

# Описание VAV-систем

## ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВОЗДУХА



## Содержание

1. Зачем нужны VAV-системы .....	3
2. VAV-система или рекуператор? .....	4
3. Какие преимущества получает пользователь VAV-системы? .....	5
4. Как работает VAV-система .....	6
5. VAV-система без распределительной камеры .....	7
6. VAV-системы на базе оборудования Breezart и JetLogic .....	9
7. Проектирование энергоэффективных систем .....	10

# VAV-системы

VAV-система – это система вентиляции, позволяющая экономить энергию без снижения уровня комфорта. Современная элементная база позволяет создавать такие системы по ценам, почти не превышающих цены обычных систем вентиляции — это одна из причин их возрастающей популярности.

В этой статье мы подробно расскажем о том, что такое VAV-система и как она работает, какие преимущества получает пользователь такой системы, а также о том, как можно создать VAV-систему на базе [вентиляционных установок Breezart](#) и автоматики [JetLogic](#).

## 1. Зачем нужны VAV-системы

---

Чтобы понять, зачем понадобилось создавать VAV-системы, рассмотрим работу традиционной системы вентиляции в коттедже площадью 200–250 м<sup>2</sup>. Для жилого помещения такой площади требуется расход воздуха около 1000 м<sup>3</sup>/ч. Зимой для нагрева приточного воздуха до комфортной температуры потребуется около 14 кВт·ч энергии. При этом заметная часть энергии будет тратиться впустую, ведь люди, для которых работает вентиляция, не могут находиться сразу во всем коттедже: ночь они проводят в спальнях, а день – в других комнатах. Уменьшить же выборочно производительность традиционной системы вентиляции в нескольких помещениях невозможно, поскольку балансировка воздушных клапанов, с помощью которых можно регулировать подачу воздуха по помещениям, производится на этапе пуско-наладки, в процессе эксплуатации соотношение расходов изменить невозможно. Пользователь может только уменьшить общий расход воздуха, но тогда в помещениях, где находятся люди, станет душно.

Если к воздушным клапанам подключить электроприводы, которые позволят дистанционно управлять положением заслонки клапана и тем самым регулировать расход воздуха через него, можно будет включать и отключать вентиляцию отдельно в каждом помещении с помощью обычных выключателей. Однако управлять такой системой будет практически невозможно, ведь одновременно с закрытием части клапанов придется снижать производительность системы вентиляции на строго определенную величину, чтобы расход воздуха в остальных помещениях оставался неизменным. VAV-системы или системы с переменным расходом воздуха (Variable Air Volume) как раз и предназначены для того, чтобы делать это в автоматическом режиме.



Насколько эффективно VAV-системы позволяют экономить энергию? Если в нашем примере вместо обычной системы вентиляции будет установлена простейшая VAV-система, которая позволит отдельно включать и отключать подачу воздуха в спальни и остальные помещения, то в ночном режиме, когда воздух подается только в спальни, расход воздуха будет составлять около 250 м<sup>3</sup>/ч (из расчета по 125 м<sup>3</sup>/ч на две спальни площадью по 20 м<sup>2</sup>), а потребление энергии – около 3,5 кВт·ч, то есть **в 4 раза меньше**, чем потребляет традиционная система вентиляции. Уже на этом простом примере виден уровень достигаемой энергоэффективности.

## 2. VAV-система или рекуператор?

---

**Приточно-вытяжные установки с рекуператором**, как и VAV-системы, позволяют экономить энергию. В рекуператорах экономия достигается за счет передачи тепла от вытяжного воздуха к приточному, причем эффективность некоторых типов рекуператоров может достигать 90%. Однако рекуперационные вентустановки имеют ряд особенностей, которые затрудняют их использование в квартирах и небольших коттеджах.

В квартирах из-за недостатка места чаще всего организуют только **приточную вентиляцию**, а отработанный воздух удаляется через вытяжные каналы, расположенные в санузлах и на кухне. Размещение же приточно-вытяжной установки предполагает прокладку не только приточной, но вытяжной воздухопроводной сети, для которой может просто не хватить места.

