



**ЛЕКЦИЯ**

**ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ  
ТРУДА.**

**КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Микроклимат  
производственных  
помещений**



# Критерии комфортности для человека

- **1. энергобаланс человека с окружающей средой, включающий в себя энергозатраты на выполнение трудовой деятельности и тепловые параметры;**



Для нормального протекания физиологических процессов в организме выделяемая им **теплота** *должна полностью отводиться в окружающую среду.*

Нарушение теплового баланса может привести либо **к перегреву**, либо **к переохлаждению**.

Один из важнейших интегральных показателей теплового состояния организма – **температура тела**



***Теплообмен*** между телом человека и окружающей средой осуществляется в результате следующих процессов:

- **теплопроводность (теплопередача),**
- **лучистый теплообмен (излучение на окружающие поверхности),**
- **конвективный теплообмен (в результате омывания тела воздухом),**
- **тепломассообмен при испарении влаги с поверхности кожи**



**Величина и направление **конвективного теплообмена** человека с окружающей средой определяются:**

- *температурой окружающей среды;*
- *атмосферным давлением;*
- *подвижностью;*
- *влажностью.*

Теплопроводность тканей человека мала, поэтому основную роль в процессе передачи теплоты играет конвекция.



• **2. параметры микроклимата среды обитания человека**, тесно связанные с его энергобалансом :

- 1) температура окружающей среды,**
- 2) относительная влажность воздуха,**
- 3) скорость движения воздуха,**
- 4) процентное содержание кислорода в воздухе;**



• **3. параметры освещения среды обитания человека**, включающие:

- 1) **уровень освещенности,**
- 2) **спектральный состав и уровень пульсации освещения,**
- 3) **контрастность объекта наблюдения,**
- 4) **пространственное расположение и яркость источников света и т. д.;**




- **4. эргономические параметры среды обитания** - степень приспособленности форм и размеров окружающих предметов в техносфере к размерам тела человека, удобство длительного пользования различными объектами: элементами городской инфраструктуры, внутренним интерьером помещений, производственным оборудованием и т.д.;





- **5. параметры переработки информации человеком - физиологические возможности человеческого организма к восприятию и осмыслению поступающих из внешней среды информационных сигналов, а также формированию адекватной ответной реакции на них**



• **6. параметры труда и отдыха человека в среде обитания, обеспечивающие поддержание его нормального здоровья, активности и длительной продолжительности жизни, высокой эффективности трудовой деятельности :**

- 1) **работоспособность человека в течение рабочего дня и рабочей недели,**
- 2) **продолжительность рабочего времени,**
- 3) **гарантированные периоды отдыха в течение рабочего дня и рабочей недели,**
- 4) **продолжительность ежегодных отпусков и т.д.**

# Нормативные документы

- **1. Санитарные правила и нормы СанПиН**

## **Санитарные правила и нормы СанПиН**

2.2.1. / 2 Л.567—96 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;

## **Санитарные правила и нормы СанПиН**

2.2.2.540—96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»;

## **Санитарные правила и нормы СанПиН**

2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к



## • **2. ГОСТы**

**ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая.**

Гигиенические требования и контроль за качеством»;

**ГОСТ 12.1.005—88 «Воздух рабочей**

**зоны.** Общие санитарно-гигиенические требования»; и т.д.



- **3. Строительные нормы и правила СНиП**
- **Строительные нормы и правила СНиП 2.04.05—86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;**
- **Строительные нормы и правила СНиП 23-05—95 «Естественное и искусственное освещение»;**



- **4. Гигиенические нормативы ГН**

- **5. Трудовой кодекс Российской Федерации** от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ.



# Основные понятия по физиологии труда

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещения, который определяется действующими на организм человека сочетаниями:

- 1) температуры,
- 2) температуры окружающих поверхностей
- 3) влажности;
- 4) скорости движения воздуха (подвижности).



## Микроклимат производственных помещений


это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005-88 - ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ).






