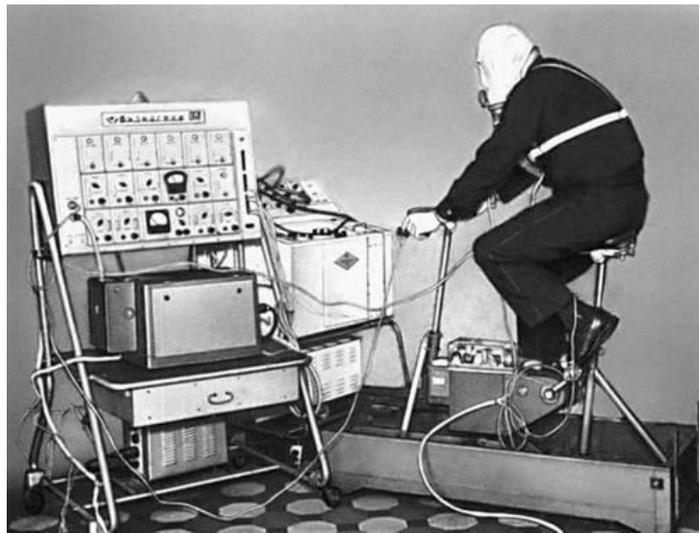


# Физические основы трудовой деятельности

# **Физиология труда** - раздел физиологии и гигиены труда, который

- исследует **функциональные сдвиги в организме при работе**
- разрабатывает меры по сохранению и повышению **работоспособности, предупреждению отрицательного влияния** на здоровье рабочих процесса трудовой деятельности.



# Физиологические сдвиги в организме при работе



Производственная деятельность человека связана с переходом организма на новый, рабочий уровень функционального состояния систем и органов, обеспечивающий возможность выполнения труда.

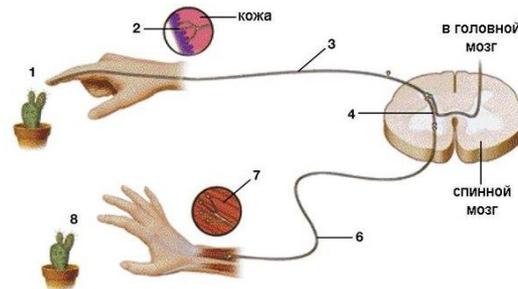
Основные физиологические сдвиги наблюдаются со стороны:

*Цервной,*  
*Церечно-сосудистой*  
*Цдыхательной систем.*

Отмечаются изменения в *составе крови* и *водно-солевом обмене.*

# Нервная система

1. Формирование и закрепление трудовых навыков происходит на основе **условнорефлекторных реакций**.
2. В процессе производственного обучения образуется **динамический производственный стереотип**, состоящий из так называемых основных элементов и микропауз.
3. **Удлинение времени выполнения основной операции** в процессе работы отражает **снижение уровня работоспособности**.

