

Тема: Введение в курс физиологии. Основные принципы формирования и регуляции физиологических функций. Природа возбуждения и торможения. Функциональные особенности возбудимых структур. Функции нейрона, свойства синапсов.

План лекции:

1. Физиология - определение, связь с другими науками.
2. Основные принципы формирования и регуляции
3. Природа возбуждения и торможения
4. Функциональные особенности возбудимых структур
5. Функции нейрона, свойства синапсов.

1. Физиология , определение, связь другими науками

- Физиология (**physis-природа, logos-наука**) - изучает функции живых организмов, систем, органов, клеток, а также механизмы регуляции этих функций. Физиология рассматривает функции организма во взаимной связи и с учетом воздействия факторов внешней среды.

«Физиология –это научный
стержень, на котором
держаться все
медицинские науки»

К. Бернар

2. Взаимоотношение структуры и функции

- Анатомия и физиология относятся к биологическим наукам и тесно взаимосвязаны, т.к. строение организма и его функции взаимообусловлены.
- Структуру и функции необходимо изучать с точки зрения целостности организма, как единую биологическую систему, тесно связанную с окружающей средой.

Иерархия строения организма

- Клеточный
- Тканевой
- Органный
- Системный

Типы тканей организма

- Эпителиальная
- Соединительная
- Мышечная
- Нервная

3. Клетка, ультраструктура и функции клетки.

- Клетка- элемент органа (ткани), состоящей из системы органелл, способный к самовоспроизведению, метаболизму, раздражимости, адаптации, изменчивости
- Клетка является элементарной или наименьшей структурно-функциональной единицей живого организма.

Строение и функции клетки

- **Ядро** - передача генетической информации
- **Цитоплазма** – участвует в процессах метаболизма и поддержания внутренней среды клетки
- **Эндоплазматическая сеть** – депонирование и высвобождение Ca^{++}
- **Рибосомы** - биосинтез клеточных белков
- **Митохондрии** - генерация и аккумуляция энергии
- **Аппарат Гольджи** (пластинчатый комплекс) - секреция БАВ
- **Лизосомы** –расщепление биологических макромолекул
- **Периксисомы** – биотрансформация чужеродных веществ
- **Цитоскелет** –опорно-двигательный аппарат клетки
- **Мембрана** - обмен веществ между клеткой и окружающей средой

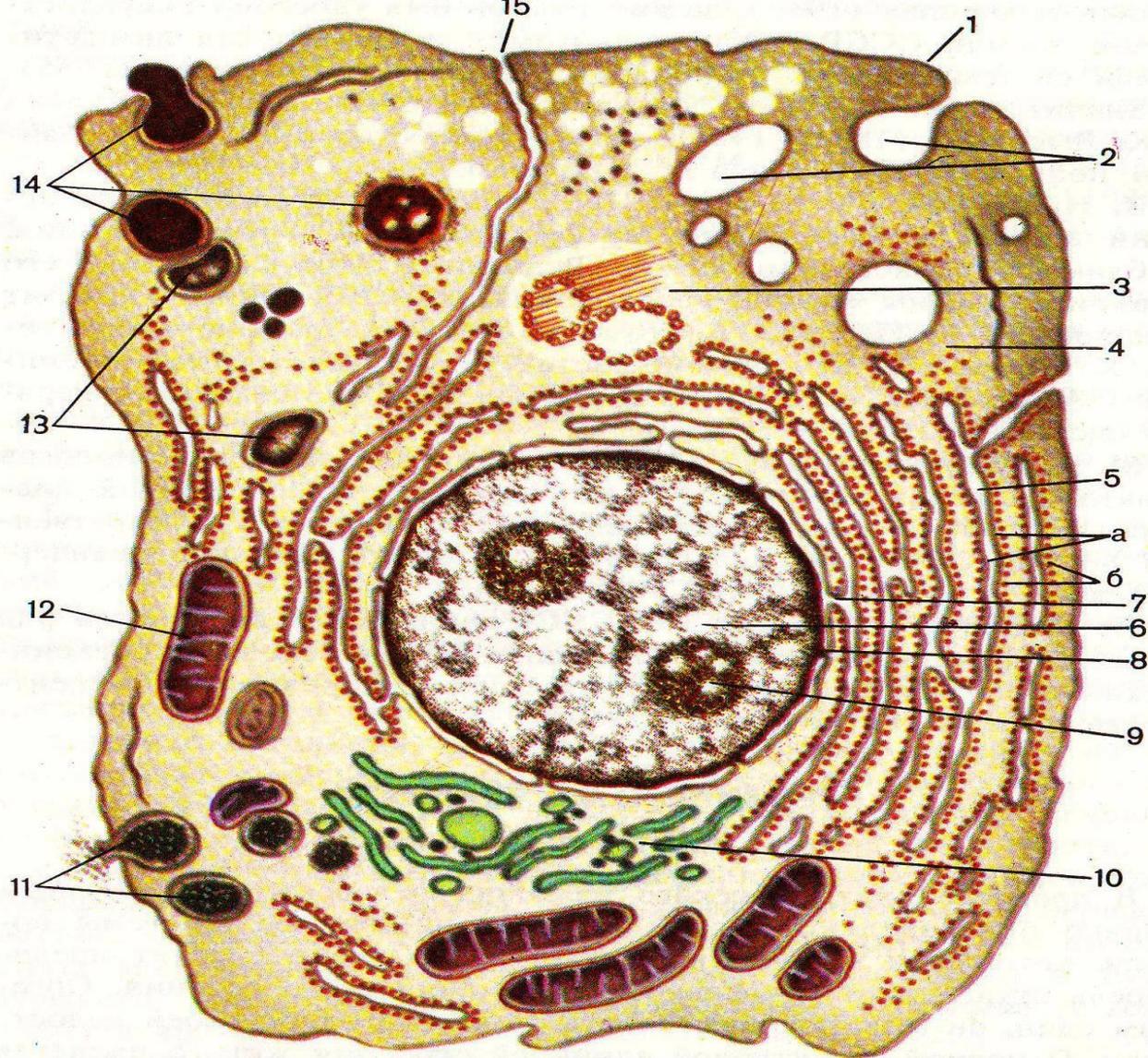


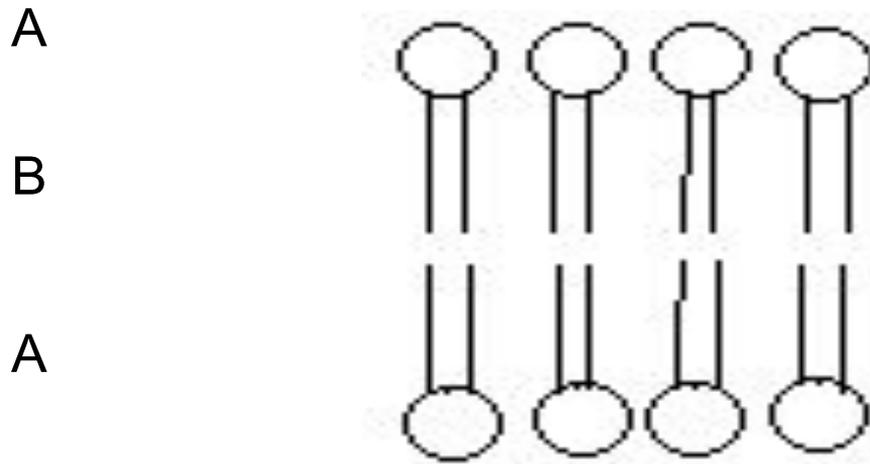
Рис. 1. Схема ультрамикроскопического строения клетки:

1 — цитолемма (плазматическая мембрана), 2 — пиноцитозные пузырьки, 3 — centrosома (клеточный центр, цитоцентр), 4 — гиалоплазма, 5 — эндоплазматическая сеть, а — мембраны эндоплазматической сети, б — рибосомы, б — ядро, 7 — связь перинуклеарного пространства с полостями эндоплазматической сети, 8 — ядерные поры, 9 — ядрышко, 10 — внутриклеточный сетчатый аппарат (комплекс Гольджи), 11 — секреторные вакуоли, 12 — митохондрии, 13 — лизосомы, 14 — три последовательные стадии фагоцитоза, 15 — связь клеточной оболочки (цитолеммы) с мембранами эндоплазматической сети

Биологические мембраны

- Мембраны – образуют наружную оболочку всех живых клеток и формируют многочисленные внутриклеточные органеллы

- Главной составной частью мембраны является двойной (бимолекулярный) слой фосфолипидов.