# Параметры микроклимата

- **1. Температура** измеряется в градусах Цельсия. Для определения температуры применяется **термометры** или **термографы**.
- **2. Относительная влажность** измеряется в процентах, для ее определения применяют **гигрографы, гигрометры и психрометры**.
- **Абсолютная влажность** – это масса водяных паров, содержащихся в данный момент в определенном объеме воздуха.

- 
- **Максимальная влажность** - максимально возможное содержание водных паров при данной температуре (состояние насыщения).

- **3. Скорость движения воздуха** можно измерить с помощью **анемометра** или **кататермометров**. В помещениях определяют гигиенически малые скорости 0,2-1,5 м/с.




**Простейший аспирационный психрометр -  
прибор для определения влажности воздуха**





# Измеритель параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, давления, скорости движения воздуха)





## Анемометр с выносным датчиком для измерения скорости потока воздуха





# Компактный термоанемометр для измерений скорости воздуха, расхода потока воздуха и температуры



# Радиометр теплового излучения «ИК-метр»



# Многофункциональный инфракрасный пирометр Fluke







# Шаровой термометр для измерения индекса ТНС






**В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», измерение параметров микроклимата производственных помещений является обязательными для всех организаций и предприятий в рамках производственного контроля.**



# Неблагоприятный микроклимат

- *Повышение температуры*
- *Повышение (чаще – понижение) уровня влажности*
- *Увеличение содержания углекислого газа, ионов тяжелых металлов, микробное загрязнение и т.д.*



# **Влияние неблагоприятных факторов микроклимата на организм человека**

**Понижение температуры и повышение скорости воздуха способствуют *усилению конвективного теплообмена* и *процесса теплоотдачи* при испарении пота.**

**Это приводит к *переохлаждению* организма.**



**При повышении температуры  
возникают обратные явления.**

**Установлено, что при  $T > 30^{\circ}\text{C}$   
работоспособность человека  
начинает падать.**



При повышении **относительной влажности** уменьшается количество испаряемого пота в единицу времени; быстрее наступает **перегрев тела**.

При  $T > 30^{\circ}\text{C}$  и повышенной влажности возникает т.н. проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее теплоотдачу.



**Обильное потоотделение без соответствующего пополнения запасов воды в организме приводит к *обезвоживанию* (испарение влаги на 15 – 20% приводит к летальному исходу).**

**Вместе с потом организм теряет *минеральные соли*; потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушениям *сердечно-сосудистой деятельности***

# Показатели микроклимата

По характеру воздействия на организм работающих показатели микроклимата разделены на оптимальные и допустимые .

Оптимальный микроклимат – это такое сочетание параметров микроклимата, которое обеспечивает **полный тепловой комфорт** и **высокую производительность труда** (ГОСТ 12.1.005-88).





**Допустимый микроклимат –**  
**это такие условия, которые могут**  
**приводить к некоторому**  
**тепловому дискомфорту** и даже  
**временному снижению**  
**производительности труда, но не**  
**выходят за рамки адаптивных**  
**возможностей человека.**



**Оптимальные показатели** распространяются **на всю рабочую зону**;

**допустимые** устанавливаются **раздельно для постоянных и непостоянных рабочих мест** в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы

# МИКРОКЛИМАТ ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

## оптимальный

Состояние комфорта в помещении:

- температура воздуха 18-22<sup>0</sup>С.
- относительная влажность воздуха 40-60%.
- скорость движения воздуха 0,1-0,3 м/с

## допустимый

Сочетание параметров воздушной среды, которые вызывают изменения функционального состояния организма и напряжения реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологической возможности организма:

- температура воздуха 18-29<sup>0</sup>С.
- относительная влажность воздуха не более 75%
- скорость движения воздуха 0,3-0,5 м/с



Для управления микроклиматом используют оборудование двух основных типов.

## Кондиционеры



## Приточно-вытяжные вентиляционные системы.





# **Нормирование параметров микроклимата**

**Параметры воздушной среды должны соответствовать**

**1) СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;**

**2) ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны».**



**Нормы** регламентируют

- **температуру воздуха,**
- **его относительную влажность,**
- **скорость движения воздуха,**
- **интенсивность теплового облучения**

для рабочей зоны **в виде оптимальных и допустимых величин** с учетом сезона года и тяжести выполняемых работ.



