

# *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:*

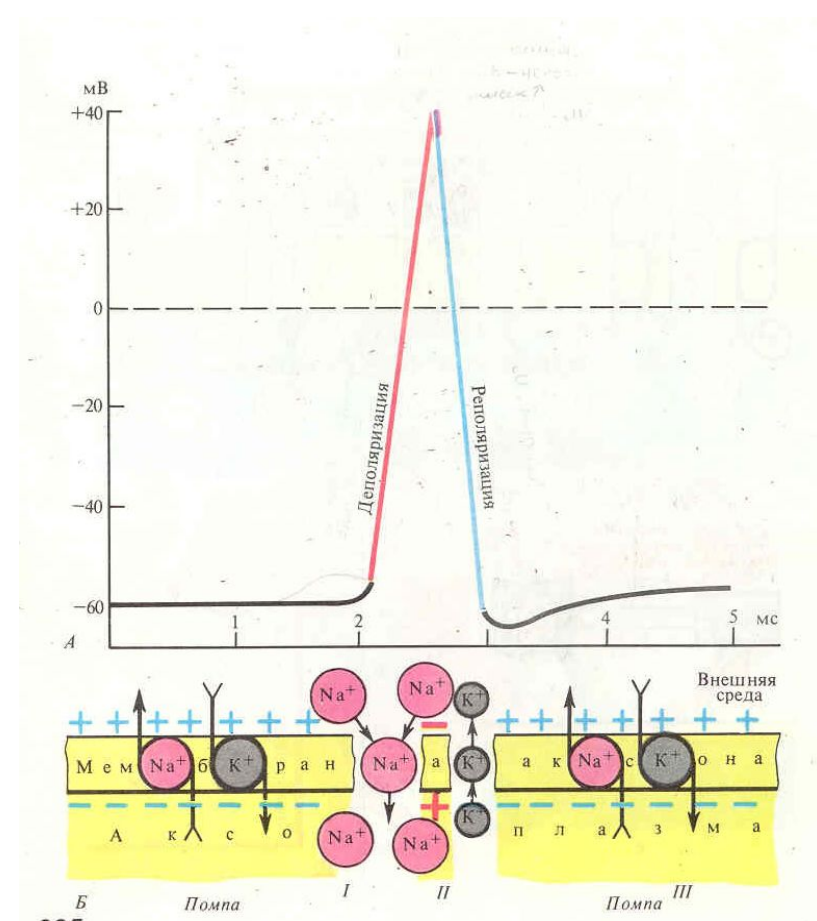
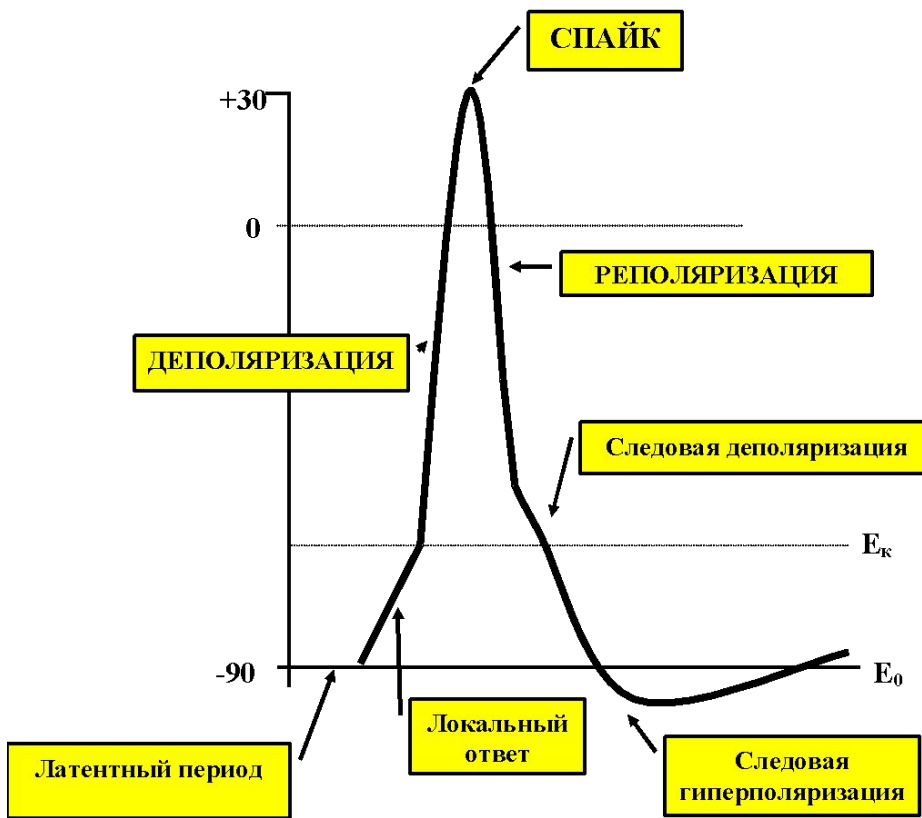
- **адекватные;**
- **неадекватные;**

## *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

---

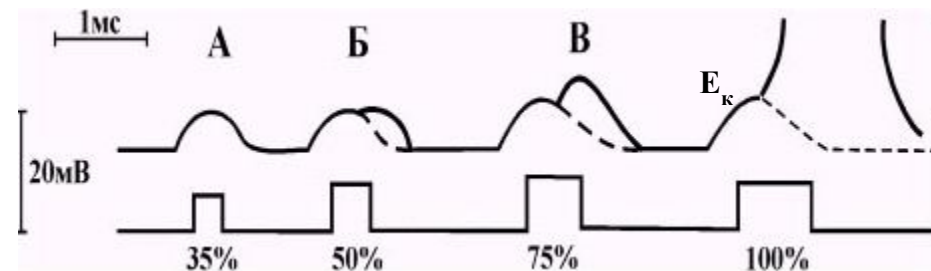
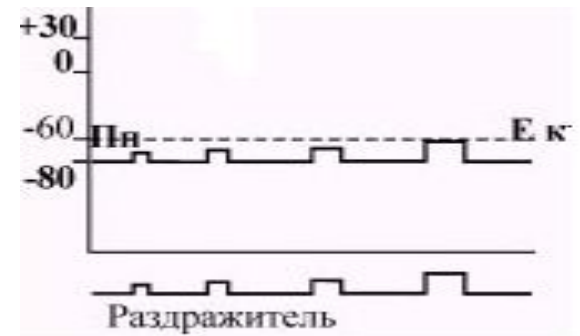
- Минимальное значение силы раздражителя, необходимое для снижения заряда мембраны от уровня покоя ( $E_0$ ) до критического уровня ( $E_c$ ), называется пороговым раздражителем.
- Подпороговый раздражитель меньше по силе, чем пороговый
- Сверхпороговый (надпороговый) раздражитель - сильнее порогового