Кроме того, приточная вентиляция обеспечивает воздушный подпор «грязных» помещений: чистый воздух подается в жилые помещения, проходит по коридорам и, уже загрязненный, удаляется через вытяжные каналы в санузлах и на кухне. Такая схема движения воздушных потоков не позволяет неприятным запахам распространяться по жилым помещениям. Если аналогичную систему организовать с помощью приточно-вытяжной установки, разместив вытяжные решетки в «грязных» помещениях, то придется отказаться от наиболее эффективного роторного рекуператора, поскольку он допускает частичное подмешивание вытяжного (загрязненного) воздуха в приточный канал. А пластинчатые рекуператоры, лишенные такого недостатка, имеют невысокую эффективность и склонны к обмерзанию при температуре наружного воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Другой вариант создания подпора при использовании приточно-вытяжной вентиляции заключается в разбалансировке притока и вытяжки: производительность приточного канала нужно сделать выше, чем вытяжного. Тогда часть приточного воздуха будет уходить не через рекуператор, а сквозь вытяжные каналы «грязных» помещений. Однако в этом случае на создание подпора будет уходить заметная часть приточного воздуха, и тогда применение дорогостоящей приточно-вытяжной системы потеряет смысл из-за существенного падения эффективности рекуперации.

Перечисленные особенности затрудняют использование рекуператоров в квартирах и небольших коттеджах, поэтому наиболее эффективным способом энергосбережения для таких помещений будет использование приточных VAV-систем. В тоже время рекуператоры успешно применяются в офисных помещениях и административных зданиях, где указанные выше недостатки не являются существенными. Необходимо отметить, что VAV-системы можно также создавать на основе приточно-вытяжных установок с рекуператором, поэтому вместо «или» в названии этого раздела можно поставить «и».

### 3. Какие преимущества получает пользователь VAV-системы?

---

Итак, основным преимуществом VAV-систем является существенная экономия энергии, особенно актуальная для вентиляционных систем с электрическим калорифером: у пользователей появляется возможность включать и отключать вентиляцию в любой комнате так же, как включает и выключает свет. А применение клапанов с пропорциональными электроприводами сделает управление еще более удобным, позволив пользователям плавно регулировать объем подаваемого воздуха. Можно также изменять объем воздуха по сигналу от датчика присутствия (аналог системы «Умный глаз», используемой в бытовых сплит-системах), датчиков температуры, влажности, концентрации CO<sub>2</sub> и других – все это позволит автоматизировать управление энергосбережением.

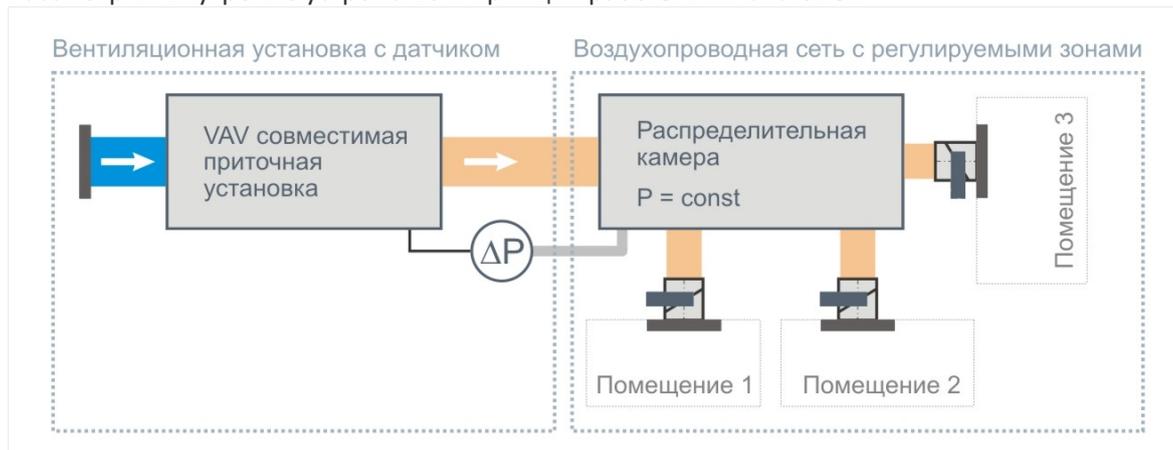
Если же блоки автоматики, которые управляют электроприводами воздушных клапанов, соединить единой шиной управления, то появится возможность централизованного сценарного управления всей системой. Например, можно вручную или по таймеру включать определенные режимы работы:

