

Описание VAV-систем

ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВОЗДУХА



Содержание

1. Зачем нужны VAV-системы	3
2. VAV-система или рекуператор?.....	3
3. Какие преимущества получает пользователь VAV-системы?	4
4. Как работает VAV-система	5
5. VAV-система без распределительной камеры.....	6
6. VAV-системы на базе оборудования Breezart и JetLogic	8
6.1. VAV-система с дискретным управлением клапанами	9
6.2. VAV-система с пропорциональным управлением клапанами.....	10
6.3. VAV-система с централизованным управлением клапанами.....	11
6.4. VAV-система для многоэтажного административного здания	14
6.5. Независимое воздушное отопление / охлаждение на базе VAV-системы	15
7. Сводная таблица возможностей модулей управления приводами	16
8. Проектирование энергоэффективных систем.....	16

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 оборудования **Breezart** (www.breezart.ru) и **JetLogic** (www.jetlogic.ru).

1. Зачем нужны VAV-системы

Чтобы понять, зачем понадобилось создавать VAV-системы, рассмотрим работу традиционной системы вентиляции в коттедже площадью 200–250 м². Для жилого помещения такой площади требуется расход воздуха около 1000 м³/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 пуска-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 м³/ч (из расчета по 125 м³/ч на две спальни площадью по 20 м²), 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 и 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°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_2 и других – все это позволит автоматизировать управление энергосбережением.

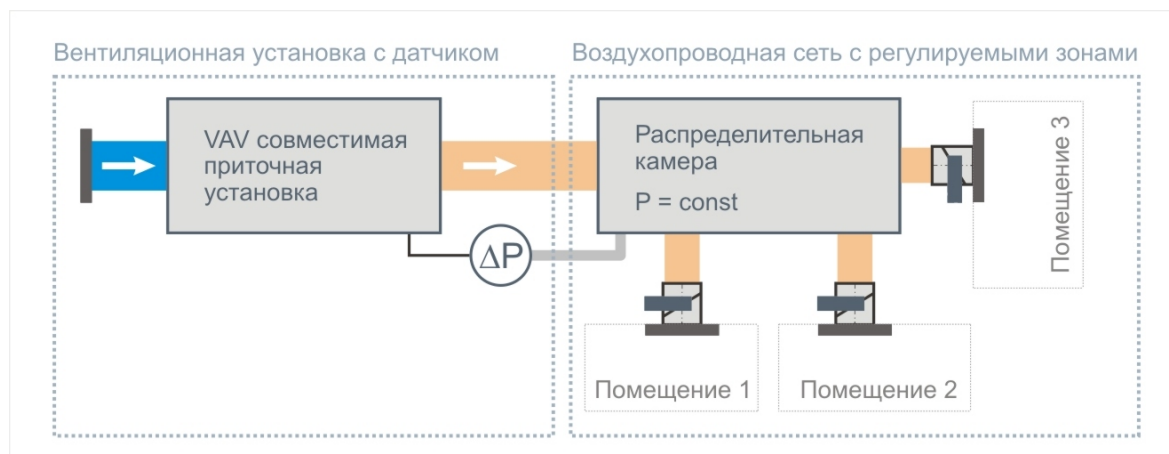
Если же блоки автоматики, которые управляют электроприводами воздушных клапанов, соединить единой шиной управления, то появится возможность централизованного сценарного управления всей системой. Например, можно вручную или по таймеру включать определенные режимы работы:

- *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 ($+18^{\circ}\text{C}$), 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

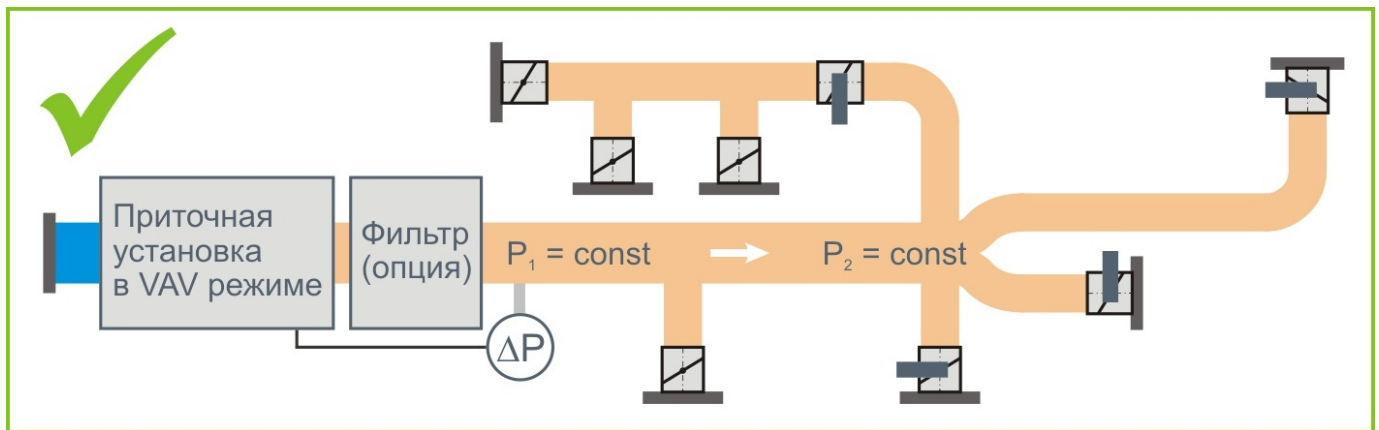
VAV-систему можно упростить, отказавшись от распределительной камеры, и измерять давление непосредственно в канале воздуховода. В этом случае все воздуховоды должны разводиться из одной точки, вблизи которой замеряется давление (можно считать, что камера просто уменьшается до размера небольшого участка центрального воздуховода). Длины воздухопроводов, 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:

