

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:

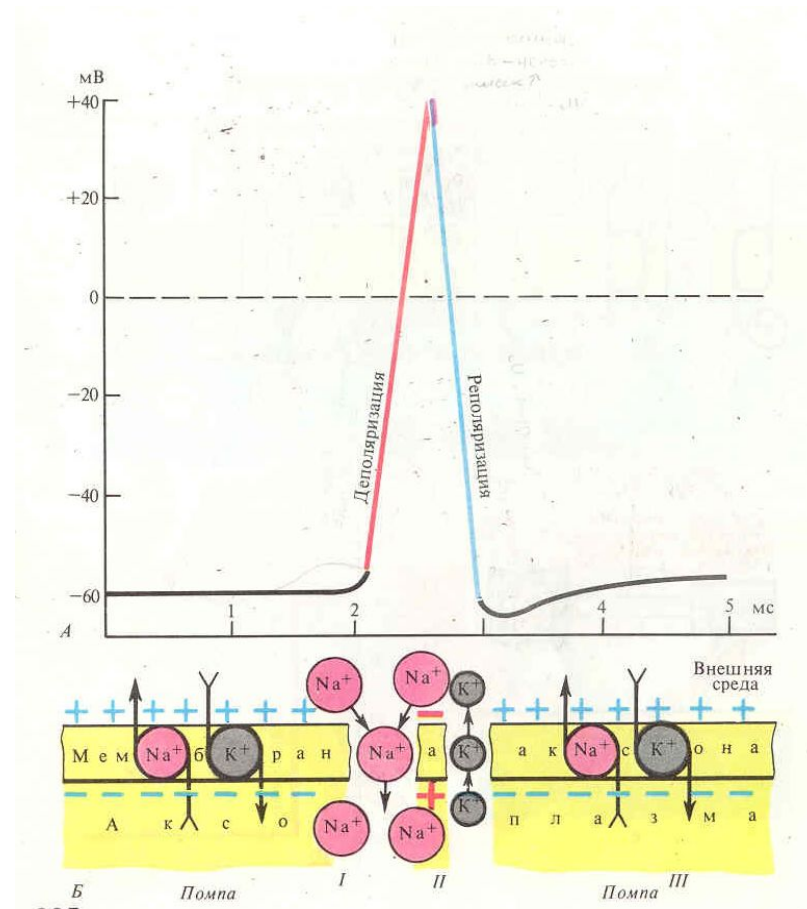
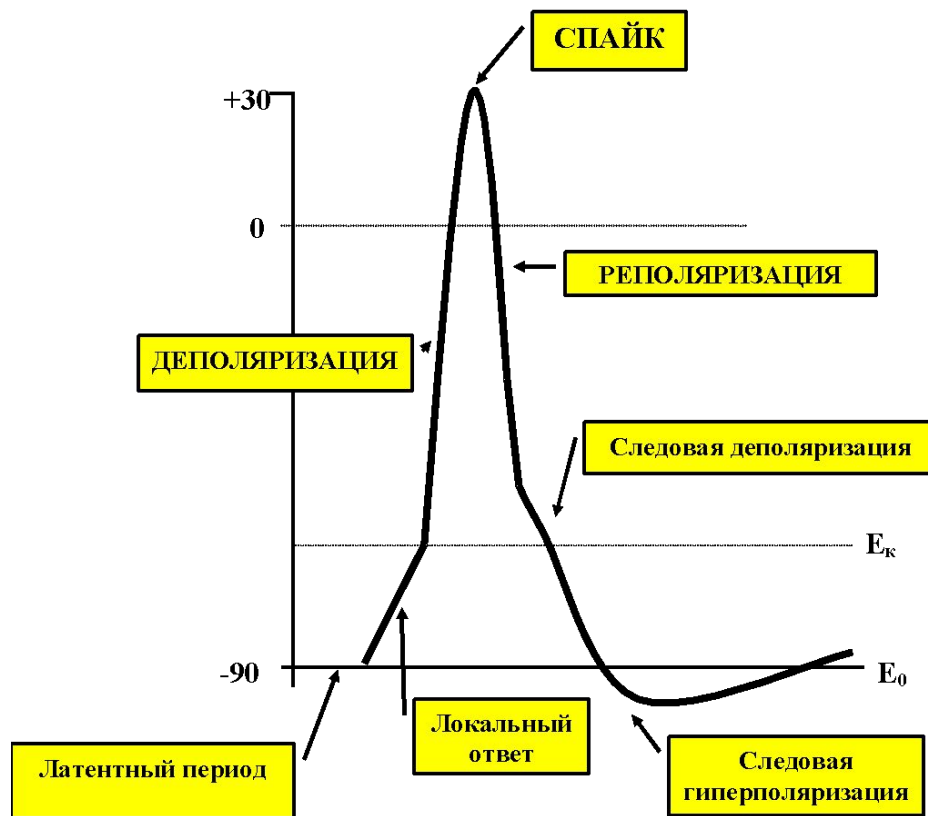
- **адекватные;**
- **неадекватные;**

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

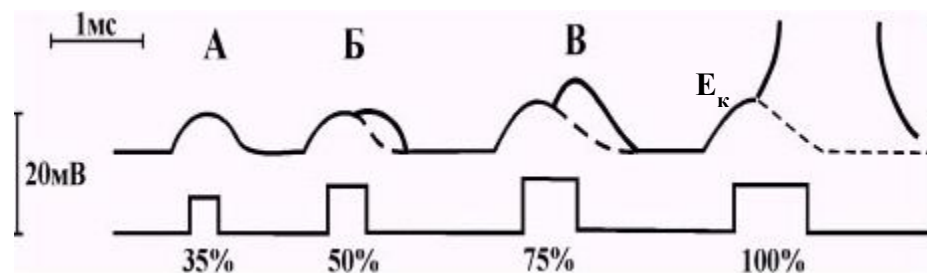
- Минимальное значение силы раздражителя, необходимое для снижения заряда мембраны от уровня покоя (E_o) до критического уровня (E_c), называется пороговым раздражителем.
- Подпороговый раздражитель меньше по силе, чем пороговый
- Сверхпороговый (надпороговый) раздражитель - сильнее порогового

