

Классификация раздражителей

По природе:

- **механические** - ушибы, переломы, порезы и др.,
- **химические** - кислоты, щелочи, спирты и др.,
- **физические** - электрический ток, световые лучи, звук, температура и др.,
- **биологические** - токсические вещества, выделяемые микроорганизмами, простейшими и др.

По физиологическому признаку:

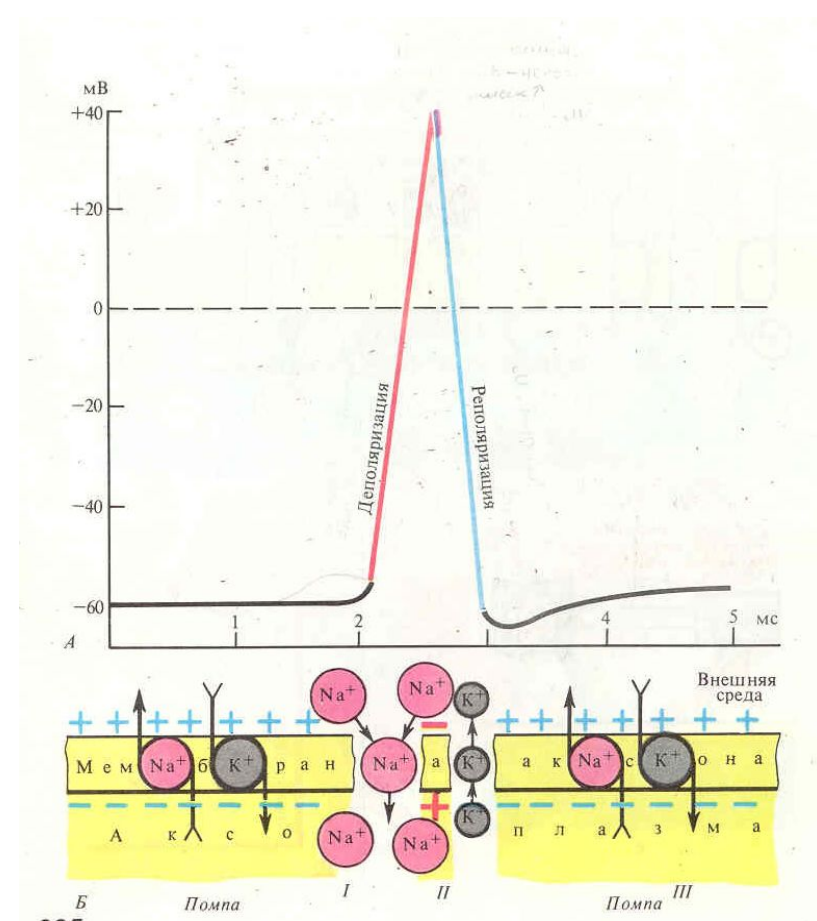
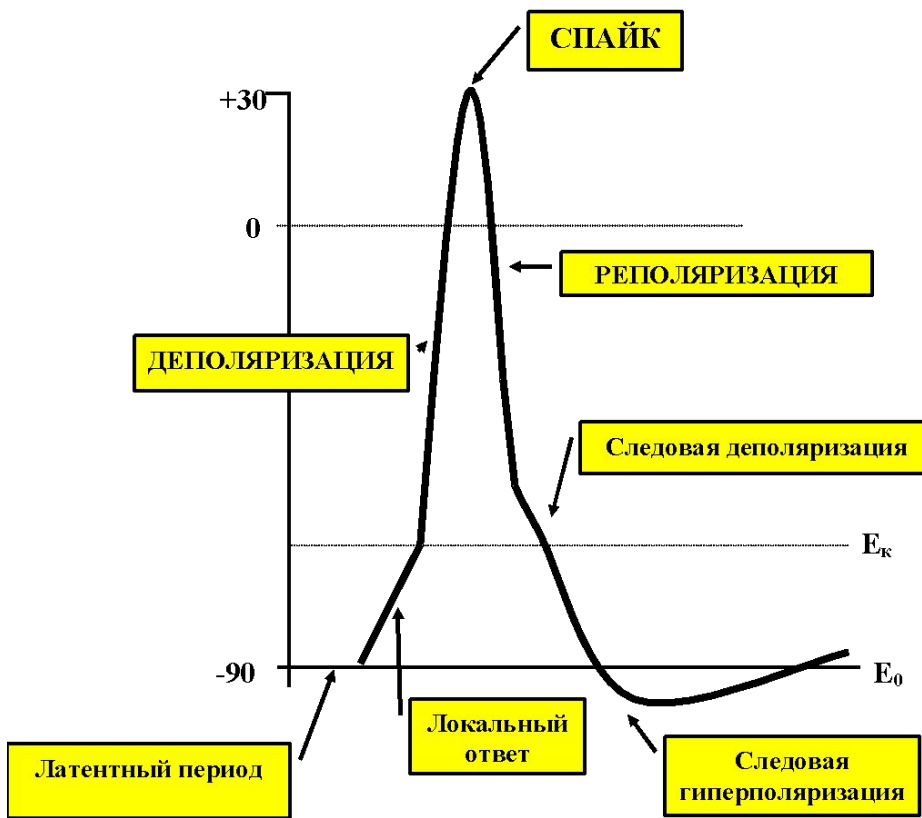
- **адекватные;**
- **неадекватные;**

По силе:

- **подпороговые;**
- **пороговые;**
- **надпороговые.**

Изменение мембранного потенциала при действии порогового раздражителя

Потенциал действия - быстрое колебание МП при раздражении, сопровождающееся перезарядкой мембраны.



Свойства потенциала действия:

- 1) Потенциал действия подчиняется закону “Все или ничего”, т. е. при достижении пороговой величины раздражающего стимула дальнейшее увеличение его интенсивности или длительности не изменяет характеристик ПД;*
- 2) Потенциал действия распространяется инкрементно, т. е. по мере удаления от места раздражения величина пика потенциала действия практически не изменяется.*
- 3) Потенциал действия имеет период полной невозбудимости (абсолютный рефрактерный период);*
- 4) Потенциал действия не суммируется.*

Порог раздражения

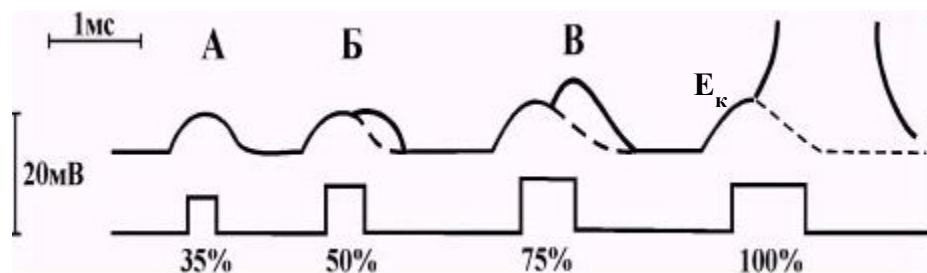
- Минимальное значение силы раздражителя, необходимое для снижения заряда мембраны от уровня покоя (E_0) до критического уровня (E_c), называется пороговым раздражителем.
- Подпороговый раздражитель меньше по силе, чем пороговый
- Сверхпороговый (надпороговый) раздражитель - сильнее порогового

Изменение МП при действии раздражителей различной силы

I. Действие подпорогового раздражителя вызывает локальный (местный) ответ.

Свойства локального потенциала:

- локальный ответ распространяется декрементно;
- он подчиняется закону градуальности;
- локальный ответ не имеет периода рефрактерности (невозбудимости);
- локальный ответ способен суммироваться.



