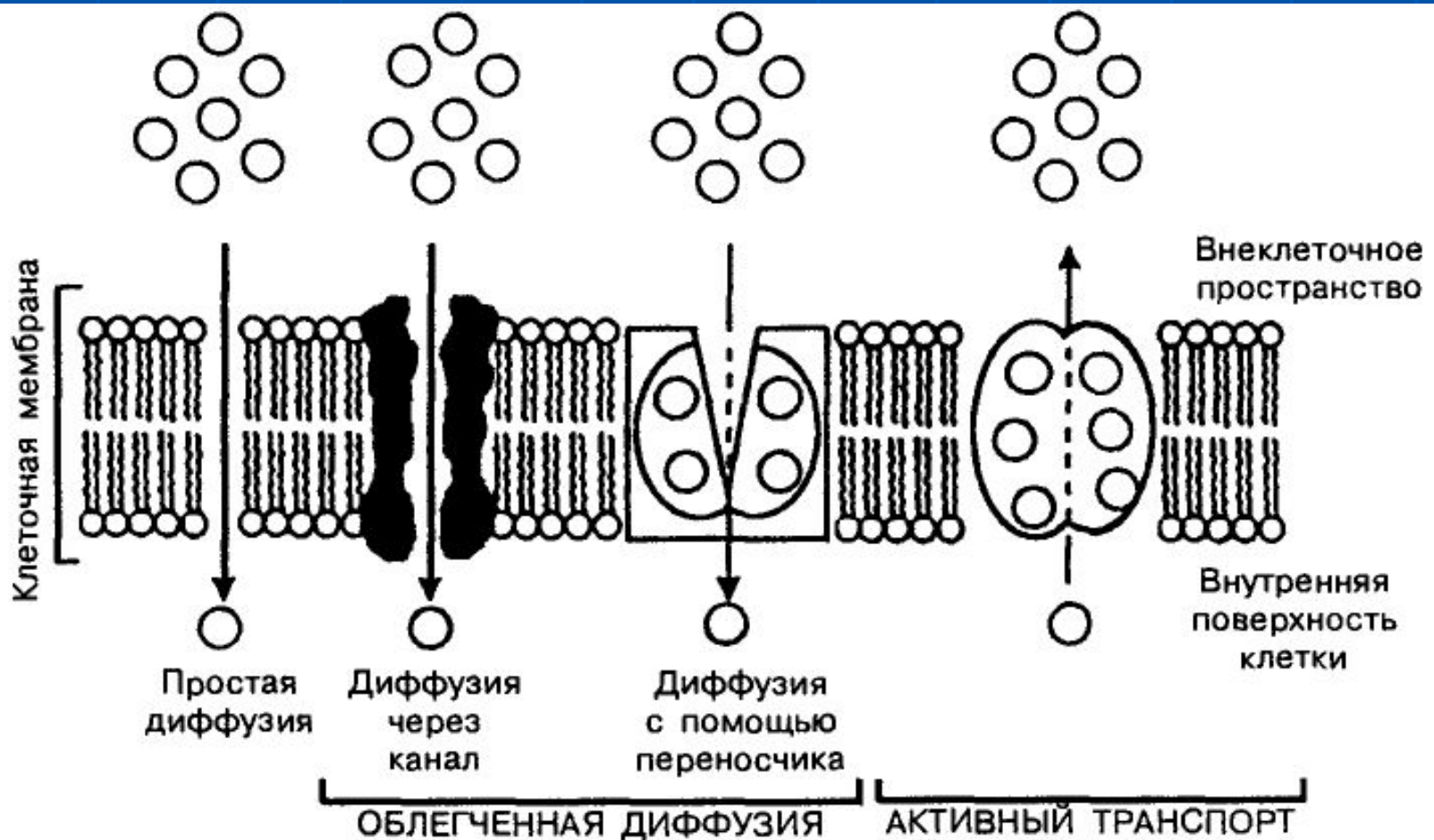


# Транспорт веществ через мембрану

# Механизмы прохождения веществ через клеточную мембрану



# Основные процессы, с помощью которых вещества проникают через мембрану

- Простая диффузия
- Облегченная диффузия (другое название: диффузия опосредованная переносчиком)
- Активный транспорт