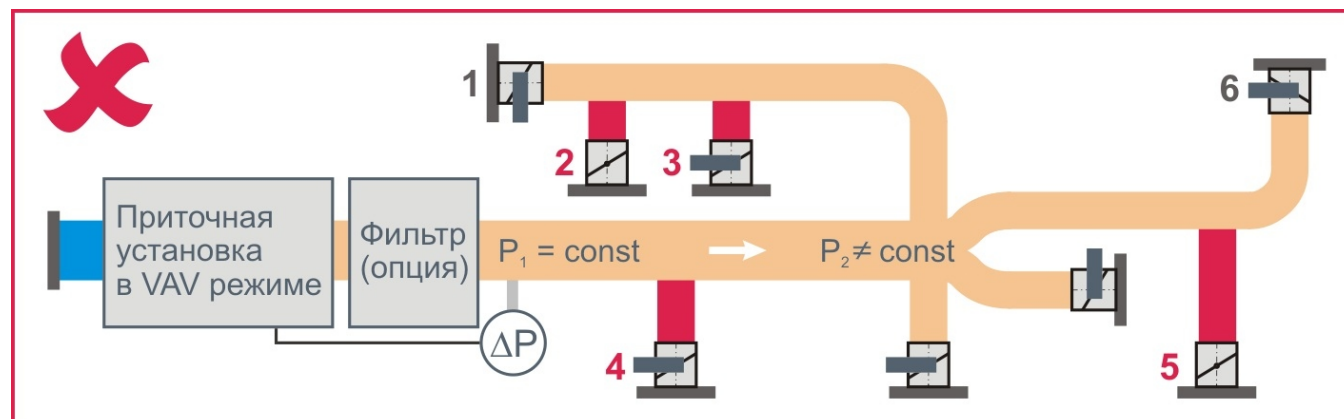


Рассмотрим этот пример подробнее. После вентустановки расположен фильтр тонкой очистки (может не быть). По мере загрязнения фильтра его сопротивление будет расти. Однако в отличие от обычной системы вентиляции расход воздуха при этом меняться не будет, поскольку вентустановка поддерживает постоянное 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 воздухопровод – один клапан, при этом длины воздухопроводов 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 вариантах реализации VAV-систем на базе оборудования Breezart и элементах автоматики JetLogic.

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 измерения давления используется внешний датчик давления JetLogic **JL201DPR** (для его подключения необходим кроссовый модуль RSCON-01 и блок питания на 24В).

По типу управления VAV-системы могут быть:

1. **С местным управлением и дискретными приводами** (клапаны имеют только два положения – открыто и закрыто, управление от выключателей).
2. **С местным управлением и модулями СВ-02**, которые управляют пропорциональными приводами. К этим модулям подключаются регуляторы, позволяющие плавно изменять расход воздуха в каждой зоне.
3. **С централизованным управлением и модулями JL201**, которые управляют пропорциональными приводами. В этом случае расход воздуха может регулироваться как локально (с помощью регуляторов или датчиков), так и централизованно с пульта. Соответственно, пульт и модули JL201 должны соединяться кабелем для передачи данных.

Также возможно создание смешанных систем, зоны которых имеют разные типы управления.

Для управления VAV-системой можно использовать штатный пульт TPD-283U или панель Weintek. Панель Weintek целесообразно использовать для управления централизованной VAV-системой с большим количеством зон, поскольку штатный пульт имеет ограниченные возможности по управлению модулями JL201. Функции и возможности пульта и панели сведены в таблицу:

Функции и возможности	Штатный пульт TPD-283U	Панель Weintek
Размер экрана	2.8", 320x240 точек	7.0", 800x480 точек
Количество автономных зон (на базе СВ-02)	любое	любое
Количество управляемых зон (на базе JL201)	4	10
Управление расходом воздуха централизованное (с пульта / панели по сценариям)	●	●
Управление расходом воздуха местное (с помощью ручного регулятора)	●	●
Управление расходом воздуха от датчиков движения, концентрации CO2 и других	–	●
Управление температурой воздуха (управление локальным нагревателем)	–	●
Полная настройка модулей JL201(DP) с пульта / панели	●	– *