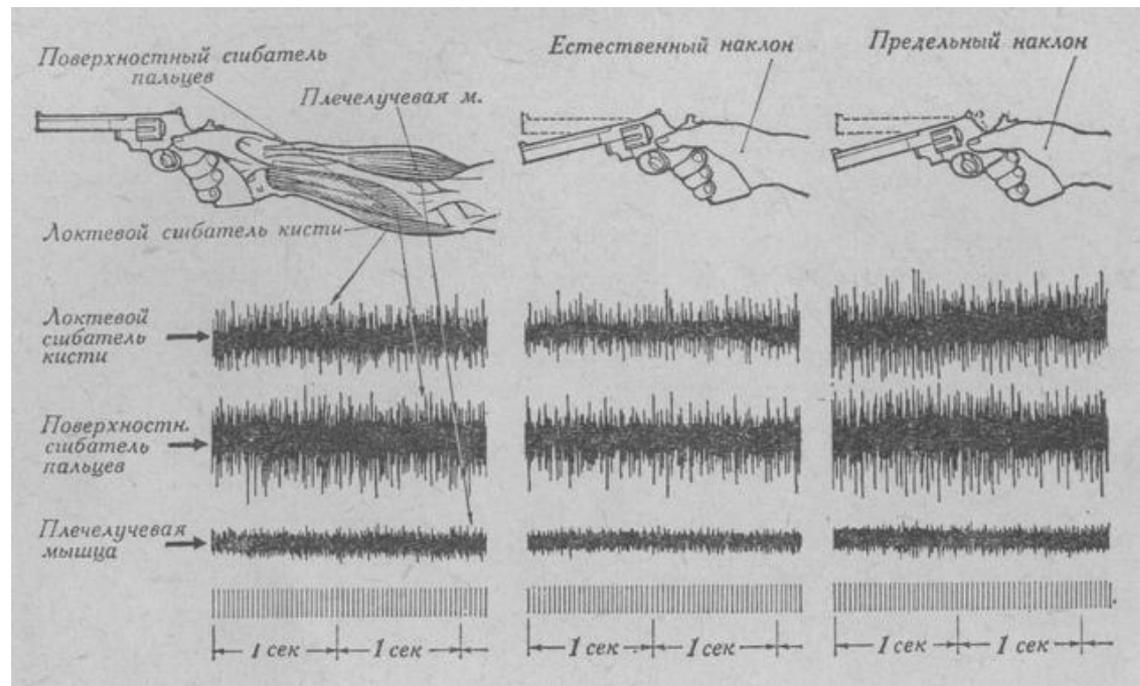
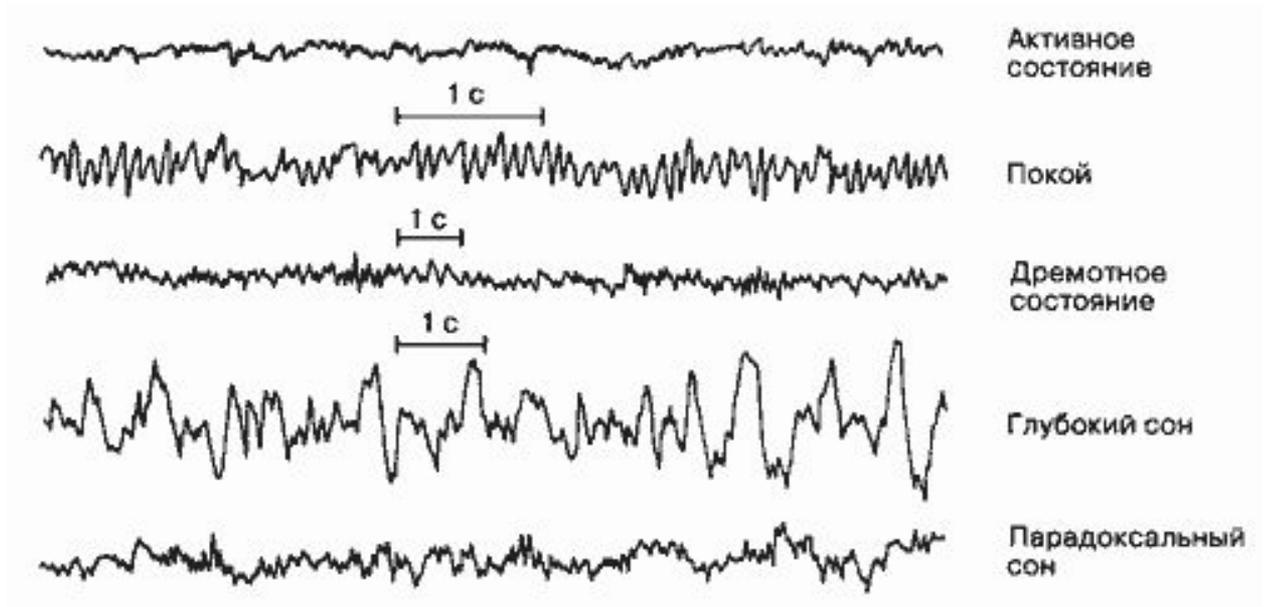


В процессе работы повышается **уровень возбудительных процессов** в нервных клетках центров, обеспечивающих выполнение данного вида производственной деятельности.

На это указывает **изменение биопотенциалов**, регистрируемых на **электроэнцефалограмме** (ЭЭГ), биотоков в работающих мышцах, о чем свидетельствуют **электромиограммы** (ЭМГ).  
Изменяется функциональное состояние анализаторов, прежде всего зрительного и слухового.

В ряде случаев сдвиги обнаруживаются в **температурном**, **тактильном** и **мышечном анализаторах**.

# Электроэнцефалограмма



# Электромиограмма

## ***Легкая работа:***

- благоприятные сдвиги в течении основных нервных процессов,
- улучшается условнорефлекторная деятельность,
- сокращается скрытое время сложных слухомоторных и зрительномоторных реакций.

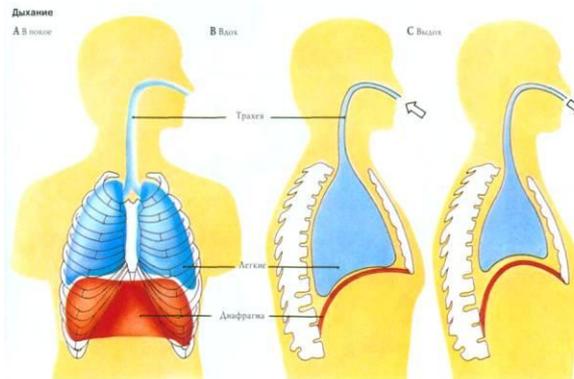
## ***Тяжелая работа:***

- кратковременный период улучшения показателей функционального состояния нервной системы отсутствует или сменяется периодом их ухудшения, при этом могут наблюдаться не только ослабление условных и безусловных рефлексов, но и фазовые изменения



# Дыхательная система

- Наблюдается изменение как внешнего, так и тканевого дыхания.
- Повышенная доставка  $O_2$  и удаление  $CO_2$  обеспечивается учащением и углублением дыхания.
- Количество потребляемого в процессе работы **кислорода** находится в прямой зависимости от тяжести труда.