Законы раздражения возбудимых тканей

- **Закон силы**
- **Закон «все или ничего»**
- **Закон аккомодации Дюбуа-Реймона**
- **Закон силы-времени (силы-длительности).**

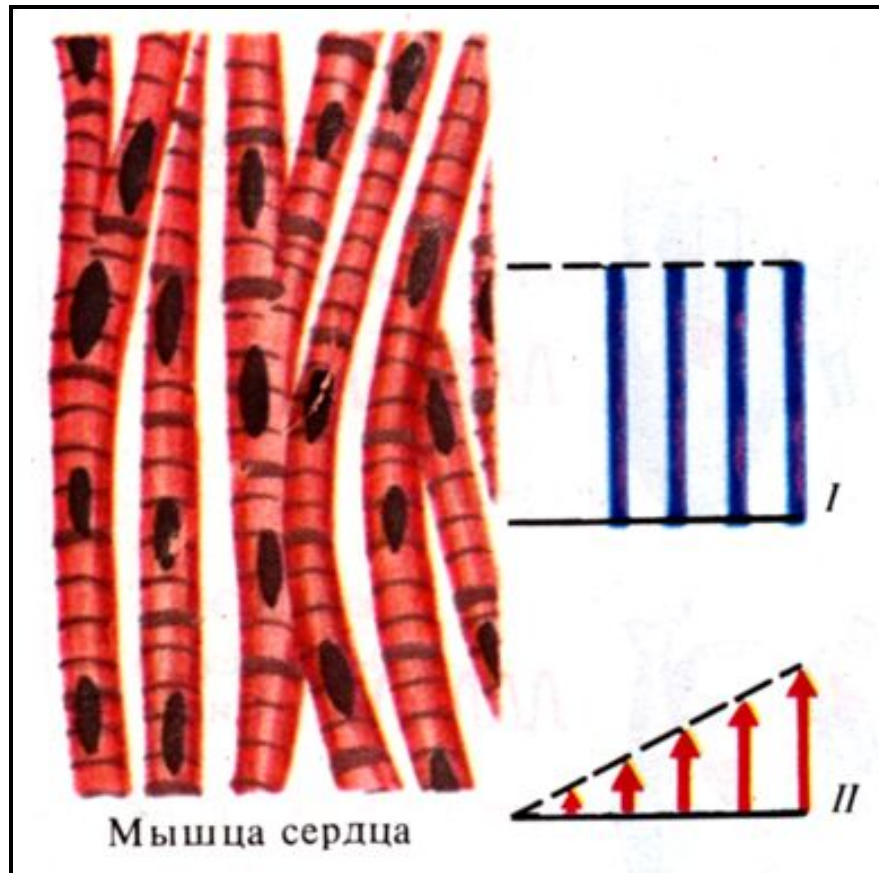
Закон «все или ничего»:

подпороговые раздражители не вызывают ответной реакции («ничего»),

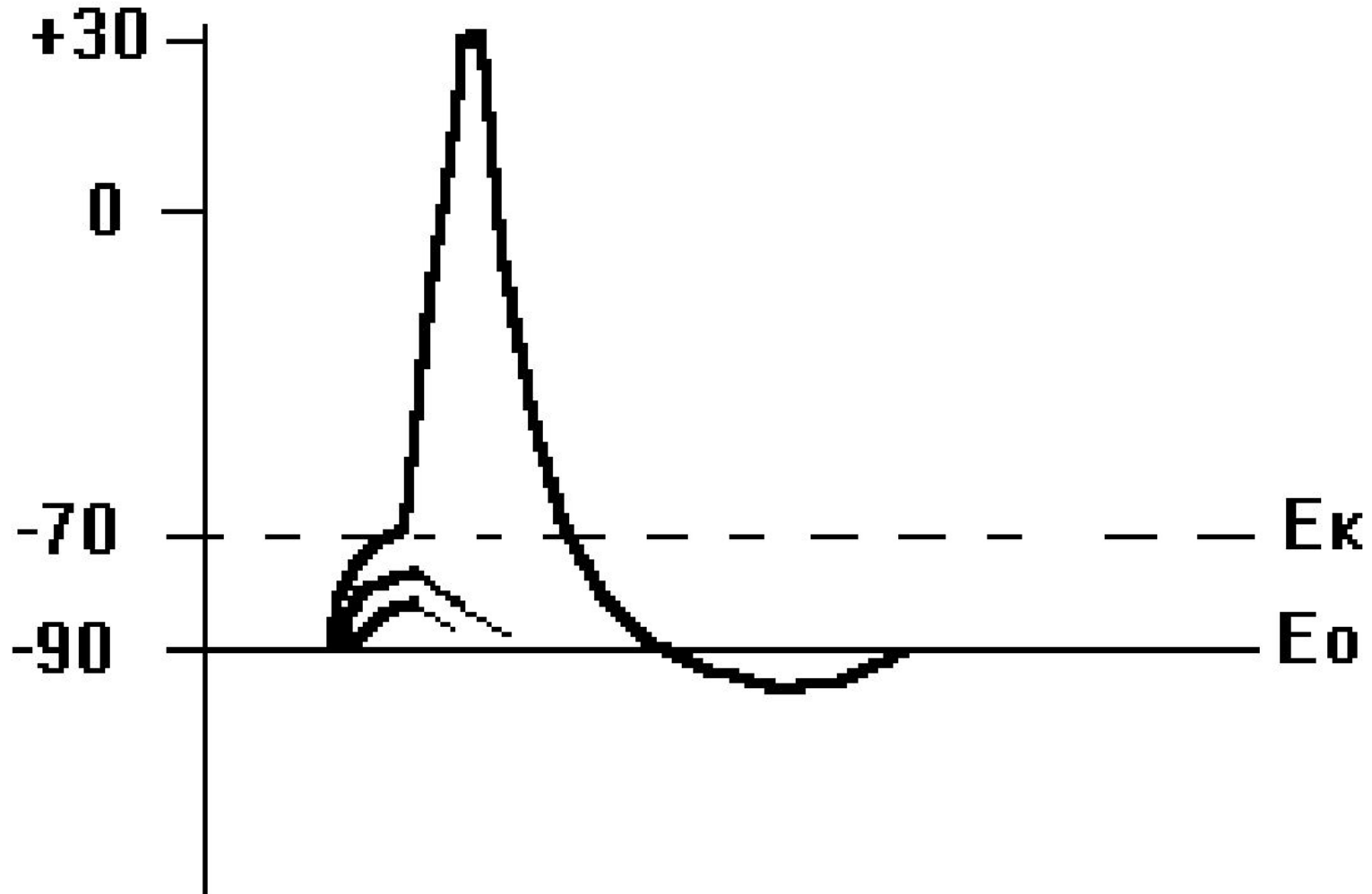
на пороговые раздражители возникает максимальная ответная реакция («все»).