# Диффузия -

это ненаправленное движение, посредством которого молекула пересекает клеточную мембрану по электрохимическому градиенту

# Свойства простой диффузии

- Диффузия происходит по электрохимическому градиенту
- Скорость диффузии линейно зависит от градиента концентрации вещества
- На диффузию не расходуется энергия

# Облегченная диффузия

это процесс переноса  
вещества через мембрану  
путем взаимодействия с  
транспортными белками

# Свойства облегченной диффузии

- Происходит по электрохимическому градиенту
- Вещества связываются с белком-переносчиком, который в процессе переноса вещества испытывает обратимые конформационные изменения
- Ограниченный по скорости и насыщаемый процесс
- Энергия на диффузию не расходуется

# Активный транспорт

это прохождение веществ  
через клеточную мембрану  
против электрохимического  
градиента



# Свойства активного транспорта

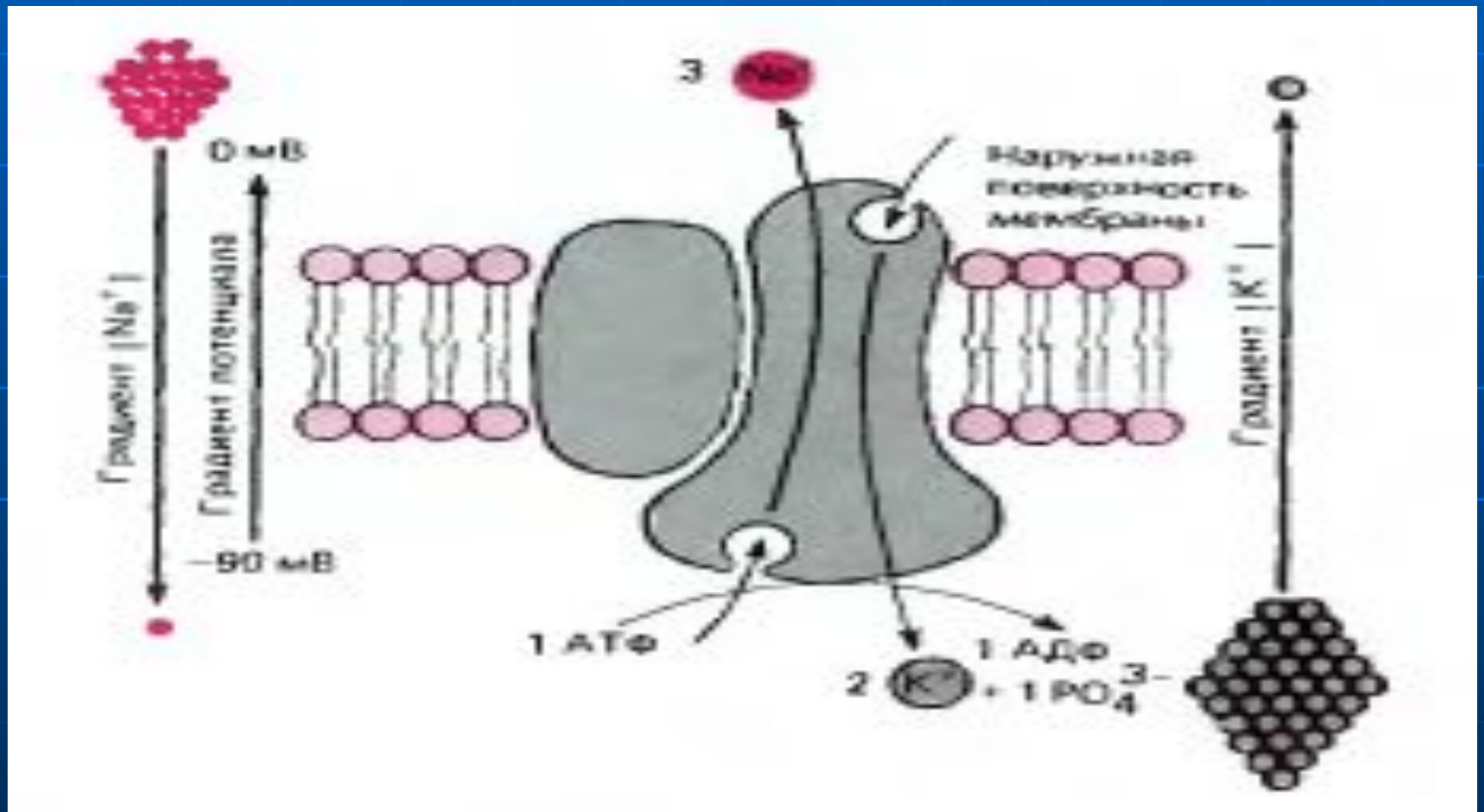
- Вещества перемещаются против электрохимического градиента
- Для обмена веществ необходим транспортный белок
- Это ограниченный по скорости и насыщаемый процесс
- Для энергетического обеспечения процесса требуется гидролиз аденозинтрифосфата (АТФ)

