

# ОСНОВЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

***Аверьянова Олеся Валерьевна***  
*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого*

# Вентиляция

*от латинского ventilatio — проветривание*

---

- Процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным. В необходимых случаях при этом проводится: фильтрация, подогрев или охлаждение, увлажнение или осушение, ионизация и т. д.
- Также под этим термином в технике часто имеются в виду системы оборудования, устройств и приборов для этих целей.
- **Вентиляция** необходима для удаления избытков теплоты, влаги, выдыхаемого человеком углекислого газа и других вредных веществ для обеспечения высокой работоспособности, хорошего самочувствия.

# Вентиляция

*от латинского ventilatio — проветривание*

---

Таким образом можно выделить важные параметры воздуха такие как:

- **температура**
- **влажность**
- **подвижность (скорость движения воздуха)**
- **содержание CO<sub>2</sub>**

В большинстве помещений добиться требуемых параметров воздуха путем проветривания через окно невозможно т.к. при этом неизбежны уличный шум, пыль, сквозняки.

Для решения этих проблем применяется **вентиляция.**

# Кондиционирование

*от латинского **condicio** — условие, состояние*

---

**Приготовление воздуха требуемого качества (по температуре, влажности, чистоте, газовому и ионному составу) и автоматическое поддержание комплекса заданных параметров воздушной среды с требуемой степенью точности, а также при необходимости подачу его в обслуживаемые помещения или их часть.**

Среди отечественных специалистов нет единого мнения относительно областей применения кондиционирования воздуха (КВ): одни из них считают КВ разновидностью вентиляционной техники, другие – наоборот, рассматривают КВ как самостоятельную отрасль техники. *За рубежом вентиляцию рассматривают как часть кондиционирования воздуха.*

# Метеорологические основы ВЕНТИЛЯЦИИ

**ВЕНТИЛЯЦИЯ** – система мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения в жилых и рабочих зонах помещений метеорологических условий, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям.

Различают допустимые и оптимальные параметры микроклимата. Их значения регламентирует ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»



**ДОПУСТИМЫЕ НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ОБСЛУЖИВАЕМОЙ ЗОНЕ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Приложение А (обязательное) СП 60.13330.2012

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Теплый	Не более чем на 3°С выше расчетной температуры наружного воздуха  (параметры А)*	65***	0,5
Холодный и переходные условия	18** - 22	65	0,2

\*Но не более 28 °С для общественных и административно-бытовых помещений с постоянным пребыванием людей и не более 33 °С для указанных зданий, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) 25 °С и выше.

\*\* Не ниже 14 °С - для общественных и административно-бытовых помещений с пребыванием людей в уличной одежде.

\*\*\* Допускается принимать до 75% в районах с расчетной относительной влажностью воздуха более 75% (параметры А).

Примечание.

Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

# Расчетные параметры внутреннего воздуха

---

- **Допустимые параметры** – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности, но при усиленном напряжении механизмов терморегуляции не вызывают ухудшения состояния здоровья.
- **Оптимальные параметры** - сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении, и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

# Газовый состав воздуха

В теплотехнике некоторые газообразные тела принято называть паром. Так, например, вода в газообразном состоянии называется водяным паром, аммиак – аммиачным паром.

Атмосферный воздух является смесью сухого воздуха с водяным паром. Эта смесь называется влажный воздух.



<i>Газ</i>	<i>Количество</i>
Кислород	20,8%
Азот	78,09%
Аргон	0,93%
Углекислый газ	0,03%
Другие	0,15%

