



Лекция на тему:

# ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

# МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ



## **ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ**

- 1. Основные понятия общей физиологии возбудимых тканей**
- 2. Классификация раздражителей**
- 3. Структура мембраны возбудимых клеток**
- 4. Различия состава внутриклеточной и интерстициальной жидкостей.**
- 5. Механизмы мембранного транспорта**
- 6. История открытия электрических явления в тканях.**
- 7. Гальванические явления, возникающие при наличии металлических включений в полости рта. Влияние гальванизма на состояние органов полости рта и другие системы организма.**
- 8. Мембранный потенциал покоя (МПП). Мембранная теория происхождения МПП**
- 9. Потенциал действия**

# **1. Раздражимость и возбудимость живых систем**

## СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ



**Состояние покоя** - при отсутствии специальных раздражающих воздействий.



**Активное состояние** - при изменениях внешней или внутренней среды (т.е. при воздействии раздражителей).

Способность всех живых систем реагировать на раздражители изменением своих свойств (обмен веществ, выделение тепловой энергии, др.) называют **раздражимостью**.

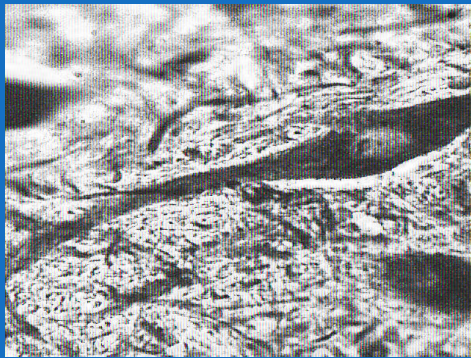
**Раздражение** – процесс воздействия раздражителей на живой объект.

**Реакция** – изменение (усиление или ослабление) деятельности живой системы в ответ на раздражение.

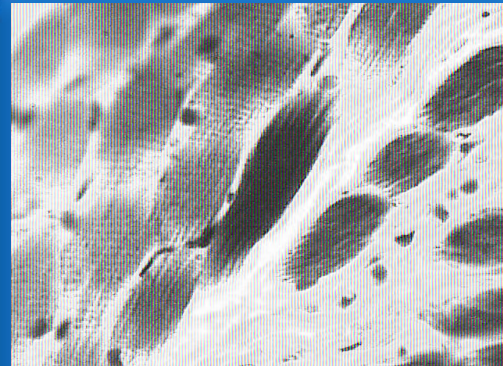
Способность биосистемы отвечать на раздражение активной специфической реакцией называется **возбудимостью**.

Клетки, способные к возбуждению называют **возбудимыми**.

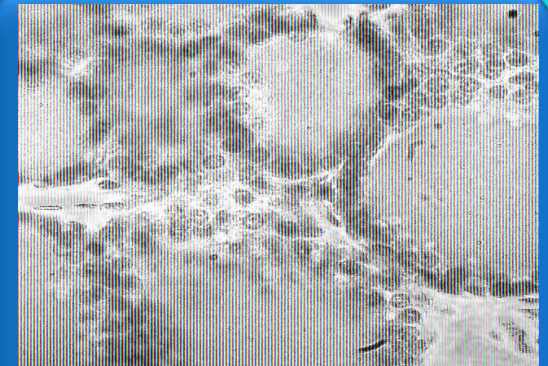
# ВОЗБУДИМЫЕ КЛЕТКИ



**нервные**



**мышечные**



**секреторные**

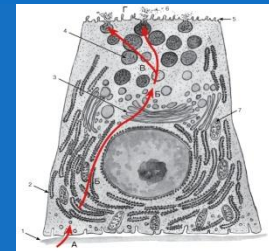
## Специфическая реакция



**нервный импульс**



**сокращение**



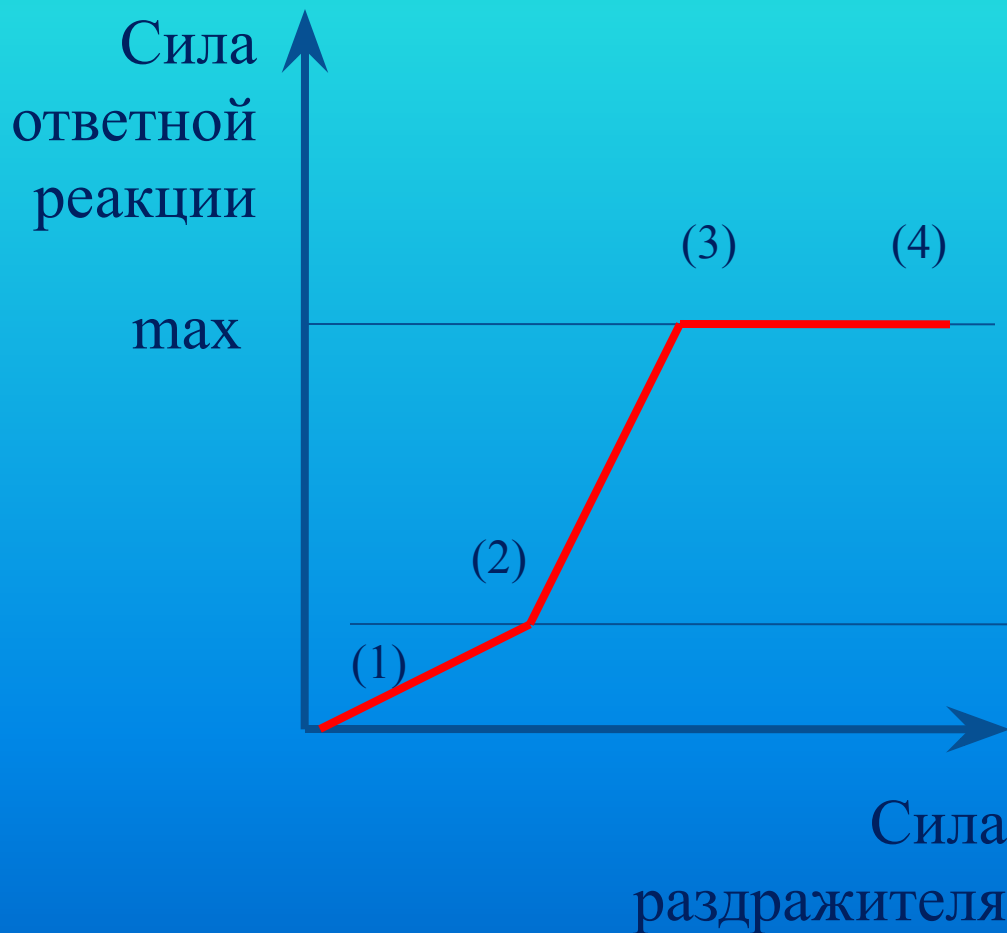
**выделение секрета**



**Раздражители** – это факторы внешней или внутренней среды, вызывающие переход биосистемы в активное состояние.

## 2. Классификация раздражителей

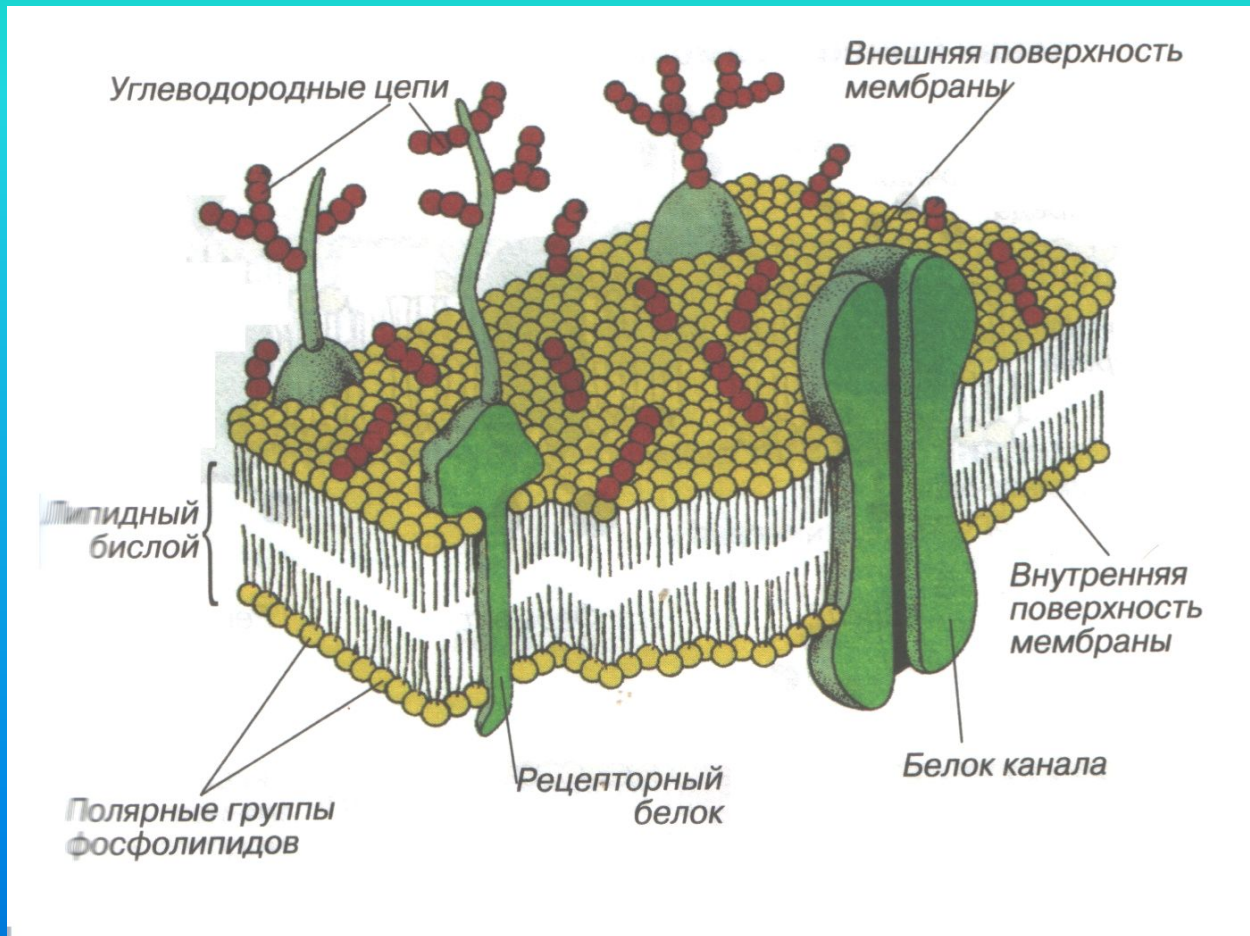
1. *По месту возникновения* - внешние (экстеро-) и внутренние (интеро-) раздражители
2. *По биологической значимости* - адекватные и неадекватные.
3. *По качественному признаку* - физические (температурные, звуковые, световые, электрические, механические и др.) и химические раздражители.
4. *По количественному признаку* - подпороговые, пороговые, субмаксимальные, максимальные и супермаксимальные.



