

Микроклимат, вентиляция

**СанПиН 2.2.4.548 – 96**

**«Гигиенические требования к  
микроклимату  
производственных**

**помещений»**



# Микроклимат производственного помещения

- сочетание температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности и тепловым излучением от нагретых поверхностей

# Температу

°C – градус

Цельсия

Фаренгейта

$$t_F = t_C \cdot \frac{9}{5} + 32 = 32 + 2 * t_C \cdot \left(1 - \frac{1}{10}\right)$$

$$t_C = (t_F - 32) \cdot \frac{5}{9} = \left(\frac{t_F - 32}{2}\right) \cdot \left(1 + \frac{1}{9}\right)$$

$$°C = K - 273,15$$

Температура

```
graph TD; A[Температура] --- B[Перегрев]; A --- C[Охлаждение];
```

Перегрев

Охлаждение

# Влажност ь

Абсолютна  
я

Максимальна  
я

Относителна  
я

# Влажность

- определяется содержанием в воздухе водяных паров

## Абсолютная влажность (А)

- масса водяных паров, содержащихся в данный момент в определенном объеме воздуха

# Максимальная влажность (*M*)

- максимально возможное содержание водяных паров в воздухе при данной температуре (состояние насыщения)

# Относительная влажность (*B*)

$$B = \frac{A}{M} \cdot 100 \quad \%$$

# Влажност ь

Пониженная  
Менее 25 %

Оптимальная  
40 -60 %

Повышенная  
Более 75%



# Подвижность воздуха

- Человек начинает ощущать движение воздуха при его скорости примерно 0,1 м/с

# Микроклиматические условия

```
graph TD; A[Микроклиматические условия] --> B[Оптимальные]; A --> C[Допустимые];
```

Оптимальные

Допустимые

# Оптимальные микроклиматические условия

- сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции.

# Допустимые микроклиматические условия

- сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряженную работу механизма терморегуляции, не выходящую за пределы физиологических приспособительных возможностей.

# Оптимальные параметры микроклимата

- Строго определенное сочетание значений температуры, относительной влажности и подвижности воздуха.

# Принцип нормирования параметров микроклимата

- Параметры микроклимата устанавливаются в зависимости от тепловой характеристики производственного помещения, периода года и категории тяжести работы.

# Периоды года

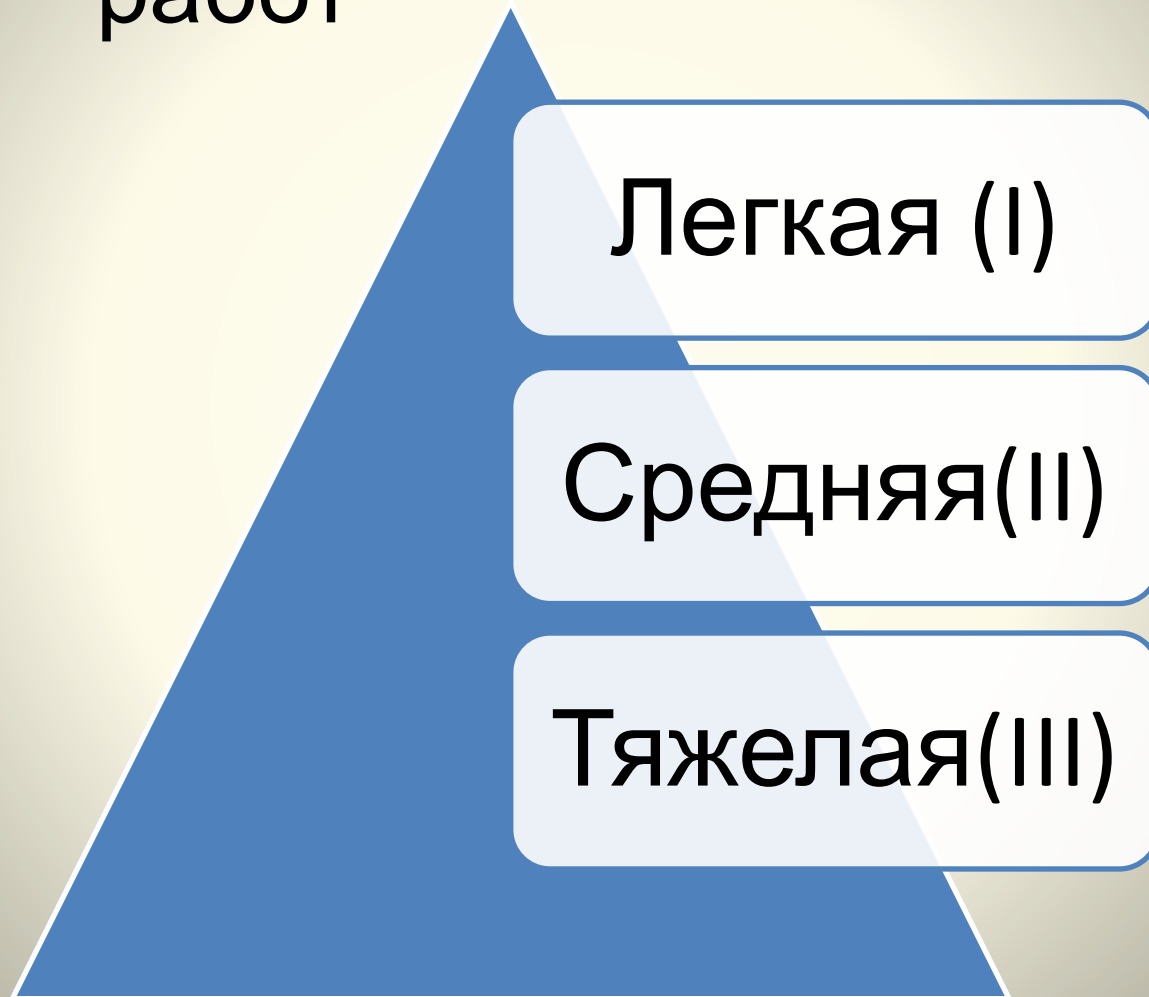
```
graph TD; A[Периоды года] --> B[Холодный  
Ниже + 10° С]; A --> C[Переходный  
+ 10° С]; A --> D[Теплый  
Выше + 10° С];
```

