

# Микроклимат производственных помещений

**Микроклимат производственных помещений** – это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, °С; относительной влажности, %; скорости движения воздуха, м/с; интенсивности теплового облучения, Вт/м<sup>2</sup>; температуры поверхностей ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д.), °С.



- **Допустимыми** считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.
- **Оптимальными** являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.



- Создание **оптимальных** метеорологических условий в производственных помещениях является сложной задачей, решить которую можно за счет применения следующих мероприятий и средств:
- - **усовершенствование технологических процессов и оборудования:** внедрение новых технологий и оборудования, не связанных с необходимостью проведения работ в условиях интенсивного нагрева даст возможность уменьшить выделение тепла в производственные помещения
- - **рациональное размещение технологического оборудования:** основные источники тепла желательно размещать непосредственно под аэрационным фонарем, около внешних стен здания и в один ряд на таком расстоянии друг от друга, чтобы тепловые потоки от них не перекрещивались на рабочих местах. Автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами позволяют во многих случаях вывести человека из производственных зон, где действуют неблагоприятные факторы.

- - **рациональная вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха:** они являются наиболее распространенными способами нормализации микроклимата в производственных помещениях. Создание воздушных и водовоздушных душей широко используется в борьбе с перегревом рабочих в горячих цехах.
- - **рационализация режимов труда и отдыха:** достигается сокращением длительности рабочего времени за счет дополнительных перерывов, созданием условий для эффективного отдыха в помещениях с нормальными метеорологическими условиями.
- - **применение, теплоизоляции оборудования и защитных экранов:** в качестве теплоизоляционных материалов широко используют: асбест, асбоцемент, минеральную вату, стеклоткань, керамзит, пенопласт.
- - **использование средств индивидуальной защиты.**

# Классификация производственного микроклимата



- **Нейтральный микроклимат** – такое сочетание параметров микроклимата, при котором разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах  $\pm 2$  Вт, а доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.
- **Охлаждающий микроклимат** - сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в теле человека ( $> 2$  Вт).
- **Нагревающий микроклимат** – сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место накопление тепла в организме ( $> 2$  Вт) или увеличение доли потерь тепла испарением влаги ( $> 30\%$ ).

# *Классификация*

## *производственного микроклимата*

- **1. Микроклимат производственных помещений, в которых технология производства не связана со значительными тепловыделениями.**
- **Микроклимат этих помещений в основном зависит :**
  - ● **климата местности,**
  - ● **отопления**
  - ● **вентиляции.**

# **Микроклимат производственных помещений со значительными тепловыделениями:**

- котельные,
- кузнечные,
- мартеновские и доменные печи,
- хлебопекарни,
- цеха сахарных заводов и др.

**В горячих цехах большое влияние на микроклимат оказывает тепловое излучение нагретых и раскаленных поверхностей**



**3. Микроклимат производственных помещений с искусственным охлаждением воздуха. К ним относятся различные холодильники.**

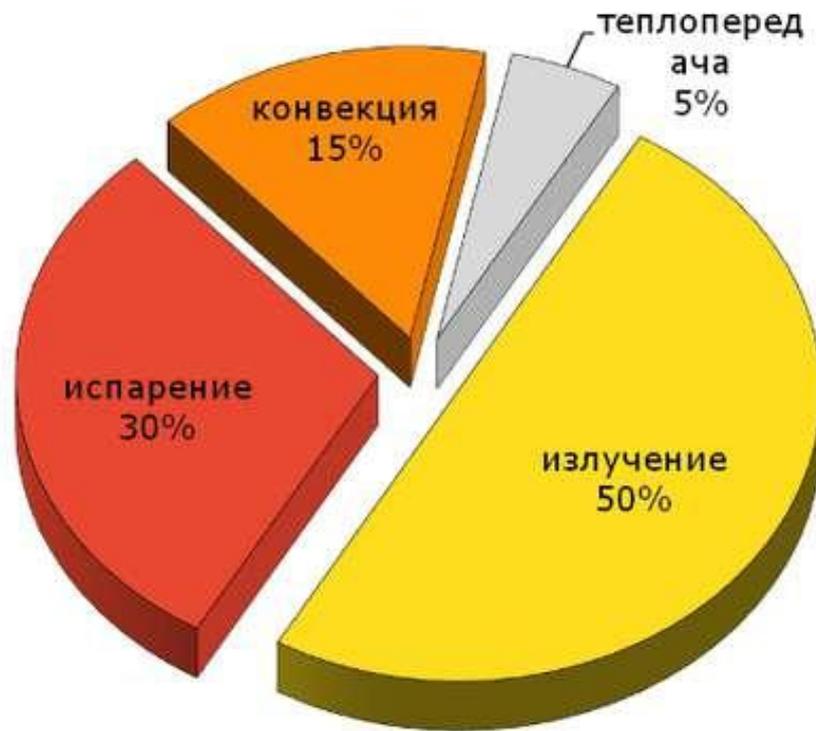


**4. Микроклимат открытой атмосферы, зависящий от климато-погодных условия (например, сельскохозяйственные, дорожные и строительные работы).**