# Влажный воздух

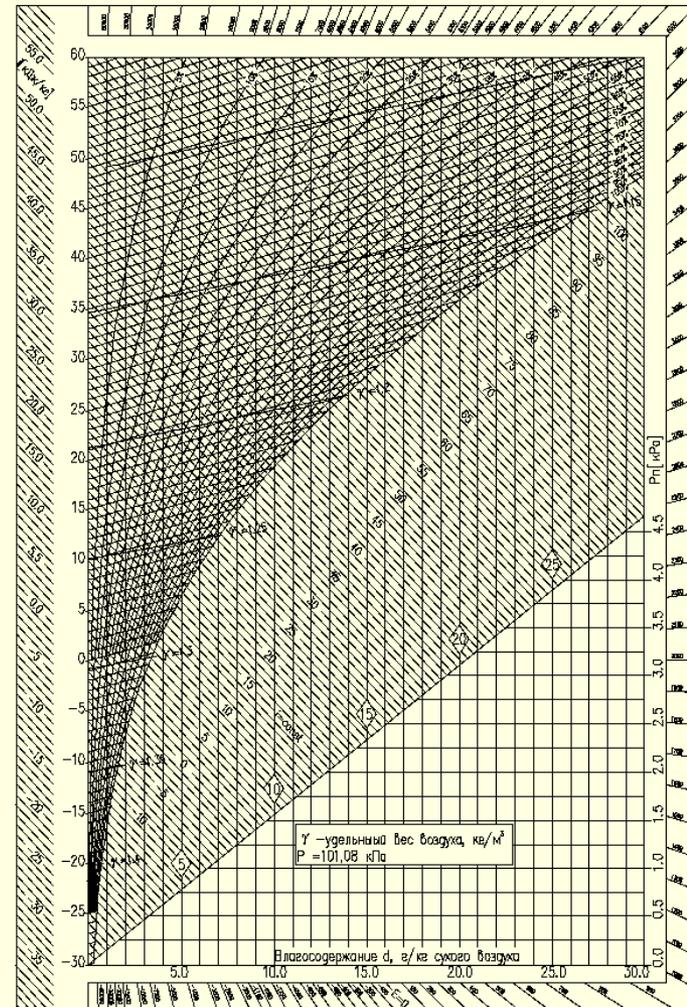
Атмосферный воздух в термодинамике рассматривается как смесь сухого воздуха и водяного пара, который может быть

- в перегретом состоянии (ненасыщенный влажный воздух)
- в насыщенном состоянии (насыщенный влажный воздух)
- в сконденсированном взвешенном состоянии в виде капельного или ледяного тумана



# Параметры влажного воздуха

- температура по сухому термометру
- температура по мокрому термометру
- температура точки росы
- влагосодержание
- относительная влажность
- абсолютная влажность
- удельная энтальпия
  
- удельная теплоемкость
- парциальное давление водяных паров
- барометрическое давление



# Основные виды вредных выделений

- Тепло
- Влага (водяные пары)
- Угарный газ (CO)
- Сернистый газ (SO<sub>2</sub>)
- Пары растворителей (бензин, ацетон, скипидар, уайт-спирит и др.)
- Синильная кислота (HCN)
- Марганец (Mg), свинец (Pb), ртуть (Hg)
- Пыль (аэрозольные системы, а также дым, туман, возгоны)



# Требование по обеспечению заданных внутренних условий

- $K_{об}$  – коэффициент обеспеченности, который устанавливает необходимое число случаев или необходимую продолжительность отсутствия отклонений фактических параметров воздуха от расчетных

Уровень требований к внутренним условиям	$K_{обн}$ (по числу случаев $n$ )	$K_{об\Delta Z}$ (по продолжительности $\Delta Z$ )	Продолжительность отклонений условий от расчетных, ч	Параметр климата по СНиП
Повышенный	~1	~1	~0	В
Высокий	0,9	0,98	~50	Б
Средний	0,7	0,95	~200	-
Низкий	0,5	0,8	~400	А

# Параметры климата

*Для холодного периода.*

**А** - средняя температура наиболее холодного периода и энтальпия, соответствующая этой температуре и относительной влажности наиболее холодного месяца в 13 часов.

**Б** - средняя температура наиболее холодной пятидневки и энтальпия, соответствующая этой температуре и относительной влажности самого холодного месяца в 13 часов.

**В** - абсолютно минимальная температура и энтальпия, соответствующая этой температуре и относительной влажности самого холодного месяца в 13 часов.

*Для теплого периода.*

**А** - средняя температура и энтальпия, наибольшее значение которых в данном географическом пункте наблюдаются 400 часов и менее в году или же это средняя температура и энтальпия самого жаркого месяца в 14 часов.

**Б** - температура и энтальпия, наиболее высокие значения которых наблюдаются 220 часов

**В** - максимальная абсолютная температура по многолетним наблюдениям в данном географическом пункте

# Расчетные параметры наружного воздуха

---

- Географическая широта*
- Расчетная температура и энтальпия воздуха для двух периодов года*
- Среднесуточная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха*
- Расчетная скорость ветра в теплый и холодный периоды года*
- Максимальная и среднесуточная интенсивность солнечной радиации (прямой и рассеянной) в июле, поступающей на горизонтальную поверхность*
- Время максимума интенсивности солнечной радиации*

# Виды вентиляции



- по способу побуждения: ***Естественная – Принудительная***
- по виду обслуживаемых зон: ***Местная – Общеобменная***
- по назначению: ***Приточная – Вытяжная***

# *Естественная–Принудительная*

---

- Естественная работает без какого-либо механического привода, за счет разности плотностей внутри помещения и снаружи, ветра (если установлен дефлектор). Часто применяется в жилых домах (вытяжка из сан.узлов и кухонь). Главным достоинством является надежность, простота. Недостаток- это сильная зависимость работы от наружной температуры, скорости ветра. Если температура внутри помещения равна уличной и отсутствует ветер, то такая система не работает.
- Принудительная работает с применением механического привода - вентилятора. Благодаря вентилятору появляется возможность очистки воздуха (естественная фактически не может преодолеть сопротивление фильтра), подогрева и подачи/удаления из удаленных частей помещения.

