

**Физиологические механизмы
адаптации к физическим нагрузкам.
Развитие тренированности**

Вопросы:

1. Адаптация как свойство организма. Механизмы адаптации.
2. Стадии адаптации. Дизадаптация. Деадаптация
3. Физиологические резервы организма.
4. Основные параметры физической нагрузки.
5. Состояние тренированности. Основные функциональные эффекты спортивной тренировки. Специфичность и обратимость тренировочных эффектов.

Адаптация (*от лат. adaptatio* – приспособление)

Адаптация (физиологическая) – совокупность физиологических реакций, лежащих в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды – гомеостаза.

(БСЭ)

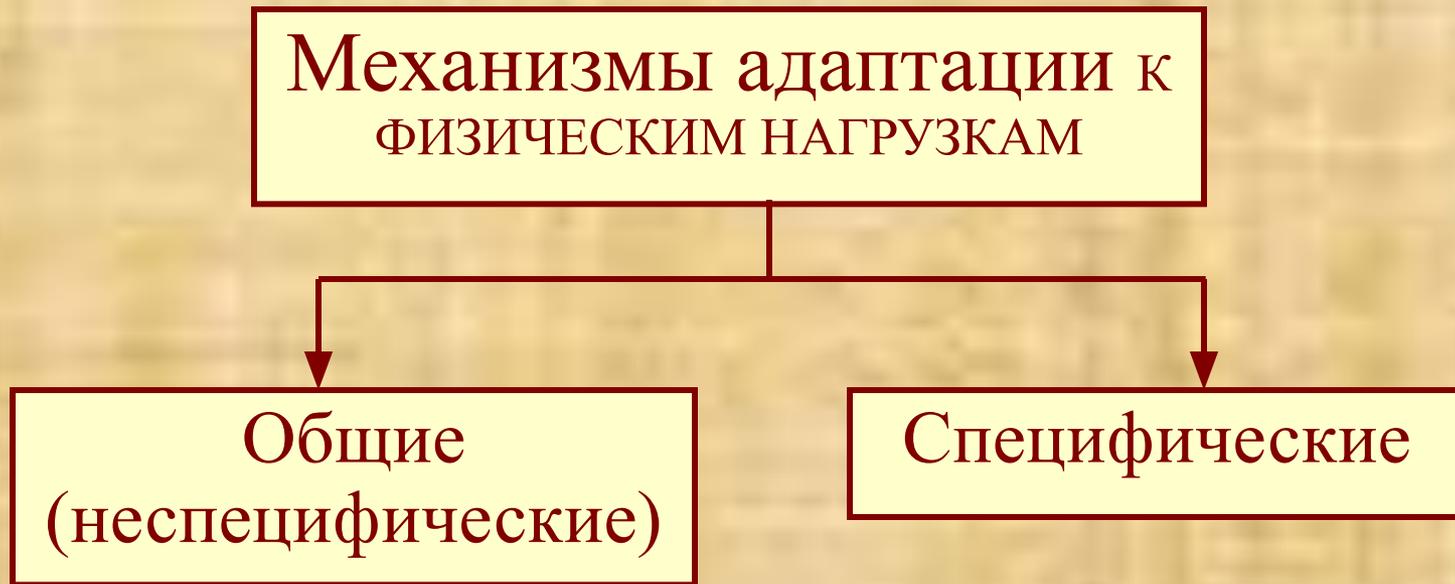


Рисунок 1 – Механизмы адаптации

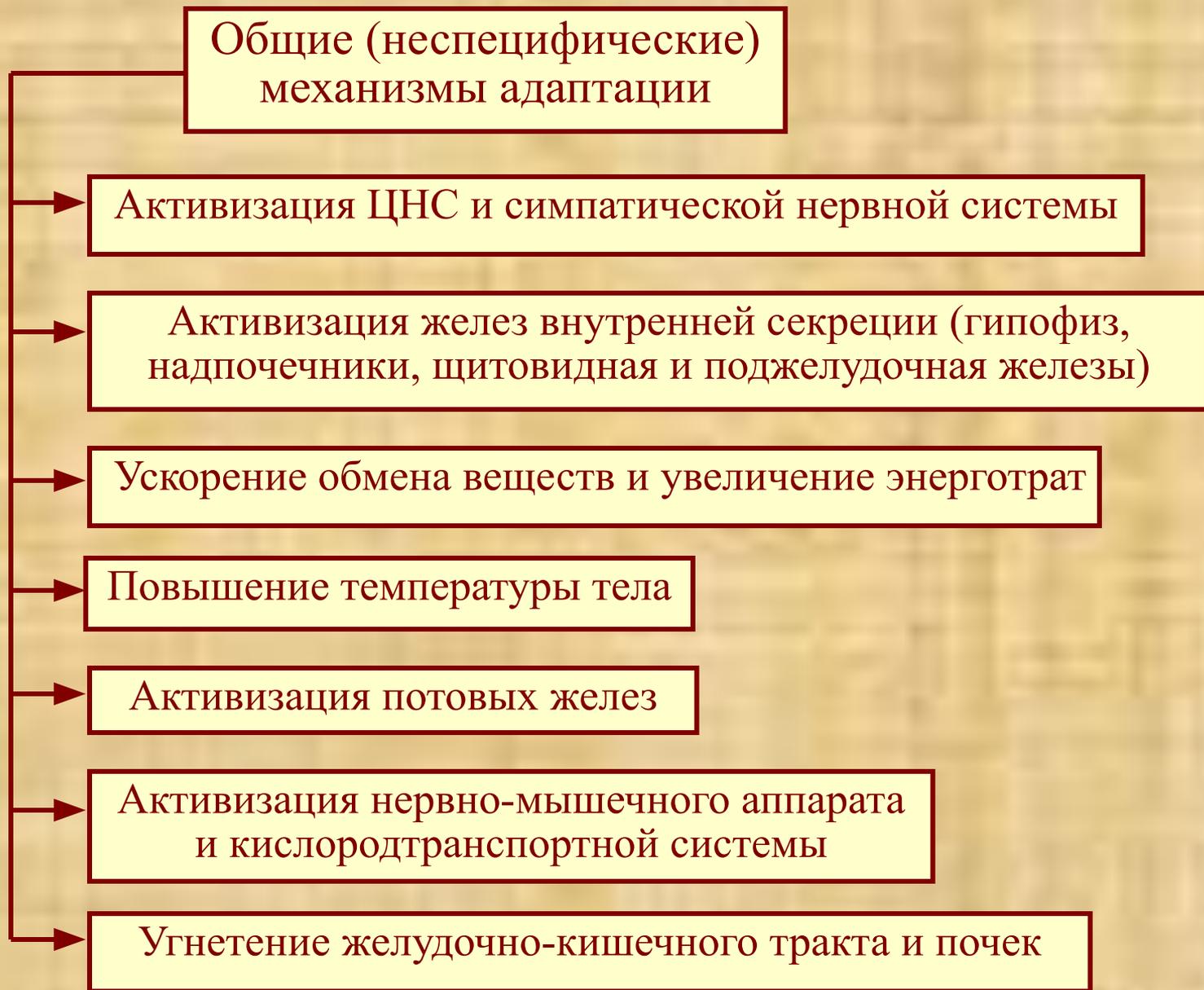
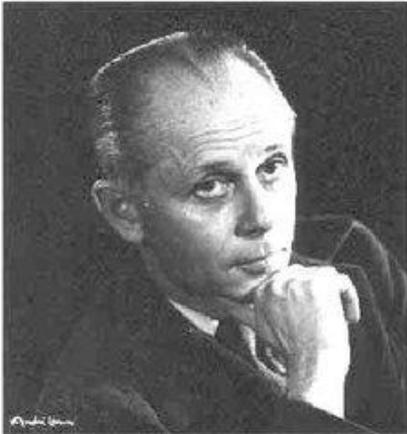


