

# **«Формирование концепций климатических систем. Теория и практика»**

**Часть 2**

## **Содержание:**

- 1. Воздухораспределение в помещениях больших и малых объемов. Особенности компоновки воздуховодов и воздухораспределителей**
- 2. Воздухо-распределение в помещениях с контролируемыми средами и не только.**
- 3. Дата центры высокой загрузки. Различные схемы и оценка их эффективности.**
- 4. Энергосбережение в системах вентиляции. Различные методы, оценка потенциала энергосбережения для различного типа систем;**
- 5. Энергосбережение в системах центрального холодоснабжения. Различные методы, оценка потенциала энергосбережения для различного типа систем;**
- 6. Технико-экономическое обоснование. Оптимальные схемы для различных типов зданий;**

**Воздухораспределение в  
помещениях больших и  
малых объемов особенности  
компоновки воздуховодов и  
воздухораспределителей**

Типы высоко-скоростных (более 0,5м/с)  
воздухораспределителей с постоянной геометрией Trox

1



2



3



4



№	Тип воздухо- распределителя	Применение
1	Диффузоры типа DLQ/ADLR	Системы вентиляции и кондиционирования большинства офисных и производственных помещений без специальных требований к воздухораспределению
2	Вихревые диффузоры типа VDW, VDL	<p>- Применяются для систем кондиционирования большой мощности при необходимости сильной локализации раздающих устройств (расход воздуха свыше 600м<sup>3</sup>/ч на одно устройство).</p> <p>- Эффективны при перепаде температур между приточным воздухом и воздухом рабочей зоны более 8С при высоте потолков ниже 3,5м. Т.е. хорошо применимы для систем канального кондиционирования в частности при применении подмеса свежего воздуха непосредственно к устройствам;</p>
3	Сопловые воздухо- распределители типа TJN, DUK	<p>- Эффективны на больших пространствах, при больших (более 5м) высотах потолков;</p> <p>- Применяются для организации обдува больших остекленных поверхностей</p>
4	Щелевые воздухо- распределители типа SB, SC, VSD	<p>- Применяются для создания максимально-комфортных условий в системах кондиционирования небольших помещений с высокими требованиями к комфорту пребывания людей;</p> <p>- Эффективны при высоте потолков не более 3,5м;</p>

Типы высоко-скоростных (более 0,5м/с)  
воздухораспределителей с изменяемой геометрией

5



6



№	Тип воздухо- распределителя	Применение
5	Сопловой распределитель с изменяемой геометрией типа DGV	Для совмещенного воздухо-распределения при кондиционировании и воздушном отоплении для помещений с любой высотой потолков до 15м
6	Вихревой диффузор с термоэлементом типа DF-TR	Для совмещенного воздухо-распределения при кондиционировании и воздушном отоплении для помещений с низкими потолками (ниже 5м)

Типы низко-скоростных (менее 0,5м/с)  
воздухораспределителей Трох

7



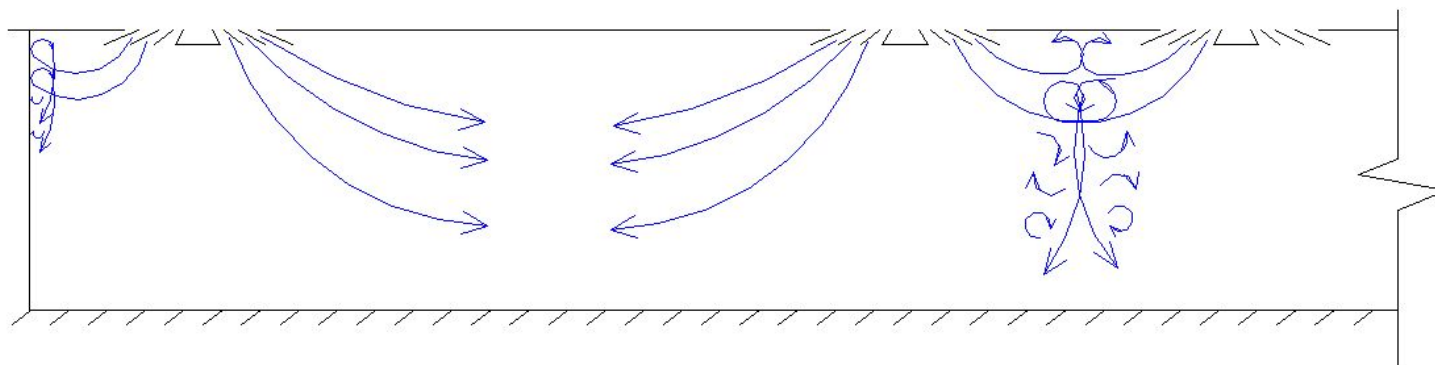
8





№	Тип воздухо- распределителя	Применение
7	Приточные решетки с вертикальными и горизонтальными жалюзи DGRSELF, AWT	Для использования в системах вытесняющей вентиляции помещений больших объемов с высокой плотностью расположения людей при постоянном пребывании (call-центры, кино-концертные залы, и т.д.)
8	Круговые низко- скоростные воздухораспределители сипа QSH/ISH	Для расходов воздуха свыше 500м <sup>3</sup> /ч на одну точку воздухо-распределения, при вытесняющей вентиляции

## Расположение диффузоров

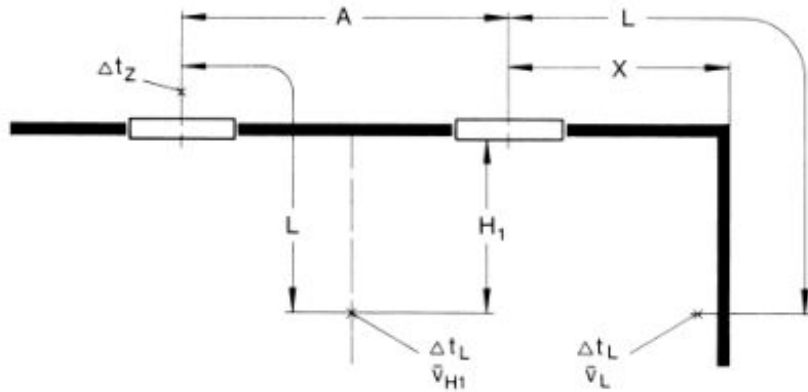


Диффузор



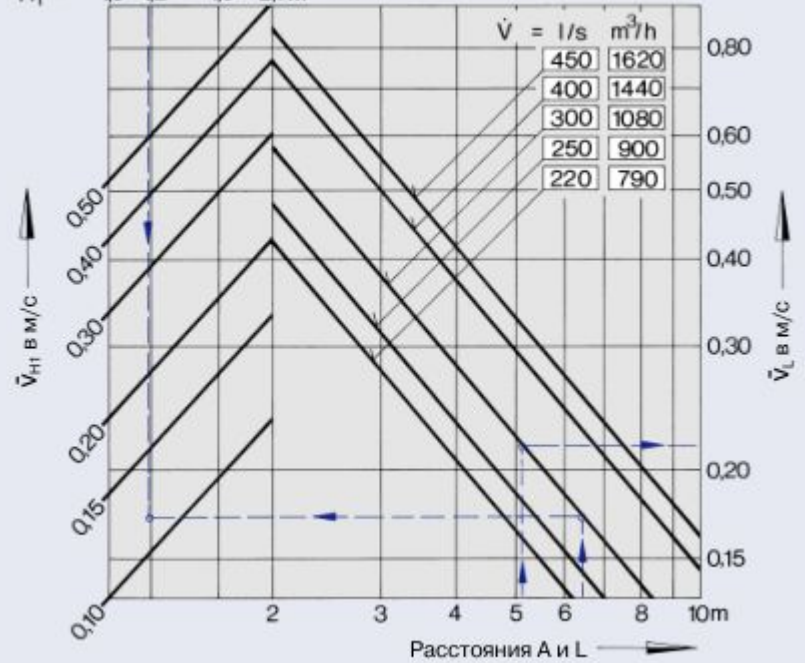
Потоки воздуха

## Расположение диффузоров

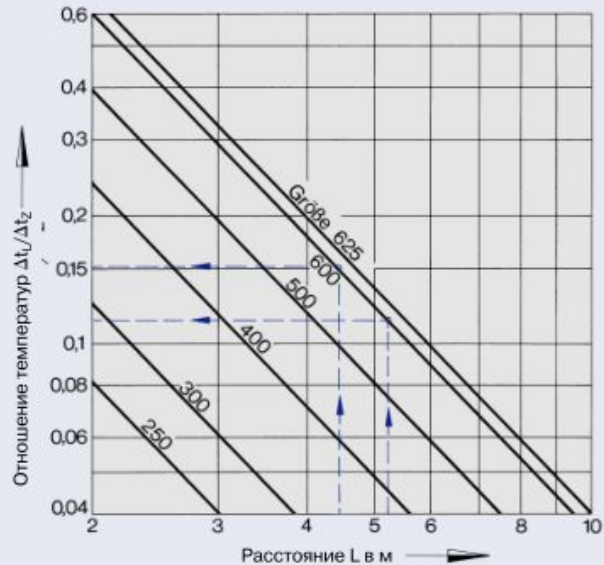


### 11 Скорость потока Типоразмер 600

$H_1 = 10, 12, 16, 20\text{m}$



### 6 Отношение температур



## Расположение диффузоров

### Пример

Исходные данные:

DLQ-AK/600

объемный расход через диффузор

разница температур помещения

и приточного воздуха

расстояние между двумя диффузорами

расстояние между потолком и жилой зоной

расстояние от стены до оси диффузора

расстояние по горизонтали и вертикали

пристенного потока

$$\dot{V} = 300 \text{ л/с}$$

$$\Delta t_z = -6 \text{ К}$$

$$A = 6,50 \text{ м}$$

$$H_1 = 1,20 \text{ м}$$

$$X = 4 \text{ м}$$

$$L = 5,2 \text{ м}$$

Диаграмма 1: Уровень шума и падение давления

$$L_{WA} = 33 \text{ дБ(А)} \quad (L_{WNC} = 28 \text{ NC})$$

$$\Delta p_t = 24 \text{ Па}$$

Диаграмма 6:

$$L = A/2 + H_1$$

$$L = 3,25 + 1,20 = 4.45 \text{ м}$$

$$\Delta t_L / \Delta t_z = 0,15$$

$$\Delta t_L = -6 \times 0,15 = -0,9 \text{ К}$$

$$L = 5,20 \text{ м}$$

$$\Delta t_L / \Delta t_z = 0,11$$

$$\Delta t_L = -6 \times 0,11 = -0.66 \text{ К}$$

Отношение температур

между двумя диффузорами

у стены

Диаграмма 11:

$$\tilde{v}_{H1} = 0,12 \text{ м/с}$$

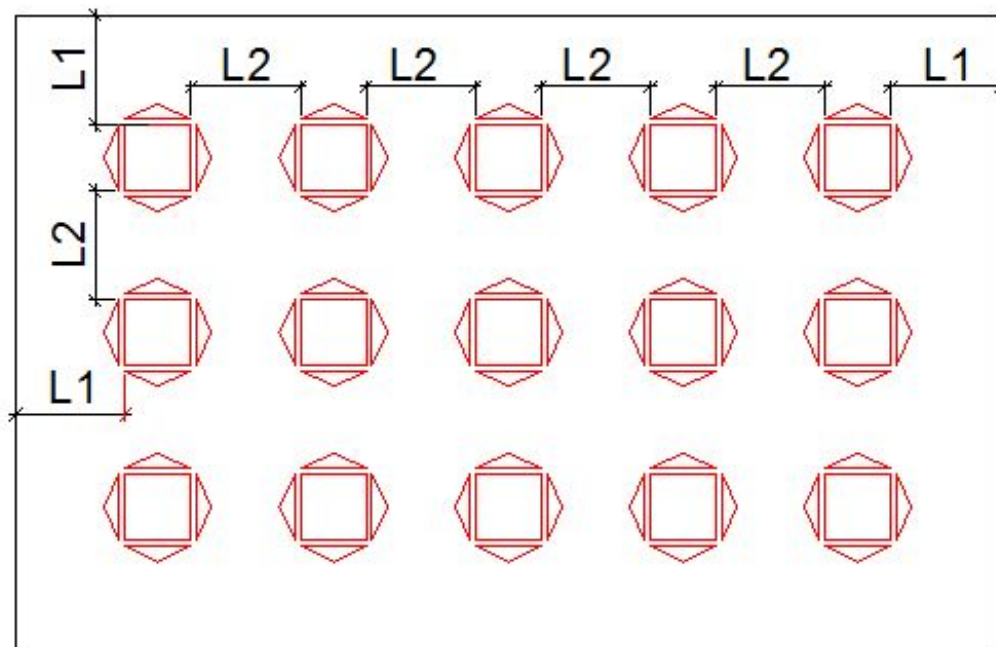
$$\tilde{v}_L = 0,22 \text{ м/с}$$

Скорость потока

между двумя диффузорами

у стены

## Расположение диффузоров 600x600



Диффузор

Расход 0-300м<sup>3</sup>/ч

L1=2м

L2=3м

Расход 300-600м<sup>3</sup>/ч

L1=2,5м

L2=4м

Расход 600-1200м<sup>3</sup>/ч

L1=4м

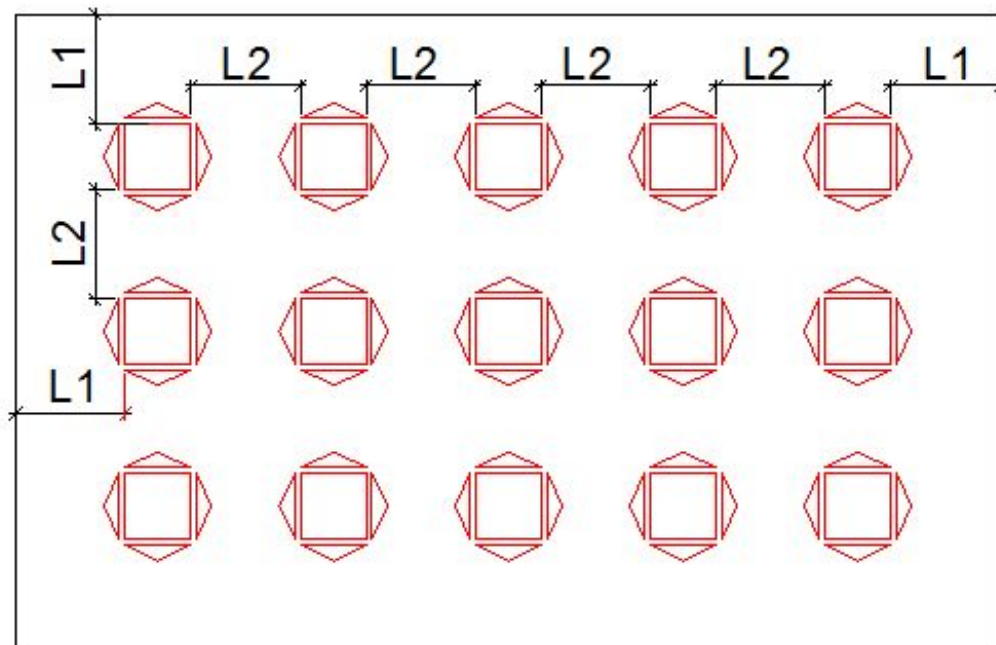
L2=5,5м

Расход 1200-2000м<sup>3</sup>/ч

L1=5м

L2=8м

## Расположение диффузоров 300x300



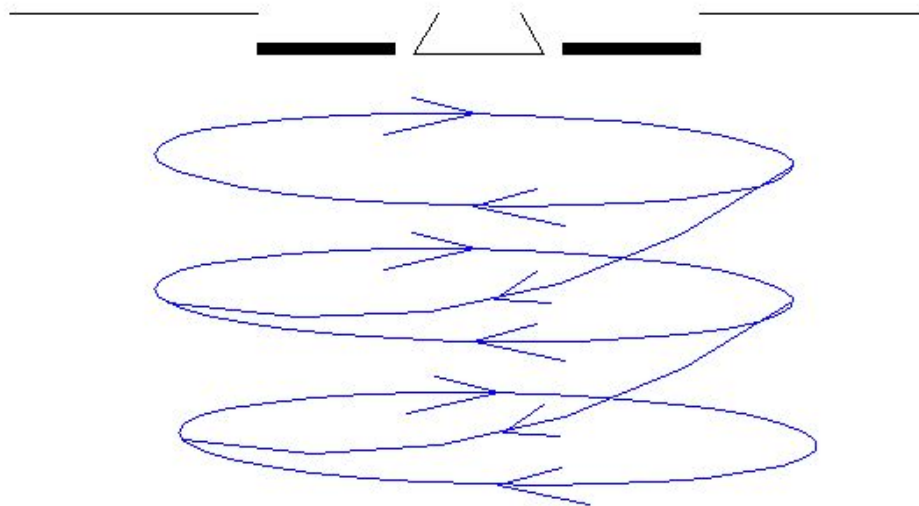
Диффузор

Расход 0-150м<sup>3</sup>/ч  
L1=2м  
L2=3м

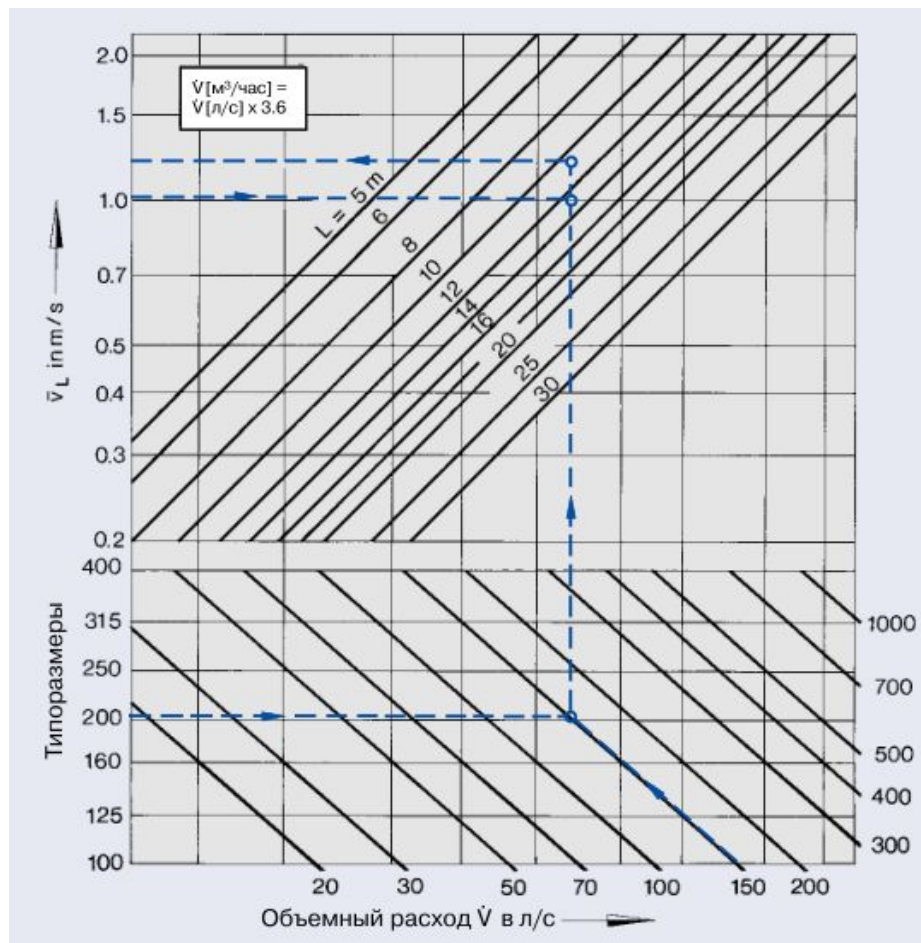
Расход 150-300м<sup>3</sup>/ч  
L1=3м  
L2=4,5м