# 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).**

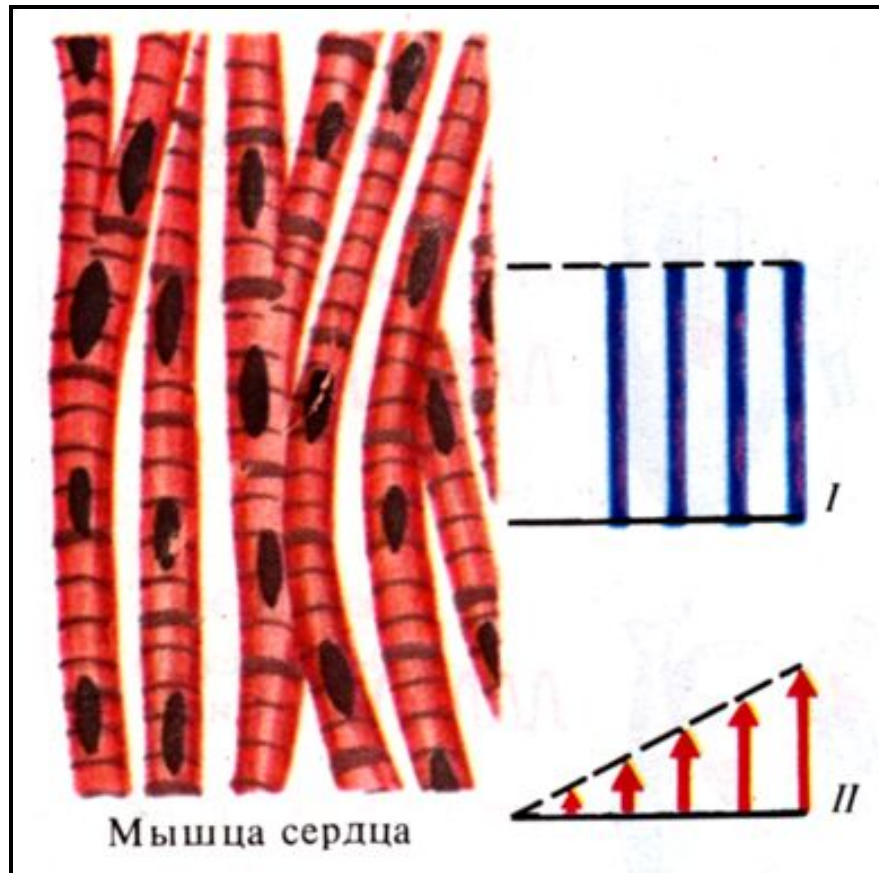
# **Закон «все или ничего»:**

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

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

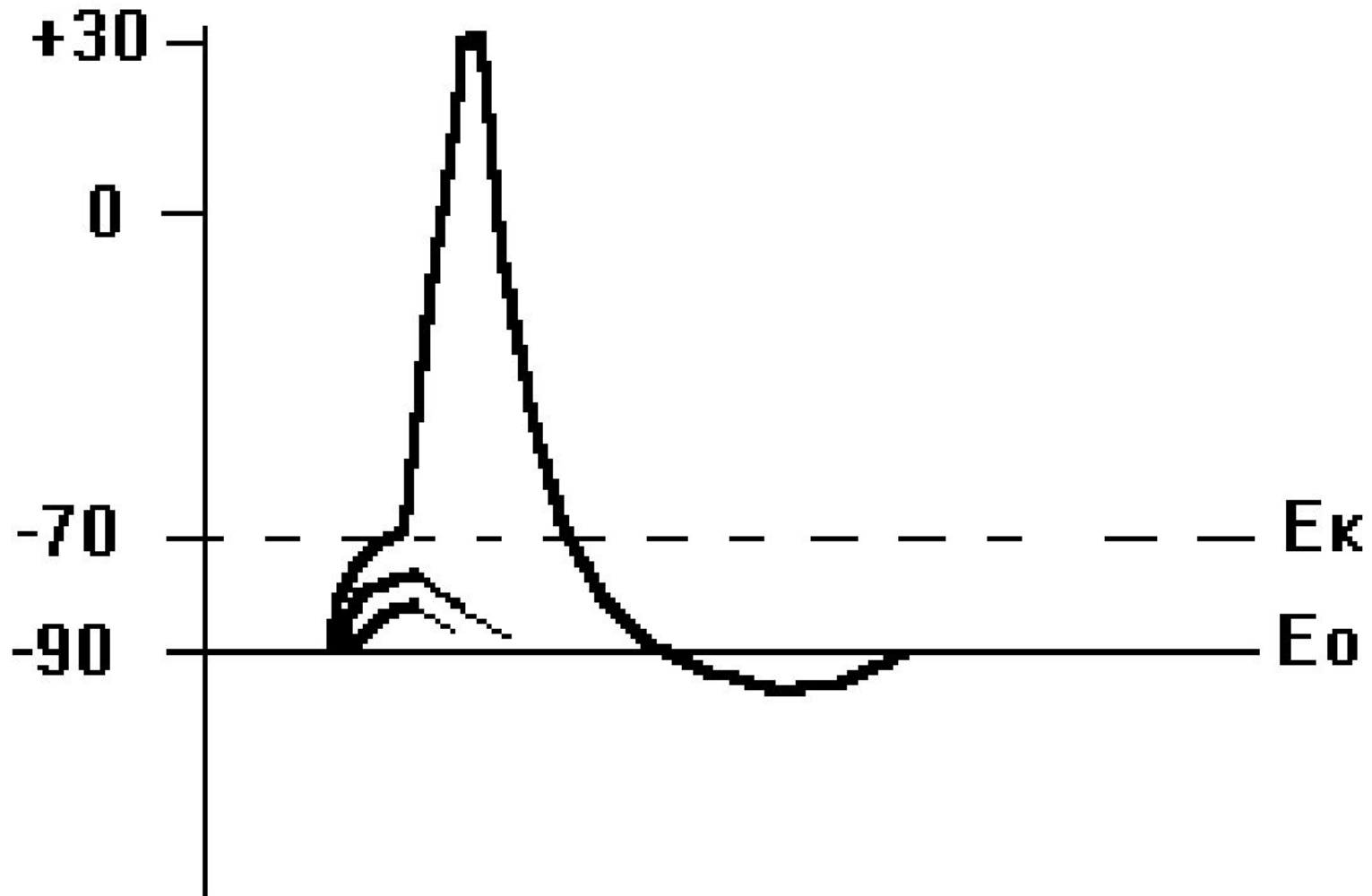
**Этому закону подчиняется сердечная мышца и одиночное мышечное волокно скелетной мышцы**