Этому закону подчиняется сердечная мышца и одиночное мышечное волокно скелетной мышцы

Закон «все или ничего»



ЗАКОН “ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО”



Полезное время

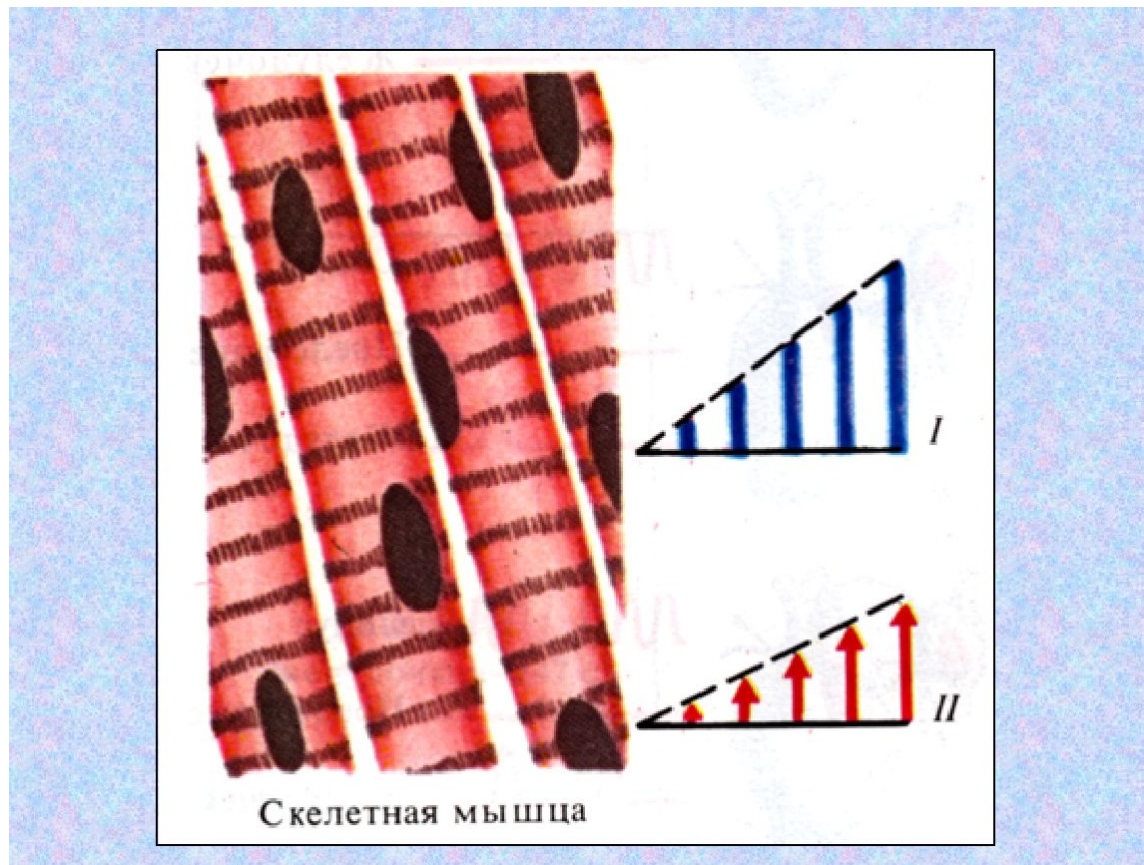
- Минимальное время, в течение которого сила в 1 реобазу вызывает возбуждение
- ХРОНАКСИЯ – полезное время 2-х реобаз

Закон силы :

**чем больше сила
раздражителя, тем больше
величина ответной реакции.**

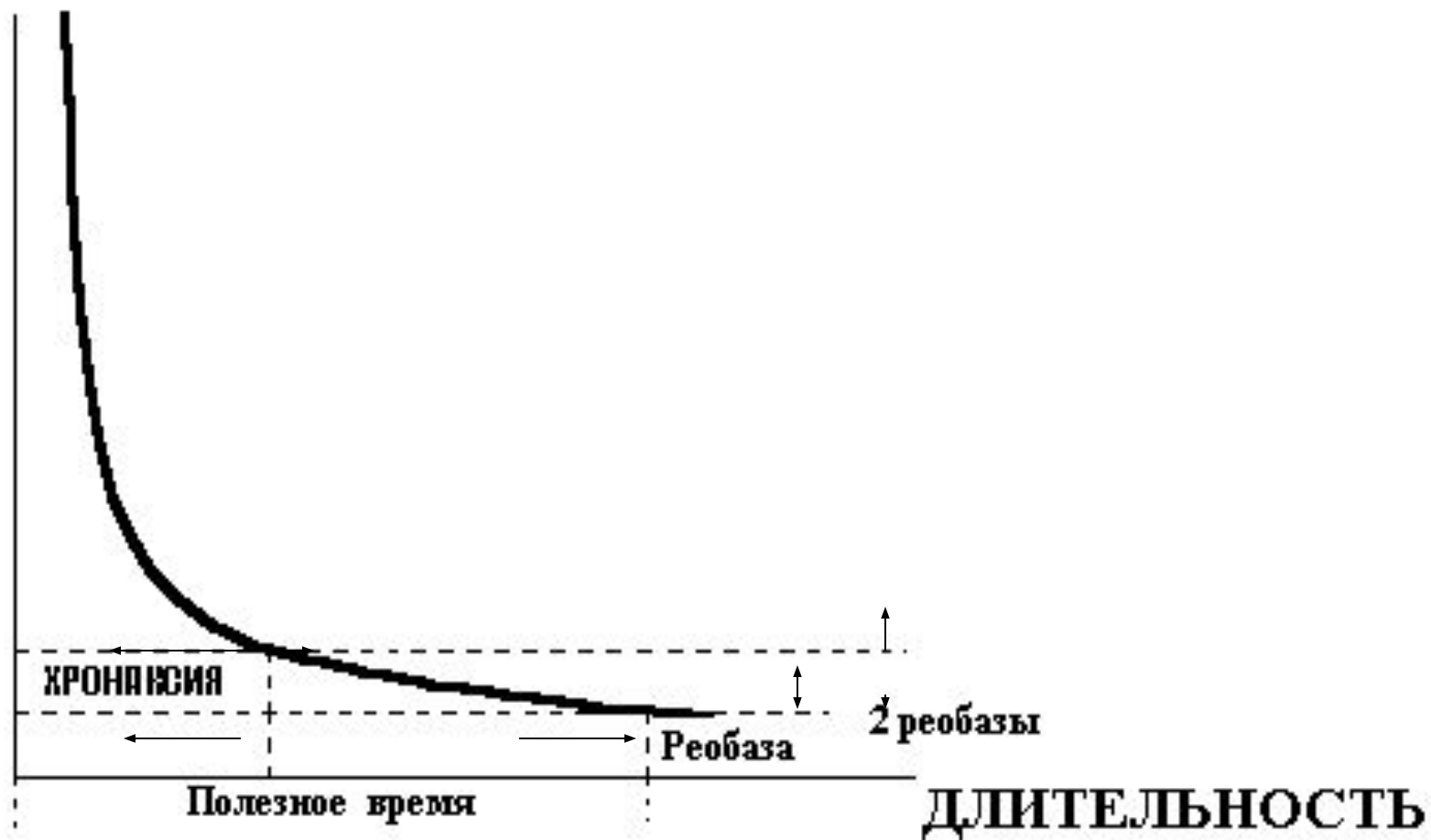
**Этому закону подчиняется
скелетная мышца.**

Закон силы



ЗАКОН ВРЕМЕНИ («СИЛА - ДЛИТЕЛЬНОСТЬ»)

СИЛА



Закон аккомодации:

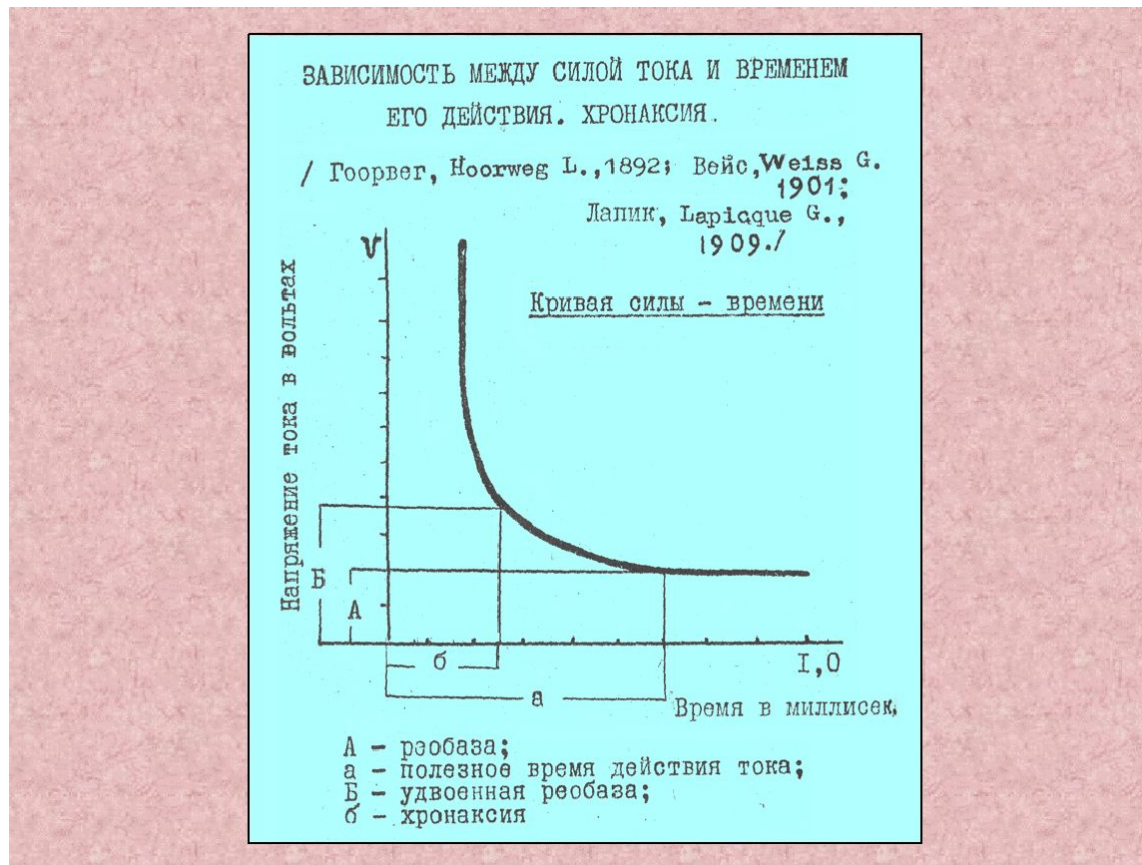
чтобы раздражитель вызвал возбуждение, он должен нарастать достаточно быстро.

- **При действии медленно нарастающего раздражителя возбуждение не возникает, так как развивается аккомодация, т.е. приспособление возбудимой ткани к действию этого раздражителя.**

Закон силы-времени:

**чем больше величина
постоянного тока, тем меньше
времени он должен
действовать, чтобы вызвать
возбуждение**

Кривая силы-времени



Критический наклон

Критический наклон равен отношению реобазы тока с минимальной скоростью нарастания силы раздражителя к реобазе прямоугольного толчка тока

$$КН = \frac{\text{Реобаза} \begin{array}{c} \text{---} \nearrow \text{---} \\ \text{---} \end{array}}{\text{Реобаза} \begin{array}{c} \text{---} \uparrow \text{---} \\ \text{---} \end{array}}$$

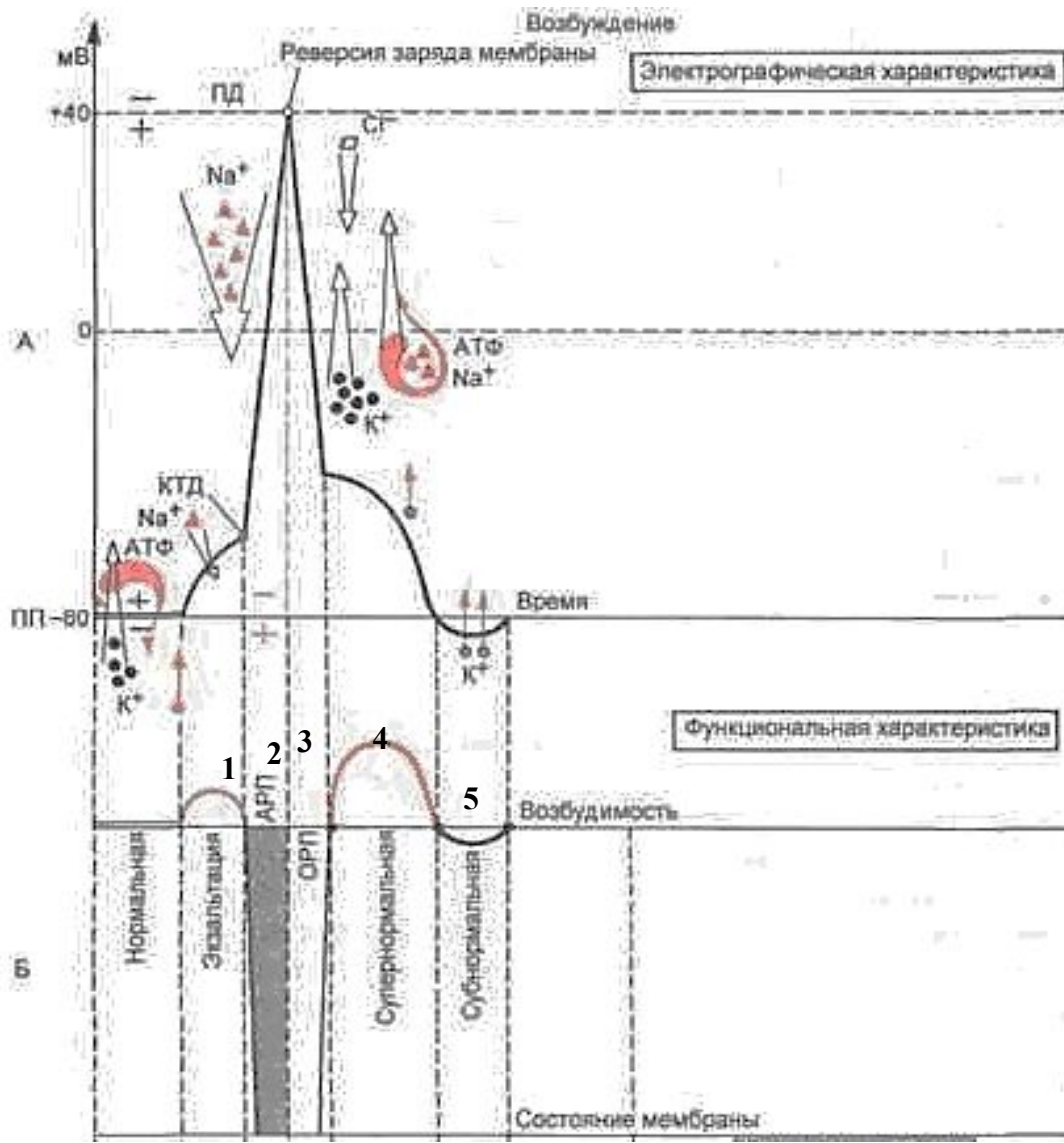
лабильность

- Максимальное число импульсов, которое возбудимая ткань способна воспроизвести в соответствии с частотой раздражения