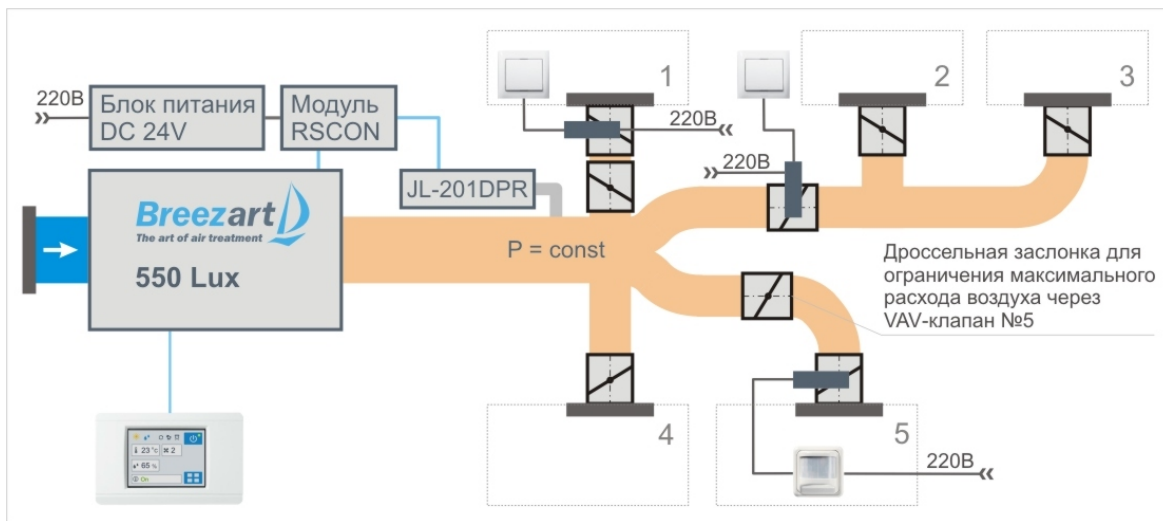
* Требуется предварительная настройка адресов модулей с компьютера (необходим адаптер BSA-02).

Заметим, что для VAV-систем с локальным управлением (на базе модулей СВ-02 или дискретных приводов) с любым количеством зон рекомендуется использовать штатный пульт TPD-283U, поскольку разница в возможностях пульта и панели проявляется только при управлении модулями JL201.

Далее мы рассмотрим примеры VAV-систем всех основных типов.

6.1. VAV-система с дискретным управлением клапанами

Это наиболее простой и недорогой тип VAV-системы.



Система, показанная на иллюстрации, состоит из приточной установки Breezart 550 Lux, датчика давления JL201DPR и нескольких воздушных клапанов с дискретными (то есть имеющими только два положения: открыто или закрыто) электроприводами. Управление приводами производится с помощью обычных выключателей, которые устанавливаются в обслуживаемых помещениях и позволяют открывать или закрывать клапан, подавая или снимая с него электропитание (клапаны имеют рабочее напряжение 220В). Для подключения датчика давления к вентилятору необходим кроссовый модуль RSCON и блок питания на 24В. Длина трубки от модуля JL201DPR до точки измерения не должна превышать 2 метров.

Управлять клапанами можно не только вручную, но и автоматически от верхнего освещения или датчика движения с задержкой выключения и релейным выходом на 220В (такие датчики используются для управления наружным освещением коттеджей).

Для снижения стоимости системы и занимаемого ею места в приведенном примере не используется воздухораспределительная камера, постоянное давление поддерживается в канале. Как уже отмечалось выше, в этом случае все воздуховоды должны быть разведены из одной точки.

Описание системы:

- Помещение №1 – управление от выключателя. Здесь, как и возле клапана №5, установлен балансировочный дроссель-клапан, который позволяет настроить заданный по проекту расход воздуха для данного помещения при открытом VAV-клапане. Балансировочный клапан нужен только в том случае, когда с помощью имеющихся у привода механических ограничителей угла поворота не удастся добиться приемлемой точности расхода воздуха.
- Помещения №2 и 3 – два помещения объединены в одну зону, управление от выключателя.
- Клапан в помещении №4 не имеет электропривода. Он балансируется на этапе пуско-наладки на заданный расход воздуха (не менее 10% от максимального расхода воздуха) и обеспечивает нормальную работу вентиляторной установки в случае, когда все остальные клапаны закрыты.
- Помещение №5 – управление от датчика движения. Клапан открывается автоматически, когда в помещении фиксируется движение человека. Отключения происходит автоматически через заданное время (обычно настраивается в диапазоне 1–15 минут) после последнего срабатывания датчика.

От зоны с фиксированным расходом (помещение №4) можно отказаться, если настроить крайнее положение одного привода или положение заслонки таким образом, чтобы в состоянии «закрыто» в помещение поступало минимально необходимое для нормальной работы вентиляторной установки количество воздуха. Желательно использовать для этого только одну зону, поскольку при наличии нескольких приоткрытых заслонок и выключенной вентиляции между помещениями по воздуховодам могут распространяться звуки голоса и другие шумы (при включенной вентиляции благодаря движению воздуха это не так заметно).