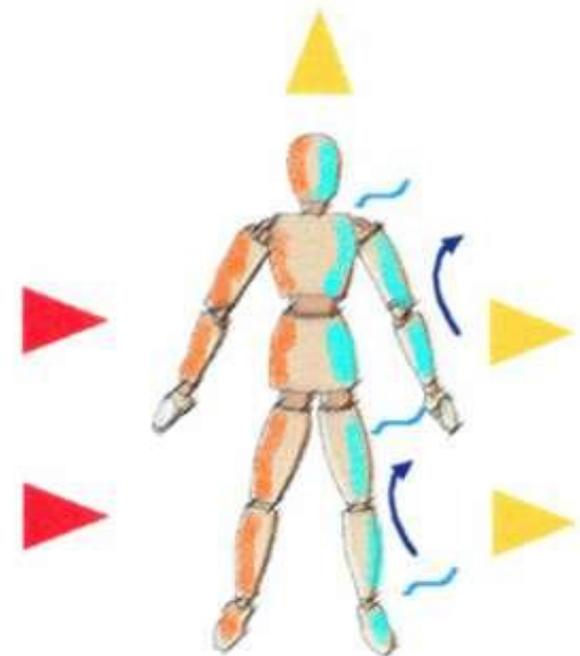
# Основная роль в теплообменных процессах у человека принадлежит физиологическим механизмам регуляции отдачи тепла

## Идеальный теплообмен для человека



Тепловой комфорт представляет собой условие, при котором тело способно поддерживать тепловой баланс.

- излучение
- испарение
- конвекция
- передача



## Отдача тепла от тела человека

Теплопродукция организма отдаётся в окружающую среду посредством конвекции, излучением тепла и испарением влаги с поверхности кожи.

Тепло, передающееся **конвекцией**  $Q_k$  (вт) определяется:

$$Q_k = \alpha F (t_m - t_v),$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, который зависит от скорости движения воздуха, вт/(м<sup>2</sup>\*град.);  $F$  - площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;  $t_m$ ,  $t_v$  - температура тела и воздуха.

**Конвективная** отдача тепла зависит от скорости движения и температуры воздуха.

Отдача тепла **излучением**  $Q_{\text{изл.}}$  (вт) происходит, если температура тела больше температуры стен.

# Отдача тепла от тела человека

Теплоотдача за счёт **испарения** влаги  $Q_{\text{исп.}}$  (Вт) с поверхности кожи зависит от влажности воздуха, а для открытых участков тела ещё и от скорости его движения.

Абсолютная влажность воздуха ( $A$ , г/кг) - это количество водяного пара, содержащегося в 1кг воздуха при данной температуре и давлении.

Максимальная влажность ( $F$ , г/кг) - это количество водяного пара, которое может содержаться в 1кг воздухе при тех же условиях.

Относительная влажность  $\varphi$  определяется:

$$\varphi = \frac{A}{F} 100, \%$$

# Уравнение теплового комфорта

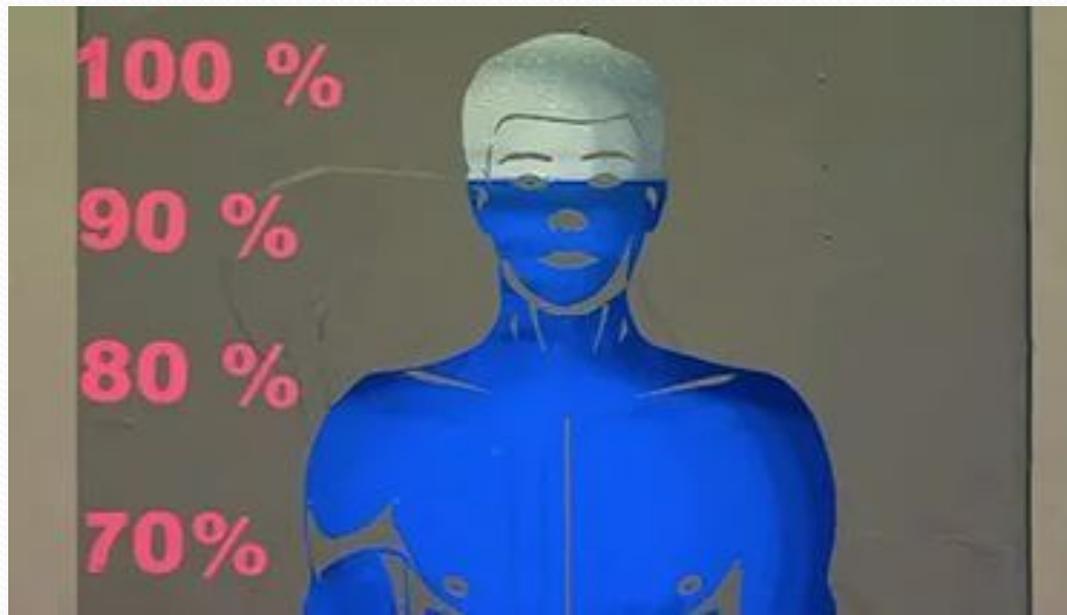
Нормальные для определённого вида деятельности теплоощущения человека характеризуются уравнением теплового комфорта:

$$Q_T = Q_K + Q_{\text{изл.}} + Q_{\text{исп.}}$$

В организме человека имеется психофизиологическая система **терморегуляции**, позволяющая ему адаптироваться к изменениям климатических факторов и поддерживать нормальную постоянную температуру тела. Терморегуляция осуществляется двумя процессами: выработкой тепла и теплоотдачей, течение которых регулируется **ЦНС**. При нарушении этого уравнения возможно ухудшение самочувствия, переохлаждение или перегрев организма.

# Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека.

- 1. **Обезвоживание организма** - считается допустимым для человека снижение его массы на 2...3 % путем испарения влаги. Обезвоживание на 6% влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения; испарение влаги на 15...20 % приводит к смертельному исходу.



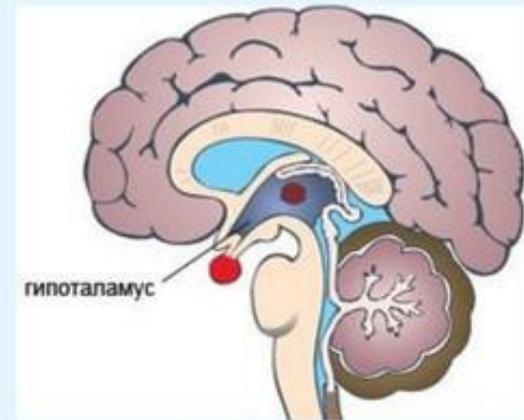
# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

- это процессы регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека, что позволит сохранить температуру внутренних органов около 36.6 град.

*Способы терморегуляции:*

1. Биохимический – за счет изменения окислительных процессов в организме;
2. Изменение интенсивности кровообращения;
3. Изменение интенсивности потовыделения (до 90% на данный фактор);

Центр терморегуляции – гипоталамус  
(промежуточный мозг)



# Гипотермия

**Гипотермия (переохлаждение) начинается, когда теплопотери становятся больше теплопродукции организма, а система терморегуляции не справляется с этими изменениями.**

$$(Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.}) > Q_m$$

**Нарушается кровоснабжение, что вызывает такие простудные заболевания, как невриты, радикулиты, заболевания верхних дыхательных путей.**

**В результате гипотермии наблюдается отклонение от нормального поведения, а затем апатия, усталость, ложное ощущение благополучия, замедленные движения, угнетение психики, а в тяжёлых случаях - потеря сознания и летальный исход.**

# Производственно-обусловленные заболевания при гипотермии

- Рост:
- Заболеваний ССС на 50%
- Артериальной гипертонии на 30–90%
- Ишемической болезни сердца в 3–4 раза
- Лёгочных заболеваний в 1,5–3 раза
- Болезней уха, горла, носа в 2 раза
- Болезней эндокринной системы
- Язвенной болезни желудка
- Облитерирующий эндартериит
- Вегетативно–сенсорная полиневропатия (ангионевроз)

# Профилактика переохлаждения организма

- **1. Архитектурно–планировочные мероприятия:**  
Строительство зданий с учетом сторон света, розы ветров
- **Устройство ворот, проемов–завес, шлюзов, двойное – тройное застекление окон**
- **Теплоизоляция полов, стен, окон, дверей**
- **Напольная система обогрева**
- **Эффективная система отопления**

## 2. Системы отопления

Потери теплоты в помещении  $Q_{\Pi}$  складываются из потерь на ограждениях  $Q_{огр.}$  и на остеклении  $Q_{ост.}$ . Система отопления должна иметь теплопроизводительность не меньше, чем величина теплотерь.

$$Q_n = Q_{огр.} + Q_{ост.};$$

$$Q_{огр.} = F_{огр.} K_{огр.} (t_{вн.} - t_{нар.});$$

$$Q_{ост.} = F_{ост.} K_{ост.} (t_{вн.} - t_{нар.}),$$

где  $F_{огр.}$ ,  $F_{ост.}$  - площадь ограждений и остекления,  $m^2$ ;

$K_{огр.}$ ,  $K_{ост.}$  - коэффициенты теплопередачи,  $вт/(m^2 * град.)$ ;

$t_{вн.}$ ,  $t_{нар.}$  - температура внутреннего и наружного воздуха,  $^{\circ}C$ .

# Улучшение микроклимата

**достигается:**

**В холодный период года применением теплоизолирующих материалов и систем отопления.**

**Системы отопления делят на:**

---

**паровые;**

**водяные;**

**воздушные;**

**электрические;**

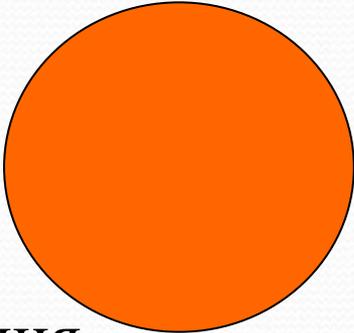
**топливные.**

**Цель отопления - компенсировать потери теплоты.**

## **2. Организационные мероприятия**

- **Обеспечение СКЗ и СИЗ**
- **Рациональный режим труда и отдыха: перерывы для согревания**
- **В бытовке температура 23°C,**
- **Местный лучистый обогрев для рук +35 °С, для ног +45 °С.**
- **Прием горячего чая, горячей пищи**
- **Сушилki для обуви и одежды**