нерв – свыше 100 гц

мышца – около 50 гц

Изменение возбудимости при возбуждении

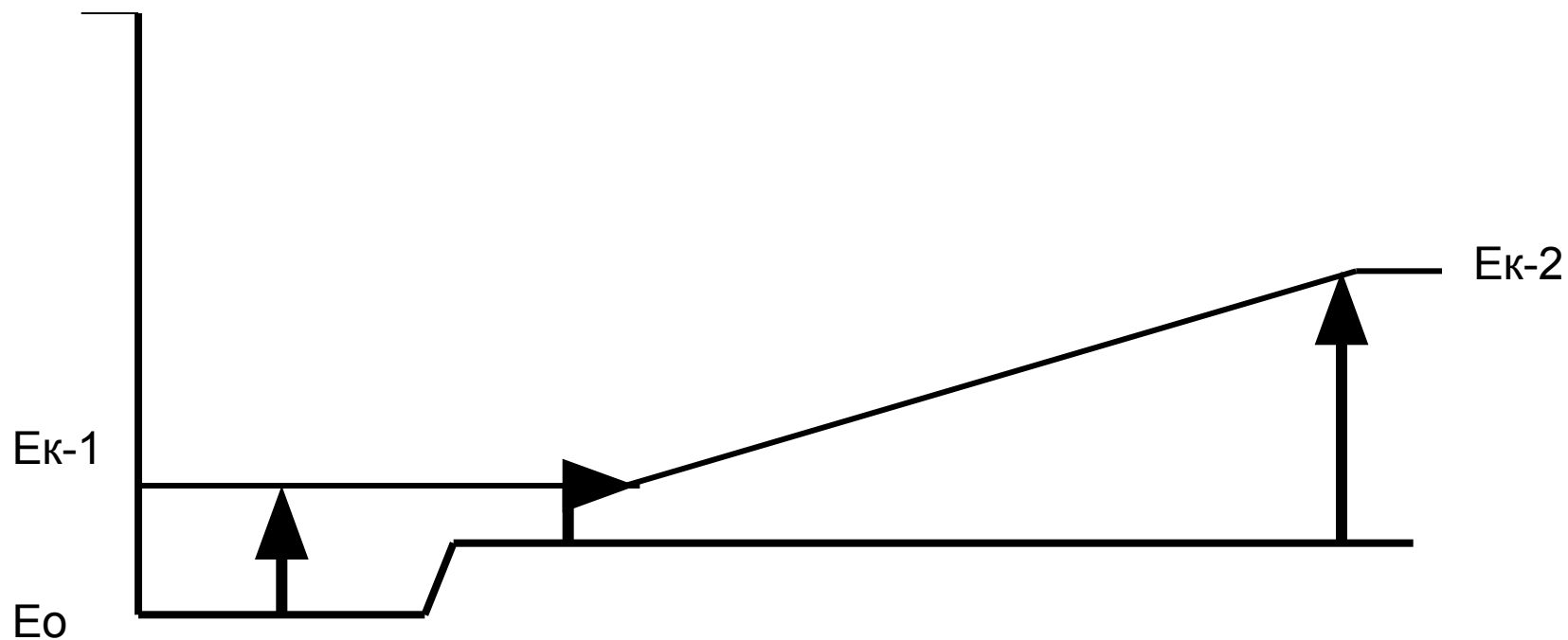


Фазы:

1. Фаза повышенной возбудимости;
2. Фаза абсолютной рефрактерности;
3. Фаза относительной рефрактерности;
4. Фаза экзальтации;
5. Фаза пониженной возбудимости.

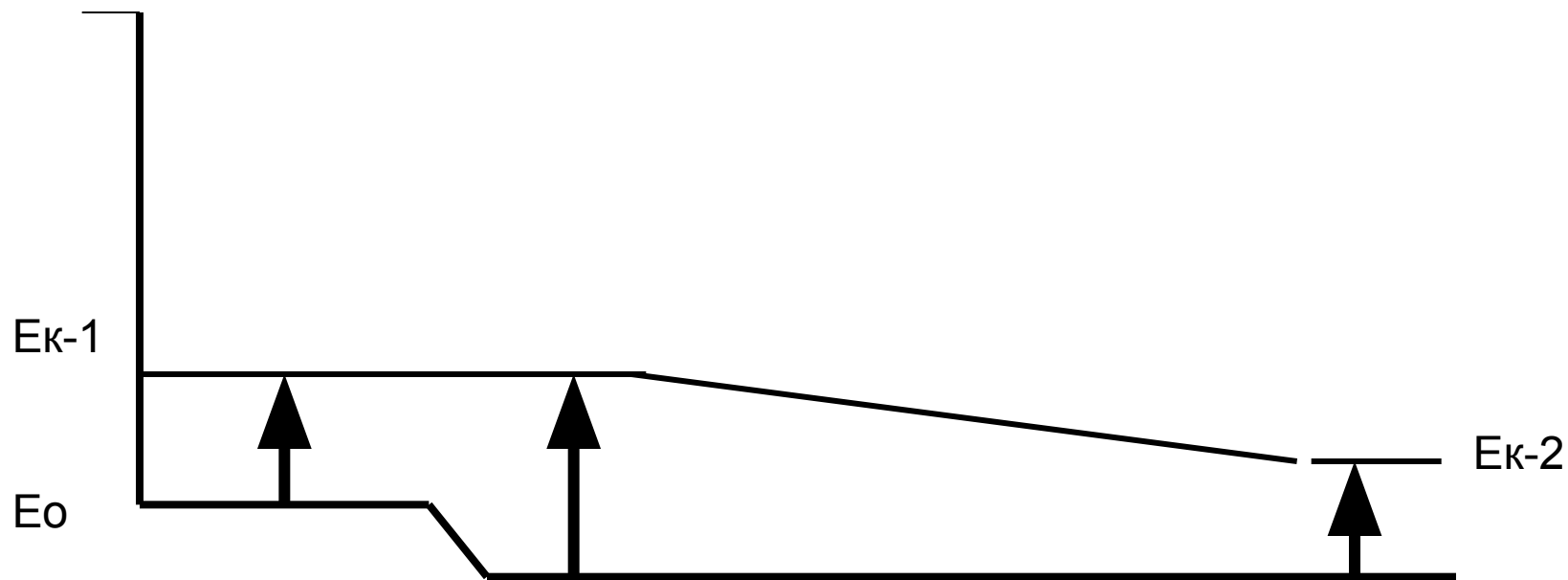
Изменения возбудимости при длительном действии тока