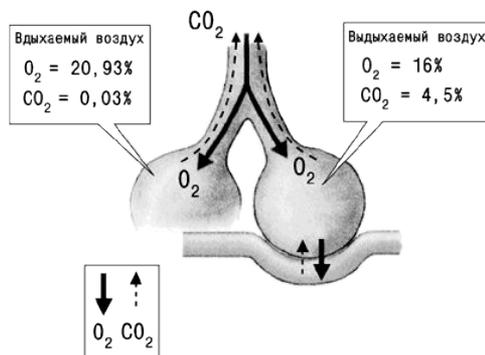
# Дыхательная система

- В покое число дыханий колеблется **от 7 до 22** в минуту
- При работе оно может достигать **50 и более в минуту**.
- При **легкой** и **кратковременной работе** частота дыхания возрастает
- При **тяжелой работе** она может уменьшаться, в особенности при неудобной позе.
- В любом случае объем дыхательного воздуха возрастает **в 2-2,5 раза** за счет уменьшения резервного и дополнительного воздуха.
- В результате возрастает легочная вентиляция. В покое она колеблется от **4 до 10 л/мин**, а при работе может достигать **50-100 л/мин** и более.

# Дыхательная система

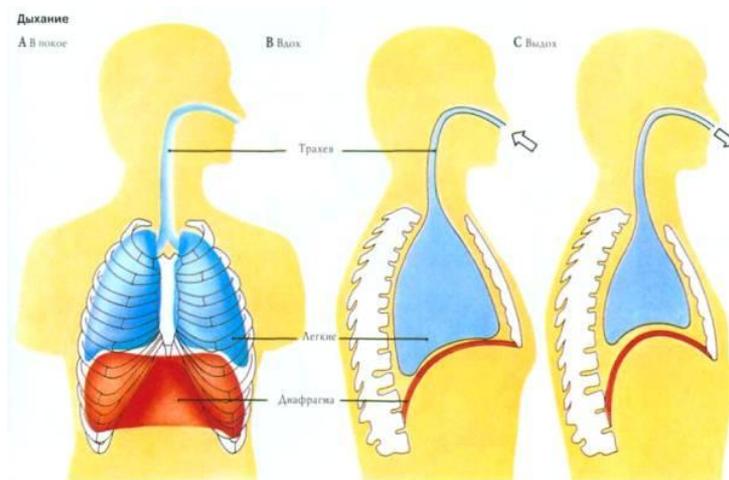
Величина потребляемого организмом кислорода при динамической работе находится в **прямой зависимости от тяжести труда**:

- В норме человек в минуту потребляет в среднем **0,25 л  $O_2$** ,
- при легких работах — **0,5-1,0 л**,
- при работах средней тяжести - **1,0-1,5 л**,
- при тяжелых и очень тяжелых работах она достигает **2,0-2,5 л**.



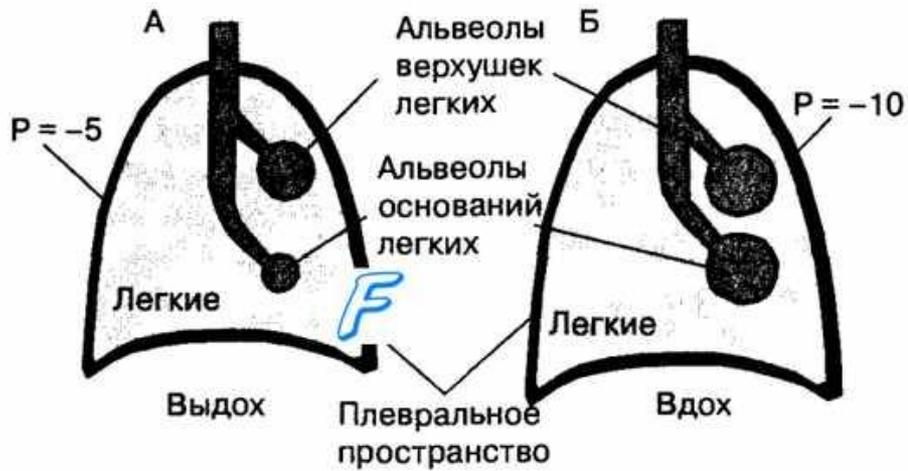
# Дыхательная система

- **1-я категория** — (энергозатраты менее 150 ккал/ч: легочная вентиляция не превышает 12 л/мин;
- **при работах средней тяжести** — (энерготраты менее 250 ккал/ч) она не превышает 20 л/мин,
- **при тяжелых работах** (250-450 ккал/ч) — достигает 20-86 л/мин.