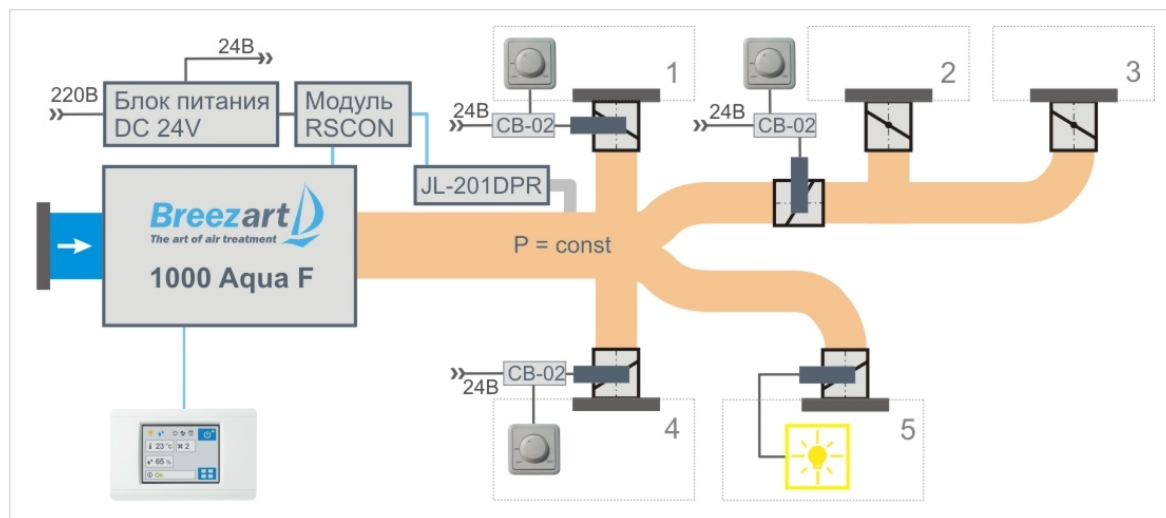
Состав и стоимость базового оборудования (приточной установки и автоматики)

В смету не включены расходные материалы и элементы воздухопроводной сети

Наименование	Описание	Кол-во	Цена*, руб	Стоим., руб
Breezart 550 Lux	Программно конфигурируемая приточная установка со встроенной автоматикой, сенсорным пультом управления и всеми необходимыми датчиками. Калорифер 1,6 / 3,2 / 4,8 кВт, питание 220В / 380В, производительность 350 / 550 куб.м/ч	1	66 000	66 000
Набор VAV-DP	Датчик давления JL-201DPR, модуль RSCON, кабель, трубка	1	4 800	4 800
DR-15/24	Блок питания 24В, 15 Вт (для питания JL201DPR можно использовать любой БП на 16-24В, 5 Вт)	1	1 200	1 200
Привод клапана, 220В	2-х позиционный привод воздушного клапана (2–4 Нм)	3	2 500	7 500
Выключатель, 220В	Стандартный выключатель	2	200	400
Датчик движения, 220В	Комнатный ИК датчик движения с задержкой выключения	1	700	700
Итого				80 600

* Указаны рекомендованные розничные цены на май 2014 года.

6.2. VAV-система с пропорциональным управлением клапанами



Эта VAV-система, собранная на базе приточной установки с фреоновым охладителем, похожа на предыдущую, но в ней используются клапаны с пропорциональным управлением, которые позволяют плавно регулировать угол поворота заслонки, изменяя пропускную способность клапана в диапазоне от 0 до 100%. Для управления приводами клапанов используются модули СВ-02, к которым подсоединяются регуляторы (потенциометры) JLC-100. Поскольку в канале поддерживается постоянное давление, расход воздуха в каждом помещении будет определяться только углом поворота заслонки соответствующего клапана, а положение заслонки – углом поворота ручки регулятора.

В системе используются приводы с рабочим напряжением 24В постоянного тока. Их питание производится от модулей СВ-02, к которым подводится кабель от блока питания. Модули СВ-02 также позволяют транслировать информацию о текущем положении заслонки клапана (сигнал 0 – 10В) для контроля фактического расхода воздуха. Рассчитаем требуемую мощность блока питания: один комплект из привода и модуля СВ-02 потребляет $2,5\text{Вт} + 0,5\text{Вт} = 3\text{Вт}$. А три комплекта – 9Вт . В системе нужно использовать блок питания, имеющий 15-20% запас по мощности, то есть не менее 11Вт .

Еще одним отличием этой системы от предыдущей является отсутствие балансировочного клапана. Модуль СВ-02 позволяет настраивать положение заслонки клапана в открытом и закрытом состояниях (то есть при крайних положениях ручки регулятора) с помощью подстроечных резисторов, расположенных

на плате модуля. Это позволяет легко настроить систему так, чтобы при установке регулятора на минимум заслонка клапана оставалась приоткрытой, обеспечивая заданный расход воздуха.