Для оценки теплоизоляции (характера одежды) и акклиматизации организма в разное время года вводится понятие *периода года*.

Различают *теплый* и *холодный* периоды года.

*Теплый период* года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$ , *холодный* – ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ .




При учете ***интенсивности труда*** все виды работ, исходя из энергозатрат организма, делятся на ***легкие, средней тяжести и тяжелые.***




# Характеристика категорий работ

- **Категория Ia** - работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (часовое, швейное производства, сфера управления и т.д.)

- 
- **Категория Iб** - работы с интенсивностью энергозатрат 121...150 ккал/ч (140...174 Вт), *производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением*

(предприятия связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.д.)

- 
- **Категория IIa** - работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (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 (механо-сборочные цеха машиностроительных предприятий, прядильно-ткацкое производство и т. д.)



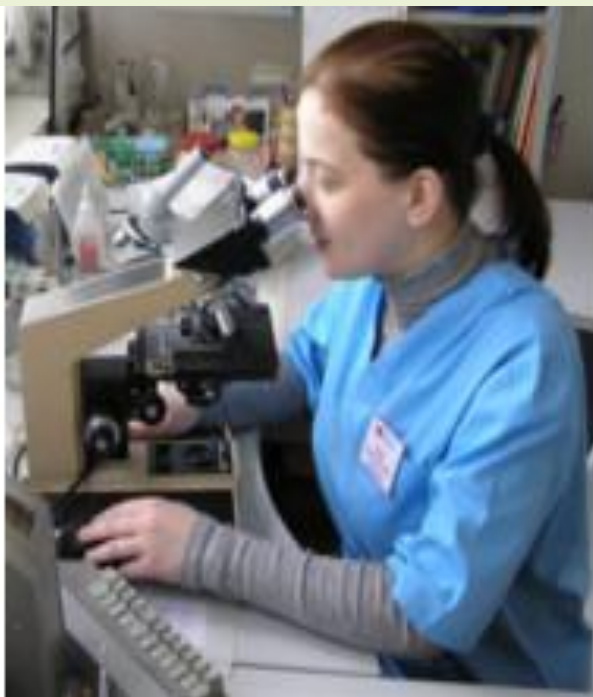
- **Категория IIб** - работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (232-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (механизированные литейные, прокатные, кузнечные, термические, сварочные цеха машиностроительных и металлургических предприятий и т.д.)



- **Категория III** - работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (кузнечные цеха с ручной ковкой, литейные цеха с ручной набивкой )



# Характеристика категорий работ



# Оптимальные показатели микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3



# Методы и средства нормализации микроклимата

- разработка **оптимальных объемно-планировочных решений**; рационализация производственных и технологических процессов: механизация и автоматизация трудоемких работ;
- **уменьшение тепловых потерь**, теплоизоляция аппаратов и трубопроводов, экранирование оборудования ;
- **рациональный питьевой режим, режим труда** и водные процедуры ;
- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ **СИЗ**



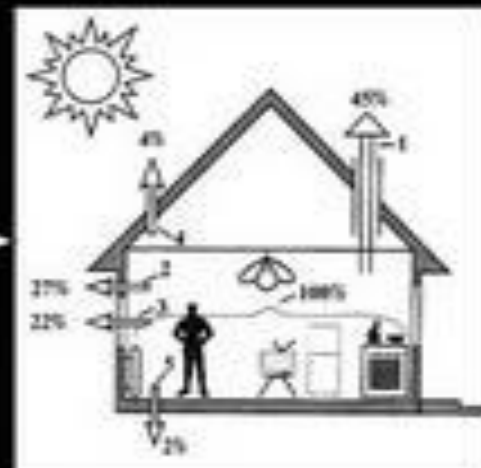
**Отопление**



**Освещенность**



**Микроклимат**



**Кондиционирование**



**Вентиляция**




# Роль антропометрии в жизнедеятельности человека

**Пространственное  
формирование *габаритов рабочего  
места, удобное расположение  
органов управления и приборов  
предоставления информации*  
играет важнейшую роль в  
обеспечении нормальной  
работоспособности человека**