Рисунок 2 – Общие механизмы адаптации к физическим нагрузкам

Понятие адаптации тесно связано с понятием «стресс», впервые предложенным канадским физиологом Г.Селье (1936).

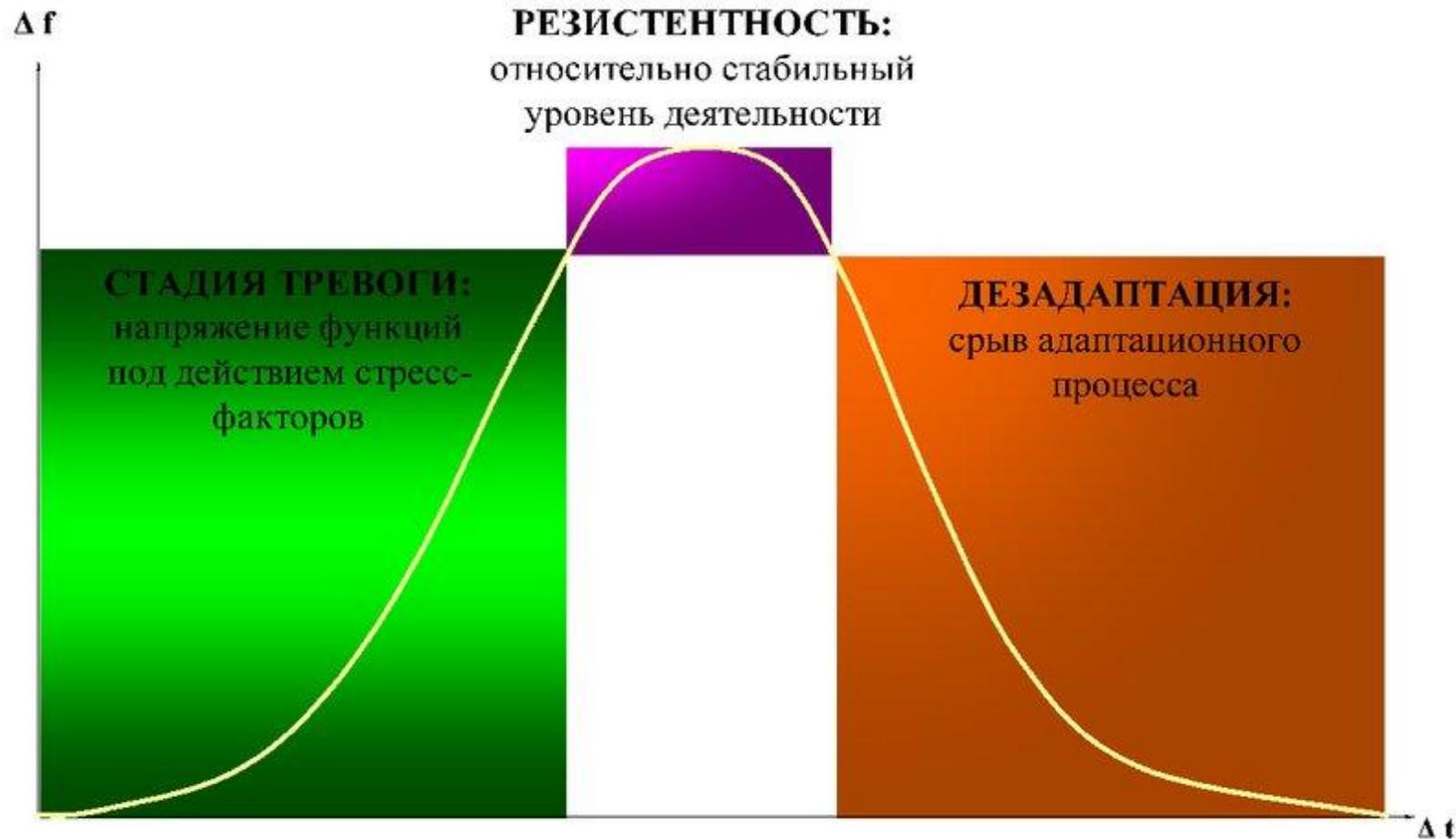


Ганс Селье

Стресс (от англ. «stress» – напряжение) –, особое состояние напряжения живого организма, возникающее в ответ на сильный внешний раздражитель.

Согласно Селье любой достаточно сильный внешний стимул (стрессор), вызывает состояние стресса, проявляющееся в определенном неспецифическом (т. е. не зависящем от характера стрессора) ответе организма млекопитающего, названном им *общим адаптационным синдромом*.