Холодный  
Ниже + 10° С

Переходный  
+ 10° С

Теплый  
Выше + 10° С

# Категории тяжести работ





Категория тяжести работ		Энергозатраты	
		ккал/час	Вт/ч
Легкая	I а	до 120	до 139
	I б	от 120 до 150	140 - 174
Средняя	II а	от 150 до 200	175 - 232
	II б	от 200 до 250	233 - 290
Тяжелая	III	свыше 250	свыше 290

# Источники избыточного тепла в помещении

Люди

Солнечная радиация

Греющиеся поверхности

Лампы  
накаливания

# Вентиляция производственных помещений

- Система мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологических условий и чистоты воздушной среды, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям.

По способу перемещения  
воздуха:

- **ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- Естественная
- Механическая

# Перемещение воздуха в системах естественной вентиляции

происходит:

- вследствие разности температур наружного (атмосферного) воздуха и воздуха в помещении (**АЭРАЦИИ**);
- - вследствие разности давлений "воздушного столба" между нижним уровнем (обслуживаемым помещением) и верхним уровнем - вытяжным устройством (дефлектором), установленным на кровле здания;
- - в результате воздействия ветрового давления.

По

назначению:

- **ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- Приточная
- Вытяжная

# Естественная приточно-вытяжная вентиляция

- Полуорганизованная
- Неорганизованная

# Естественная полуорганизованная вентиляция

- **вытяжка** естественная организованная
- **приток** – неорганизованный: через окна, двери.



вытяжка естественная  
организованная



хороша  
я



плоха  
я

По зоне  
обслуживания:

- **ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- Местная
- Общеобменная

По

конструкции:

- **ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- Наборная
- Моноблочная

# КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

- Процесс создания и автоматического поддержания в производственном помещении определенных заданных однозначных параметров воздушной среды

# ВЫБОР СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

- по объему воздуха, приходящегося на человека
- через коэффициент кратности

# По объему воздуха

- 40 м<sup>3</sup> и более – система вентиляции естественная.
- от 30 м<sup>3</sup> до 40 м<sup>3</sup> - вытяжка механическая, приточная система – естественная
- от 20 м<sup>3</sup> до 30 м<sup>3</sup> - система вентиляции комбинированная: приточно - вытяжная механическая система

# Через коэффициент кратности

- Рассчитывается воздухообмен для ассимиляции определенного вида загрязнения воздуха рабочей зоны

# Виды загрязнения воздуха рабочей зоны

- Тепловая загрязненность
- Загазованность
- Запыленность
- Влагоизбытки



# Расчет воздухообмена по теплоизбыткам

1. Тепло, излучаемое работающим персоналом (от людей).

$$Q_{\text{л}} = q \times n \quad \begin{array}{l} \text{Ккал/} \\ \text{ч} \end{array}$$

Где:

q- энергозатраты при определенной категории тяжести.

Ккал/ч

n- количество людей

## 2. Тепло, излучаемое

$$Q_{об} = \alpha \times F \times (t_{ст} - t_{раб.зон.}) \times n \times N \quad \text{Ккал/}$$

$\alpha$	коэффициент теплоотдачи, Ккал/м <sup>2</sup> °С для горизонтальных поверхностей 5,6-8,5 для вертикальных поверхностей 4,5-6,5
$F$	площадь поверхности соответственно горизонтальной и вертикальной поверхности оборудования, м <sup>2</sup>
$t_{ст}$	температура стенки (поверхности оборудования), °С
$t_{раб зон}$	температура рабочей зоны, °С
$n$	количество, соответственно горизонтальных и вертикальных поверхностей оборудования
$N$	количество, установленного оборудования

### 3. Тепло, поступающее от солнечной радиации

$$Q_{\text{сол.рад.}} = \mu \times F \times q_{\text{сол.рад.}} \times n \quad \text{Ккал/ч}$$