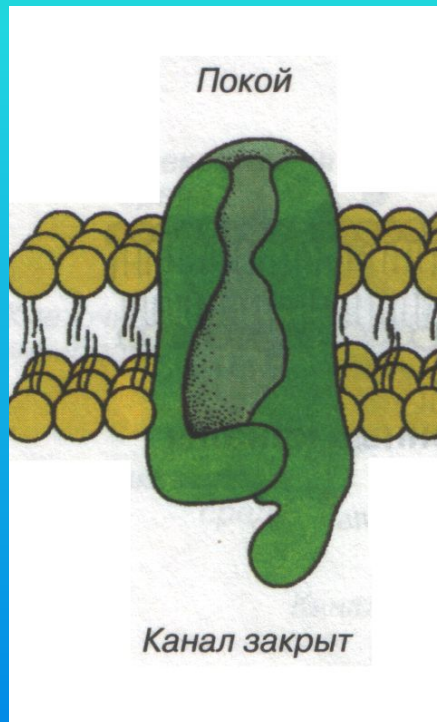
**Количественная характеристика раздражителей**

подпороговые (1-2),  
пороговые (2),  
субмаксимальные (2-3),  
максимальные (3)  
супермаксимальные (3-4).

### 3. Структура мембраны возбудимых клеток

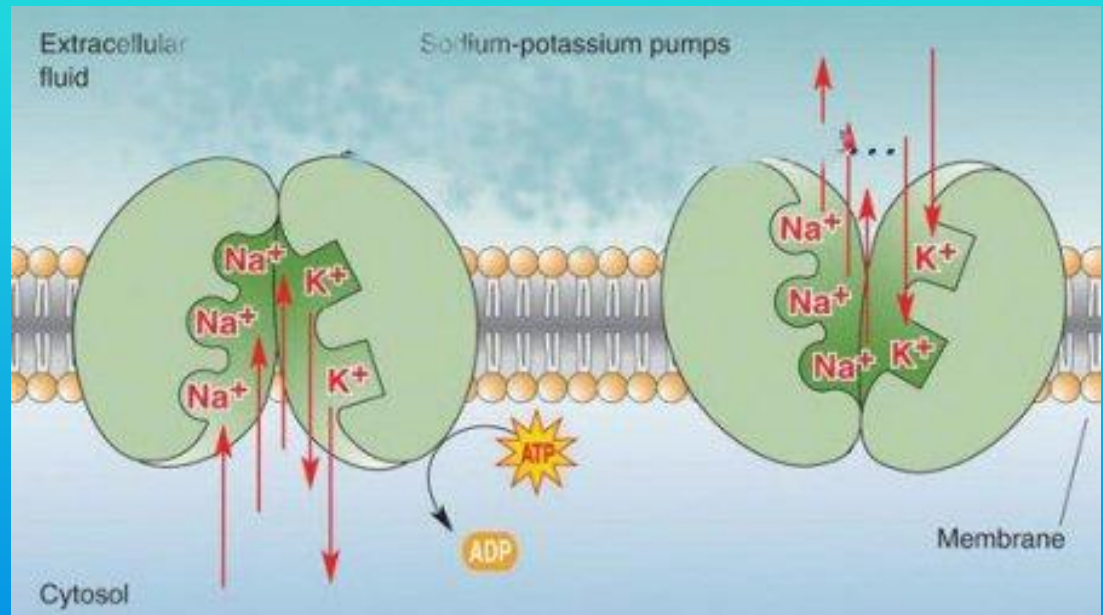


## Белок-канал



Избирательная  
диффузия  
веществ через  
мембрану

## Белок-насос



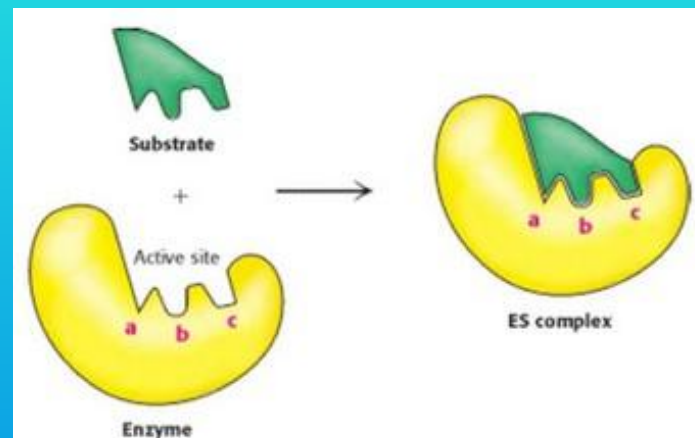
Активный транспорт веществ через мембрану

## Белок-рецептор



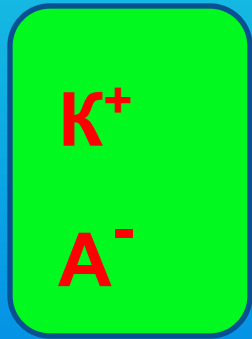
«Узнает» биологически активное вещество

## Белок-фермент



Облегчает или замедляет биохимические реакции

## 4. Различия состава внутри- и внеклеточной жидкостей



$Cl^-$

$Na^+$

$Ca^{2+}$

	Внутриклеточная концентрация	Внеклеточная концентрация
$Na^+$	12 ммоль*л <sup>-1</sup>	<u>145 ммоль*л<sup>-1</sup></u>
$K^+$	<u>155 ммоль*л<sup>-1</sup></u>	4 ммоль*л <sup>-1</sup>
$Ca^+$	$10^{-8}$ - $10^{-7}$ ммоль*л <sup>-1</sup>	2 ммоль*л <sup>-1</sup>
$Cl^-$	4 ммоль*л <sup>-1</sup>	<u>120 ммоль*л<sup>-1</sup></u>
$A^-$	<u>155 ммоль*л<sup>-1</sup></u>	Прочие анионы 5 ммоль*л <sup>-1</sup>

**Избирательная проницаемость** – это способность мембраны пропускать одни вещества, и не пропускать другие.



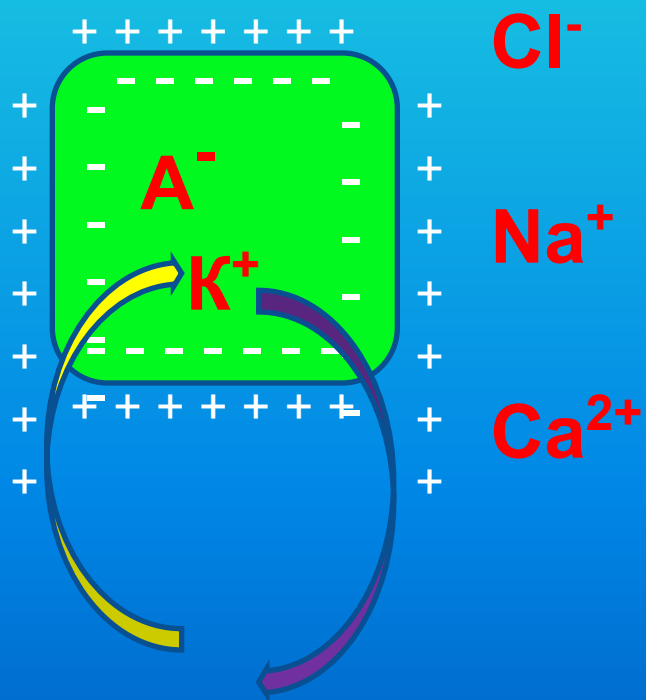
## 5. Механизмы мембранного транспорта

**Электрохимический** градиент иона - это движущая сила потока ионов, которая является комбинацией мембранного потенциала (электрический градиент) и градиента концентрации ионов (химический градиент).