Расход 300-600м<sup>3</sup>/ч  
L1=5м  
L2=8м

## Расположение вихревых диффузоров

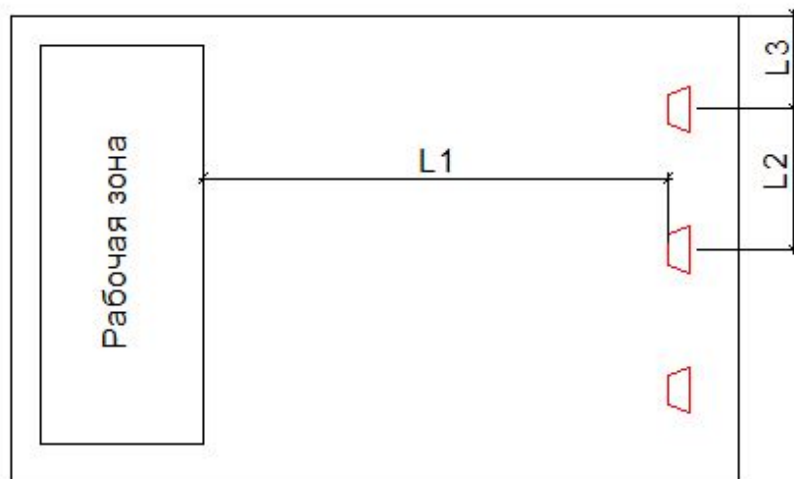


## Расположение сопловых воздухораспределителей





## Расположение сопловых воздухораспределителей 100-160



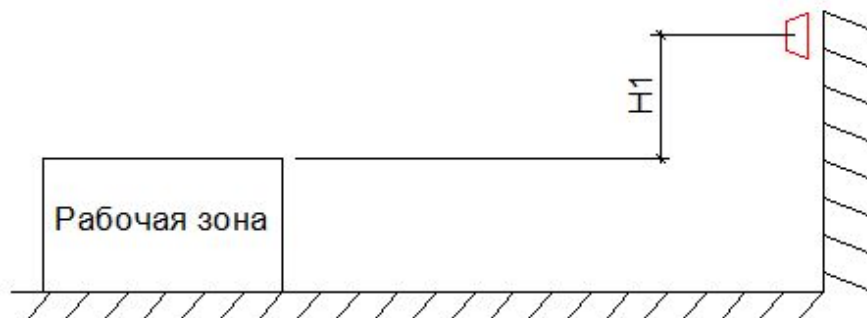
Расход 0-50м<sup>3</sup>/ч

L1=5м

L2=1,5м

L3=1м

H1=1-2м



Расход 50-100м<sup>3</sup>/ч

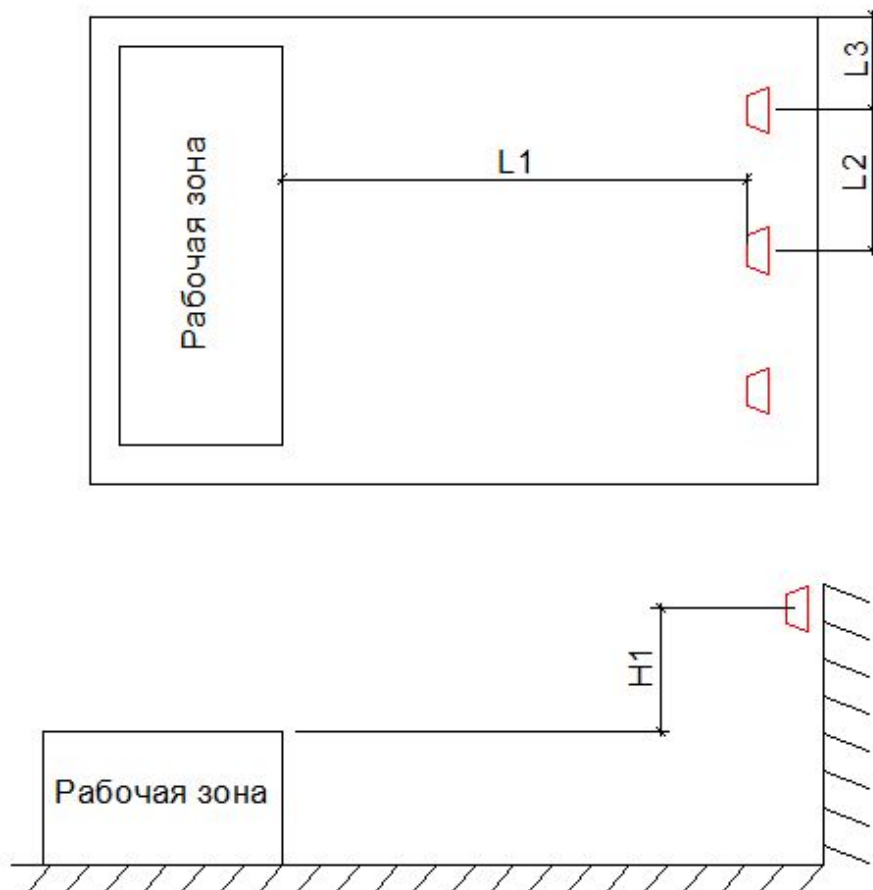
L1=15м

L2=3м

L3=2м

H1=2-3м

## Расположение сопловых воздухораспределителей 200-250



Расход 100-200м<sup>3</sup>/ч

L1=7,5м

L2=1,5м

L3=1м

H1=1-2м

Расход 200-300м<sup>3</sup>/ч

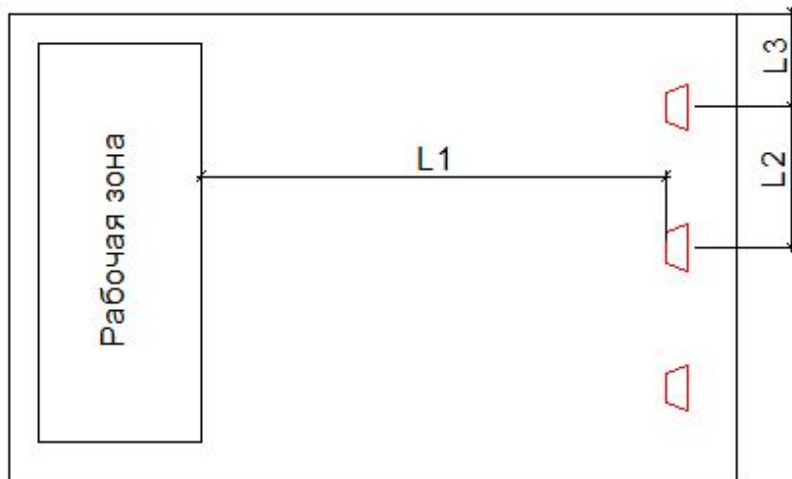
L1=15м

L2=3м

L3=2м

H1=2-3м

## Расположение сопловых воздухораспределителей 315-400



Расход 300-500м<sup>3</sup>/ч

L1=7,5м

L2=1,5м

L3=1м

H1=1-2м

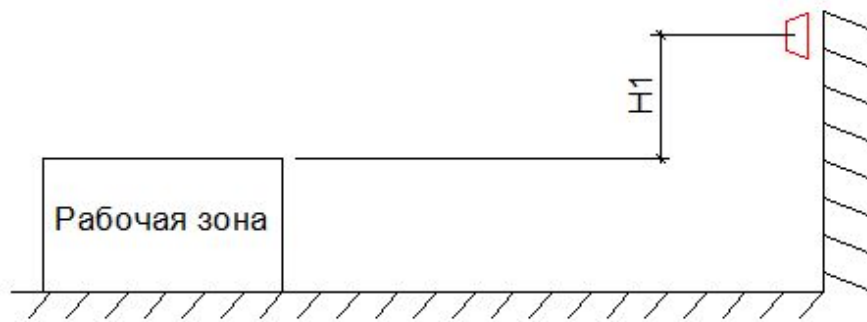
Расход 500-700м<sup>3</sup>/ч

L1=20м

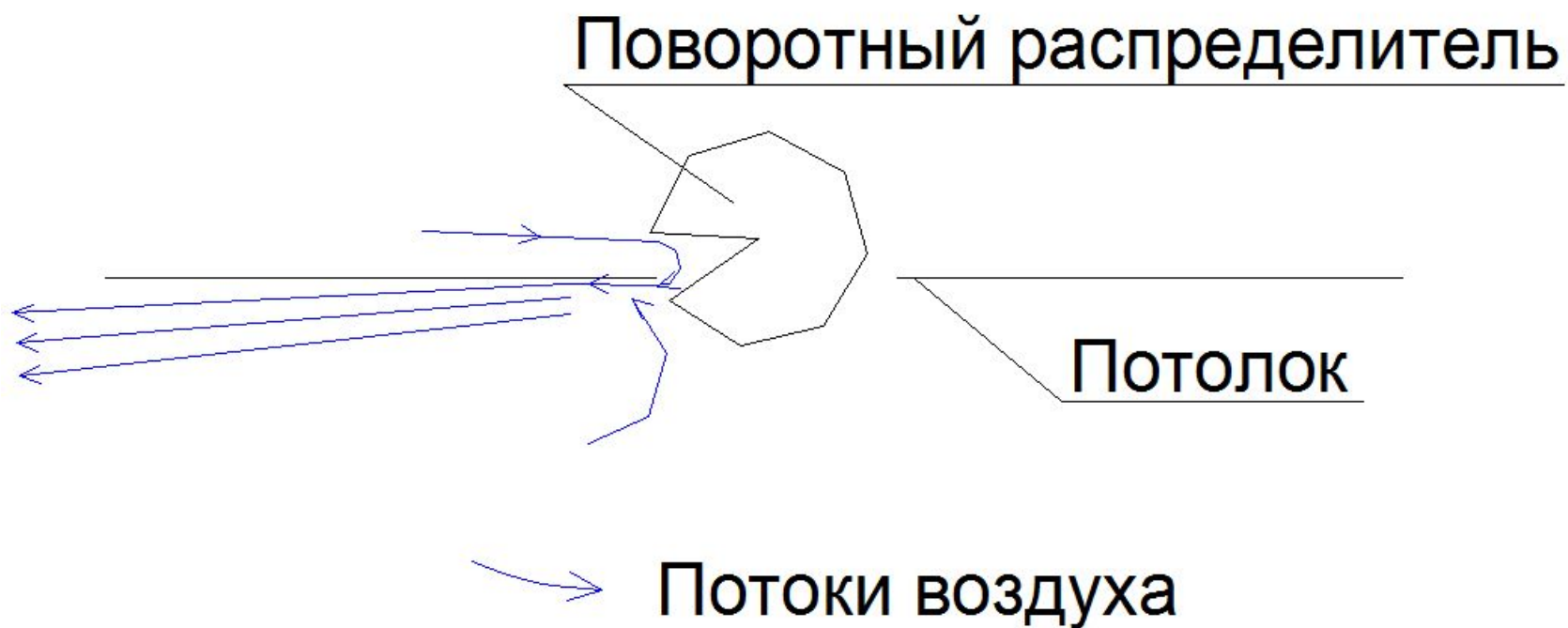
L2=3,5м

L3=2,5м

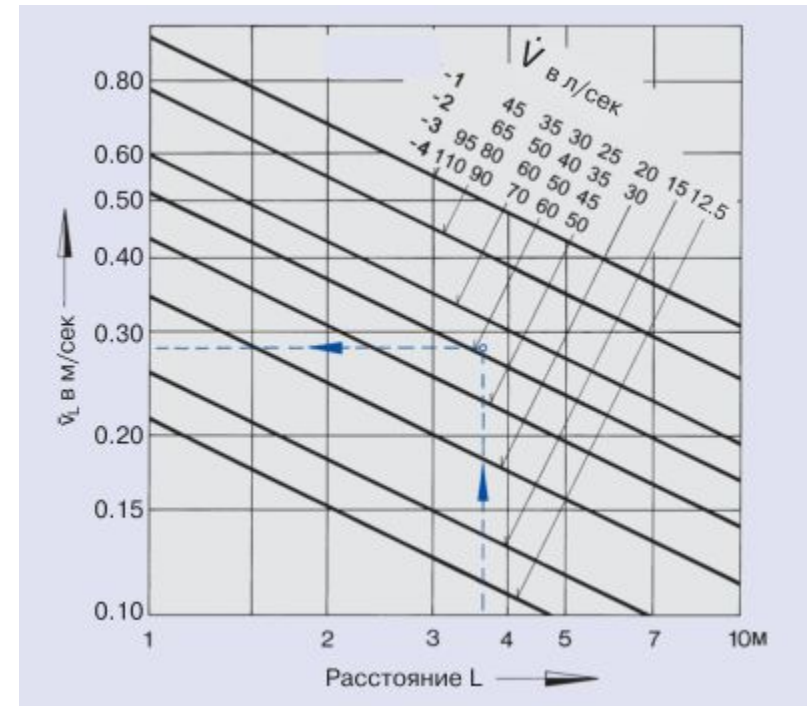
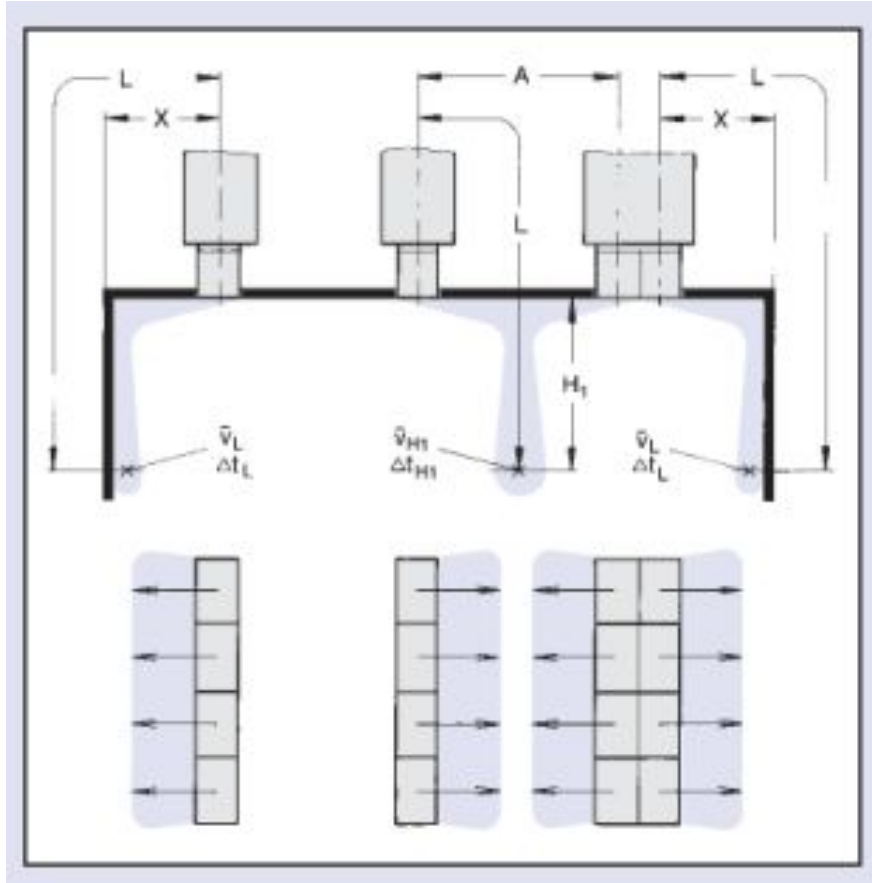
H1=2-3м