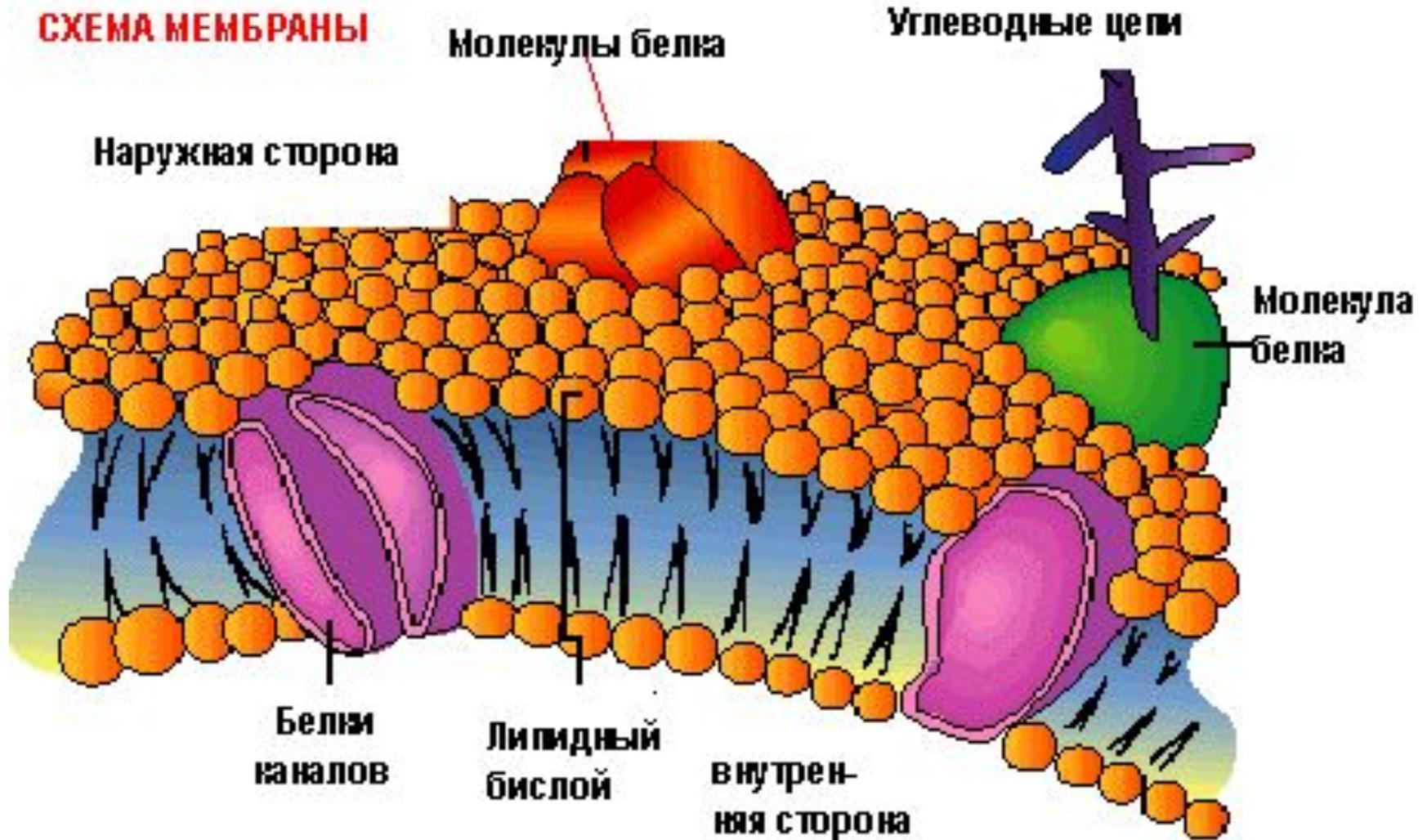


- A) Полярные концевые группы
фосфолипидов (гидрофильные концы),
- B) Гидрофобные концы

Белки мембраны

- **Внутренние** -белковые каналы или поры - пронизывают насквозь фосфолипидный слой
- **Периферические** – прикреплены к поверхности клетки -рецепторы

Мембрана клетки



ФУНКЦИИ МЕМБРАН:

- 1. Структурная** - мембраны окружают клетку и её органеллы, создают скелет клетки.
- 2. Барьерная функция**
- 3. Регуляция биохимических реакций.**
Среди белков мембраны имеются – белки-ферменты.
- 4. Способность транспортировать вещества или способность к проницаемости.**
- 5. Рецепторная функция.**

4. Регуляция функций организма

1. Нервная регуляция

В основе лежит рефлекс, рефлекторная дуга с участием ЦНС

2. Гуморальная регуляция

При участии химических веществ, циркулирующих в крови (БАВ)

3. Метаболическая регуляция

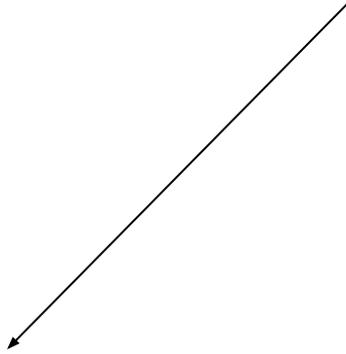
В настоящее время
регуляцию рассматривают
как единую
нейрогуморальную,
в которой большое значение
играют креаторные связи.

5. Возбудимые ткани.

Биоэлектрические явления

- **Возбудимость** – это свойство живых тканей отвечать на раздражение процессом возбуждения.
- **Возбуждение** – это сложный процесс, характеризующийся физиологическими, биофизическими, биохимическими и структурными изменениями в тканях, в том числе – генерация потенциала действия.

Возбудимые ткани

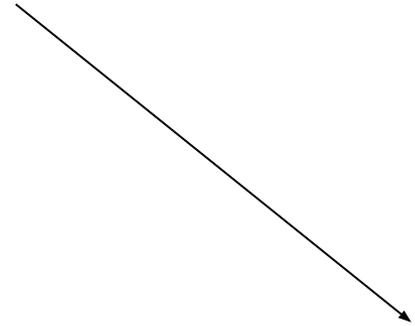


Мышечные

- ❖ *скелетные*
- ❖ *сердечная*
- ❖ *гладкие*



Нервная



Железистая

Виды раздражителей (по природе):

- химические (растворы кислот, щелочей, солей, органических соединений),
- механические (удар, сжатие, укол),
- температурные (нагрев, охлаждение);
- физические (электрический ток, световые лучи, звук)
- биологические (токсические вещества)

Виды раздражителей (по силе):

- Допороговые или подпороговые
- Пороговые
- Надпороговые или сверхпороговые

Свойства возбудимых тканей

■ **Возбудимость** – способность ткани отвечать на раздражение изменением ряда своих свойств.

Мерой возбудимости является **порог раздражения**

■ **Проводимость** – способность ткани проводить возбуждение по всей своей длине.

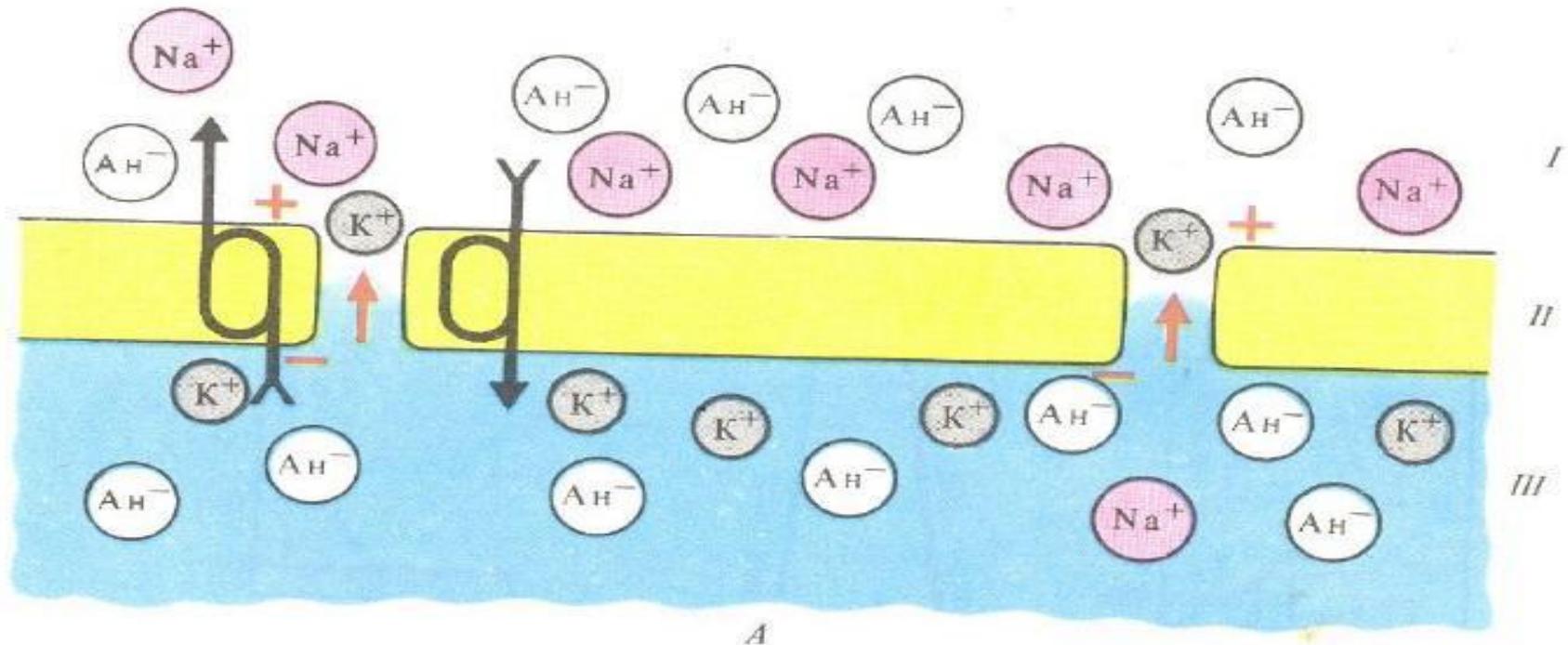
Показатель проводимости – скорость проведения возбуждения.

■ **Рефрактерность** – способность ткани терять или снижать возбудимость в процессе возбуждения. При этом в ходе ответной реакции ткань перестает воспринимать раздражитель.

■ **Лабильность** – способность ткани генерировать определенное число волн возбуждения в единицу времени в точном соответствии с ритмом наносимого раздражения

- **Сократимость** – это способность изменять длину или напряжение при возбуждении;
- **Эластичность** – это способность мышцы после сокращения принимать первоначальную форму;
- **Автоматия** - это способность ткани сокращаться за счет импульсов возникающих в ней самой без раздражения из вне.
- **Пластичность** – это способность сохранять приданную растяжением длину без изменения напряжения.

Мембранный потенциал покоя (МПП)



МПП – это разность потенциалов между поверхностью клеточной мембраны и её протоплазмой.

Снаружи мембрана заряжена – «+»;

Внутри мембрана заряжена – «-».

