

Лекция 1

Введение в физиологию. Физиология возбудимых тканей

Основные разделы современной физиологии

- **общая**

- **частная**

 - физиология дыхания

 - физиология кровообращения и т.д.

- **прикладная**

 - физиология труда

 - физиология спорта

 - физиология питания

 - экологическая физиология

Методы исследования

- Острые
- Хронические
- Аналитические
- Синтетические
- Экстирпации
- Трансплантации
- Денервации
- Стимуляции
- Фистульный
- Пересадки органа
- Клинико-анатомические
- Инструментальные
- Генетические

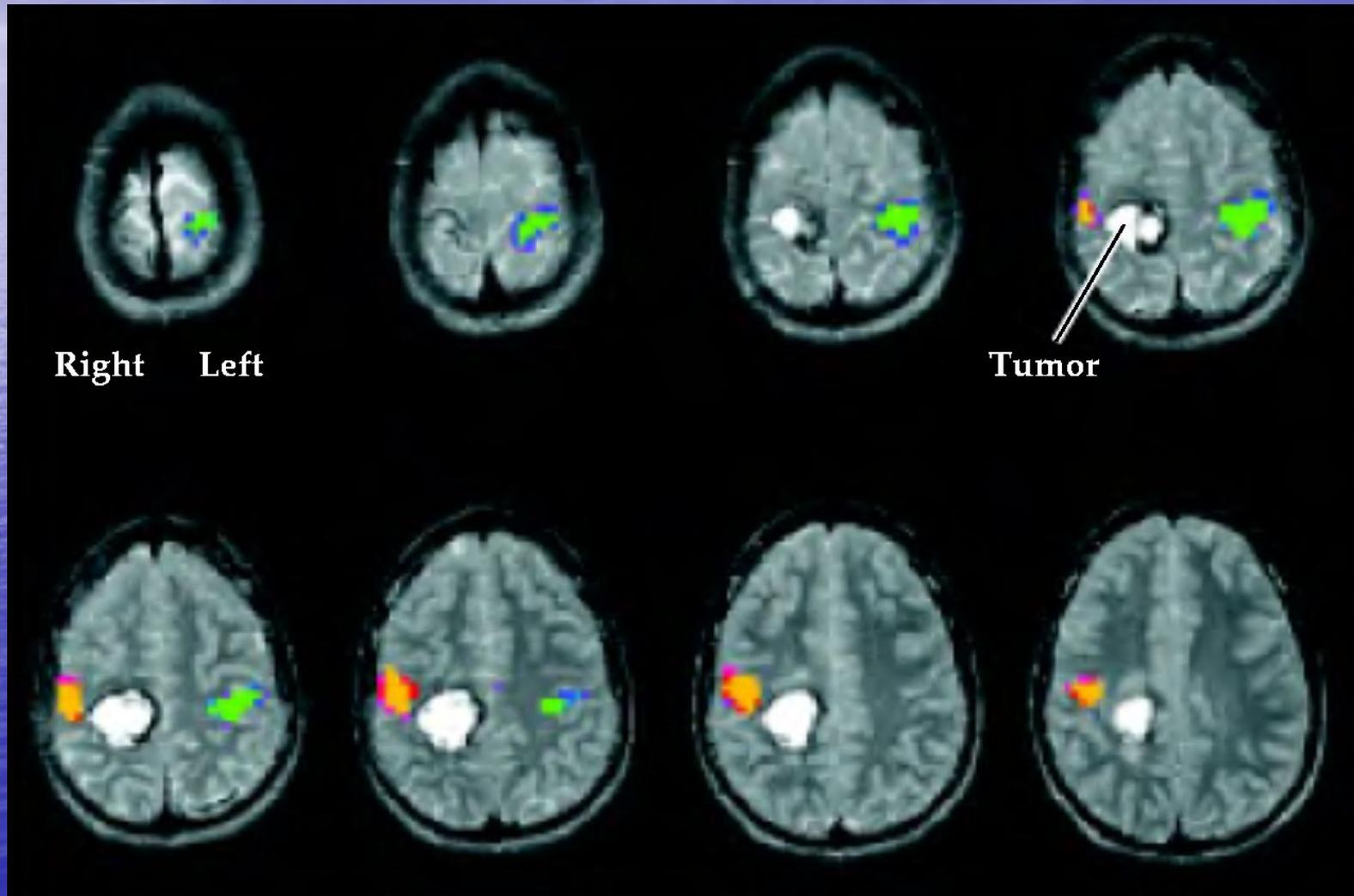
ИНВАЗИВНЫЕ И НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ

- . Инвазивные – методы исследования функций физиологической системы, которые сопровождаются ее частичным повреждением (например, взятие пробы крови или ликвора),
- неинвазивными именуют методики при которых, не происходит повреждения или нарушения целостности физиологической системы (например, электрокардиография или электроэнцефалография).

инструментальные методы

- Электрофизиологические
- Клинические и функциональные пробы
- Functional brain imaging
 - Позитронно-эмиссионная томография
 - Однофотонная эмиссионная компьютерная томография
 - functional magnetic resonance imaging

functional magnetic resonance imaging



Метод нокаута генов

- позволяет получать линии нокаутных мышей (knock-out mice, knockout mice) — мутантных мышей, у которых выключены определенные гены. Этот метод позволяет исследовать роль каждого конкретного гена в развитии организма и в его нормальной и патологической работе и изучать различные человеческие болезни, используя мышей в качестве модельных объектов. Выключенный ген приводит к тем или иным нарушениям. Характер этих нарушений позволяет судить о функциях данного



Основные свойства живого организма

- живой организм (или физиологическая система) - это относительно автономная, самостоятельно функционирующая, саморегулирующаяся система, реагирующая как единое целое на изменение среды
- основные свойства живых систем - метаболизм, рост и развитие, способность к размножению, целостность и дискретность, раздражимость и возбудимость, гомеостаз и др.

механизмы регуляции функций организма

- **Нервный**. Характеризуется меньшим латентным периодом, большей скоростью, локальностью ответа.
- **Гуморальный** – за счет циркуляции в крови определенных химических соединений. Характеризуется большим латентным периодом, меньшей скоростью, и диффузностью ответа.

Базовые понятия физиологии возбудимых систем

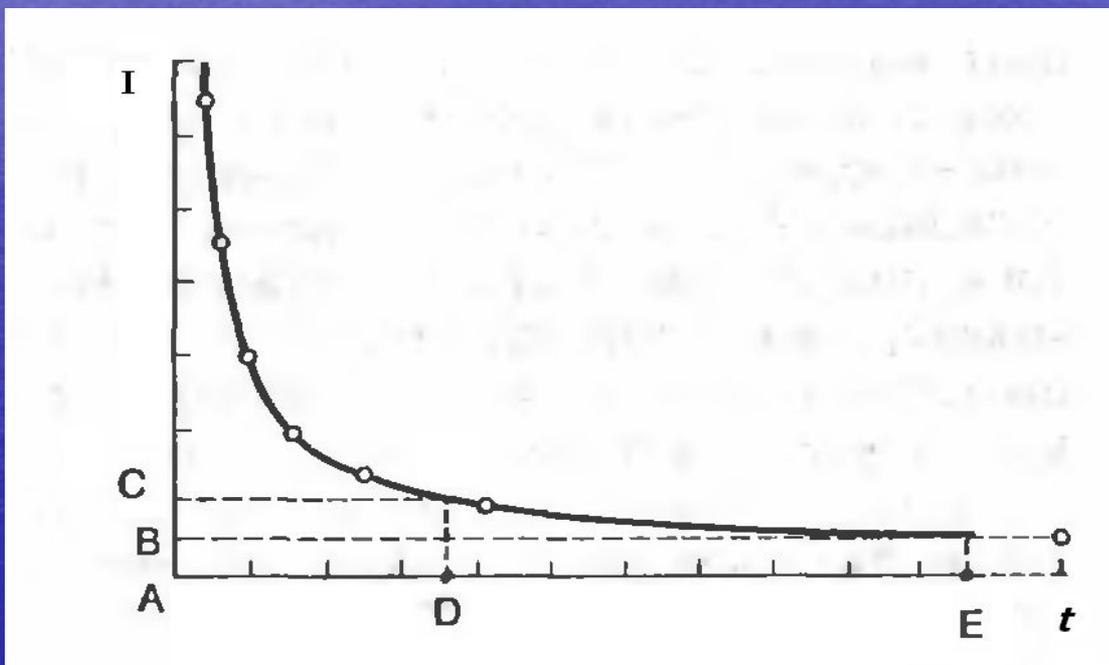
- **Раздражимость** – это способность (свойство) всех физиологических систем активно отвечать на внешнее или внутреннее воздействие той или иной ответной реакцией, например, усилением метаболизма и роста, ускорением деления, выбросом секрета, движением и т.д.
- **Возбудимость** – это способность (свойство) некоторых физиологических систем отвечать на внешнее или внутреннее воздействие в виде специализированной ответной реакции – генерации потенциала действия.