- *Ночной режим.* Воздух подается только в спальни. Во всех остальных помещениях клапаны открыты на минимальном уровне.
- *Дневной режим.* Во все помещения, кроме спален, воздух подается в полном объеме. В спальнях комнатах клапаны закрыты или открыты на минимальном уровне.
- *Гости.* Расход воздуха в гостиной увеличен.
- *Циклическое проветривание* (используется при длительном отсутствии людей). В каждое помещение по-очереди подается небольшое количество воздуха — это позволяет избежать появления неприятных запахов и духоты, которые могут создать дискомфорт при возвращении людей.

Для независимого управления не только объемом, но и температурой приточного воздуха в каждом из помещений можно установить догреватели (маломощные калориферы), управляемые от индивидуальных регуляторов мощности. Это позволит подавать из вентустановки воздух с минимально допустимой температурой (+18°C), индивидуально нагревая его до требуемого уровня в каждом помещении. Такое техническое решение позволит еще больше снизить потребление энергии.

## 4. Как работает VAV-система

Рассмотрим внутренне устройство и принцип работы VAV-системы.



Типовая VAV-система состоит из следующих компонентов:

- **Вентиляционная установка** с плавно изменяемой производительностью. В ней должен использоваться электронно-коммутируемый (инверторный) вентилятор или же обычный вентилятор, управляемый от регулятора оборотов (электронного автотрансформатора), который позволяет плавно изменять скорость вращения вентилятора.
- **Воздухораспределительная камера**, в которой поддерживается постоянное (заданное) давление. К этой камере подключаются воздуховоды от всех обслуживаемых помещений.
- **Дифференциальный датчик давления**, который располагается возле распределительной камеры. Датчик с помощью тонкой трубки измеряет давление внутри камеры и передает эту информацию вентиляционной установке.
- **Воздушные клапаны с электроприводами (VAV-клапаны)**, управляемые от выключателей или регуляторов (на схеме не показаны).

Разберемся, как все это работает. Допустим, что в начале все воздушные клапаны полностью открыты. Если в процессе работы один из клапанов закрывается, давление в воздухораспределительной камере начинает расти. Это изменение фиксируется датчиком, и система автоматики приточной установки снижает скорость вращения вентилятора ровно настолько, чтобы давление в камере вернулось на прежний уровень (переходный процесс занимает не более одной минуты). Таким образом, система автоматики постоянно отслеживает уровень давления в камере и при его отклонении в ту или иную сторону от заданного значения изменяет скорость вращения вентилятора так, чтобы давление возвращалось к норме. Поскольку давление в камере, а значит и на входе каждого воздуховода, постоянно, объем поступающего в помещения воздуха будет определяться только углом поворота заслонки соответствующего клапана. На иллюстрации показана VAV-система, обслуживающая только 3 помещения, однако этих помещений может быть любое количество.

Все оборудование, используемое для построения VAV-системы, можно условно разделить на две части: вентиляционная установка с датчиком давления и воздухораспределительная сеть с регулируемыми зонами. Обе части VAV-системы могут функционировать независимо друг от друга: вентиляционная установка с помощью датчика поддерживает заданное давление в воздухораспределительной камере, а пользователь с помощью выключателей может по своему усмотрению закрывать и открывать клапаны во всех зонах. Поскольку давление в камере постоянно, то расход воздуха в каждом помещении будет зависеть только от положения заслонки клапана этого помещения, и не будет зависеть от расхода воздуха в других помещениях.