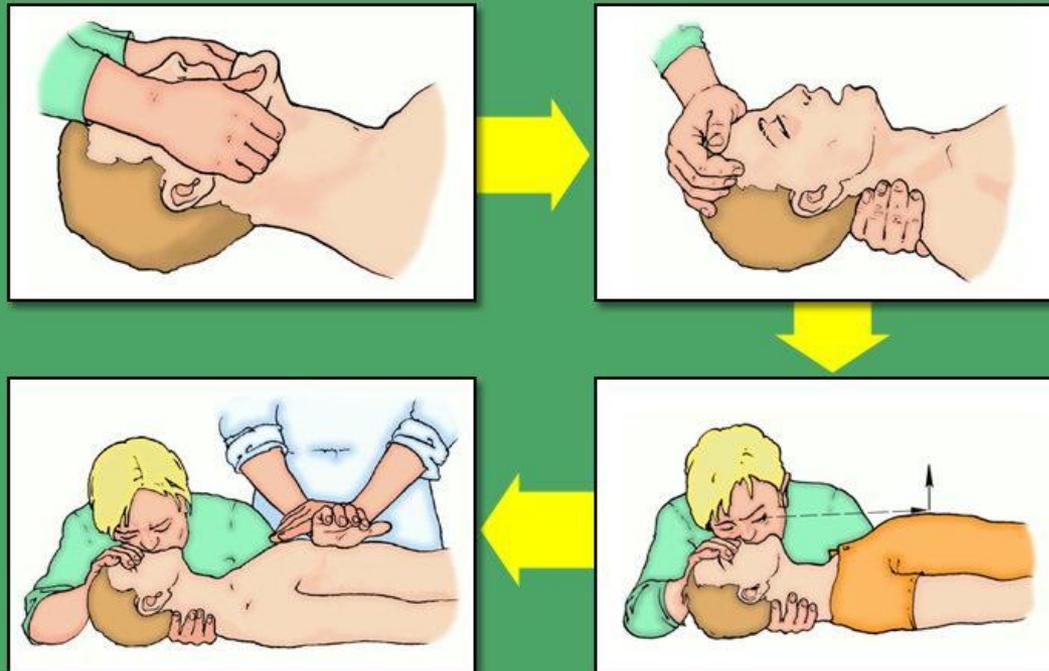


# Дыхательная система

- Кислородный потолок – максимальное количество кислорода, которое может потребить человек. У большинства людей он **не превышает 3-4 л/мин.**
- При умственной работе газообмен **практически не изменяется.**
- При массе головного мозга **1500 г** количество потребляемого им  $O_2$  в минуту составляет около **50 мл и во сне, и в период бодрствования.**
- Наблюдаемое увеличение газообмена при некоторых видах умственной деятельности, например при чтении, объясняется ростом мышечной активности.



## ВЫПОЛНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ



# Дыхательный коэффициент (ДК)

$$ДК = \frac{CO_2}{O_2}$$

- Величину **ДК** определяют по результатам анализа состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.
- Состав выдыхаемого воздуха при работе изменяется в зависимости от того, какие продукты окисляются в организме, сдвигов в физико-химическом составе крови, от вентиляции легких, степени тренированности.
- Определение ДК необходимо при расчете энерготрат организма во время работы по результатам исследования газообмена (обычно считается 0,82-0,85).

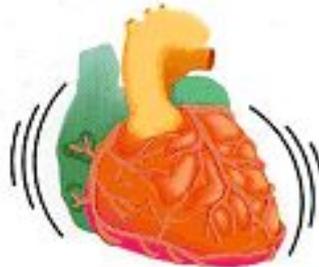
**При работе наблюдается изменение не только внешнего, но и тканевого дыхания.**

# Сердечно-сосудистая система

- При работе учащается число сердечных сокращений и возрастает систолический объем крови
- Частота пульса с **70-75** в минуту в покое может возрасти при работе до **100-120** и больше, а систолический объем - с **50-60** до **100-150** мл.
- В результате увеличивается минутный объем крови, который в покое колеблется от 3,6 до 6,8 л, а при работе может возрасти в 5-6 раз.



Ударный  $\times$  ЧСС  
объем



Сердечный выброс  
Количество крови,  
выталкиваемой  
сердцем в системный  
кровоток за 1 минуту  
(5.5 л)

# Сердечно-сосудистая система

- При легких работах (энерготраты менее 150 ккал/ч) частота пульса не превышает **90 в минуту**;
- При тяжелых работах пульс может достигать **120-140 в минуту**.

Поэтому **тяжесть работы** можно определять по **частоте пульса**, что значительно доступнее, чем определение энерготрат.