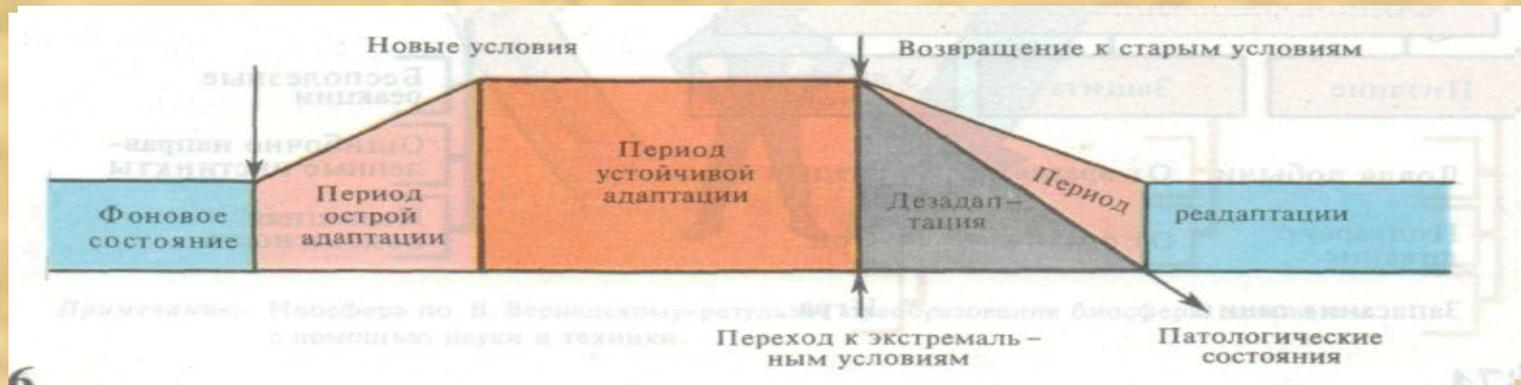
Существует по крайней мере две функциональные системы, созданные эволюцией для противодействия разрушительному действию стрессоров: *симпато-адреналовая* (по У. Кеннону), и *гипоталамо-надпочечниковая* (по Г. Селье).



Ордината: прирост тренируемой функции (Δf).
Абсцисса: время воздействия (Δt)

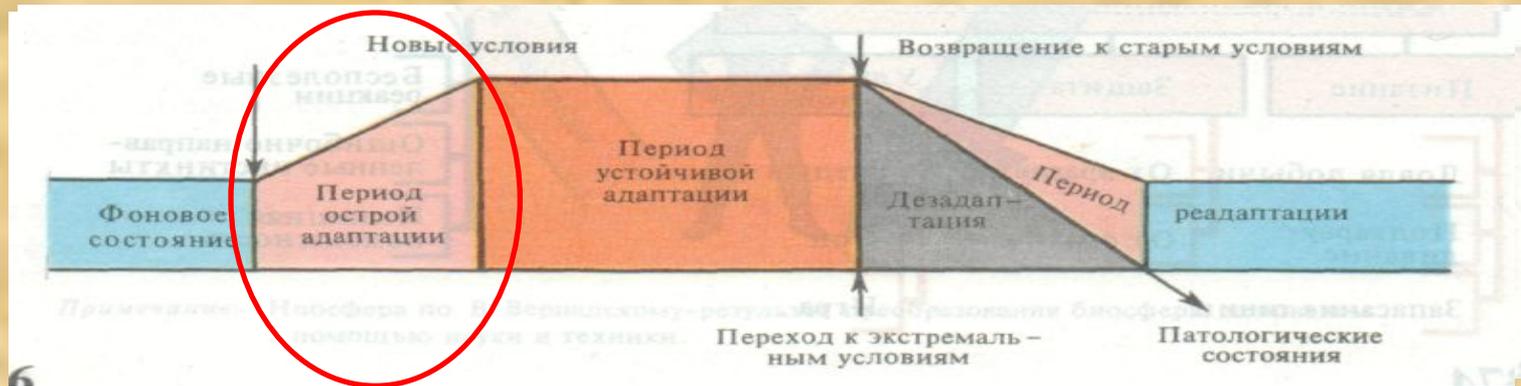
Стадии адаптации

(по А.Солодкову, Е.Сологуб (1974))



1. Преадаптация (физиологическое напряжение)
2. Устойчивая адаптация
3. Дезадаптация
4. Реадаптация

1. Преадаптация (физиологическое напряжение)



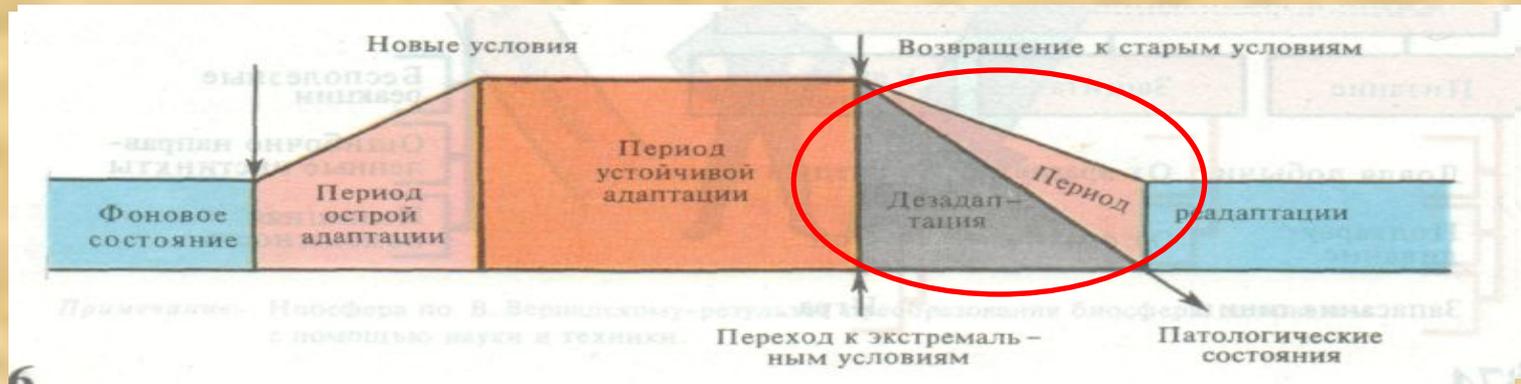
- Основная нагрузка - на регуляторные механизмы, неэффективная адаптация, спортивная работоспособность низкая