# *Местная-Общеобменная*

---

- **Местная** обслуживает небольшую зону, часто не более 3 м<sup>3</sup>. Часто представлена как кухонные зонты, местные отсосы на производстве. Применяется когда вредности выделяются локально и их можно в том же месте удалить. Позволяет значительно снизить общий расход воздуха на вентиляцию.
- **Общеобменная** система вентиляции предусматривается для создания одинаковых условий и параметров воздушной среды (температуры, влажности и подвижности воздуха) во всём объёме помещения, главным образом в его рабочей зоне (1,5—2,0 м от пола), когда вредные вещества распространяются по всему объёму помещения и нет возможности (или нет необходимости) их уловить в месте образования

# *Приточная - Вытяжная*

---

- **Приточная – вентиляция направленная на подачу воздуха.** Может выглядеть как осевой вентилятор в стене, так и сложной установкой с очисткой, нагревом/охлаждением, увлажнением и последующей раздачей во множество комнат. Но для любого варианта существует правило: «Приточный воздух подавать в чистую зону».
- **Вытяжная – вентиляция направленная на удаление воздуха.** Часто это вентилятор с воздухораспределителями. На производстве можно встретить сложную систему очистки загрязненного воздуха. Правило для вытяжной вентиляции: «Воздух удалять из грязной зоны». Например, для жилых зданий - подавать воздух в комнаты, а удалять через сан.узлы, кухню, кладовую.

# Система воздухораспределения

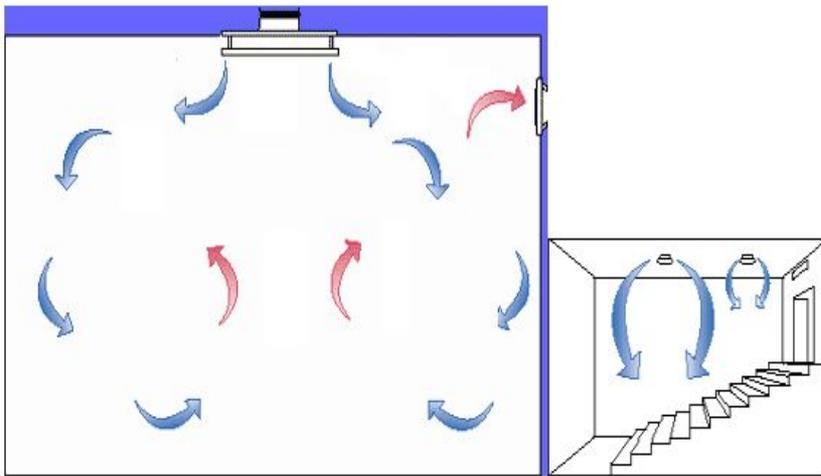
Основные требования,  
предъявляемые к системе  
воздухораспределения

- *Эстетические, архитектурно-строительные*
- *Санитарно-гигиенические*
- *Технологические*
- *Акустические*
- *Эксплуатационные*

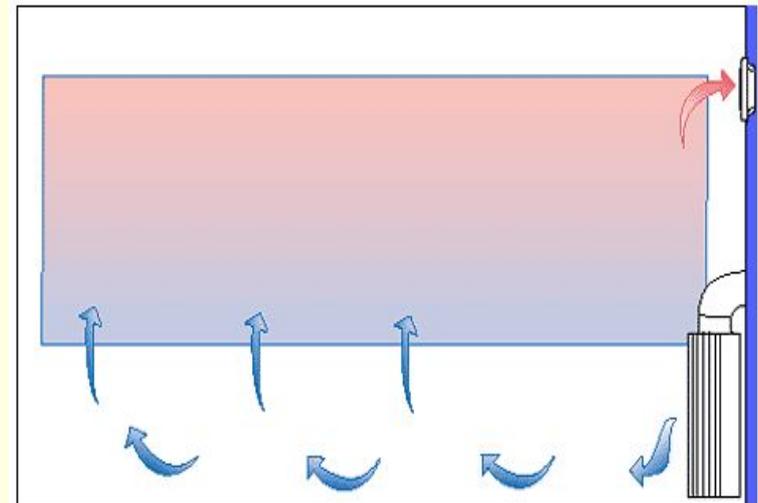


# Способы воздухораспределения

Перемешивающая  
вентиляция  
(сверху-вверх)