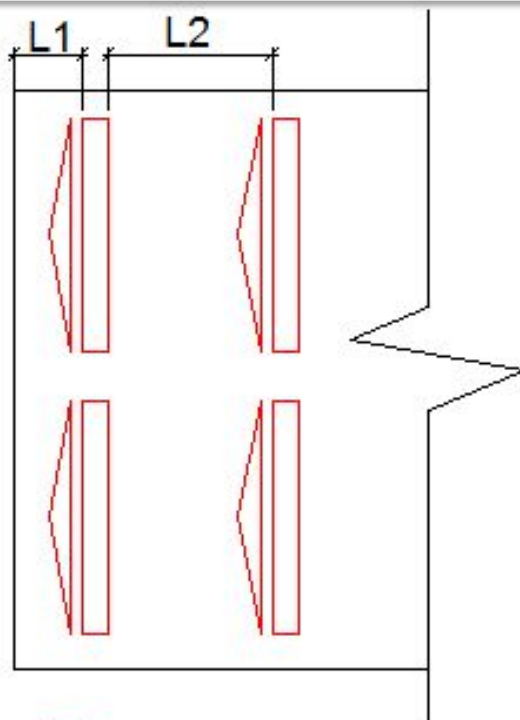
## Расположение щелевых воздухораспределителей



## Расположение щелевых распределителей 74-18



## Расположение щелевых распределителей 74-18



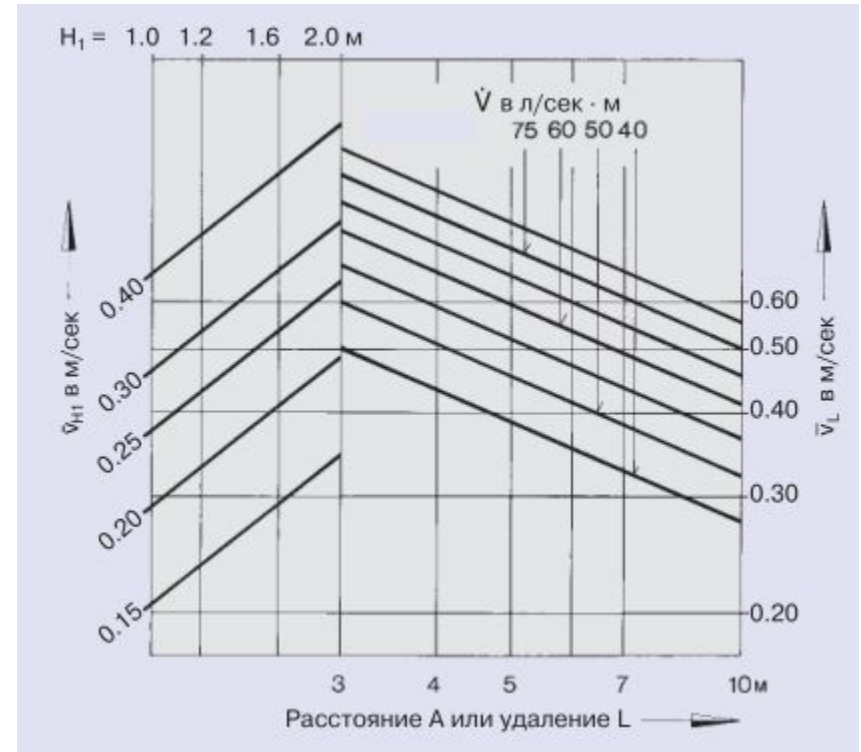
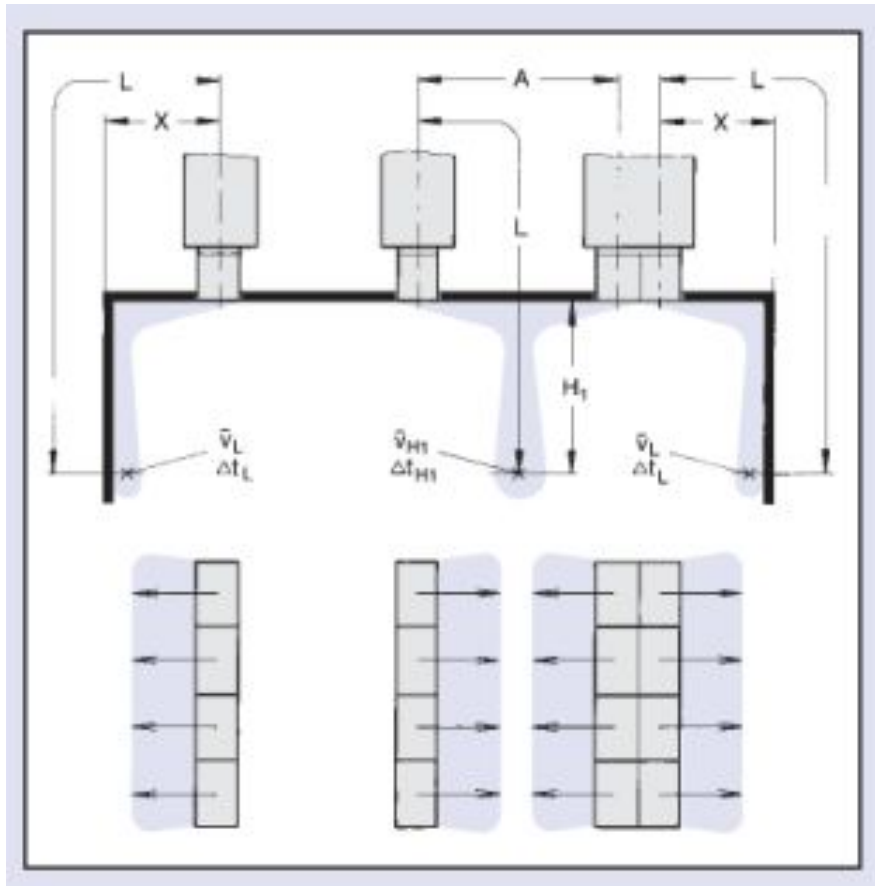
Расход 0-150м<sup>3</sup>/ч  
L1=1,5-3м  
L2=1-2м

Расход 150-400м<sup>3</sup>/ч  
L1=3-6м  
L2=1,5-5м

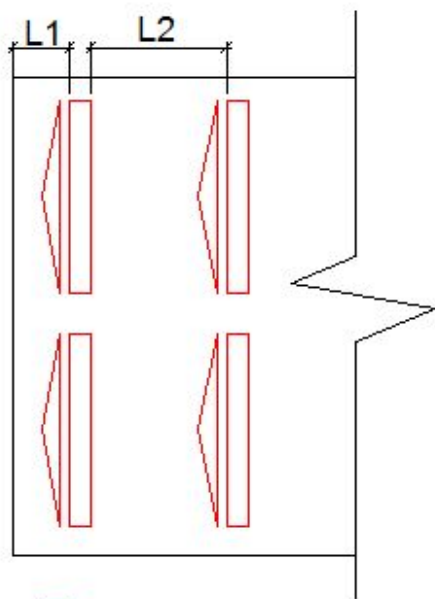


Щелевой  
воздухораспределитель

## Расположение щелевых воздухораспределителей 70-18



## Расположение щелевых распределителей 74-25



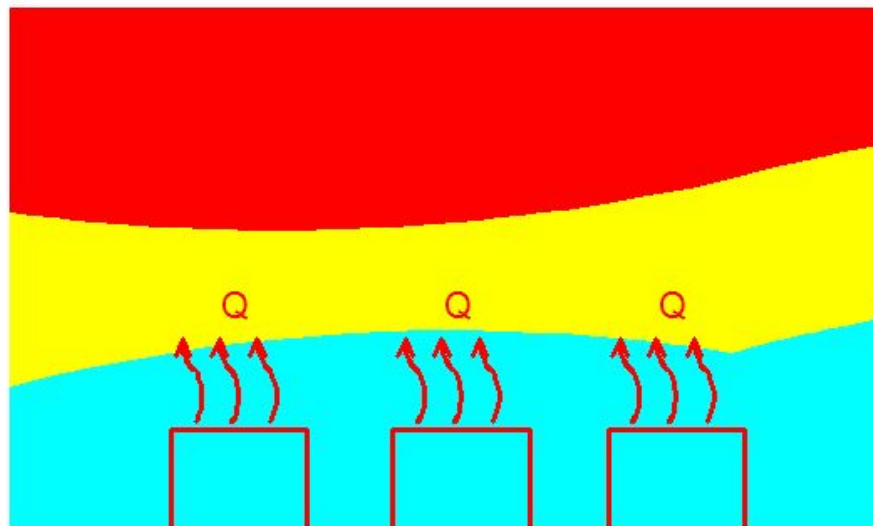
Щелевой  
воздухораспределитель

Расход 0-300м<sup>3</sup>/ч  
L1=1,5-3м  
L2=1-2м

Расход 300-700м<sup>3</sup>/ч  
L1=3-6м  
L2=1,5-5м



Пересчет помещений больших объемов (также применимо при вытесняющей вентиляции)



$t(h > 3\text{ м}) > 26\text{ C}$

$t(h = 2,2 - 3\text{ м}) = 22 - 26\text{ C}$

траб. зоны = 20 - 22 C

## Пересчет помещений больших объемов (также применимо при вытесняющей вентиляции)

Обычно рассчитывается:

$$Q_{\text{конд}} = kQ_T = kG_{\text{конд}}C_p(t_{\text{пом}} - t_k)$$

Где:

$Q_{\text{конд}}$  – необходимая холодильная мощность системы кондиционирования, кВт;

$Q_T$  – суммарные явные тепловыделения, кВт

$k$  – поправочный коэффициент (одновременность, загрузка, локализация и т.д.);

$G_{\text{конд}}$  – массовый расход воздуха через кондиционеры, кг/с;

$C_p$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кгК);

$t_{\text{пом}}$  – требуемая температура в рабочей зоне, С;

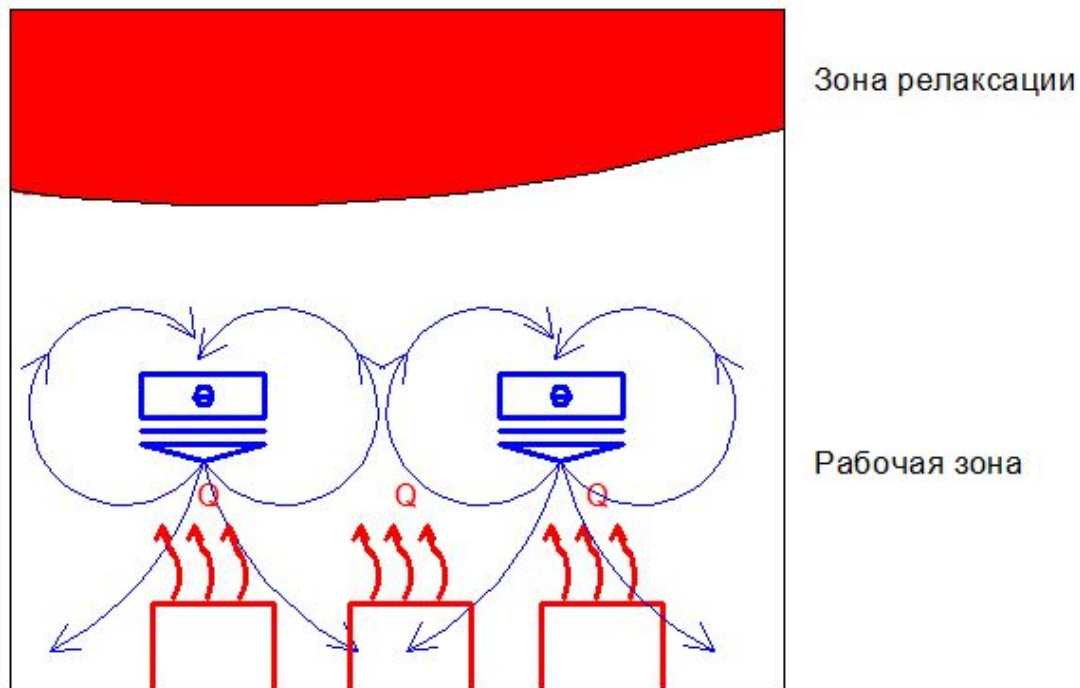
$t_k$  – температура воздуха на выходе из кондиционера, С (для фанкойлов и внутренних блоков кондиционеров при нормальном режиме работы можно принимать 12-14С);

При подаче воздуха непосредственно в рабочую зону можно рассчитывать

$G_{\text{конд}} = kQ_T / (c_p (t_{\text{пом}} + \Delta t - t_k))$  ( $\Delta t$  – дополнительный перепад температуры по высоте помещения 2С на каждый метр сверх рабочей зоны)

**ВАЖНО – забор воздуха кондиционерами при этом должен осуществляться из верхней части рабочей зоны**

Пересчет помещений больших объемов (также применимо при вытесняющей вентиляции)



**Baillu** MACHINE<sup>®</sup>

## Ассортимент

### Серия W2

#### Промышленные водяные тепловентиляторы

Применяются для обогрева:

- Производственных помещений
- Складов
- Гипермаркетов
- Спортивных и выставочных объектов
- Ферм, небольших теплиц
- Транспортной инфраструктуры (вокзалы, депо, гаражные комплексы)



### Серия BDS-1

#### Дестратификаторы



Применяются для:

- Выравнивания температуры по высоте
- Снижения тепловых потерь через крышу помещения
- Повышения эффективности системы обогрева

### Серия W3-S

#### Водяные тепловентиляторы коммерческого назначения

Применяются для обогрева:

- Супермаркетов
- Торговые центры класса В,С,Д
- Небольших складов и производств
- Подсобных помещений
- Автомоек



**Рекомендуются** к установке в помещениях с высотой потолков более 6 метров.

## Энергосберегающий прибор для помещений с высокими потолками

### Преимущества:

**Выравнивает температуру по высоте**, обеспечивает циркуляцию воздуха внутри помещения, направляя теплый воздух из верхних слоёв вниз, где он смешивается с холодным.

**Снижает расходы** на отопление и кондиционирование помещения до 40 % и тепловые потери через крышу помещения.

- Трёхмерная **решетка-анемотат** равномерно распределяет воздушный поток во всех направлениях
- Возможность подвеса на тросах
- **Энергоэффективный электродвигатель**
- Площадь зоны перемешивания воздуха до **400 м<sup>2</sup>**
- Увеличенная производительность по лучшей цене на рынке

Рекомендуются к использованию в помещениях с высотой потолков от 6 м.

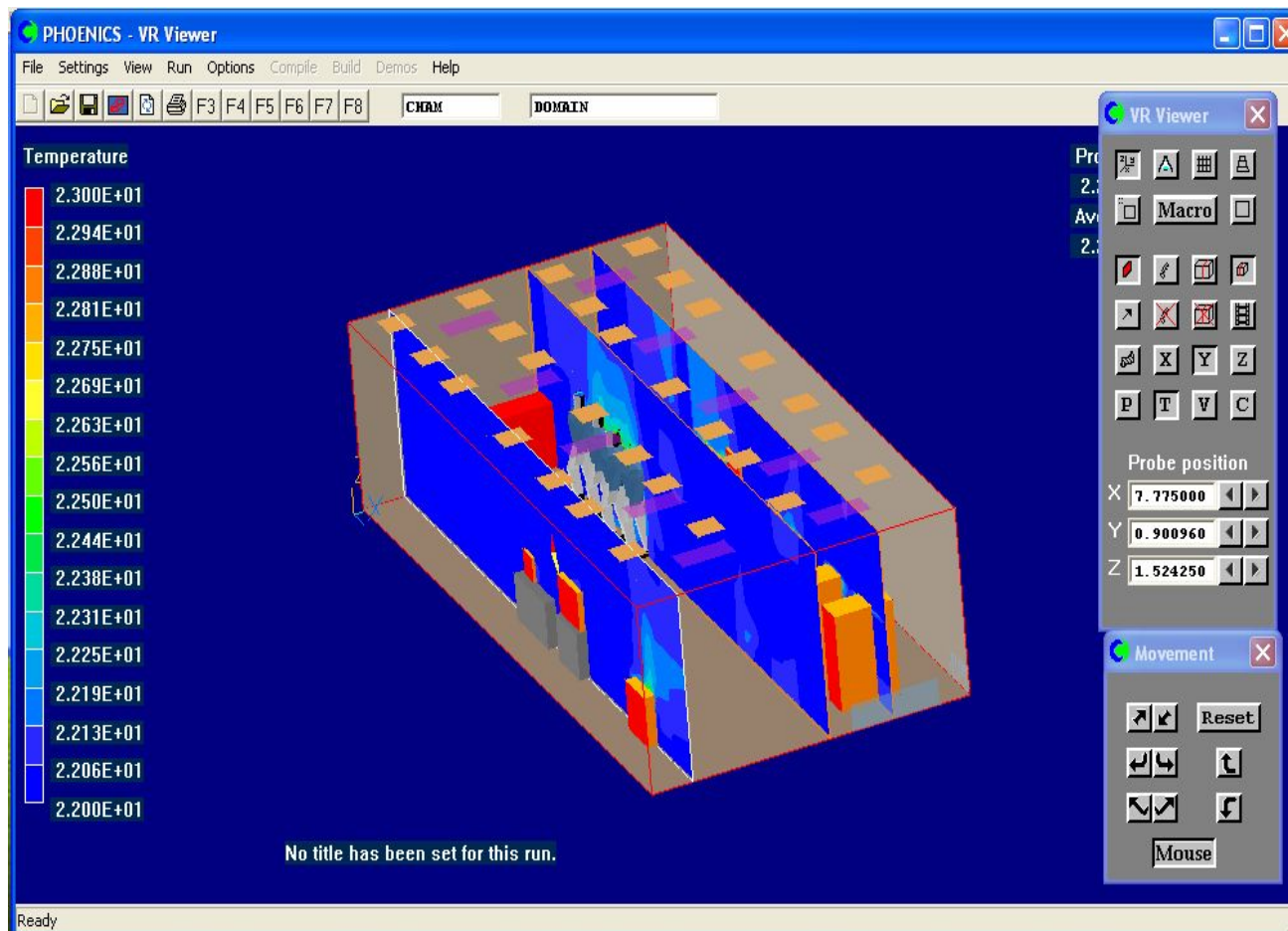
Модель	м <sup>3</sup> /ч	Защита	Вт	В
BDS-1	7500	IP 54	350	220

