить помещение сокращая поступление теплого воздуха с улицы. Если температура в помещении превышает установленное значение рециркуляционный клапан начинает открываться, входной и выходной клапаны закрываются. Нужно учесть, что воздух в помещении охлаждается кондиционерами. Если температура в помещении ниже установленной рециркуляционный клапан закрывается, входной и выходной клапаны открываются, подавая теплый наружный воздух.*

***Холодный приточный воздух.** Клапан рециркуляции стремится нагреть помещение сокращая поступление холодного воздуха с улицы. Если температура в помещении превы-*

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

						<b>ШУВ1ПВ1ВВ v4.0</b>	<i>Лист</i>
							6
<i>Изм</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

шает установленное значение рециркуляционный клапан начинает закрываться, входной и выходной клапаны открываются, в помещение поступает холодный наружный воздух. Нужно учесть, что воздух в помещении может нагреваться калорифером. Если температура в помещении ниже установленной рециркуляционный клапан открывается, входной и выходной клапаны закрываются, перекрывая подачу холодного наружного воздуха.

Режим работы определяется автоматически. При равенстве температур наружного воздуха и воздуха в помещении определяется режим «Холодный приточный воздух».

Управление клапаном рециркуляции выполняется с временной задержкой для отстройки от реакции КЗР.

#### **4.2. Определение сезона.**

Программа работы позволяет определять сезон работы автоматически или задать вручную. Определены два сезона работы: «Зима» и «Лето».

В режиме «Зима»:

- Прогрев калорифера перед запуском.
- Нагрев воздуха через калорифер.
- Насос в контуре теплоносителя работает постоянно.
- Перед запуском производится прогрев входного клапана.

В режиме «Лето»:

- Прогрев калорифера перед запуском не производится.
- Нагрев воздуха не производится.
- Насос в контуре теплоносителя выключен (профилактическое включение для предотвращения закисания).
- Входной клапан не обогревается.

#### **4.3. Пуск и работа в сезон «Зима».**

При подаче команды «Пуск ВУ» запускается алгоритм автоматической работы:

Прогрев входного клапана на установленное время ( $t_{\text{прог}}$  (сек.)). Время прогрева устанавливается в настройках программы на панели оператора. Во время прогрева клапан рециркуляции не работает.

Совместно с прогревом входного клапана запускается прогрев калорифера. Прогрев производится до достижения верхней расчетной температуры ( $BPT$  ( $^{\circ}C$ )) обратной воды. Значение  $BPT$  устанавливается относительно графика температуры обратной воды узла регулирования теплоносителя. Значение вводится в программу управления на панели оператора. Во время прогрева клапан рециркуляции не работает.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

						<b>ШУВ1ПВ1ВВ v4.0</b>	Лист
							7
Изм	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



После завершения прогрева клапана и калорифера производится запуск алгоритма клапана рециркуляции.

После открытия входного клапан с выдержкой времени ( $t_{пуск В. (сек.)}$ ) производится запуск вентиляторов с последующей проверкой работы (проверка перепада давления).

После запуска вентиляторов запускается регулирование температуры приточного воздуха в вентиляционном канале, в помещении.

Для регулирования температуры воздуха в помещении применяются два ПИД регулятора, работающие в каскаде. Для первого регулятора задается требуемое значение температуры в помещении ( $T_{пом. (C^\circ)}$ ) – значение вводится в программу управления на панели оператора). По показаниям датчика температуры в помещении производится вычисление требуемой температуры приточного воздуха ( $T_{прит. (C^\circ)}$ ). Температура приточного воздуха имеет четкий диапазон значений  $T_{мин.прит. (C^\circ)}$ ,  $T_{макс.прит. (C^\circ)}$  (значение вводится в программу управления на панели оператора). Вторым регулятором получает требуемую температуру приточного воздуха ( $T_{прит.}$ ) как уставку и сравнивая её с фактической температурой вычисляет задание для регулирующего клапана (КЗР). Фактическая температура приточного воздуха определяется по показаниям датчика температуры приточного воздуха.

