

Мембранный потенциал покоя и потенциал действия

Выполнила:

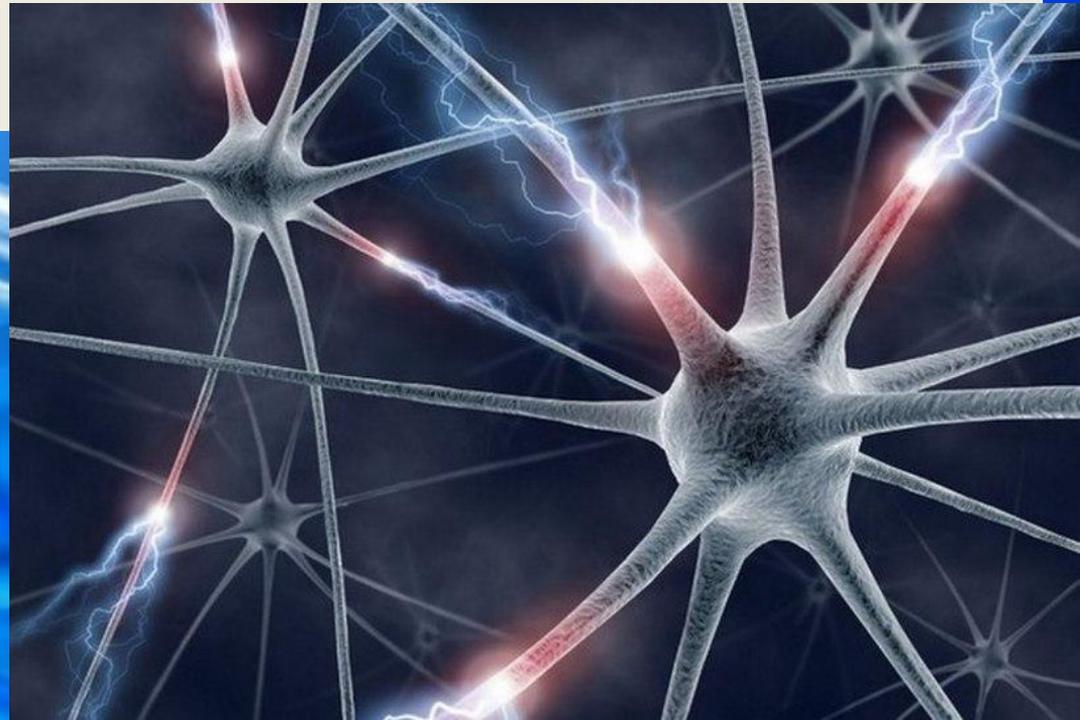
Анохина Надежда

СП-243105к

Передача информации в нервной системе

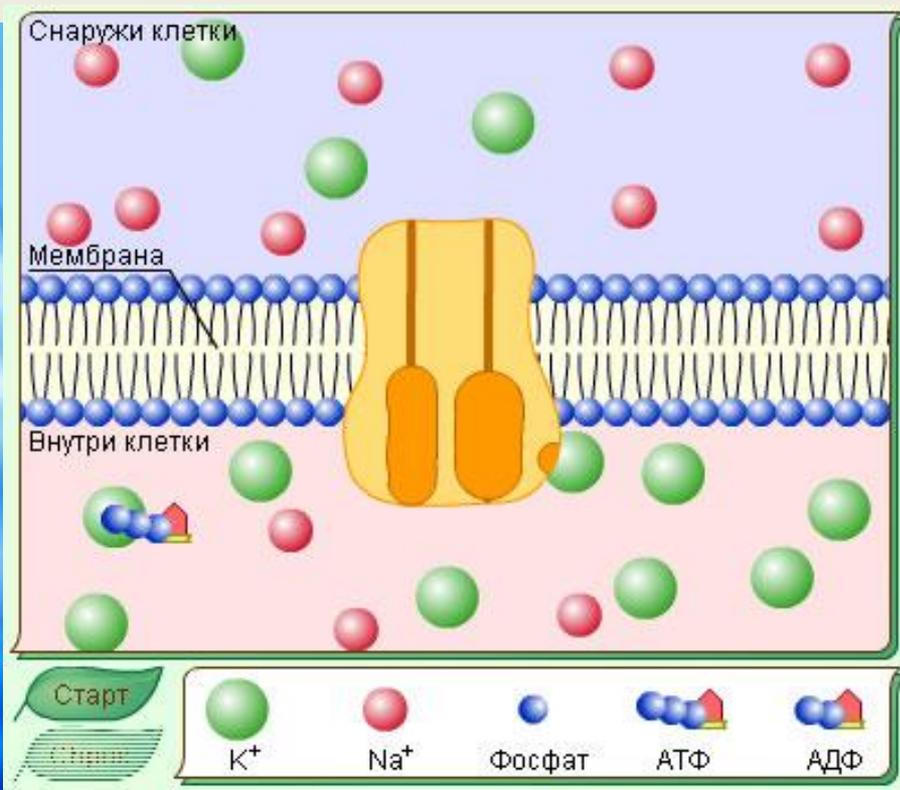
Электрические сигналы могут быть либо **градуальными** (низкоамплитудные, зависящие от силы раздражения). **Локальные** (рецепторные и синаптические сигналы).

Другой тип сигналов – высокоамплитудные, неградуальные, быстро распространяющиеся сигналы в нервных клетках (*так называемые **потенциалы действия***). Они неизменны по амплитуде и длительности.

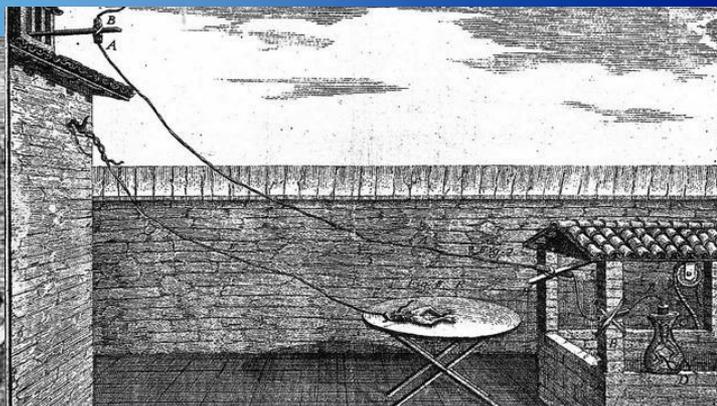
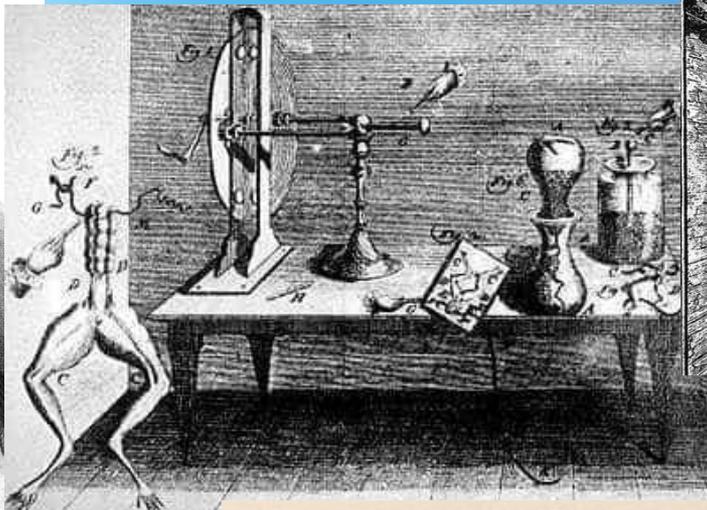