## Дестратификатор BDS-1



**Воздухораспределение в  
помещениях с  
контролируемыми средами и  
не только**

## CFD-моделирование



**В примере приведенном на рис. присутствовало следующее  
оборудование:**

- Микроскоп металлографический 6Шт.:  $Q_T=0,0375\text{кВт}$ ;
- Шкаф сухого хранения 2Шт.:  $Q_T=0,25\text{кВт}$ ;
- Установка присоединения выводов Delvotek 6400 1Шт.:  $Q_T=0,6\text{кВт}$ ;
- Установка присоединения выводов VJ 820 2Шт.:  $Q_T=0,8\text{кВт}$ ;
- Тестер прочности соединений 1Шт.:  $Q_T=0,12\text{кВт}$ ;
- Анализатор цепи 1Шт.:  $Q_T=0,06\text{кВт}$ ;
- Автоматическая установка разварки кристаллов 3Шт.:  $Q_T=0,8\text{кВт}$ ;
- Установка присоединения выводов 1Шт.:  $Q_T=0,6\text{кВт}$ ;

Температура подаваемого воздуха: 22С;

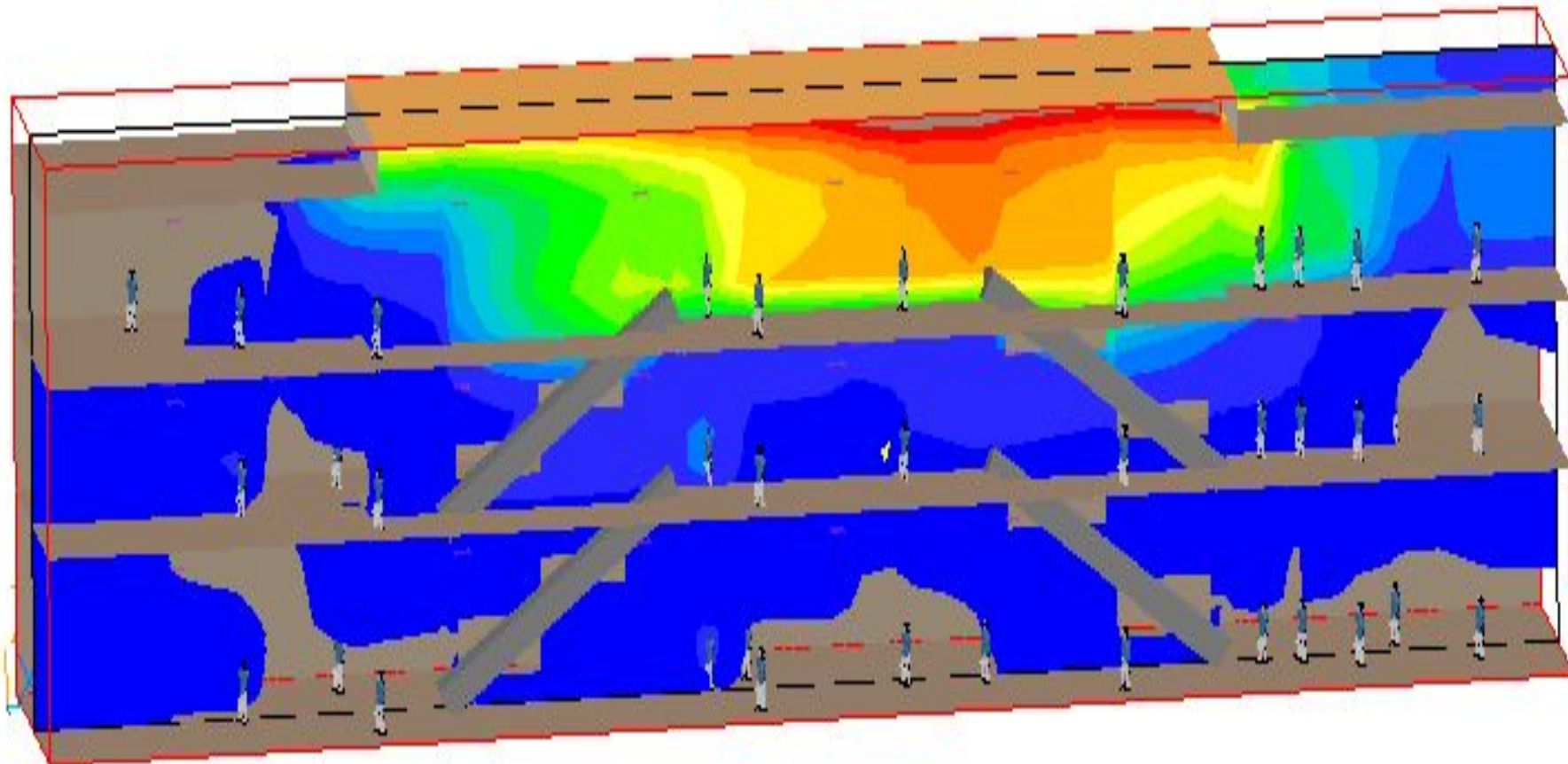
Допустимый перепад температур по рабочей зоне: 1С (+-0,5С);

Количество людей в помещении: 4чел.

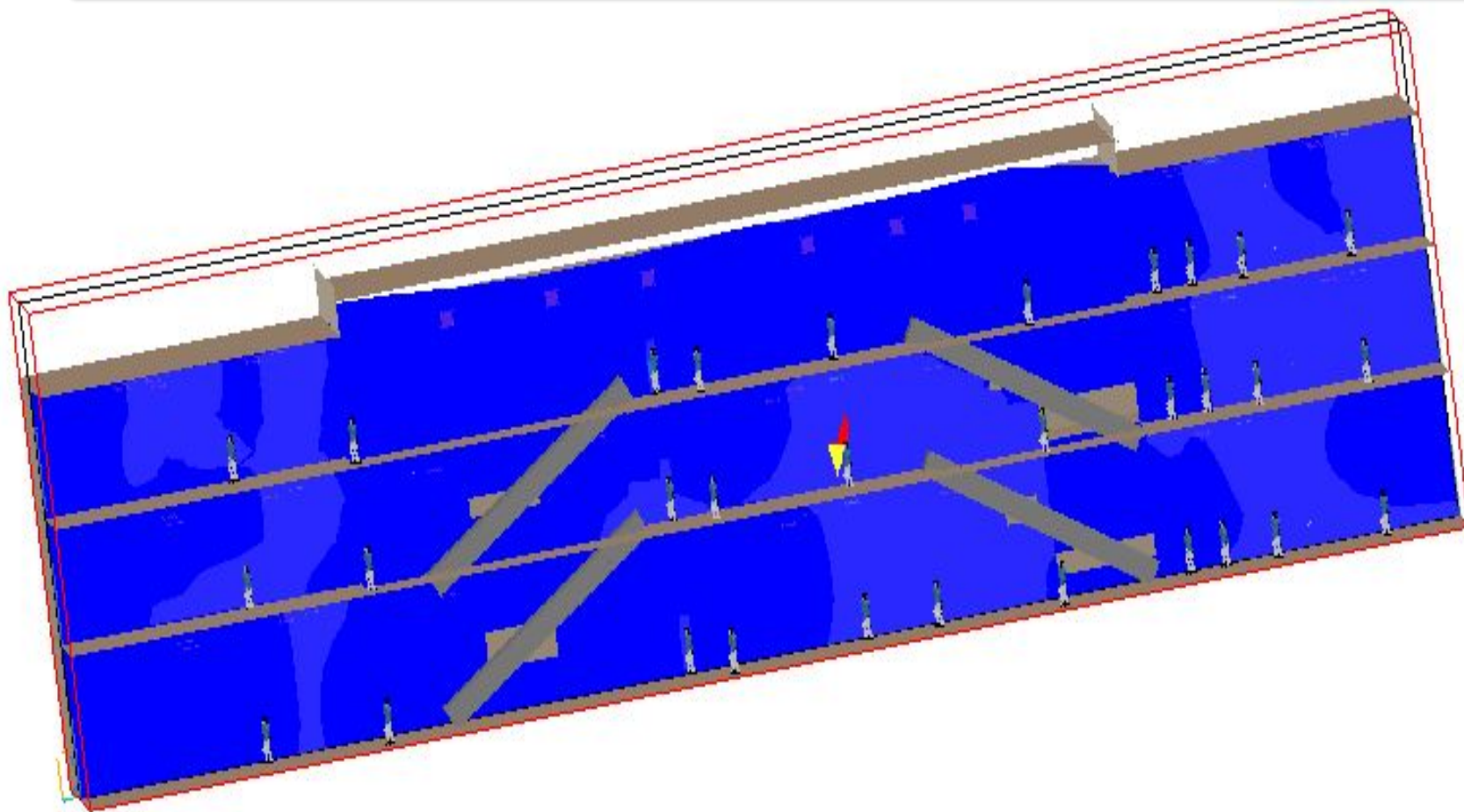
Количество светильников: 28шт.