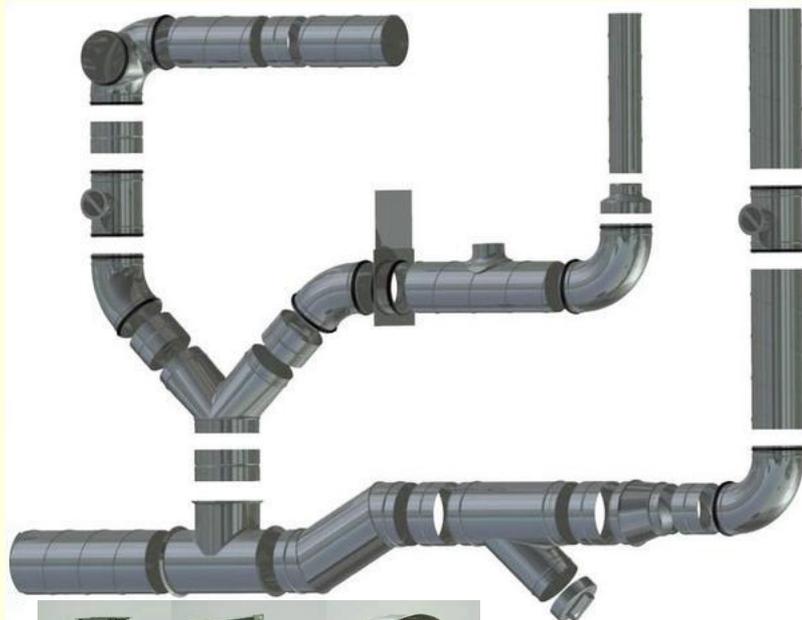


Вытяжная  
вентиляция  
(снизу-вверх)

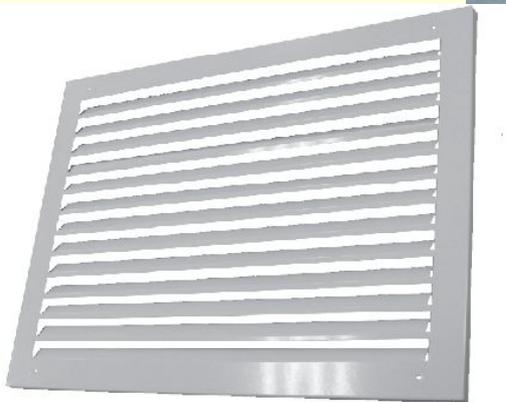


**При расчетах вентиляции** самым важным моментом является обеспечение того, что бы скорость воздуха в рабочей зоне не была слишком высокой, иначе возникает ощущение сквозняка.