$\mu$	коэффициент, зависящий от вида остекления и качества стекла
$F$	площадь окна, м <sup>2</sup>
$q_{\text{сол.рад}}$	количество тепла, проходящее через 1м <sup>2</sup> поверхности окна в единицу времени, Ккал/ч м <sup>2</sup>
$n$	количество окон

# Расчет воздухообмена для ассимиляции теплоизбытков

$$V_{\text{выт}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} Q_i}{C \times \rho_{\text{выт}} (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})} \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$\sum Q_i$	суммарные теплоизбытки, от учтенных источников ( $Q_{\text{л}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{сол рад}}$ ), Ккал/час
$C$	теплоемкость удаляемого воздуха, Ккал/кг °С
$\rho_{\text{выт}}$	плотность уходящего воздуха, кг/м <sup>3</sup>
$t_{\text{пр}}$	температура приходящего воздуха, °С
$t_{\text{ух}}$	температура уходящего воздуха, °С $t_{\text{ух}} = t_{\text{пр}} + \Delta t$
$\Delta t$	изменение температуры на 2 °С на каждый метр высоты выше рабочей зоны
$N$	количество, установленного оборудования

$$n_{\text{выт}} = \frac{V_{\text{выт}}}{V_{\text{пом}}} \quad \text{ч}^{-1}$$

Коэффициент кратности показывает сколько раз за час необходимо поменять объем воздуха равный объему помещения.

Количество приточного воздуха  
определяется через уравнение баланса

$$G_{\text{ВЫТ}} = G_{\text{ПРИТ}}$$

G

Количество воздуха, кг/ч

$$G_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}} = G_{i\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}} + G_{i\hat{o}}^{\hat{a}\hat{n}\hat{o}} \hat{e}\hat{a}/\hat{\div}\hat{a}\hat{n}$$

$$G_{i\hat{o}}^{\hat{a}\hat{n}\hat{o}} = V_{i\hat{n}} \rho_{i\hat{o}} \hat{e}\hat{a}/\hat{\div}\hat{a}\hat{n}$$

$$G_{i\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}} = G_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}} - G_{i\hat{o}}^{\hat{a}\hat{n}\hat{o}} \hat{e}\hat{a}/\hat{\div}\hat{a}\hat{n}$$

$$G_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}} = V'_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} \rho_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} \hat{e}\hat{a}/\hat{\div}\hat{a}\hat{n}$$

$$G_{i\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}} = V'_{i\hat{o}} \rho_{i\hat{o}} \hat{e}\hat{a}/\hat{\div}\hat{a}\hat{n}$$

$$V'_{i\hat{o}} = \frac{G_{i\hat{o}}^{i\hat{a}\hat{o}}}{\rho_{i\hat{o}}} \hat{i}^3 / \hat{\div}\hat{a}\hat{n}$$



# Качество воздуха рабочей зоны

## Критерии качества воздуха

- ПДК - Предельно допустимая концентрация - Концентрация вредного вещества безопасная для организма человека на протяжении всего рабочего стажа на производстве
- ОБУВ - ориентировочный безопасный уровень воздействия

## Нормативные документы для ПДК и ОБУВ

ГН 2.2.5.1313 - 05 "Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны".

ГН 2.2.5.1314 - 05 "Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны".

- **Классы опасности веществ**
- **1. Чрезвычайно опасные**
- **2. Особо опасные**
- **3. Опасные**
- **4. Малоопасные**

# Фактическая концентрация

$$C_{\text{ф}} = \frac{M}{V} \quad \text{мг/м}^3$$

<b>M</b>	количество вредного вещества в рабочей зоне, мг
<b>V</b>	Объем помещения, м <sup>3</sup>

Согласно Р 2.2.2006-05 **Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда**

$C_{\phi} \leq 0,8$  ПДК

$C_{\phi} \leq 0,8$  ОБУВ

# Расчет воздухообмена для ассимиляции избытков по загазованности и пыли

$$V_i = \frac{G_i}{0,8 \text{ ПДК (или ОБУВ)}} \text{ м}^3/\text{ча}$$

$G_i$  - количество вредного вещества,  
поступившего в воздух рабочей  
зоны

## Расчет воздухообмена для ассимиляции избытков по загазованности и пыли

1. Расчет ведется по каждому загрязняющему веществу (ЗВ)
2. Если ЗВ только 1 и 2 классы опасности - воздухообмены суммируются для максимального 1-ого и 2-ого классов
3. Если ЗВ только 3 и 4 классы опасности - за расчетный воздухообмен принимается максимальный полученный  
  - а. Если воздухообмен по 1-ому и 2-ому классам превышает воздухообмен по 3-ему и 4-ому, то он принимается за расчетный.
  - б. Если меньше - они суммируются и принимаются за расчетный.
4. Если ЗВ всех классов опасности полученный воздухообмен принимается за расчетный.

# Методы расчета количества вредных веществ

- Балансовый
- Удельных выделений
- Эмпирический



## Порядок выбора системы вентиляции

1. Рассчитывается воздухообмен на вытяжку
2. Определяется коэффициент кратности и по нему устанавливается система вытяжной вентиляции
3. Составляется уравнение баланса
4. Определяется объем приточного воздуха
5. Рассчитывается коэффициент кратности на приток и устанавливается