## 5. VAV-система без распределительной камеры

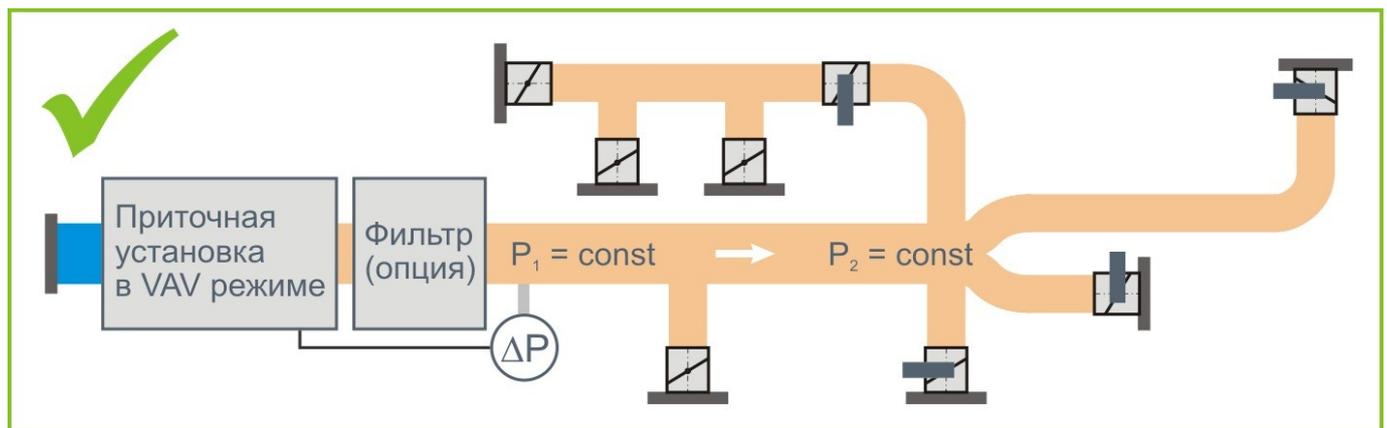
VAV-систему можно упростить, отказавшись от распределительной камеры, и измерять давление непосредственно в канале воздуховода. В этом случае все воздуховоды должны разводиться из одной точки, вблизи которой замеряется давление (можно считать, что камера просто уменьшается до размера небольшого участка центрального воздуховода). Длины воздуховодов, идущих от точки разветвления до обслуживаемых, помещений могут быть различными, главное, чтобы к каждому воздуховоду, идущему от точки разветвления, подключался только один клапан.

Для уменьшения стоимости VAV-системы один управляемый клапан может обслуживать сразу несколько помещений, в этом случае в помещениях устанавливаются только недорогие клапаны с ручным приводом, которые балансируются на этапе пуско-наладки. Конфигурация воздухопроводной сети на участке, расположенном после управляемого клапана, может быть любой, поскольку ее сопротивление не будет изменяться в процессе эксплуатации. Такое решение позволяет снизить стоимость системы, если обслуживаемые помещения имеют одинаковое назначение, например, спальни в коттедже или офисные помещения, занимаемые одной компанией. Можно снизить стоимость VAV-системы до минимума, используя только два управляемых клапана, один из которых будет обслуживать, например, спальни, а другой – все остальные помещения квартиры или коттеджа.



**Группа помещений, обслуживаемых одним VAV-клапаном, называется зоной, поэтому обычно для VAV-системы считают не количество обслуживаемых помещений, а количество зон (в каждой зоне может быть одно или несколько однотипных помещений).**

На иллюстрации показан пример корректной конфигурации воздухопроводной сети VAV-системы:

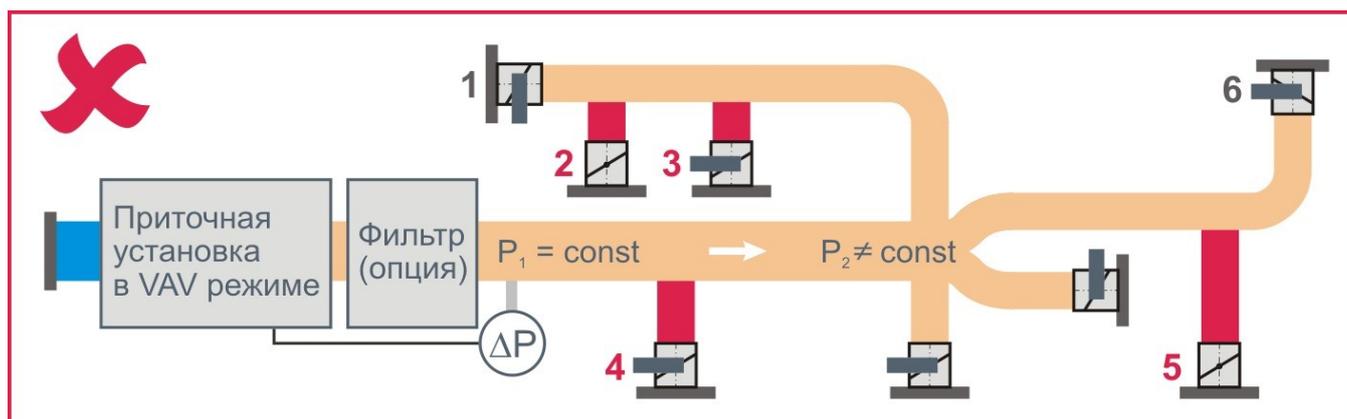


Рассмотрим этот пример подробнее. После вентустановки расположен фильтр тонкой очистки (может не быть). По мере загрязнения фильтра его сопротивление будет расти. Однако в отличие от обычной системы вентиляции расход воздуха при этом меняться не будет, поскольку вентустановка поддерживает постоянное давление в воздуховоде после фильтра. Таким образом, дополнительным преимуществом VAV системы является компенсация изменения сопротивления воздушного фильтра.

Воздуховоды к управляемым клапанам разводятся из одной точки по принципу: один воздуховод – один клапан, при этом длины воздуховодов от точки разветвления до VAV-клапанов различны. В верхней части расположен управляемый клапан, который обслуживает три помещения. В этих помещениях установлены дроссель-клапаны с ручным управлением для балансировки на этапе пуско-наладки. Поскольку сопротивление этих клапанов не будет изменяться в процессе работы, то конфигурация сети после управляемого клапана не оказывает влияния на точность поддержания расхода воздуха.

Обратите внимание, что к магистральному воздуховоду подключен клапан с ручным управлением – он имеет неизменный расход воздуха. Такой клапан может понадобиться для обеспечения нормальной работы вентустановки в случае, когда все остальные клапаны закрыты. Воздуховод с этим клапаном обычно выводится в помещение, где требуется постоянная подача воздуха.

Теперь рассмотрим ошибки, которые могут быть допущены при проектировании воздухопроводной сети VAV-системы:



Ошибочные ответвления воздухопроводов выделены красным цветом. Клапаны №2 и 3 подключены к воздухопроводу, идущему от точки разветвления к VAV-клапану №1. При изменении положения заслонки клапана №1 давление в воздухопроводе возле клапанов №2 и 3 будет изменяться, поэтому расход воздуха через них не будет постоянным. Управляемый клапан №4 нельзя подключать к магистральному воздухопроводу, поскольку изменение расхода воздуха через него может привести к изменению давления возле этого клапана (точка измерения давления расположена дальше). А клапан №5 нельзя подключать так, как показано на схеме, по той же причине, что и клапаны №2 и 3.

Мы разобрались с тем, как конфигурировать простые воздухопроводные сети VAV-систем. Более сложный вариант системы, используемый в многоэтажных зданиях, мы рассмотрим в конце статьи.

## 6. VAV-системы на базе оборудования Breezart и JetLogic

Выше мы рассмотрели принцип работы и особенности проектирования VAV-систем. Теперь мы расскажем о реализации VAV-системы на базе вентиляционной установки Breezart и модулях JetLogic JL208. Для создания VAV-систем можно использовать все приточные и приточно-вытяжные установки Breezart в стандартной конфигурации (то есть при заказе можно не указывать, что вентиляционная установка будет использована для построения VAV-системы).