Обратите внимание, что в помещении №5 установлен дискретный клапан, управление которым производится от центрального освещения. Этим мы хотели показать, что никаких ограничений на способы управления расходом воздуха нет, и в одной системе возможно использование различных технических решений.

Состав и стоимость базового оборудования (приточной установки и автоматики)

В смету не включены расходные материалы и элементы воздухопроводной сети

Наименование	Описание	Кол-во	Цена*, руб	Стоим., руб
Приточная установка Breezart 1000 Aqua F	Приточная установка с водяным калорифером и фреоновым охладителем, встроенной автоматикой, сенсорным пультом управления и всеми необходимыми датчиками.	1	173 800	173 800
Набор VAV-DP	Датчик давления JL-201DPR, модуль RSCON, кабель, трубка	1	4 800	4 800
DR-15/24	Блок питания 24В, 15 Вт	1	1 200	1 200
Привод клапана, 220В	2-х позиционный привод воздушного клапана (2–4 Нм)	1	2 500	2 500
Привод клапана 0-10В, 24В	Привод воздушного клапана с пропорциональным управлением по сигналу 0-10В, питание 24В, крутящий момент 2 Нм (для клапана до Ø160), потребляемая мощность 2,5 Вт.	3	5 250	15 750
Модуль СВ-02	Модуль (коммутационная коробка) для подключения привода и регулятора JLC-100. Питание 24В, 0,5 Вт	3	1 900	5 700
Регулятор JLC-100	Регулятор для управления положением заслонки клапана	3	990	2 970
Итого				206 720

* Указаны рекомендованные розничные цены на май 2014 года.

6.3. VAV-система с централизованным управлением клапанами

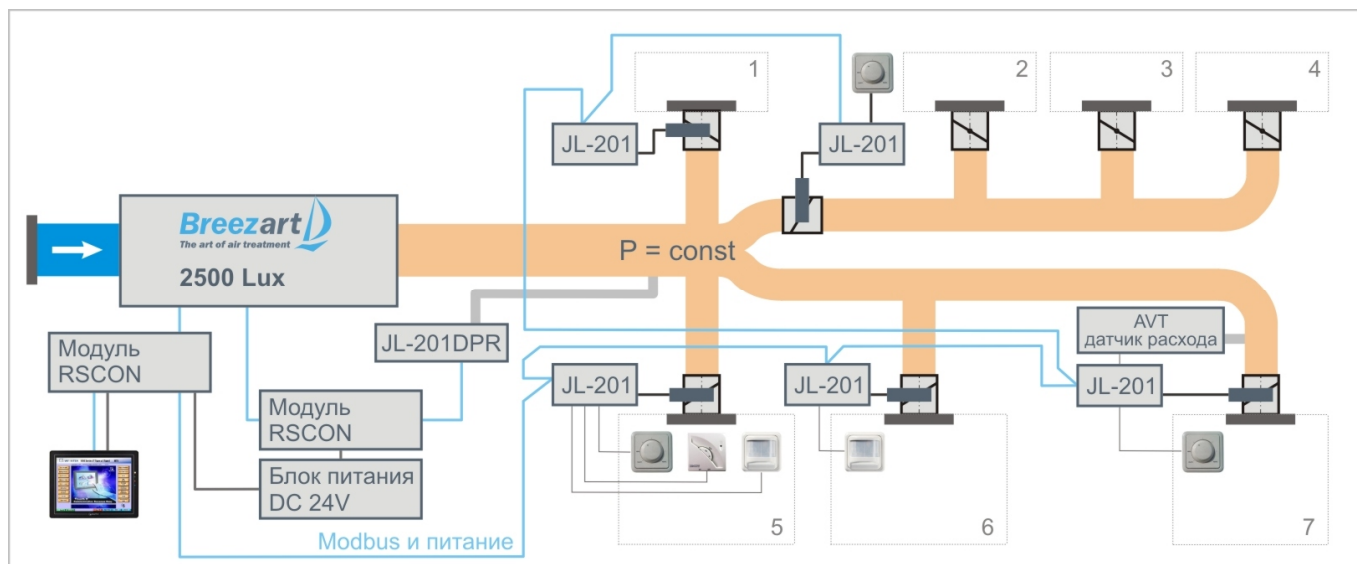
Рассмотрим более сложный вариант VAV-системы с централизованным управлением всеми ее элементами. Главное отличие этого варианта от предыдущего – использование электронных модулей JL201. Обладая всеми возможностями СВ-02 (о них рассказывалось в предыдущем примере), новые модули имеют входы для подключения датчиков движения, температуры, расхода воздуха, концентрации CO₂ и других. Кроме этого, эти модули имеют порт для подключения к шине Modbus для централизованного управления клапаном и удаленного считывания показаний подключенных к модулю датчиков. В модификации JL201DP дополнительно установлен цифровой дифференциальный датчик давления, показания которого могут также передаваться по Modbus. Соединив модули единой шиной Modbus, мы получим возможность централизованного (сценарного) управления всей системой.