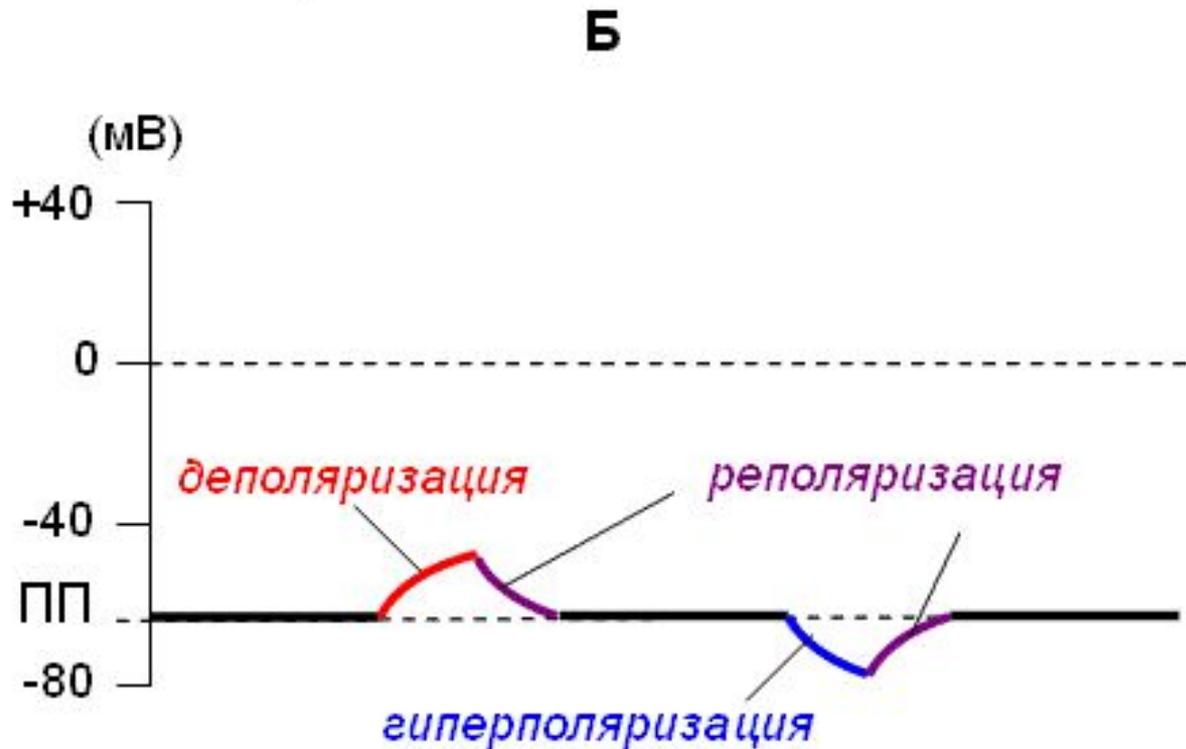
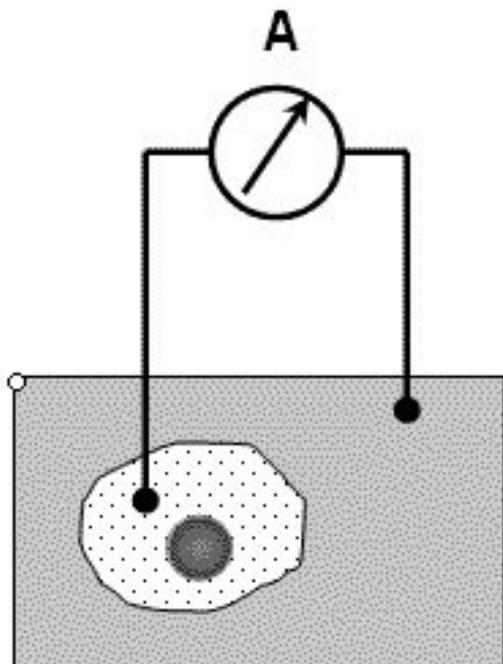
Величина МПП в среднем (-70) мВ

нервной клетки (-60) — (-80) мВ,

поперечнополосатых мышечных волокон (-80) — (-90) мВ,

волокон сердечной мышцы (-90) — (-95) мВ.

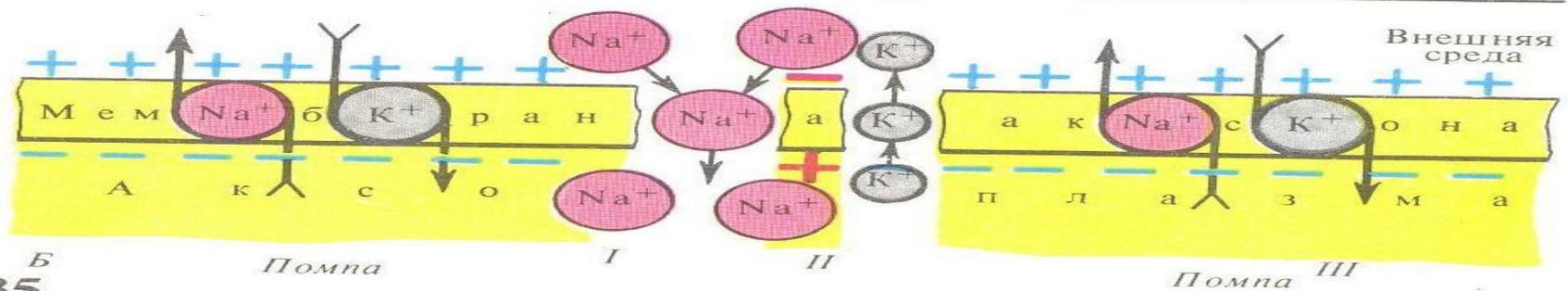
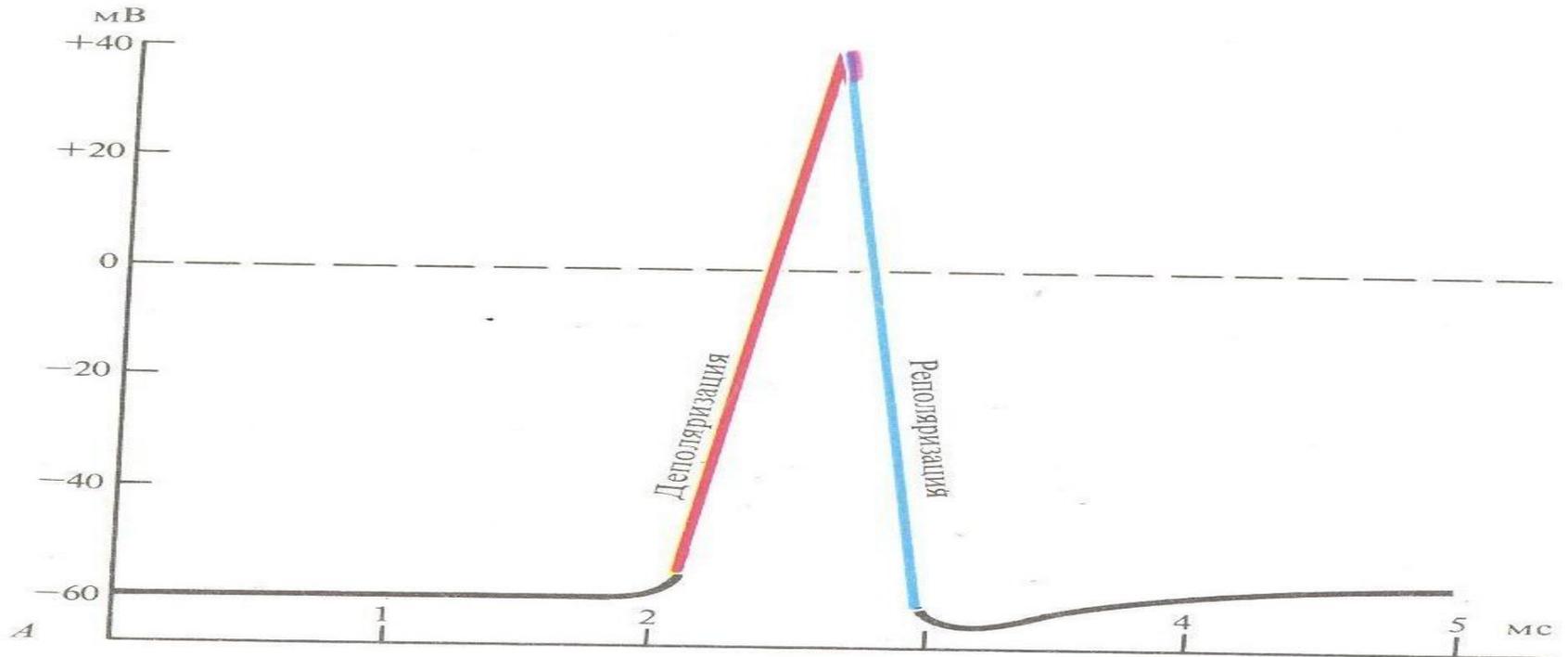
**Схема регистрации мембранного потенциала
клетки (А);
мембранный потенциал клетки в состоянии покоя
и его возможные изменения (Б).**



ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА

- **ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ** – это уменьшение внутреннего отрицательного заряда (до 0).
- **ИНВЕРСИЯ** – это изменение заряда клеточной мембраны на противоположный (перезарядка до +30мВ).
- Деполяризацию и инверсию вызывает вход катионов в клетку (Na^+ , Ca^{2+}).
- **ГИПЕРПОЛЯРИЗАЦИЯ** – это увеличение внутреннего отрицательного заряда (до -90 мВ или -100 мВ)
- Гиперполяризацию вызывает выход катионов из клетки (K^+) или вход анионов в клетку (Cl^-)

Потенциал действия - это колебание мембранного потенциала в период возбуждения (происходит перезарядка мембраны).