**Электрический** градиент характеризует движение только ионов и направлен в сторону их противоположного заряда.

**Химический** градиент направлен из области высокой концентрации растворенного вещества в область низкой.

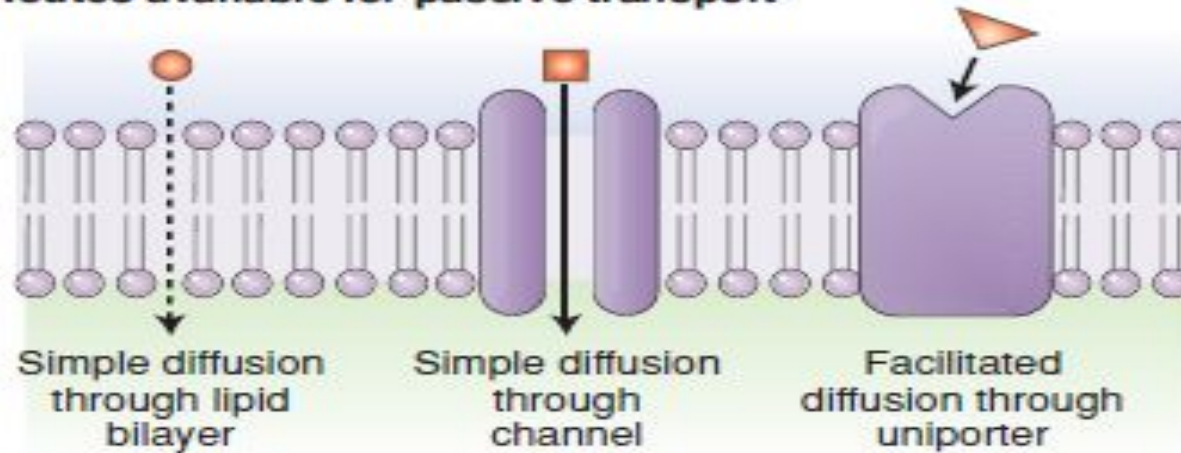
Электрохимический градиент иона - это движущая сила потока ионов, которая является комбинацией мембранного потенциала (**электрический градиент**) и градиента концентрации ионов (**химический градиент**).



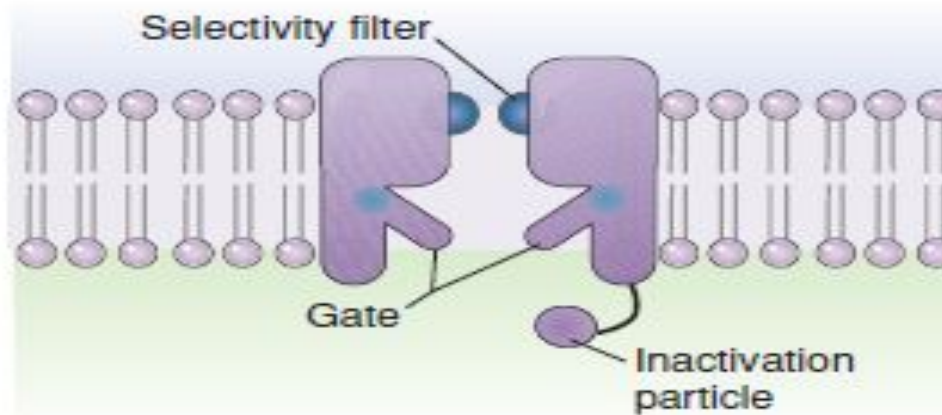
Ионы	Химический градиент	Электрический градиент
$K^+$	из клетки	в клетку
$Na^+$	в клетку	в клетку
$Ca^+$	в клетку	в клетку
$Cl^-$	в клетку	из клетки
$A^-$	из клетки	из клетки

# Пассивный транспорт

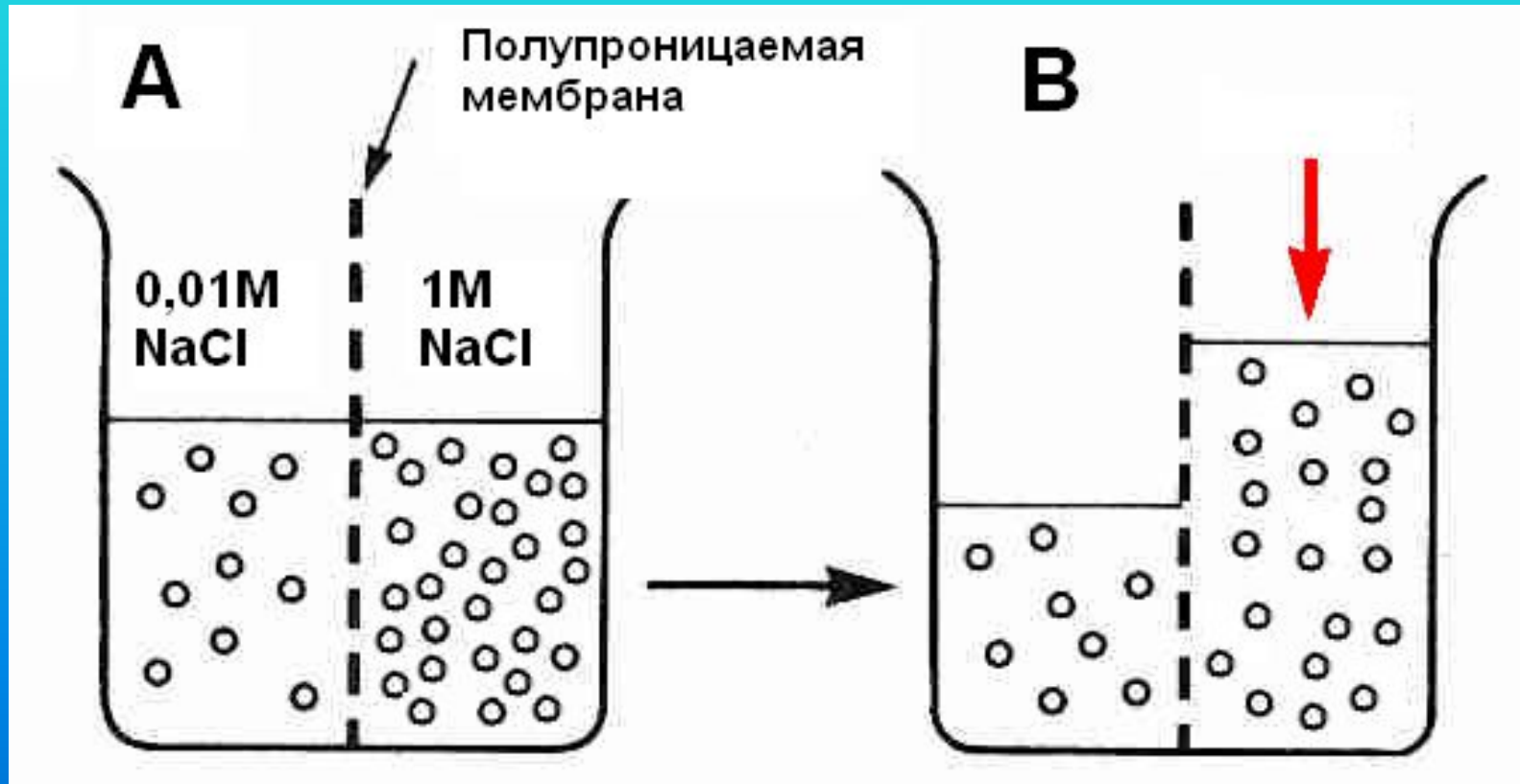
## A. Routes available for passive transport



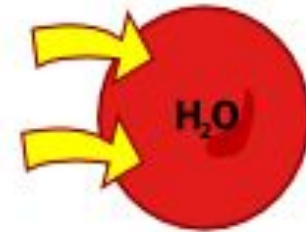
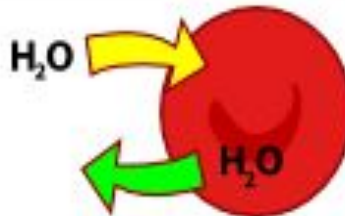
## B. Components of ion channels



# Осмос



# Осмотическое давление

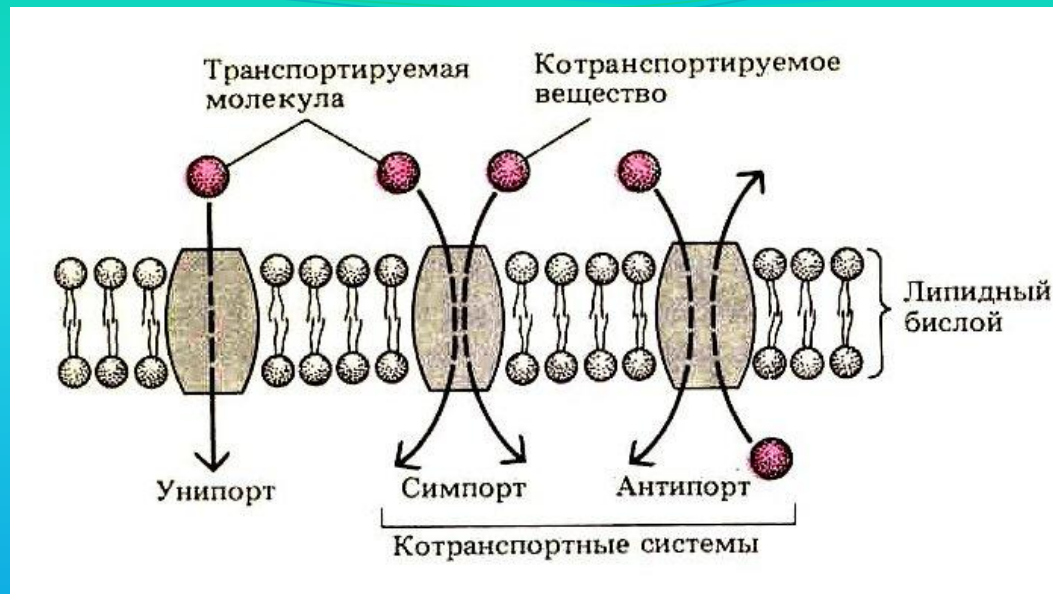


Гипертонический раствор  
NaCl (> 0,9%)