При работе вентилятора производится проверка температуры обратной воды. В программе вводятся координаты графика температуры обратной воды относительно температуры наружного воздуха. Относительно этого графика вычисляются значения верхней расчетной температуры ( $ВРТ (C^\circ)$ ), нижней расчетной температуры ( $НРТ (C^\circ)$ ) и расчетной температуры замерзания ( $РТЗ (C^\circ)$ ). Верхний и нижний пределы по температуре определяются значением  $\Delta РТ$  – значение вводится в программу на панели оператора. Температура замерзания определяется значением  $\Delta ТЗ$ .

$ВРТ$  – применяется для прогрева калорифера.

$НРТ$  – применяется для сигнализации замерзания, при данном значении КЗР долее не закрывается (не уменьшает количество теплоносителя, проходящего через теплообменник).

$РТЗ$  – достижение данного уровня температуры определяет аварию по замерзанию, аналогично сигналу от капиллярного термостата. Проверка по уровню РТЗ производится только при включенном вентиляторе. Сигнал от капиллярного термостата воспринимается во всех режимах работы на всех этапах пуска ВУ.

Инд. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №							ШУВ1ПВ1ВВ v4.0	Лист
										8
			Изм	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

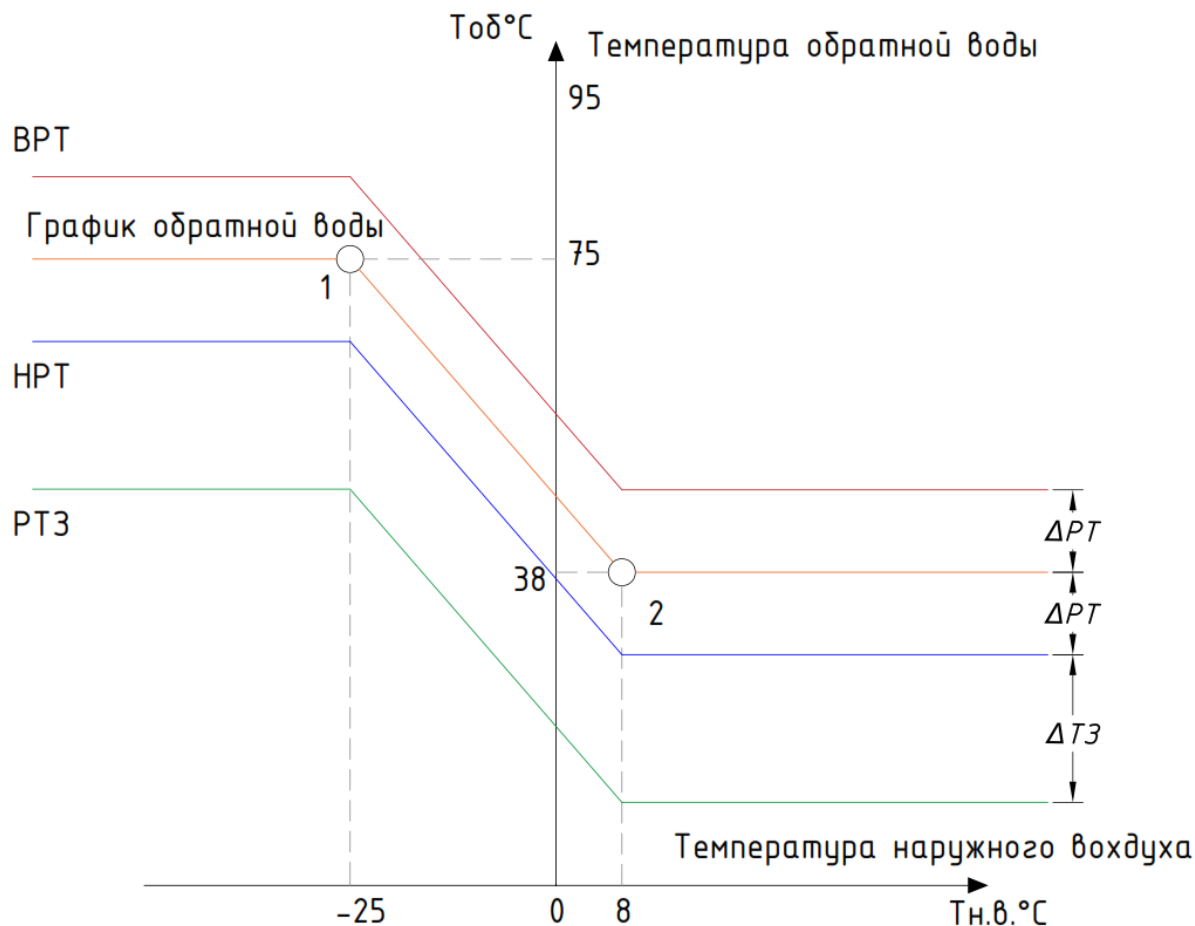


Рисунок 1. График температуры обратной воды в контуре теплоснабжения.

При состоянии «замерзание ВУ» работающая ВУ переводится в состояние «Остановлена» (клапаны закрываются, вентилятор останавливается, КЗР остается на том же положении). Далее следует повторный запуск по рабочему алгоритму начиная с прогрева входного клапана и калорифера. При фиксации трех последовательных состояний «замерзание ВУ» ВУ переводится в состояние «Авария замерзание ВУ» - клапаны закрываются, вентилятор останавливается, КЗР открывается полностью. Дальнейшая работа ВУ заблокирована до сброса аварии оператором.

#### 4.4. Запуск и работа в сезон «Лето».

При подаче команды «Пуск ВУ» запускается алгоритм автоматической работы:

Запускается алгоритм работы клапана рециркуляции.

После открытия входного клапана с выдержкой времени ( $t_{\text{пуск В.}}$  (сек.)) производится запуск вентилятора.

Периодически с интервалом времени  $t_{\text{интер.}}$  (час) производится пуск насоса циркуляции на время  $t_{\text{насос}}$  (мин.). При установке значения  $t_{\text{насос}}$  (мин.) равное «0» насос не запускается. Кратковременные пуски насоса циркуляции способствует профилактике заклинивания агрегата.

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Изн.	№ подл.	Подп.	и дата	Взам.	инв. №

#### **4.5. Проверка засорения фильтра.**

Во всех режимах работы на всех этапах пуска ВУ производится диагностика фильтра с проверкой засорения. Для контроля засорения фильтра на нем установлено реле перепада давления типа RVG-10 EKF. При засорении фильтра происходит определенный перепад давления воздуха, реле фиксирует требуемый уровень перепада давления и формирует соответствующий сигнал. Состояние засорения фильтра не является аварийным, ВУ продолжает работать, производится сигнализация засорения фильтра. Предусмотрена световая сигнализация «засорения» фильтра, при сигнале от реле перепада давления включается сигнальная лампа «Неисправность ВУ» (лампа включается в обход контроллера во всех режимах работы).

#### **4.6. Сигнал «Пожар».**

В шкафу управления установлено реле сигнала пожар, при разрыве цепи питания реле определяется сигнал «Пожар» – все управляющие команды ВУ прерываются, работа ВУ блокируется до снятия сигнала «Пожар» (восстановлении цепи питания сигнального реле) и сброса блокировки оператором. Включается световая сигнализация «Пожар».

*Подробное описание органов сигнализации, управления и ввода настроек на панели оператора приведено в руководстве пользователя панели оператора.*

Изн. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №							ШУВ1ПВ1ВВ v4.0	Лист
			Изм	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		10