# 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

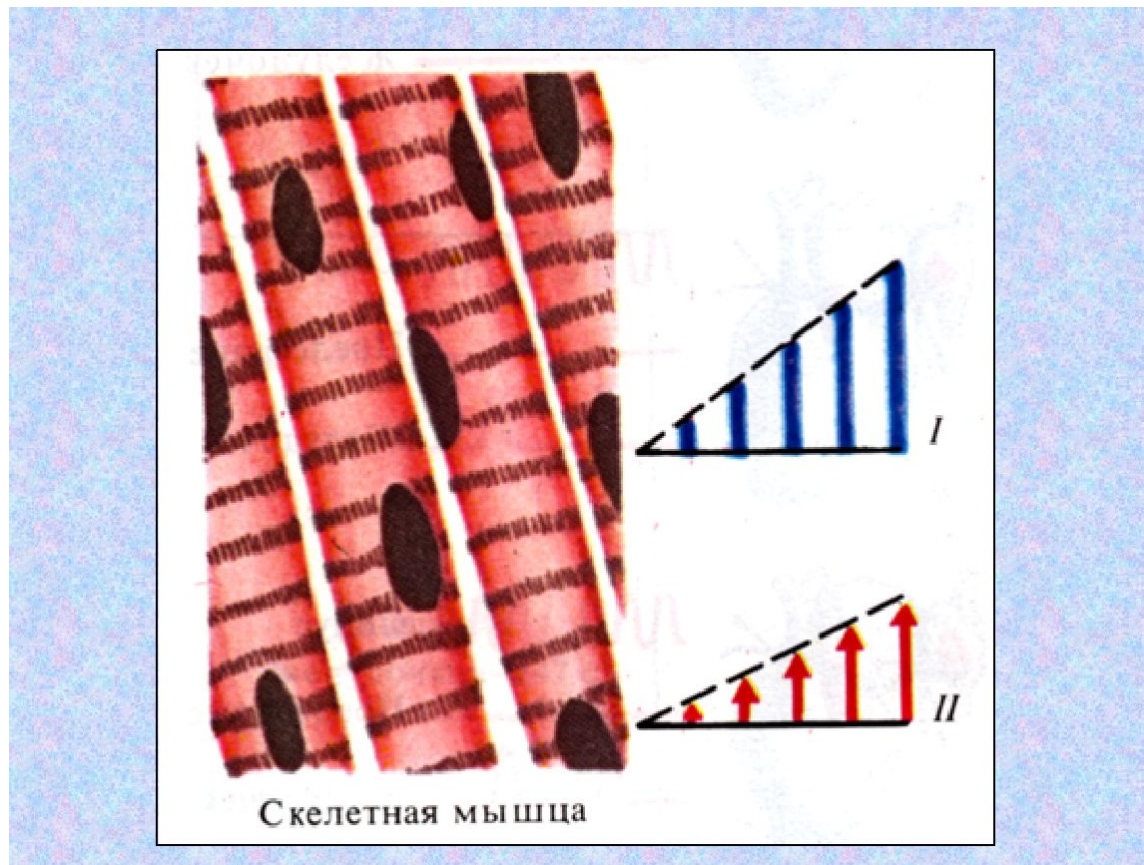


# **Закон силы :**

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

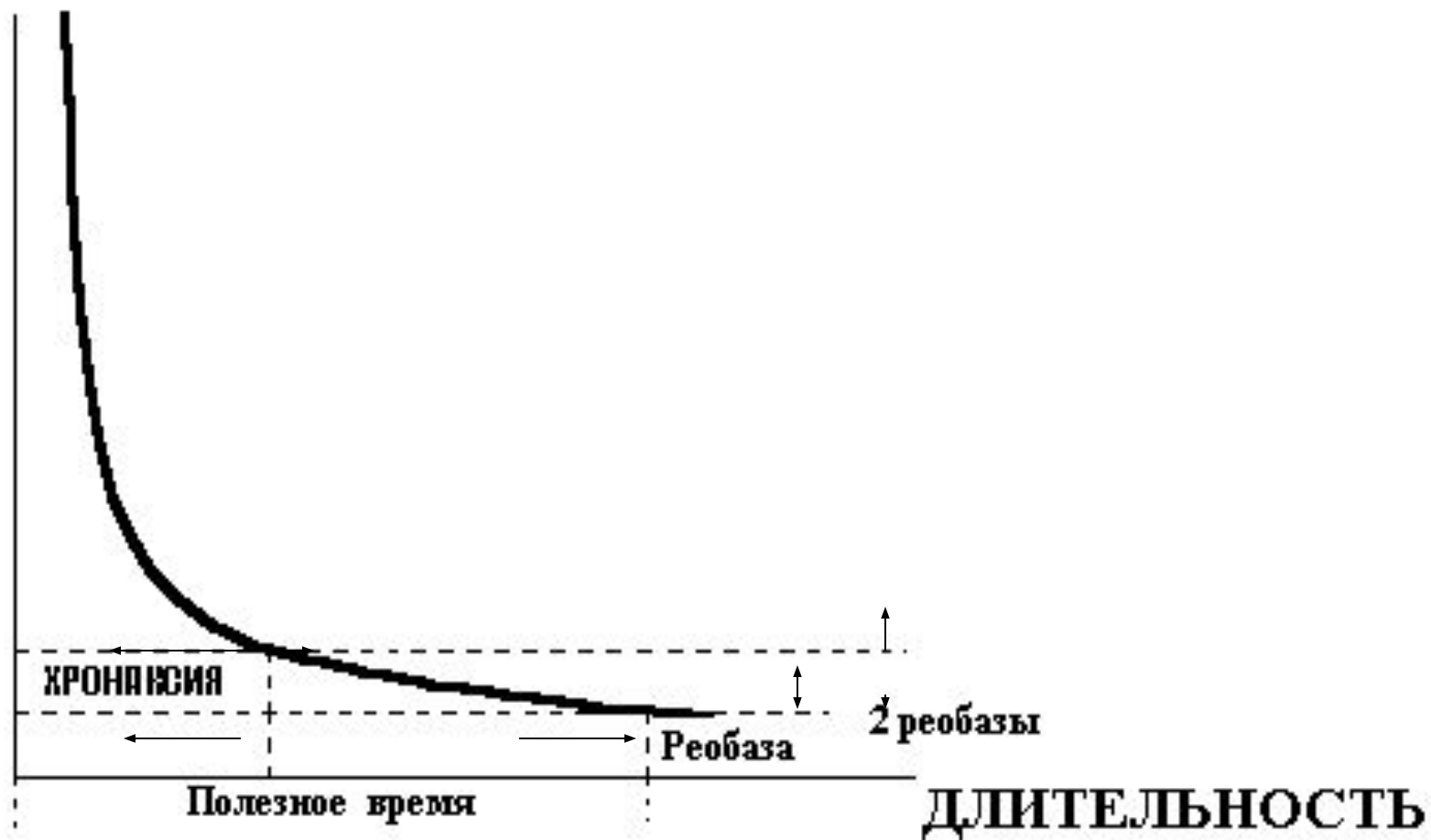
**Этому закону подчиняется  
скелетная мышца.**