раздражители

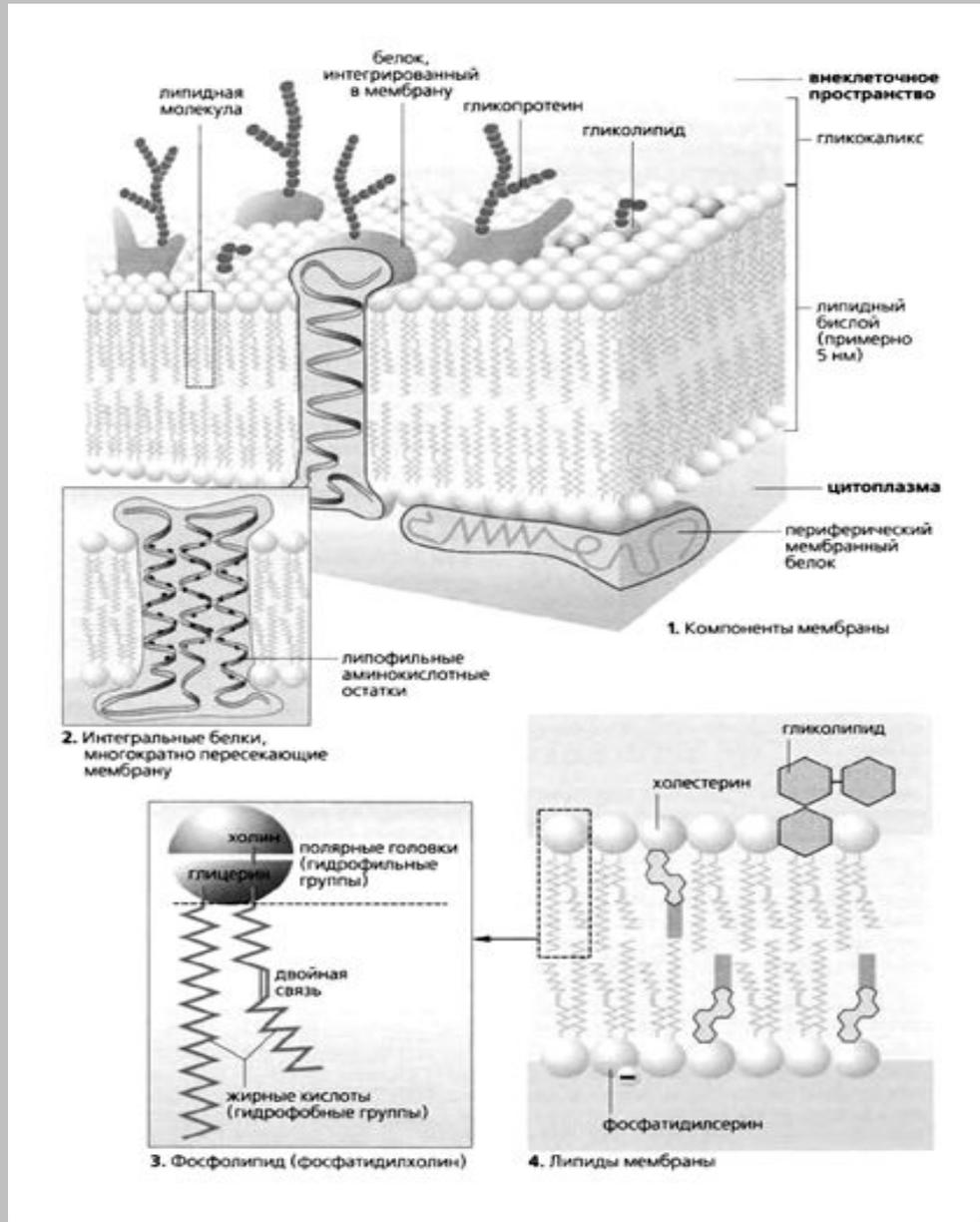
- Пороговые
- Подпороговые
- Надпороговые
- Физические
- Химические
- Биологические
- Адекватные
- Неадекватные

Кривая «сила-длительность»

- АВ – реобазис
- АЕ – полезное время
- АД – хронаксия
- АС – удвоенная реобазис



Строение мембран



Липиды мембран

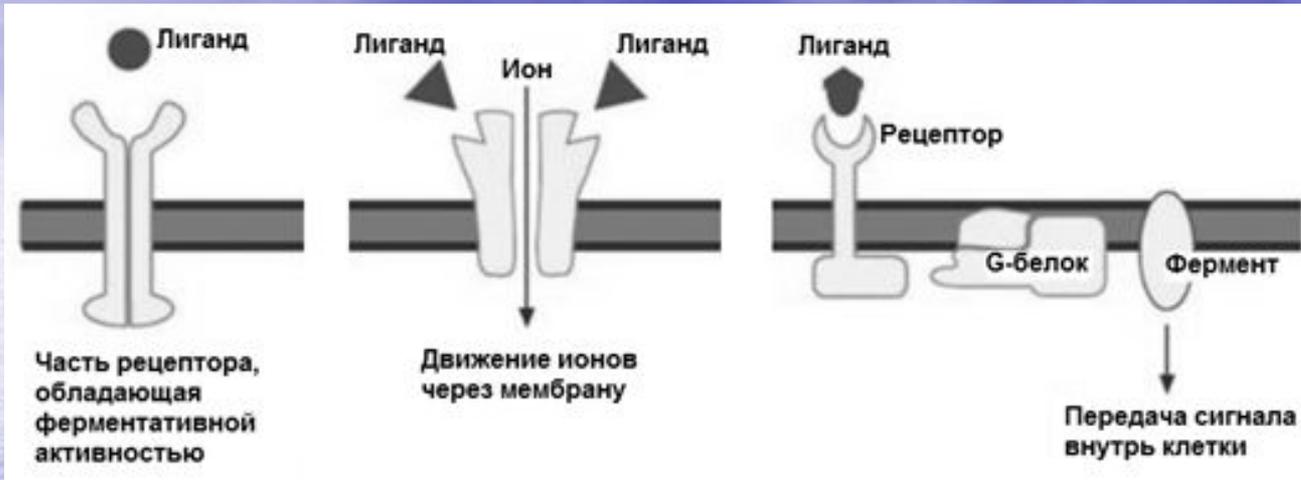
- **Холестерол**
- **Гликолипиды**
 - ганглиозиды
 - цереброзиды
- **Фосфолипиды**
 - сфингомиелин
 - фосфатидилхолин
 - фосфатидилсерин
 - этаноламин

функции мембран

- 1. Барьерная**
- 2. Метаболическая**
- 3. Электрогенная**
- 4. Иммунологическая**
- 5. Рецептивная**
- 6. Обеспечение межклеточного взаимодействия.**

Рецепторы

- Мембранные



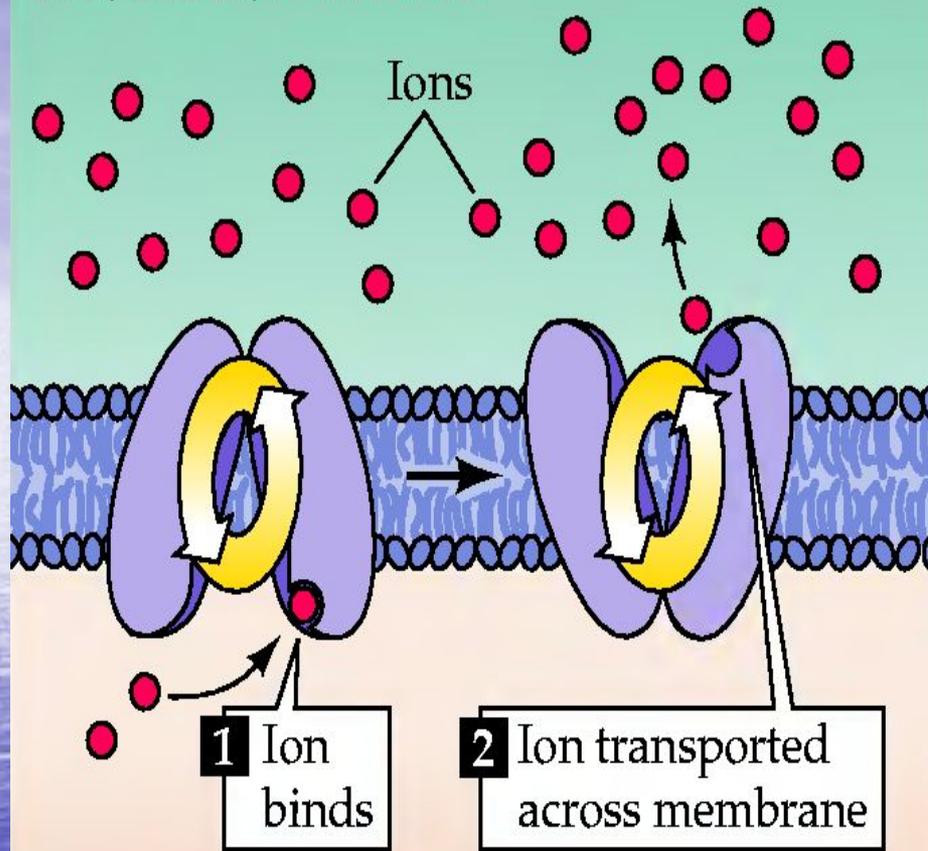
- Ядерные



Транспорт веществ через мембрану

- Пассивный
 - Простая диффузия
 - Облегченная диффузия
 - Осмоз
- Активный
 - Первично-активный
 - Вторично-активный
 - а) Симпорт
 - б) Антипорт

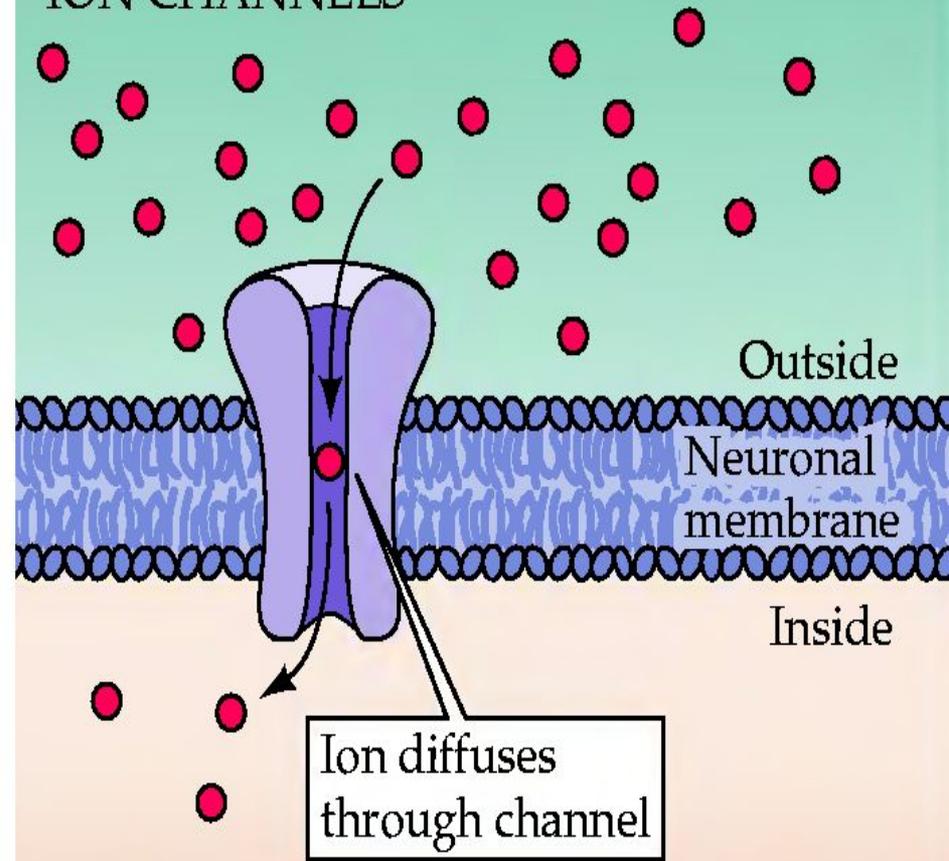
ION TRANSPORTERS



Ion transporters

- Actively move ions against concentration gradient
- Create ion concentration gradients