Для создания VAV-системы на базе JL208 потребуются следующее оборудование:

- Модуль JL208DP, который содержит блок питания, датчик давления и блок на 4 зоны. В комплекте трубка для измерения давления и адаптер для подключения к воздуховоду.
- Модули JL208, если количество зон VAV-системы больше 4-х (один модуль обслуживает до 4-х зон)

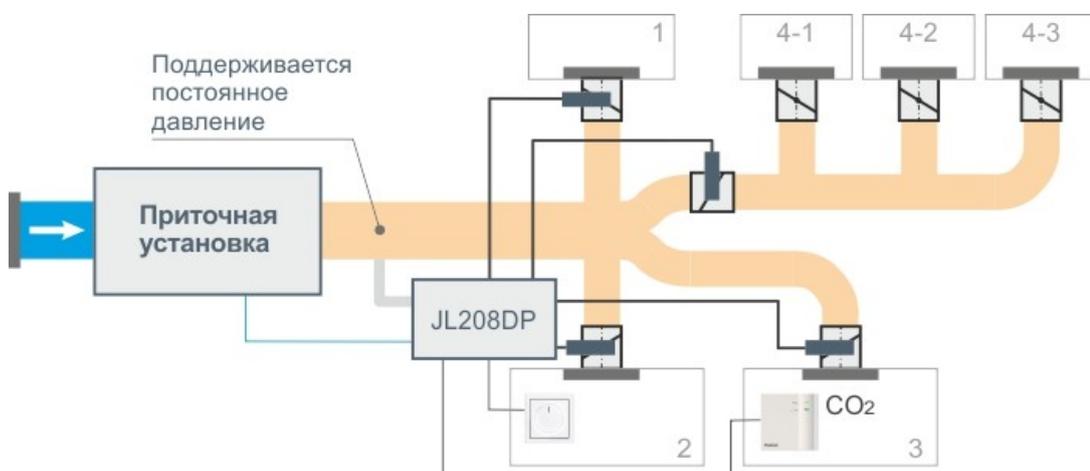
VAV зоны могут иметь различные типы управления:

- **Управление через пульт:** расход воздуха в каждой зоне задается вручную с пульта или автоматически по таймерам.
- **Смешанное управление:** для каждой зоны дополнительно используется локальный регулятор, расход воздуха можно задавать по месту или централизованно, как в первом варианте.
- **Управление по CO<sub>2</sub>:** в этом случае используются датчики CO<sub>2</sub>, расход воздуха регулируется автоматически для поддержания заданной концентрации углекислого газа.

Через **веб-интерфейс** доступно [удаленное управление вентиляцией](#), в том числе регулировка расхода в VAV зонах.

Тип каждой зоны можно выбирать независимо друг от друга, таким образом, VAV-система может содержать зоны с разным типом управления.

Для управления VAV-системой используется штатный пульт TPD-283U-H, который может обслуживать до 20 зон. Пульт позволяет выполнять полную настройку VAV системы. Далее мы рассмотрим пример VAV-системы с разными типами зон.



Приведенная в этом примере система вентиляции демонстрирует различные варианты управления:

- № 1. К узлу зоны 1 модуля JL208DP не подключен регулятор или датчик. Управление производится только с пульта по шине Modbus. Такой вариант можно использовать в офисе, где вентиляция включается по таймеру в рабочее время.
- № 2. К узлу зоны 2 подключен регулятор JLC101, управление может производиться как централизованно, так и локально. Переключение между ручным и автоматическим режимами работы производится с пульта или по таймеру.
- № 3. В этом помещении установлен датчик CO<sub>2</sub>. Расход воздуха регулируется автоматически для поддержания заданного с пульта значения концентрации углекислого газа.

- № 4-1, 4-2 и 4-3. На иллюстрации показан возможный вариант использования одного клапана для централизованного обслуживания нескольких помещений.

Состав базового оборудования VAV-системы с учетом типа управления расходом воздуха можно подобрать с помощью [Калькулятора для расчета вентиляции](#).

## 7. Проектирование энергоэффективных систем

---

На базе оборудования Breezart и модулей автоматики JetLogic возможно создание энергоэффективных систем вентиляции для любых помещений: квартир, коттеджей, офисов и административных зданий. Дополнительно снизить затраты на нагрев воздуха можно с помощью VAV-совместимых приточно-вытяжных установок с рекуператором.

За дополнительной информацией и помощью в проектировании энергоэффективных вентиляционных систем обращайтесь в Дилерский отдел Breezart.