Механизмы, лежащие в основе электрических сигналов нервных клеток

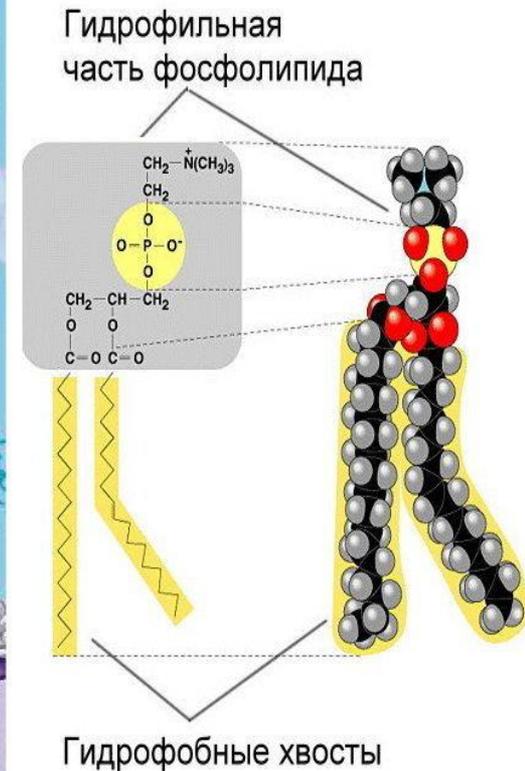
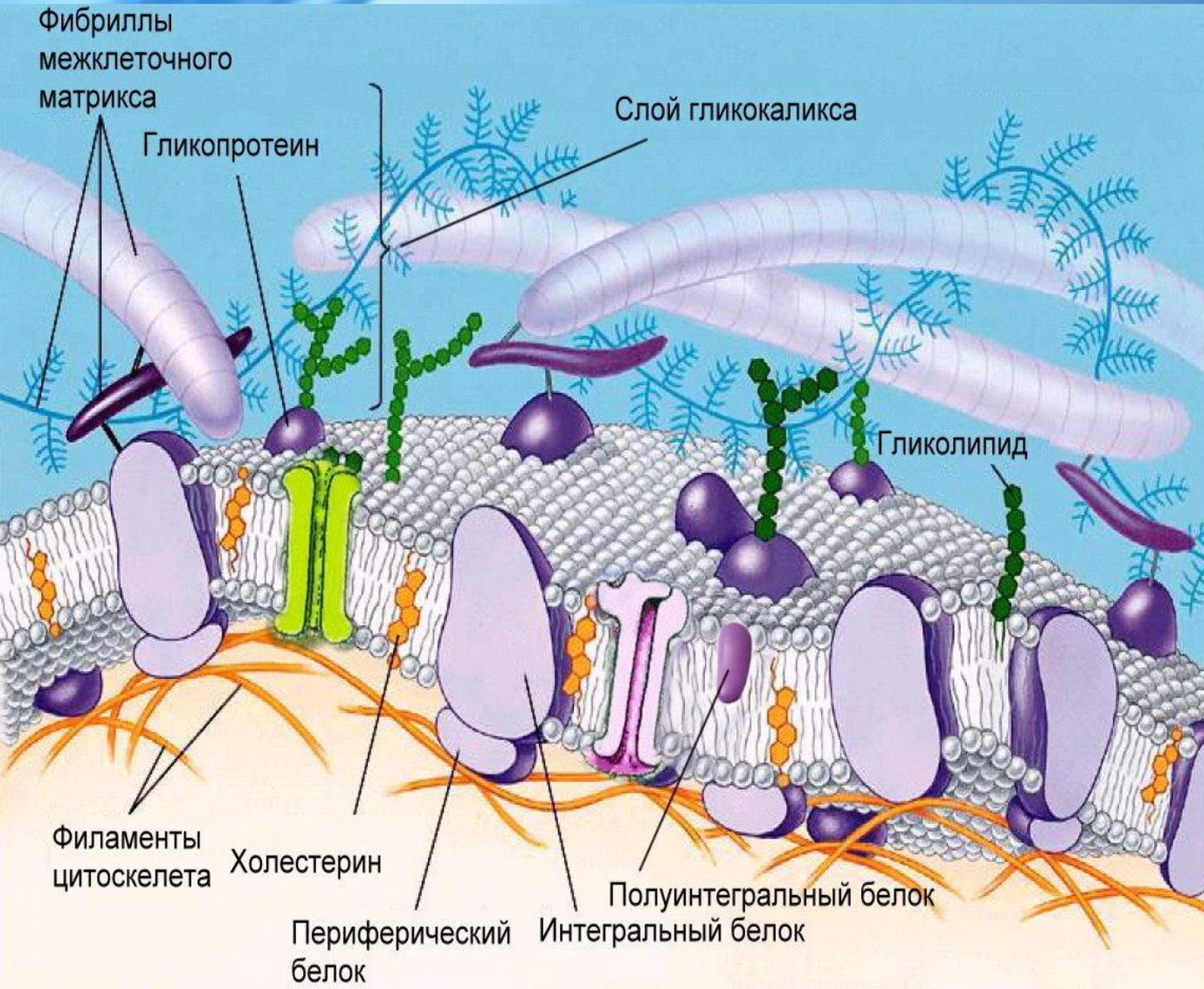
- Все электрические сигналы являются проявлением токов, текущих через мембрану в клетках.
- Электрические токи, возникающие в клетке, обеспечиваются движением ионов через мембрану.



История животного электричества



Жидкостно – мозаичная модель плазматической мембраны



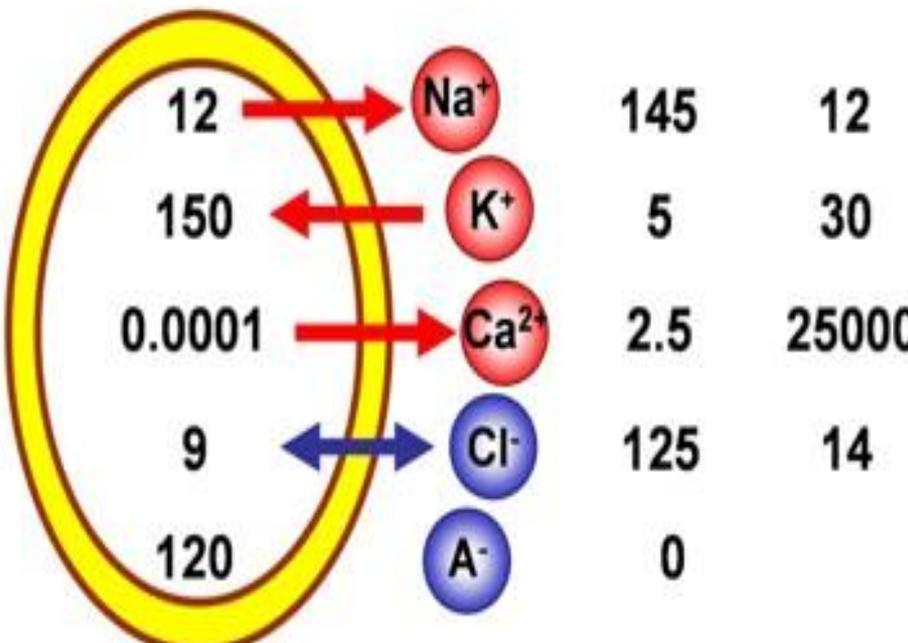
Электрические токи, возникающие в клетке обеспечиваются движением ионов через мембрану

Для того, чтобы ионы могли двигаться через мембрану, необходимо создать разность концентраций снаружи и внутри клетки (**концентрационный градиент**).



Разность концентраций ионов снаружи и внутри клетки создается работой мембранных транспортных молекул

Внутриклеточная концентрация	Внеклеточная концентрация	Градиент \approx
12	145	12
150	5	30
0.0001	2.5	25000
9	125	14
120	0	



Виды транспорта:

- ❖ **Активный (первичный)** – использование энергии расщипления АТФ .
- ❖ **Вторичный** – использование энергии потока ионов по градиенту концентрации.
- ❖ Так же существует:
- ❖ **Ко – транспорт** – движение ионов в одном направлении
- ❖ **Ионообмен** – движение в противоположном направлении

Транспортные молекулы

Натрий – калиевый насос

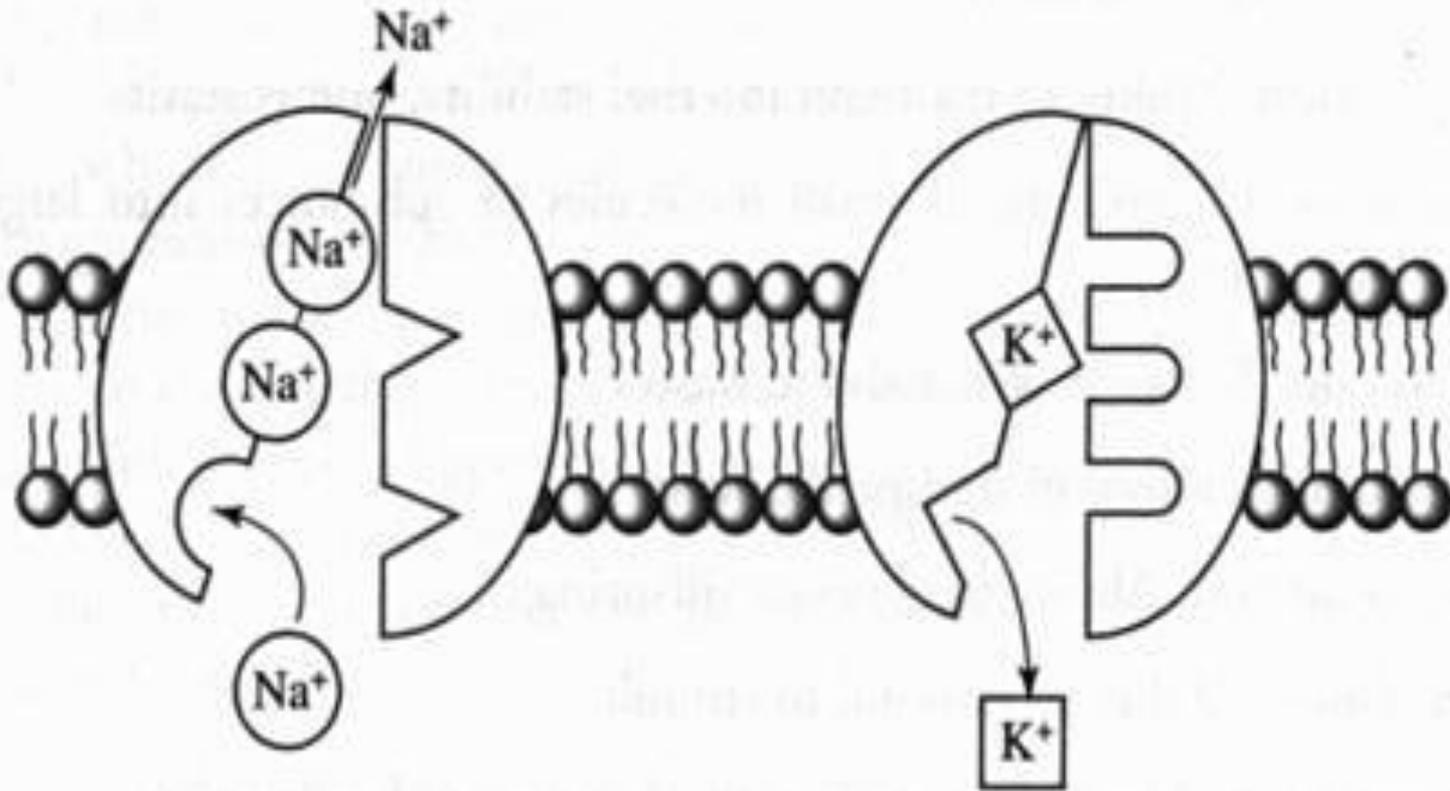
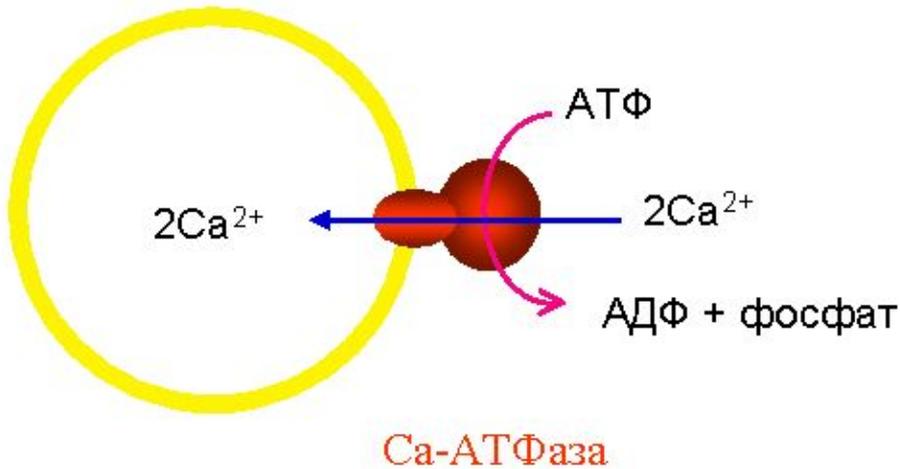