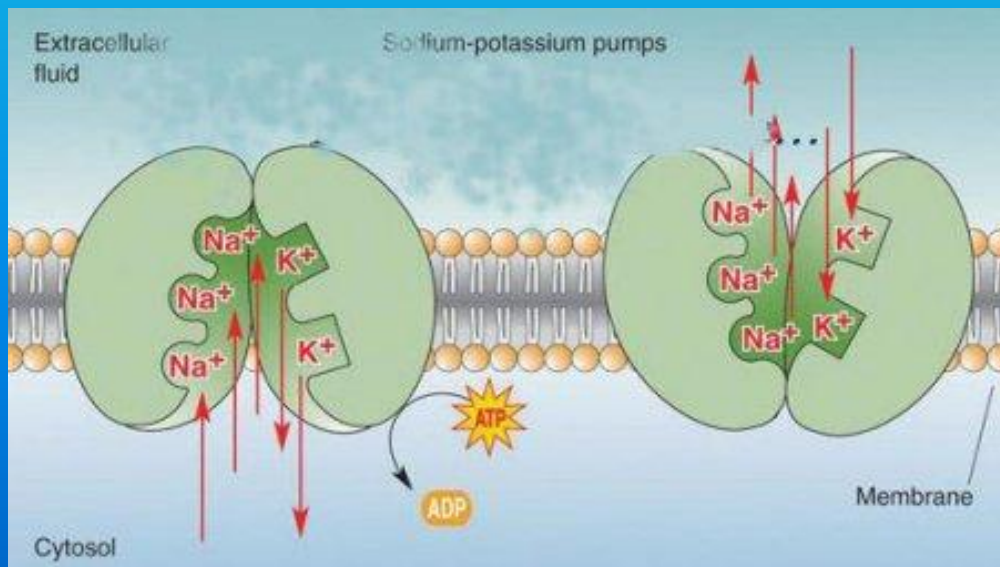
Изотонический раствор  
NaCl ( 0,9%)

Гипотонический раствор  
NaCl (< 0,9%)

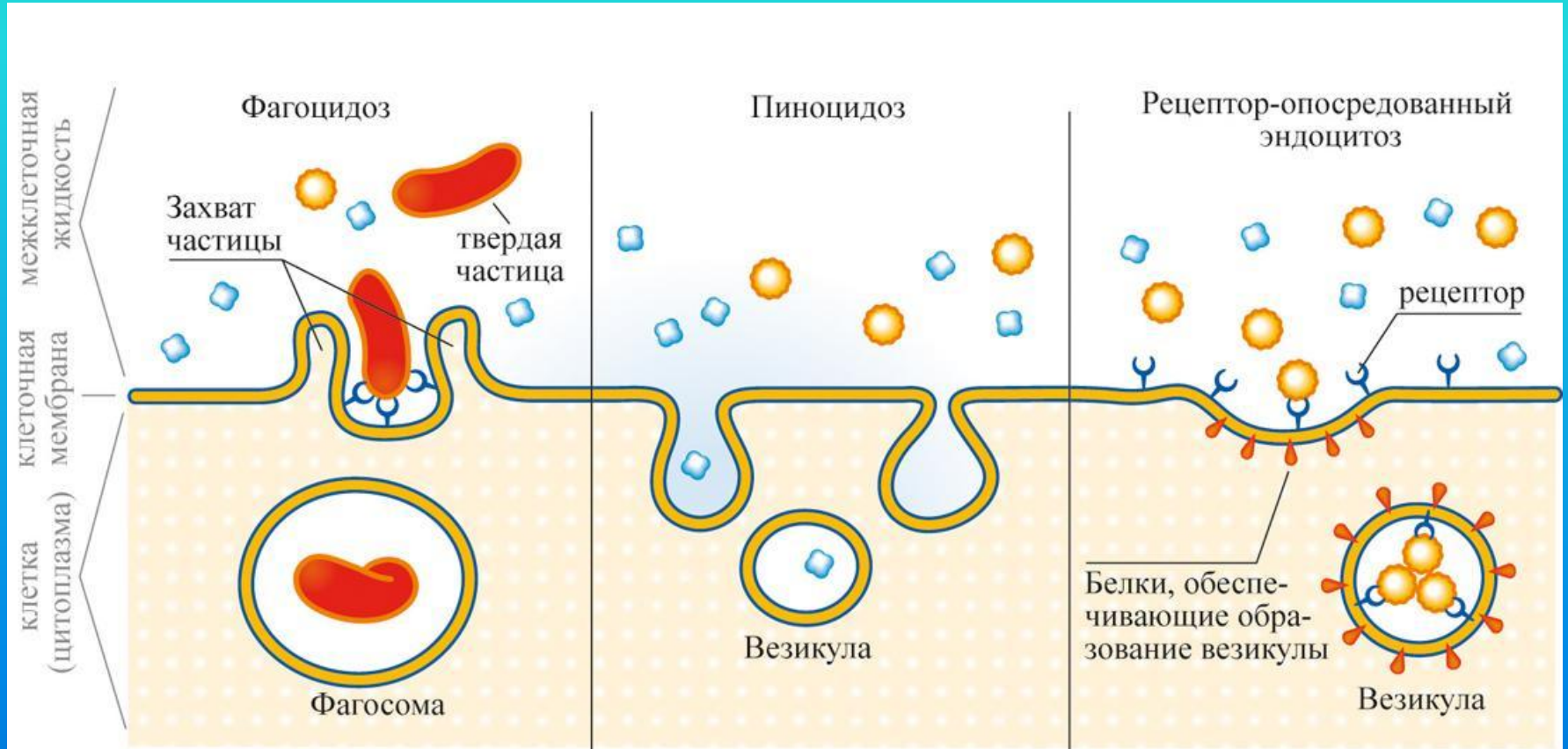
# Активный транспорт



## Na/K-насос



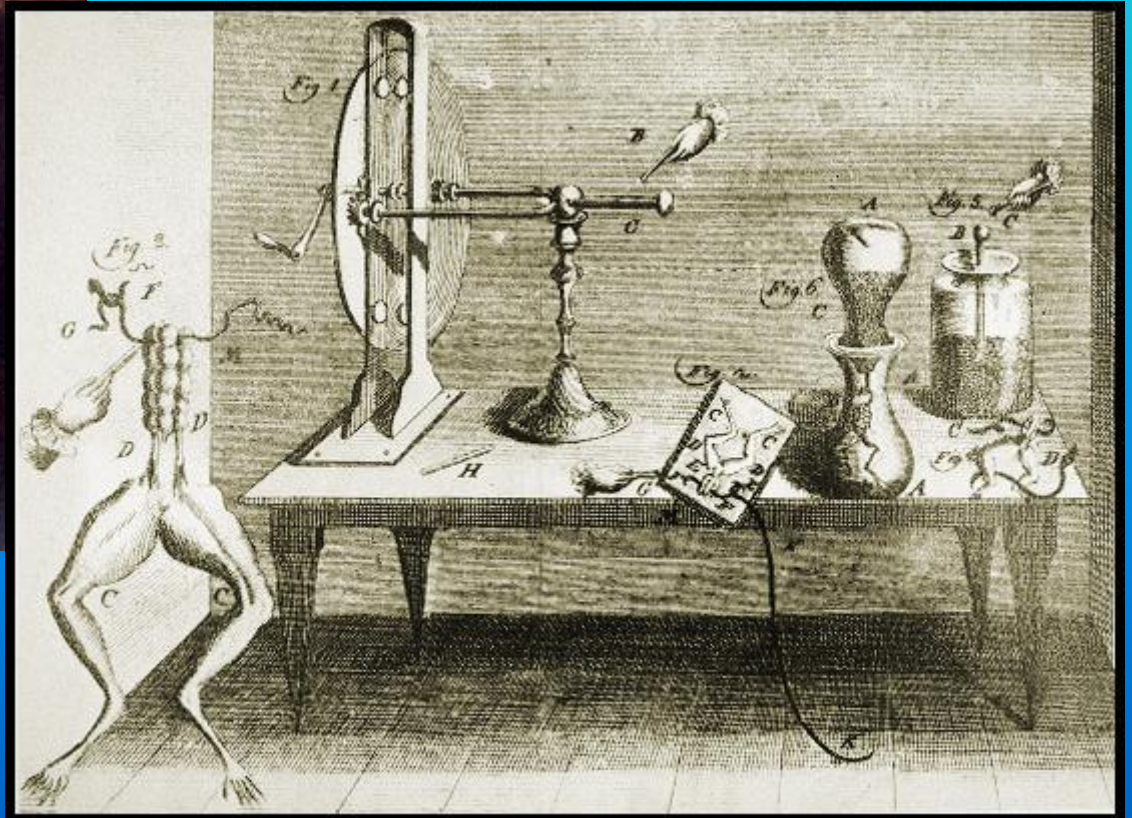
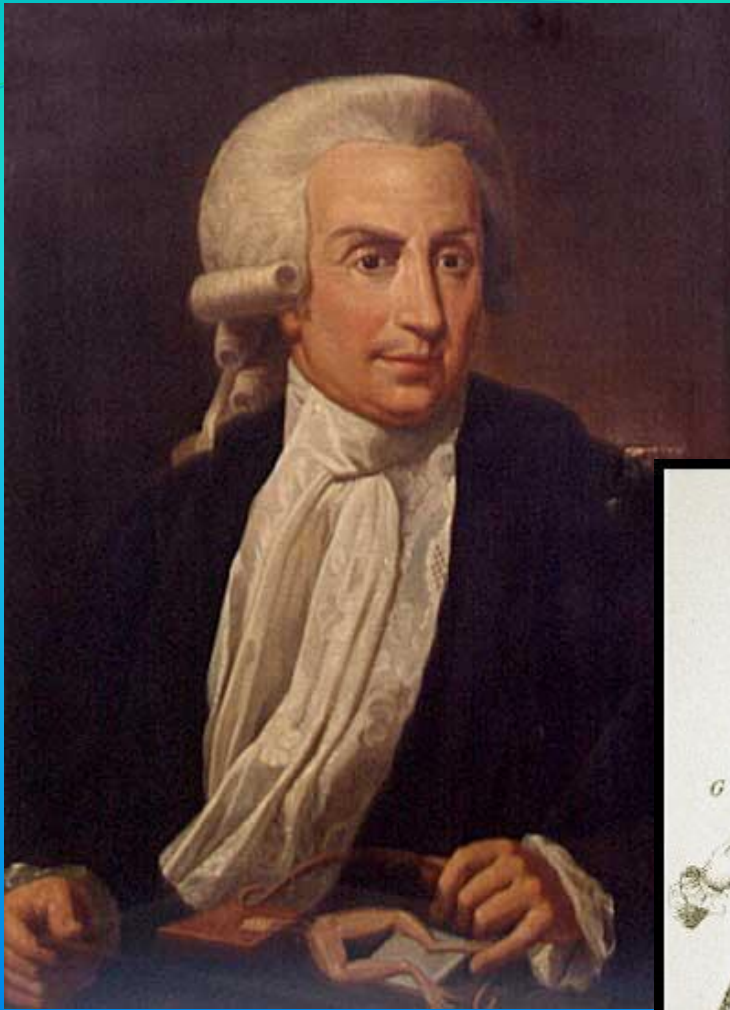
# Везикулярный транспорт