JL201

Приведенная в этом примере система вентиляции демонстрирует различные варианты применения модулей JL201. Помимо этих модулей система включает следующие элементы:

- Приточная установка Breezart 2500 Lux.
- Сенсорная панель управления Weintek (модель MT-6070iH или MT-8070iH). Она позволяет управлять всеми элементами системы в ручном режиме, программировать различные сценарии работы системы, а также использовать таймеры для автоматического переключения режимов работы. Для небольших систем с модулями JL201 (не более 4-х зон без датчиков) вместо панели можно использовать пульт TPD-283U, однако в нашем примере возможностей штатного пульта недостаточно.
- Клапаны с электроприводами с пропорциональным управлением.
- Регуляторы JLC-100, датчик температуры, датчик расхода воздуха, датчики движения.



Описание системы по помещениям:

- №1. К модулю JL201 не подключен регулятор или датчик. Управление производится только с центральной панели по шине Modbus. Такой вариант может использоваться в офисе, где вентиляция включается по таймеру в рабочее время.
- №2, 3 и 4. На иллюстрации показан возможный вариант использования одного клапана для обслуживания нескольких помещений. Управление может производиться как централизованно, так и локально с помощью регулятора JLC-100. Переключение между ручным и автоматическим режимами работы производится с помощью этого же регулятора или по таймеру.
- №5. В этом помещении помимо регулятора JLC-100 установлены датчики температуры и движения. Благодаря этому работой клапана можно управлять в зависимости от температуры воздуха с учетом того, есть ли в помещении люди.
- №6. В этом помещении установлен только датчик движения – подача воздуха включается, когда в комнате кто-нибудь есть. Такой вариант может быть полезен для помещения, где люди находятся непродолжительное время, например, для кухни, переговорной и т.п. На схеме видно, что давление возле клапана №6 будет зависеть от положения заслонки клапана №7, однако поскольку клапан №6 имеет только два рабочих положения (полностью открыт или закрыт), то этим влиянием можно пренебречь.
- №7. Помещения №6 и 7 обслуживает один магистральный воздуховод и место, где к нему подсоединяются клапан №7, удалено от точки, в которой поддерживается постоянное давления. Это означает, что при открывании / закрывании клапана №6 давление возле клапана №7 будет изменяться: увеличение расхода воздуха в помещении №6 будет приводить к его уменьшению в помещении №7. Чтобы избежать этого, возле клапана №7 устанавливается датчик расхода воздуха, который подключается к модулю JL201. С помощью датчика модуль получает информацию о фактическом расходе воздуха через клапан и, регулируя угол поворота заслонки, поддерживает этот расход на заданном уровне. Заметим, что использовать для этих целей датчик давления модуля JL201DP нельзя, так как давление возле клапана слишком низкое и его нельзя точно измерить.

На схеме не показаны локальные нагреватели воздуха, которые могут устанавливаться в канале воздуховода возле обслуживаемого помещения и нагревать воздух до заданной температуры (увеличение температуры в пределах 5°C). Управляют этими нагревателями модули JL201, к которым, помимо нагревателя, можно подключить еще один регулятор JLC-100 для задания температуры.

Общая потребляемая мощность всех устройств, работающих от 24В:

- панель – 17 Вт;
- модуль JL201DPR – 1,2 Вт;
- модули JL201 – 1 Вт * 5 шт = 5 Вт;
- приводы 2,5 Вт * 5 шт = 12,5 Вт;
- два активных датчика (движения и скорости потока) – 1,5Вт.

Итого: 37 Вт. Используемый блок питания на 45Вт будет иметь 20% запас по мощности.

Состав и стоимость базового оборудования (приточной установки и автоматики)