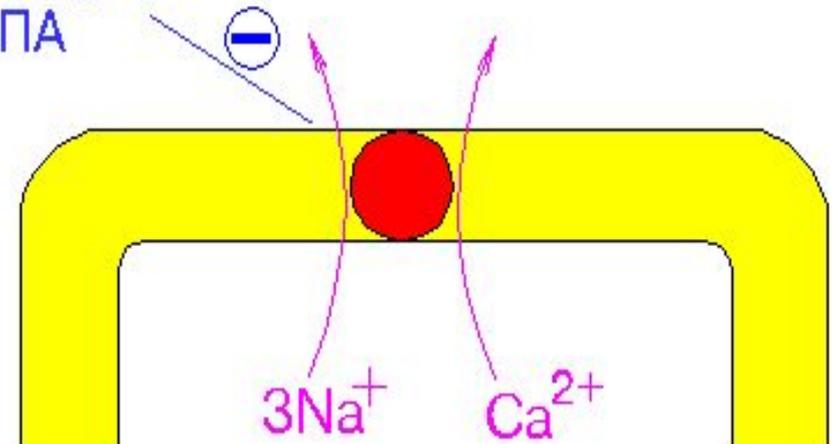
Figure 5.16 Sodium-potassium pump

Кальциевый насос. Натрий – кальциевый обменник



Кальциевый насос

амилорид,
ЭИПА

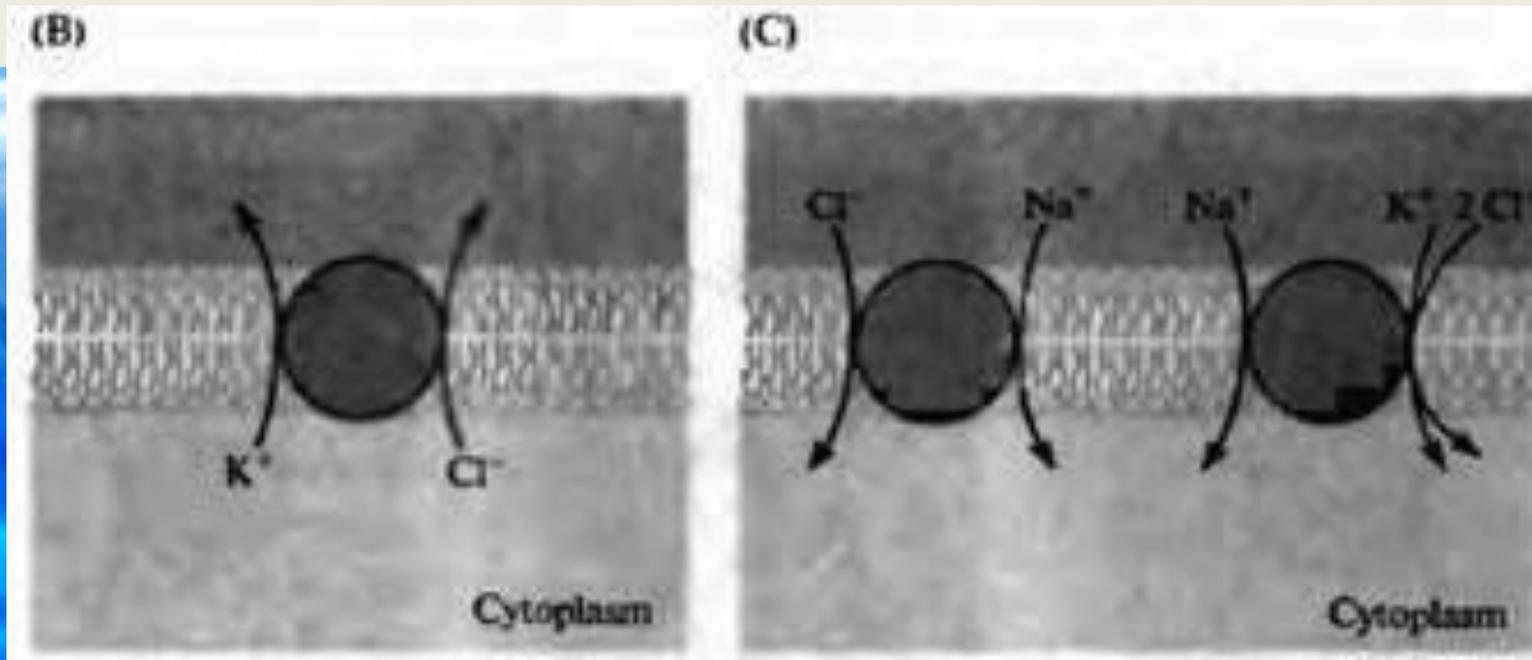


Натрий-кальциевый обменник
плазматической мембраны
ЭИПА-этилизопропиламилорид

Натрий – кальциевый
обменник

Калий – хлорный и натрий – калий – хлорный ко – транспорт

Хлор может как выкачиваться из клетки, так и закачиваться в клетку. В первом случае градиент концентрации калия используется для выкачивания хлора из клетки. Во втором случае, градиент для натрия, обеспечивает поступление калия и 2 ионов хлора. Ионы движутся через ионные каналы.

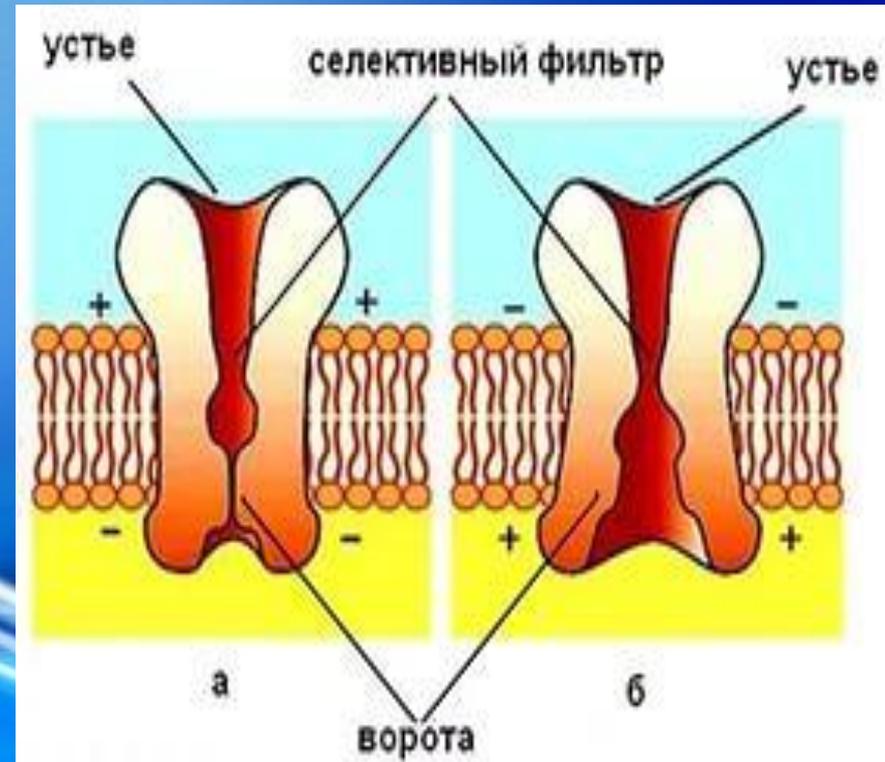
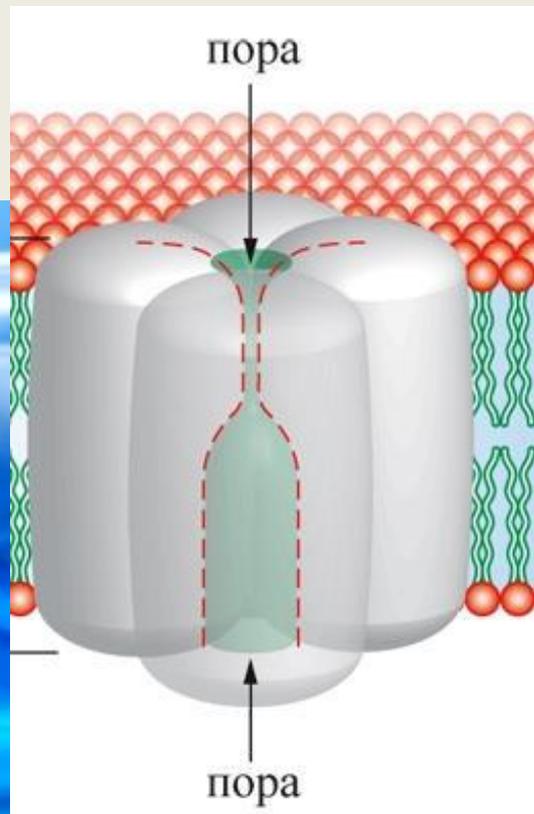


Ионные каналы

✓ Центральная водная пора

✓ Устья канала

✓ Ворота



2 основных типа ионных каналов

- **Каналы покоя** - Это каналы, которые открыты в покое, без всяких внешних воздействий.
- **Gate – каналы** - воротные каналы. Каналы, которые могут открываться, и закрываться под действием раздражителей.