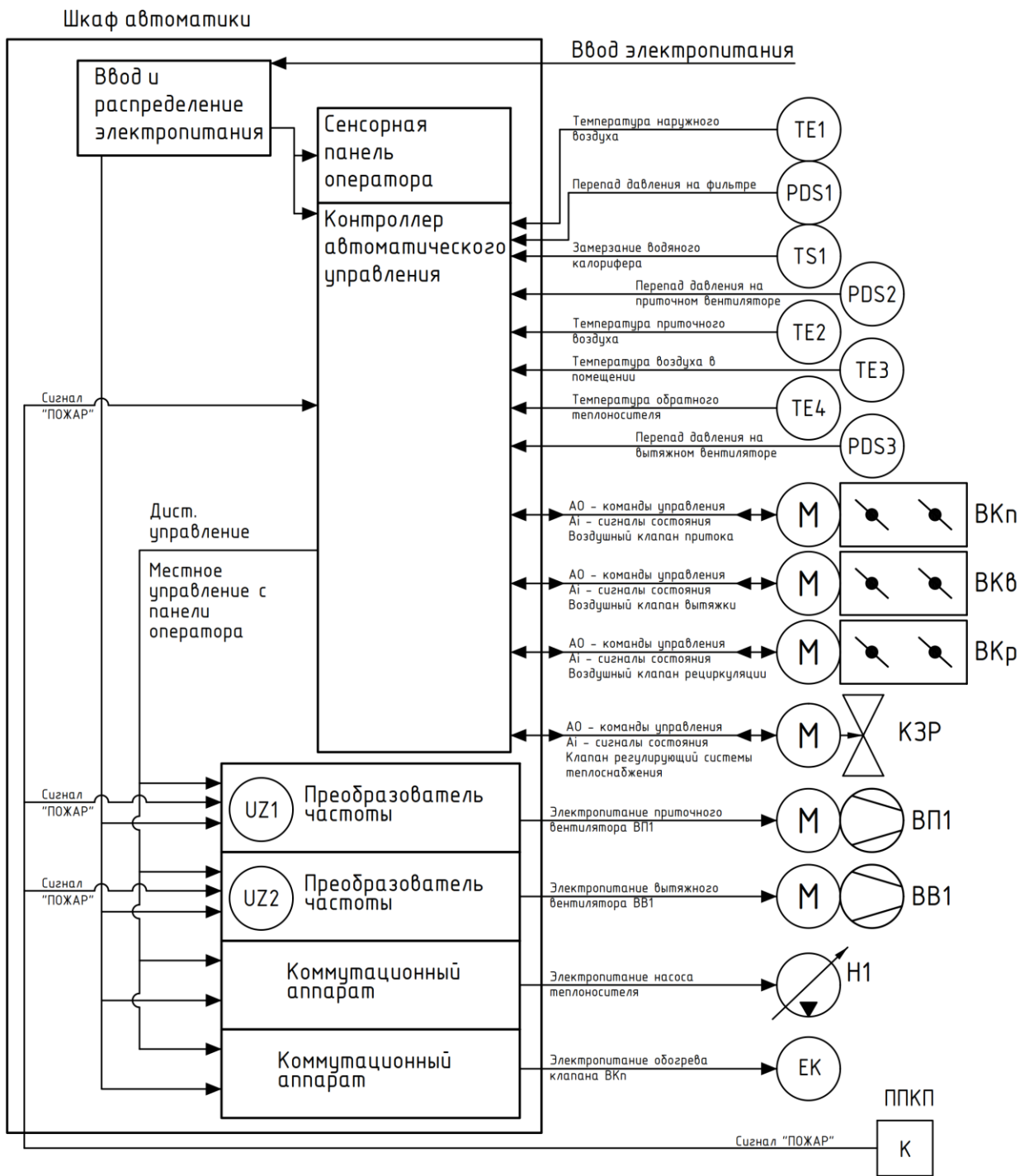


Рисунок 2. Структура шкафа управления.

При реализации проекта необходимо принять меры по предотвращению влияния электромагнитных помех на сигнальные кабельные линии.

Изм	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ШУВ1ПВ1ВВ v4.0	Лист
Инд. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №					