# Закон силы



# ЗАКОН ВРЕМЕНИ («СИЛА - ДЛИТЕЛЬНОСТЬ»)

СИЛА



# **Закон аккомодации:**

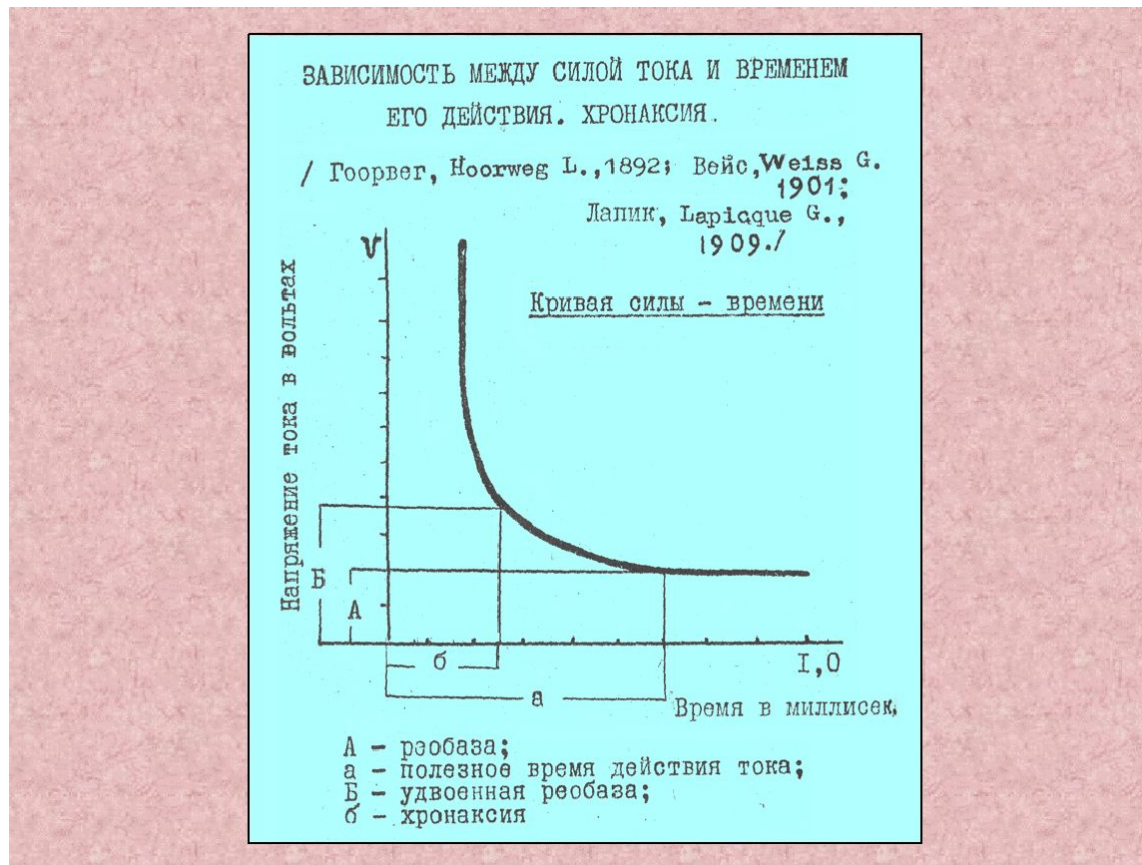
**чтобы раздражитель вызвал возбуждение, он должен нарастать достаточно быстро.**