Избирательность (селективность) каналов

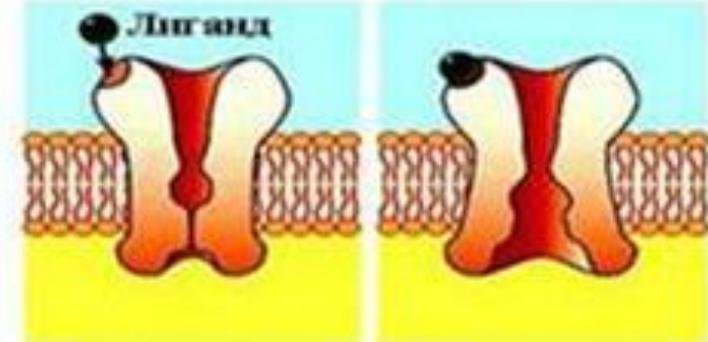
- ❑ **Селективные** - пропускают только определенный вид ионов.
- ❑ **Неселективные** - те каналы, которые могут пропускать сразу два вида ионов. Например, калий и натрий. Некоторые хлор и калий. Есть неселективный канал, который пропускает вообще все ионы.

Открытое и закрытое состояние ионных каналов

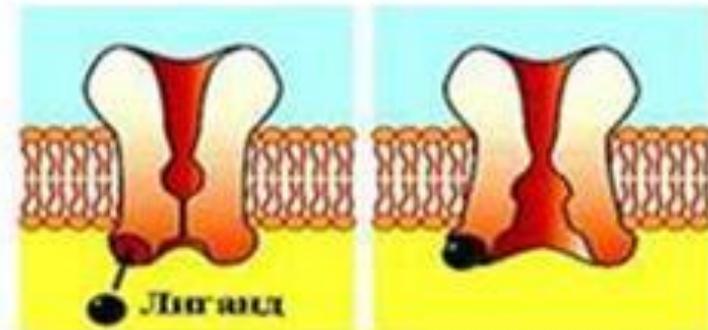
□ **Активация канала** - адекватный стимул вызывает открытие канала.

□ **Деактивация канала** - адекватный стимул вызывает закрытие канала, который до этого был открыт.

□ **Инактивация** - адекватный стимул не действует .



Внеклеточная активация



Внутриклеточная активация

Проводимость и проницаемость каналов

Величина тока, проходящего через канал, связана со скоростью движения ионов через него и пропорциональна потенциалу на мембране $i = gV$, где V – потенциал на мембране, i – величина тока через канал, **константа g – проводимость канала** (в См).

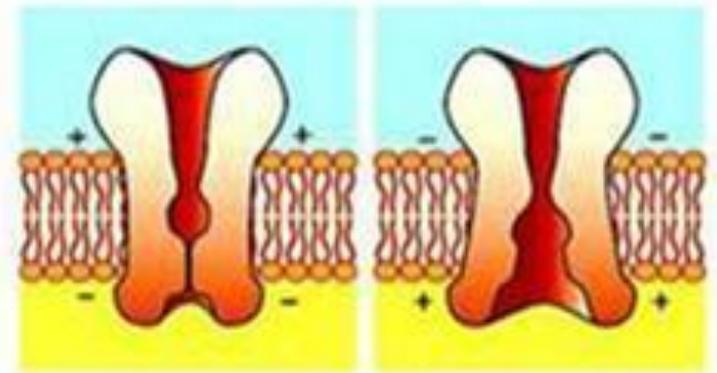
1 Открытый канал - *проницаемость*

1 Проницаемость + ионы – *проводимость*

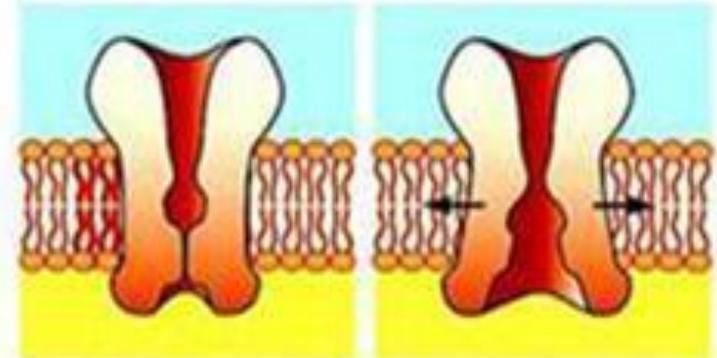
Способы открытия управляемых ионных каналов

Три основных типа ионных каналов:

- ♦ **потенциал -управляемые** - каналы, которые открываются при изменении потенциала на мембране.
- ♦ **Каналы, активирующиеся растяжением** - они открываются, когда деформируется мембрана, или когда растягивается мембрана.
- ♦ **Хемоактивирующиеся** - активируются тогда, когда специальный рецепторный участок канала связывается с определенным химическим веществом



Потенциалактивируемые каналы

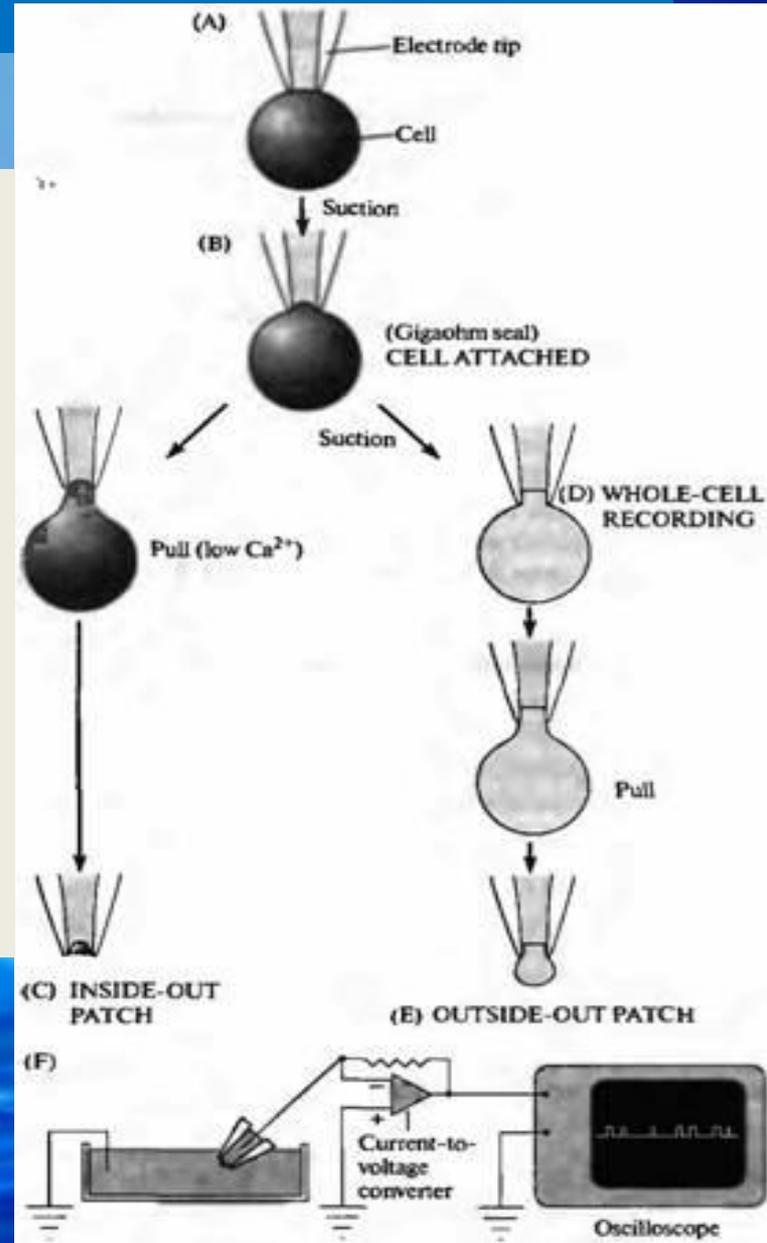


Механочувствительные каналы

Работа отдельного канала

Преимущества:

- Возможность исследовать отдельный канал
- Возможность менять потенциал на мембране
- Возможность менять ионный состав и добавлять любые исследуемые вещества с обеих сторон мембраны.

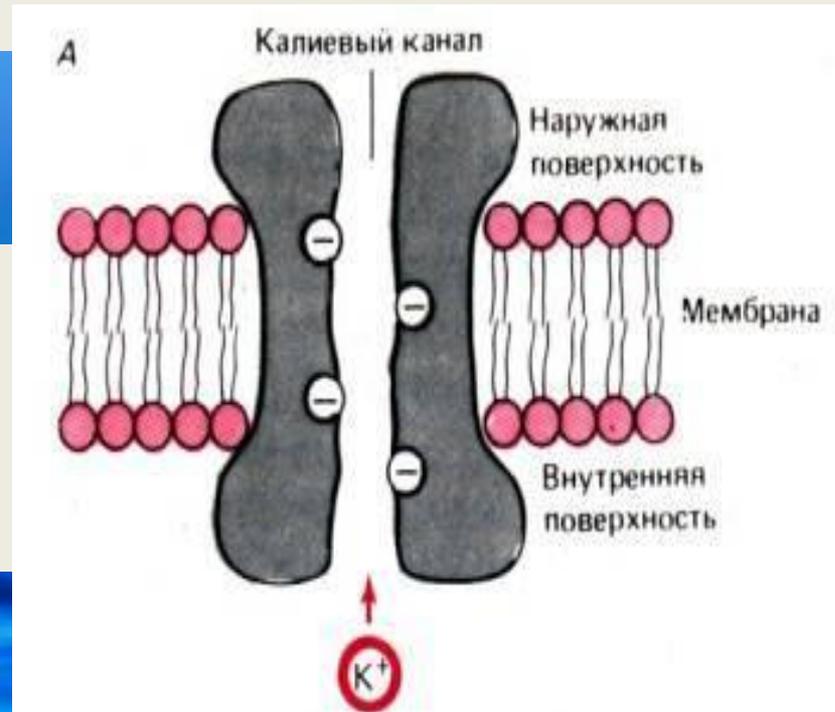


Движение ионов через каналы

Движение иона через канал управляется двумя силами:

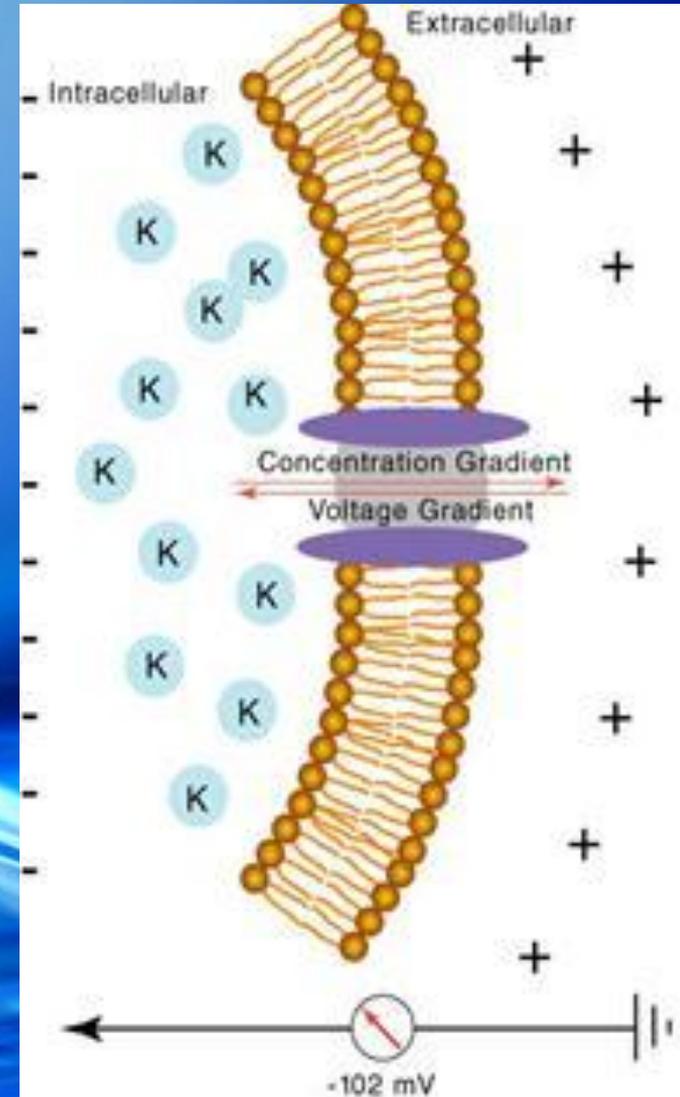
- ❑ **Химической движущей силой** – зависит от концентрационного градиента.
- ❑ **Электрической движущей силой** – зависит от потенциала на мембране

Равновесный потенциал - когда химическая движущая сила уравновешивается эл. движущей силой.



Равновесные потенциалы. Движущая сила

- ▶ **Равновесный потенциал** -это такой потенциал, который прекращает движение конкретного иона через мембрану по концентрационному градиенту.
- ▶ **Движущая сила** -разница между истинным значением мембранного потенциала и потенциалом равновесия для данного иона.