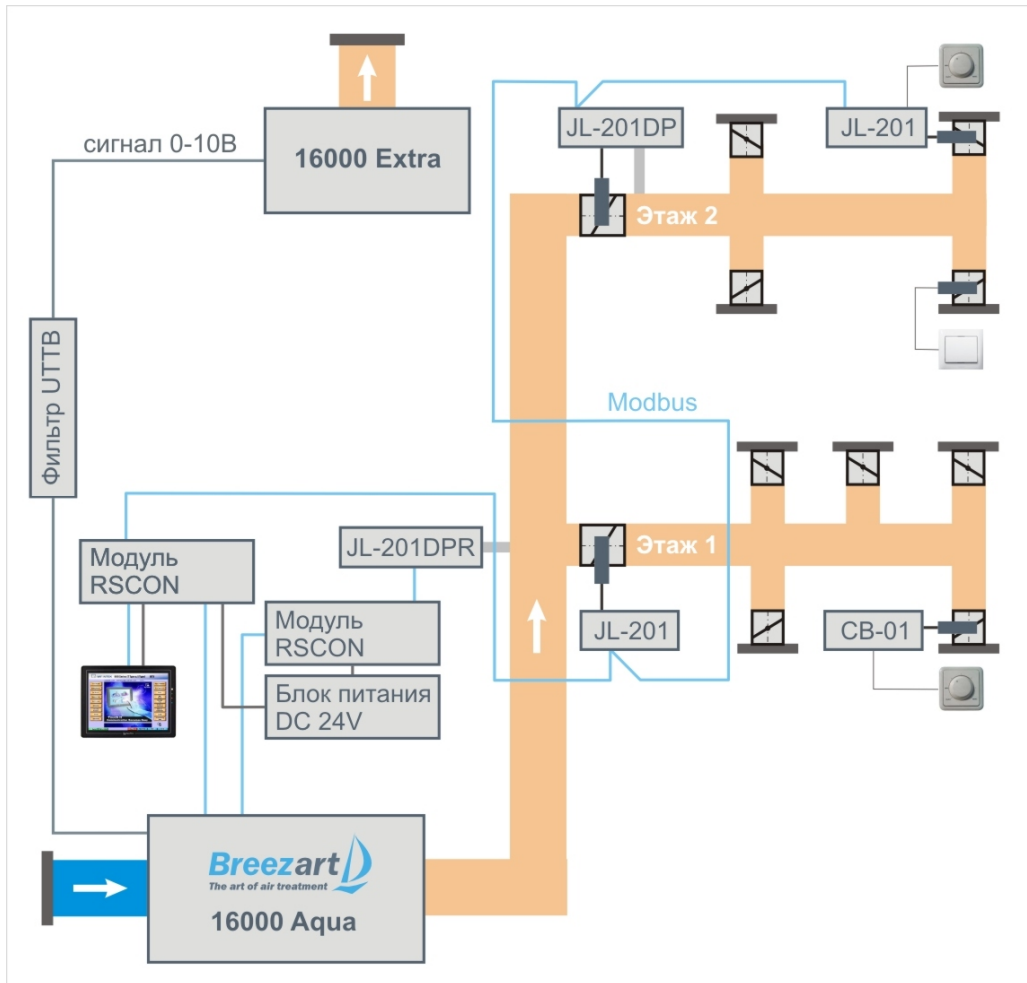
В смету не включены расходные материалы и элементы воздухопроводной сети

Наименование	Описание	Кол-во	Цена*, руб	Стоим., руб
Breezart 2500 Lux 30 - 380/3	Приточная установка с электрическим калорифером, встроенной автоматикой и всеми необходимыми датчиками.	1	127 000	127 000
Набор VAV-DP	Датчик давления JL-201DPR, модуль RSCON, кабель, трубка	1	4 800	4 800
RSCON-01	Кроссовый модуль	1	600	600
DR-45/24	Блок питания 24В, 45 Вт	1	1 550	1 550
MT-6070iH	Панель управления, цветная, сенсорная. Диагональ 7.0", разрешение 800x480 точек, USB-порт.	1	20 460	20 460
BMT-01	Бокс для монтажа панели MT-6070iH.	1	990	990
DB9M-WT	Переходник для панелей Weintek.	1	380	380
Модуль JL201	Модуль управления клапаном	5	5 500	27 500
Привод клапана 0-10В, 24В	Привод воздушного клапана с пропорциональным управлением по сигналу 0-10В, питание 24В, крутящий момент 2 Нм (для клапана до Ø160), потребляемая мощность 2,5 Вт.	5	5 250	26 250
Регулятор JLC -100	Регулятор для управления положением заслонки клапана	3	990	2 970
Термостат	Датчик температуры, релейный выход.	1	900	900
Датчик движения, 24В	Комнатный датчик движения, выход вкл/выкл.	1	500	500
AVT	Датчик скорости воздушного потока (позволяет определять расход воздуха), выход 0-10В.	1	7 500	7 500
Итого				221 400

* Указаны рекомендованные розничные цены на май 2014 года.

Используя различные варианты управления клапанами можно создавать любые VAV-системы – от бытовых бюджетных систем с двумя клапанами до многофункциональных вентиляционных систем административных зданий с поэтажным управлением расходом воздуха. Вариант реализации последней системы мы сейчас и рассмотрим.