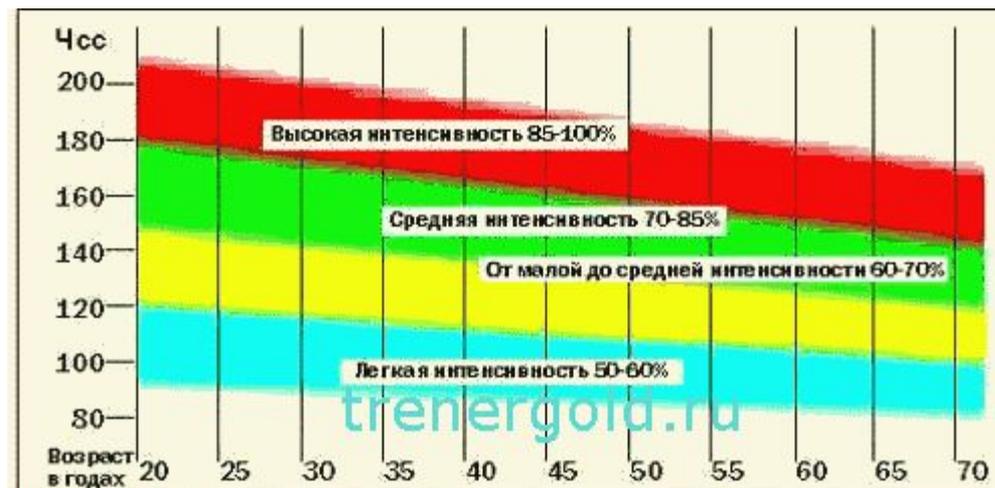


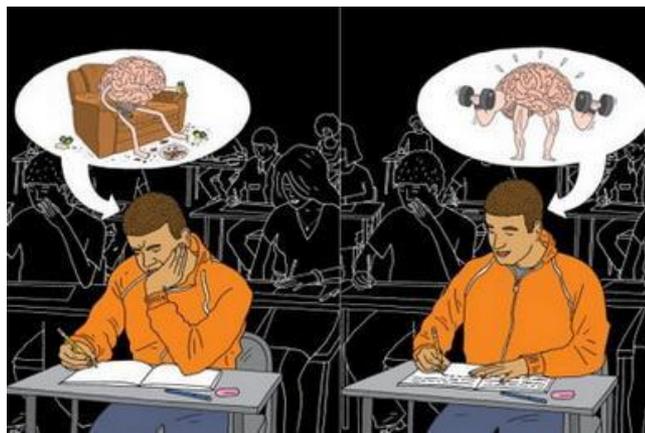
Рисунок 1. ЧСС в зависимости от физической нагрузки

# Сердечно-сосудистая система

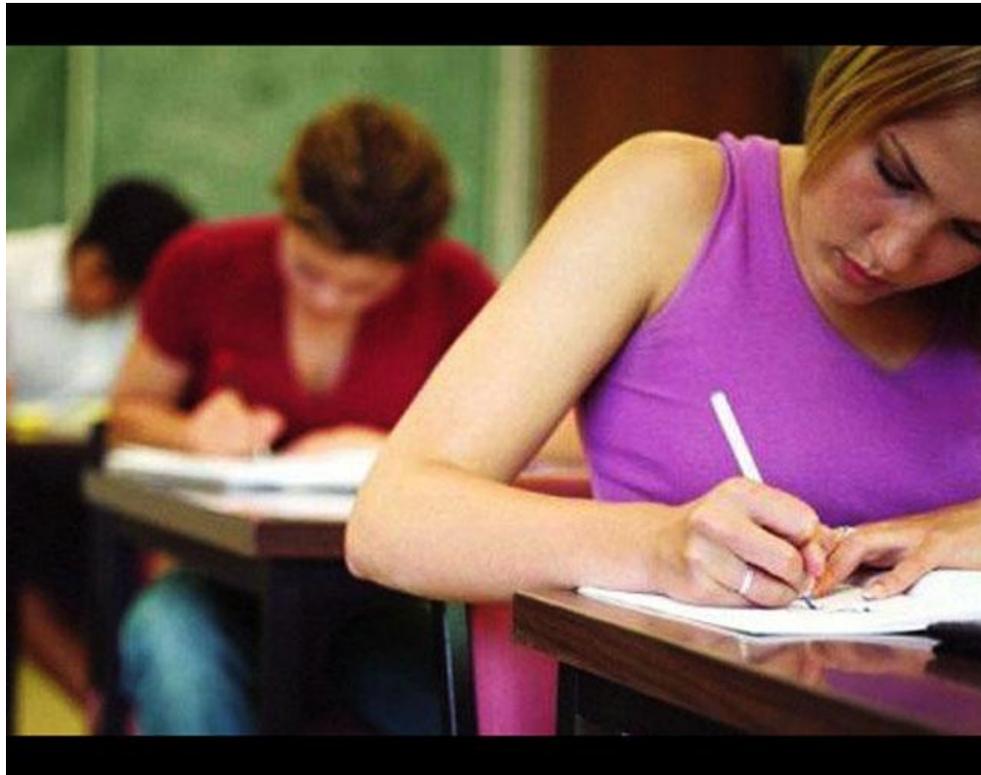
- При мышечной работе возрастает **артериальное давление**, причем больше максимальное.
- Максимальное артериальное давление при работе может достигать **160-180 мм рт.ст.** (21,3-24 кПа) и выше.
- Восстановление артериального давления после работы происходит быстрее, чем пульса, и обычно заканчивается в течение 5-10 мин.

При физической работе **увеличивается кровоснабжение мышц**, причем **резко возрастает число раскрытых капилляров** - до **20-30 раз** по сравнению с уровнем в покое.

- При **умственной работе** не наблюдается существенных сдвигов в кровообращении.
- Наоборот, в связи с фиксированной позой и отсутствием движений имеется **недостаточная мобилизация кровообращения.**
- Исключением является **эмоционально напряженный труд**: неприятности, волнение, нетерпение сказываются на состоянии сердечно-сосудистой системы и ведут к учащению сердцебиений, изменению ЭКГ, повышению артериального давления



# ***Физиологические сдвиги при умственном труде***



# Особенности умственного труда

- I. большая нагрузка на афферентные системы, поставляющие большой объем различной информации
- II. необходима переработка этой информации
- III. часто возникает необходимость принимать конкретные (нестандартные) решения
- IV. часто возникает необходимость корректировки деятельности в процессе ее выполнения.



**Индекс Скибинской** позволяет в определенной мере оценить функцию не только системы дыхания, но и сердечно-сосудистой системы.

$$\frac{\text{ЖЕЛ (мл)} \times \text{А}}{100 \times \text{Б}}$$

где А - длительность задержки дыхания на вдохе (с), Б - частота пульса (уд/мин).