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).**

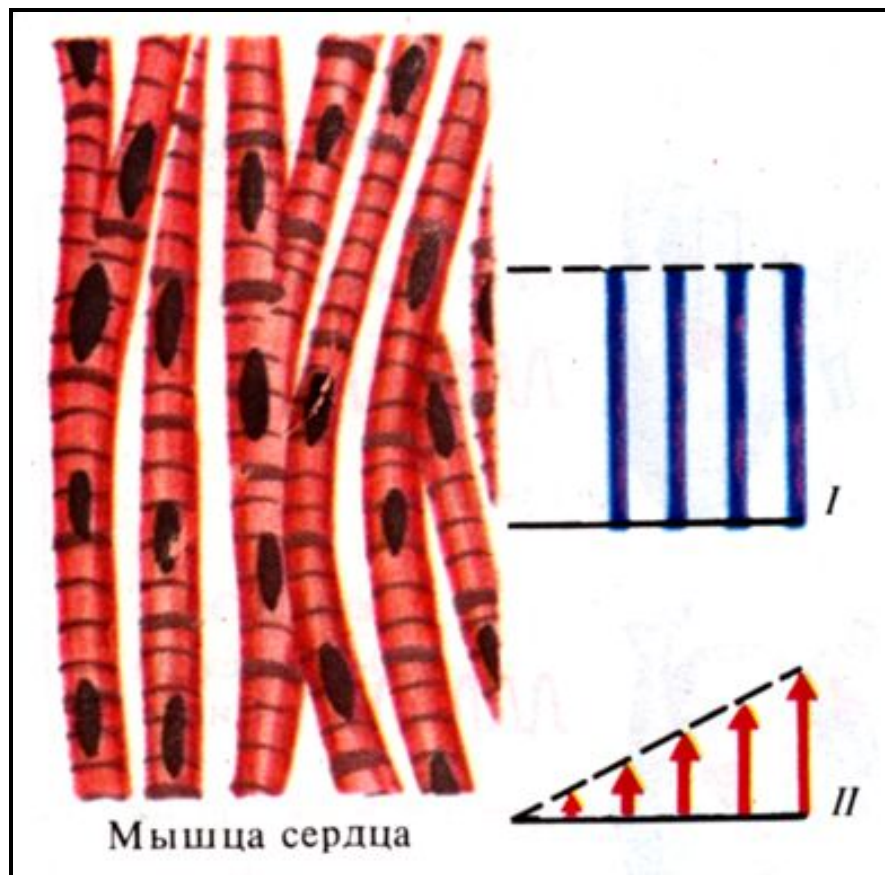
Закон «все или ничего»:

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

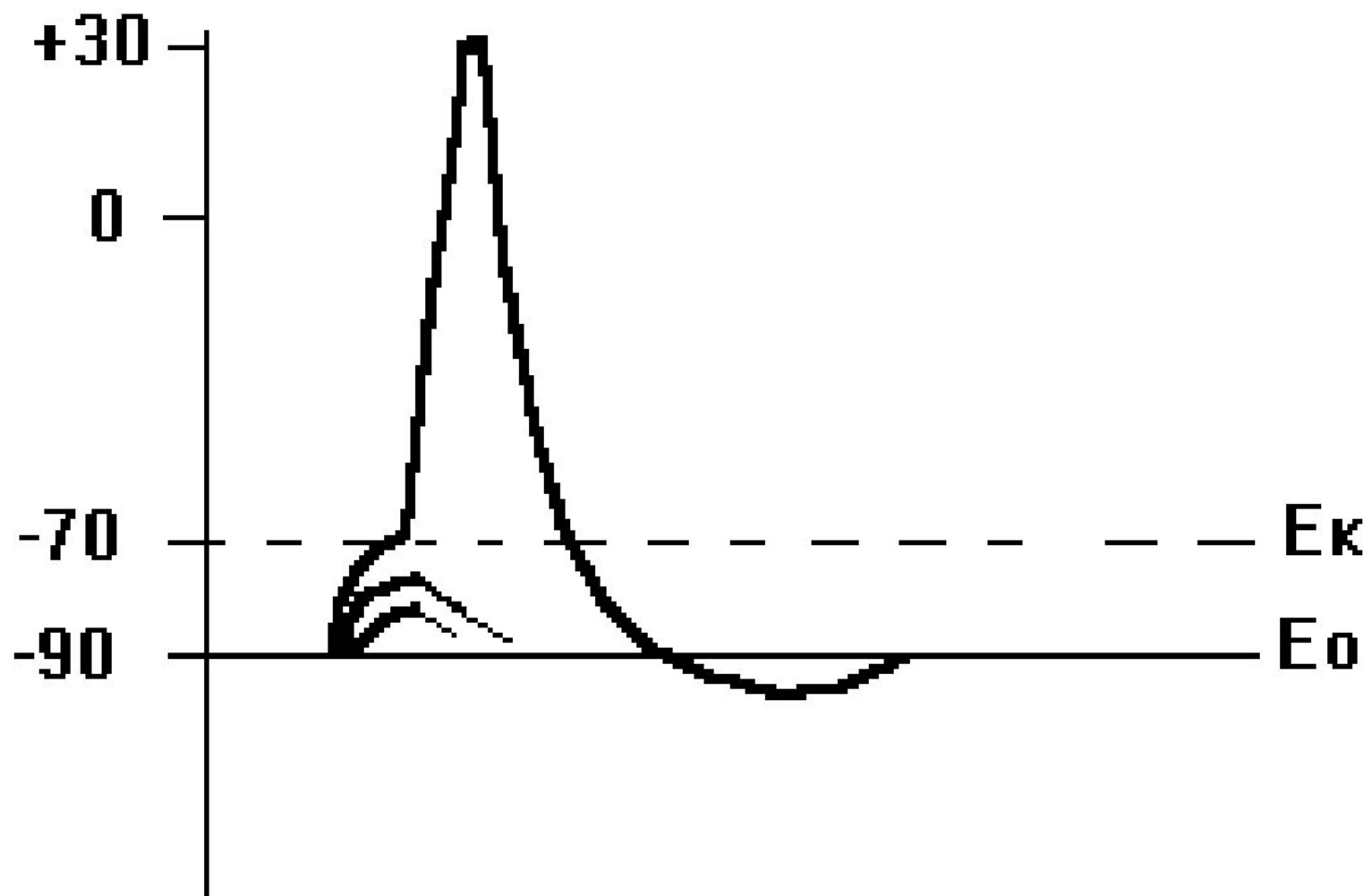
на пороговые раздражители возникает максимальная ответная реакция («все»).