ION CHANNELS



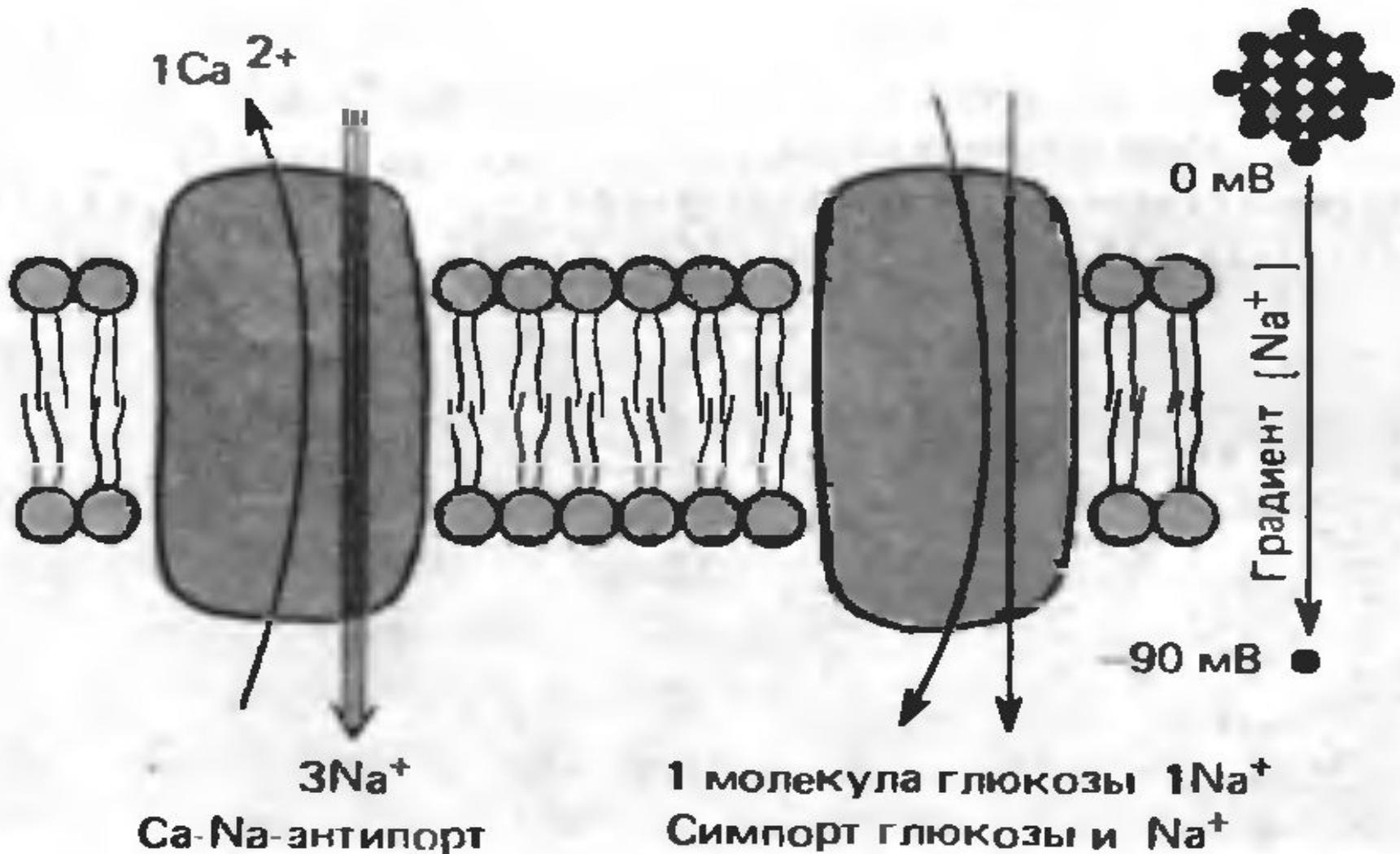
Ion channels

- Allow ions to diffuse down concentration gradient
- Cause selective permeability to certain ions

Классификация ионных каналов

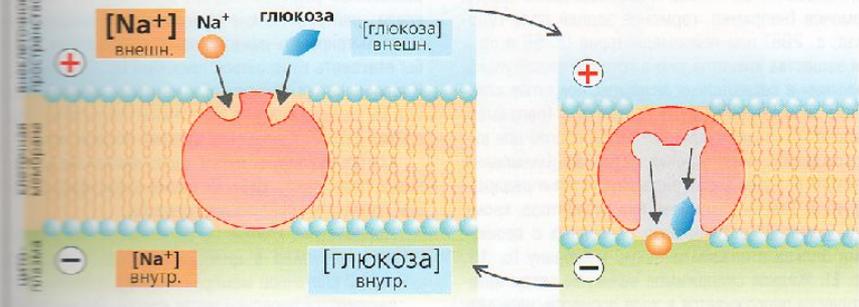
- **По типу активации**
 - Потенциалзависимые
 - Лигандзависимые
- **По селективности**
 - Селективные (Na, K, Ca, Cl)
 - Неселективные
- **По кинетике**
 - Быстрые
 - Медленные

Вторично-активный транспорт



Б. Вторичный и третичный активный транспорт

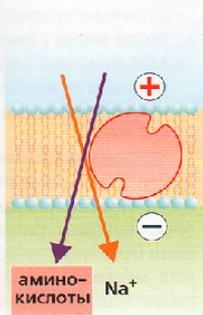
1. Электрохимический градиент Na^+ запускает вторичный активный транспорт глюкозы