Фазы потенциала действия

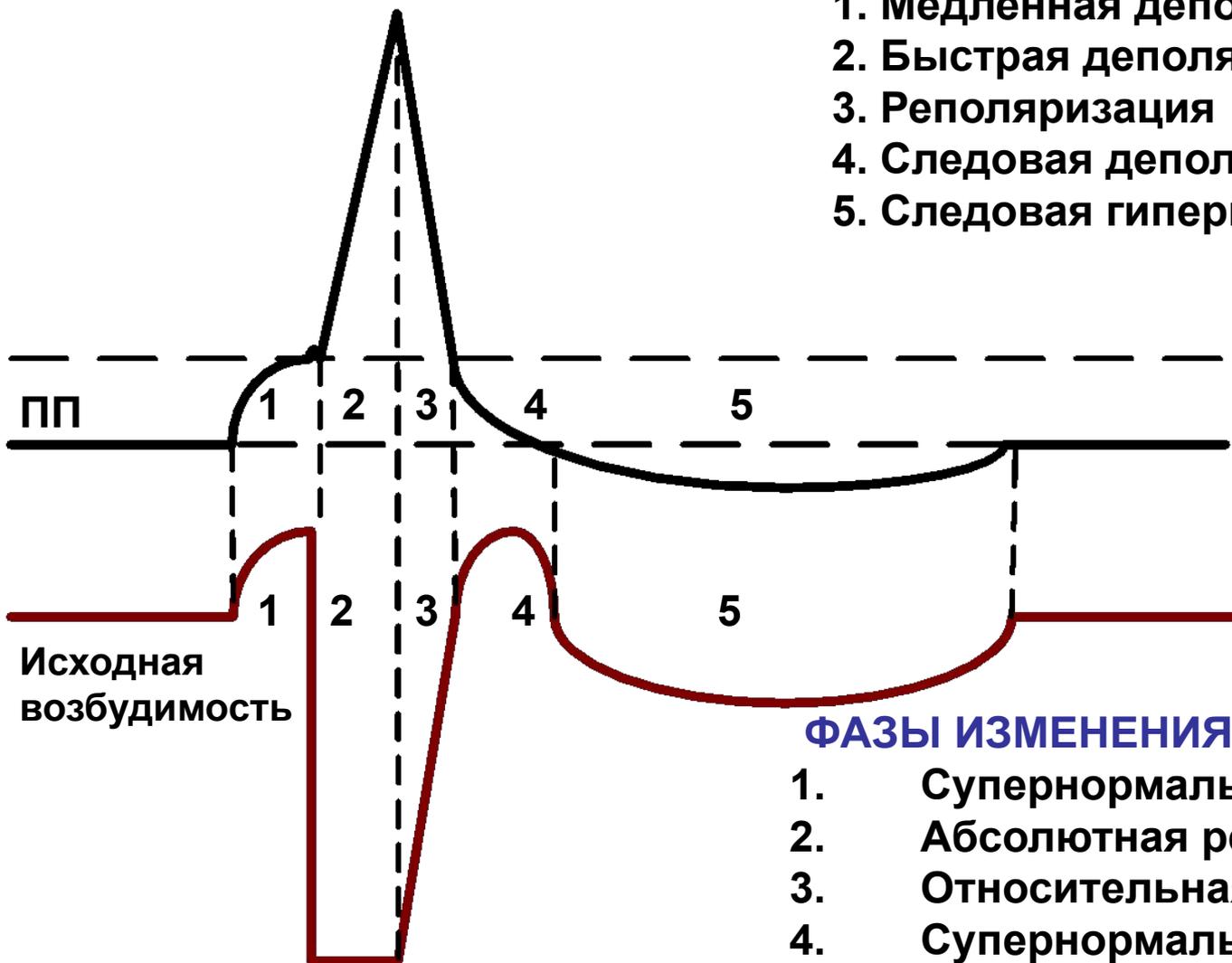


1. Локальный ответ.
2. Деполаризация.
3. Реполаризация.
4. Отрицательный следовой потенциал.
5. Положительный следовой потенциал.

ИЗМЕНЕНИЕ ВОЗБУДИМОСТИ ВО ВРЕМЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ

ФАЗЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ (ПД)

1. Медленная деполяризация
2. Быстрая деполяризация, инверсия
3. Репольяризация
4. Следовая деполяризация
5. Следовая гиперполяризация



ФАЗЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ:

1. Супернормальная возбудимость
2. Абсолютная рефрактерность
3. Относительная рефрактерность
4. Супернормальная возбудимость
5. Субнормальная возбудимость

Тема: «Физиологические свойства мышц».

План лекции:

- 1. Структура и функциональное значение мышц.**
- 2. Физиологические свойства мышц.**
- 3. Виды мышечных сокращений.**
- 4. Современные представления о мышечном сокращении и расслаблении.**
- 5. Мышечное утомление.**

Виды мышечной ткани:

- 1. Поперечно-полосатые мышцы скелета;**
- 2. Поперечно-полосатые мышцы сердца;**
- 3. Гладкие мышцы.**

Скелетные мышцы выполняют следующие функции:

- обеспечивают позу тела человека;**
- перемещают тело в пространстве;**
- перемещают отдельные части тела относительно друг друга;**
- являются источником тепла (участвуют в терморегуляции).**

Физиологические свойства мышц

- 1. Возбудимость – это способность мышцы отвечать на раздражение возбуждением;**
- 2. Проводимость – это способность проводить возбуждение вдоль всего мышечного волокна;**
- 3. Сократимость – это способность изменять длину или напряжение при возбуждении;**
- 4. Эластичность – это способность мышцы после сокращения принимать первоначальную форму;**
- 5. Автоматия - это способность ткани сокращаться за счет импульсов возникающих в ней самой без раздражения из вне.**
- 6. Пластичность – это способность сохранять приданную растяжением длину без изменения напряжения.**

Скорость проведения возбуждения:

- в скелетных мышцах – от 3,5 до 14 м/сек;
- в сердечной – от 0,5 до 1 м/сек;
- в гладких мышцах – от 0,5 мм до 5-10 см/сек.

Виды сокращения мышц

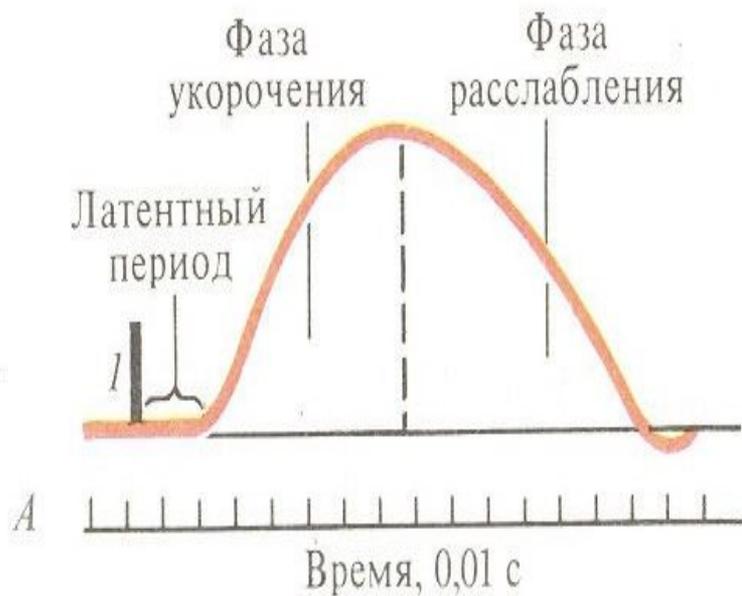
I. В зависимости от условий, в которых происходит мышечное сокращение:

- **изометрический режим;**
- **изотонический режим.**
- **ауксотонический режим.**

II. С количественной стороны:

- **одиночное мышечное сокращение;**
- **суммарное мышечное сокращение:**
 - а) неполная суммация;**
 - б) полная суммация.**
- **тетанус: а) зубчатый тетанус;**
 - б) гладкий тетанус.**

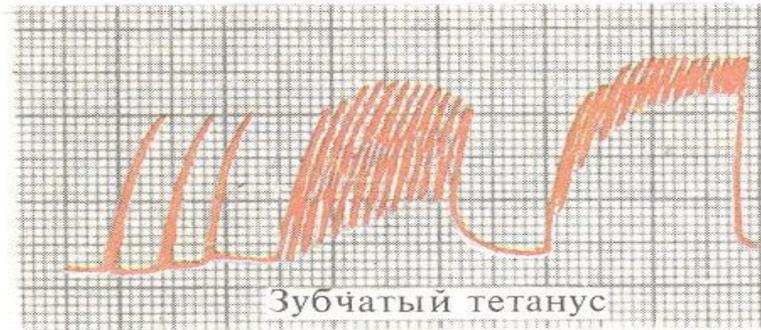
Одиночное мышечное сокращение (ОМС)



ОМС – возникает при нанесении одного импульса.

- 1. Латентный период – 0,01 сек;**
- 2. Фаза сокращения – 0,05 сек;**
- 3. Фаза расслабления – 0,05-0,06 сек.**

Тетанус – это длительное сокращение мышцы в ответ на часто поступающие друг за другом раздражения.