# Воздухораспределительная сеть



# Воздухораспределители



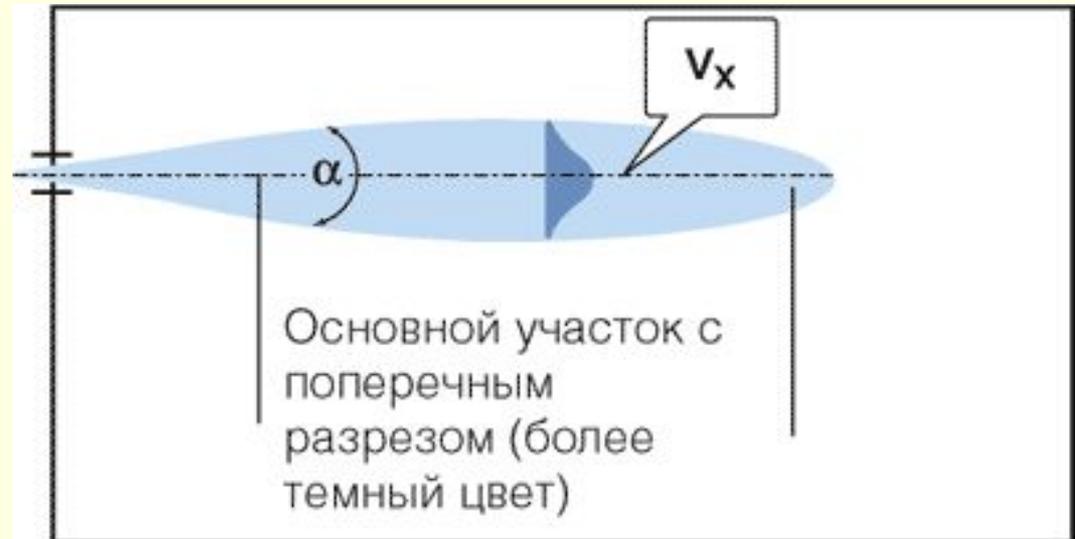
# Типы воздушных струй



- Круглые или прямоугольные проходные отверстия создают компактную воздушную струю **конической** формы.
- Для того, чтобы воздушная струя была абсолютно **плоской**, проходное отверстие должно быть более чем в двадцать раз шире своей высоты или таким же широким, как помещение.
- Воздушные **веерные** струи получаются при прохождении через совершенно круглые проходные отверстия, где воздух может распространяться в любых направлениях, как в приточных диффузорах.

# Воздушная струя

- На рисунке показана воздушная струя, которая формируется в случае, когда воздух принудительно подается в помещение через отверстие в стене. В результате появляется свободная воздушная струя. Если температура воздуха в струе, такая же, как и в помещении, она называется свободной изотермической струей.



# Определение вентиляционного обмена

**Воздухообменом** называется количество вентиляционного воздуха, необходимое для обеспечения санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений и одновременно удовлетворяющее (если помещение производственное) технологическим требованиям к воздушной среде производственных помещений.



# Кратность воздухообмена

**Кратностью воздухообмена  $K$**  называется отношение воздухообмена, создаваемого в помещении, к внутреннему объему помещения, т. е.

$$L / V = K.$$

Эта величина показывает, сколько раз в течение часа весь объем помещения заполняется вводимым в помещение приточным воздухом. Расчет воздухообмена в помещении по кратности делают в случаях, когда точное определение количества выделяющейся вредности затруднительно. Экспериментально выявленный расчетный воздухообмен  $L$  для каких-либо помещений относят к их внутреннему объему  $V$ , тогда частное дает величину  $K$  кратности обмена, т. е.  $K = L / V$ .

По кратности обмена определяют воздухообмен в помещениях общественных и промышленных зданий.

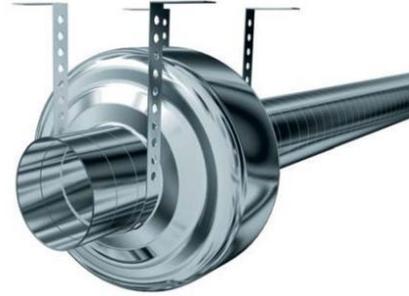
# Количество наружного воздуха

---

Расчетный объем наружного воздуха следует определять как:

- минимальный, требуемый по санитарным нормам;
- необходимый для компенсации местных отсосов и создания подпора в кондиционируемом помещении;
- необходимый для ассимиляции теплоизбытков в помещении в холодный период года.