### 3. Лечебно–профилактические мероприятия

- Закаливание
  - УФО, физические упражнения, витаминотерапия
  - Предварительные мед. Осмотры
  - Противопоказания к работе: заб. эндокринной системы, б–ни обмена веществ, органов кроветворения, хр. заб. дыхательных путей, печени, почек, периферических сосудов, нервов, суставов.
  - Периодические осмотры 1 раз в 2 года
- 

# Гипертермия

Гипертермия (перегрев) наблюдается при нарушении уравнения теплового комфорта, когда внешняя теплота  $Q_{в.т}$  суммируется с теплопродукцией организма, и эта сумма превышает величину теплопотерь.

$$(Q_m + Q_{в.т}) > (Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.})$$

При гипертермии возникает головная боль, учащённый пульс, снижение артериального давления, поверхностное дыхание, тошнота. При тяжёлом поражении возможна потеря сознания. Эти симптомы характерны для теплового и для солнечного удара.

*Повышенная влажность воздуха более 75% ускоряет развитие гипертермии и гипотермии.*

# Производственно–обусловленные заболевания при гипертермии

- Язвенная болезнь желудка и 12 п. кишки
- Рост заболеваний органов дыхания и мочеполовой системы на 30–50%,
- Судорожные состояния на фоне обезвоживания,
- Тепловой удар
- Солнечный удар
- Катаракта под воздействием инфракрасных излучений

# Профилактика перегрева организма

- 1. Архитектурно–планировочные мероприятия:
- Строительство с учетом сторон света
- Учет санитарно–защитных зон (50см от нагревательных приборов и >)
- Жалюзи, занавеси, козырьки на окнах

## 2. Инженерно–технологические мероприятия

- Изменение технологии с уменьшением количества источников тепла, физических усилий, напряжения внимания
- Уменьшение времени контакта с нагреваемой поверхностью
- Ограничение источников тепла
- Механизация тяжелого физического труда
- Дистанционное управление
- Роботизация процессов
- Локализация тепловыделений (экраны)
- Правильно организованная рациональная вентиляция

# Организационные мероприятия



- Обеспечение средствами СКЗ и СИЗ
- Рациональный режим труда и отдыха (при  $+25^{\circ}\text{C}$  перерыв 10 мин через 50 мин;  $+35^{\circ}\text{C}$  перерыв 15 мин через 45 мин;  $>+35^{\circ}\text{C}$  работают утром и вечером)
- Организация питания и питьевого режима
- Комнаты отдыха
- Тепловая тренировка



# лечебно–профилактические мероприятия

- Предварительные медосмотры
- Противопоказания к работе: органические заболевания ССС, почек, желудка, кожи, эндокринных желез, онкозаболевания)
- Периодические осмотры
- 1 раз в 2 года



## **Нормирование микроклимата**

**Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются:**

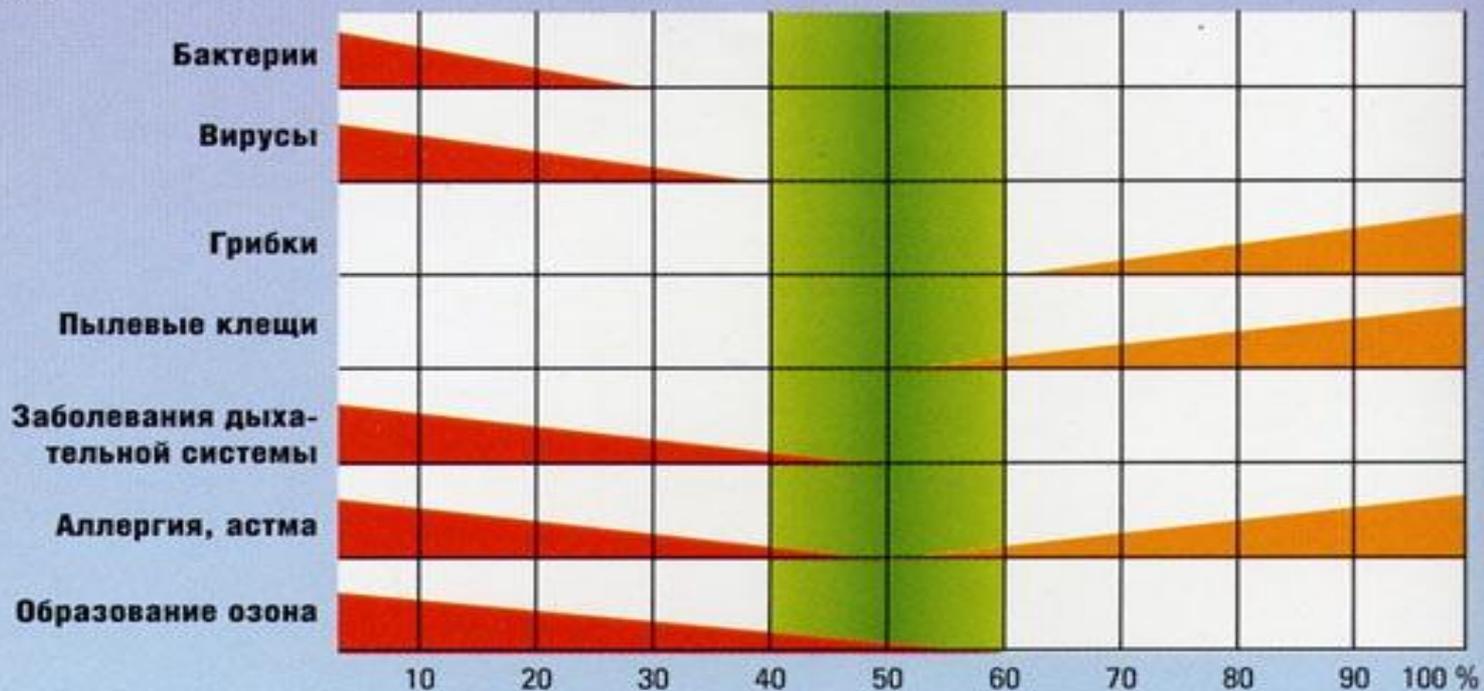
- 1) ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»**
- 2) СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».**

# Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года          | Категории работ      | Температура воздуха, °С |                   |                |             | Относительная влажность, % |                       | Скорость движения воздуха, м/с               |  |              |
|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------|-------------|----------------------------|-----------------------|--|--|--------------|
|                      |                      | оптимальная             | допустимая        |                | оптимальная | допустимая                 | оптимальная, не более | допустимая                                   |  |              |
|                      |                      |                         | Верхняя граница   | Нижняя граница |             |                            |                       |  |  |              |
|                      |                      |                         | На рабочих местах |                |             |                            |                       | На рабочих местах, постоянных и непостоянных | На рабочих местах, постоянных и непостоянных |              |
| Постоянных           | Непостоянных         | Постоянных              | Непостоянных      |                |             |                            |                       |  |  |              |
| Холодный период года | Легкая – 1а          | 22-24                   | 25                | 26             | 21          | 18                         | 40-60                 | 75   | 0,1  | не более 0,1 |
|                      | Легкая – 1б          | 21-23                   | 24                | 25             | 20          | 17                         | 40-60                 | 75   | 0,1  | не более 0,2 |
|                      | Средней тяжести – 2а | 18-20                   | 23                | 24             | 17          | 15                         | 40-60                 | 75   | 0,2  | не более 0,3 |
|                      | Средней тяжести – 2б | 17-19                   | 21                | 23             | 15          | 13                         | 40-60                 | 75   | 0,2  | не более 0,4 |
|                      | Тяжелая – 3          | 16-18                   | 19                | 20             | 13          | 12                         | 40-60                 | 75   | 0,3  | не более 0,5 |
| Теплый период года   | Легкая – 1а          | 23-25                   | 28                | 30             | 22          | 20                         | 40-60                 | 55 при 28°С                                  | 0,1  | 0,1-0,2      |
|                      | Легкая – 1б          | 22-24                   | 28                | 30             | 21          | 19                         | 40-60                 | 60 при 27°С                                  | 0,2  | 0,1-0,3      |
|                      | Средней тяжести – 2а | 21-23                   | 27                | 29             | 18          | 17                         | 40-60                 | 65 при 26°С                                  | 0,3  | 0,2-0,4      |
|                      | Средней тяжести – 2б | 20-22                   | 27                | 29             | 16          | 15                         | 40-60                 | 70 при 25°С                                  | 0,3  | 0,2-0,5      |
|                      | Тяжелая – 3          | 18-20                   | 26                | 28             | 15          | 13                         | 40-60                 | 75 при 24°С и ниже                           | 0,4  | 0,2-0,6      |

## Оптимальный уровень влажности для помещений

Медики рекомендуют поддерживать влажность воздуха в помещении на уровне 40 – 60 %. При такой влажности мы чувствуем себя максимально комфортно, а это значит, что эти условия идеальны для нашего здоровья, для животных и растений, для мебели и музыкальных инструментов и т.д.



В соответствии с вышеуказанным стандартом **теплым** периодом года считается сезон, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , **холодным** периодом года со среднесуточной температурой наружного воздуха  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



# **КАТЕГОРИИ РАБОТ**

**Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы (категория I–Ia и Ib), средней тяжести физические работы (категория II–IIa и IIб), тяжелые физические работы (категория III).**

**К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и др.).**

**К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140...174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера и др.).**

**К категории IIa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 175...232 Вт, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и др.).**

**К категории II относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233...290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и др.).**