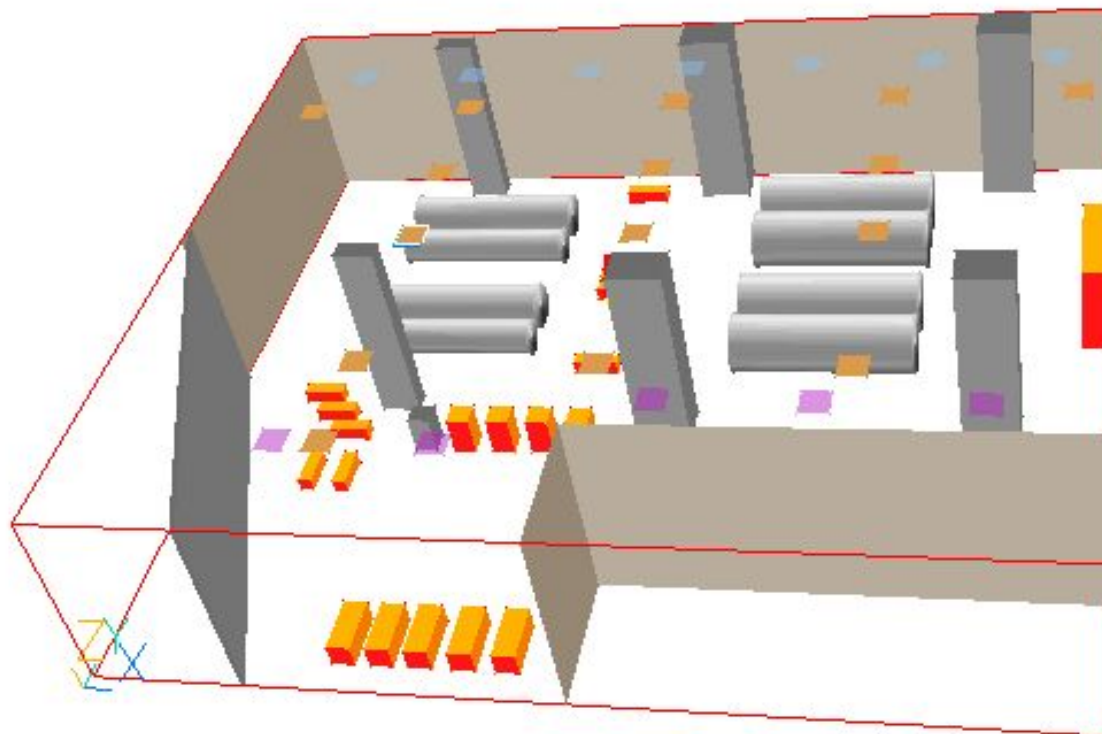
## CFD-моделирование



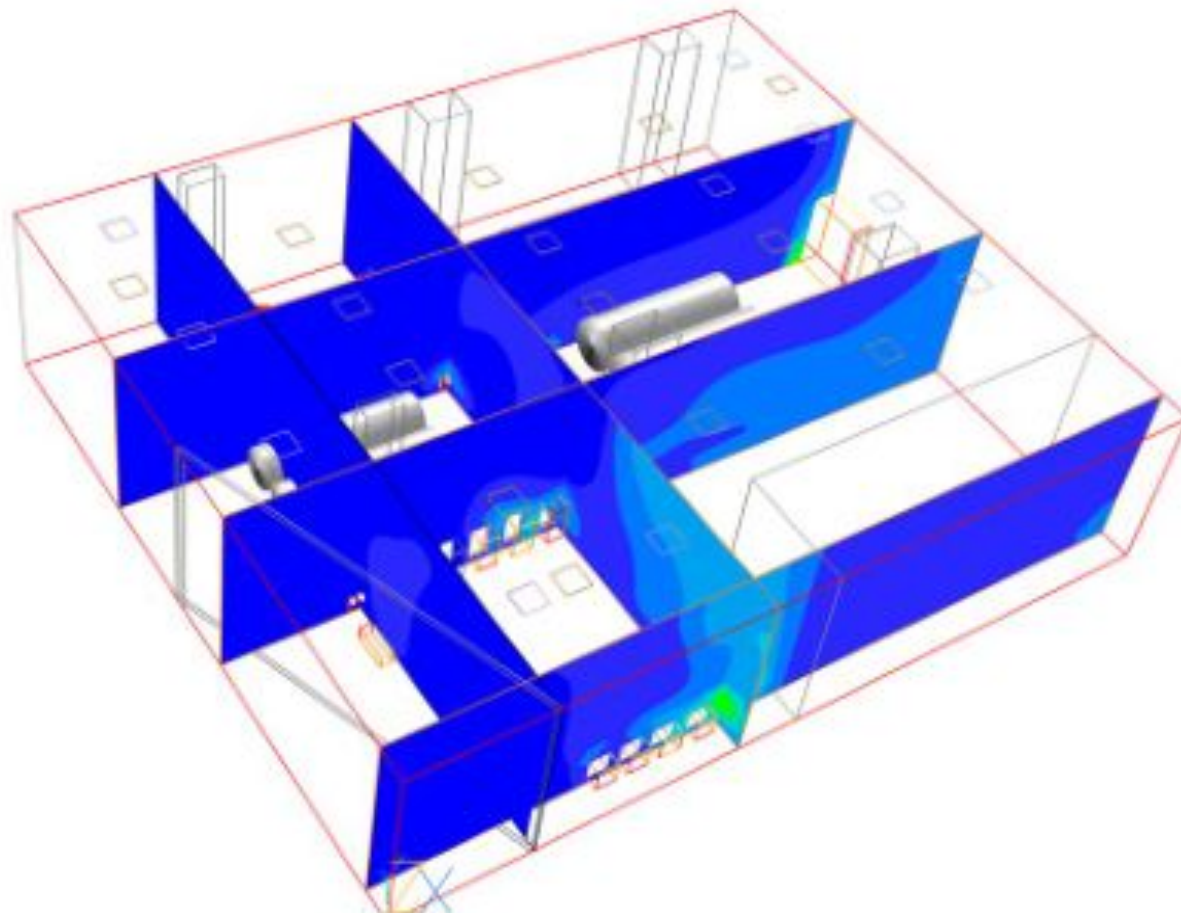
## CFD-моделирование



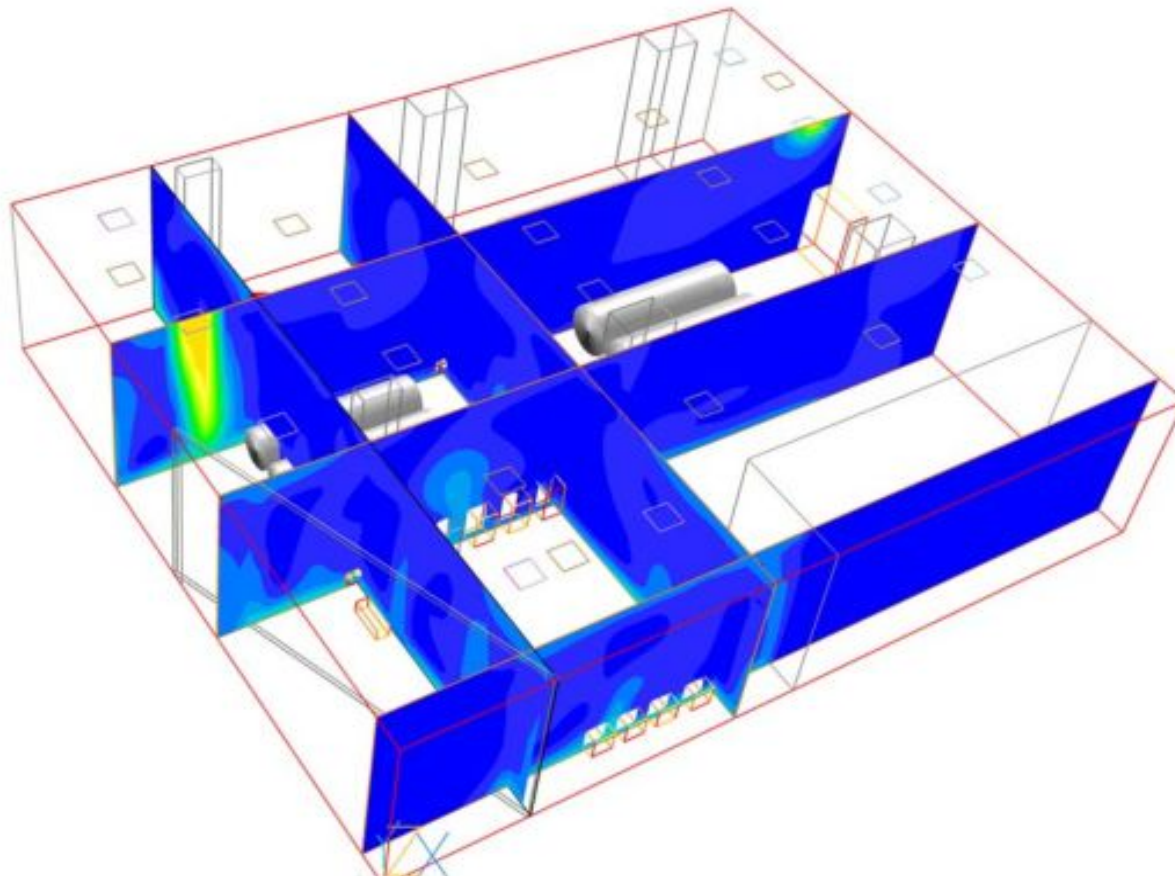
## CFD-моделирование



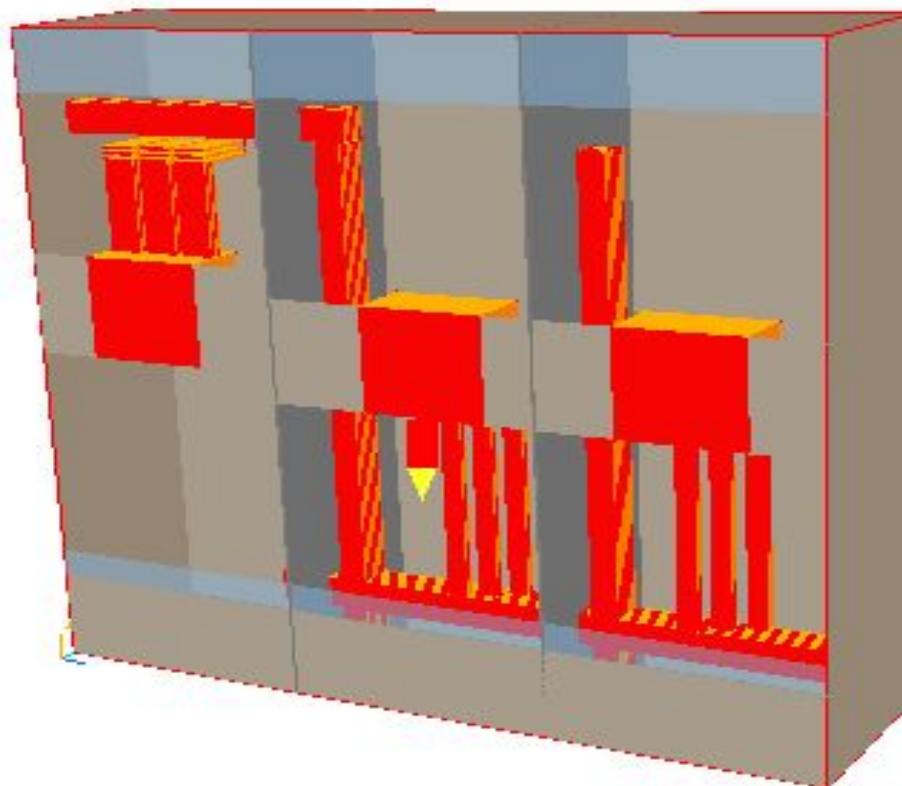
## CFD-моделирование



## CFD-моделирование

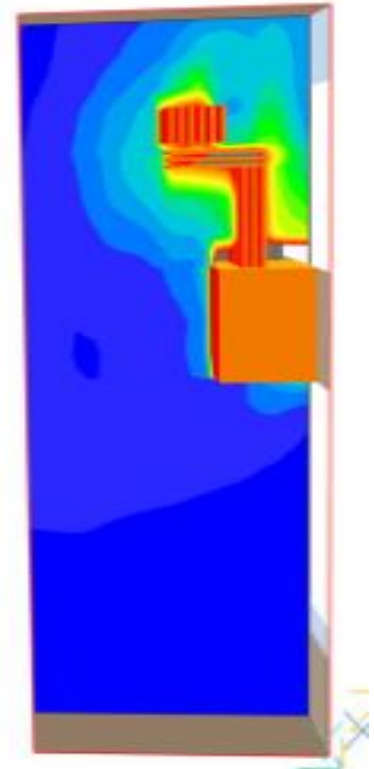
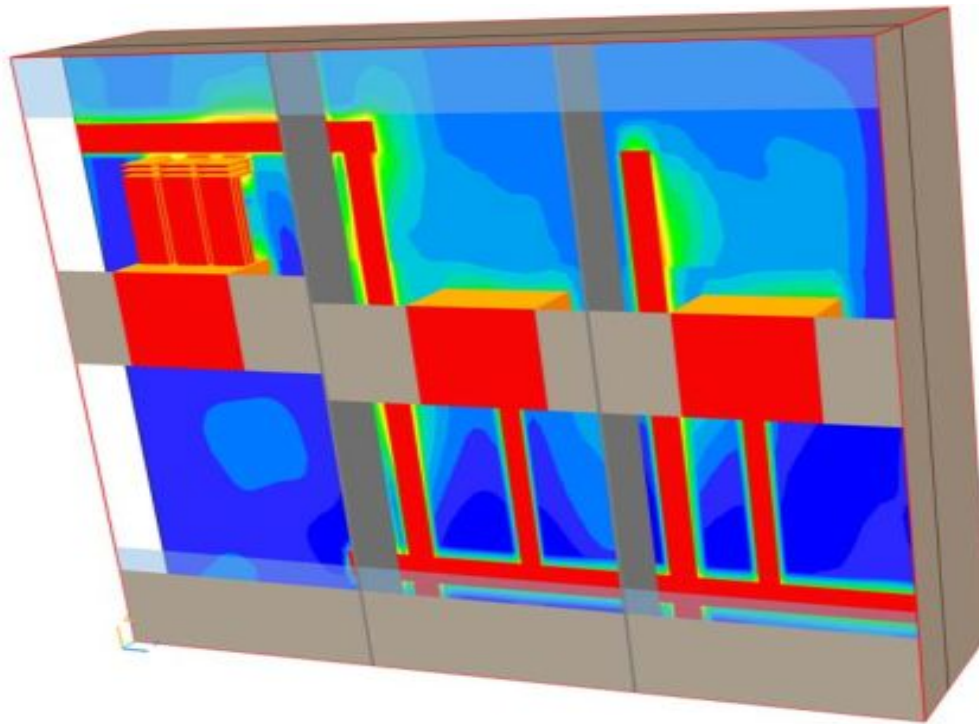
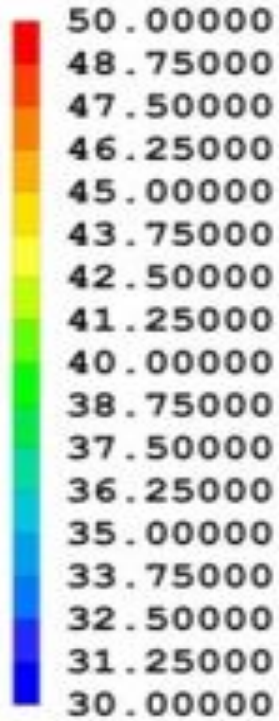


## CFD-моделирование

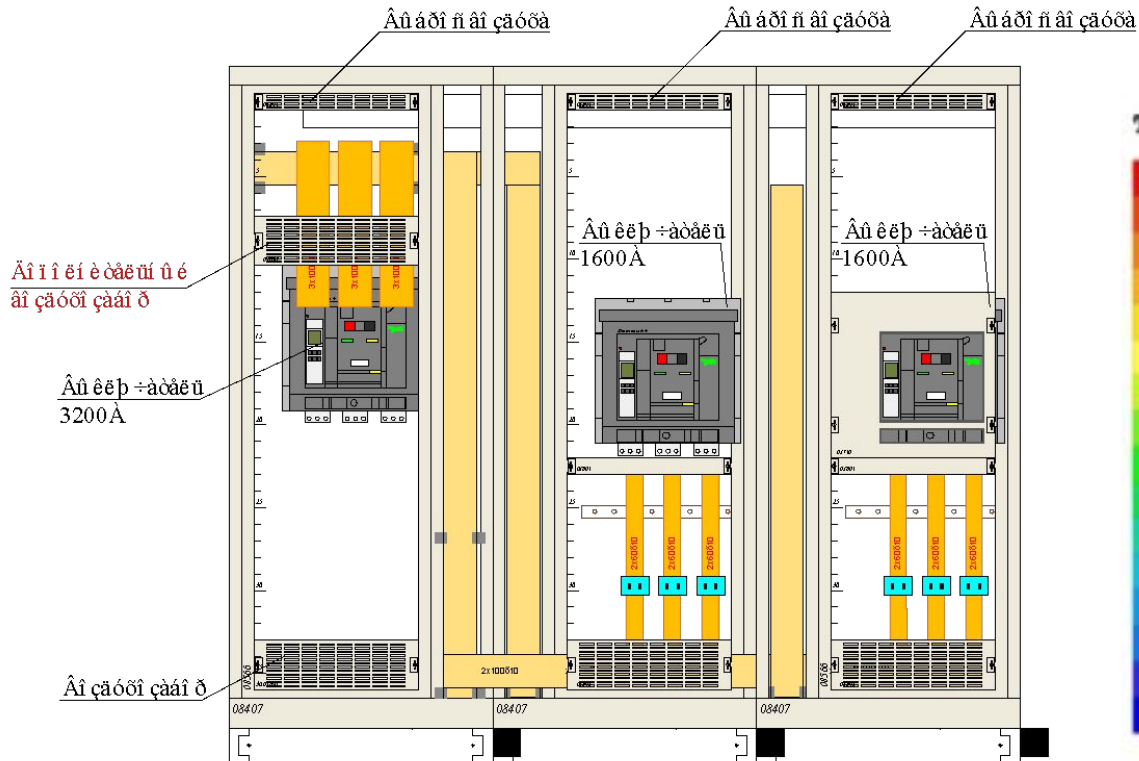


## CFD-моделирование

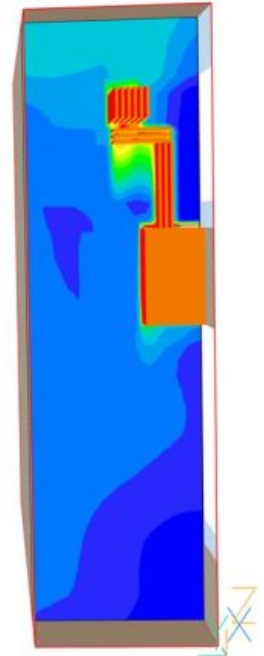
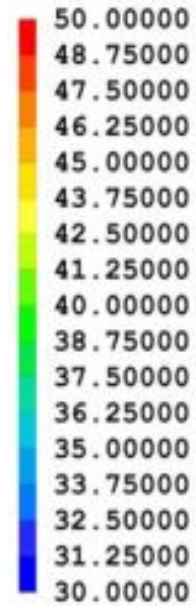
Temperature, °C



# CFD-моделирование



Temperature, °C

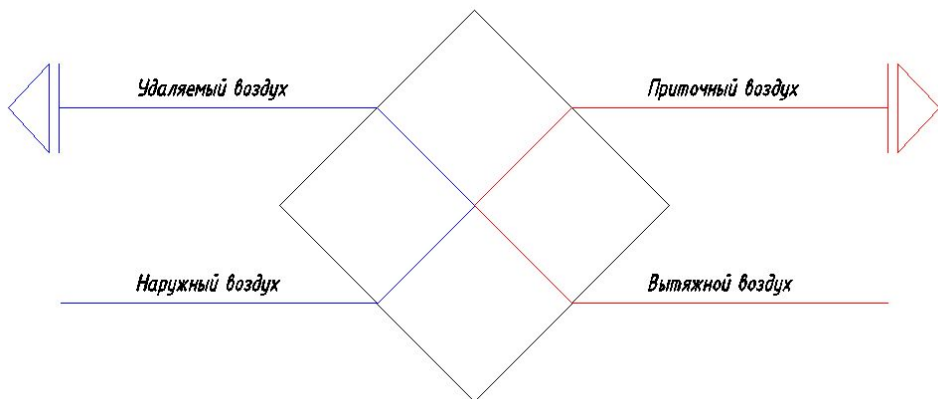




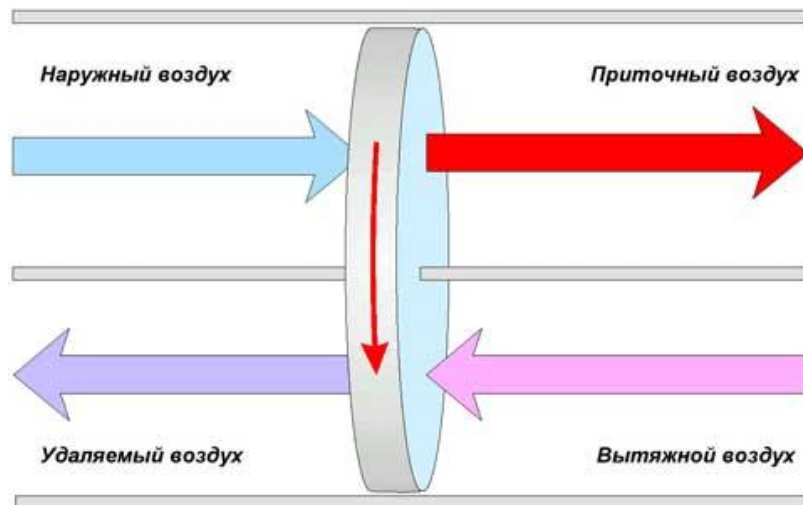
**Энергосбережение в системах  
вентиляции, различные  
методы, оценка потенциала  
энергосбережения для  
различных систем**

## Утилизация тепла вытяжного воздуха

### Пластинчатые теплоутилизаторы



### Роторные теплоутилизаторы



## Сравнение роторного и пластинчатого тепловых утилизаторов в длительном периоде

Вид Системы	А	Б
Модель рекуператора	CRA-17-200-1600	HA1200-0975-105
Температура воздуха приточной части (согласно [1]) $t_{11}$ , С	-29	-29
Температура воздуха вытяжной части $t_{21}$ , С	20	20
Относительная влажность воздуха вытяжной части, %	40	40
Температура приточного воздуха после рекуператора $t_{12}$ , С	4,3	0,4
Температурная эффективность $\epsilon$ , С	0,68	0,44
Утилизируемая мощность Q, кВт	177,2	156,4
Потери давления $\Delta P_{п/в}$ (приток/вытяжка), Па	140/216	242/318

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средне-суточная температура, С	-10,2	-9,2	4,3	4,4	4,3	-1,9	-7,3

## Сравнение роторного и пластинчатого тепловых утилизаторов в длительном периоде

Исходя из данных таблицы 1 и таблицы 2 пересчитываем режимы работы тепловых утилизаторов опираясь на базовую зависимость для тепловой эффективности [2]:

$$\varepsilon = \frac{L_1 \rho c_p (t_{12} - t_{11}) / 3600}{L_2 \rho c_p (t_{21} - t_{11}) / 3600} \quad (1)$$

Где:

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$c_p$  – удельная теплоемкость, кДж/кг\*К;

Из уравнения (1) по известному значению температурной эффективности -  $\varepsilon$  (которая остается постоянной для всех режимов работы, для принятого типа теплового утилизатора) можем получить температуру приточного воздуха на выходе из теплового утилизатора  $t_{12}$  для каждого режима работы. Следовательно, можем рассчитать и утилизируемую мощность при каждом режиме:

$$Q = L_1 \rho c_p (t_{12} - t_{11}) / 3600 \quad (2)$$

## Сравнение роторного и пластинчатого тепловых утилизаторов в длительном периоде

Месяц	Утилизируемая мощность Q, кВт	Продолжительность режима, ч	Суммарная утилизируемая энергия E, ГДж
<b>Система А</b>			
Январь	109,3	744	293
Февраль	105,6	672	256
Март	56,8	744	152
Апрель	56,4	720	146
Октябрь	56,8	744	152
Ноябрь	79,2	720	205
Декабрь	98,8	744	265
<b>Итого по системе, А</b>			1469
<b>Система Б</b>			
Январь	70,7	744	189
Февраль	68,4	672	165
Март	36,8	744	98
Апрель	36,5	720	95
Октябрь	36,8	744	98
Ноябрь	51,3	720	133
Декабрь	63,9	744	171
<b>Итого по системе, Б</b>			950

## Сравнение роторного и пластинчатого тепловых утилизаторов в длительном периоде

Рассчитаем дополнительные затраты на прокачку приточного и вытяжного воздуха через тепловой утилизатор в кВт\*ч эл. энергии по классической формуле:

$$\mathcal{E} = 8,76 \left( \frac{L_1 \Delta P_n}{3600 \eta_n} + \frac{L_2 \Delta P_v}{3600 \eta_v} \right) \quad (3)$$

Где:

$\eta_n$  – КПД приточного вентилятора (согласно приложению 1);