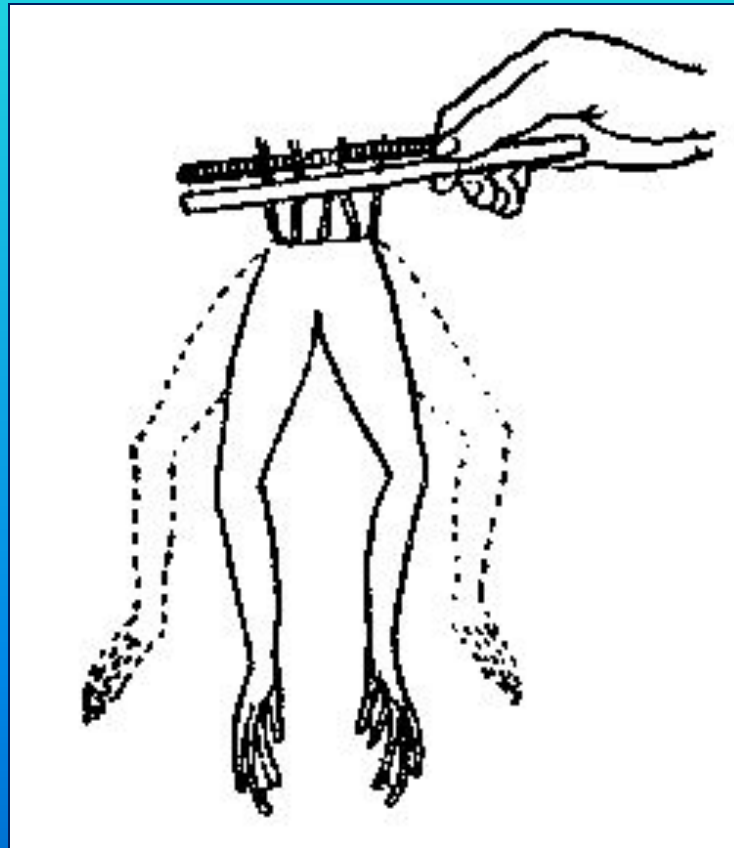
## **6. «Животное электричество». опыты Гальвани и Матеуччи**



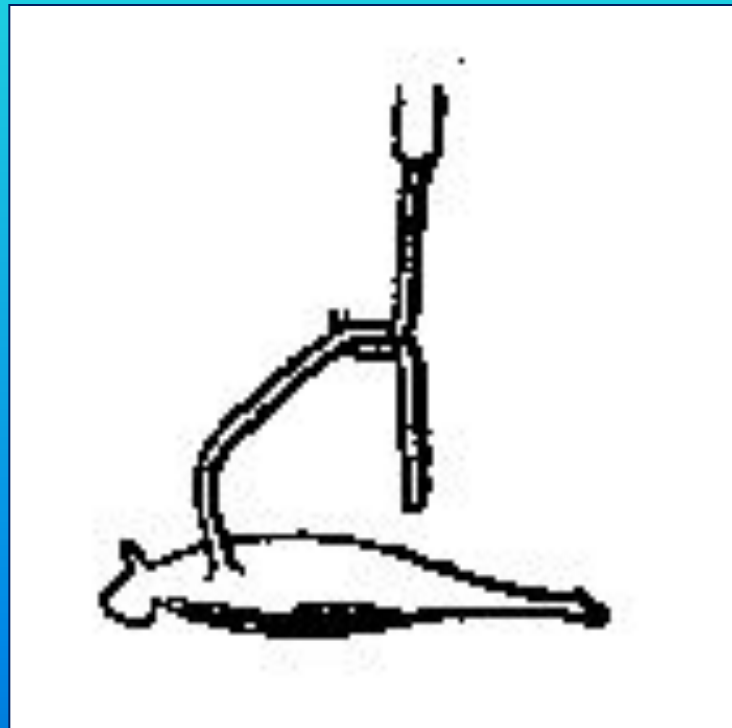
# Луиджи Гальвани



# Первый опыт Гальвани



## Второй опыт Гальвани



# Опыт Матеуччи



## 7. Гальванические явления в полости рта

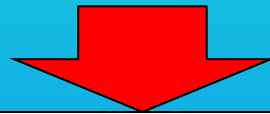


при протезировании  
и пломбировании  
зубов разнородными  
металлами (золото,  
нержавеющая сталь,  
амальгамы)

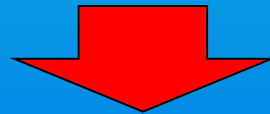


# Механизм гальванизма в полости рта

Разнородные металлы  
(золото, нержавеющая сталь, амальгамы)  
действуют как электроды



слюна является электролитом



Выделение ионов металлов в слюну создает  
условие для возникновения в полости рта  
микротоков

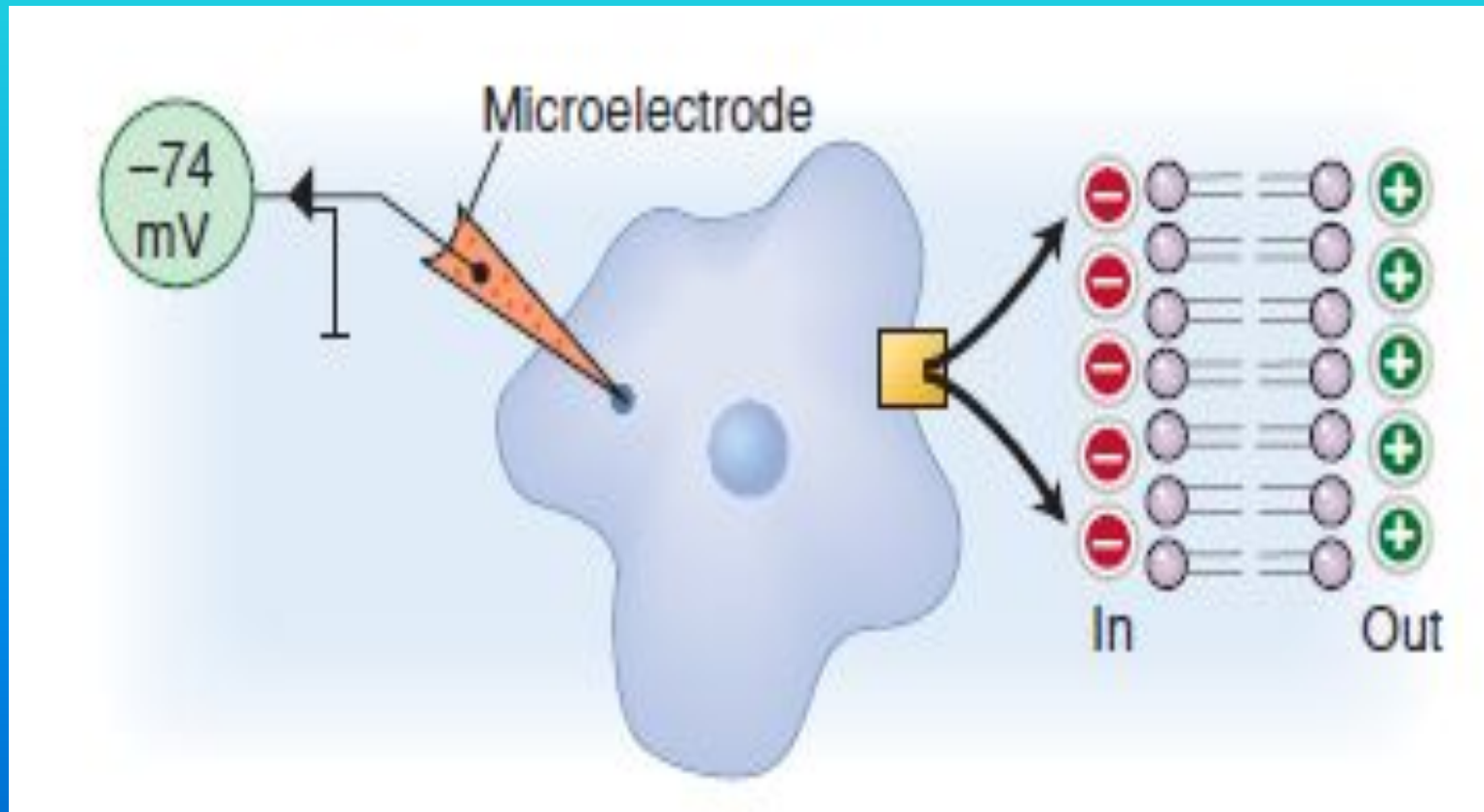
## Изменения в полости рта при гальванизме

- **Симптомы гальванизма:** постоянное жжение слизистой оболочки рта различной локализации (80%); металлический и кисловатый привкус (70%); расстройство саливации (58%).
- токсическое действие ионов металлов и микроэлементов на рецепторы слизистой рта приводит к ее воспалению → понижается и извращается вкусовая чувствительность на сладкое, кислое и соленое → нарушается механическая и химическая обработка пищи в полости рта и речеобразование.
- хроническое воспаление слизистой полости рта: покраснение, набухание сосочков языка, возникновение эрозий и язв.
- попадание слюны в пищеварительный тракт и действие микроэлементов слюны на слизистую желудка и кишечника вызывает обострение хронических желудочно-кишечных заболеваний.
- При токе 80 мкА явления гальванизма выражены сильно, при 25-80 мкА возникают слабые ощущения, а при 5 мкА жалоб практически нет.