I. Зубчатый тетанус
возникает при малой
частоте раздражений
(↑ 10, но ↓ 20 Гц).



II. Гладкий тетанус
возникает при большой
частоте раздражений
(↑ 20 Гц).

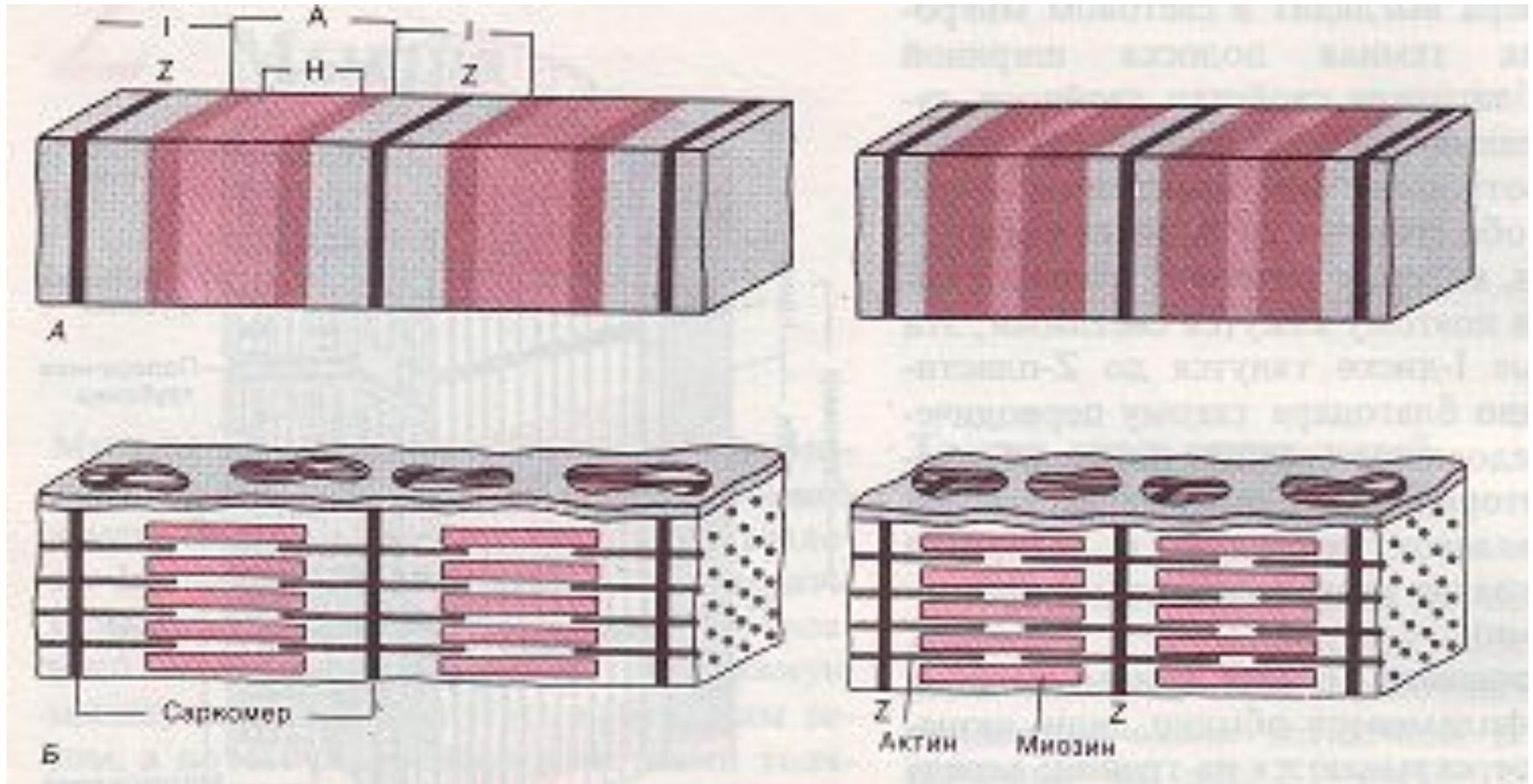
Оптimum и пессимум частоты раздражения (Н.В. Введенский)



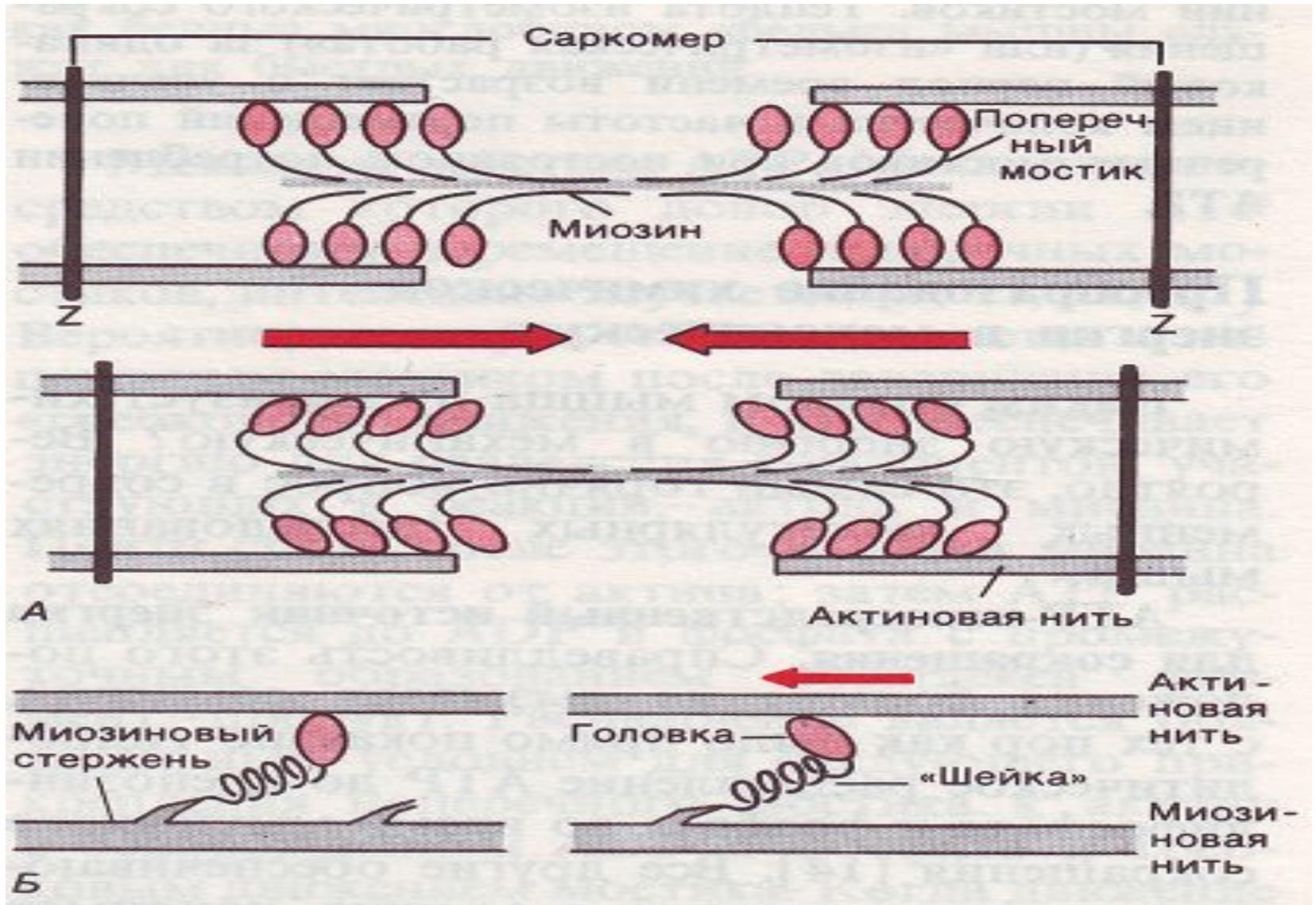
Оптимум – это максимальная (оптимальная) частота раздражения при которой тетанус достигает наибольшей высоты.

Пессимум – это большая частота раздражения при которой амплитуда тетануса уменьшается.