**Катодическая депрессия Вериго при
длительной деполяризации**

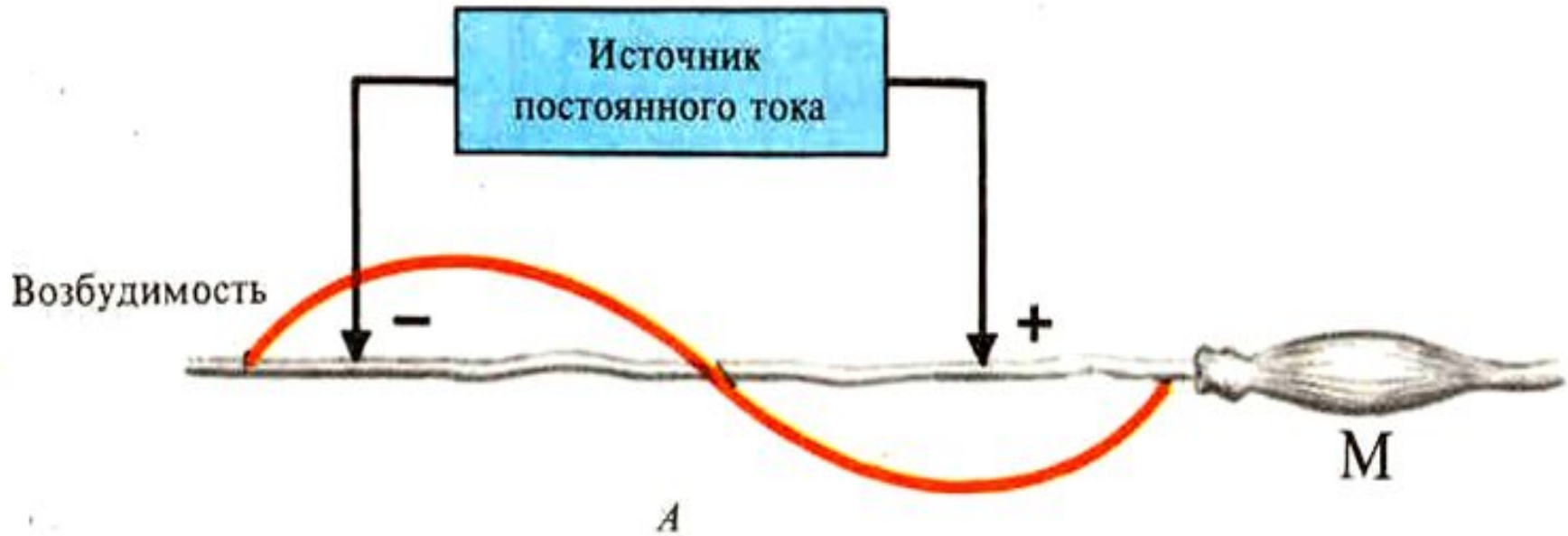


Изменения возбудимости при длительном действии тока

Восстановление возбудимости при длительной гиперполяризации



Физиологический электротон

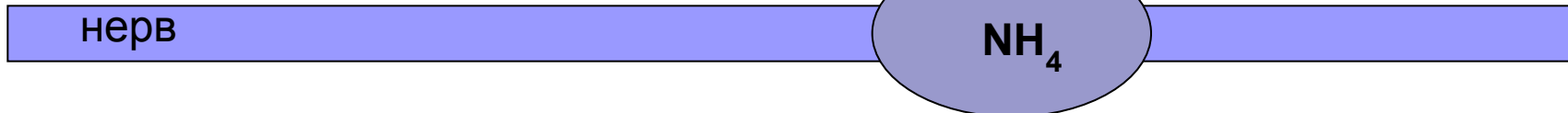
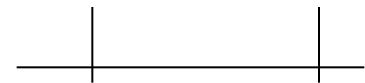
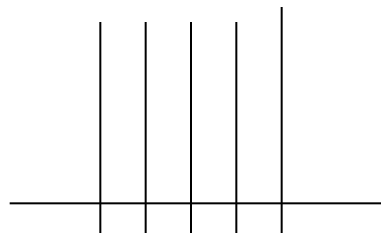


Роль электротонических изменений:

- электротон способствует достижению критического уровня деполяризации, а следовательно, и формированию потенциала действия;
- электротон облегчает проведение потенциала действия по тканям;
- электротон играет большое значение в интегративной деятельности ЦНС, а именно, в том что в одном случае электротон способствует формированию процесса возбуждения (катэлектротон), а в другом - процесса торможения (анэлектротон).

Парабиоз - (в пер.: “para” - около, “bio”

- жизнь) – это состояние на грани жизни и гибели ткани, возникающее при воздействии на нее токсических веществ таких как наркотиков, фенола, формалина, различных спиртов, щелочей и других, а также длительного действия электрического тока.



Фазы парабิโอза:

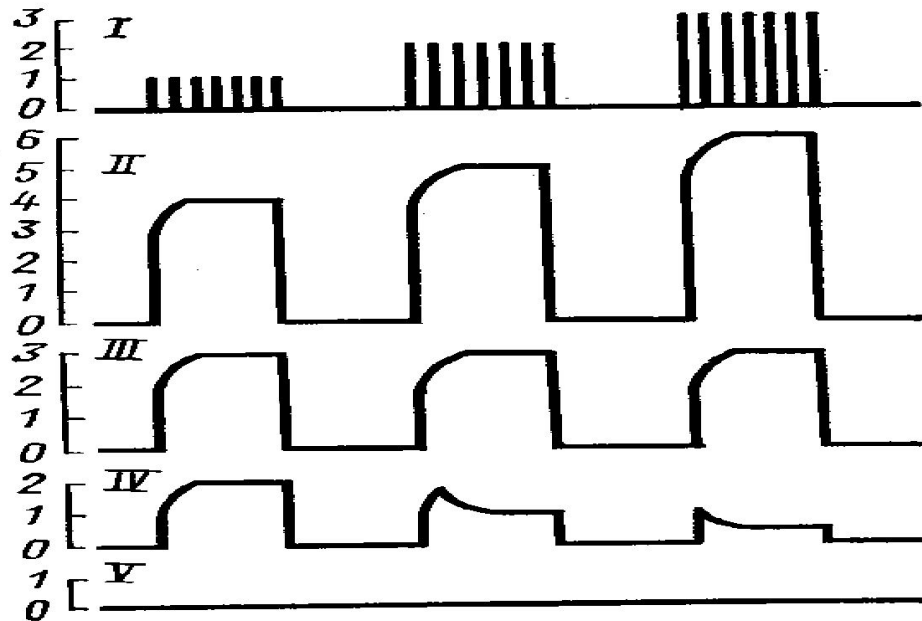
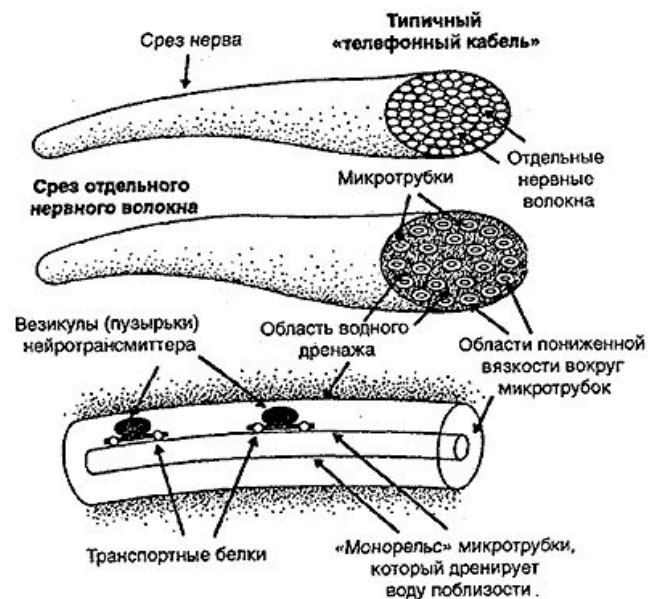
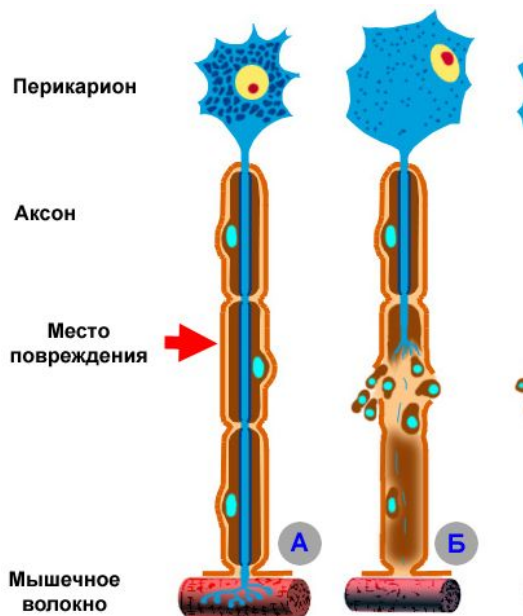