- **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

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

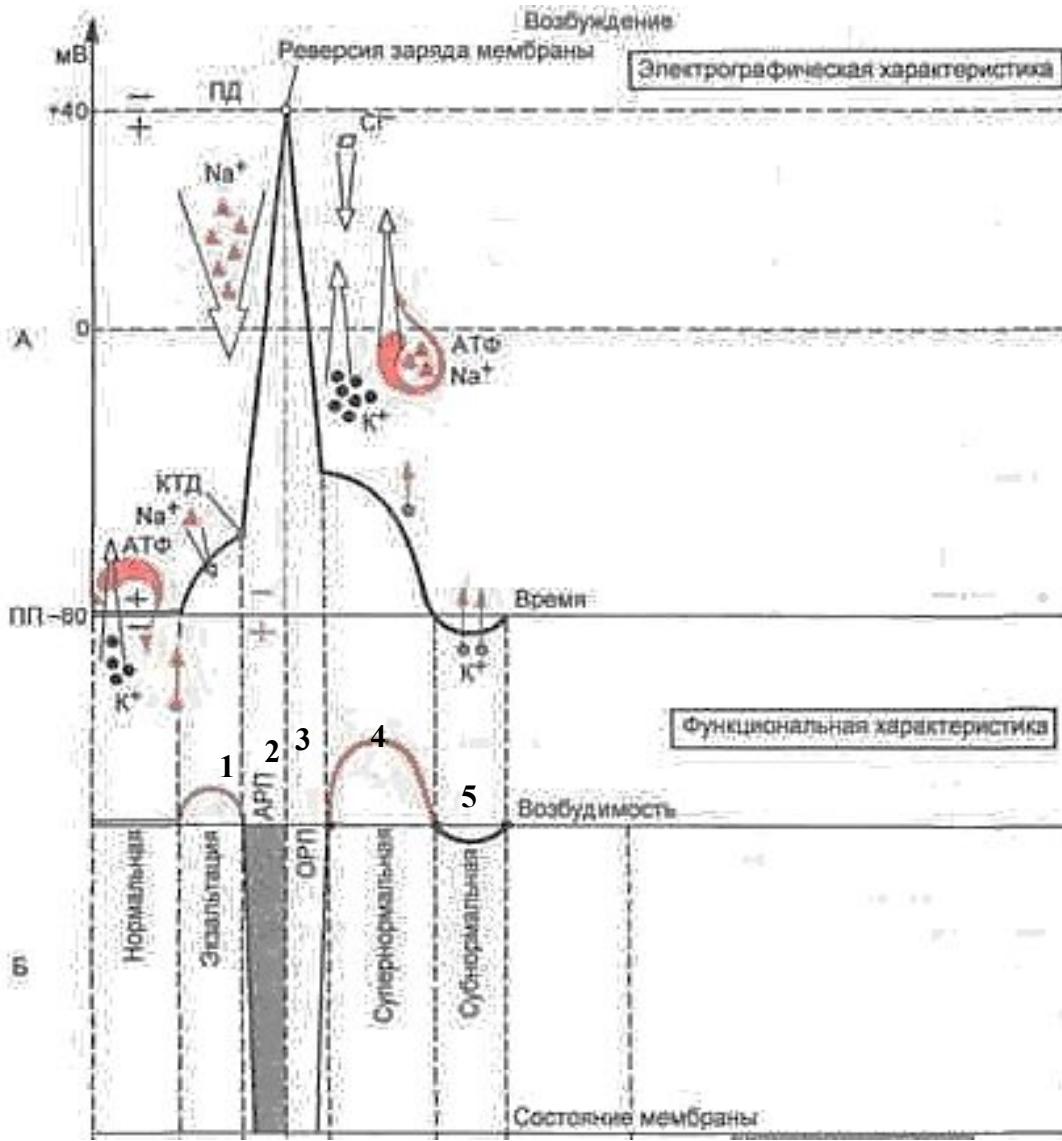
# лабильность

- 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

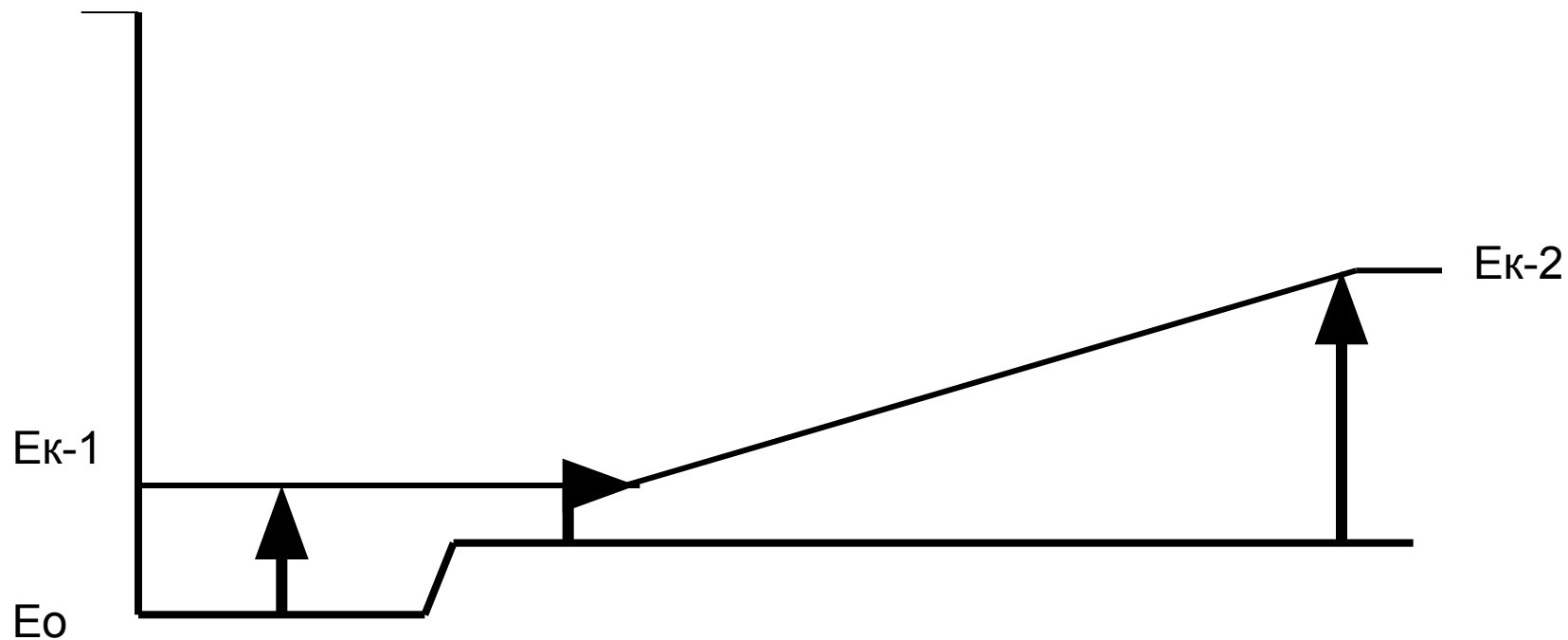


## Фазы:

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

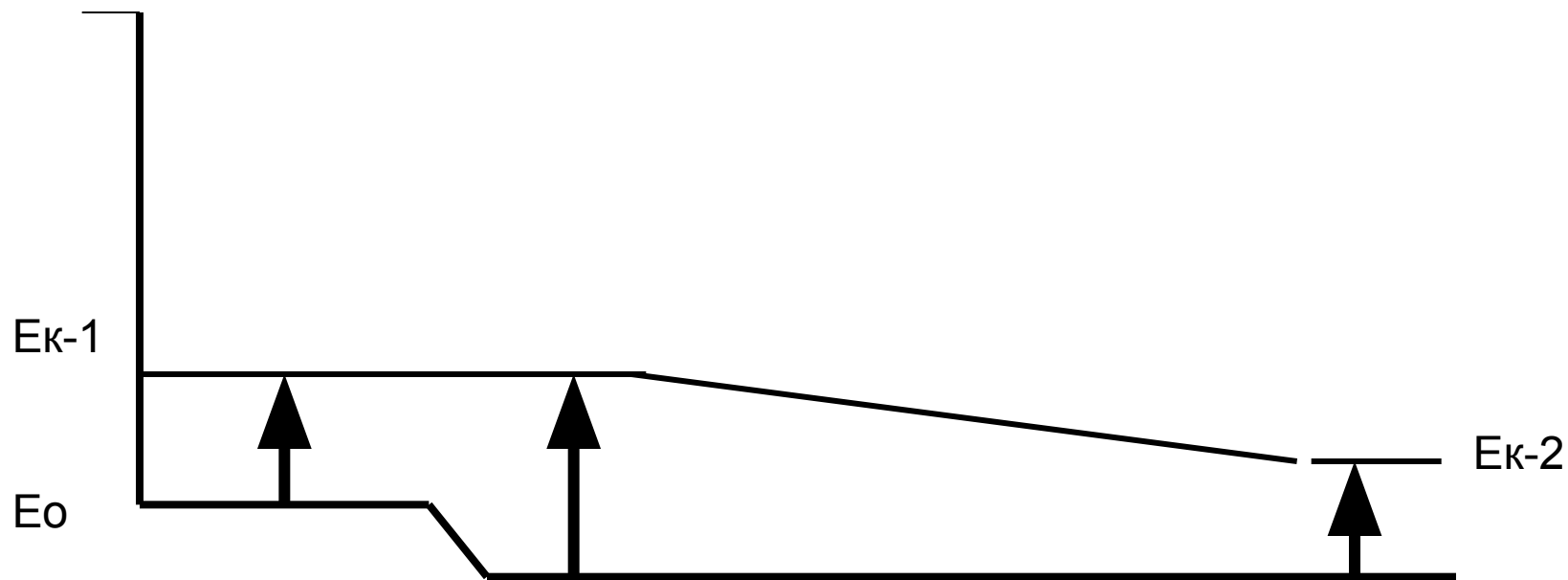
# Изменения возбудимости при длительном действии тока