2. Устойчивая адаптация



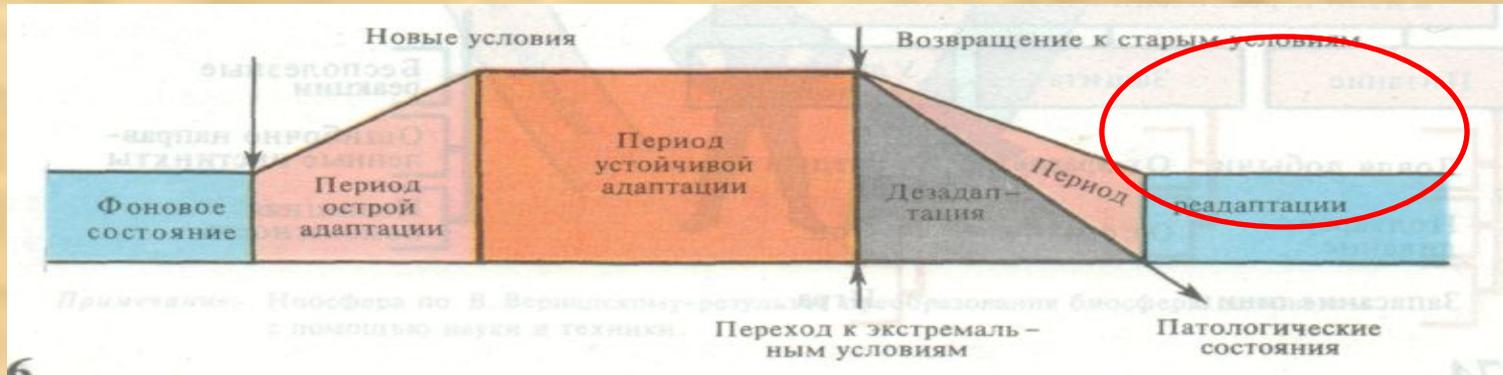
- Совершенствуются механизмы регуляции, устанавливается новый уровень функционирования органов и систем (без напряжения), используются функциональные резервы – возникает **адаптированность** организма

3. Дезадаптация



- Возникает в результате перенапряжения адаптационных механизмов и включения компенсаторных реакций

4. Реадаптация = обратимость тренировочных эффектов



- После перерыва в тренировках восстанавливаются исходные свойства и качества организма (детренированность)
- ✗ систематических занятий ФКиС ⇒ снижение Тр.Э через 2 недели, через 3-8 мес. ✗
- ✗ несистематических занятий ФКиС ⇒ через 2 мес. ✗ Тр.Э

**ВСЕ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ
РЕАКЦИИ ИМЕЮТ ЛИШЬ
ОТНОСИТЕЛЬНО
ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЙ
ХАРАКТЕР:
«ЗА ВСЕ НУЖНО ПЛАТИТЬ»**

Цена адаптации – биологическая
«расплата» за адаптационные
изменения

1. **Изнашивание (раннее старение)**
функциональной системы, на которую
падает нагрузка.
2. **Отрицательная перекрестная**
адаптация – нарушения в
функциональных системах, не
связанных с основной нагрузкой.

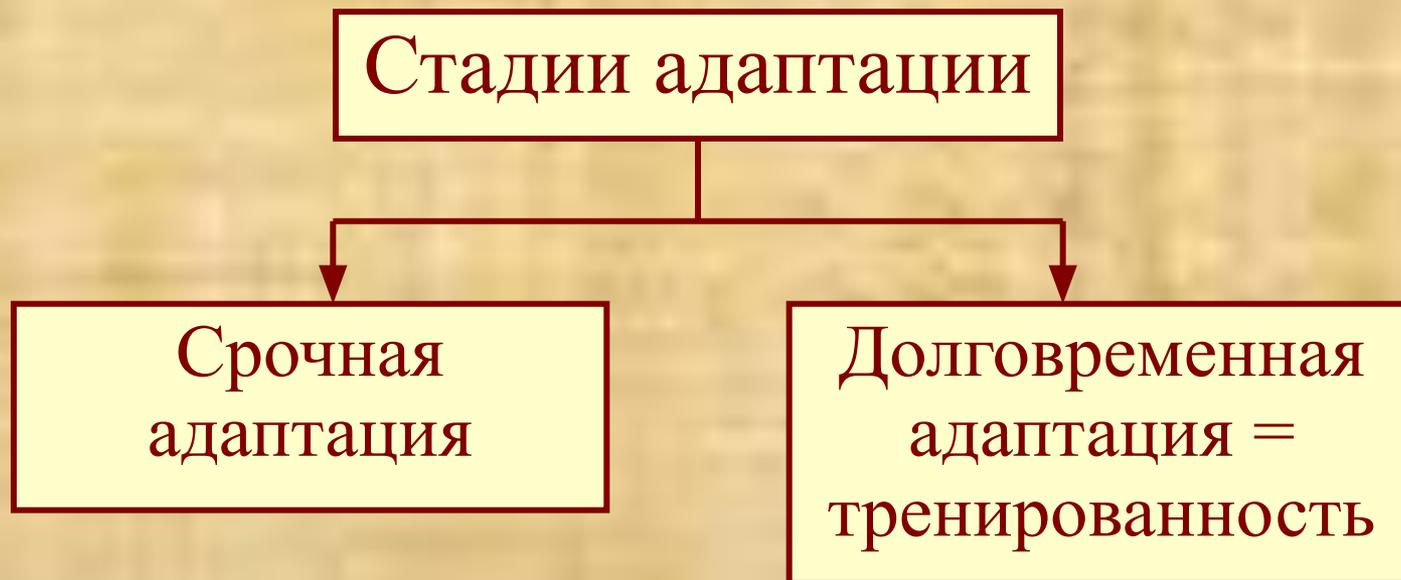


Рисунок 3 – Стадии адаптации



Рисунок 5 – Факторы, лимитирующие приспособительные возможности спортсмена

Тренировочный эффект

- Срочный – при работе и в восстановлении
- Отставленный – в поздних фазах восстановления (2 день и последующий)
- Кумулятивный – долговременная адаптация, структурный и функциональный след

Морфофункциональные перестройки

Повышение эффективности нейрогуморальной регуляции функций

Активизация синтеза белка

Увеличение клеточных структур

Повышение функциональных возможностей клеток

Повышение резистентности органов и систем
к биохимическим сдвигам, происходящим в организме
в процессе мышечной деятельности

Повышение скорости восстановительных процессов

**Рисунок 4 – Основные морфофункциональные перестройки,
составляющие основу долговременной адаптации
к мышечной деятельности**

Физиолого-биохимическая характеристика работы различной мощности (интенсивности)

№	Показатели	Зоны мощности			
		<i>Мах</i>	<i>Субмах</i>	<i>Большая</i>	<i>Умеренная</i>
1	Продолжительность работы	20-30 с	3-5 мин	30-40 мин	Более 40 мин
2	Удельный расход E	4 ккал/с	1,5 ккал/с	0,5 ккал/с	0,3 ккал/с
3	Общий расход E	80 ккал	450 ккал	900 ккал	Более 1000 ккал
4	Запрос O ₂	40 л/мин	25 л/мин	5-7 л/мин	3-4 л/мин
5	Рабочее потребление O ₂	6-13% от КЗ	5 л/мин	5 -5,5 л/мин	до 4 л/мин
6	ПО ₂ к КЗ	1/10	1/3	5/6	1/1
7	Абсолютный КД	до 8 л	22-25 л	12-20 л	до 4 л
8	Молочная кислота	До 5 ммоль	10-20	4-6	1-2