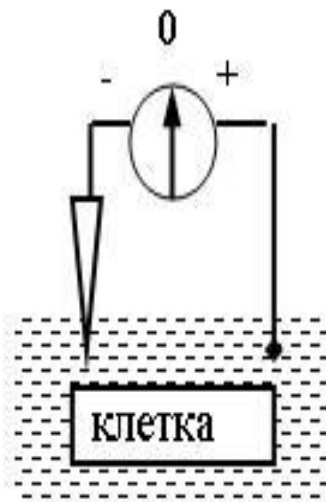
## **8. Мембранный потенциал покоя**



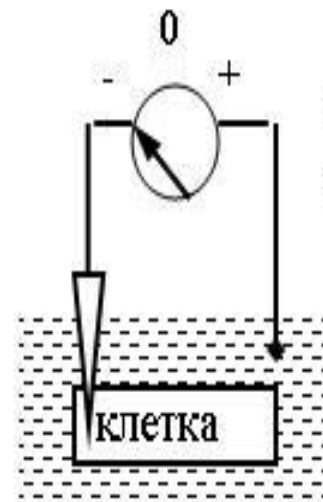
# Исследование биоэлектрических явлений в клетке



# Регистрация мембранного потенциала покоя



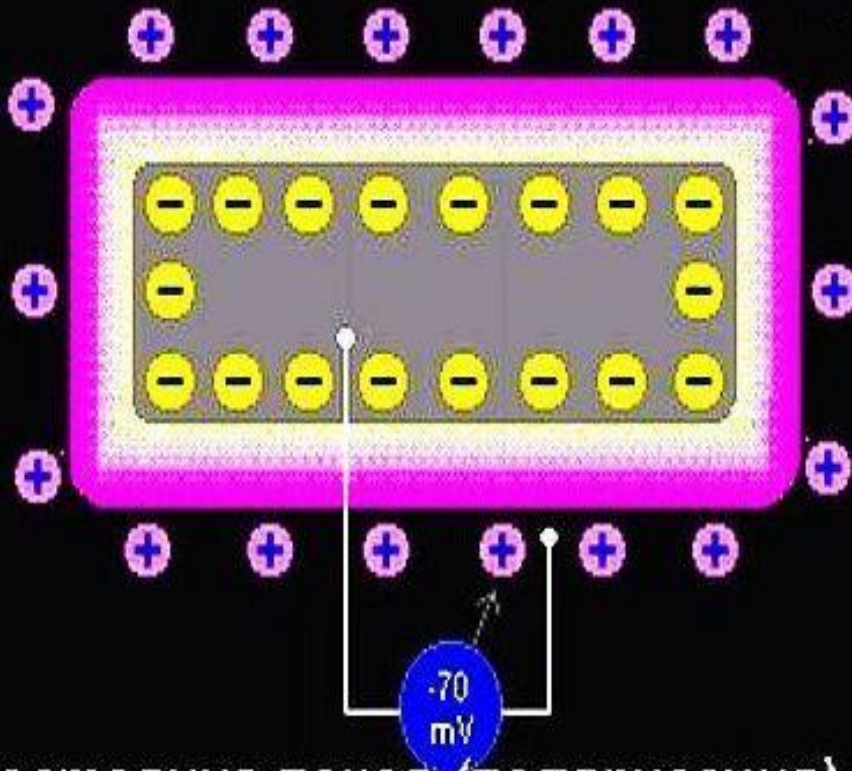
(А) Внеклеточная регистрация



(Б) Внутриклеточная регистрация



Рис. 3 Мембранный потенциал и его изменения



**состояние покоя (поляризация)**

**Проницаемость мембраны низкая. На наружной ее поверхности ионы натрия и кальция, на внутренней - ионы калия.**

**Все клетки в покое  
имеют  
отрицательный  
мембранный  
потенциал**

# КОМПОНЕНТЫ МПП



Ионная компонента зависит от концентрационных градиентов ионов и мембранных проницаемостей для них.



Метаболическая компонента: Na/K-насос выкачивает из цитоплазмы 3 иона  $\text{Na}^+$  в обмен на 2 иона  $\text{K}^+$  с использованием энергии АТФ.

## Ионная компонента МПП

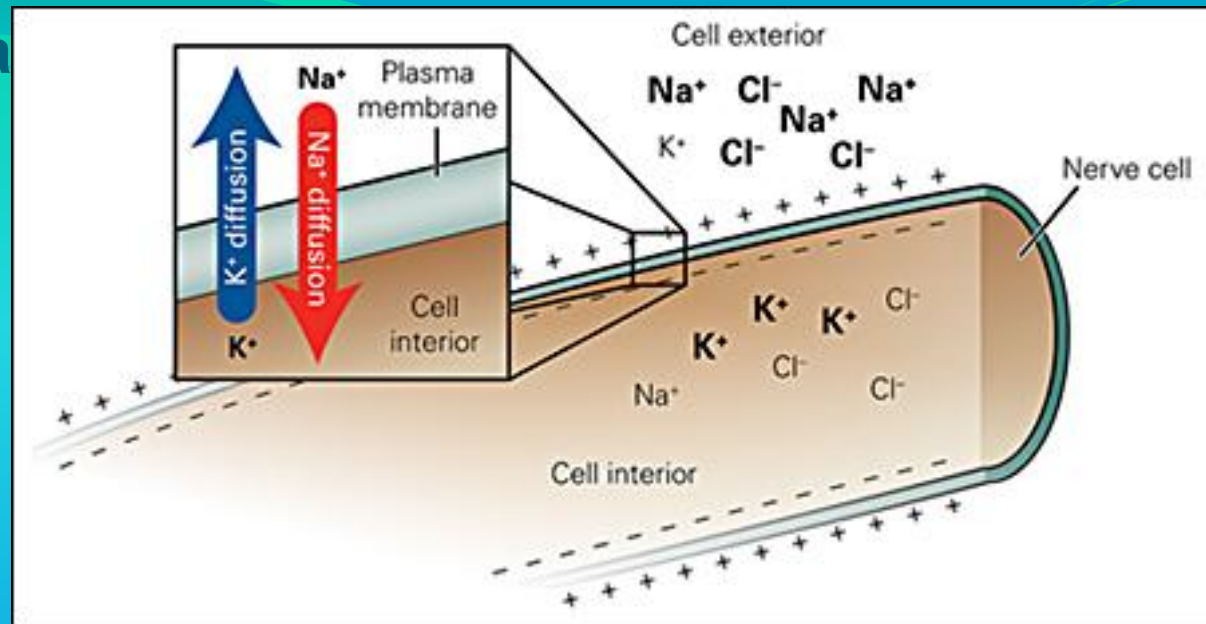


Расчет *равновесного потенциала.*  
*Уравнение Нернста.*

$$E_{K^+} = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_{нар}}{[K^+]_{внутр}}$$

где  $E_{K^+}$  - равновесный потенциал для  $K^+$ ; R – газовая постоянная; T – абсолютная температура; F – число Фарадея;  $[K^+]_{нар}$  и  $[K^+]_{внутр}$  – наружная и внутр. концентрации  $K^+$ .