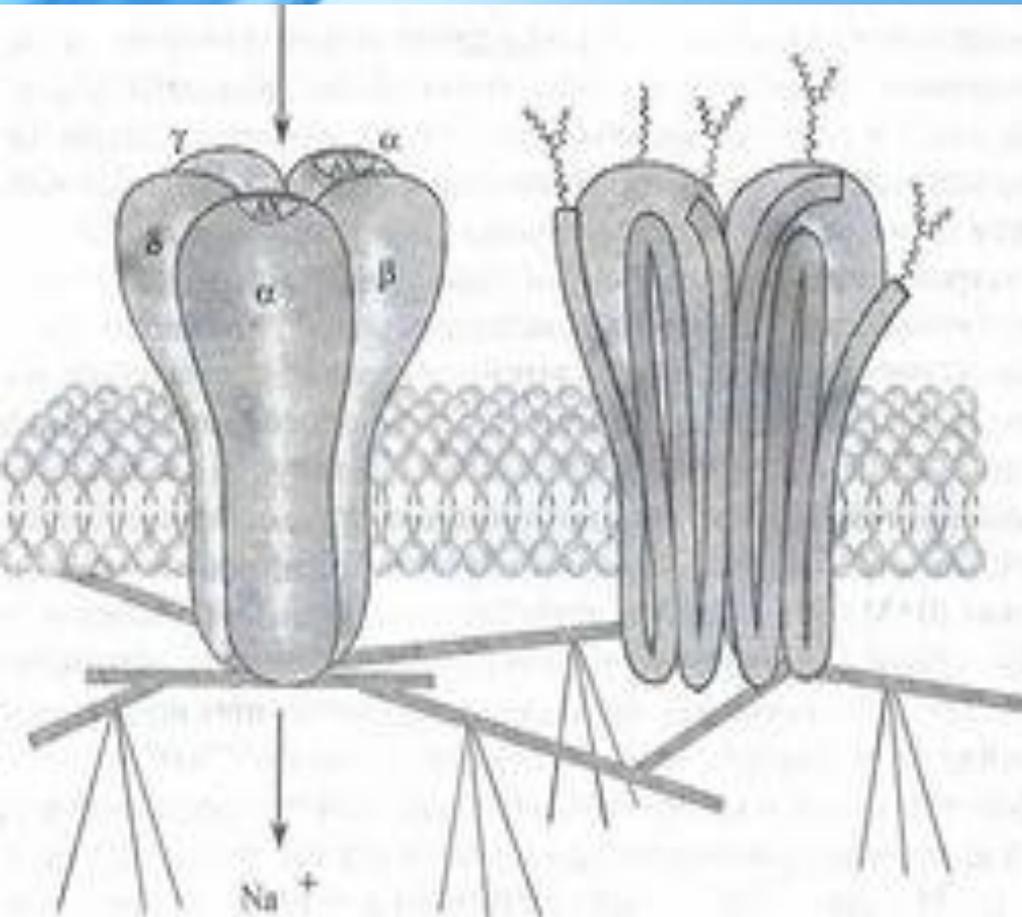


Расчет равновесного потенциала

$$E_x = \frac{RT}{z_x F} \ln \frac{[X]_o}{[X]_i}$$

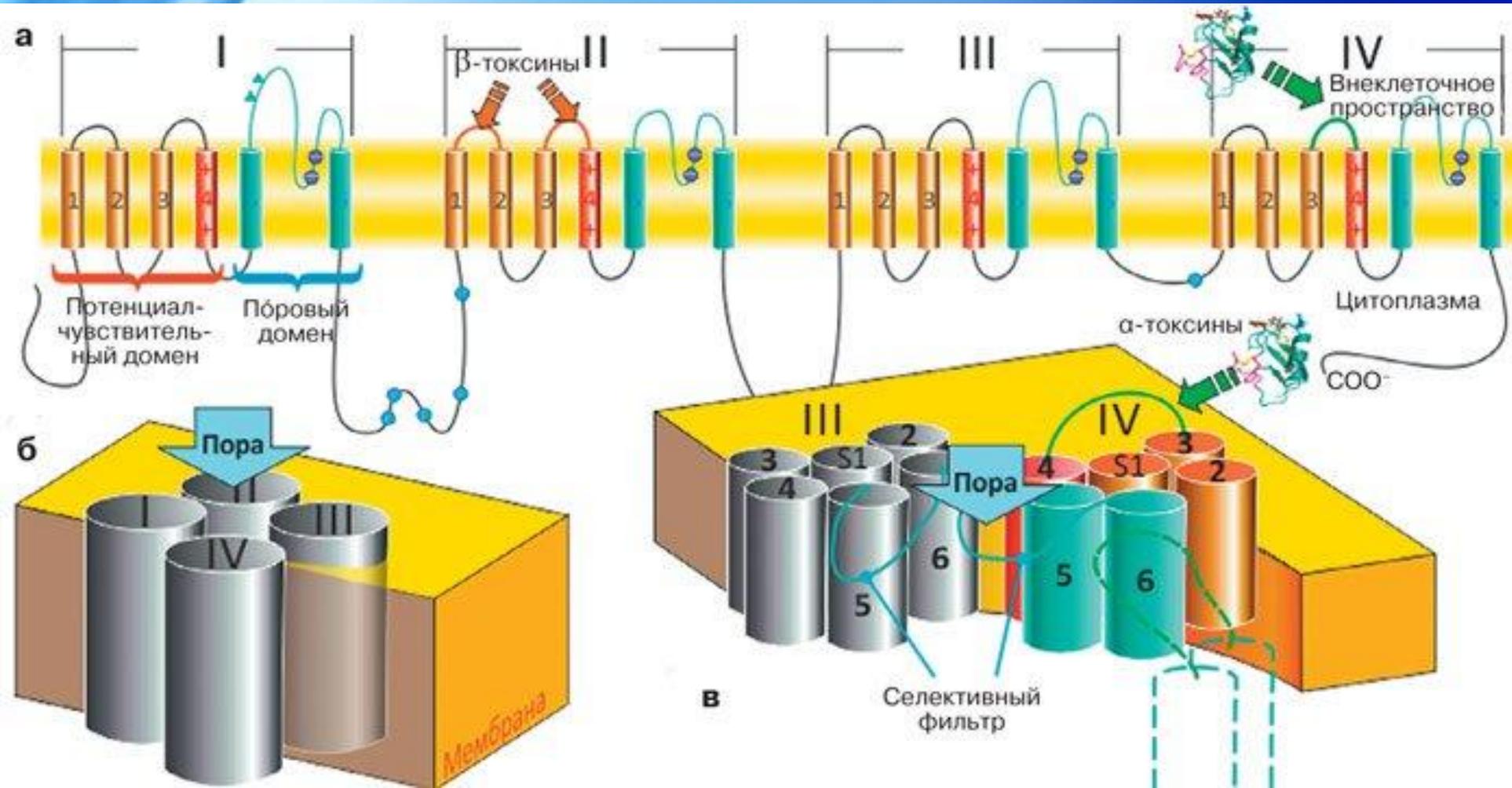
УРАВНЕНИЕ НЕРНСТА

Строение ионного канала



- Аминокислоты
- Спиральные сегменты
- Домены
- Субъединицы
- Канал

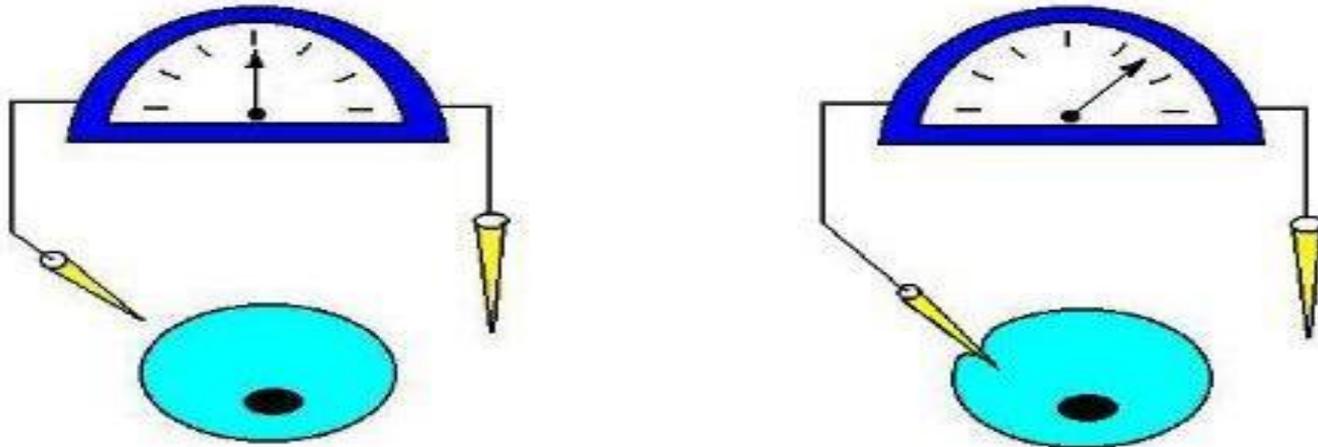
Потенциал – управляемые селективные ионные каналы



Молекулярные механизмы активации и инактивации каналов



Мембранный потенциал покоя. Регистрация МПП

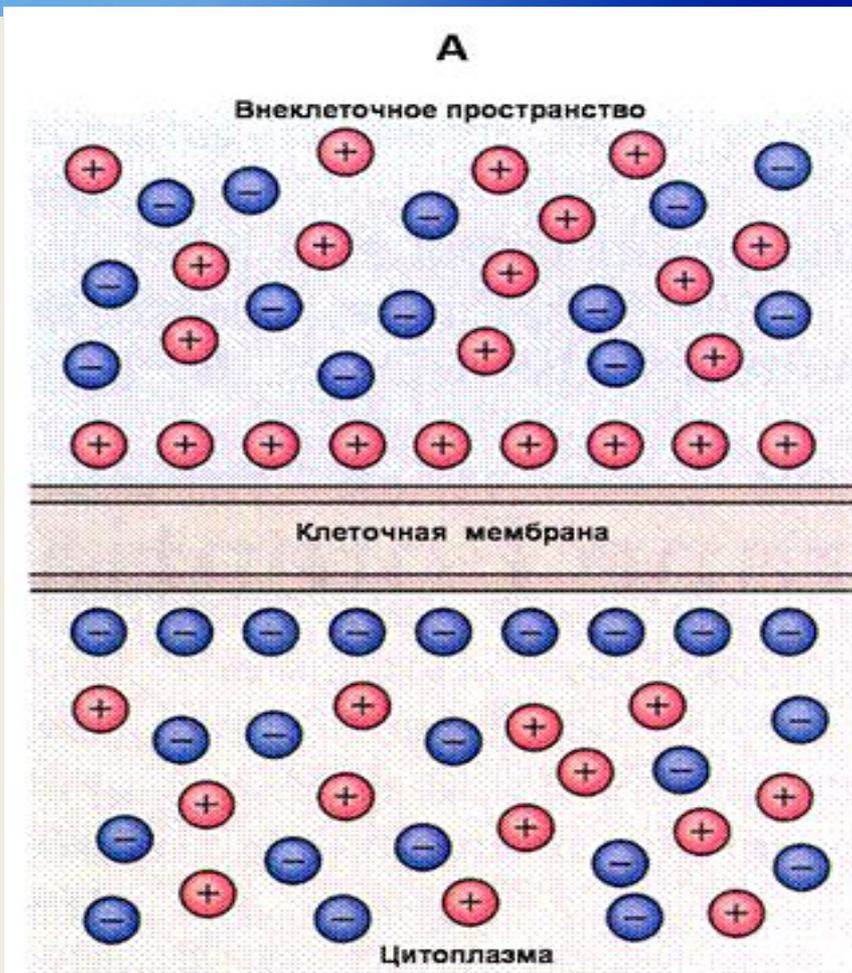


Мембранный потенциал покоя является результатом разделения зарядов относительно клеточной мембраны

Положительные заряды концентрируются на наружной поверхности мембраны.

Отрицательные заряды концентрируются на внутренней поверхности мембраны.

МПП - разность потенциалов между внутренней поверхностью мембраны и наружной поверхностью мембраны.



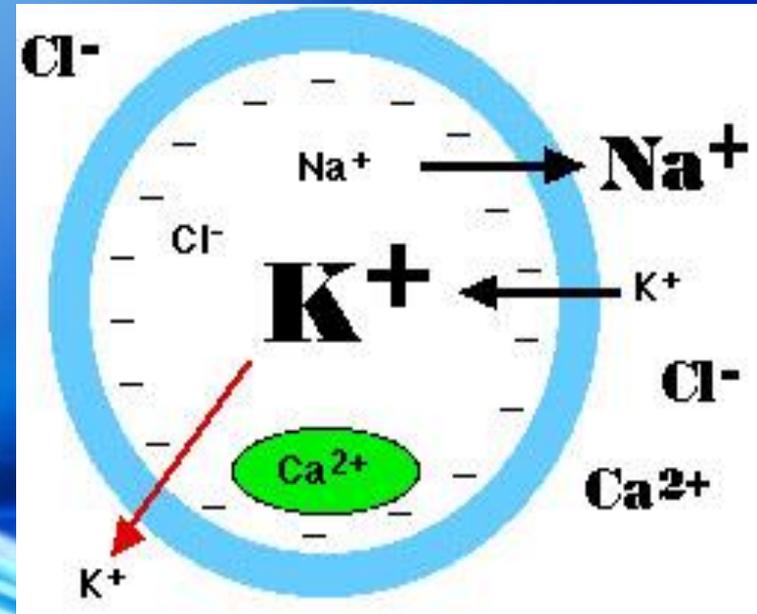
Разделение зарядов относительно клеточной мембраны при формировании мембранного ПП связано с движением ионов по концентрационному градиенту через *каналы, открытые в покое*.

□ **Глиальные клетки**

□ **Нервные клетки**

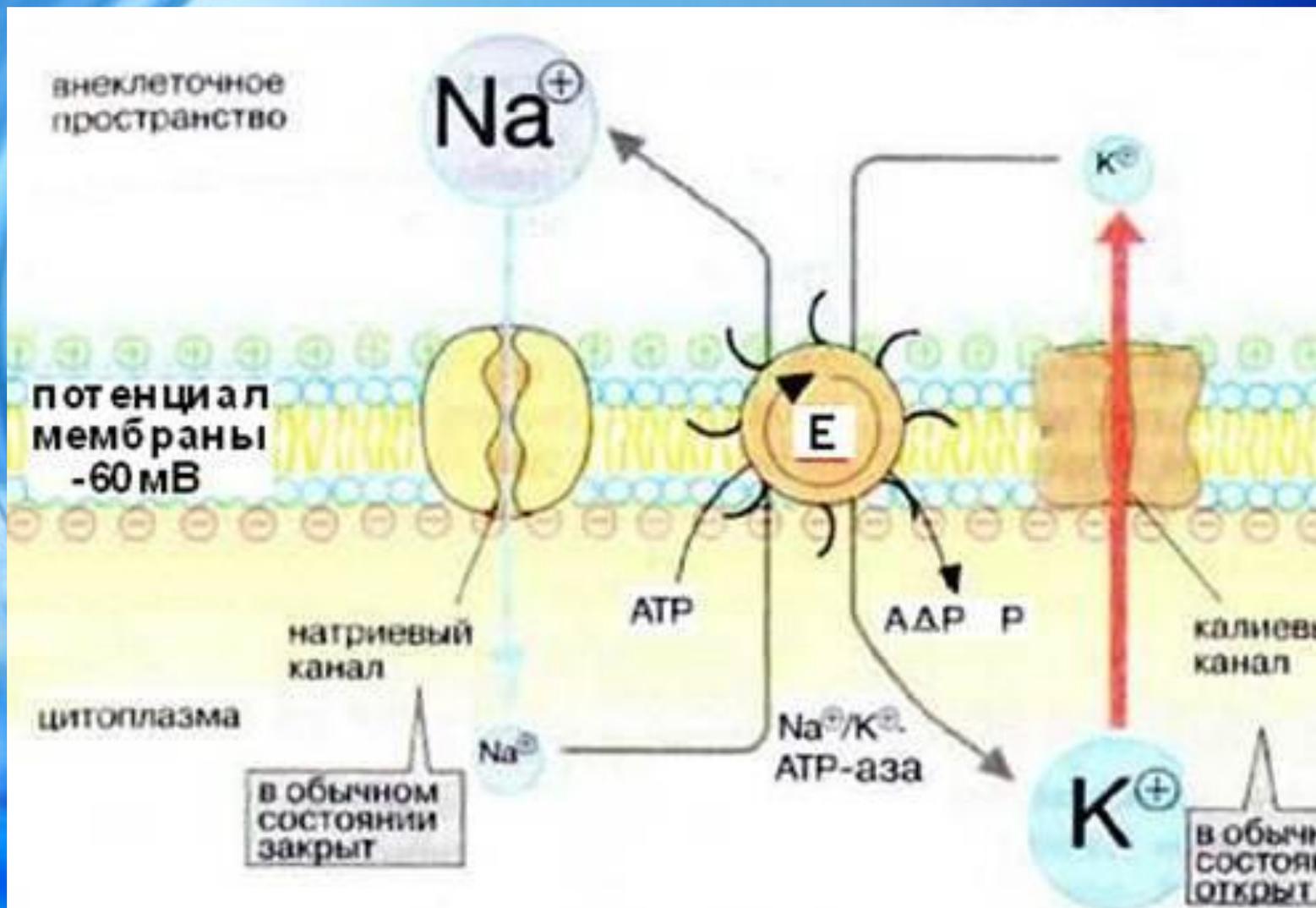
МПП в глиальных клетках

В глиальных клетках в покое открыты только калиевые каналы покоя.