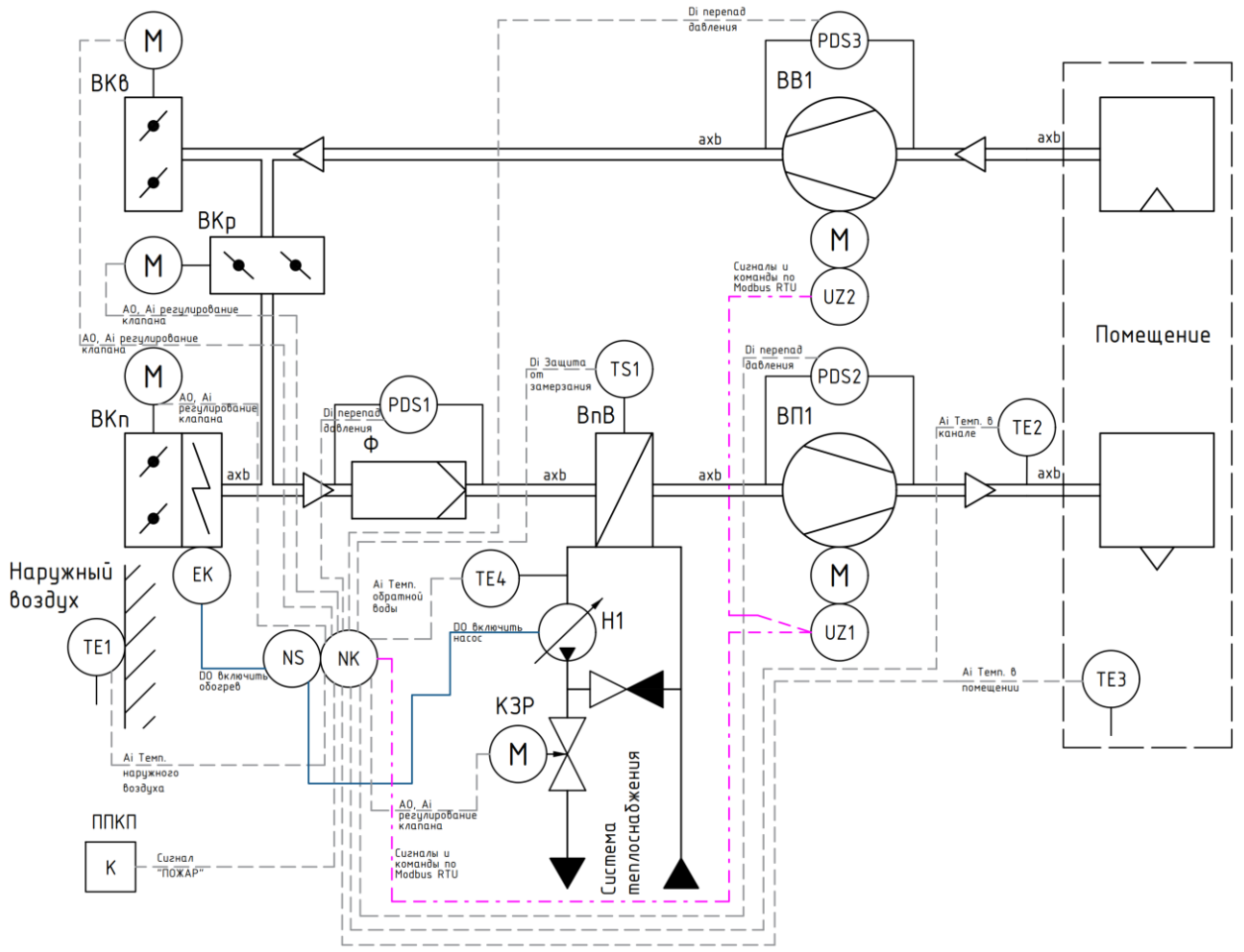




Рисунок 3. Структурно-функциональная схема ВУ.

Инва. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №					ШУВ1ПВ1ВВ v4.0	Лист 12
			Изм	Кол.	Лист	№ док.		

ГОСТ 21.205-2016		ГОСТ 21.208-2013	
	Воздухоподогреватель		Контроллер управления.
	Устройство для распределения приточного воздуха		Первичный измерительный преобразователь для измерения температуры, установленный по месту. Датчик температуры.
	Устройство для выпуска воздуха		Прибор для измерения перепада давления с контактным устройством, установленный по месту. Реле перепада давления.
	Вентилятор (общее обозначение)		Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту. Реле температурное.
	Насос (общее обозначение) регулируемый		Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (насосом, задвижкой).
	Клапан регулирующий: проходной	ГОСТ 2.710-81	
	Клапан обратный: проходной		Преобразователи электрических величин в электрические. Преобразователь частотный.
	Клапан жалюзийный многостворчатый		Электрический двигатель.
	Прибор отопительный электрический		Нагревательный элемент
	Фильтр воздушный		Реле, контакторы, пускатели. Реле в система пожарной сигнализации.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ШУВ1ПВ1ВВ v4.0	Лист
							13