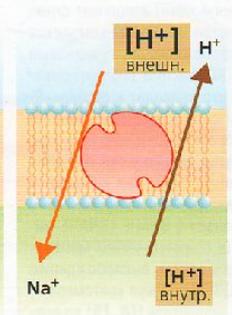
2. Электронейтральный симпорт



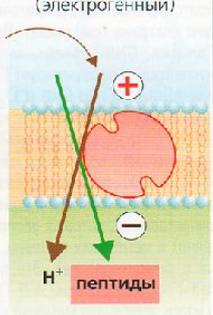
3. Электрогенный симпорт



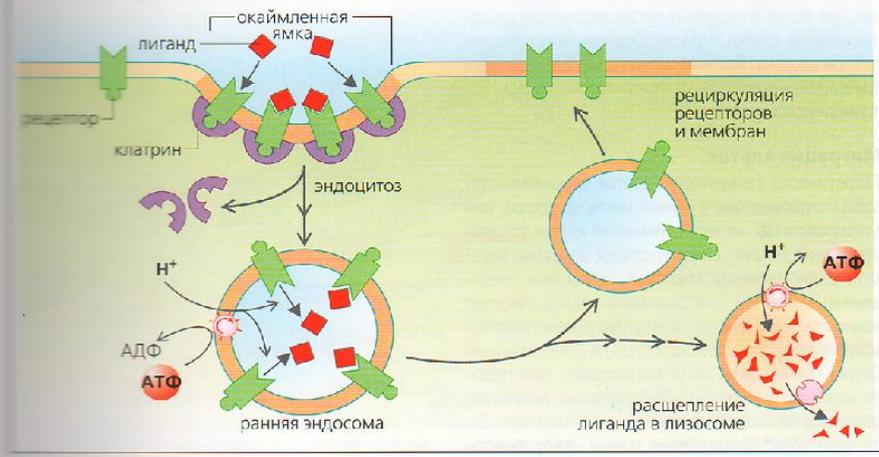
4. Электронейтральный антипорт



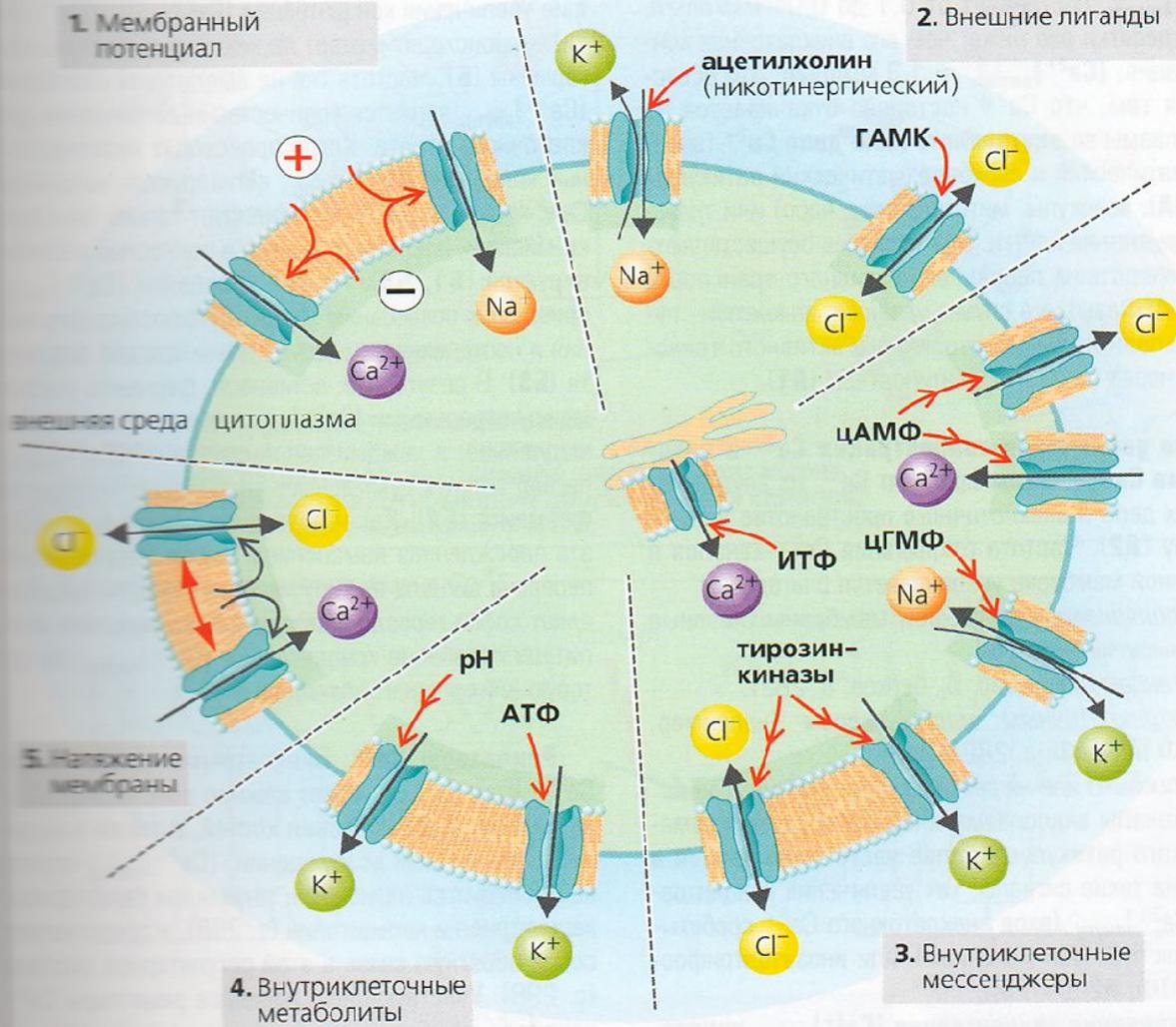
5. Третичный активный симпорт (электрогенный)



В. Рецептор-опосредованный эндоцитоз

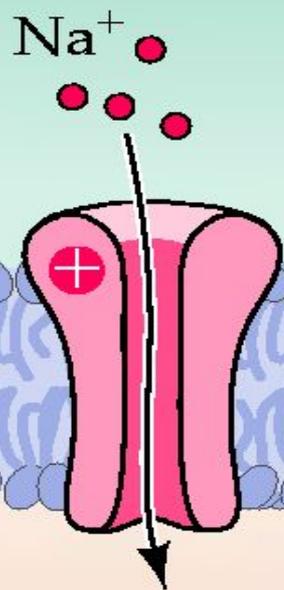


В. Регуляция ионных каналов

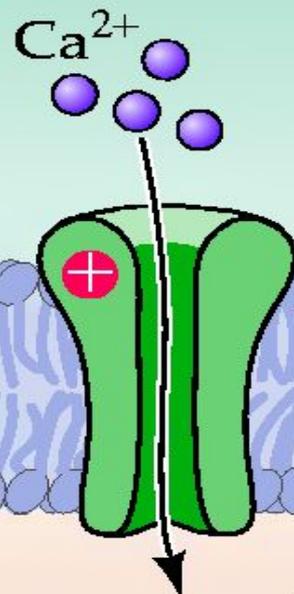


Потенциалзависимые каналы

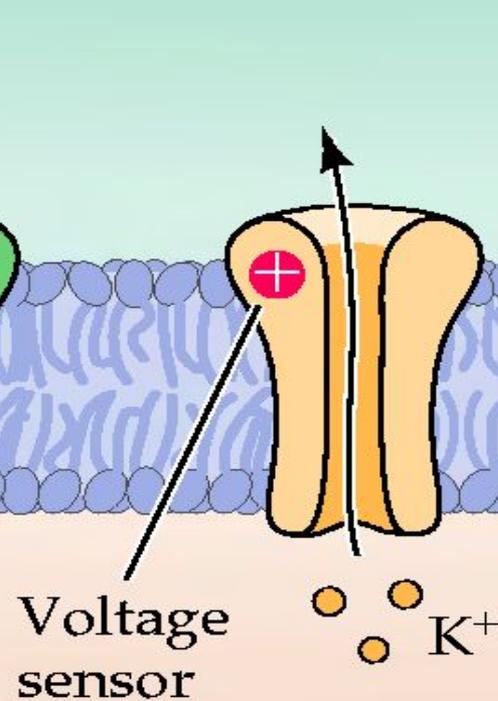
(A) Na^+
channel



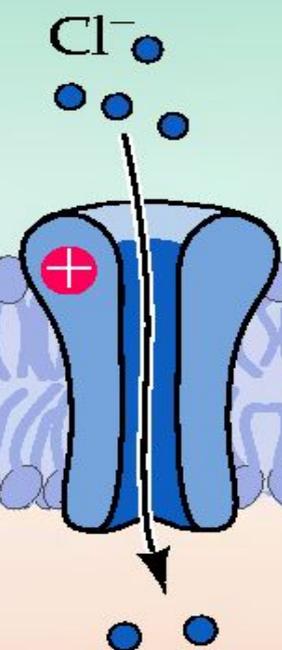
(B) Ca^{2+}
channel



(C) K^+
channel



(D) Cl^-
channel

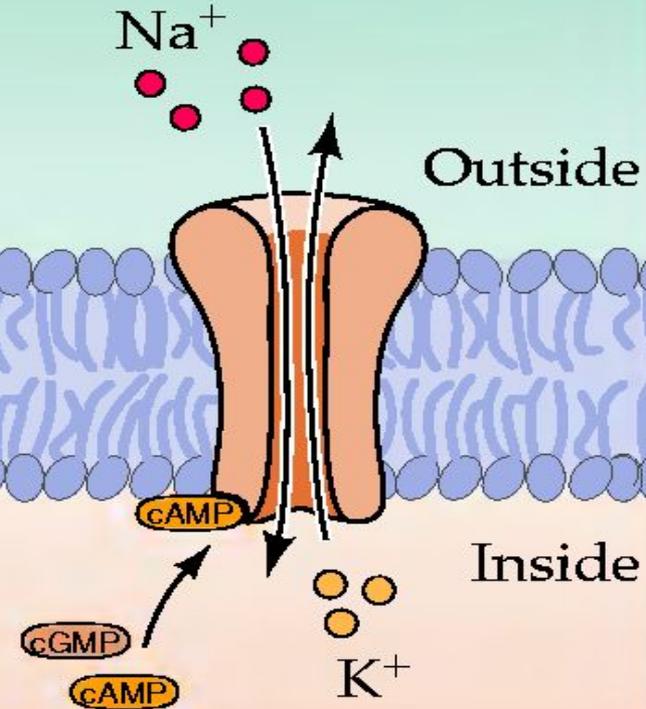
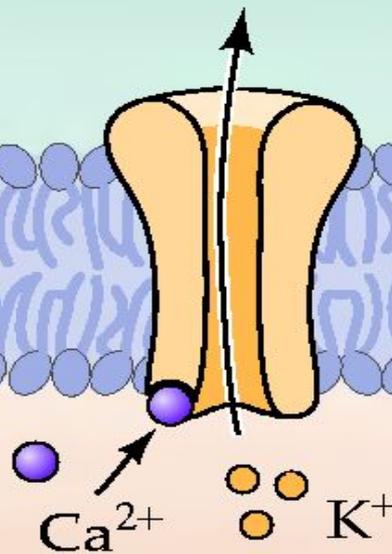
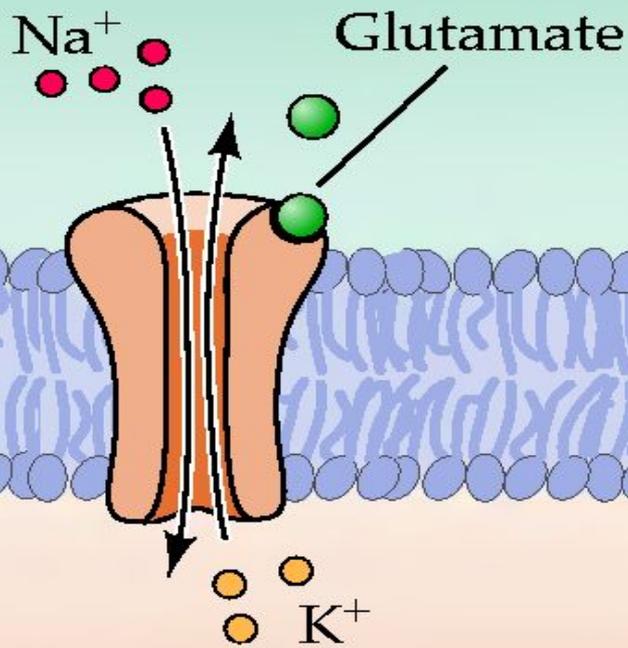