# Вентиляционное оборудование



# Вентиляционное оборудование



# Заслонки и шиберы

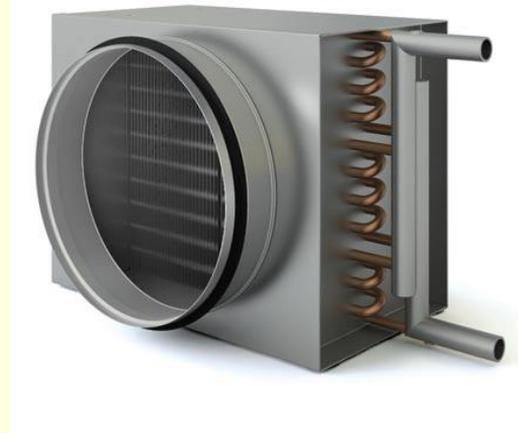


# Фильтры



<http://elitcond.com.ua>

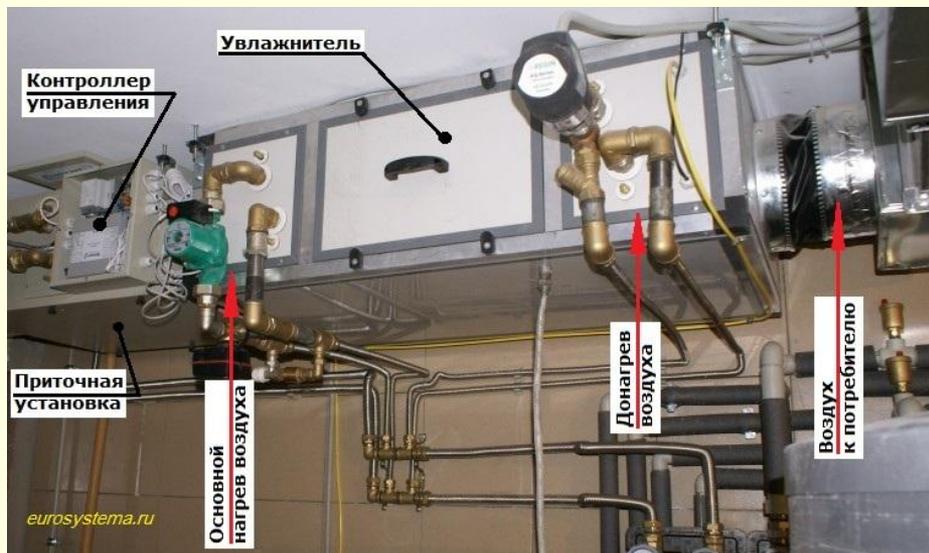
# Теплообменное оборудование



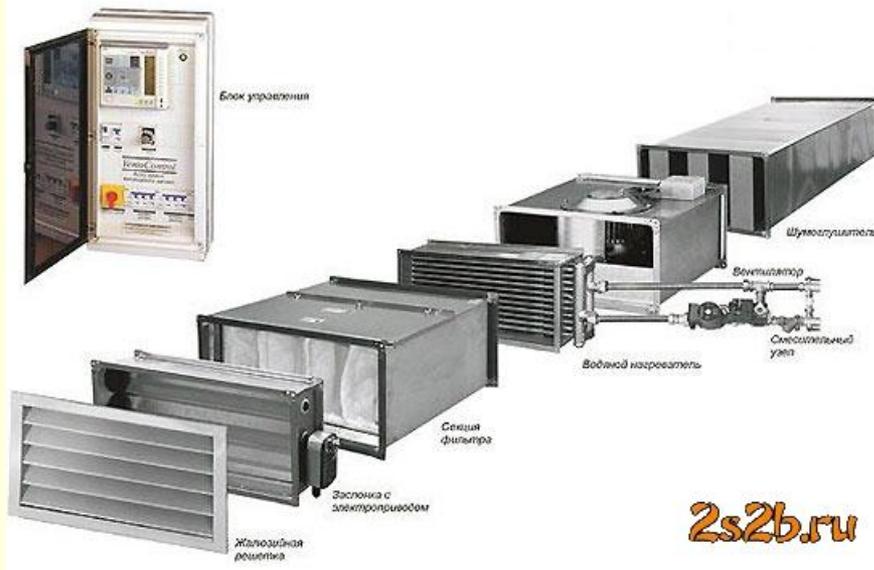
# Теплообменное оборудование



# Узлы обвязки



# Системы управления (АОВ)



# Увлажнители



# Вентиляционное оборудование



# Шумоглушители



# Установки канального типа

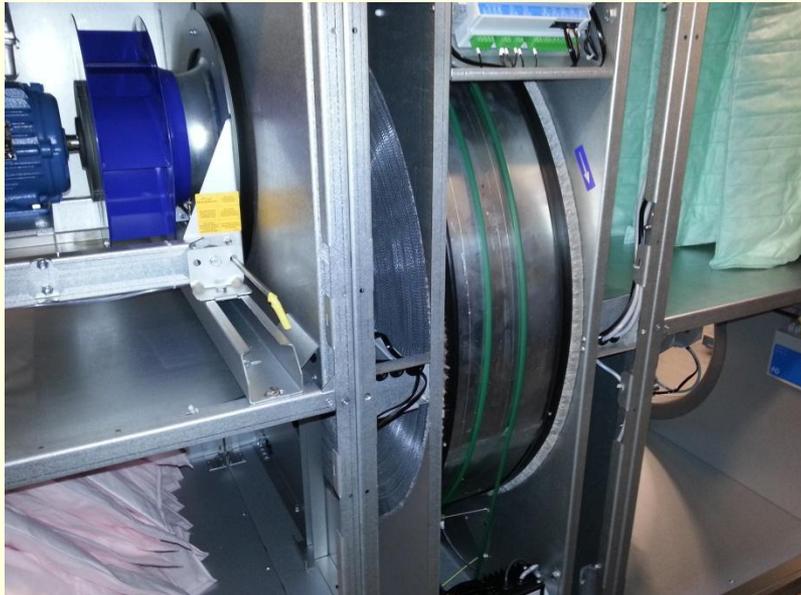


# Центральный кондиционер



Центральный кондиционер предназначен для комплексного кондиционирования здания. Так как центральный кондиционер - это агрегат модульного типа, его функции могут быть разнообразны и обусловлены набором модулей. Часть из них самостоятельно обрабатывает воздух, часть функционирует при помощи остальных компонентов системы кондиционирования. Состав модулей подбирается в соответствии с текущими требованиями для каждого объекта индивидуально.