Физиолого-биохимическая характеристика работы различной мощности (интенсивности)

№	Показатели	Зоны мощности			
		<i>Мах</i>	<i>Субмах</i>	<i>Большая</i>	<i>Умеренная</i>
9	Наличие устойчивого	Нет	К концу ложное	Ложное	Истинное
10	Минутный объём дыхания, л/мин	30-40	120-140	140-160	80-100
11	ЧСС, уд/мин	160-170	190-200	До 200	150-180
12	Длительность восстановления	30-40 мин	1-2 час	Несколько часов	2-3 суток
13	Источники Е	АТФ, КрФ	КрФ, гликолиз	Аэробно-анаэробн	Аэробный
14	Сахар крови	Н или выше	Н или выше	Норма	40-50 мг%
15	pH крови	Слегка кислое	До 7,2	До 7,0	норма

Адаптация к работе в мах зоне мощности:

**Совершенствование ЦНС и
двигательного аппарата:**

**Повышение возбудимости и
лабильности нервных центров и
скелетных мышц**

**Увеличение функциональной
подвижности нервных
процессов**

**Быстрое расслабление
мышц**

Накопление КрФ в мышцах

Адаптация к работе в **субмаксимальной** зоне
мощности:

**Увеличение мощности и емкости
лактацидной (гликолитической)
системы**

**Повышение устойчивости нервных
центров к работе в условиях
ацидоза**

**Развитие кислород-транспортных
систем – крови, ссс, дыхательной**

Адаптация к работе в зоне большой мощности:

**Совершенствование функциональных
возможностей кислород-транспортной
системы**

**Совершенствование системы
терморегуляции**

**Увеличение аэробных
возможностей рабочих мышц**

Адаптация к работе в зоне умеренной мощности:

**Значительное увеличение
запасов углеводов**

**Рост функциональной
устойчивости ЦНС к
монотонии**

**Совершенствование
механизмов терморегуляции**

Специфические механизмы адаптации к нагрузкам, развивающим выносливость:

- 1. Функциональная дилатация, развитие брадикардии.**
- 2. Сдвиг исходного вегетативного тонуса в сторону усиления парасимпатической влияния**
- 3. Повышение устойчивости миокарда и гипоталамуса к высоким концентрациям молочной кислоты.**
- 4. Совершенствование механизмов, препятствующих закислению крови (емкость буферных систем).**
- 5. Снижение тонуса сосудов.**
- 6. Повышение жизненной емкости и диффузионных способностей легких.**
- 7. Активизация органов кроветворения.**
- 8. Саркоплазматическая гипертрофия мышц.**

Специфические механизмы адаптации к нагрузкам, развивающим силу:

- 1. Утолщение миокарда.**
- 2. Повышение тонуса сосудов.**
- 3. Сглаживание феномена Лингарда.**
- 4. Утолщение костей и увеличение их бугристости, утолщение суставных сумок, связок и сухожилий.**
- 5. Миофибриллярная гипертрофия мышц.**

Появления кумулятивного тренировочного эффекта

Тренировочный эффект возникает:

- При аэробной тренировке (70% от МПК, ЧСС 150-155) на 10-16 неделях
- При анаэробной (скоростно-силовой) – на 8-10 неделях
- Оздоровительный бег, ходьба – 2-3 месяц

ДИЗАДАПТАЦИЯ – извращение тренировочного эффекта



Рисунок 6 – Факторы, приводящие к дизадаптации

Признаки

Нарушение механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности

Рост ряда физиологических показателей в покое
(ЧСС, артериальное давление, интенсивность основного обмена веществ)

Нарушение вегетативных реакций на нагрузку

Негативные изменения на ЭКГ в покое, дистрофия миокарда

Нарушение вестибулярной устойчивости, резкое замедление
двигательной реакции

Резкое снижение работоспособности

Эмоциональная неустойчивость, повышенная раздражительность

Нарушение сна

Нарушение функций печени

Снижение иммунитета (рост частоты простудных заболеваний,
возникновение гнойниковых поражений кожи), обострение хронических
заболеваний, патологические изменения в органах и системах

Рисунок 7 – Признаки дизадаптации

Таблица 1 - Наиболее распространенные заболевания органов и систем у спортсменов различной специализации

Вид спорта	Заболевания
Плавание	Заболевания ЛОР-органов и почек
Велоспорт	Заболевания органов малого таза
Силовые виды спорта	Гипертония, заболевания позвоночника и суставов
Гимнастика, спортивные игры	Заболевания суставов
Виды спорта, развивающие аэробную выносливость	Заболевания желудочно-кишечного тракта