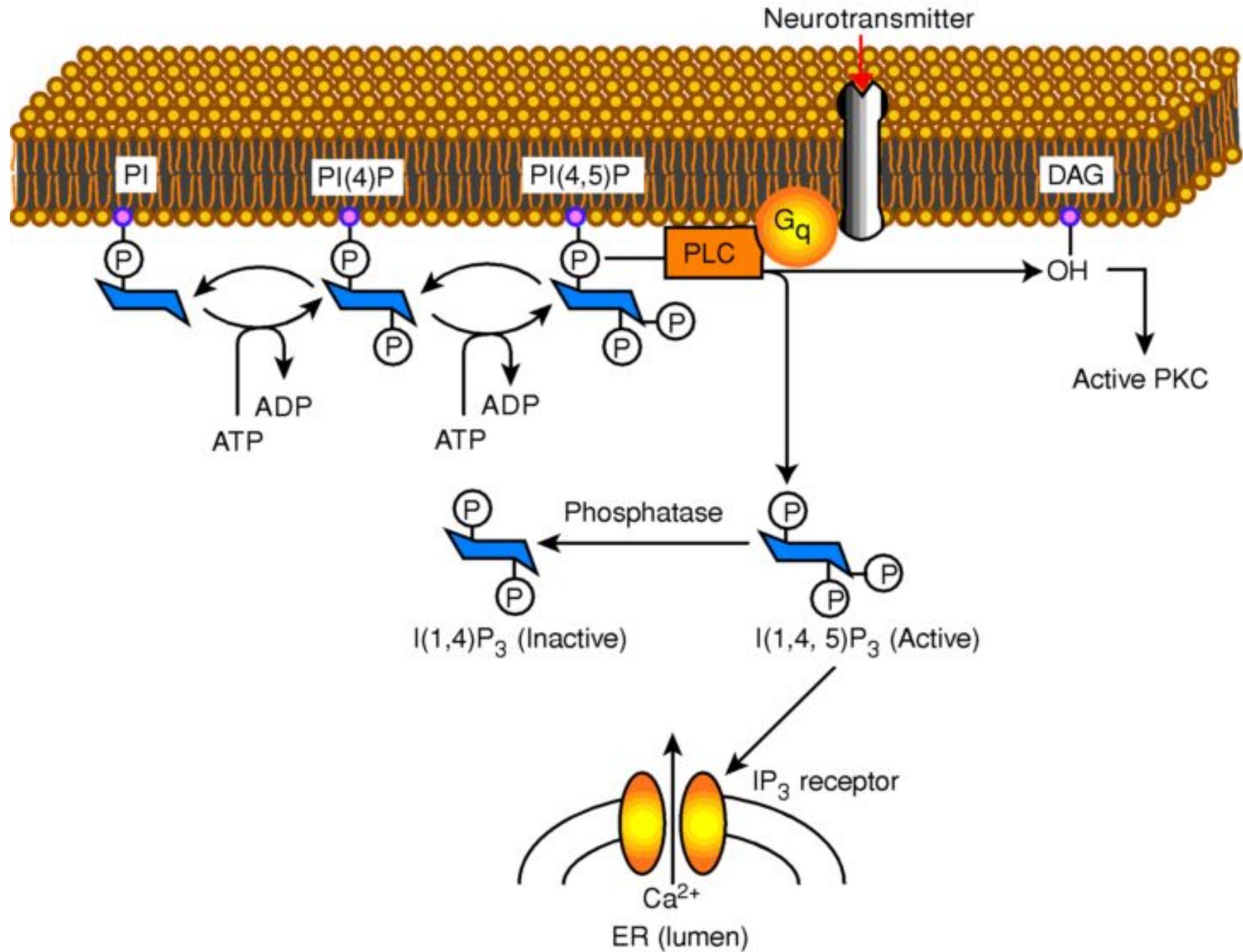
Лигандзависимые каналы

(E) Neurotransmitter receptor

(F) Ca^{2+} -activated K^+ channel

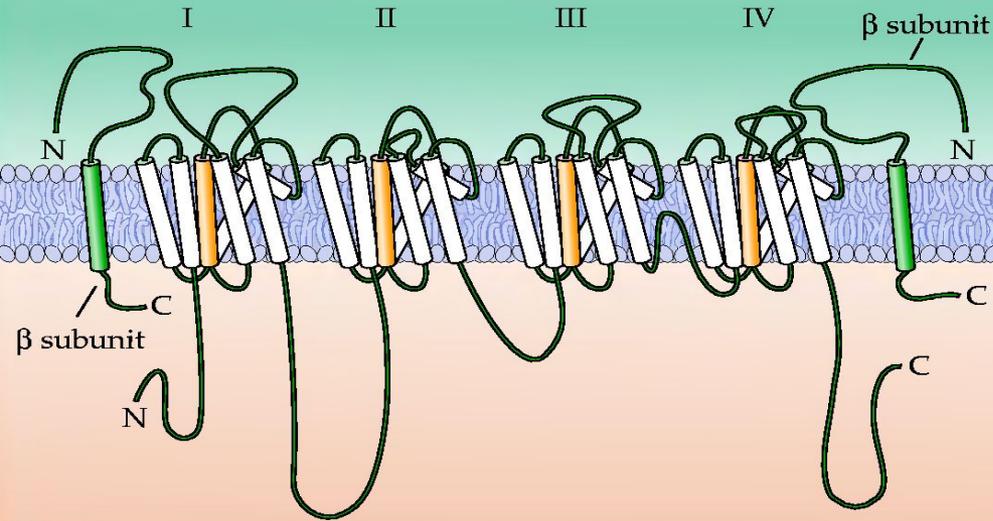
(G) Cyclic nucleotide gated channel



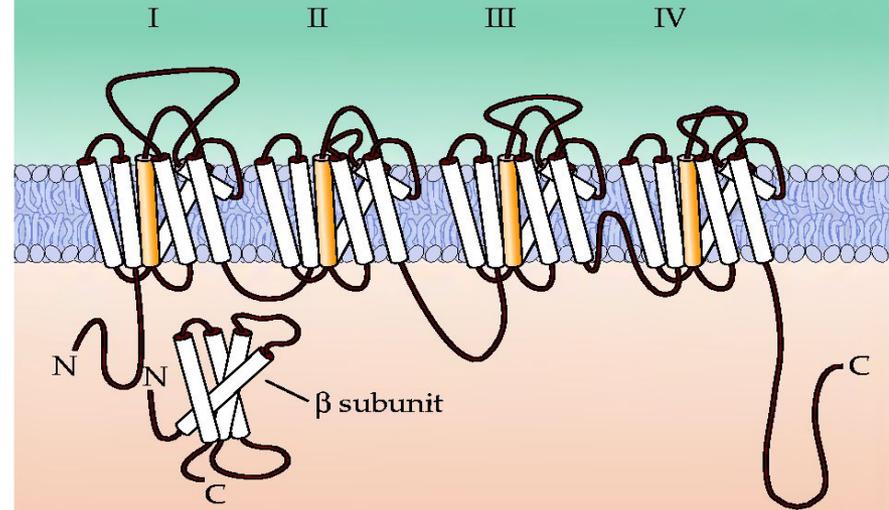


Молекулярная структура ионных каналов

(A) Na⁺ CHANNEL



(B) Ca²⁺ CHANNEL



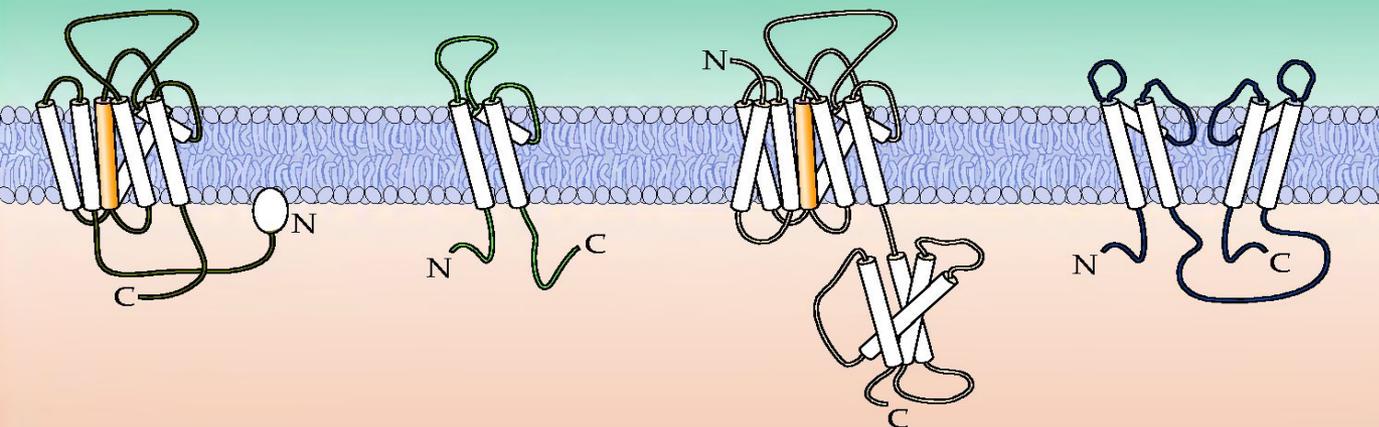
K⁺ CHANNELS

(C) K_v and HERG

(D) Inward rectifier

(E) Ca²⁺-activated

(F) 2-pore



(G) Cl⁻ CHANNEL

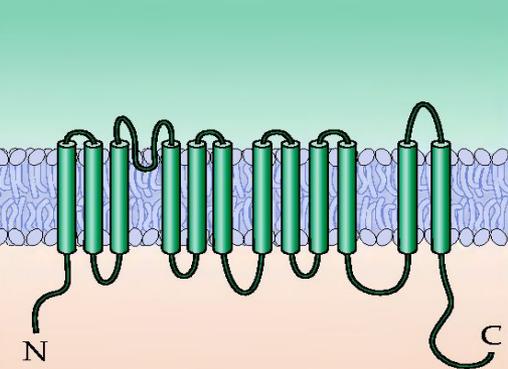
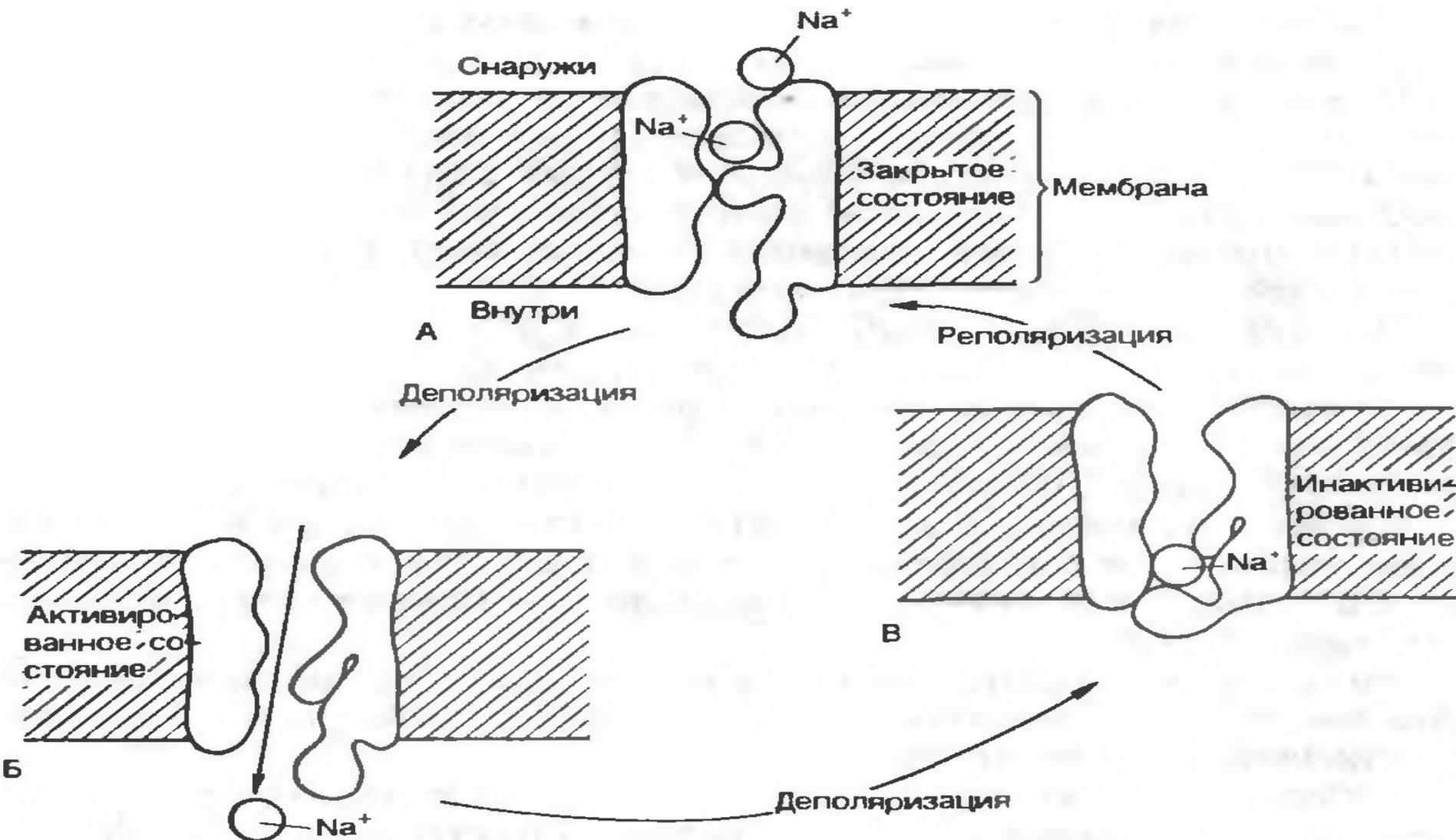