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

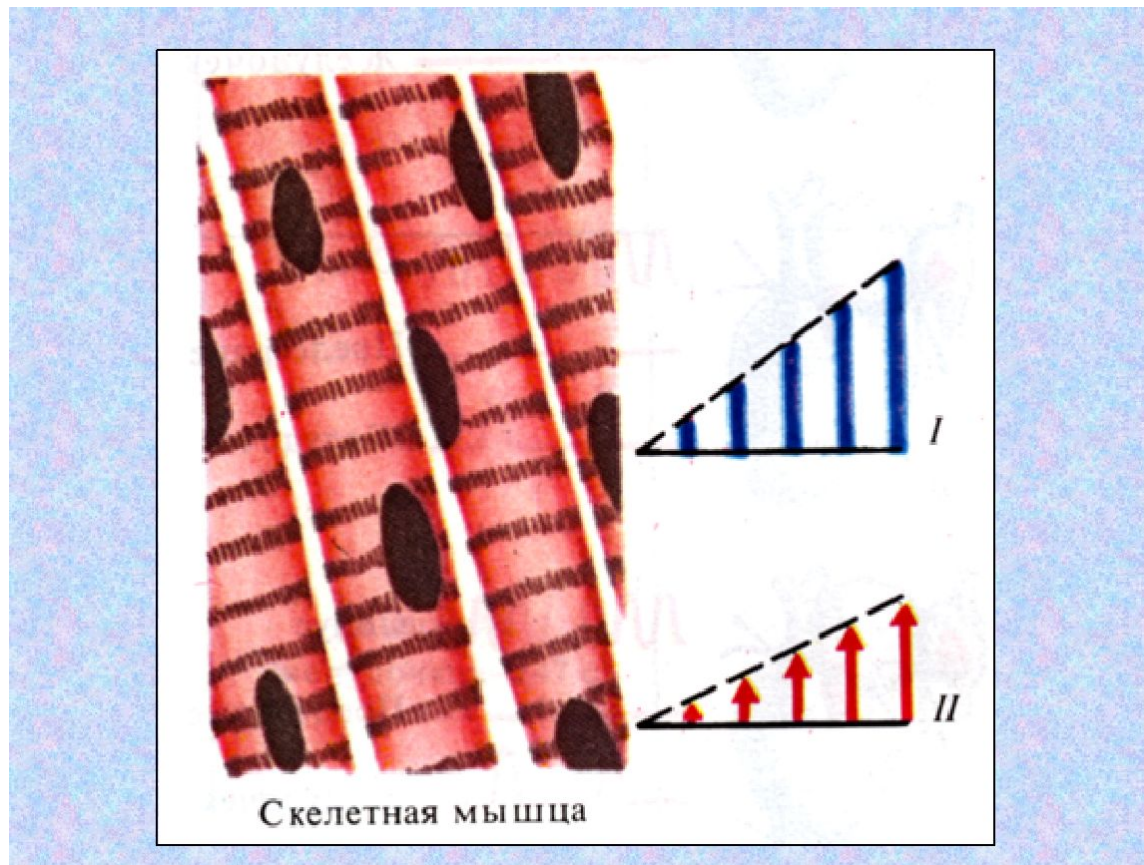


Закон силы :

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

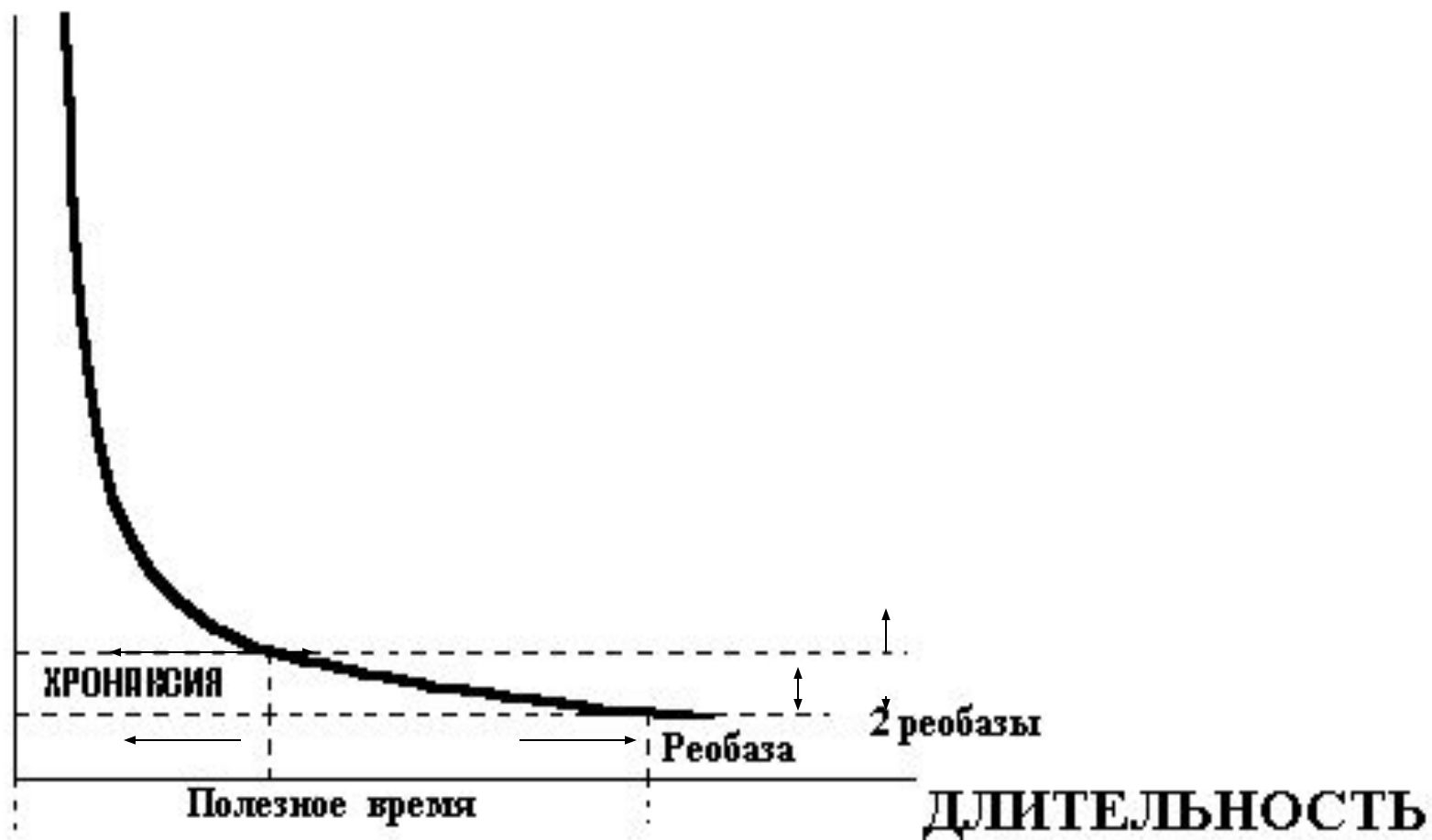
**Этому закону подчиняется
скелетная мышца.**