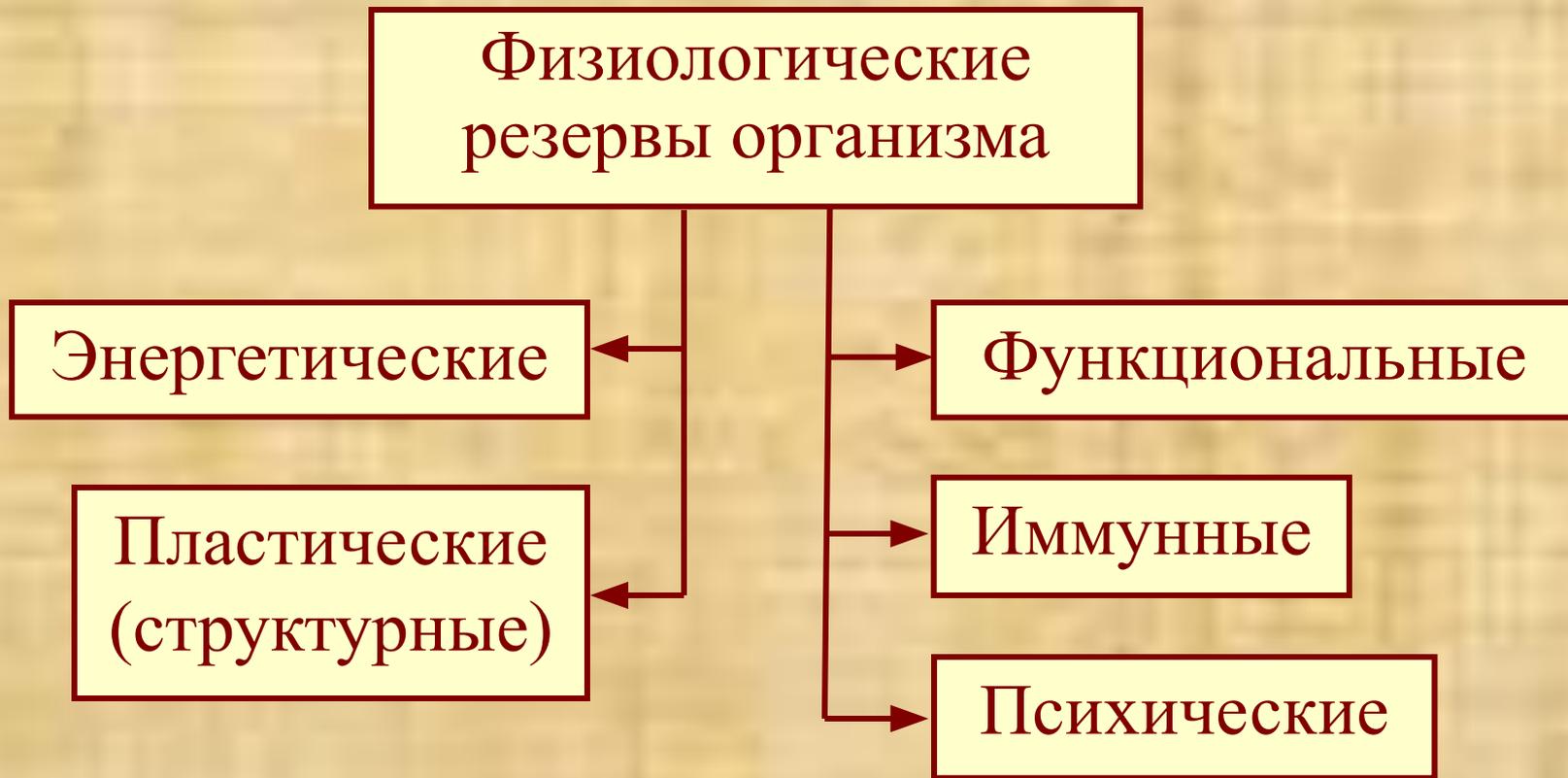


Рисунок 8 – Физиологические резервы организма

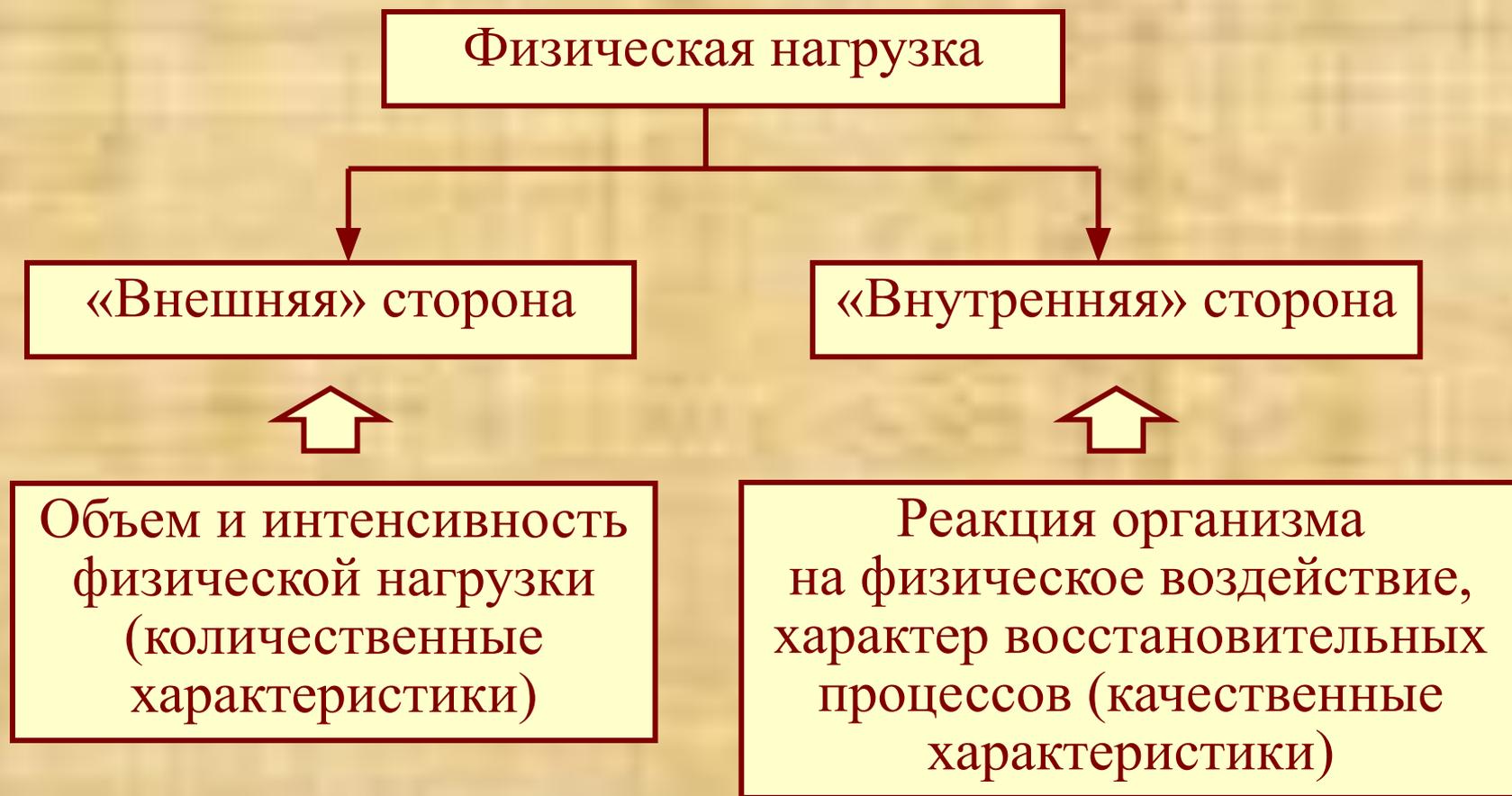


Рисунок 10 – Компоненты физической нагрузки

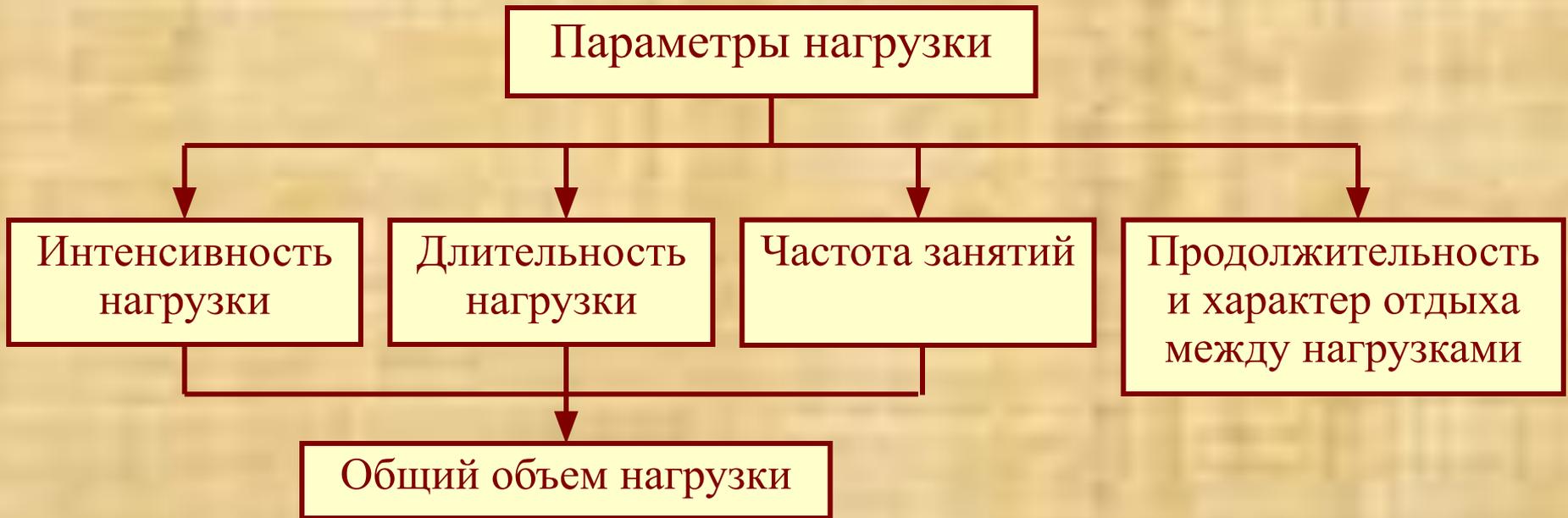


Рисунок 11 – Основные параметры физической нагрузки

**Функциональные эффекты
спортивной тренировки**

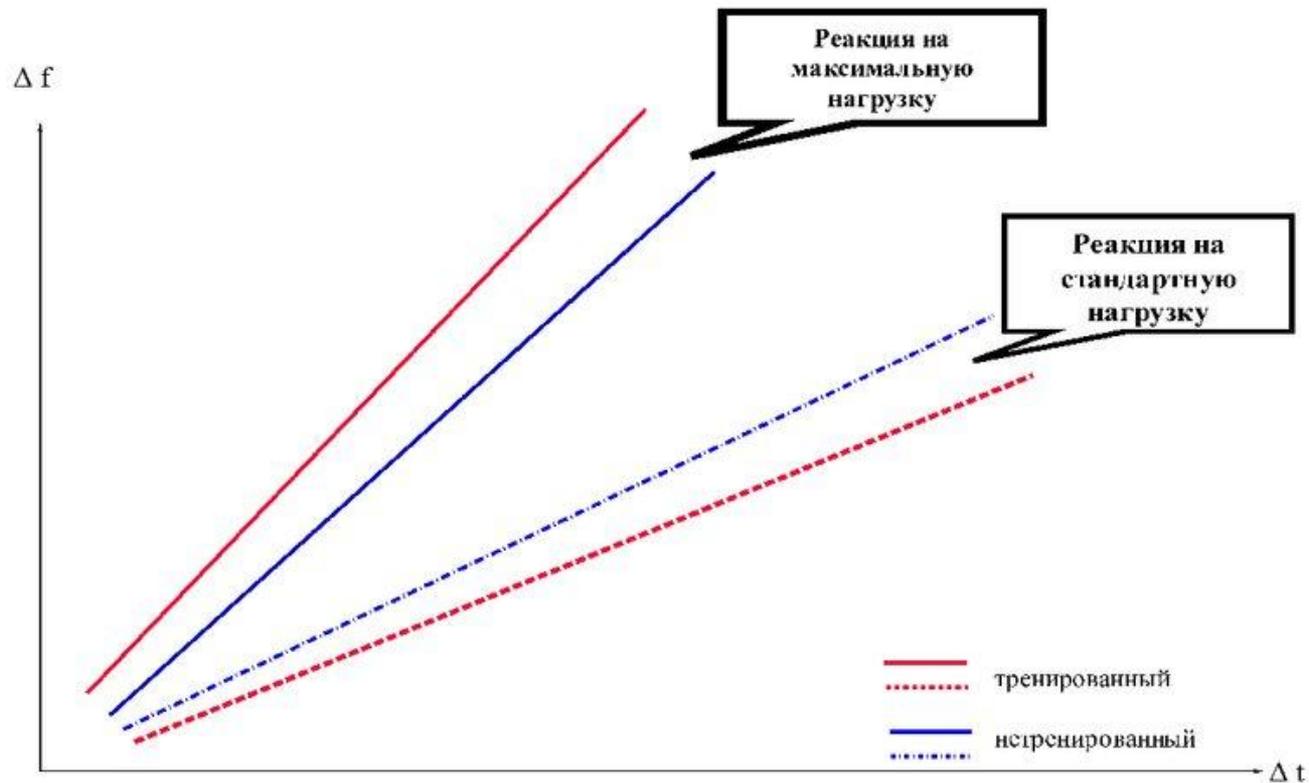
```
graph TD; A[Функциональные эффекты спортивной тренировки] --> B[Экономизация деятельности организма в покое и при выполнении дозированных физических нагрузок]; A --> C[Увеличение диапазона функциональных сдвигов при выполнении предельных физических нагрузок];
```

**Экономизация деятельности
организма в покое и при
выполнении дозированных
физических нагрузок**

**Увеличение диапазона
функциональных сдвигов
при выполнении предельных
физических нагрузок**

**Рисунок 9 – Основные функциональные эффекты
спортивной тренировки**

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ: морфо-функциональная основа тренировочных эффектов



Адаптационные реакции обеспечивают формирование основных тренировочных эффектов:

- экономизация функций в покое и при незначительных физических нагрузках;
- увеличение мощности функциональных систем при максимальных нагрузках.