**Катодическая депрессия Вериго при  
длительной деполяризации**

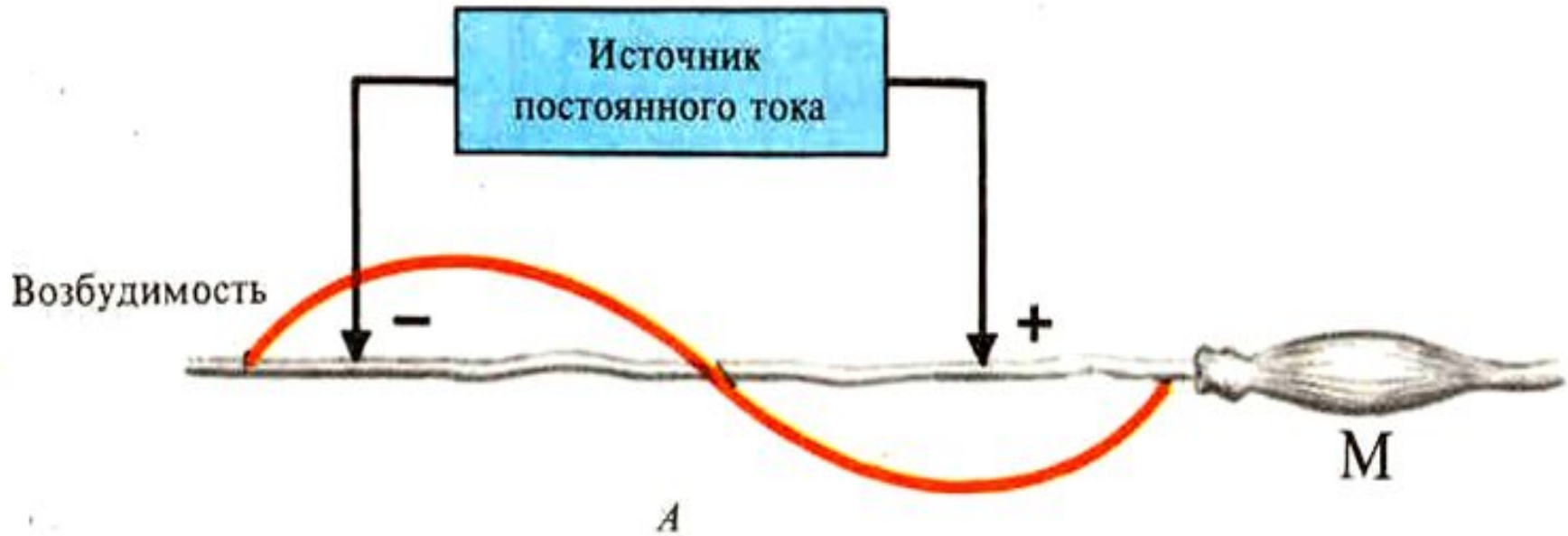


# Изменения возбудимости при длительном действии тока

Восстановление возбудимости при длительной гиперполяризации



# Физиологический электротон

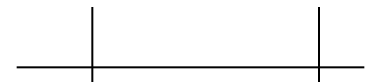
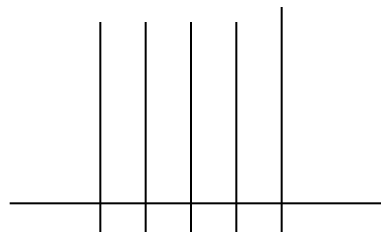


# *Роль электротонических изменений:*

- 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.



нерв

$\text{NH}_4$



# Фазы парабิโอза:

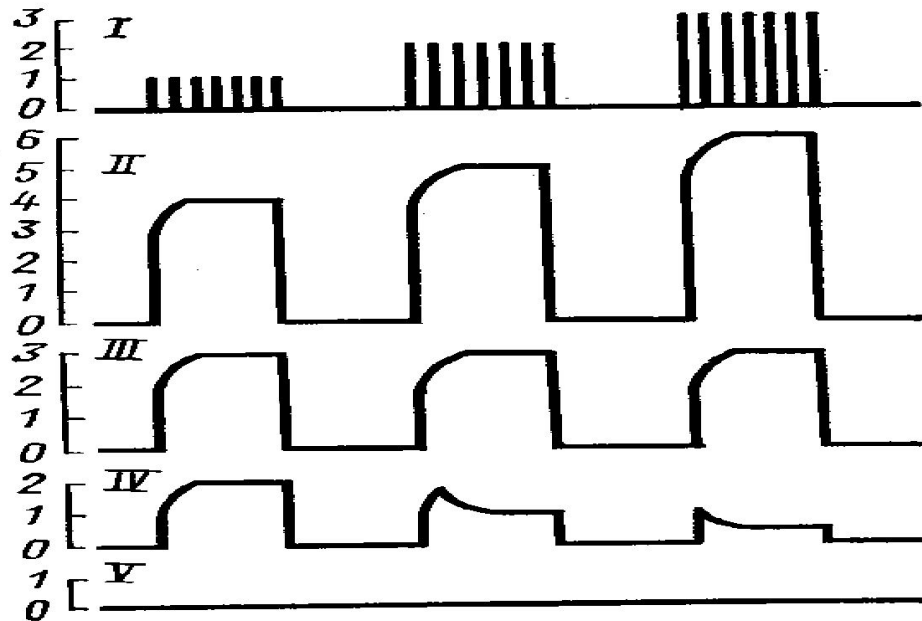
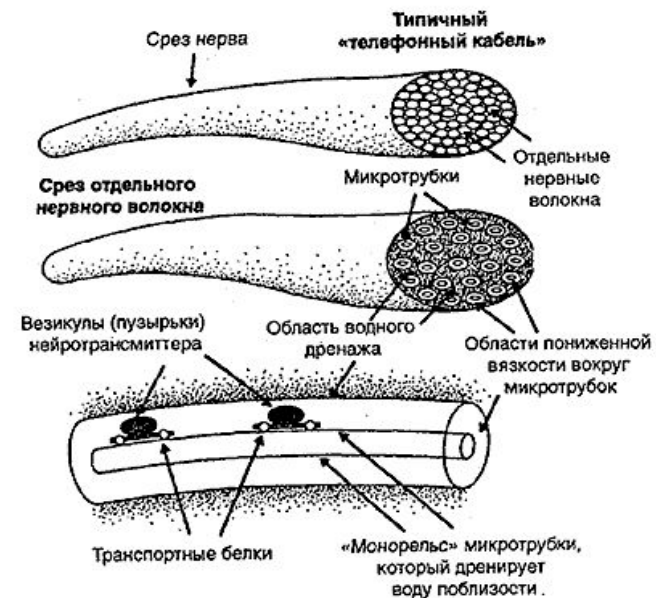
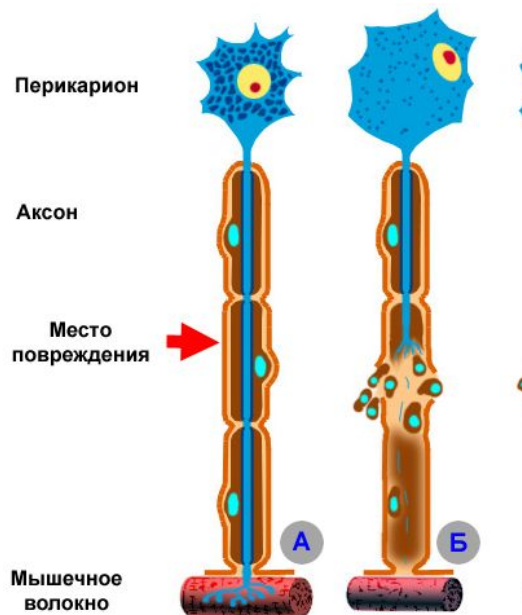