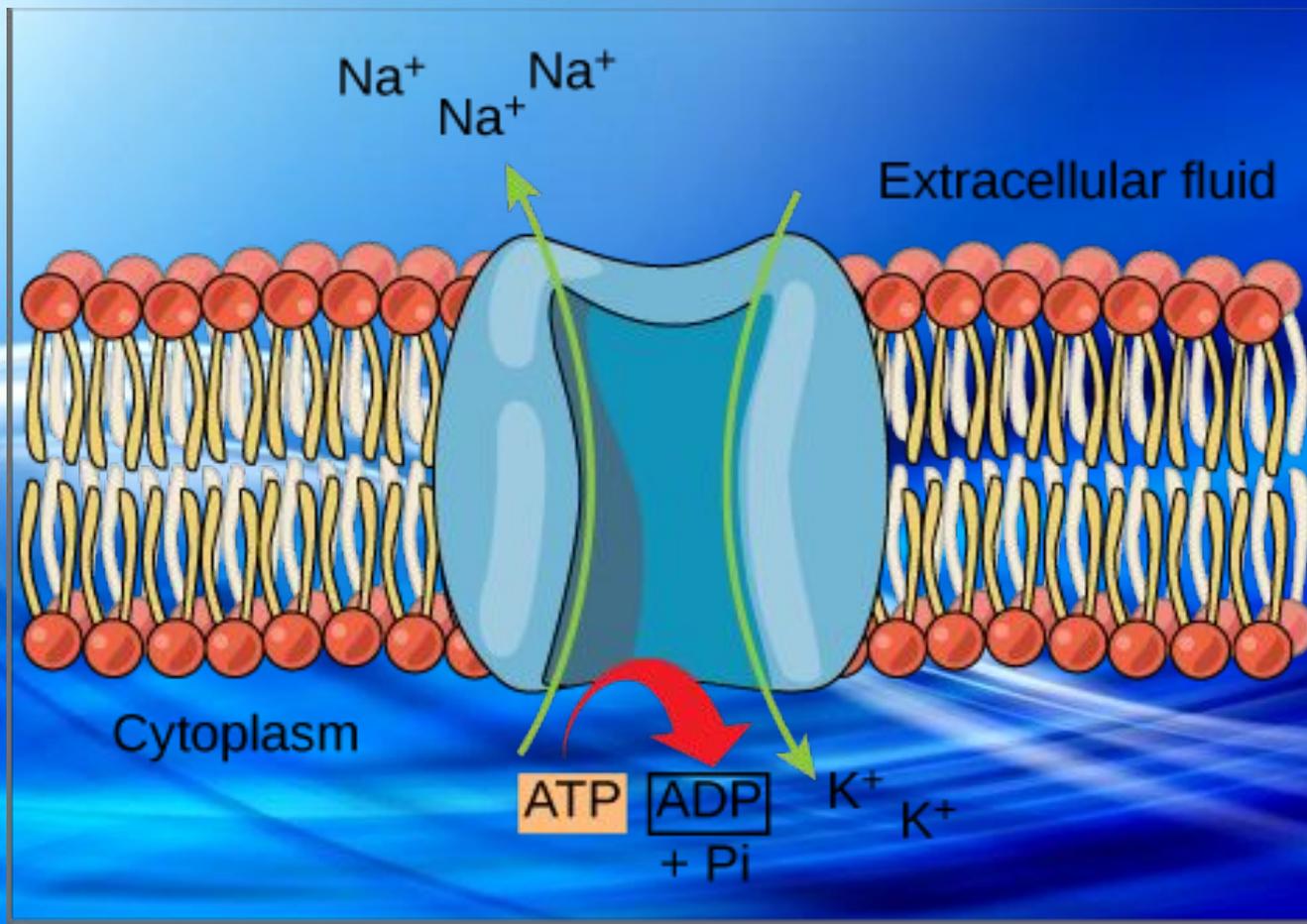
МПП будет равен калиевому равновесному потенциалу.

МПП в нервных клетках



Вклад калий – натриевого насоса в формирование мембранного потенциала.

Увеличивает МПП на 11 – 12мВ



Потенциал действия

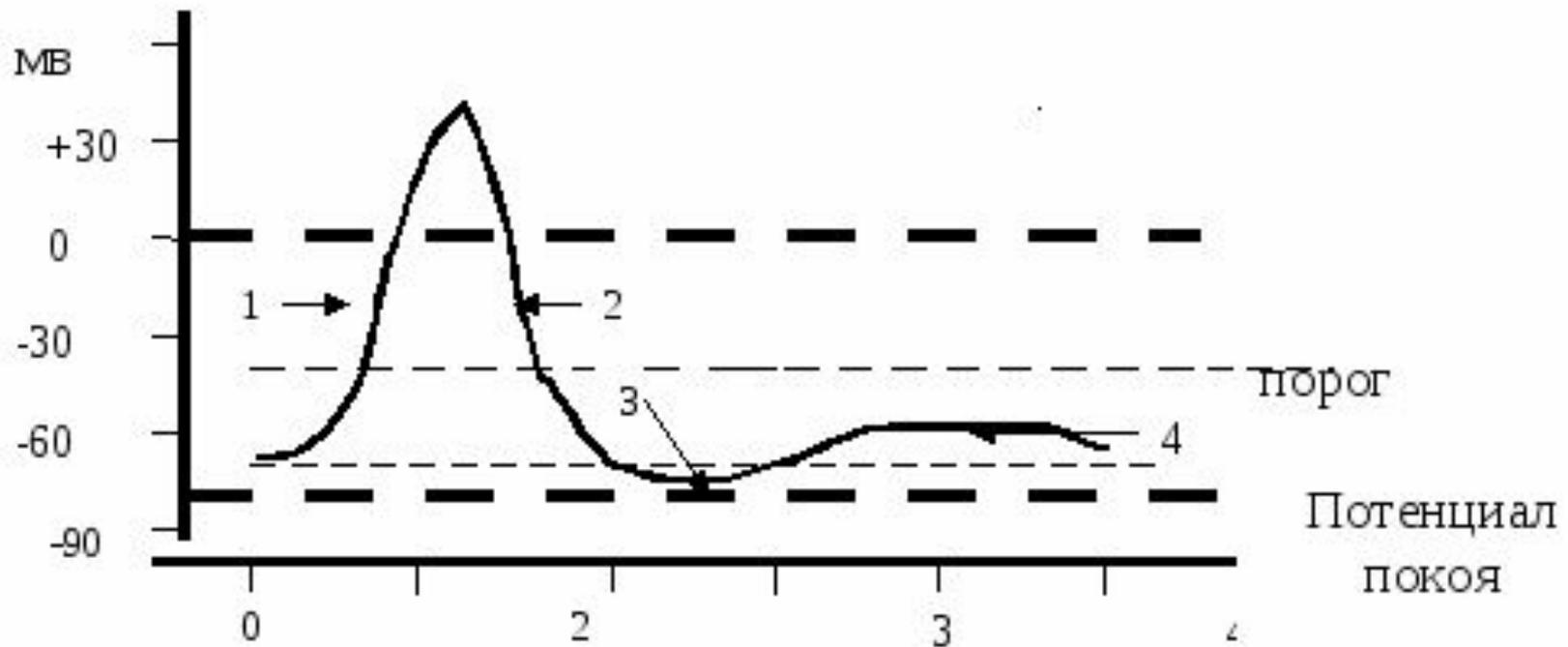
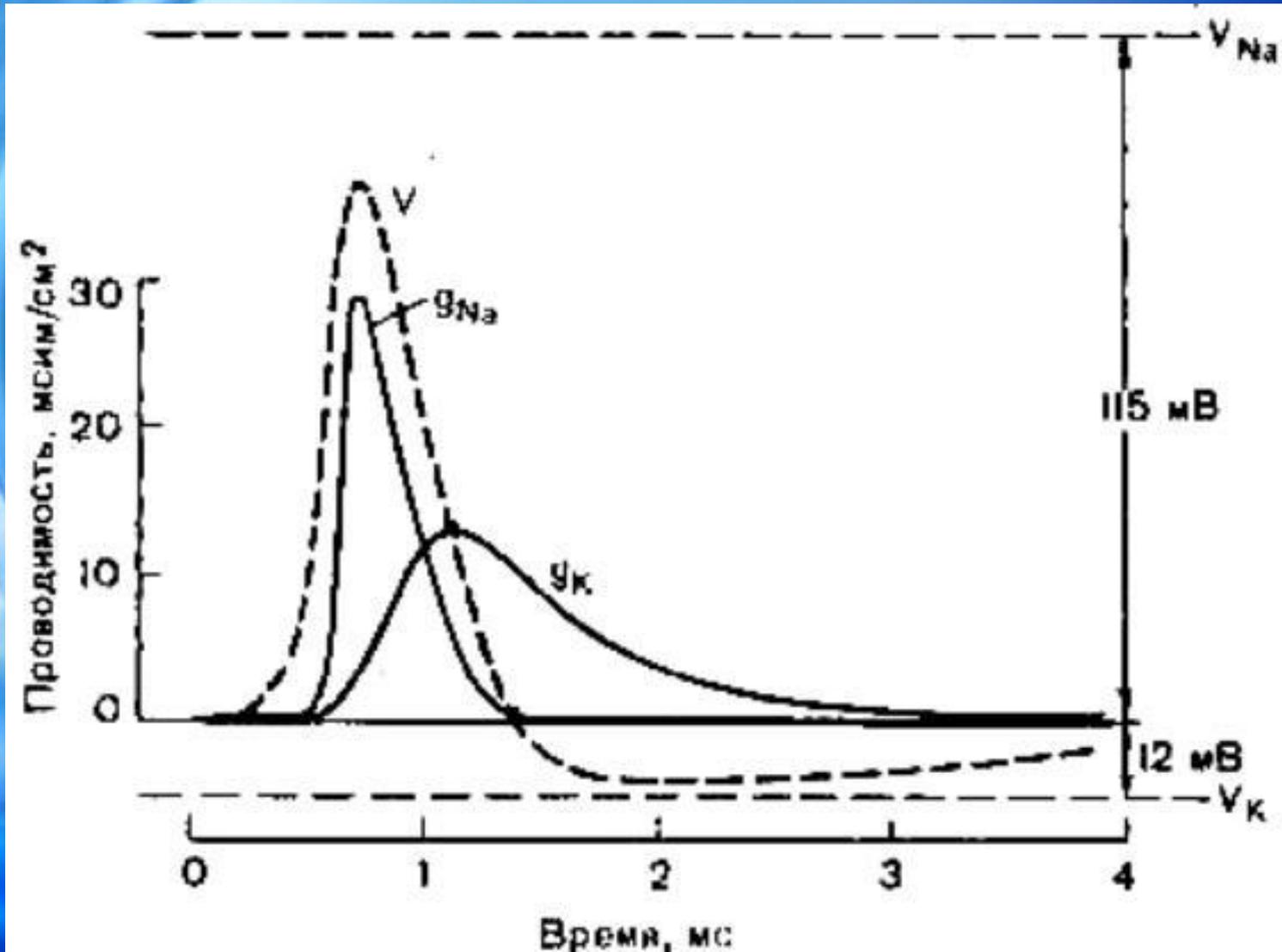