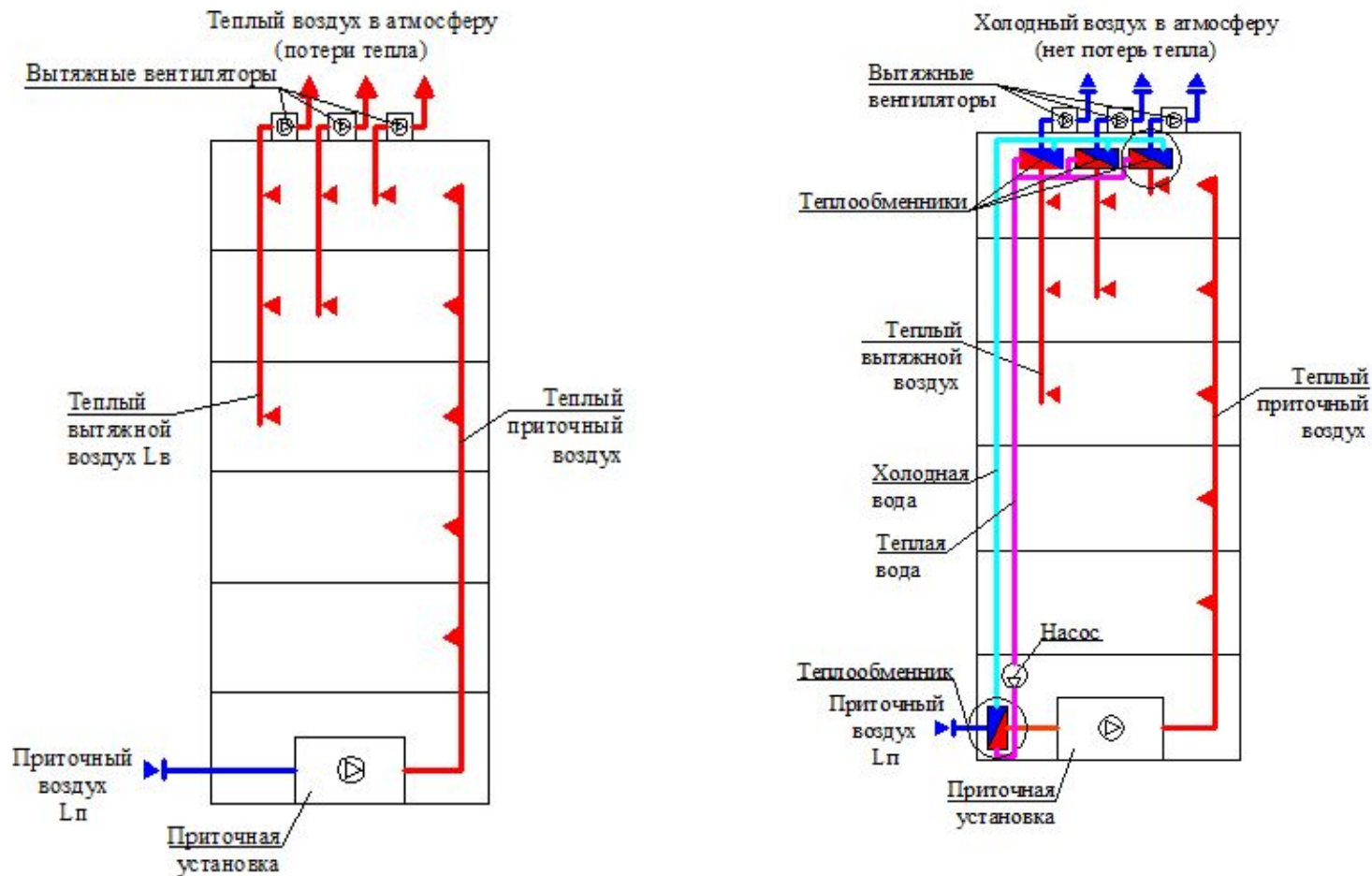
$\eta_v$  – КПД вытяжного вентилятора (согласно приложению 1);

### Сроки окупаемости

**Роторный утилизатор (система А): 0,6 года;**

**Пластинчатый утилизатор (система Б): 1,3 года.**

## Утилизаторы с промежуточным теплоносителем



## Энергосберегающий потенциал роторных утилизаторов

$$\varepsilon = \frac{L_{np} \rho c_p (t_2 - t_{нар})}{L_{мин} \rho (h_{выт} - h_{нар})} \Rightarrow t_2 = \varepsilon \frac{L_{мин} \rho (h_{нар} - h_{выт})}{L_{np} \rho c_p} + t_{np}$$

$$Q = 0,75 L_{np} \rho c_p (t_2 - t_{нар})$$

Где:

$\varepsilon$  – тепловая эффективность ротора;

$t_2$  – температура приточного воздуха после ротора;

$t_{нар}$  – температура наружного воздуха;

$h_{выт}$  – энтальпия вытяжного воздуха, кДж/кг;

$h_{нар}$  – энтальпия приточного воздуха, кДж/кг;

$L_{np}$  – расход приточного воздуха проходящего через ротор, м<sup>3</sup>/ч;

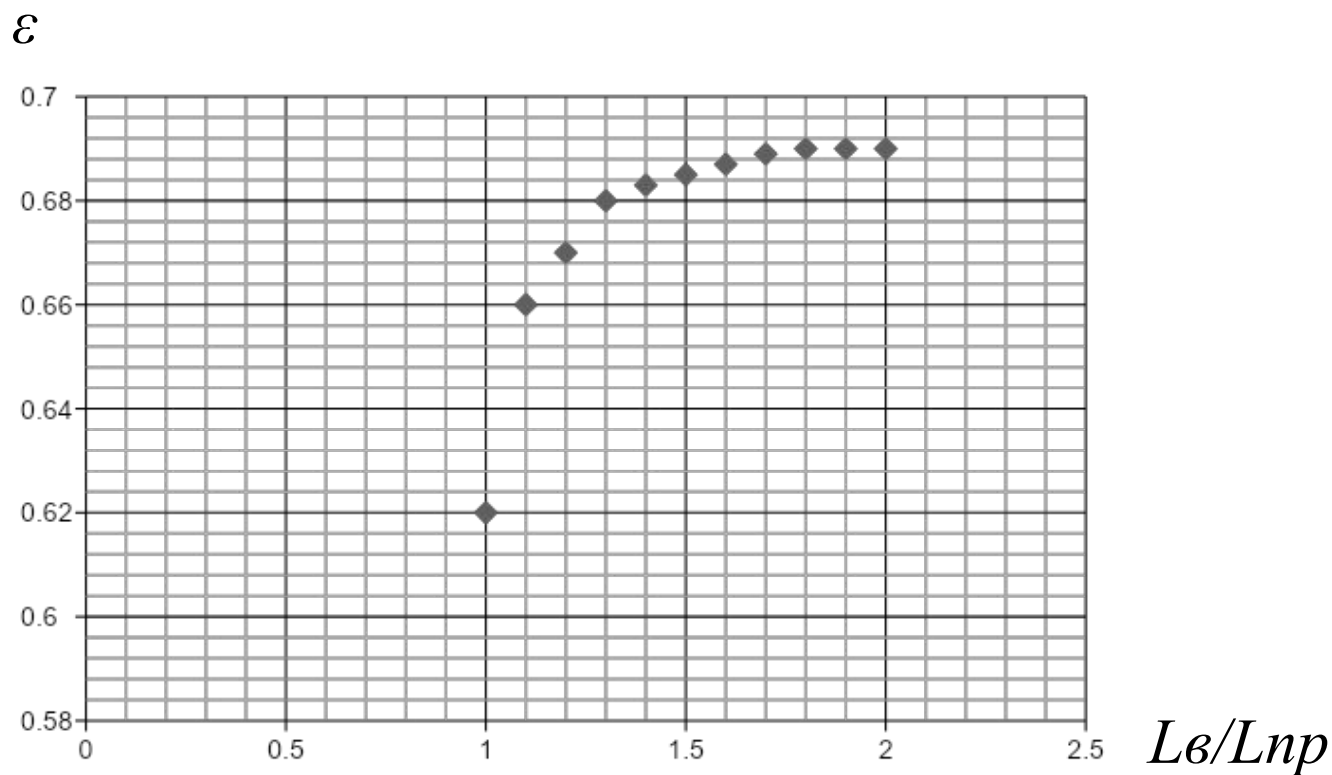
$L_{мин}$  – минимальный из расходов приточного и вытяжного воздуха проходящих через ротор, м<sup>3</sup>/ч;

$c_p$  – удельная теплоемкость сухого воздуха (1,05кДж/(кгК));

$\rho$  – плотность сухого воздуха (1,2кг/м<sup>3</sup>);



Коэффициент тепловой эффективности в зависимости от соотношения расходов приточного и вытяжного воздуха для роторных утилизаторов



## Энергосберегающий потенциал пластинчатых утилизаторов

$$\varepsilon = \frac{L_{np} \rho c_p (t_2 - t_{нар})}{L_{мин} \rho (h_{выт} - h_{нар})} \Rightarrow t_2 = \varepsilon \frac{L_{мин} \rho (h_{нар} - h_{выт})}{L_{np} \rho c_p} + t_{np}$$

$$Q = 0,7 L_{np} \rho c_p (t_2 - t_{нар})$$

Где:

$\varepsilon$  – тепловая эффективность пластинчатого теплообменника;

$t_2$  – температура приточного воздуха после ротора;

$t_{нар}$  – температура наружного воздуха;

$h_{выт}$  – энтальпия вытяжного воздуха, кДж/кг;

$h_{нар}$  – энтальпия вытяжного воздуха, кДж/кг;

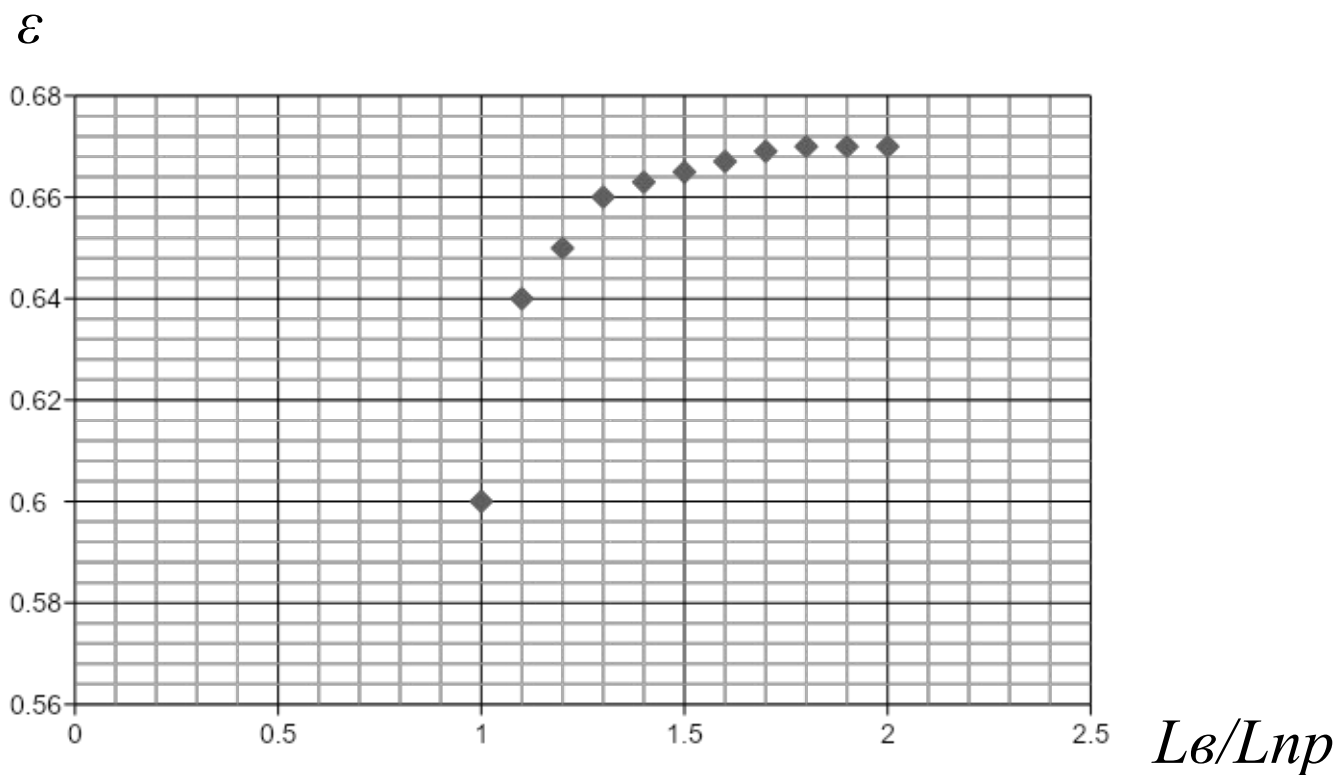
$L_{np}$  – расход приточного воздуха проходящего через ротор, м<sup>3</sup>/ч;

$L_{мин}$  – минимальный из расходов приточного и вытяжного воздуха проходящих через ротор, м<sup>3</sup>/ч;

$c_p$  – удельная теплоемкость сухого воздуха (1,05кДж/(кгК));

$\rho$  – плотность сухого воздуха (1,2кг/м<sup>3</sup>);

Коэффициент тепловой эффективности в зависимости от соотношения расходов приточного и вытяжного воздуха для пластинчатых утилизаторов



## Энергосберегающий потенциал утилизаторов с промежуточным теплоносителем

$$\varepsilon = \frac{L_{np} \rho c_p (t_2 - t_{нар})}{L_{мин} \rho (h_{выт} - h_{нар})} \Rightarrow t_2 = \varepsilon \frac{L_{мин} \rho (h_{нар} - h_{выт})}{L_{np} \rho c_p} + t_{np}$$

$$Q = 0,75 L_{np} \rho c_p (t_2 - t_{нар})$$

Где:

$\varepsilon$  – тепловая эффективность группы калориферов;

$t_2$  – температура приточного воздуха после ротора;

$t_{нар}$  – температура наружного воздуха;

$h_{выт}$  – энтальпия вытяжного воздуха, кДж/кг;

$h_{нар}$  – энтальпия вытяжного воздуха, кДж/кг;

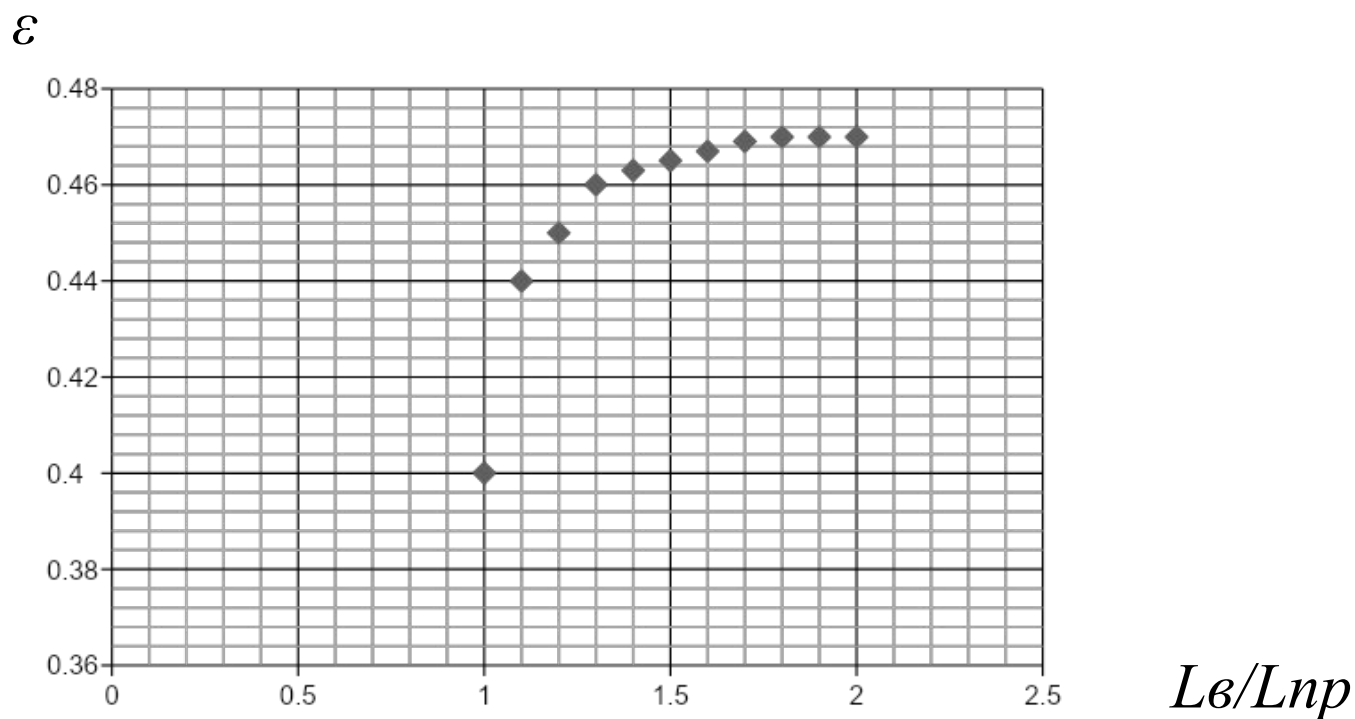
$L_{np}$  – расход приточного воздуха проходящего через ротор, м<sup>3</sup>/ч;

$L_{мин}$  – минимальный из расходов приточного и вытяжного воздуха проходящих через ротор, м<sup>3</sup>/ч;

$c_p$  – удельная теплоемкость сухого воздуха (1,05кДж/(кгК));

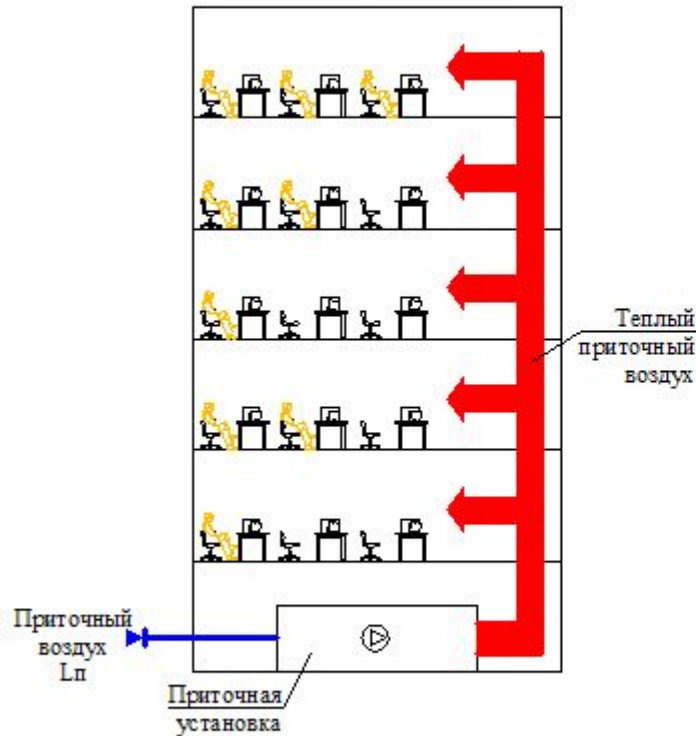
$\rho$  – плотность сухого воздуха (1,2кг/м<sup>3</sup>);

Коэффициент тепловой эффективности в зависимости от соотношения расходов приточного и вытяжного воздуха для утилизаторов с промежуточным теплоносителем