# Центральные установки



# Центральные установки



# Центральные однозональные системы

- С постоянным расходом воздуха
- С переменным расходом воздуха ( VAV-системы - variable air volume)



# Центральные многозональные системы

Применяются при переменных нагрузках в обслуживаемых помещениях, а также при разных требованиях к параметрам микроклимата. Они более экономичны по сравнению с отдельными системами для каждой зоны, но обеспечивают точное поддержание только одного из параметров (чаще всего температуры).



# Кондиционеры типа сплит

Сплит-система



Мультизональная система



Мульти-сплит система



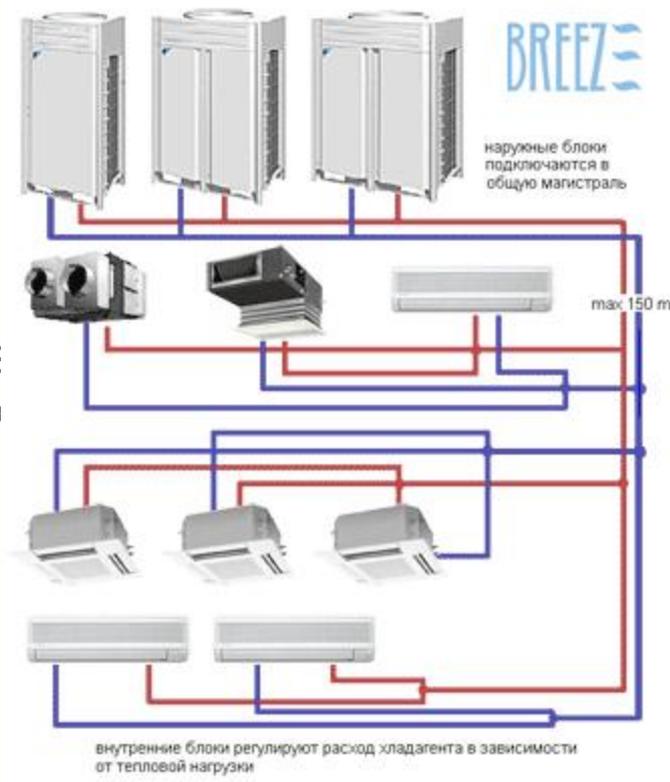
От английского *split* - разделять

# Принципиальные отличия мульти-сплит от мультизональных систем

- В обычных мульти-сплит системах между внешним и каждым из внутренних блоков прокладывается отдельная фреоновая трасса. В мультизональных системах все блоки подключаются к единой системе трубопроводов, то есть к общей трассе из двух или трех медных труб подключается до 30 внутренних и 3 внешних блоков. Такое техническое решение позволяет упростить (удешевить и ускорить) монтажные работы, а так же дает возможность легко расширять систему в будущем.
- Максимальное расстояние между внутренним и наружным блоком (длина трубопровода) составляет 100 и более метров. Перепад высот между наружным и внутренним блоком (расстояние между блоками по вертикали) - 50 и более метров. Таким образом, стало возможным размещать наружный блок кондиционера в любом удобном месте - на крыше, в подвале или даже в нескольких десятках метров от дома.
- Управление внутренними блоками может производиться как с помощью индивидуальных беспроводных пультов (как и в обычных мульти-сплит системах), так и с помощью централизованного пульта управления, контролирующего режимы работы всех внутренних блоков и состояние системы в целом. Кроме этого, мультизональная система может управляться с помощью персонального компьютера.
- По сравнению с обычными кондиционерами, внутренние блоки мультизональных систем поддерживают заданную температуру с более высокой точностью - до  $+0,5^{\circ}\text{C}$ .

# VRV и VRF - системы

- **Мультизональные сплит-системы** подразделяются на два типа: **VRV и VRF - системы**.
- VRV - Variable Refrigerant Volume, в переводе переменный расход холодильного агента (зарегистрированная торговая марка DAIKIN)
- VRF- Variable Refrigerant Flow, в переводе - переменный поток хладагента  
В VRF-системе трубопровод состоит из двух трех труб, к которым подсоединены внутренние блоки. В двухтрубной системе кондиционеры могут работать только на обогрев или охлаждение, при трехтрубной системе кондиционеры могут и охлаждать и нагревать одновременно.