Рис 7. Временной ход потенциала действия в нейроне. 1-фаза нарастания; 2- реполяризация; 3- гиперполяризационный следовой потенциал; 4- деполяризационный следовой потенциал

Потенциал действия зависит от внеклеточного Na

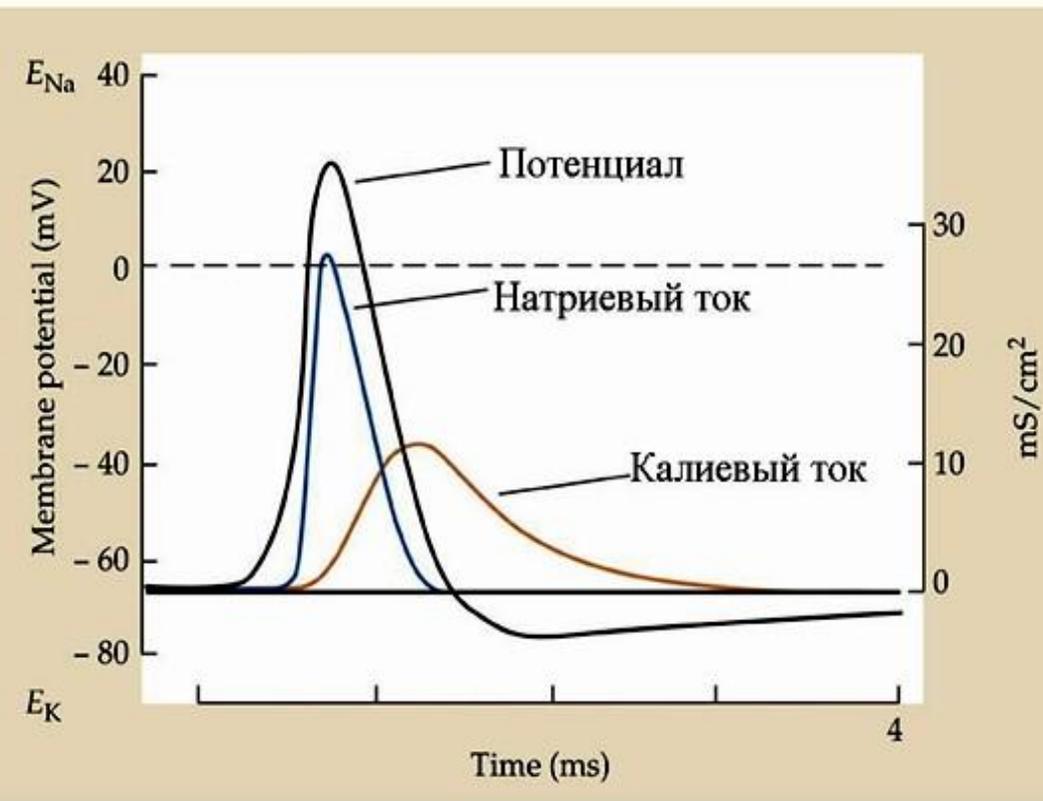


Разделение ионных токов

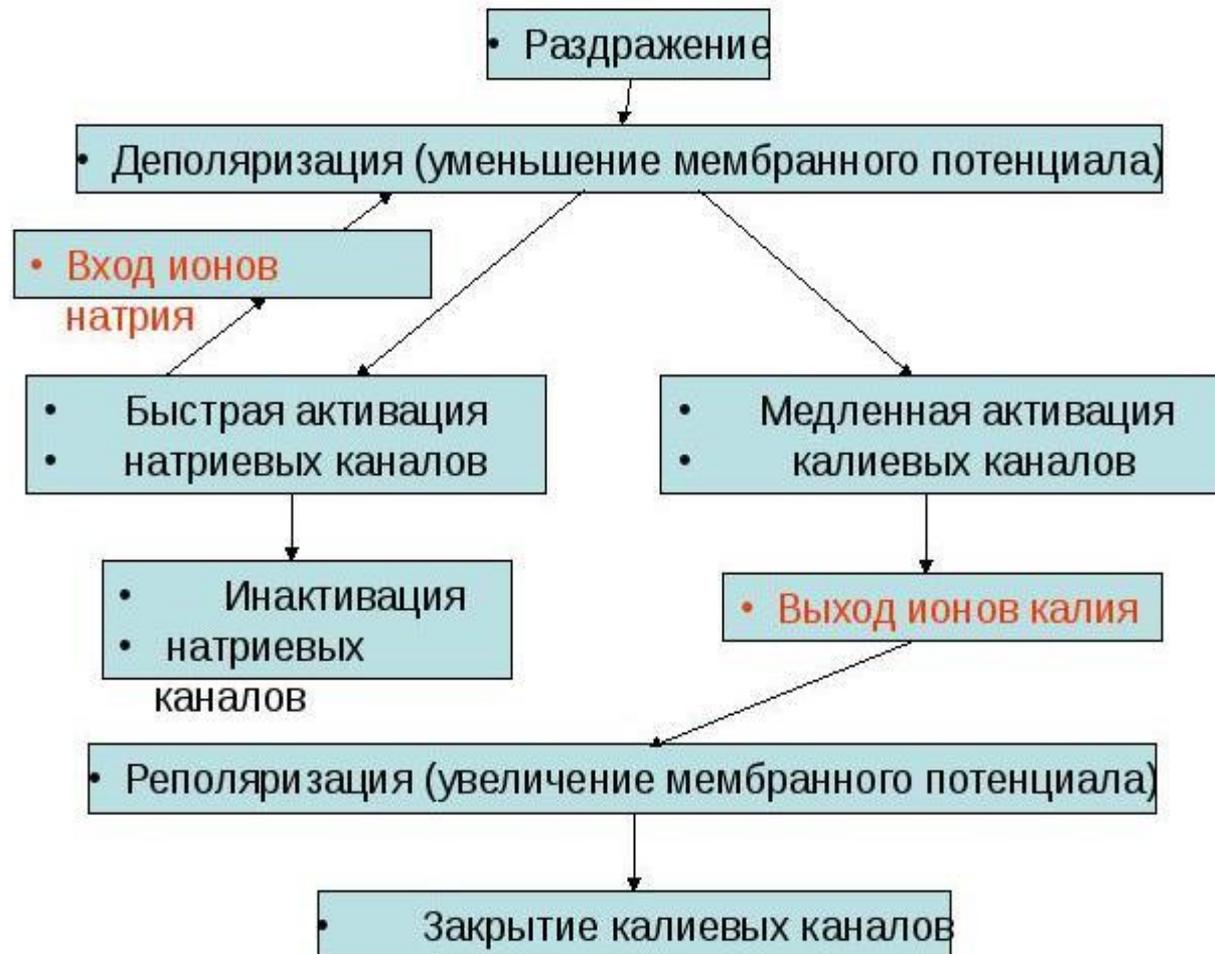
Входящий ток переносится ионами натрия, а выходящий — ионами калия.

Натриевый ток развивается быстро, а **калиевый** — медленно.

Натриевый ток быстро уменьшается (инактивация), а **калиевый** — нет.



Связь работы ионных каналов с фазами потенциала действия.



Свойства потенциала действия

- Вызывается сверхпороговым раздражением
- Амплитуда не зависит от силы раздражения
- Распространяется по всей мембране не затухая
- Связан с увеличением ионной проницаемости мембраны (открытием ионных каналов)
- Не суммируется

**Спасибо за
внимание**