минимальная нагрузка,
выводящая организм
на сверхвосстановление (дает
минимальный тренировочный
или оздоровительный эффект)



нагрузка, превышающая
обычные объемы
тренировочного воздействия,
но не более чем на 30 – 50%



нагрузка, которая дает
максимальный
тренировочный или
оздоровительный эффект



нагрузка, превышающая
функциональные возможности
спортсмена (приводит
к дизадаптации)

Рисунок 13 – Характеристика физической нагрузки



Рисунок 12 – Показатели, характеризующие интенсивность физической нагрузки

ЧСС предельная = 220 – возраст (до 60 лет)

ЧСС предельная = 210 – возраст (после 60 лет)

ЧСС пороговая в спорте

(ЧСС предельная – ЧСС покоя)*0,60 + ЧСС покоя
пульсовой резерв

ЧСС рабочая в спорте

(ЧСС предельная – ЧСС покоя)*0,85 + ЧСС покоя

ОФК

пороговая: ЧСС предельная *0,60

рабочая: ЧСС предельная *0,75

Таблица 2- Интенсивность физической нагрузки в зависимости от величины рабочей ЧСС

Рабочая ЧСС	Интенсивность физической нагрузки
< 75% от ЧСС предельной	низкая
75 – 85% от ЧСС предельной	средняя
> 85% от ЧСС предельной	высокая

Таблица 3 - Взаимосвязь между скоростью потребления кислорода и частотой сердечных сокращений при выполнении физической нагрузки

Скорость потребления кислорода	Рабочая ЧСС
40% от МПК	55% от ЧСС предельной
60% от МПК	70% от ЧСС предельной
80% от МПК	85% от ЧСС предельной
85% от МПК	90% от ЧСС предельной

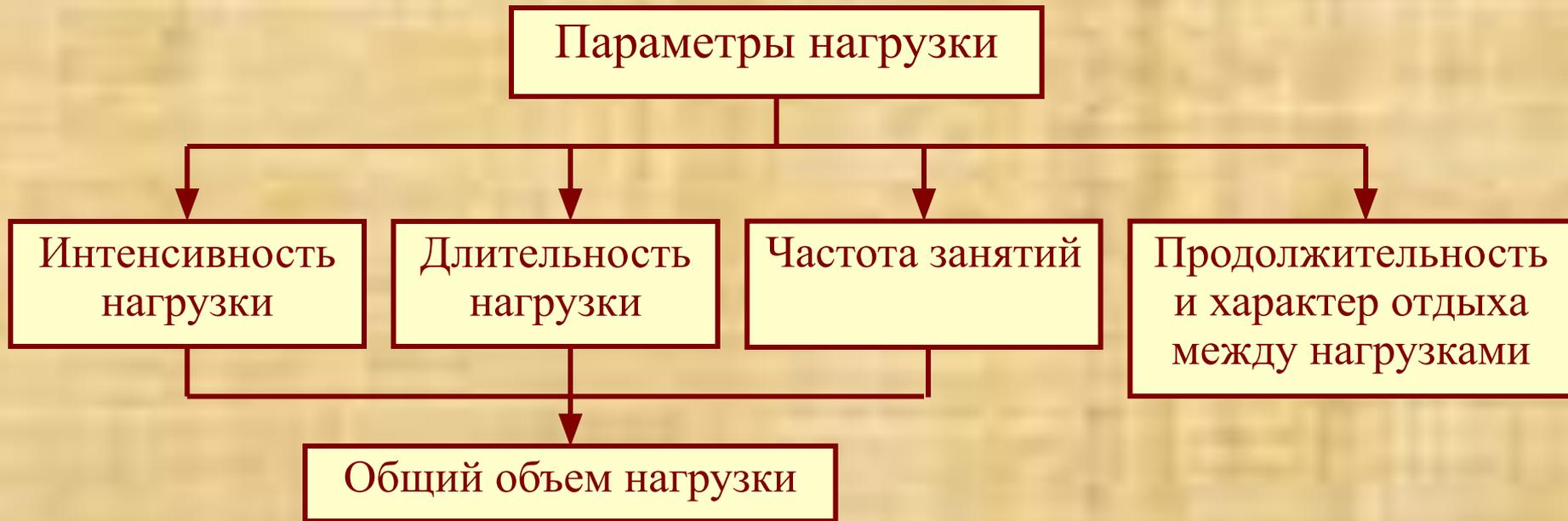


Рисунок 11 – Основные параметры физической нагрузки

Особенности нагрузки для
начинающих (ОФП)
Пороговая нагрузка
определяется по ЧСС
180 - возраст (годы)

ЧСС для людей разного возраста

Возраст	ЧСС предельная	ЧСС пороговая	ЧСС пиковая	ЧСС средняя
20-29	190	145	180	155
30-39	185	140	175	150
40-49	180	140	170	150
50-59	170	130	160	140
60-69	160	125	150	135

Возрастные особенности проведения тренировочных занятий

- До 6 лет:
 - Невысокая координация движений
 - обучение жизненно-необходимым навыкам, формирование правильной осанки
 - Постепенное развитие моторики мелких мышц
 - Развитие и тонус мышц-сгибателей опережает развитие разгибателей
 - Чем младше, тем сложнее осваивается техника
 - Чем выше эффективность движений, тем быстрее идет развитие всех систем, в том числе и ЦНС

Возрастные особенности (7-13 лет) проведения тренировочных занятий

- Высокая адаптация к изменяющимся условиям (спортивные игры – интерес)
- Скорость овладения техникой определяется мотивацией (интересом) и методикой тренировок (мастерство тренера)
- Возможно оттачивание техники
- Высокая степень отвлечений (начинают делать, не дослушав)
- Мышление образное – обязателен показ, но затем комментарий (действие через слово) результатов и погрешностей в технике
- Чем младше, тем важнее успешность (хвалить)

Возрастные особенности (7-13 лет) проведения тренировочных занятий

- 6-8 успешность обучения на коньках
- 7- 11 – ловкость
- 8-9 – нарастание скорости бега и плавания
- 8-12 - упражнения с пространственной координацией
- 7-10 – гибкость
- 10-11 – максимальная частота шагов
- 8-11 - акробатика

Возрастные особенности (подростки) проведения тренировочных занятий

- Доминирует словесно-логическое мышление ⇒ объяснение
- Высокая двигательная активность, но снижена координация, переоценка возможностей (травмы, страдает техника)
- Интерес быстро ↓ к очень простым и очень сложным действиям
- Основы для узкой специализации
- Успешность:
 - 12-14 лет – ↑ в скоростно-силовых видах спорта;
 - 14-15 лет - ↓ успешности в скоростных
 - 15-16 лет - ↑ силовая выносливость. Упражнения с отягощениями, но до 17 лет – не должно быть максимального отягощения