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.**



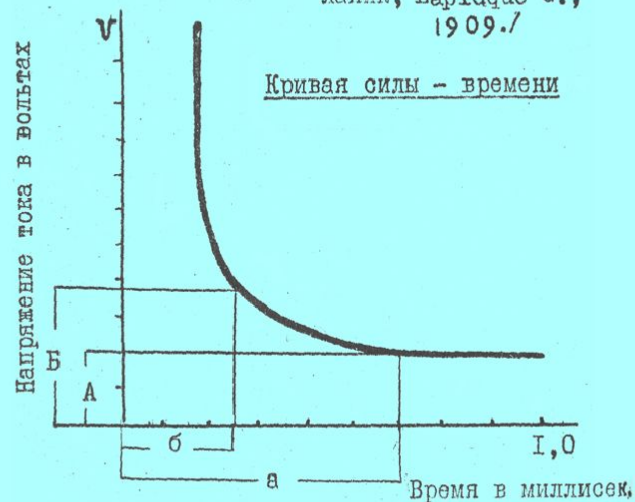
Закон силы-времени:

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

Кривая силы-времени

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СИЛОЙ ТОКА И ВРЕМЕНЕМ
ЕГО ДЕЙСТВИЯ. ХРОНАКСИЯ.

/ Гоорвег, Hoogweg L., 1892; Вейс, Weiss G.
1901;
Лапик, Lapicque G.,
1909./



А - реобаза;
а - полезное время действия тока;
Б - удвоенная реобаза;
б - хронаксия