Рис. 78. Парабиоз и его фазы. *I* — раздражители разной силы и ответные реакции на них; *II* — до парабิโอза; *III* — в уравнительную; *IV* — парадоксальную; *V* — тормозную фазу парабิโอза

- 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 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ )** – 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,

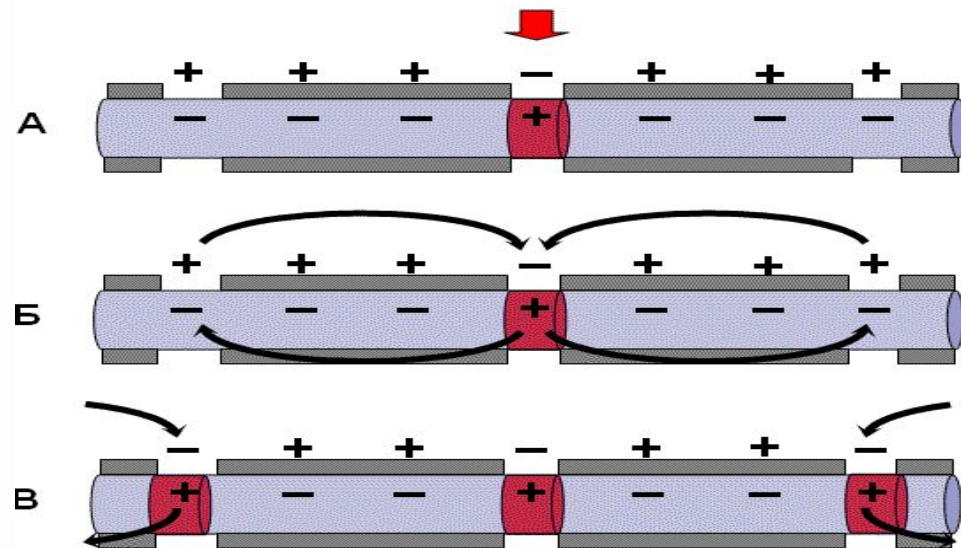
4 – цитоплазма Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки,

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)**

<b>Тип волокон</b>	<b>Диаметр волокна, мкм</b>	<b>Скорость проведения возбуждения, м/с</b>	<b>Длительность абсолютного рефрактерного периода, мс</b>
A $\alpha$	12–20	70–120	0,4–1,0
A $\beta$	5–12	30–70	—
A $\delta$	3–6	15–30	0,4–1,0
A $\gamma$	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.

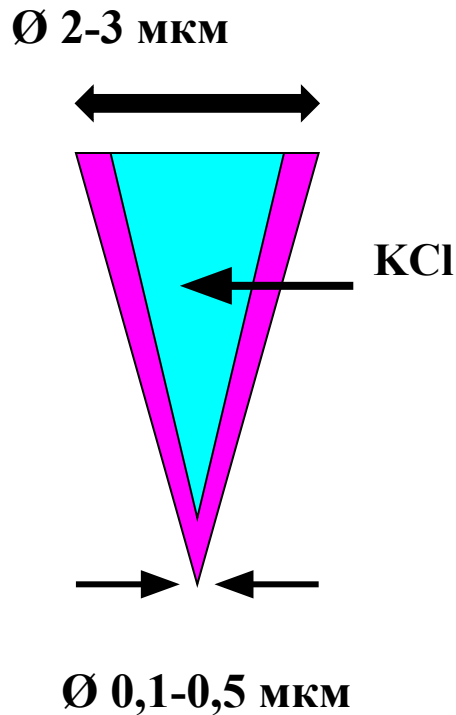
В 50-60-х годах была  
развита и  
экспериментально доказана  
А. Ходжкиным и А. Ф.  
Хаксли.

# Сущность мембранной теории биопотенциалов

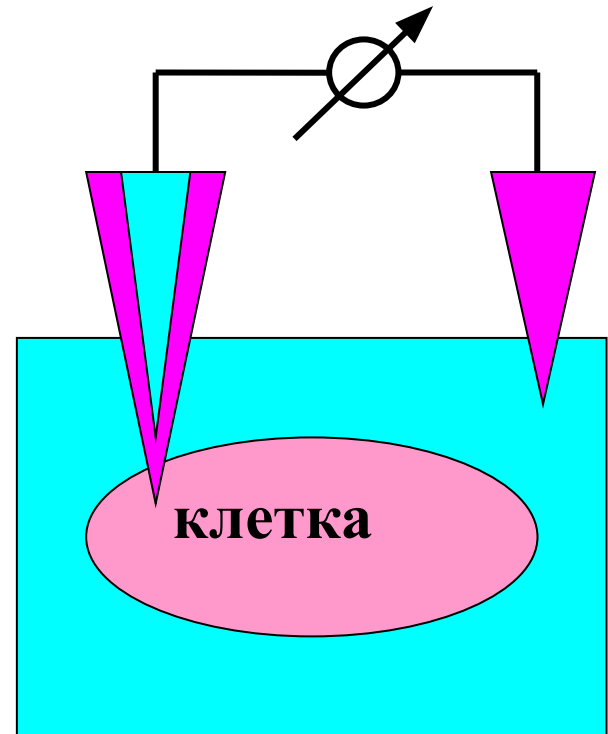
**Потенциал покоя и потенциал действия является по своей природе мембранными потенциалами, обусловленными полупроницаемыми свойствами клеточной мембраны и неравномерным распределением ионов между клеткой и средой, которое поддерживается механизмами активного транспорта, локализованные в самой мембране**