Структура саркомера



Миозиновая нить с поперечными мостиками



Актиновая нить

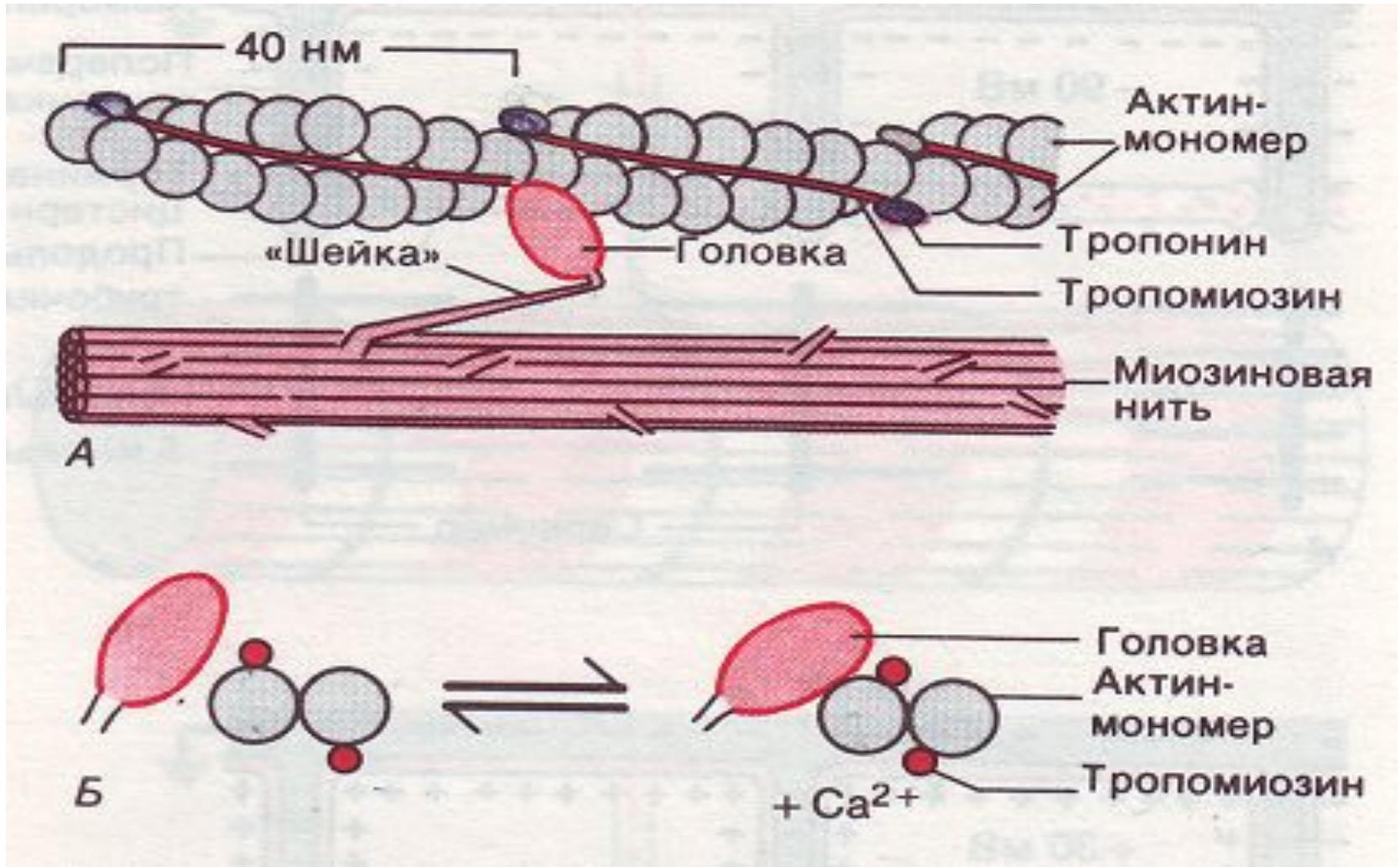
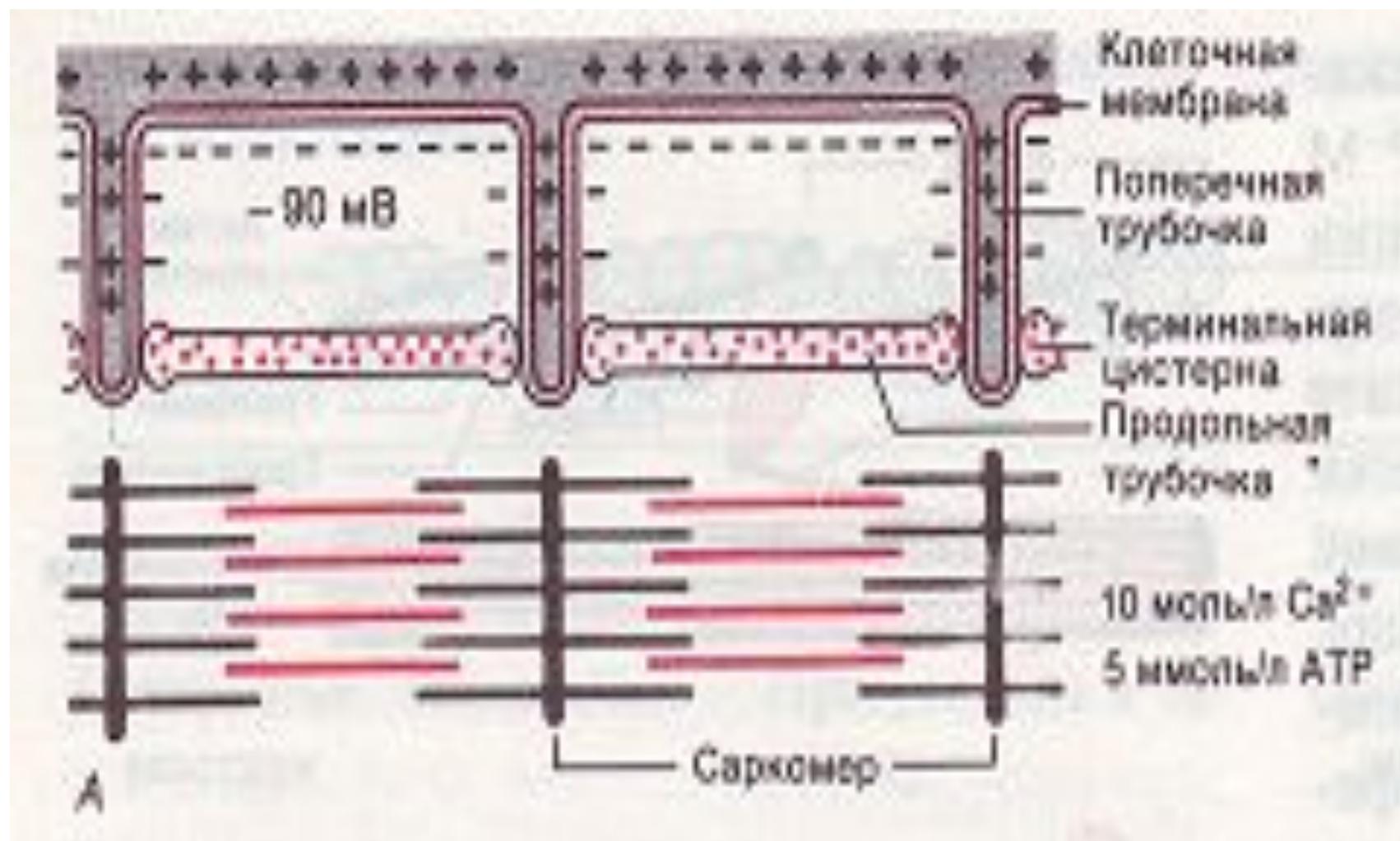
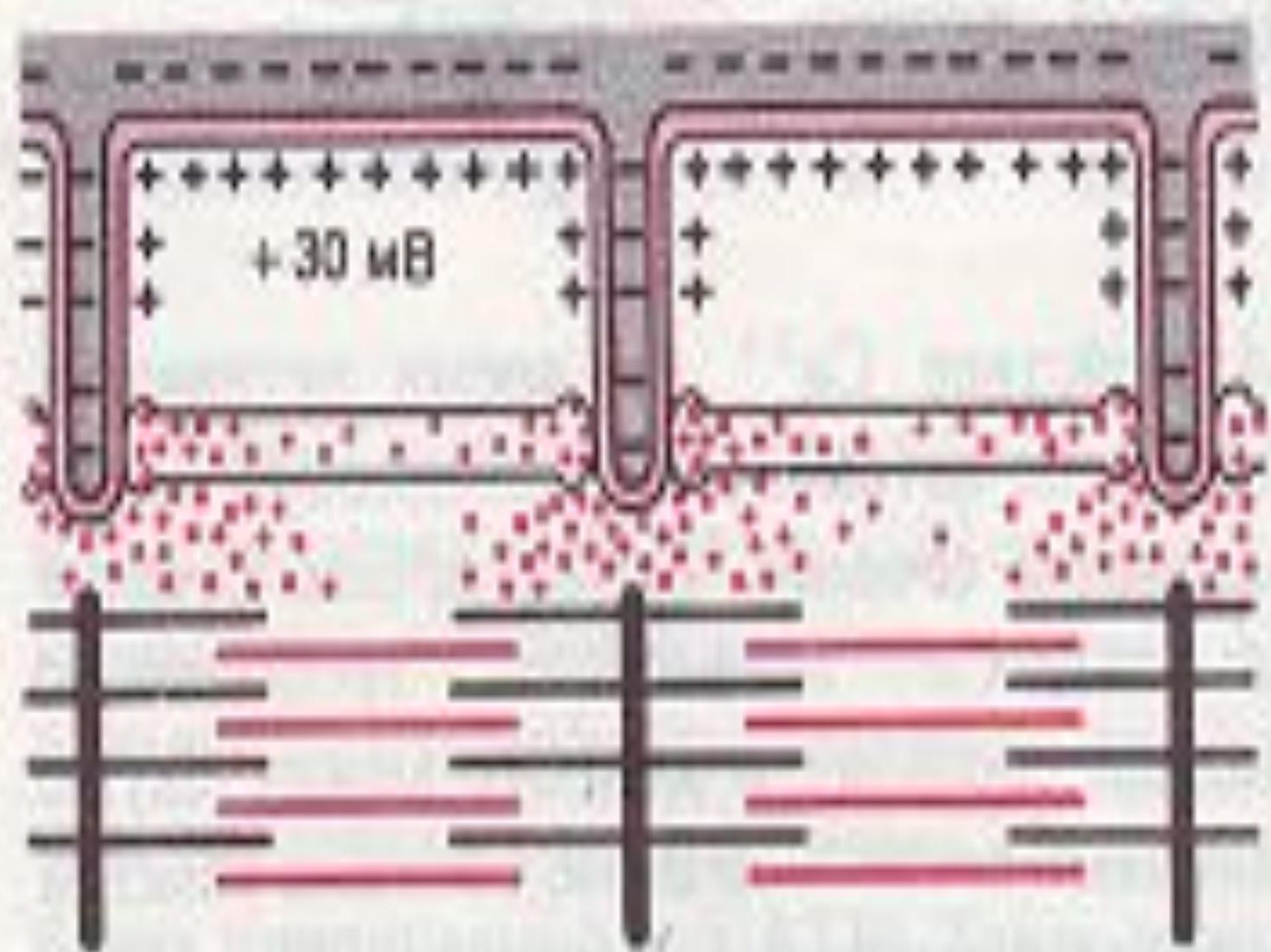
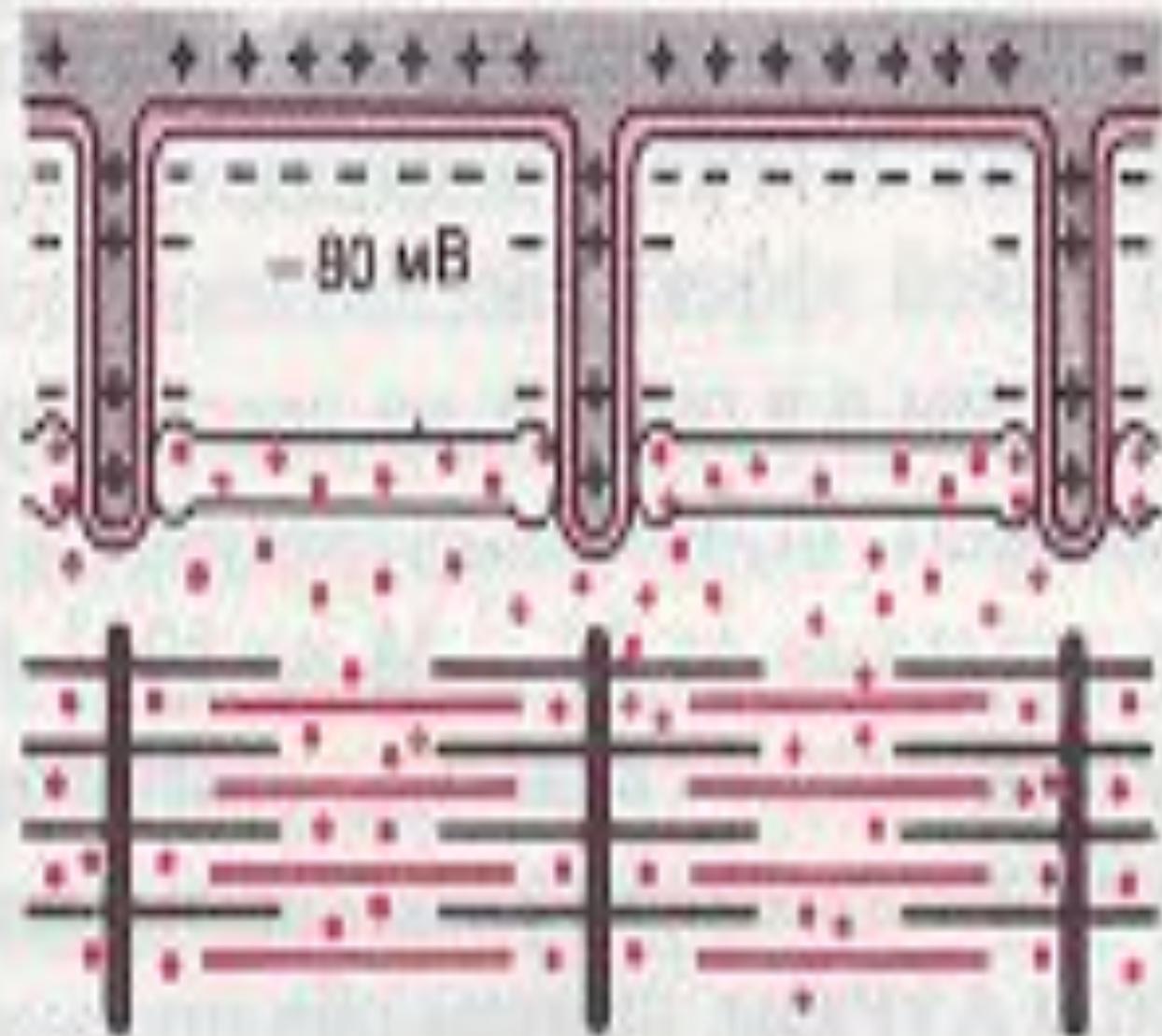