Критический наклон

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

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

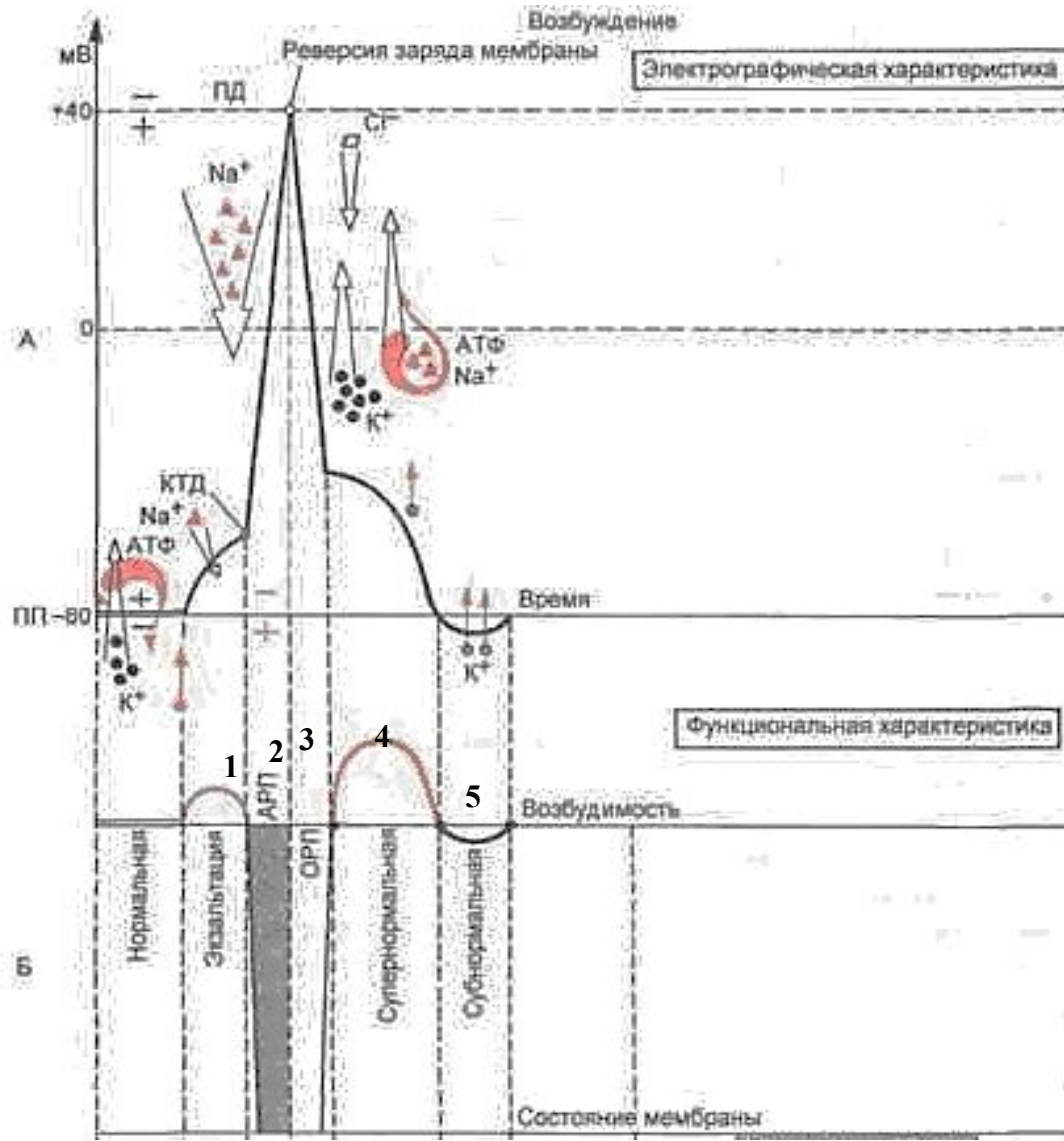
лабильность

- 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

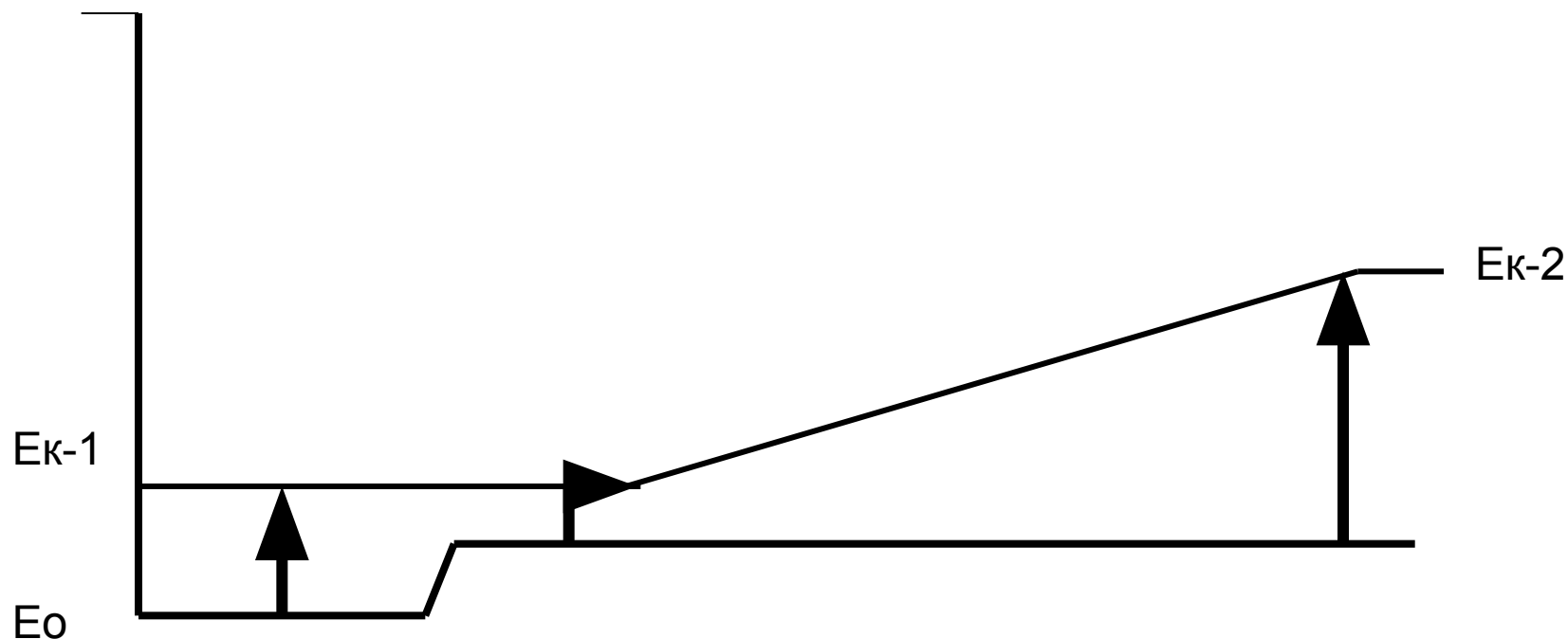


Фазы:

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

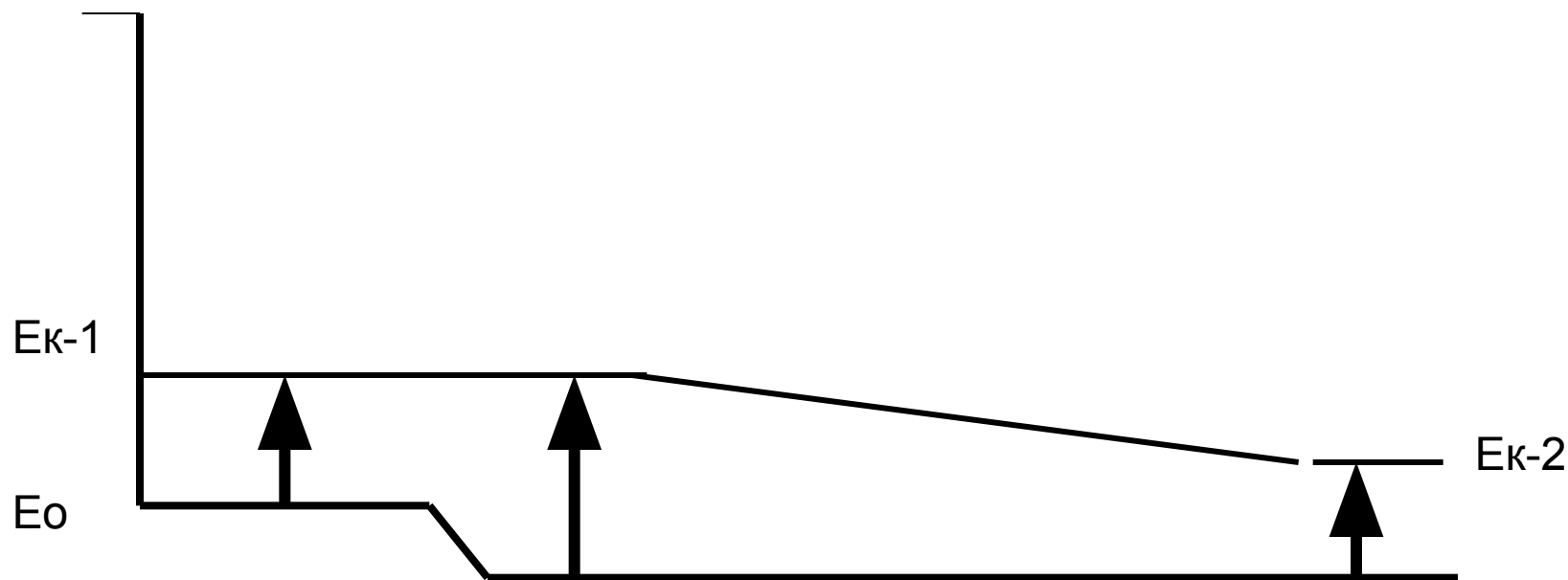
Изменения возбудимости при длительном действии тока