# Ионная компонента МПП



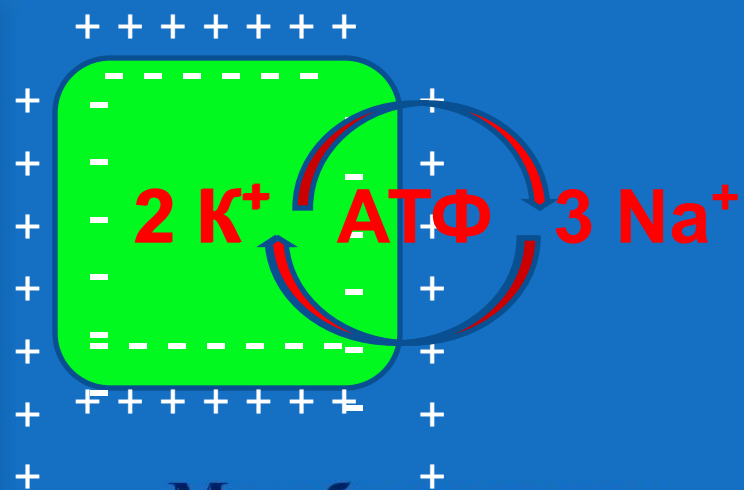
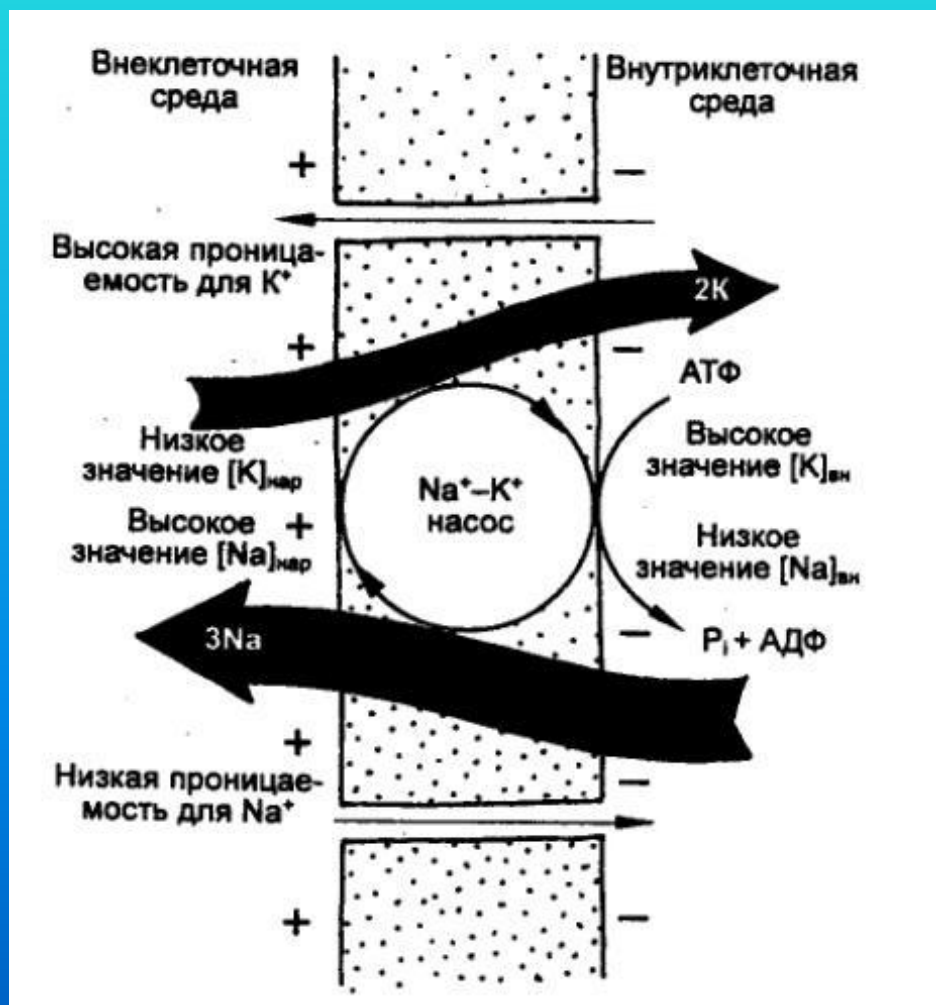
Расчет *равновесного потенциала.*

*Уравнение Гольдмана.*

$$E_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{K^+}[K^+]_{нар} + P_{Na^+}[Na^+]_{нар} + P_{Cl^-}[Cl^-]_{внутр}}{P_{K^+}[K^+]_{внутр} + P_{Na^+}[Na^+]_{внутр} + P_{Cl^-}[Cl^-]_{нар}}$$

где  $E_m$  – мембранный потенциал,  $P$  — проницаемость мембраны для соответствующих ионов. Ее часто выражают в относительных величинах, принимая  $P_K$  за единицу. Для мембраны аксона кальмара в покое отношение  $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,04 : 0,45$ .

# Метаболическая компонента МПП



Метаболическая компонента: Na/K-насос выкачивает из цитоплазмы 3 иона Na<sup>+</sup> в обмен на 2 иона K<sup>+</sup> с использованием энергии АТФ.

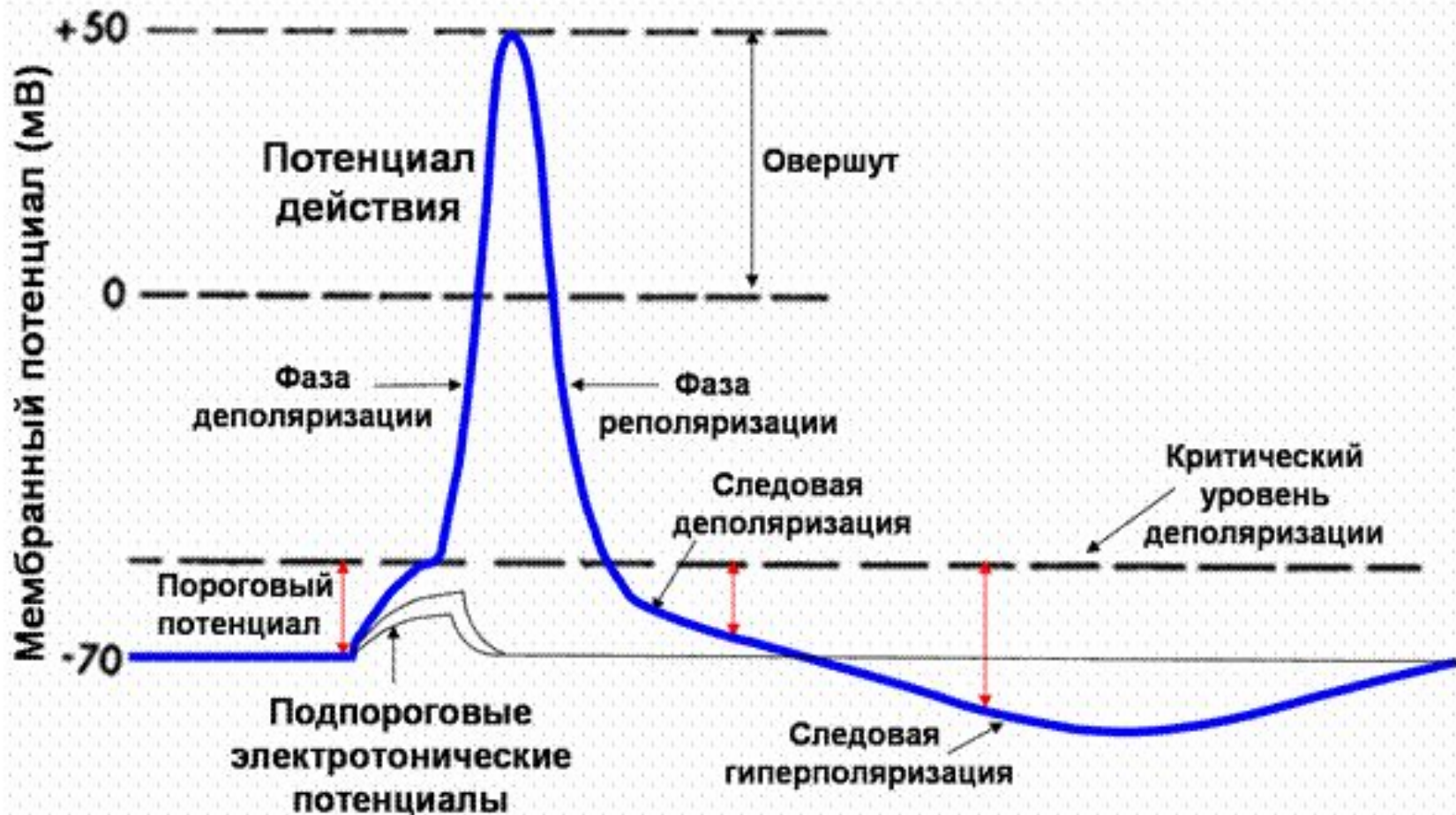


# Значение МПП для клетки

- МПП является основным условием, обеспечивающим возбудимость клетки.
- МПП обеспечивает регуляцию деятельности внутренних органов и опорно-двигательного аппарата посредством запуска процессов возбуждения и сокращения в мышце.