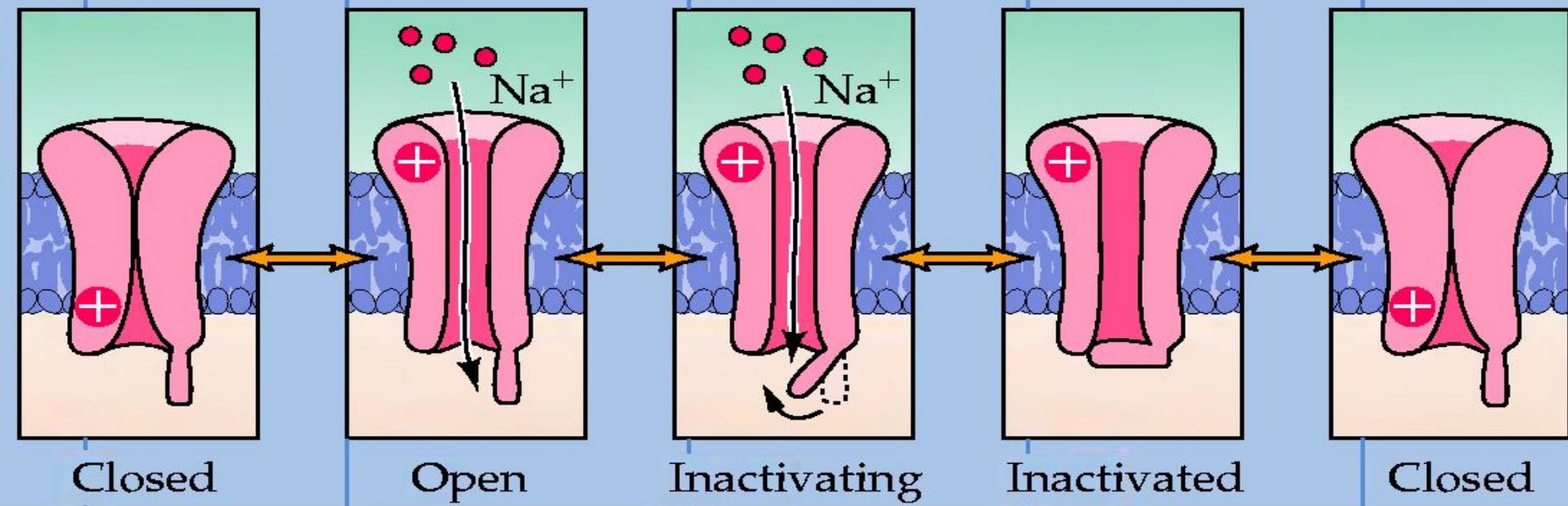


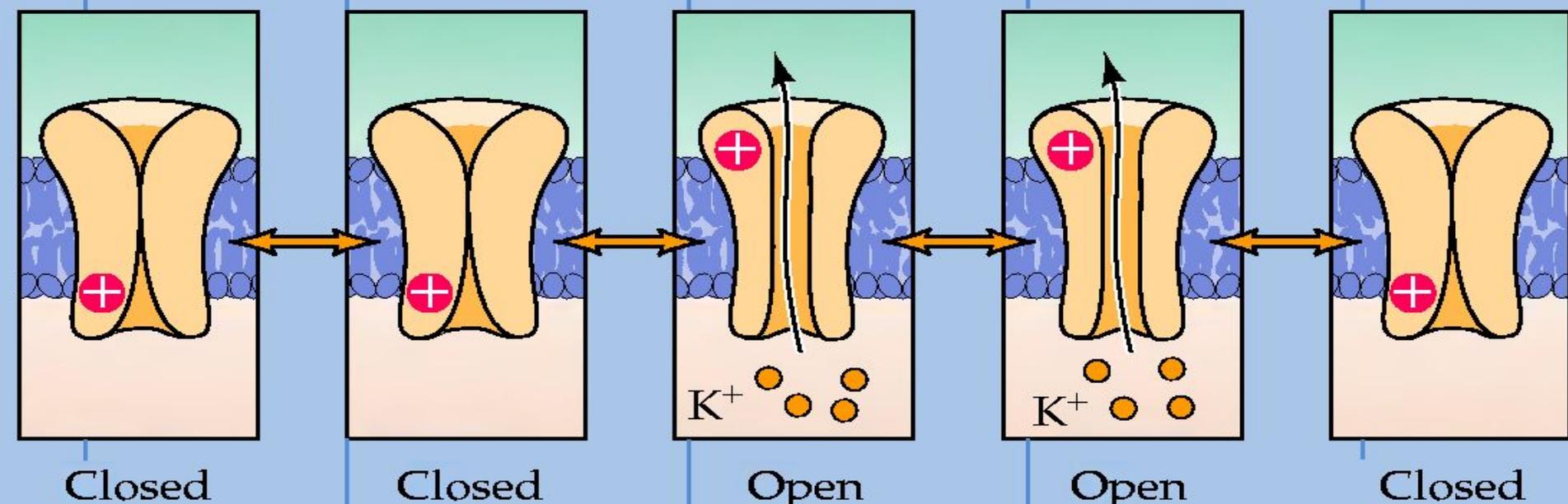
Схема работы воротного механизма Na канала



Na⁺ CHANNEL



K⁺ CHANNEL



Электрические процессы в возбудимых тканях

- 1. Токи покоя

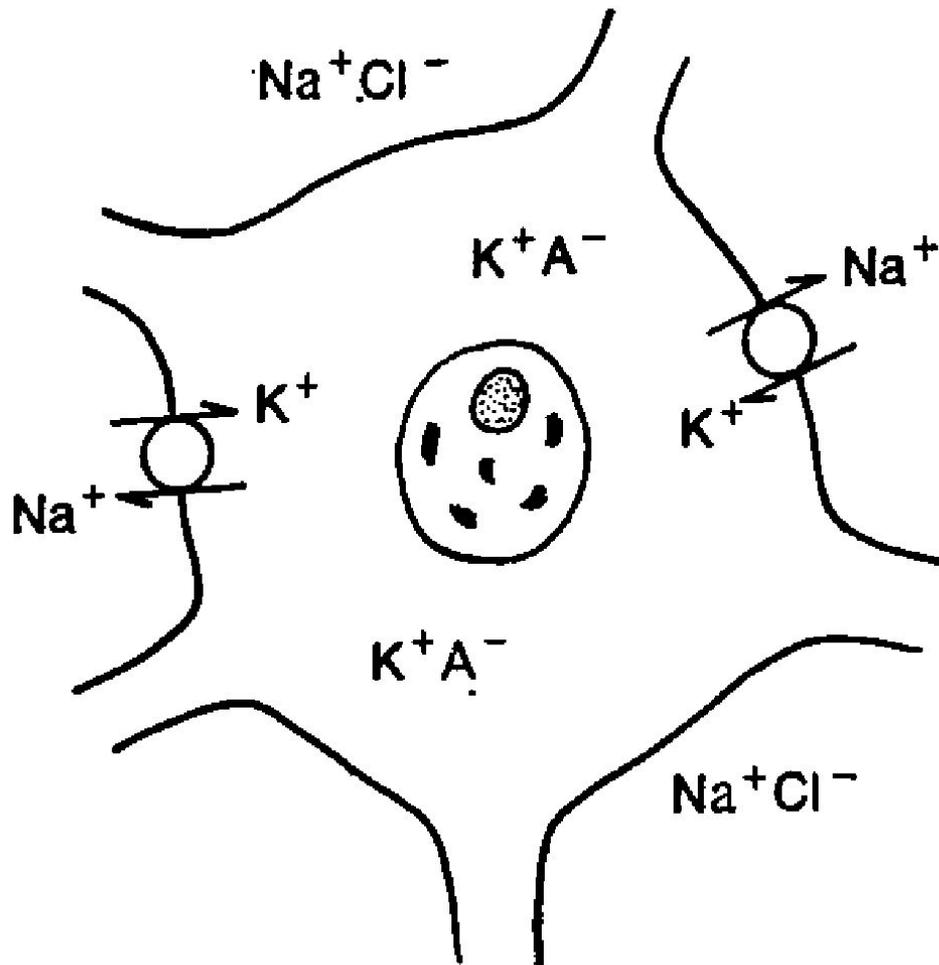
- а) Мембранный потенциал

- б) Потенциал повреждения

- в) Метаболический ток

- 2. Токи действия

Распределение ионов снаружи и внутри клетки



Ионы	Концентрация (мМ/л)	
	Внутри	Снаружи
Катионы		
K^+	124	2
Na^+	10	125
Ca^{2+}	0,005	2
Анионы		
Cl^-	2	77
HCO_3^-	12	27
Орг. анионы	139	26
ы		