Схема электрохимического сопряжения







10^{-5}
ммоль/л
 Ca^{2+}

5 ммоль/л
АТФ

В

Механизм мышечного сокращения

Раздражение → Возникновение потенциала действия → Проведение его вдоль клеточной мембраны и в глубь волокна по поперечным трубочкам → Освобождение Ca^{2+} из боковых цистерн саркоплазматического ретикулума и диффузия его к миофибриллам → Взаимодействие Ca^{2+} с тропонином → Деформация тропомиозина → Взаимодействие поперечных мостиков с активными центрами актина → Скольжение актиновых нитей, приводящее к укорочению миофибриллы → Активация кальциевого насоса → Снижение концентрации свободных ионов Ca^{2+} в саркоплазме → Отсоединение поперечных мостиков → Расслабление миофибрилл

Утомление – это временная потеря работоспособности клетки, органа или целого организма наступающая в результате работы и исчезающая после отдыха.

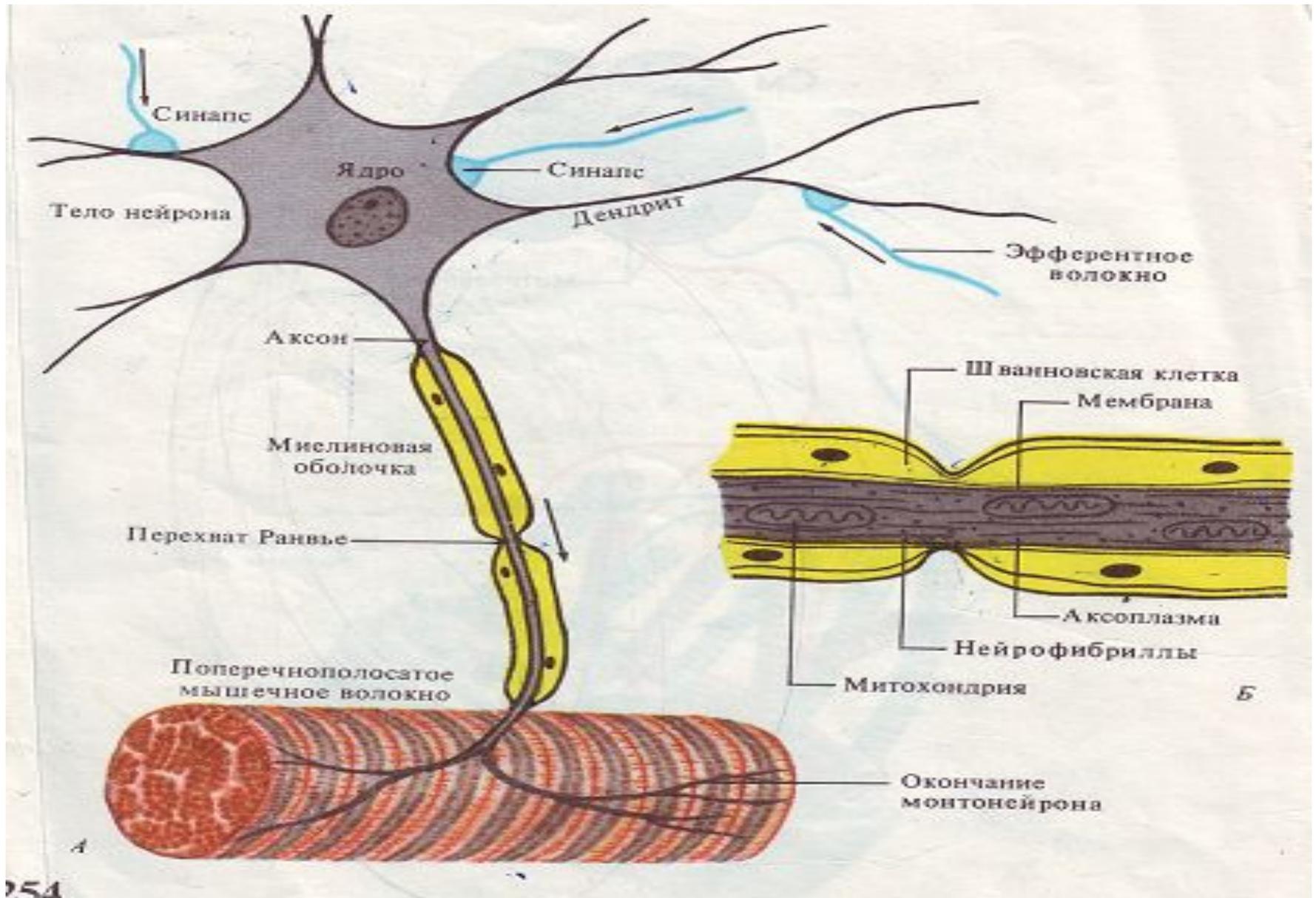
Существует понятие об «активном отдыхе» (И.М. Сеченов).

Тема: «Физиологические свойства нервных волокон. Учение Н.Е. Введенского о парабииозе. Действие постоянного тока на возбудимые ткани. Полярные законы, электротон, катодическая депрессия».

План лекции:

- 1. Структурно – физиологические особенности нервного волокна**
- 2. Физиологические свойства нервного волокна.**
- 3. Распространение возбуждения по нервным волокнам.**
- 4. Скорость проведения возбуждения.**
- 5. Законы проведения возбуждения. Относительная неутомляемость нерва.**
- 6. Парабиоз, фазы.**
- 7. Действие постоянного тока.**

Структура нейрона



Физиологические свойства нервного волокна

- 1. Возбудимость.**
- 2. Проводимость.**

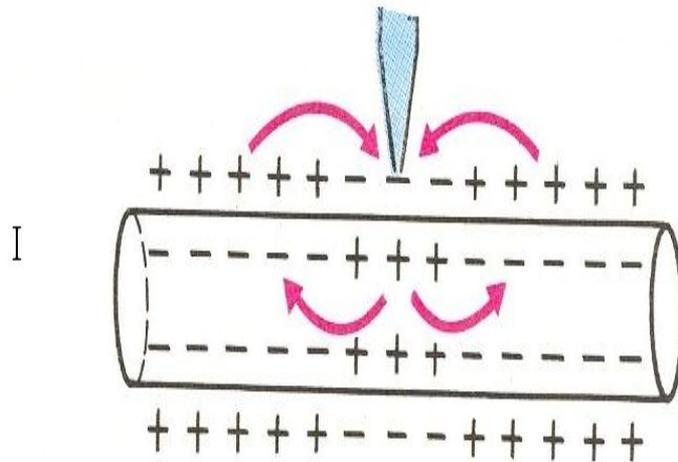
Законы проведения возбуждения в нервах.