Катодическая депрессия Вериго при длительной деполяризации

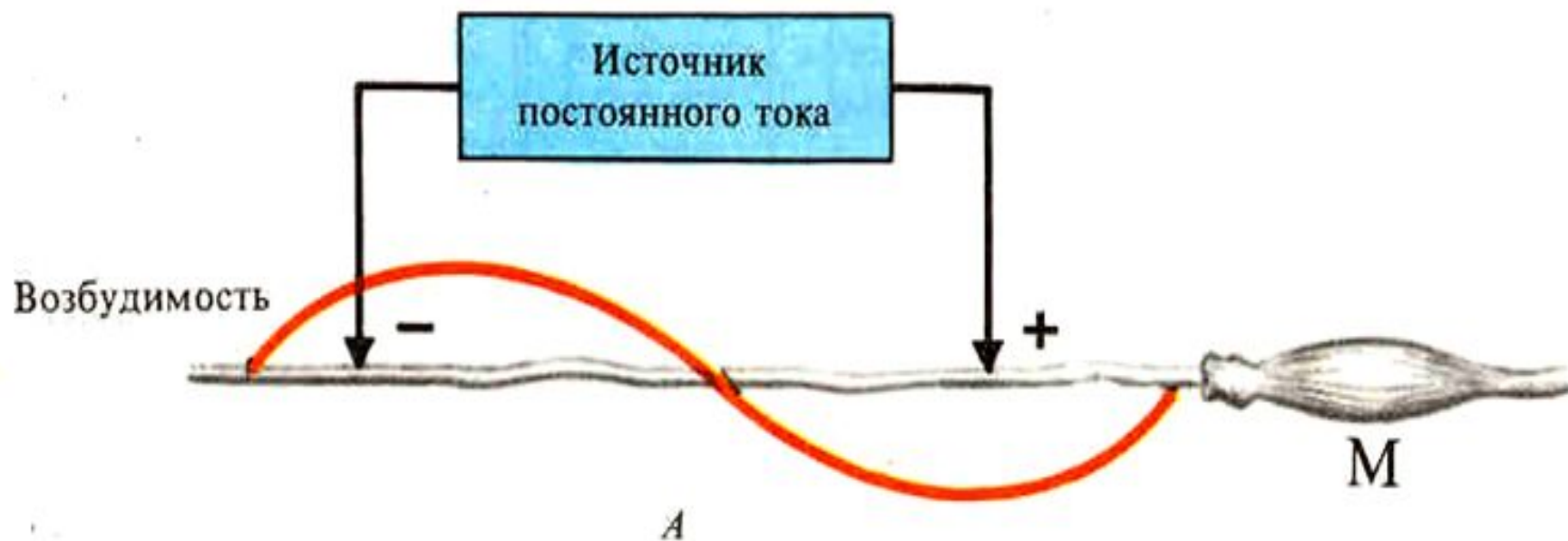


Изменения возбудимости при длительном действии тока

Восстановление возбудимости при
длительной гиперполяризации



Физиологический электротон



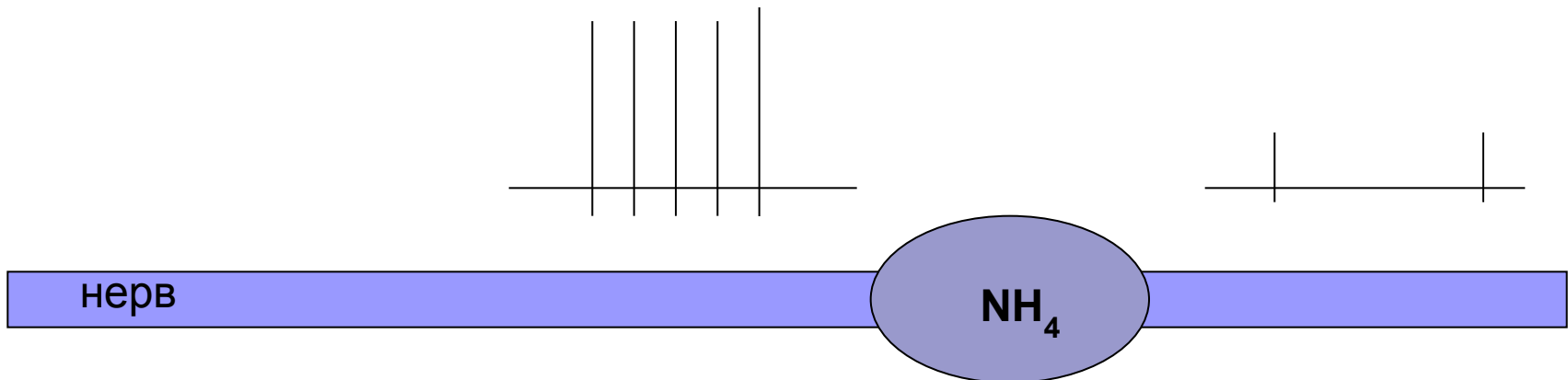


Роль электротонических изменений:

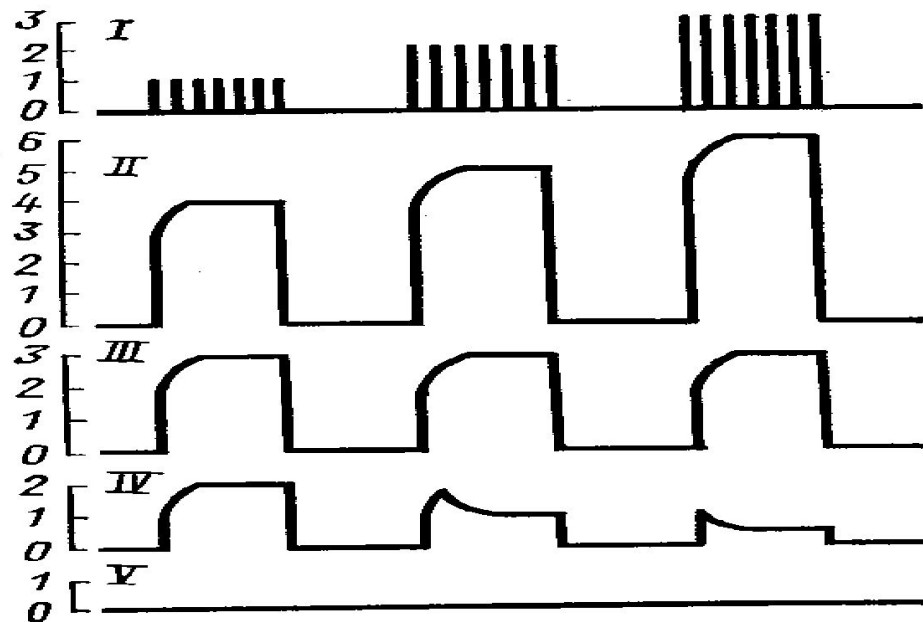
- электротон способствует достижению критического уровня деполяризации, а следовательно, и формированию потенциала действия;
- электротон облегчает проведение потенциала действия по тканям;
- электротон играет большое значение в интегративной деятельности ЦНС, а именно, в том что в одном случае электротон 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:

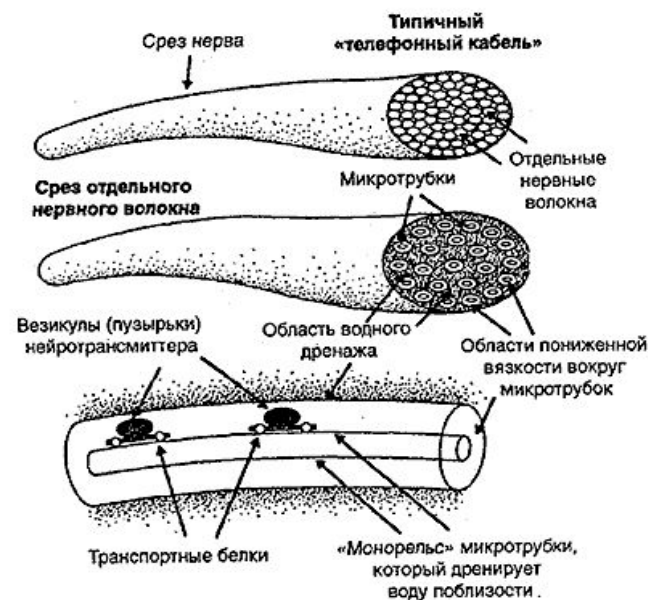
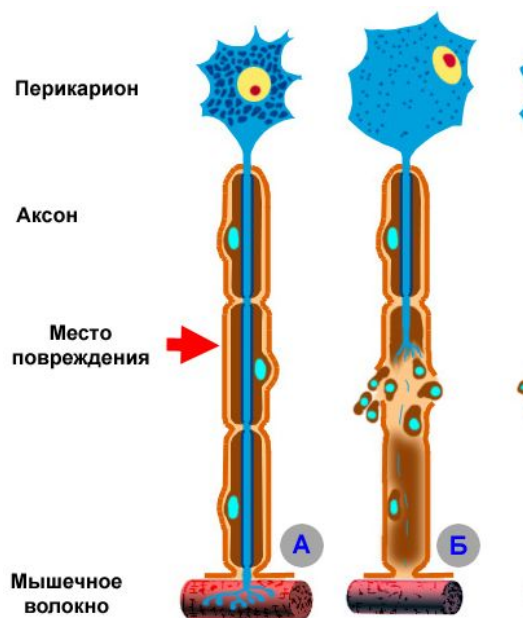


- Уравнительная
- Парадоксальная
- Тормозная

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

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.

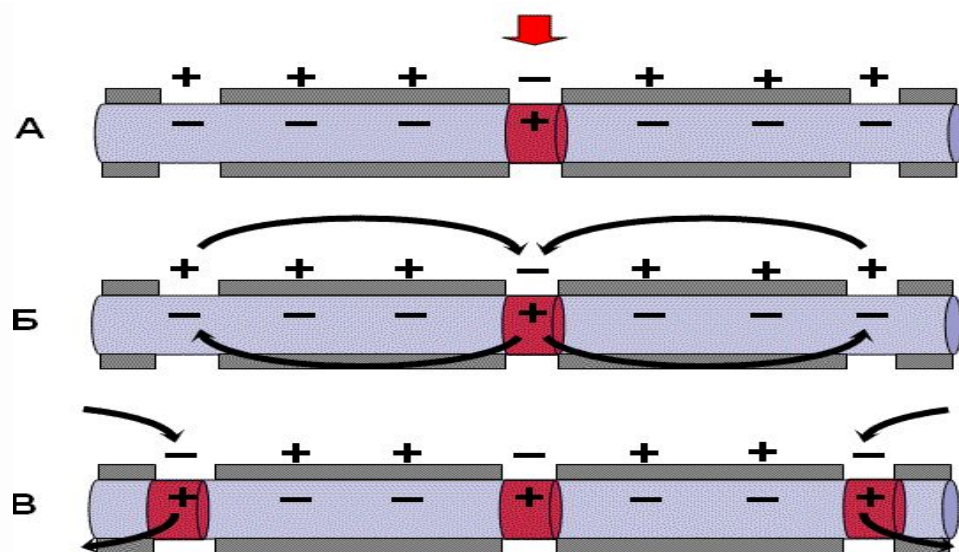
Проводимость - способность проводить возбуждение по ходу нервного волокна в виде потенциала действия.



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.