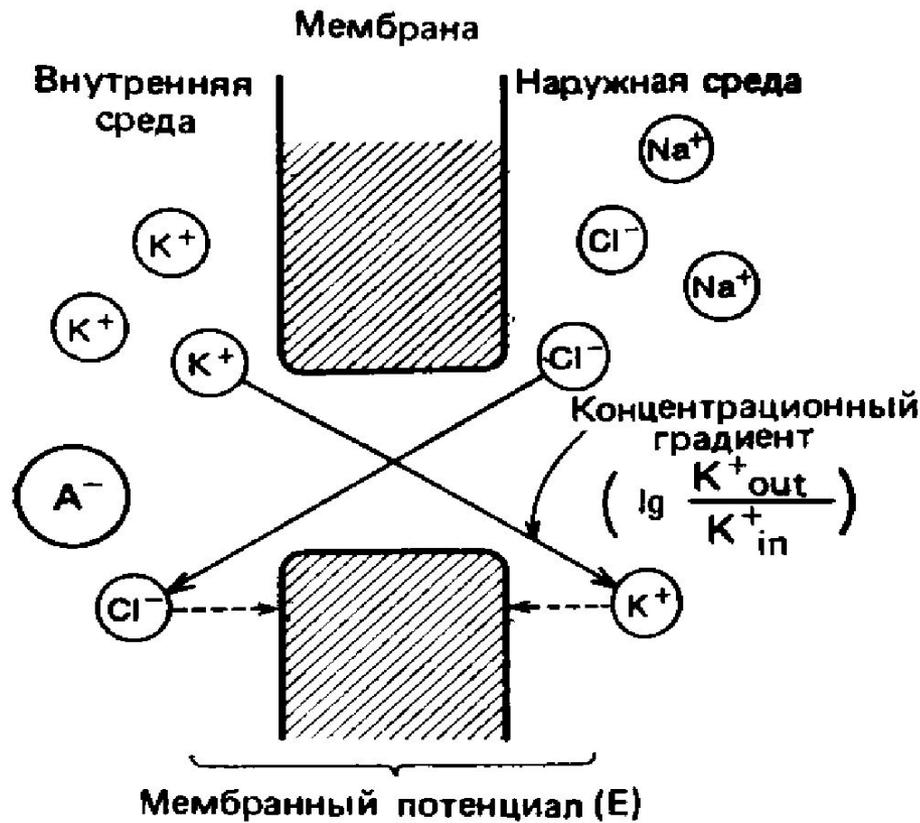
Основные причины формирования мембранного потенциала

- Избирательная проницаемость мембраны
- Ионная асимметрия

Уравнение Гольдмана

$$V_m = 58 \lg \frac{P_K [K^+]_{out} + P_{Na} [Na^+]_{out} + P_{Cl} [Cl^-]_{in}}{P_K [K^+]_{in} + P_{Na} [Na^+]_{in} + P_{Cl} [Cl^-]_{out}}$$

Уравнение Нернста



$$A_x = 2,3RT \lg \frac{[K^+]_{out}}{[K^+]_{in}}$$

$$A_o = FE$$

$$A_o = A_x$$

$$FE = RT \lg \frac{[K^+]_{out}}{[K^+]_{in}}$$

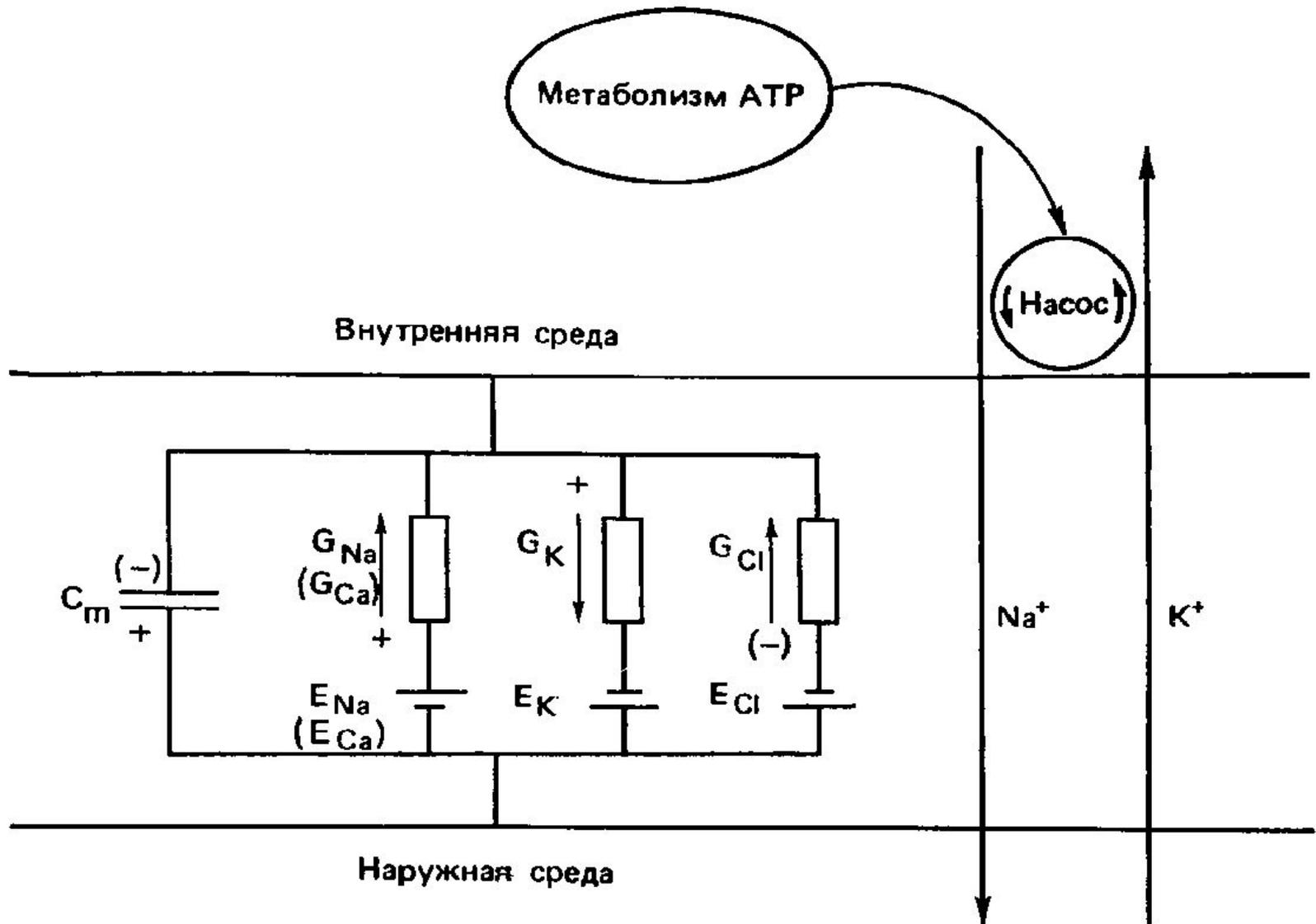
$$E = 2,3 \frac{RT}{F} \lg \frac{[K^+]_{out}}{[K^+]_{in}}$$

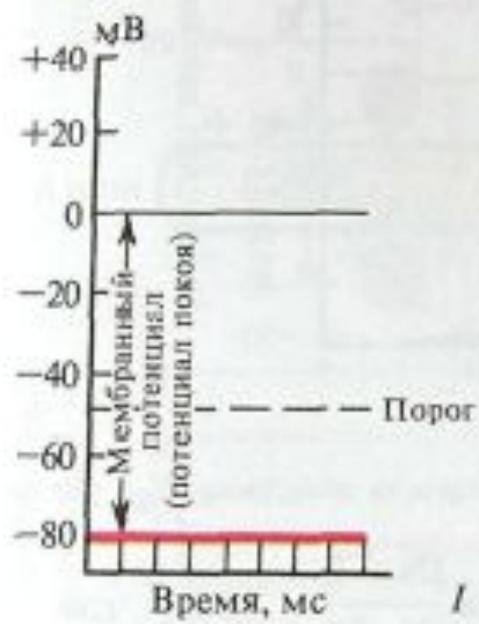
$$E_K = 58 \lg \frac{[K^+]_{out}}{[K^+]_{in}} \text{ мВ}$$