# Регистрация биопотенциалов при помощи микроэлектродного метода

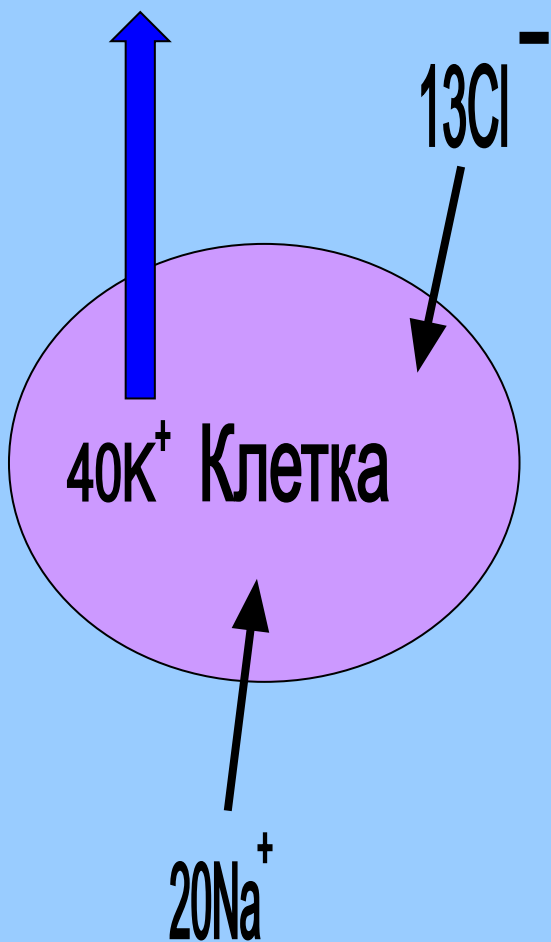


**Стеклянный микроэлектрод**



**Схема регистрации мембранного потенциала**

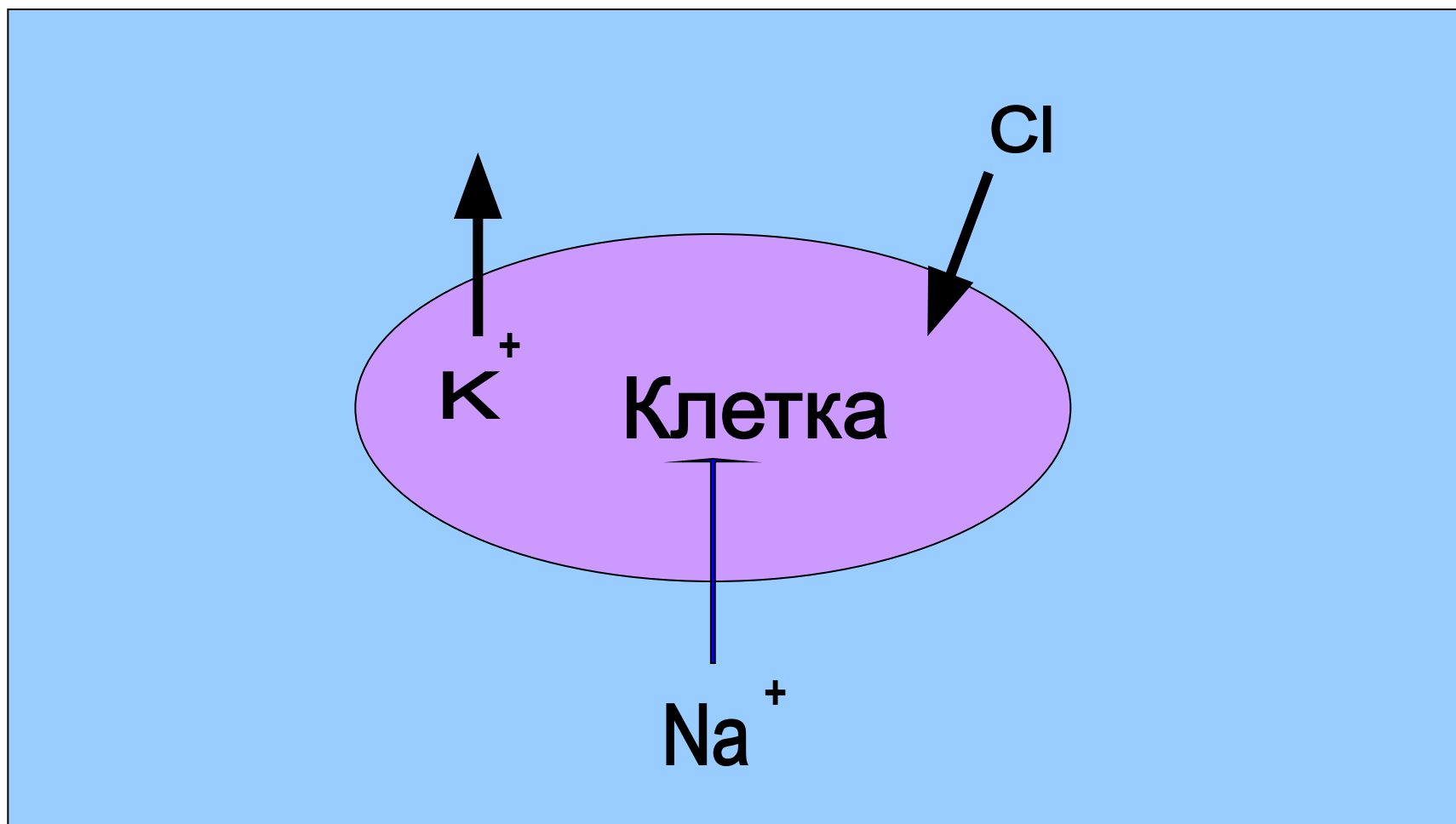
# Потенциал покоя



Концентрация, ммоль/л

[K <sup>+</sup> ]		[Na <sup>+</sup> ]		[Cl <sup>-</sup> ]	
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**