Рис. 78. Парабиоз и его фазы. *I* — раздражители разной силы и ответные реакции на них; *II* — до парабิโอза; *III* — в уравнительную; *IV* — парадоксальную; *V* — тормозную фазу парабิโอза

- Уравнительная
- Парадоксальная
- Тормозная

Законы распространения возбуждения по нерву

- Закон физиологической целостности
- Закон двустороннего проведения возбуждения
- Закон изолированного распространения возбуждения



Классификация нервных ВОЛОКОН

- **Волокна типа А (α , β , δ)** – мякотные толстые моторные волокна, скорость проведения возбуждения до 120 м/сек.
- **Волокна типа В** – тонкие мякотные волокна, чаще чувствительные, скорость проведения 3-18 м/сек.
- **Волокна типа С** – безмякотные, вегетативные, скорость проведения не больше 3 мсек.

Проводимость - способность проводить возбуждение по ходу нервного волокна в виде потенциала действия.



Рис. 131. Схема строения нервных волокон:

А – безмиелиновые волокна: 1 – Шванновская клетка, 2 – нервные волокна, 3 – цитоплазма, 4 – ядро;

Б – образование миелина: I, II, III, IV – этапы образования миелиновой оболочки вокруг нервного волокна, 1 – ядро, 2 – цитоплазма, 3 – аксон, 4 – ядро Шванновской клетки,

5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки, 6 – миелин;

В – строение миелинового волокна: 1 – нейрофибриллы, 2 – ядро Шванновской клетки, 3 – миелин,

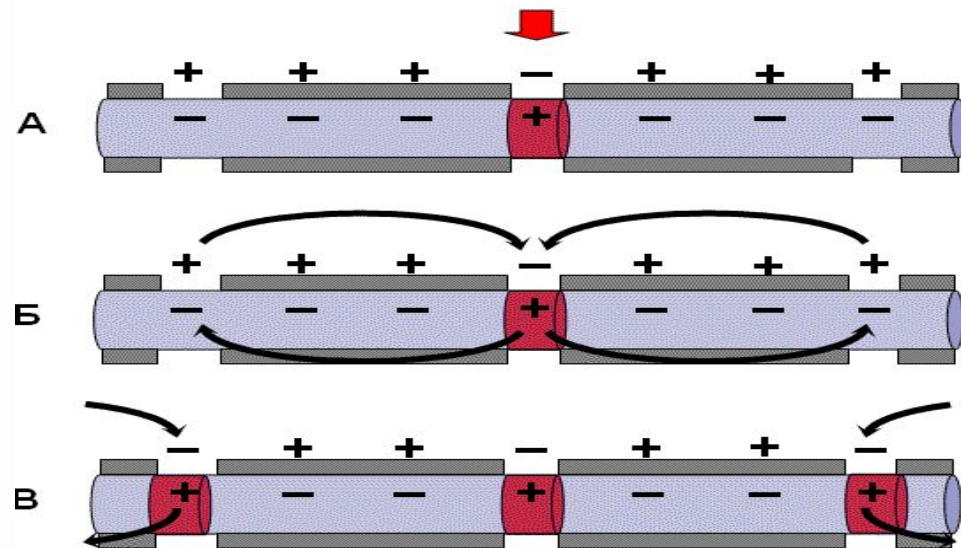
4 – цитоплазма Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки,

6 – перехват Ранье (граница между двумя Шванновскими клетками), 7 – аксон

Механизм проведения нервного импульса по немиелиновым и миелиновым нервным волокнам



Распространение возбуждения по немиелиновому волокну



Распространение возбуждения по миелиновому волокну

Преимущества:

- 1) большая скорость;
- 2) экономичность.

Скорость проведения возбуждения по нервному волокну зависит от:

- 1 - строения оболочки;
- 2 - диаметра волокон.

Типы волокон в нервах млекопитающих (по Эрлангеру—Гассеру)

Тип волокон	Диаметр волокна, мкм	Скорость проведения возбуждения, м/с	Длительность абсолютного рефрактерного периода, мс
A α	12–20	70–120	0,4–1,0
A β	5–12	30–70	—
A δ	3–6	15–30	0,4–1,0
A γ	2–5	12–30	—
B	1–3	5–12	1,2
C	0,3–1,3	0,5–2,3	2

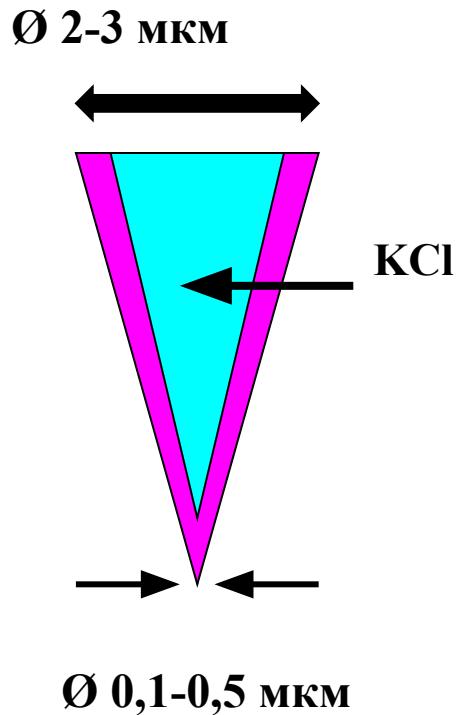
В 1902 году Бернштейном
была выдвинута
мембранная теория
биопотенциалов.

В 50-60-х годах была
развита и
экспериментально доказана
А. Ходжкиным и А. Ф.
Хаксли.