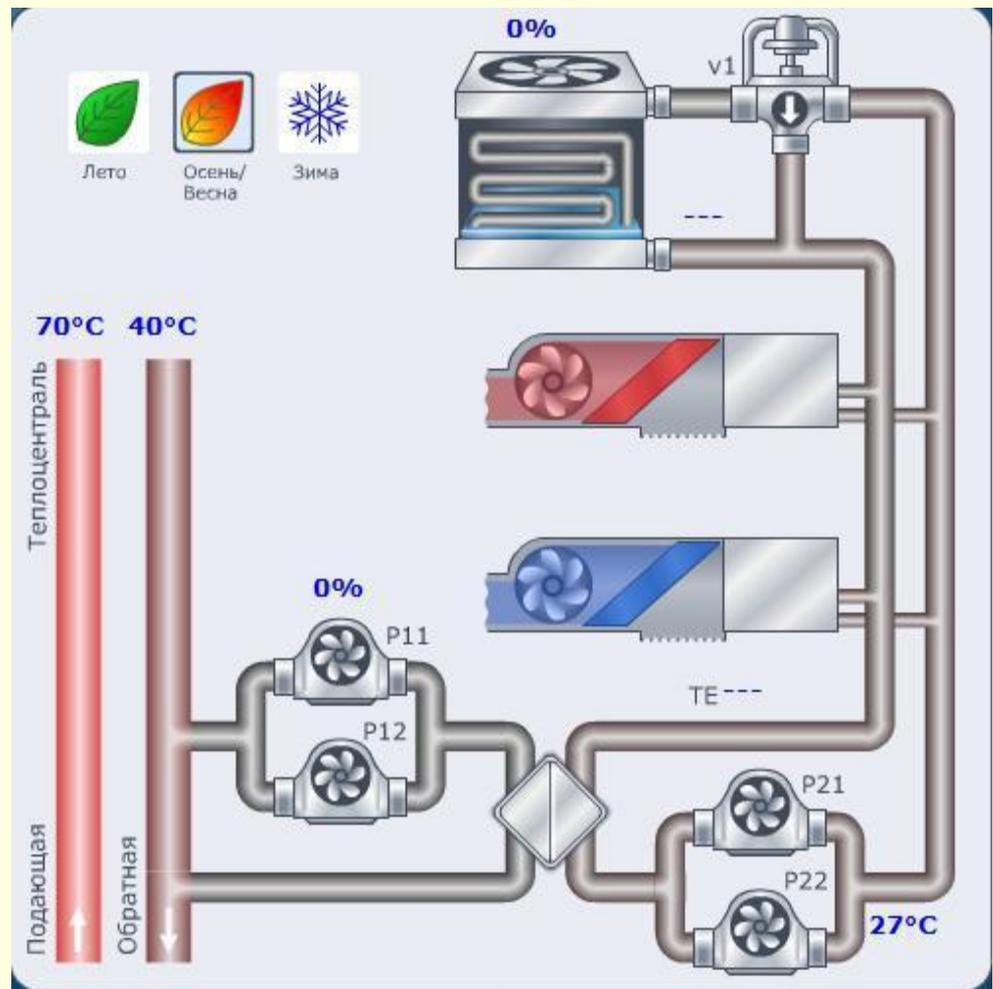


# Системы кондиционирования с тепловыми насосами

- Тепловые насосы класса «вода – воздух» относительно хорошо известны в России; однако до сих пор они применялись очень редко и в основном в показательных проектах. Причина – они применялись в составе очень трудоемкой и дорогой геотермальной технологии. В США, которые производят около 60% всех тепловых насосов этого класса в мире, только около 30% этих насосов используются в составе геотермальной технологии. Основная часть выпускаемых установок используется в так называемых кольцевых контурах (water-loop heat pump system). Причина – простота и относительная дешевизна системы, сочетаемая с высокой энергетической эффективностью и высоким уровнем комфорта.

# Принципиальная схема систем на базе ТНУ

Кольцевая водяная система состоит из некоторого количества автономных реверсивных кондиционирующих теплонасосных установок типа «вода-воздух», соединенных, как правило, в замкнутый гидравлический контур двумя трубопроводами – прямым и обратным.



# Мероприятия по энергосбережению

На современном этапе ставятся следующие задачи:

- Нахождение компромиссных решений, обеспечивающих повышенную комфортность, снижение производительности систем ОВ и К, уменьшение стоимости систем и потребляемой энергии.
- Применение инновационных технологий в системах обеспечения микроклимата зданий
- Экономическое стимулирование строительства энергоэффективных зданий
- Индивидуальный и домовый учет потребления теплоты и воды



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**