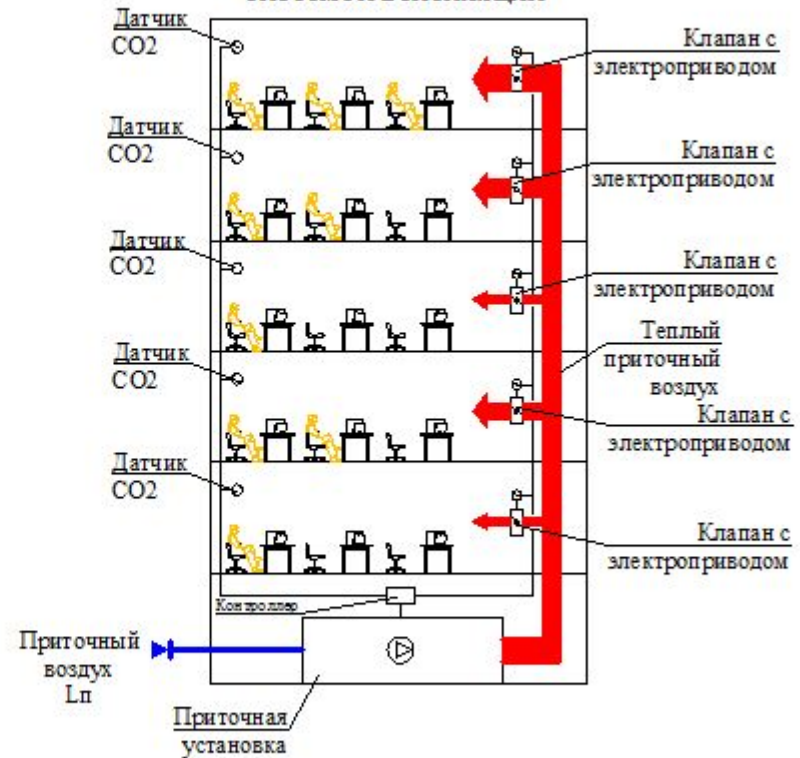


## Динамическая система вентиляции

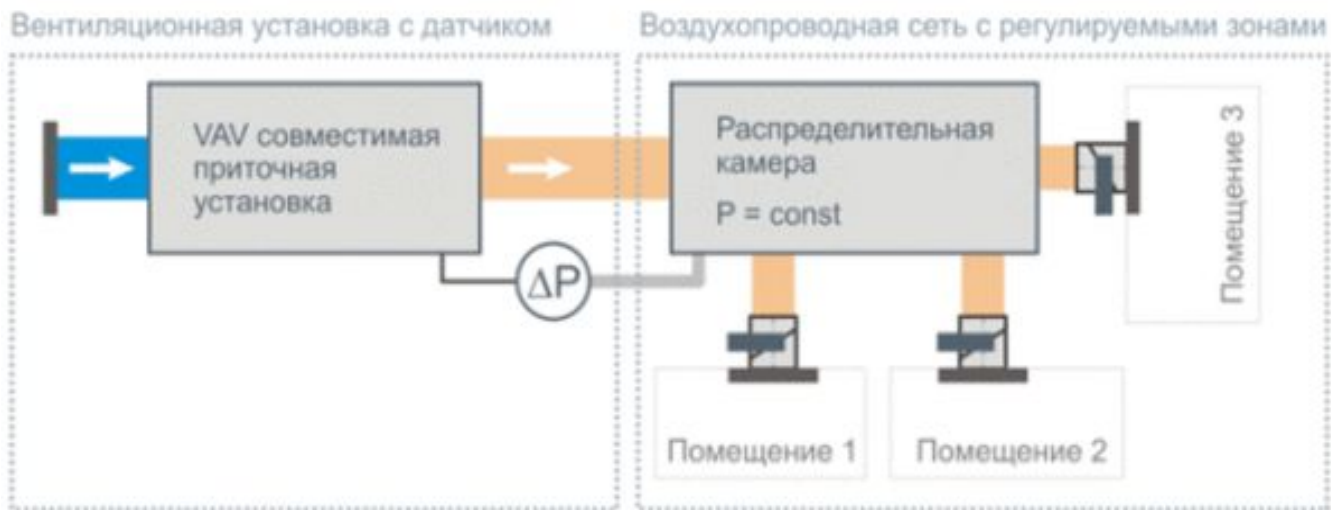
Без динамической  
системы вентиляции



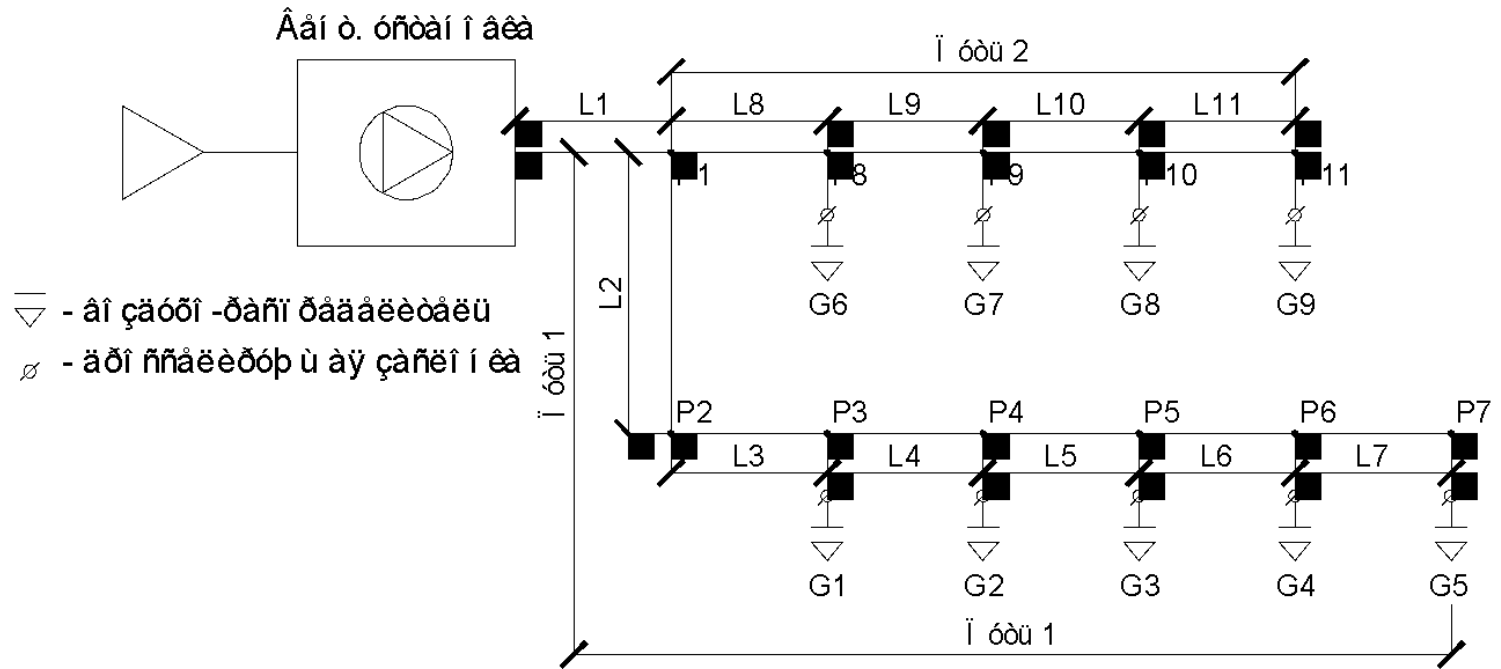
С динамической  
системой вентиляции



## Варианты VAV системы



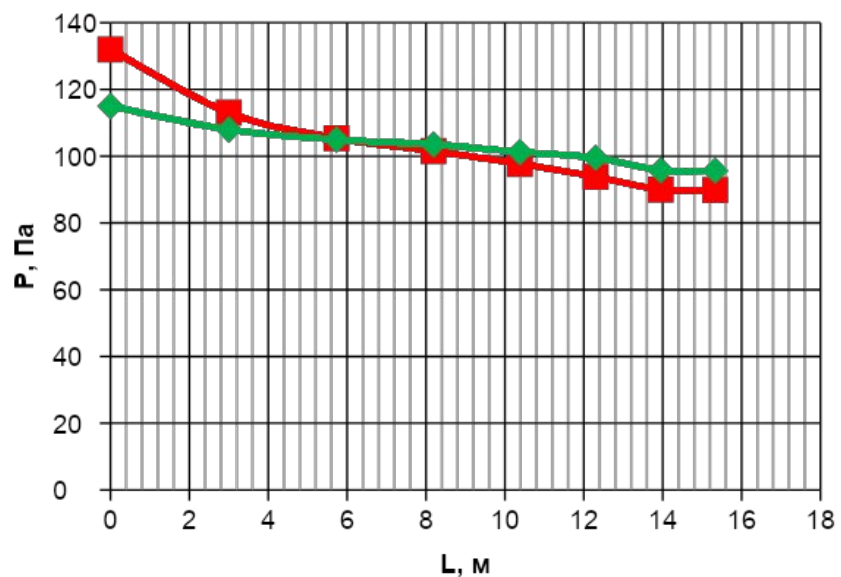
## Теоретическая система воздуховодов



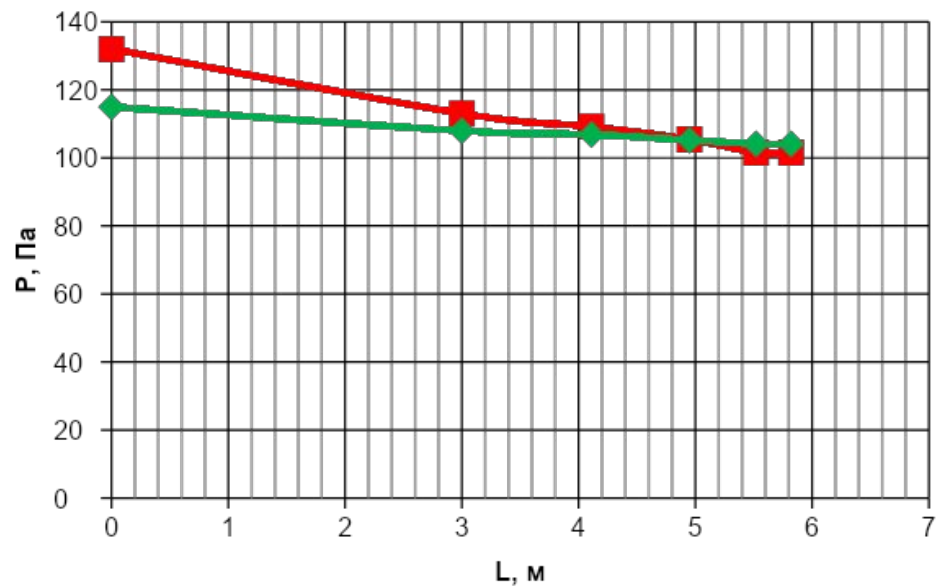


## Значения давлений в расчетном и произвольном режиме

### Путь 1



### Путь 2



## Правила формирования системы

1. Скорость воздуха: 2 - 3,5 м/с;
2. Геометрия: круглые, либо прямоугольные с максимальным соотношением сторон 1/2;
3. Температура перемещаемого воздуха 0 - 60 С;

## Алгоритм регулировки заслонок

### Для круглых воздуховодов

$$\Delta P_{mp} = \frac{11,43L \left[ 0,087(G^{0,119} (\varepsilon_{w3} \varepsilon_{w1})^{0,237} + 1) \right]}{G^{0,619} \varepsilon_{w3}^{1,237}} \varepsilon_{\rho} \varepsilon_{w2}$$

### Для прямоугольных воздуховодов

$$\Delta P_{mp} = \frac{16,55L \left[ 0,082(G^{0,122} (\varepsilon_{w3} \varepsilon_{w1})^{0,237} + 1) \right]}{G^{0,439} \varepsilon_{w3}^{1,237}} \varepsilon_{\rho} \varepsilon_{w2}$$

### Общая формула

$$P_n(G_n) = P_{n-1}(G_n) - \left[ \Delta P_{mn}(G_n) + P_{mpn}(G_n) \right]$$

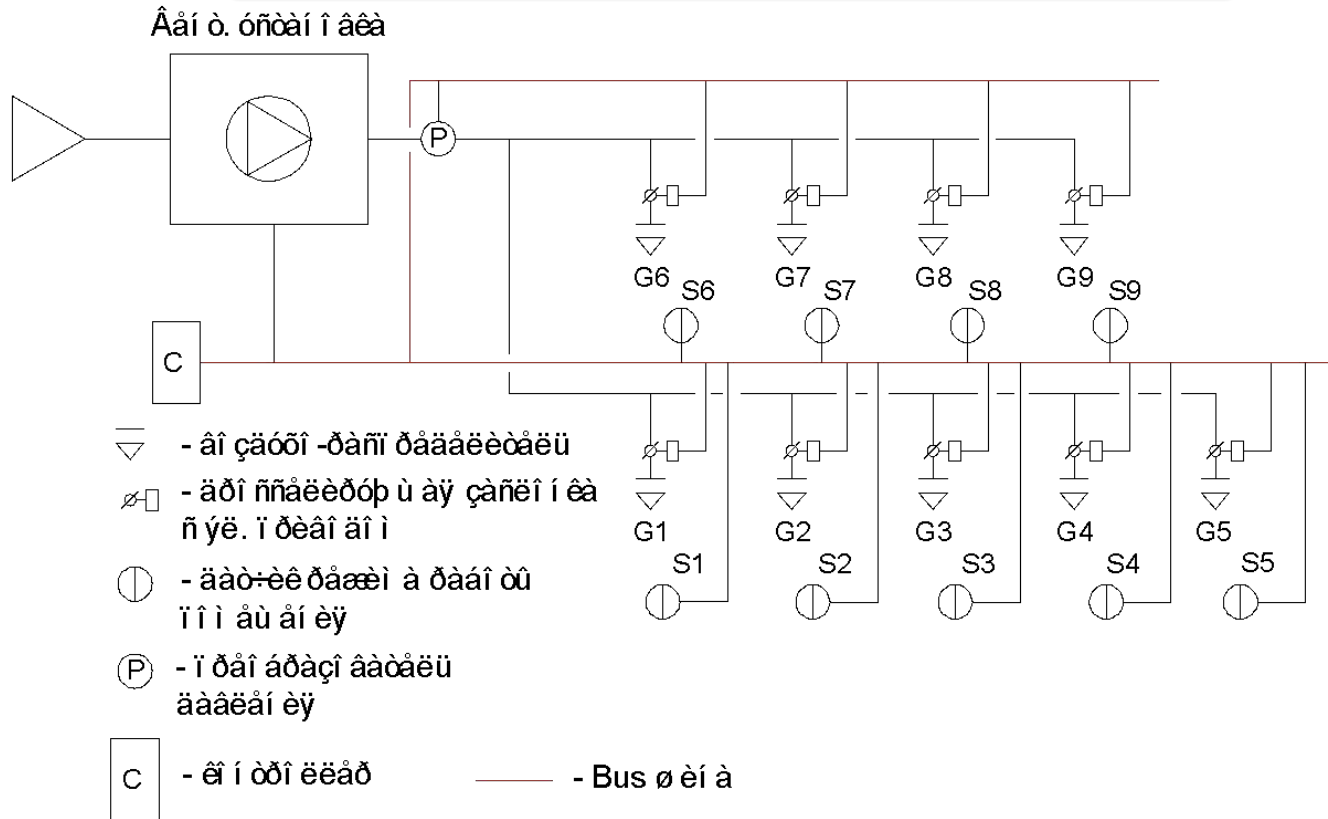
### Расход воздуха

$$G = F \sqrt{\frac{2\Delta P}{\xi \rho}}$$

## Алгоритм регулировки заслонок

1. Один из датчиков  $S_n$  сигнализирует об изменении режима работы помещения (изменение температуры, содержания  $CO$  и т.п.);
  2. Соответствующая помещению заслонка, или набор заслонок, начинают закрываться по адресному сигналу с контроллера по ПИД-алгоритму;
  3. От приводов заслонок по мере изменения положения, в каждый момент времени на контроллер приходит сигнал;
  4. Контроллер по алгоритму рассчитывает расход воздуха через регулируемые заслонки и пересчитывает общий расход воздуха и соответственно значения давлений перед каждой заслонкой по алгоритму используя зависимости. При этом единственная переменная это расход воздуха –  $G$ . Остальные значения заданы как константы, определяемые для каждого участка сети;
  5. По мере изменения графика давлений по длине всей сети, обеспечивается снижение давления нагнетания вент. установки по преобразователю давления установленному сразу после вент. установки, таким образом, чтобы сохранять значения давлений в расчетных точках в пределах 10% от заданных изначально;
  6. При необходимости сбора нескольких сигналов с одного помещения, либо управления несколькими приводами в пределах одного помещения, применяются локальные коммутаторы, для которых может быть задан независимый алгоритм, для конкретного помещения;
- При работе данного алгоритма всегда задействуются только те заслонки, которые участвуют в регулировании воздухообмена, конкретного помещения. Постоянство расхода на остальных заслонках, обеспечивается поддержанием графика распределения давлений, согласно заданному алгоритму.