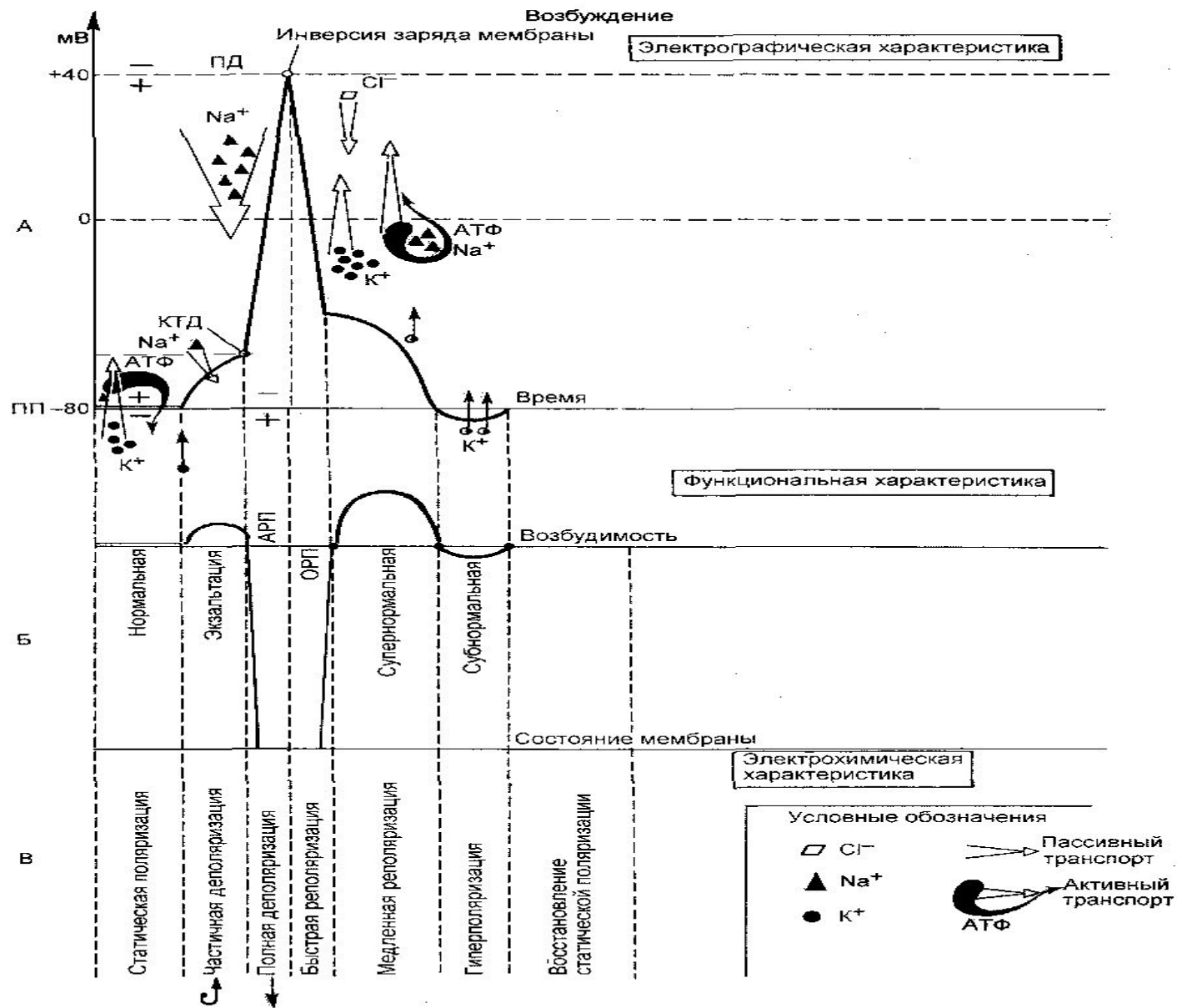
## **4. Потенциал действия**

Возбуждение, проявлением которого служит быстрое колебание мембранного потенциала, называется **потенциалом действия**.



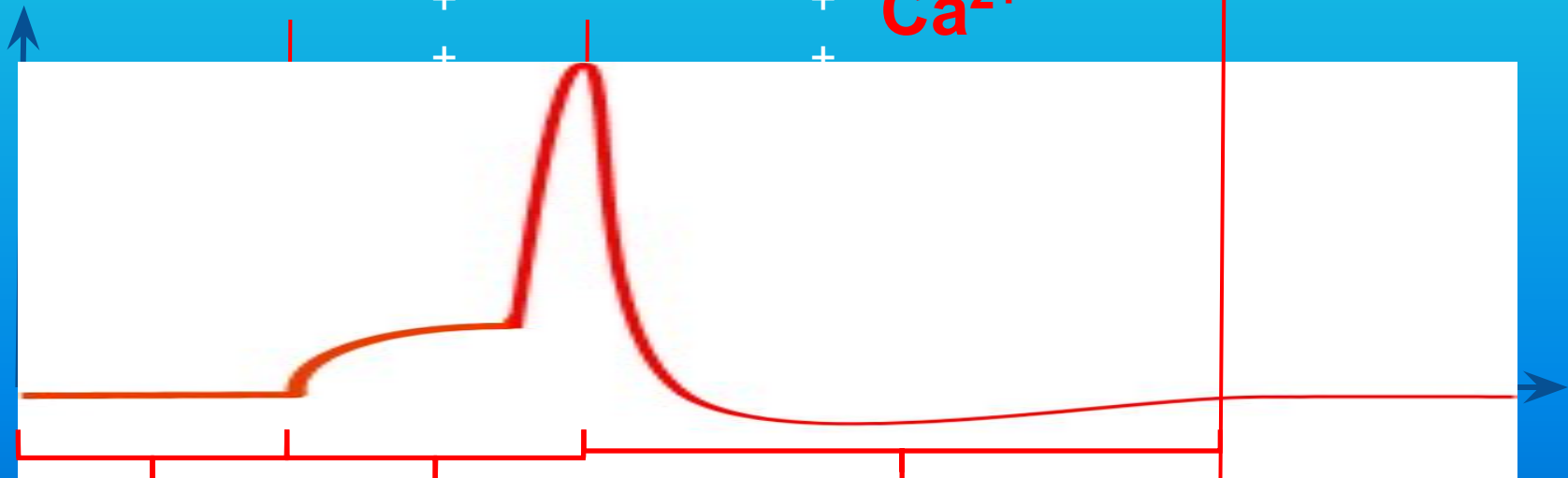
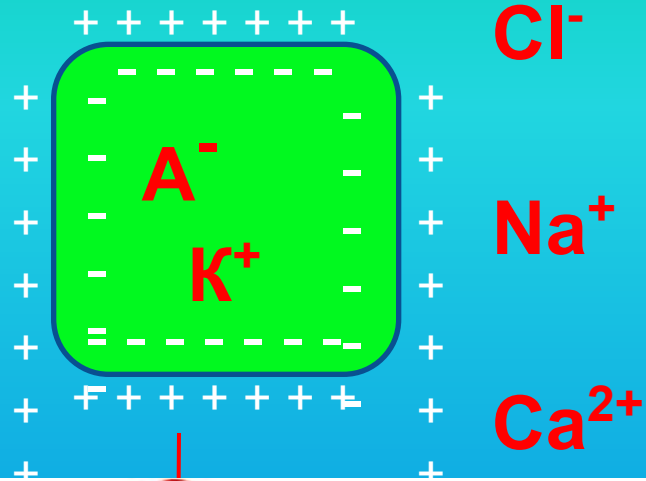
# Условия возникновения возбуждения

- мембранный потенциал должен стать равным или меньше критического уровня деполяризации (  $MP \leq KUD$  )



**Рис. 4.8.** Проявления процесса возбуждения: электрографические — А, ПД; функциональные — Б, изменение возбудимости; электрохимические — В.

# Электрохимические проявления

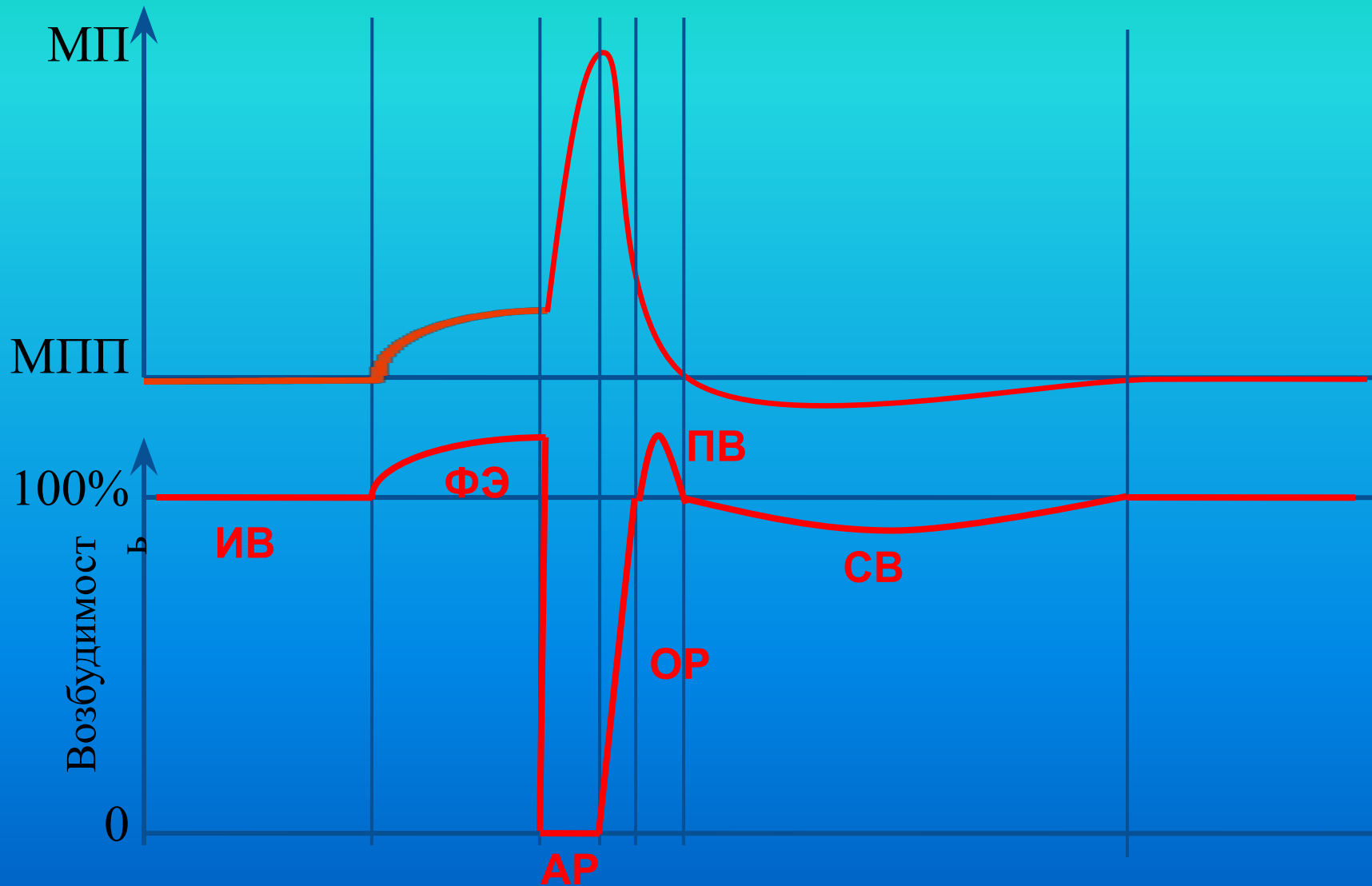


покой

Na<sup>+</sup> в клетку

K<sup>+</sup> из клетки

# Функциональные проявления



**Спасибо за внимание!**