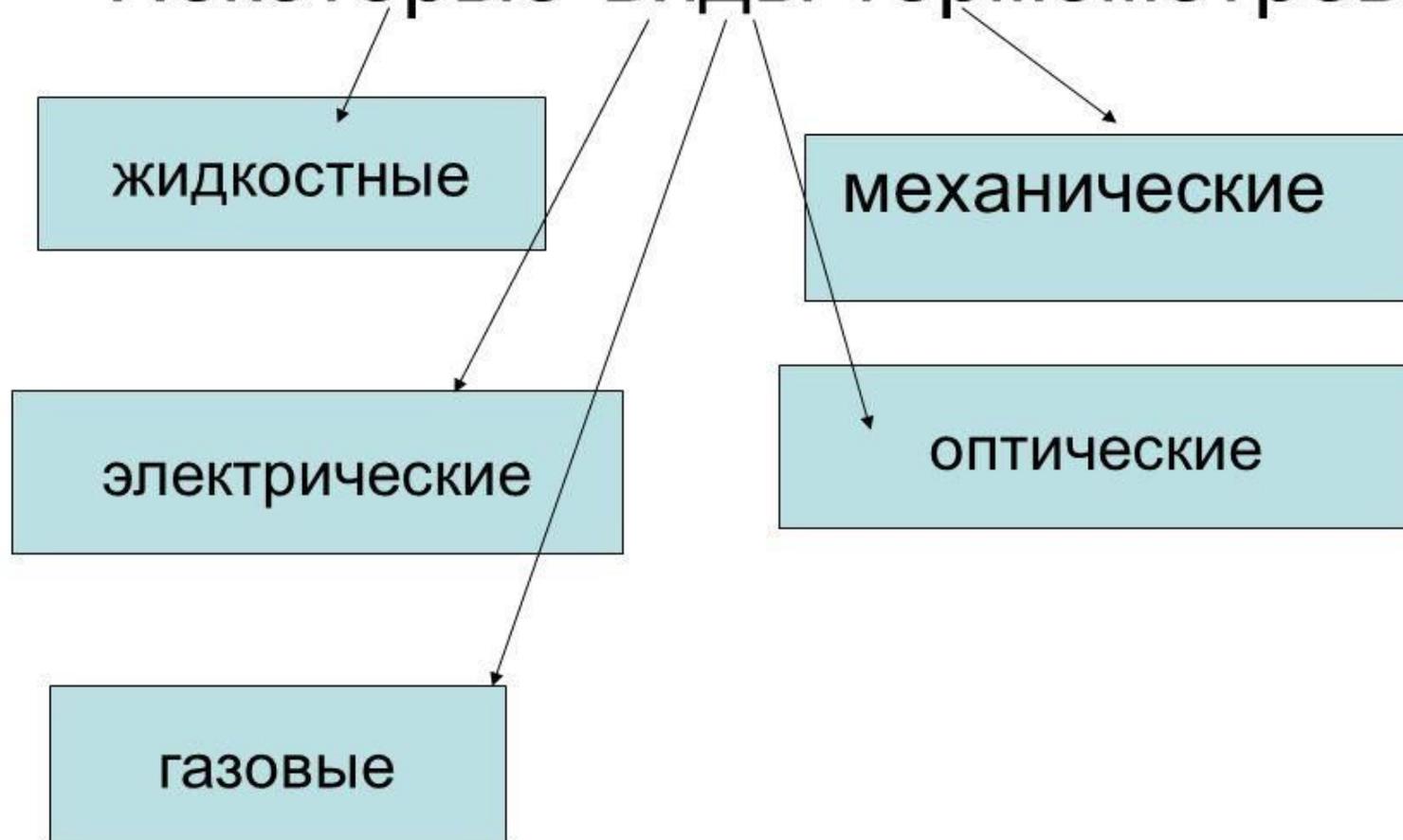
**К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных, литейных цехах с ручными процессами и др.).**



# ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Некоторые виды термометров:

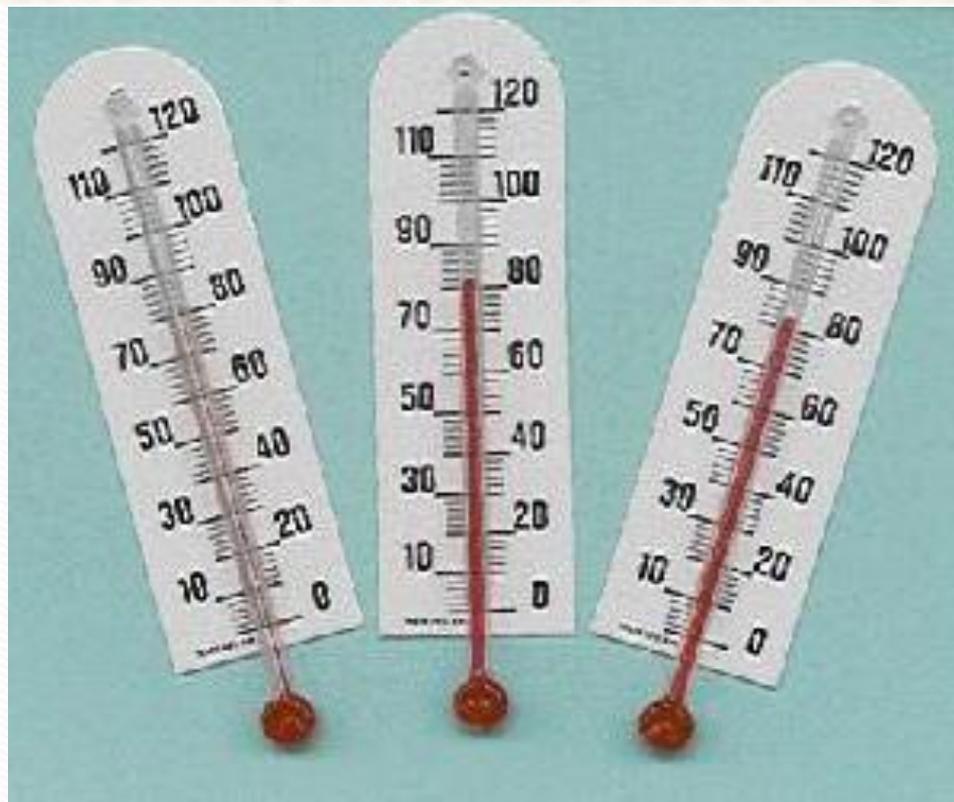




**Электронный термометр**

# Жидкостные термометры

- Действие Жидкостных термометров основаны на изменении объёма жидкости при изменении температуры окружающей среды.



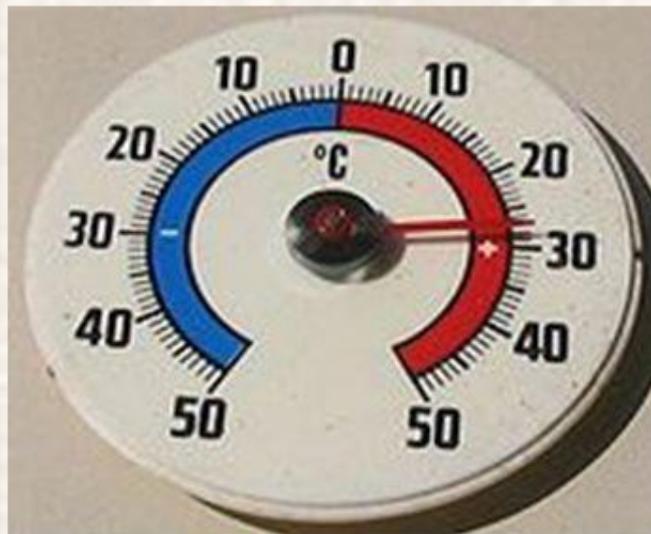
# Электрические термометры

- Действие электрических термометров основано на изменении **сопротивления** проводника при изменении температуры окружающей среды.



# Механические термометры

- Термометры этого типа действуют также по тому же принципу, что и жидкостные, но в качестве датчика обычно используется металлическая спираль



# Приборы для измерения влажности воздуха

Психрометры бывают стационарными, типа Августа (рис. 1.2), и переносными, типа Ассмана (рис. 1.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянной скоростью 4 м/с

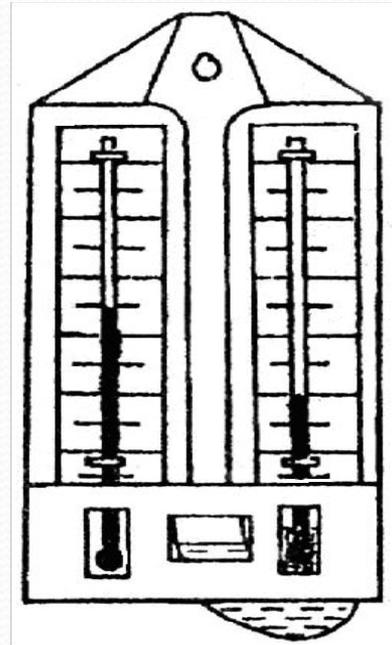


Рис. 1.2. Психрометр  
типа Августа

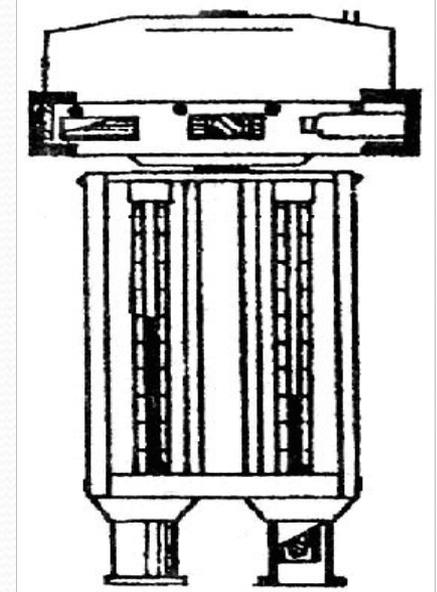
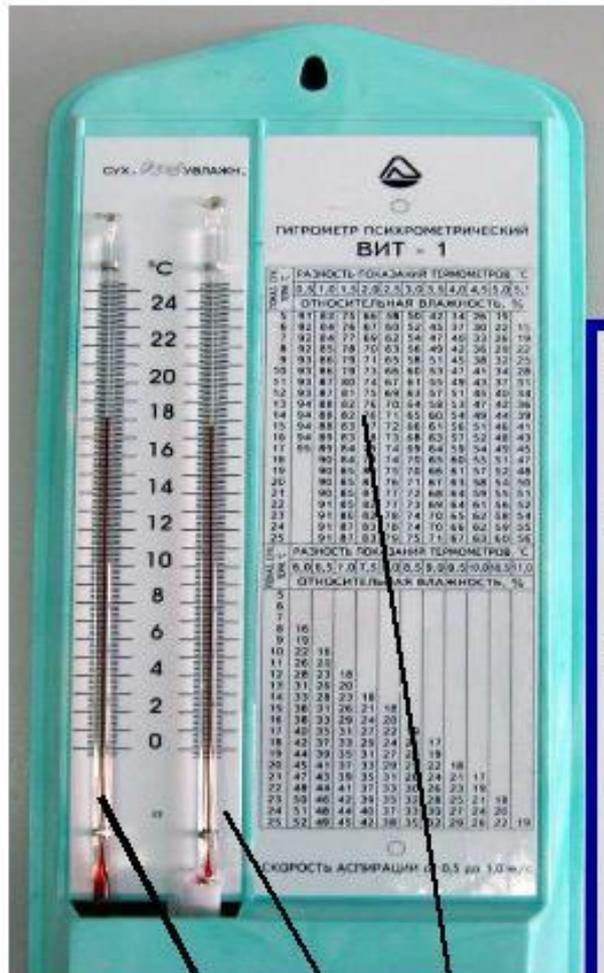