**Результаты оцениваются по следующей шкале:**

величина индекса меньше 5 - **очень плохо**,  
величина индекса 5-10 - **неудовлетворительно**,  
величина индекса 10-30 - **удовлетворительно**,  
величина индекса 30-60 - **хорошо**,  
величина индекса более 60 - **очень хорошо**.

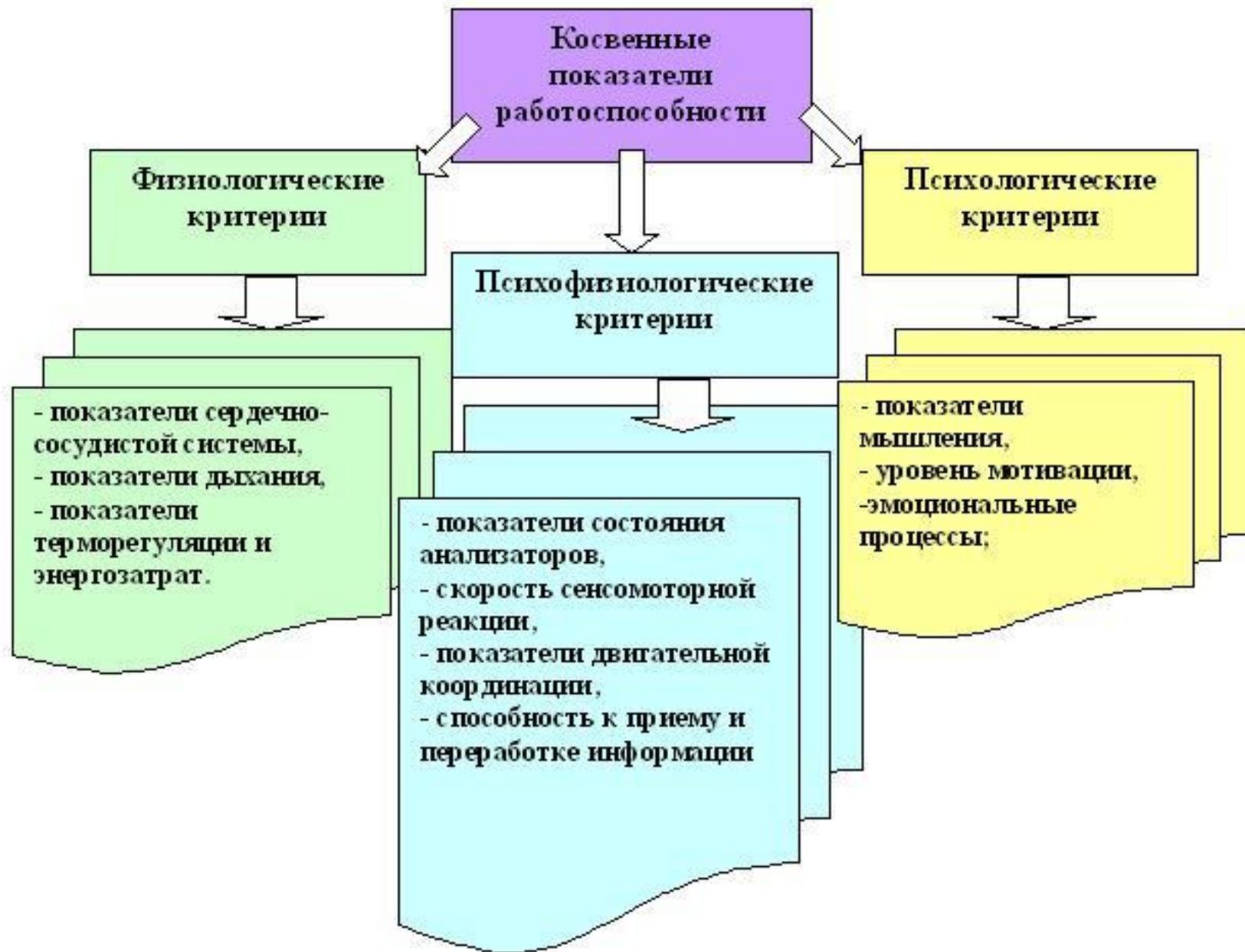
# *Работоспособность*





*Время работы на одном месте (не более 3 лет)*

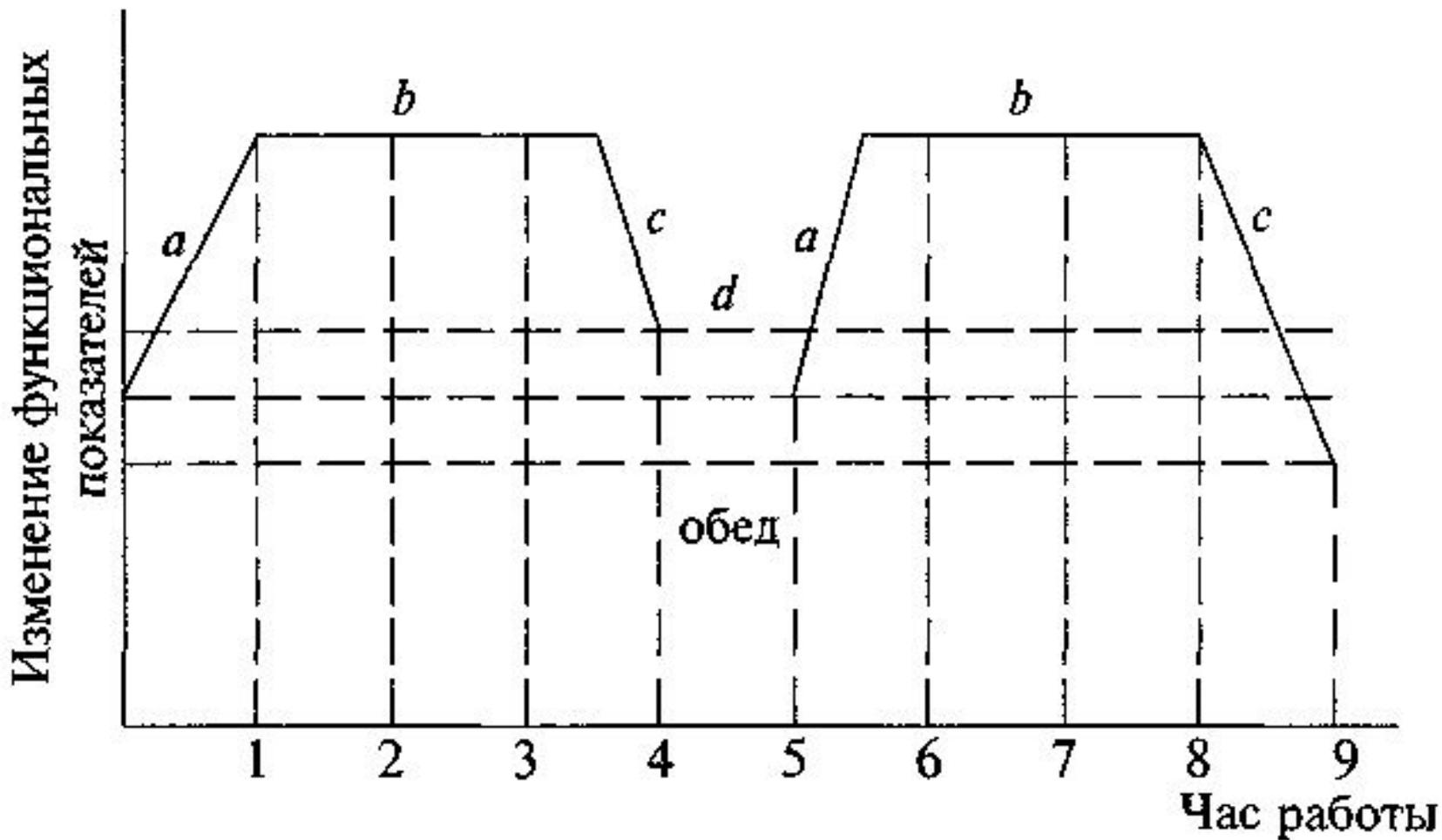
**Рис 1. Работоспособность/время работы на компанию. Влияние внешней среды**



# Фазы работоспособности:

- I - предрабочее состояние;
- II - вработываемость;
- III - период устойчивой работы;
- IV - период утомления;
- V - фаза декомпенсации;
- VI - период возрастания продуктивности;
- VII - период прогрессивного снижения работоспособности и эмоционально-волевого напряжения .

# Изменение работоспособности



## Фазы работоспособности

```
graph TD; A[Фазы работоспособности] --> B[1 фаза – вработываемости]; A --> C[2 фаза – устойчивой работоспособности]; A --> D[3 фаза – снижения работоспособности];
```

### 1 фаза – вработываемости

---

- повышается активность центральной нервной системы;
- возрастает уровень обменных процессов;
- усиливается деятельность сердечно-сосудистой системы