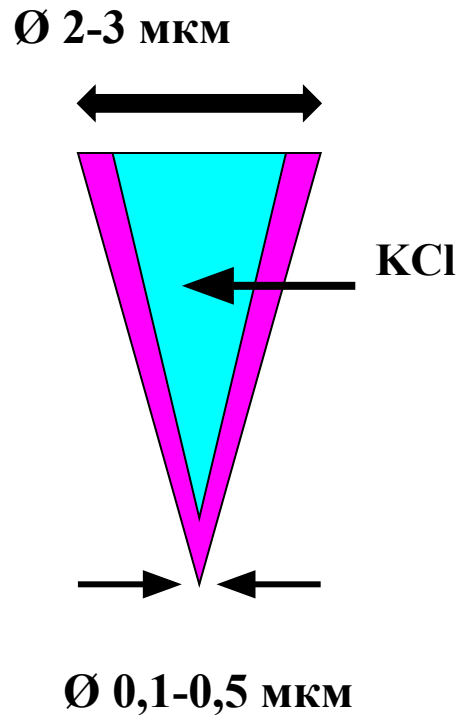
В 50-60-х годах была
развита и
экспериментально доказана
А. Ходжкиным и А. Ф.
Хаксли.



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

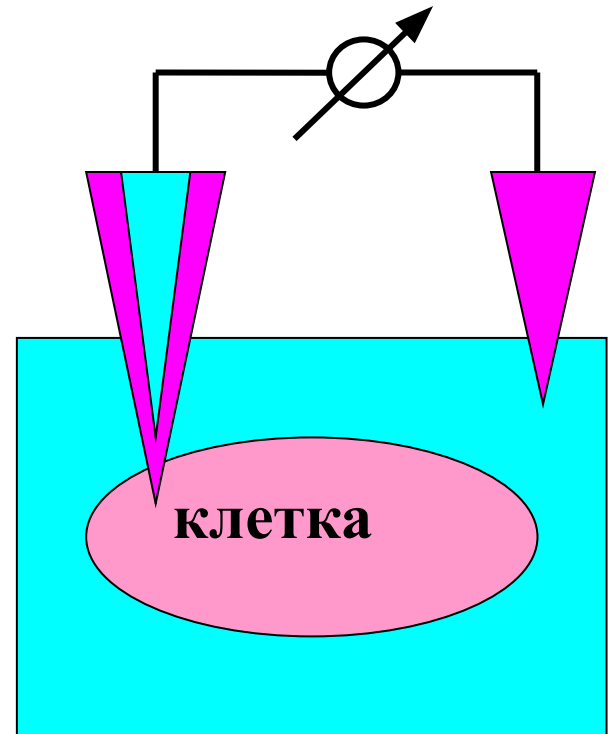
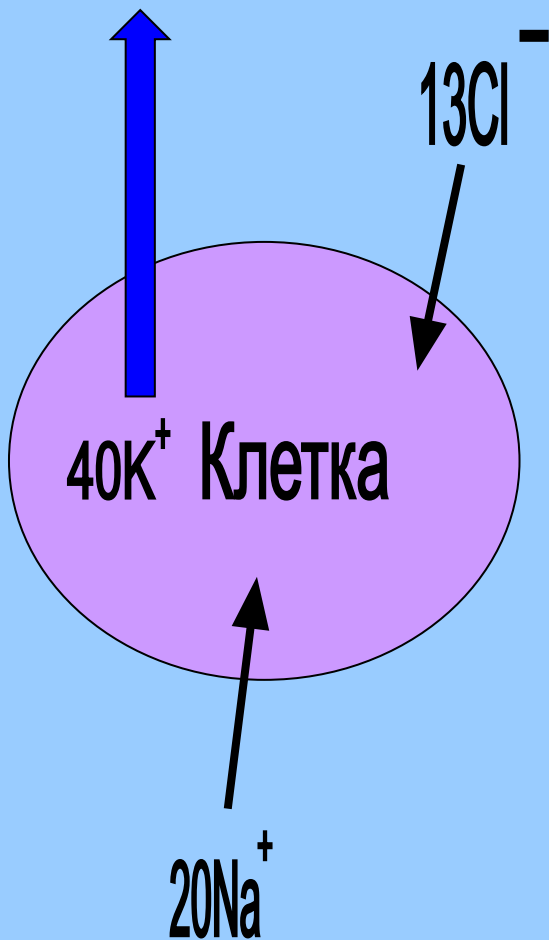


Схема регистрации
мембранного потенциала

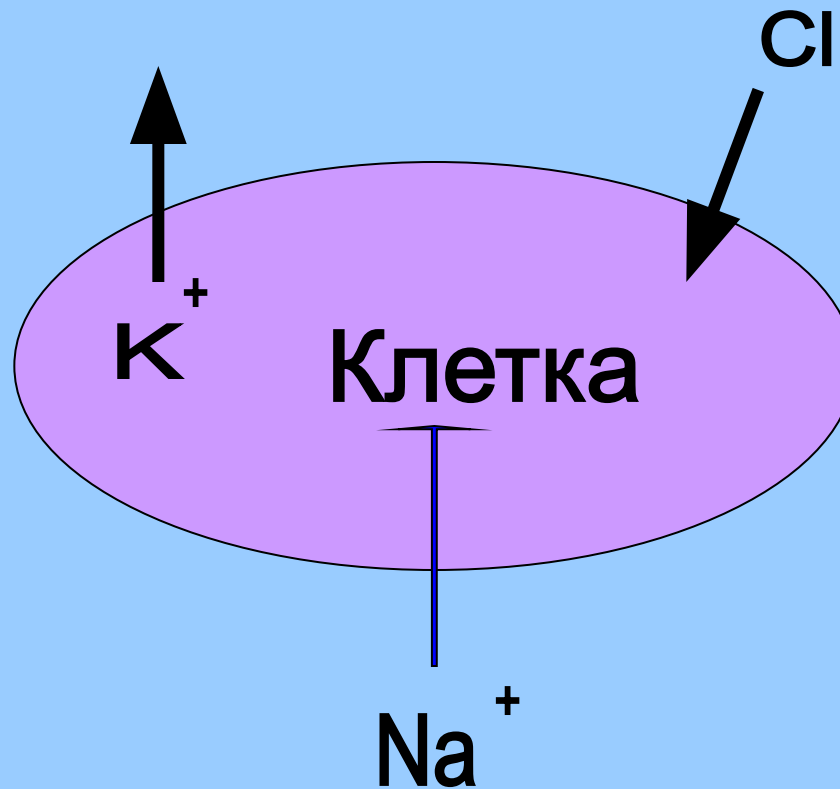
Потенциал покоя



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**