6.4. VAV-система для многоэтажного административного здания



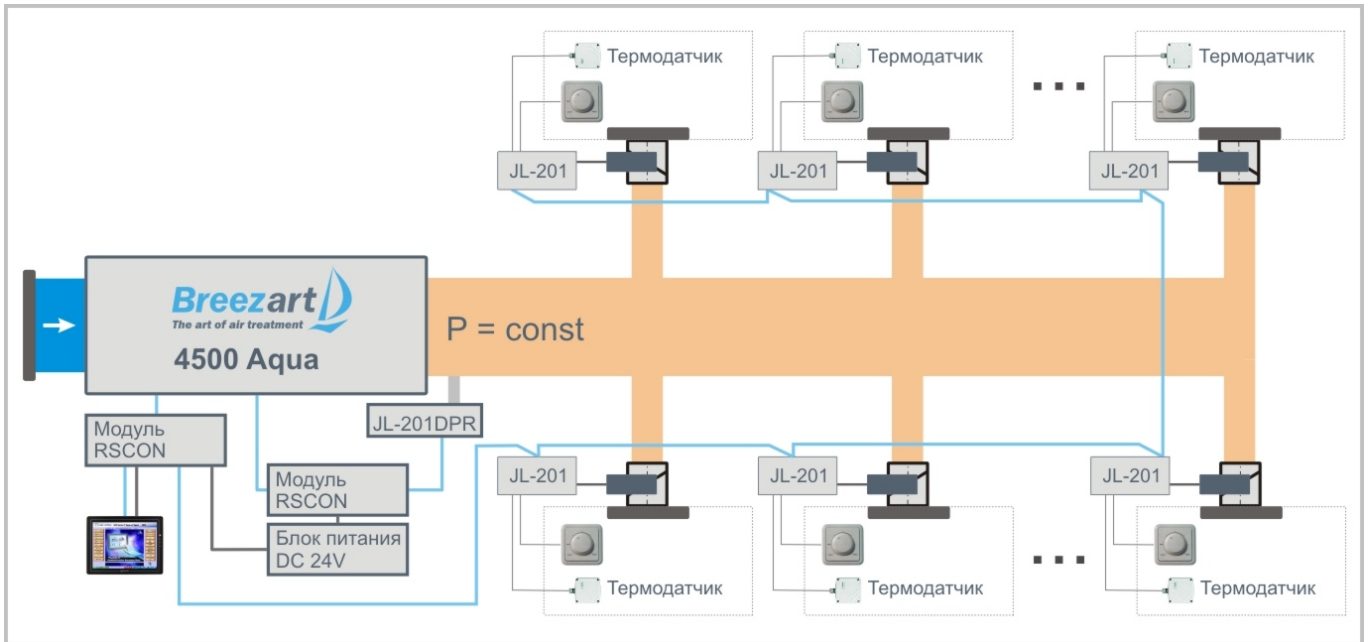
Система вентиляции многоэтажного здания состоит из уже знакомых нам элементов.

Производительность вытяжной установки изменяется синхронно с производительностью приточной установки (управление вытяжной установкой производится сигналом 0–10В, формируемым автоматикой приточной установки).

На входе воздухопроводной сети каждого этажа устанавливается клапан, регулирующий расход воздуха на этаже и управляемый модулем JL201DP. Датчик давления этого модуля позволяет компенсировать изменение давления в магистральном воздуховоде (давление в этой точке более 100Па, поэтому датчик сможет измерить его с высокой точностью). Таким образом, в этой системе постоянное давление поддерживается не в одной, а в нескольких точках – на входе каждого этажа. Это позволяет изменять расход воздуха на каждом этаже в соответствии с графиком работы сотрудников. Если в отдельных помещениях (переговорных, кабинетах руководителей) требуется индивидуальное регулирование расхода воздуха, то в них можно установить клапаны, управляемые выключателями или модулями СВ-02 / JL201. Остальные клапаны для снижения стоимости не имеют приводов и балансируются на этапе пуско-наладки.

6.5. Независимое воздушное отопление / охлаждение на базе VAV-системы

На базе VAV-системы можно создать систему независимого воздушного отопления (охлаждения) для гостиничных номеров, офисов и других помещений.



Подогретый воздух подается по магистральному воздуховоду большого диаметра, расположенного вдоль обслуживаемых помещений. В помещения теплый воздух поступает через небольшие распределительные воздуховоды с VAV-клапанами. Объем подаваемого воздуха регулируется модулями JL-201, к которым подключаются термодатчик и регулятор JLC-100 – это позволяет поддерживать в каждом помещении индивидуальную температуру. Поскольку сопротивление распределительных воздуховодов с VAV-клапанами много больше сопротивления магистрального воздуховода, неравномерностью давления на разных участках магистрального воздуховода можно пренебречь. Летом такая система может работать на охлаждение.

Подобная система может использоваться и в коттеджах. Классическая система воздушного отопления загородного дома предполагает измерение и поддержание заданной температуры только в одной точке – там, где расположен термодатчик. В остальных же помещениях может быть слишком холодно или жарко, поскольку отдельно регулировать температуру по помещениям без использования VAV-решения нельзя.

7. Сводная таблица возможностей модулей управления приводами

Тип модуля управления приводом клапана	Нет (без модуля управления)	CB-01	JL201(DP)
Тип регулирования расхода воздуха	Дискретное (открыто / закрыто)	Плавное	Плавное
Способ управления	Выключатель, центральное освещение, датчик с релейным выходом на 220В	Регулятор (потенциометр)	Регулятор (потенциометр), датчики температуры, движения, давления, расхода воздуха и т.п.
Централизованное управление и мониторинг	Нет	Только мониторинг: трансляция от привода сигнала 0-10В, показывающего текущее положение заслонки	Да, полное управление и мониторинг по протоколу ModBus RTU
Питание	AC 220В	DC 24В	DC 24В
Встроенный микроконтроллер	Нет	Нет	Да
Стоимость реализации технического решения	Низкая	Средняя	Высокая
Области применения	Эконом-вариант VAV-систем для квартир и небольших офисов	VAV-системы с ручной регулировкой для квартир, офисов и коттеджей	VAV-системы с централизованным (сценарным) управлением для коттеджей, офисов и зданий.

8. 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.