Рис. 1.3. Психрометр  
переносной типа Ассмана

# Психрометр



1

2

3

- 1 - «Сухой» термометр – показывает температуру воздуха
- 2 - «Влажный» термометр – показывает «точку росы»
- 3 - Психрометрическая таблица

1. Снять показания «сухого» и «влажного» термометров;
2. Определить разность показаний термометров;
3. На пересечении столбцов «температура воздуха» (по вертикали) и  $\Delta t$  (по горизонтали) найти значение относительной влажности воздуха

# Гигрограф

**Гигрограф** (др.-греч. ἰγρός — влажный и γράφω — пишу) — прибор для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха.

Чувствительным элементом гигрографа служит пучок обезжиренных человеческих волос или органическая плёнка. Запись происходит на разграфленной ленте, надетой на барабан, вращаемый часовым механизмом. В зависимости от продолжительности оборота барабана гигрографы бывают суточные и недельные.



# ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Скорость движения воздуха измеряется с помощью *крыльчатых* или *чашечных анемометров* (рис 1.4). Крыльчатый анемометр применяется для измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30 м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарифовочный паспорт, прилагаемый к каждому прибору, позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.

# Анемометр крыльчатый



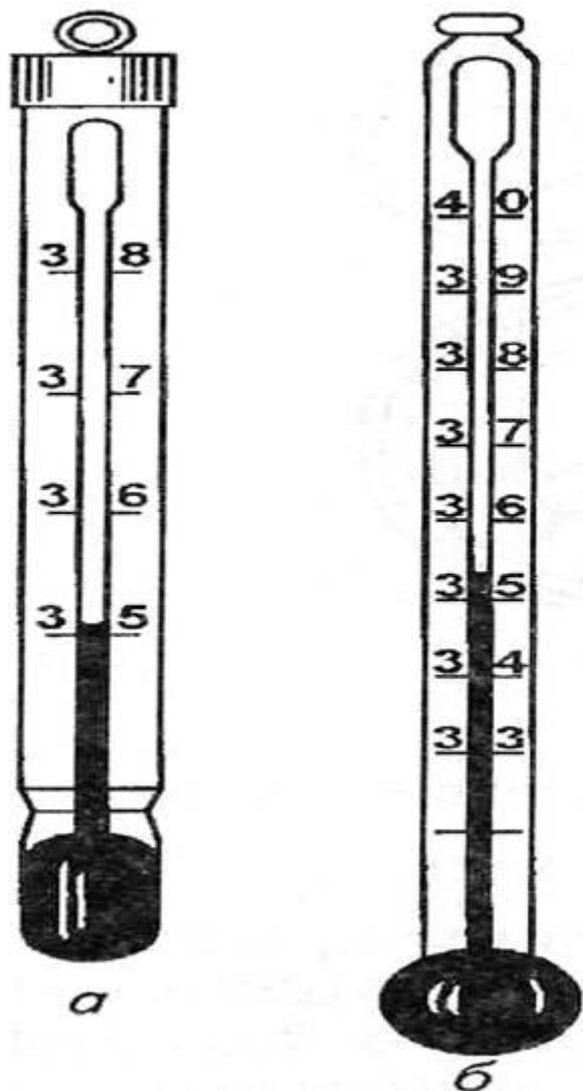
# Анемометр чашечный



предназначен для измерения средней скорости направленного воздушного потока в промышленных условиях и средней скорости ветра на метеорологических станциях.

## **Условия применения анемометра:**

- а) температура воздуха от минус 45 до плюс 50 С.
- б) относительная влажность воздуха 90% при температуре 20°С.



**Скорость движения воздуха в интервале величин от 0,1 до 0,5 м/с можно определить с помощью кататермометра (рис. 1.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу и цилиндрическим вверху. Шкала кататермометра имеет деления от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха.**

**Рисунок 4 - Кататермометры.  
а) цилиндрический; б) шаровой.**

Для измерения малых скоростей (от 0,03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10 °С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