- 1. Анатомическая и физиологическая целостность нервного волокна.**
- 2. Двухстороннее проведение возбуждения.**
- 3. Изолированное проведение возбуждения.**

Относительная не утомляемость нервного волокна

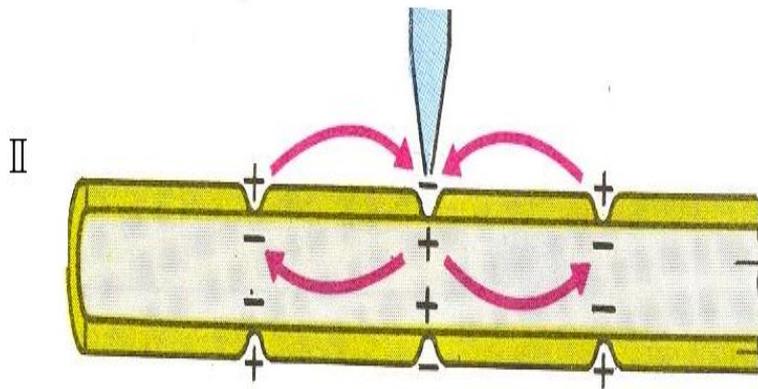
- **Относительная не утомляемость нервного волокна обусловлена низкими энерготратами нерва при возбуждении и быстрым ресинтезом.**
- **В атмосфере азота нерв утомляется.**

Механизм проведения возбуждения в нервных волокнах



I. Безмиелиновые волокна;

- возбуждение распространяется непрерывно.



II. Миелиновые волокна.

- возбуждение распространяется скачкообразно, т.е. сальтаторно.

Скорость проведения возбуждения по нервным волокнам

Группа волокон	Диаметр волокон (мкм)	Скорость проведения (м/с)
А - миелиновые		
А α	12-22	70-120
А β	8-12	40-70
А γ	4-8	15-40
А δ	1-4	5-15
В - смешанные	1-3	3-14
С - безмиелиновые	0,5-1,0	0,5-2

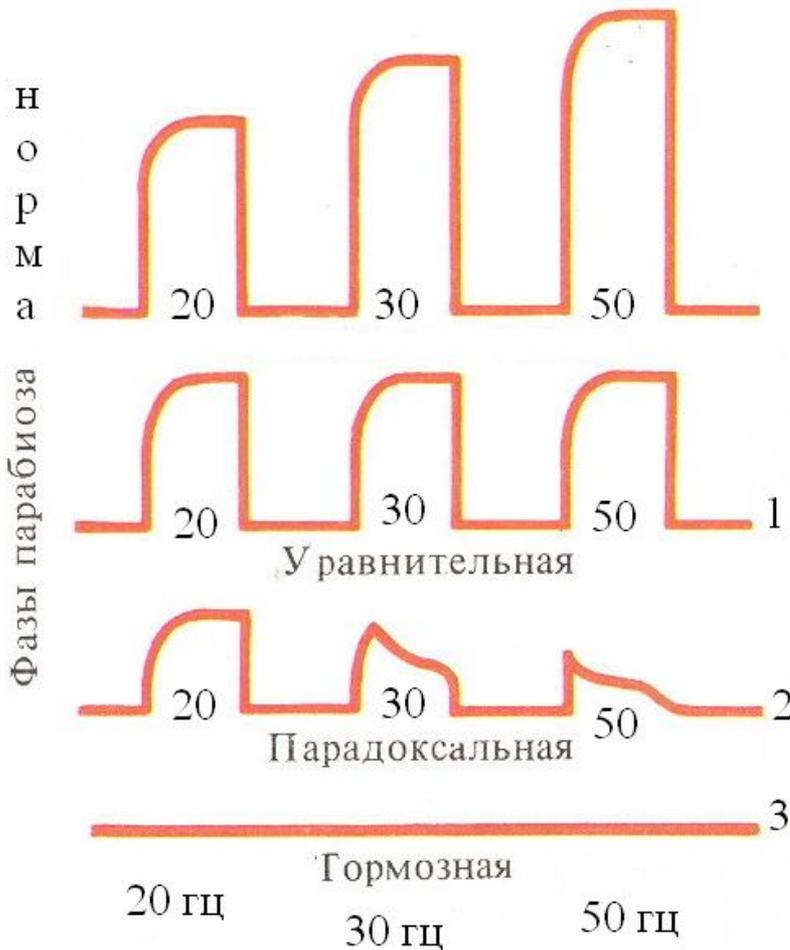
Парабиоз и его фазы

П а р а б и о з (para – около, bios – жизнь) – это состояние между жизнью и смертью, в основе - снижение лабильности, вызванное действием альтерирующего фактора.

Фазы парабиоза:

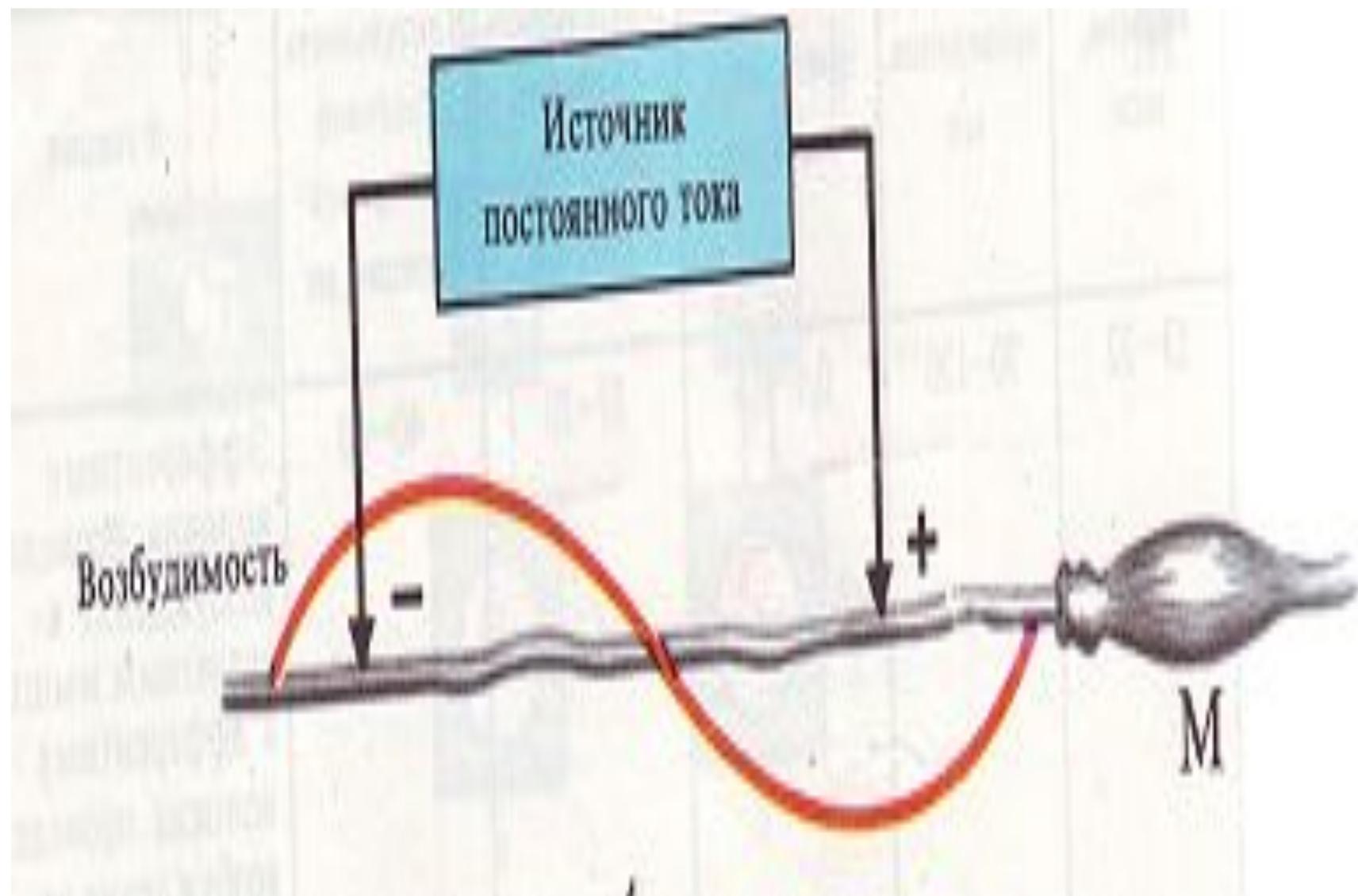
1. Уравнительная фаза;
2. Парадоксальная фаза;
3. Тормозная фаза.

При полном парабиозе развивается особое состояние не распространяющегося возбуждения, локализованное на участке действия альтерирующего агента («стационарное возбуждение»).



Действие постоянного тока на возбудимые ткани (Пфлюгер 1759г)

- **Законы полярного действия постоянного тока**
 - 1. Раздражающее действие происходит только в момент замыкания и размыкания.**
 - 2. При замыкании возбуждения возникает на катоде, при размыкании на аноде.**
 - 3. Замыкательный удар постоянного тока сильнее размыкательного.**



- **Катэлектротон – это повышение возбудимости и проводимости под катодом при действии постоянного тока**
- **Анэлектротон - это снижение возбудимости и проводимости под анодом при действии постоянного тока**

- **Катодическая депрессия – это снижение возбудимости и проводимости под катодом при длительном действии постоянного тока.**
- **Анодическая экзальтация - это повышение возбудимости и проводимости под анодом при длительном действии постоянного тока.**