### 2 фаза – устойчивой работоспособности

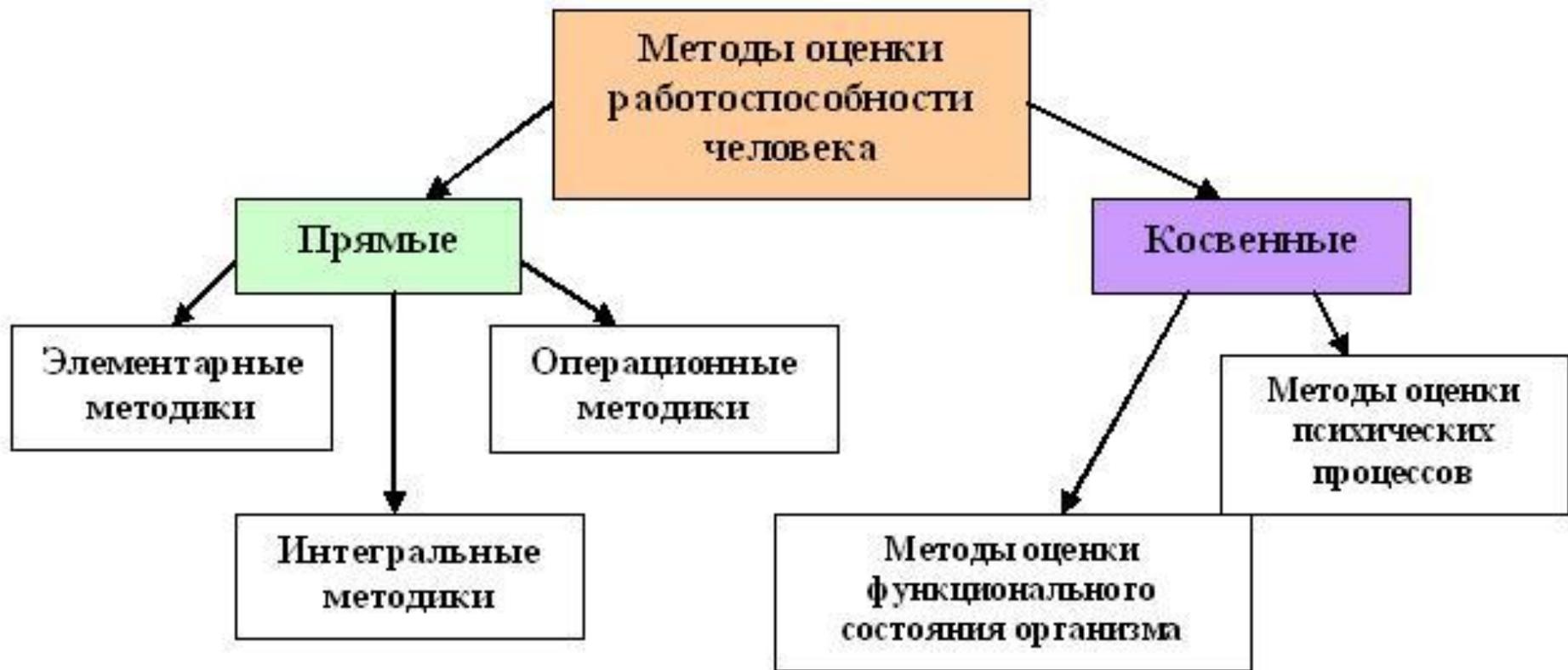
---

- оптимальный уровень функционирования центральной нервной системы;
- эффективность труда максимальная

### 3 фаза – снижения работоспособности

---

- развитие утомления;
- снижение внимания, продуктивности умственного труда;
- увеличение количества ошибок;
- снижение мышечной силы.



# УТОМЛЕНИЕ

Результативность любого вида деятельности, любой работы лимитируется *утомлением*.



# УТОМЛЕНИЕ

Под утомлением понимают **уменьшение работоспособности**, вызванное предшествующей работой, имеющее временный характер.

Если оно возникает при умственной деятельности, то говорят об умственном утомлении, а если при физической работе - о физическом утомлении.

Состояние утомления проявляется **в изменении физиологических процессов, в снижении производительности труда и технико-экономических показателей, в изменении психического статуса**

# Стадии утомления

1-я стадия -  
при ней проявление  
чувства усталости  
незначительно,  
производительность  
труда не снижена

2-я стадия –  
характеризуется  
значительным  
снижением  
производительности  
и  
труда  
и выраженными  
психическими  
изменениями

3-я стадия –  
острое  
переутомление,  
сопровождается  
выраженным  
переживанием  
утомления

## ФОРМЫ УТОМЛЕНИЯ

физическое (мышечное) утомление

нервно-психическое (центральное) утомление

# Внешние признаки утомления

<b>Степень утомления</b>	<b>Средняя степень утомления</b>	<b>Большая степень утомления</b>	<b>Чрезмерное утомление</b>
<b>Цвет лица</b>	Покраснение может быть с пятнами	Некоторая синюшность	Бледность, землянистость
<b>Характер дыхания</b>	Учащенное, переходит (быстро) на дыхание через рот	Заметно учащенное, шумное	Заметная одышка, дыхание прерывистое и часто в вынужденном положении
<b>Потоотделение</b>	Умеренное	Обильное	
<b>Движение</b>	Нормальное	Чем больше утомление, тем больше нарушений координаций движений	

# Способы борьбы с утомлением

1. Своевременное назначение отдыха.
2. Увеличение микропауз.
3. Регламентация физической и умственной нагрузки.
4. Использование функциональной музыки.
5. Применение факторов, повышающих поток афферентных импульсов в ЦНС.
6. Аутогенная тренировка, дыхательная гимнастика.
7. Использование фармакологических препаратов, повышающих работоспособность.

# Способы борьбы с утомлением

Для повышения умственной работоспособности, профилактики умственного утомления и борьбы с ним, предлагаются следующие фармакологические препараты:

1. Вещества, **повышающие "тонус" мозга и уровень эмоционального реагирования.**
2. Вещества, **повышающие процессы медиации в структурах мозга,** имеющих отношение к процессам обучения.
3. Вещества, **активирующие энергетический и пластический обмен мозга.**
4. Вещества, **оптимизирующие эмоциональный статус и уровень возбудимости мозга в стрессовых ситуациях.**

# Режим труда и отдыха



**Микропаузы -  
промежутки между  
отдельными  
операциями или между  
отдельными элементами  
операций**

**Активный и пассивный  
отдых**

**Макропаузы -  
перерывы на отдых  
длительностью 5-10  
минут  
или больше.**

**Производственная  
гимнастика**

**Обеденный перерыв  
продолжительностью не  
менее 30 минут**

**Функциональная  
музыка**