$$= 58 \lg \frac{40}{400} \text{ мВ}$$

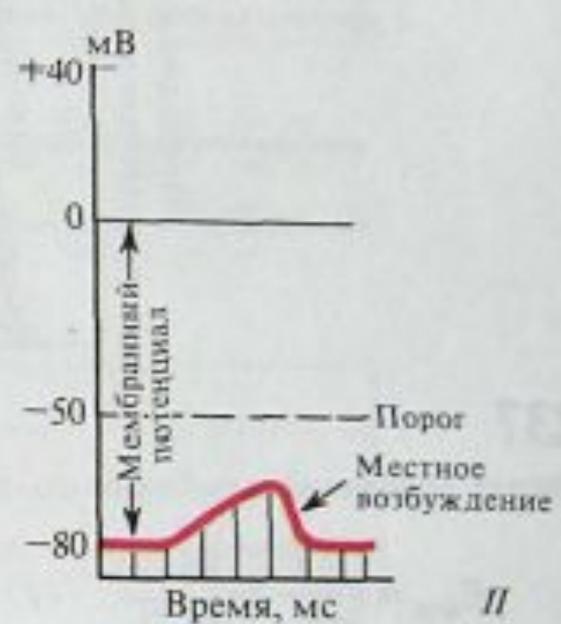
$$= -75 \text{ мВ}$$

Эквивалентная электрическая схема мембраны

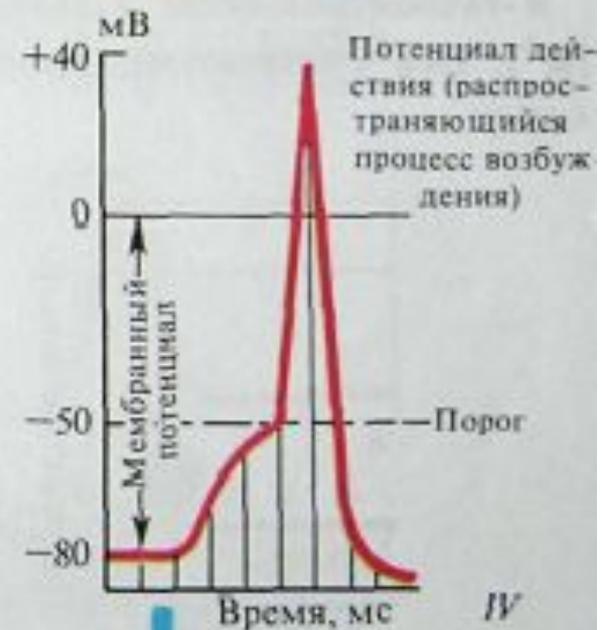




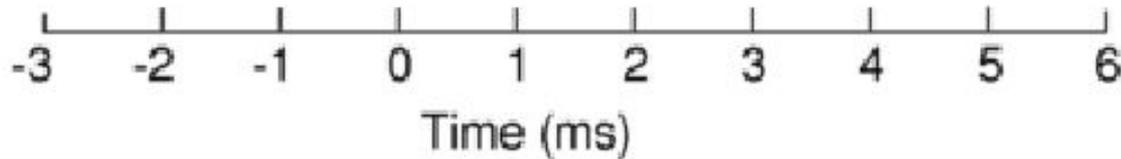
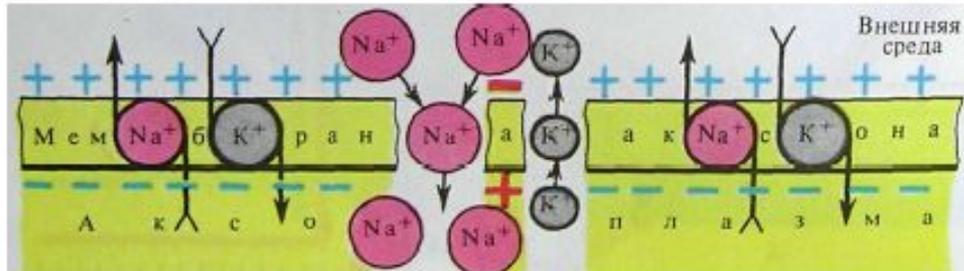
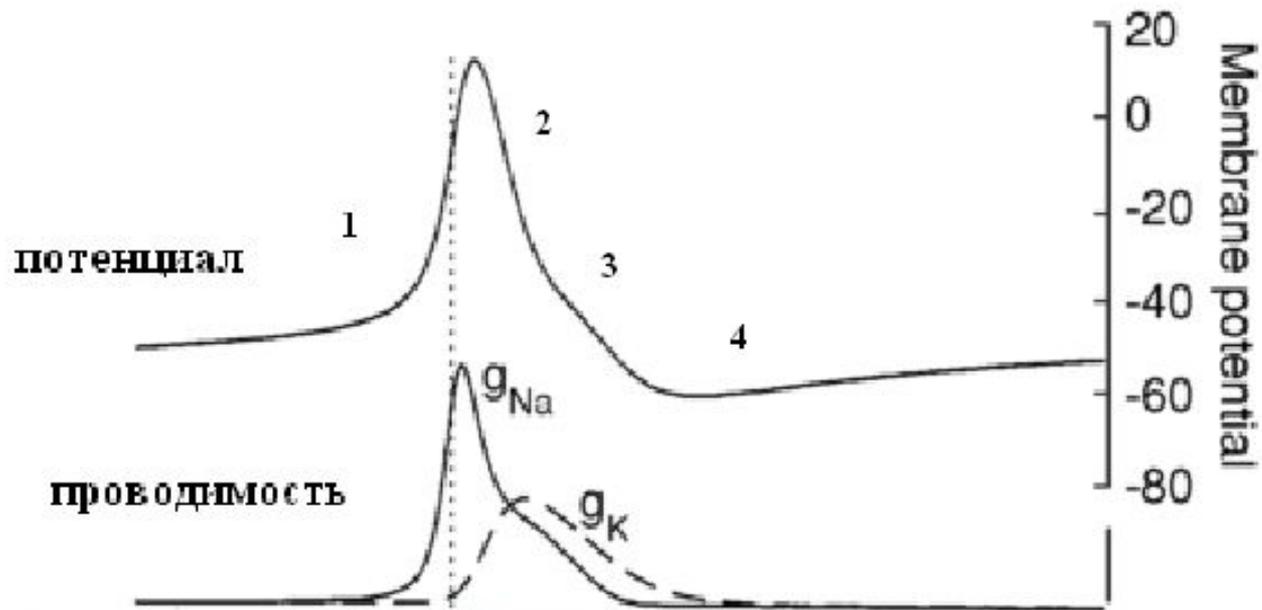
Симулирующий ток



Симулирующий ток



Потенциал действия



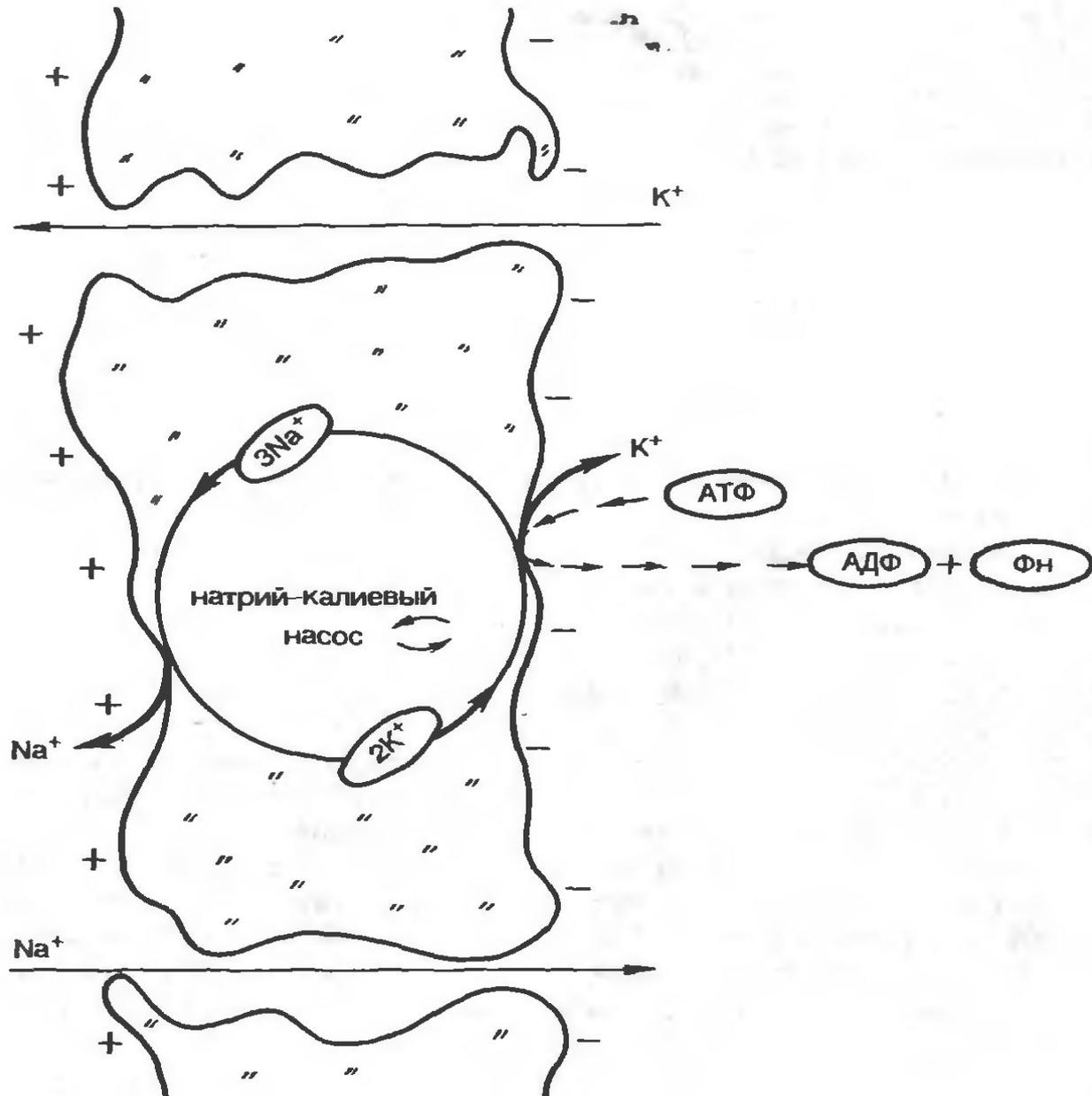
Фазы ПД



Фазы потенциала действия

- Деполяризации
- Реполяризации
- Отрицательный следовой потенциал
- Положительный следовой потенциал

Na-K насос



ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ

Фазы возбуждения:

1. Абсолютной рефрактерности
2. Относительной рефрактерности
3. Повышенной возбудимости
4. Сниженной возбудимости