# Принципы антропометрии в жизнедеятельности человека

1. Соответствие высокой производительности труда человека наиболее удобным, **комфортным значениям размеров всех конструктивных элементов его среды обитания.**
2. Наличие **допустимых размеров конструктивных элементов** (кроме оптимальных, комфортных значений размеров среды обитания)



3. Необходимость учета **национальных и возрастных особенностей человека** (пользуясь специально разработанными антропометрическими таблицами).

4. **Принцип регулируемости элементов рабочего места**

(каждый человек за счет предусмотренной возможности изменения размеров тех или иных параметров среды обитания приспособливает ее для своих собственных габаритов)

## 5. Принцип универсальности


Учет статических и динамических характеристик антропометрии

**Статические параметры** - габариты тела человека;

**динамические** - выполнение различного рода действий.

Максимальные приемлемые значения конструктивных элементов (ширина и высота проходов, ширина стульев и кресел, площадь ступеней лестничных маршей) должны учитывать **статические параметры**;

Минимальные приемлемые значения конструктивных элементов (досыгаемость выключателей и тумблеров, высота ступеней лестниц и расположения полок и т.д.) должны учитывать **динамические параметры**.



**6. Рабочее положение «сидя» является более комфортным и менее энергозатратным, менее утомительным, чем статическое положение «стоя»**

**7. Выбор рабочего положения человека должен быть соотнесен с его *требуемыми физическими усилиями.***

**8. Расположение *зрительных индикаторов в центральной части панели управления, а органы управления* — в *периферийной* ее части**

(при организации работы оператора на пультах управления)



# Размеры некоторых элементов среды

## в соответствии с принципом универсализма

- **ширина прохода для одного человека**  $\geq 750$  мм, для двух человек  $\geq 1350$  мм, ширина дорожки для одного человека  $\geq 300$  мм;
- **ширина сидений**  $\geq 480$  мм, для длительных авиарейсов  $\geq 525$  мм;
- **ширина рабочей площади стола**  $\geq 600$  мм, ее глубина  $\geq 400$  мм;
- **высота ступеней лестниц**  $\leq 185$  мм, диаметр поручней  $\leq 45$  мм;
- **досягаемость рук в горизонтальной плоскости**  $\leq 700$  мм;
- **высота расположения приборов управления** от пола  $\leq 1850$  мм, выше головы оператора  $\leq 250$





## Возможности человека по переработке информации

Человек, живущий в современном постиндустриальном обществе, часто испытывает своего рода «**информационную перегрузку**», которая тесно связана с **физиологическими возможностями человеческого организма** по скорости переработки поступающей к нему из окружающей среды информации



# Возможности человека по переработке информации

В соответствии с *прямой теоремой Шеннона* при соотношении


$H < C$  информация, передаваемая по каналу связи, **может иметь сколь угодно высокую степень точности.**

$H$  - объем внешней информации;

$C$  - пропускная способность.

В соответствии с *обратной теоремой Шеннона* при соотношении параметров


$H > C$  информация, передаваемая по каналу связи, **неизбежно будет сопровождаться потерей части информационных сигналов.**



При объемах внешней информации  **$H$**  и пропускной способности  **$C$** , возможны два основных варианта.

1.  **$H \leq C_n$** , будет наблюдаться **полностью адекватная реакция человека на внешние воздействия** без потерь информации об этих воздействиях. Это и есть **нормальный (допустимый) режим работы оператора**, причем желательно, чтобы  **$H \ll C_n$**  (комфортный режим).

**$C_n$  – предельная пропускная способность**



2.  **$H > S_n$**  - **часть** поступающей к человеку информации из внешней среды неизбежно теряется, что недопустимо для труда оператора.

Как **чрезмерно большой объем информации**, предлагаемой оператору к переработке в единицу времени, так и **чрезмерно малое количество этой информации** **одинаково плохо сказываются на эффективности труда** человека.