Сущность мембранной теории биопотенциалов

Потенциал покоя и потенциал действия является по своей природе мембранными потенциалами, обусловленными полупроницаемыми свойствами клеточной мембраны и неравномерным распределением ионов между клеткой и средой, которое поддерживается механизмами активного транспорта, локализованные в самой мембране

Регистрация биопотенциалов при помощи микроэлектродного метода



Стеклянный микроэлектрод

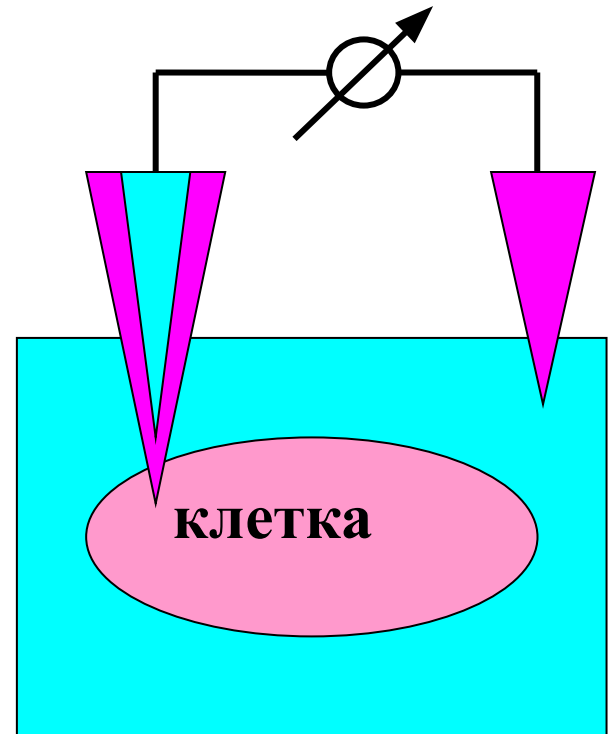
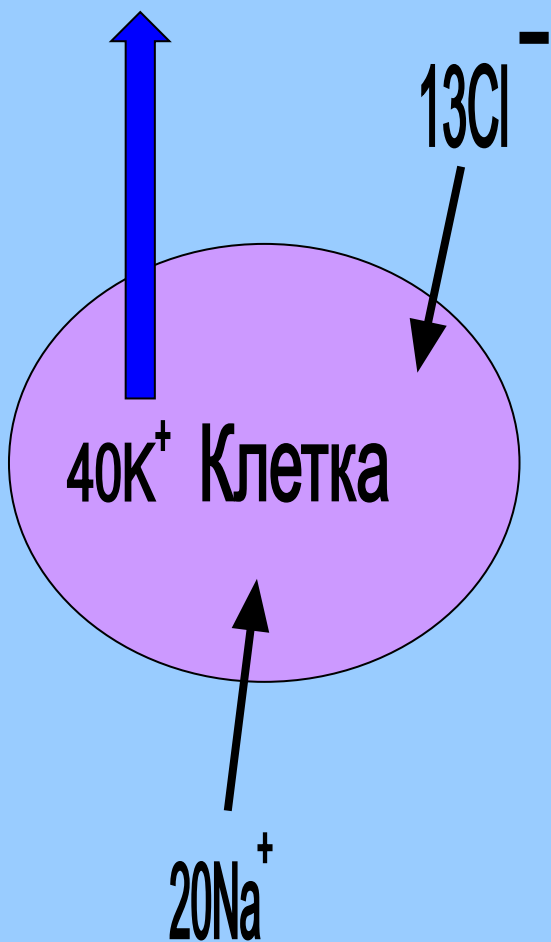


Схема регистрации мембранного потенциала

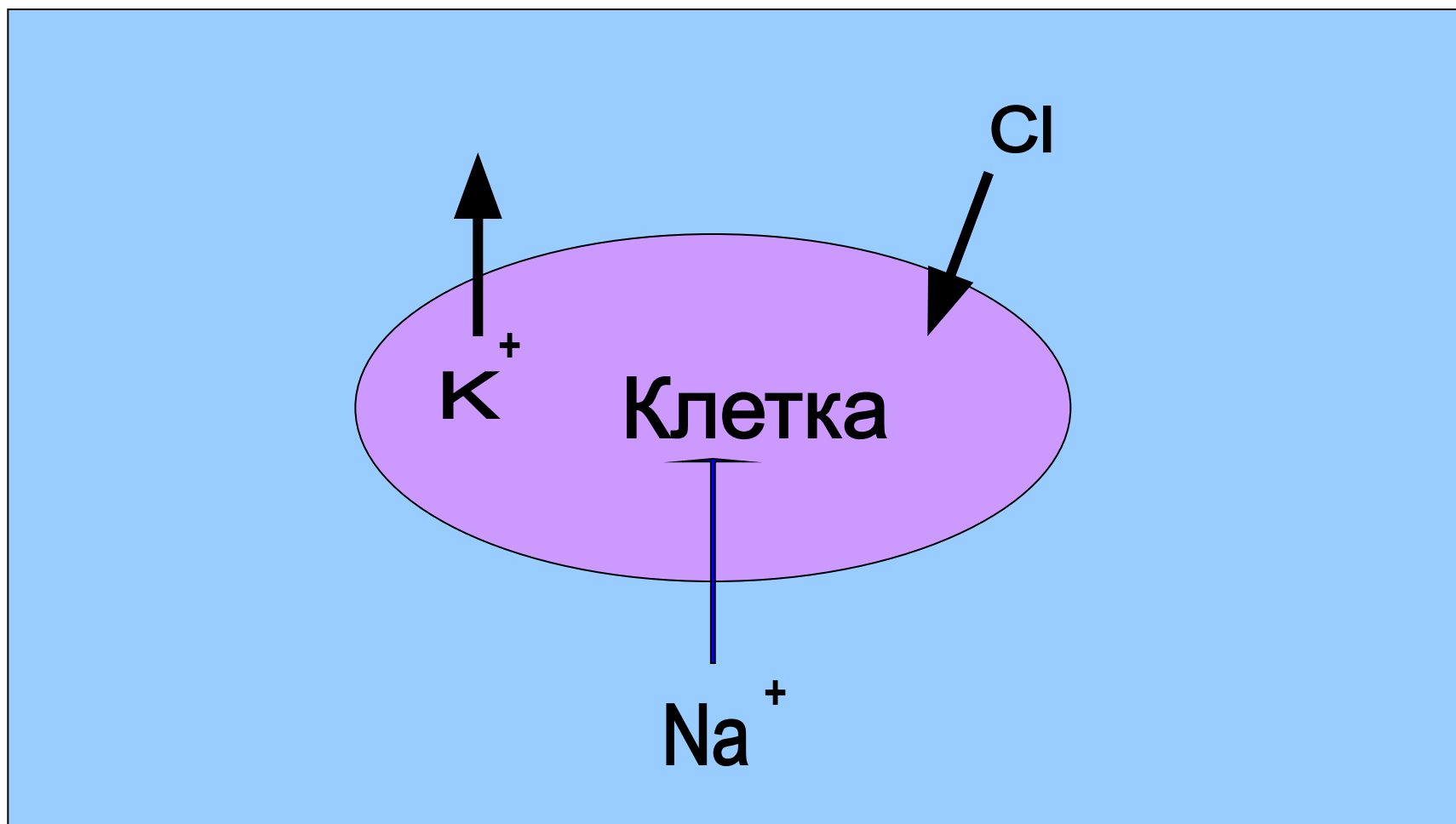
Потенциал покоя



Концентрация, ммоль/л

[K ⁺]		[Na ⁺]		[Cl ⁻]	
вн.	нар.	вн.	нар.	вн.	нар.
360	10	70	420	160	500

Потенциал действия



Фазы возбудимости

1. **Супернормальность первичная-локальный ответ;**
2. **Абсолютная рефрактерность – отсутствие возбудимости
регенеративная деполяризация и реверсия;**
3. **Относительная рефрактерность –реполяризация;**
4. **Супернормальность-следовая поляризация;**
5. **Субнормальность –следовая гиперполяризация**