## Принцип управления динамической системой вентиляции





**DCGAr**

- Возможность смены положения площадки под электропривод на  $90^\circ$
- Резиновые уплотнители на поворотном механизме и патрубках – повышенная герметичность
- Шток и площадка под установку ручного или электропривода в комплекте



**DCr**

**При данной системе регулировки расхода воздуха к регулирующим заслонкам предъявляются следующие требования**

- Повышенная герметичность (при полном закрытии допустимое пропускание не более 2%;
- Полная плавность хода;

## Энергосберегающий потенциал динамической системы вентиляции

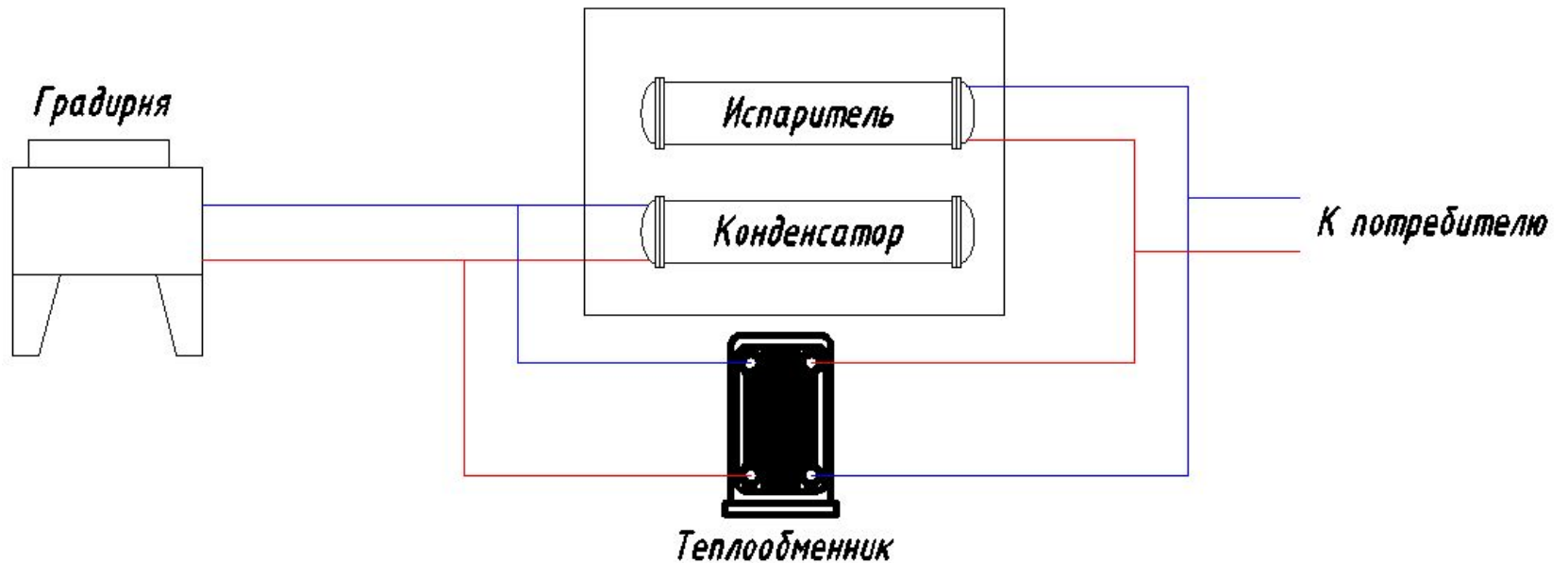
Энерго-сберегающий потенциал динамической системы вентиляции во многом зависит от режима работы помещений, его можно оценить ориентировочно для различных назначений зданий и помещений:

<b>Назначение</b>	<b>Ориентировочная экономия в % от общей потребляемой тепловой и электрической мощности на вентиляцию и кондиционирование</b>	<b>Ориентировочный срок окупаемости системы</b>
Офисы	30-50%	5-7 лет
Магазины	40-70%	3-5 лет
Односменные производства	20-30%	2-3 года
Двух сменные производства	15-25%	2-3 года
Спорт-залы	30-40%	5-7 лет

**Энергосбережение в системах  
холодоснабжения, различные  
методы, оценка потенциала  
энергосбережения для  
различных систем**



## Система свободного охлаждения



## Оценка эффективности свободного охлаждения

$$\varepsilon = \frac{Q_{эл.гр}}{Q_{эл.хол.маш}}$$

Где:

$Q_{эл.гр}$  – потребляемая мощность градирен при необходимой холодильной мощности в зимний период, кВт

$Q_{эл.хол.маш}$  – потребляемая мощность градирен при необходимой холодильной мощности в зимний период, кВт

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \varepsilon k_i \tau_i Q_{хол.з.i}$$

Где:

$k_i$  – коэффициент трансформации для каждого периода;

$\tau_i$  – длительность расчетного периода;

$Q_{хол.з.i}$  – необходимая холодильная мощность для каждого периода;

Как правило применение свободного охлаждения выгодно при любом соотношении мощностей для зимнего и для летнего периодов

Примечание: суммирование производится по периодам, где возможна работа как хол.

Машин, так и режима свободного охлаждения

## Применение орошаемых градирен

$$\tau_T = 24 \sum_{k=1}^8 \gamma_T \beta n_k$$

Где:

$\beta$  – количество дискретных шагов температуры (например: от 30С до 28С, принимается температура 30С -  $\beta$  при этом равно 2, от 6С до 0С, принимается температура 6С -  $\beta$  при этом равно 6 и т.д.);

$\gamma_T$  – суточный весовой коэффициент смещения времени стояния температуры

$$Q_{\text{эл.хол.маш}} = Q_{\text{хол}} / (EER * T_{\text{конд.расч}} / T_{\text{конд.реал}})$$

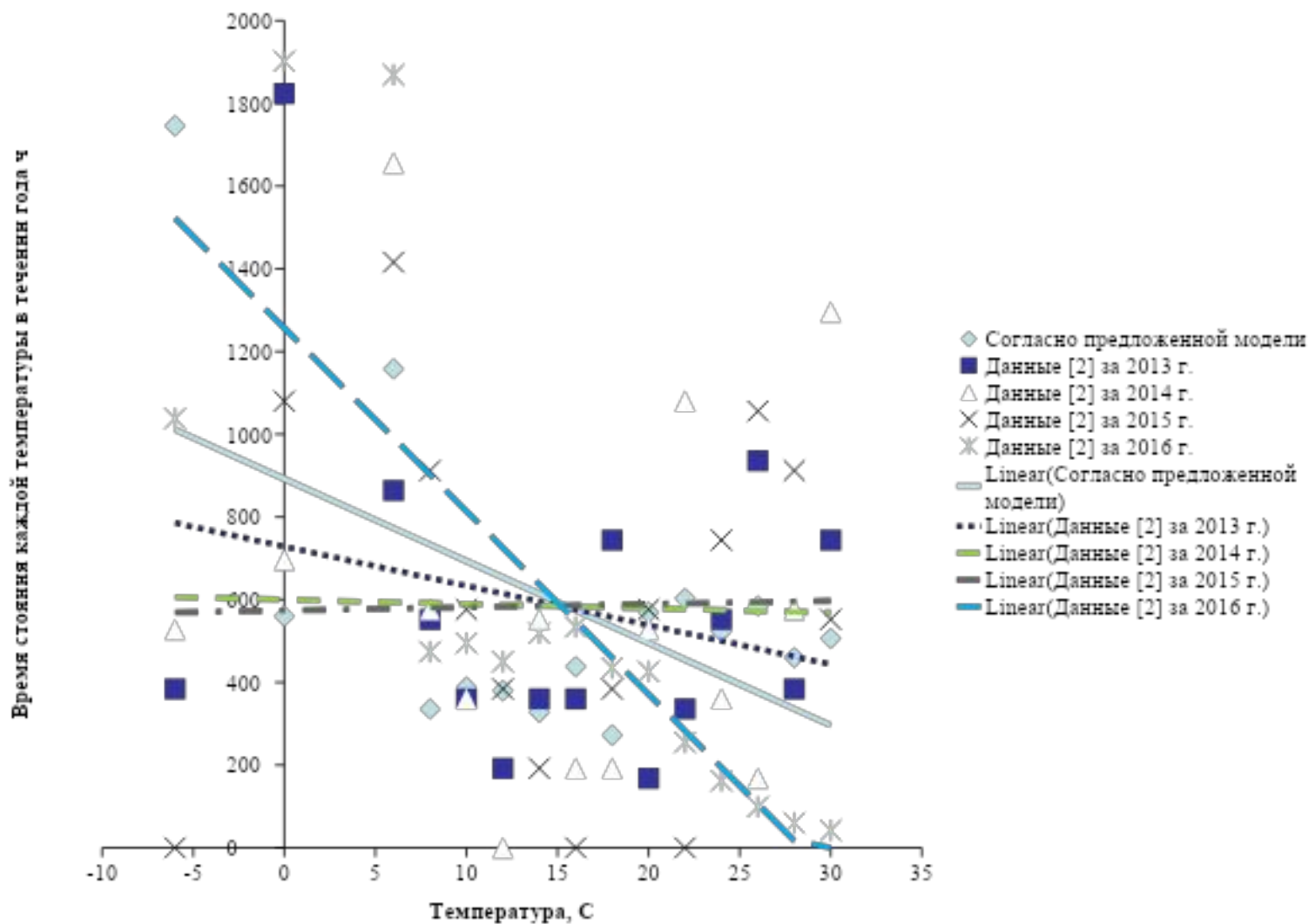
Где:

EER – холодильный коэффициент чиллеров в расчетном режиме;

$T_{\text{конд.расч}}$  – средняя-расчетная температура конденсации;

$T_{\text{конд.реал}}$  – средняя температура раствора конденсации в текущем режиме работы;

## Применение орошаемых градиен



## Применение орошаемых градирен

$$V_{\text{сумм}} = 3600 \tau_{\text{T}} V_{\text{гр}} - z F_{\text{гр}} / (3600 \tau_{\text{T}})$$

Где:

$V_{\text{сумм}}$  – суммарный необходимый объем воды на орошаемые градирни за весь период, м<sup>3</sup>;

$\tau_{\text{T}}$  – продолжительность периода, ч;

$V_{\text{гр}}$  – расчетный расход воды по данным производителя, м<sup>3</sup>/с;

$z$  – норма осадков за период, мм (по данным таблицы 2, только для периодов с осадками в виде дождей);

$F_{\text{гр}}$  – суммарная площадь градирен в плане, м<sup>2</sup>;

$$Q_{\text{эл.воды}} = V_{\text{сумм}} \Delta P / \eta$$

Где:

$\Delta P$  – перепад давления, с учетом системы водоподготовки, подъема в скважине и перекачки воды по трубопроводам (суммарно порядка 1000кПа: 75м – скважина, 150кПа – потери на водоподготовке, 100кПа – общие потери в сетях);

$\eta$  – осредненный КПД всех насосов;

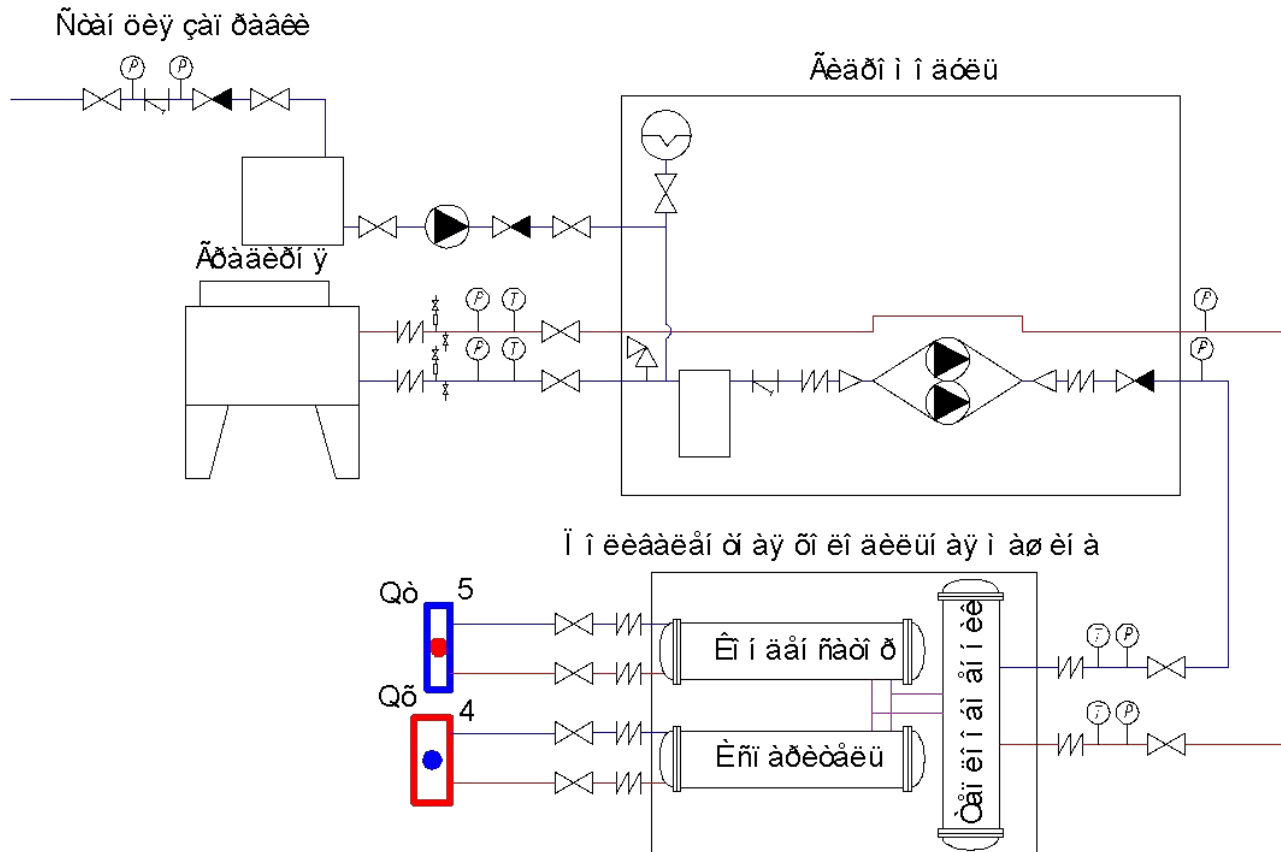
Примет расчета энергопотребления систем с орошаемыми (А) и с сухими (Б) градирнями для системы общей холодильной мощностью 10500кВт

Период, к	Общее энергопотребление системы А ЭлБ, МВт*ч	Общее энергопотребление системы Б ЭлВ, МВт*ч
1	674,18	1567,85
2	229,14	532,89
3	294,32	598,53
4	745,47	995,27
5	3533,73	4002,81
6	332,86	601,49
7	234,95	527,97
8	187,25	435,46
<b>Итого за год</b>	<b>6231,90</b>	<b>9262,28</b>

**Сроки окупаемости орошаемых градирен при различных хол. мощностях:**

- До 1000кВт: 5-8лет;
- 1000-5000кВт: 2-3 года;
- Свыше 5000кВт: дешевле системы с неорошаемыми градирнями

## Поливалентные холодильные машины (Rhoos TXHEBY)



## Экономическая целесообразность поливалентных машин

1. При работе в контуре осушения обеспечивает от **10%** экономии потребляемой тепловой мощности;
2. При соотношении тепло/холодо потребления от  $\frac{1}{2}$  до 2 обеспечивает экономию до **15-20%** от стоимости холодильных машин, а также экономию средне-годового энергопотребления до **30%**.



# **Технико-экономические обоснования. Оптимальные схемы для различных типов зданий**

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
Офисные здания	0-1000м <sup>2</sup>	- Приточно-вытяжная вентиляция на базе канальных установок Shuft или естественная вентиляция - VRF система на базе Ballu Machine или Electrolux
	1000-10 000м <sup>2</sup>	- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine - Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с выносным конденсатором Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.
	Более 10 000м <sup>2</sup>	- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine - Система чиллер-фанкойл на базе чиллеры с воздушным охлаждением конденсатора Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
<b>Много-функциональные комплексы</b>	5 000-10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с выносным конденсатором Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> </ul>
	Более 10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с водяным охлаждением конденсатора Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> <li>- Система свободного охлаждения на базе градирен Thermokey</li> </ul>

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
Детские сады	До 1000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Естественная вентиляция;</li> <li>- На отдельные помещения небольшие канальные установки Shuft</li> <li>- Если есть кухня полного цикла, возможно применить центральный кондиционер Weger или Ballu Machine</li> <li>- Сплит-системы;</li> </ul>
	1000-5 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Естественная вентиляция;</li> <li>- На отдельные помещения небольшие канальные установки Shuft</li> <li>- Если есть кухня полного цикла, возможно применить центральный кондиционер Weger или Ballu Machine</li> <li>- VRF система;</li> </ul>

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
<b>Магазины</b>	0-1000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе канальных установок Shuft или естественная вентиляция</li> <li>- VRF система на базе Ballu Machine или Electrolux</li> </ul>
	1000-10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с выносным конденсатором, а также охладители на вент. установках.</li> </ul>
	Более 10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с водяным охлаждением конденсатора Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> <li>- Система свободного охлаждения на базе градирен Thermokey</li> </ul>

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
Зрительные залы	До 1000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Центральный кондиционер на базе Weger или Ballu Machine</li> <li>- VRF система на базе Ballu Machine или Electrolux</li> </ul>
	1000-10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с выносным конденсатором Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> </ul>
	Более 10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с воздушным охлаждением конденсатора Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> <li>- В некоторых случаях возможно применение встроенного свободного охлаждения</li> </ul>

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
Спортивные залы	До 1000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе канальных установок Shuft или естественная вентиляция</li> <li>- VRF система на базе Ballu Machine или Electrolux</li> </ul>
	1000-10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с выносным конденсатором Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> </ul>
	Более 10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с воздушным охлаждением конденсатора Rhoss или Ballu Machine, а также охладители на вент. установках.</li> <li>- В некоторых случаях возможно применение встроенного свободного охлаждения</li> </ul>

Тип здания	Площадь здания	Предположительная оптимальная схема
Кафе, рестораны	До 1000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе канальных установок Shuft или естественная вентиляция</li> <li>- VRF система на базе Ballu Machine или Electrolux</li> </ul>
	1000-10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с выносным конденсатором, а также охладители на вент. установках.</li> </ul>
	Более 10 000м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приточно-вытяжная вентиляция на базе модульных систем Weger или Ballu Machine</li> <li>- Система чиллер-фанкойл на базе чиллера с водяным охлаждением Rhoss или Ballu Machine конденсатора, а также охладители на вент. установках.</li> <li>- Система свободного охлаждения на базе градирен Thermokey</li> </ul>



**ВСЕМ СПАСИБО!!!**