# Типы активного транспорта

- **Первичный активный транспорт** происходит за счет энергии, образующейся непосредственно при гидролизе АТФ или других энергетических фосфатов.
- **Вторичный активный транспорт** происходит за счет энергии, создаваемой при помощи первичного активного транспорта из-за неодинаковой концентрации ионов по разные стороны мембраны

- Прототипом активного транспорта считают Na/K насос. Он состоит из двух  $\alpha$ -субъединиц, которые образуют основной транспортный белок, и двух добавочных  $\beta$ -субъединиц. Цитоплазматическая сторона  $\alpha$ -субъединицы связывает одну молекулу АТФ и 3 иона внутриклеточного  $\text{Na}^+$ , которые затем обменивает на 2 иона внеклеточного  $\text{K}^+$ .

# Схема Na/K-насоса – АТФазы



- Na/K-насос называют **электрогенным механизмом обмена**, поскольку обмен трех внутриклеточных ионов  $\text{Na}^+$  на два внеклеточных иона  $\text{K}^+$  изменяет суммарный внутриклеточный заряд на  $-1$ .

# Сравнительный состав внутриклеточной и внеклеточной жидкости

КОМПОНЕНТ	КОНЦЕНТРАЦИЯ ВНУТРИ КЛЕТКИ	КОНЦЕНТРАЦИЯ ВНЕ КЛЕТКИ
Na <sup>+</sup>	14 мЭкв/л	140 мЭкв/л
K <sup>+</sup>	140 мЭкв/л	4 мЭкв/л
Ca <sup>2+</sup>	10 <sup>-7</sup> М (свободный)	2,5 мЭкв/л
Cl <sup>-</sup>	10 мЭкв/л	110 мЭкв/л
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10 мЭкв/л	20 мЭкв/л
Глюкоза	100 мг/дл	≈ 10 ммоль/л
Осмолярность	295 мОсм/л	295 мОсм/л
pH	≈ 7,1	7,4

# Ионные каналы

- это специализированные белки клеточной мембраны, образующие гидрофильный проход, по которому заряженные ионы могут пересекать клеточную мембрану по электрохимическому градиенту.

# Градиент

- это пространственно ориентированные количественные отличия в тех или иных физиологических или морфологических свойствах организма, изменяющиеся на каждом из этапов его развития.



# Основные различия ионного канала и поры

- **Мембранные поры** – это щели между молекулами липидов, которые обеспечивают простую диффузию в мембране.
- **Ионные каналы** – это пути с воротами, которые могут находиться в открытом или закрытом состоянии и регулировать скорость потока через мембрану.

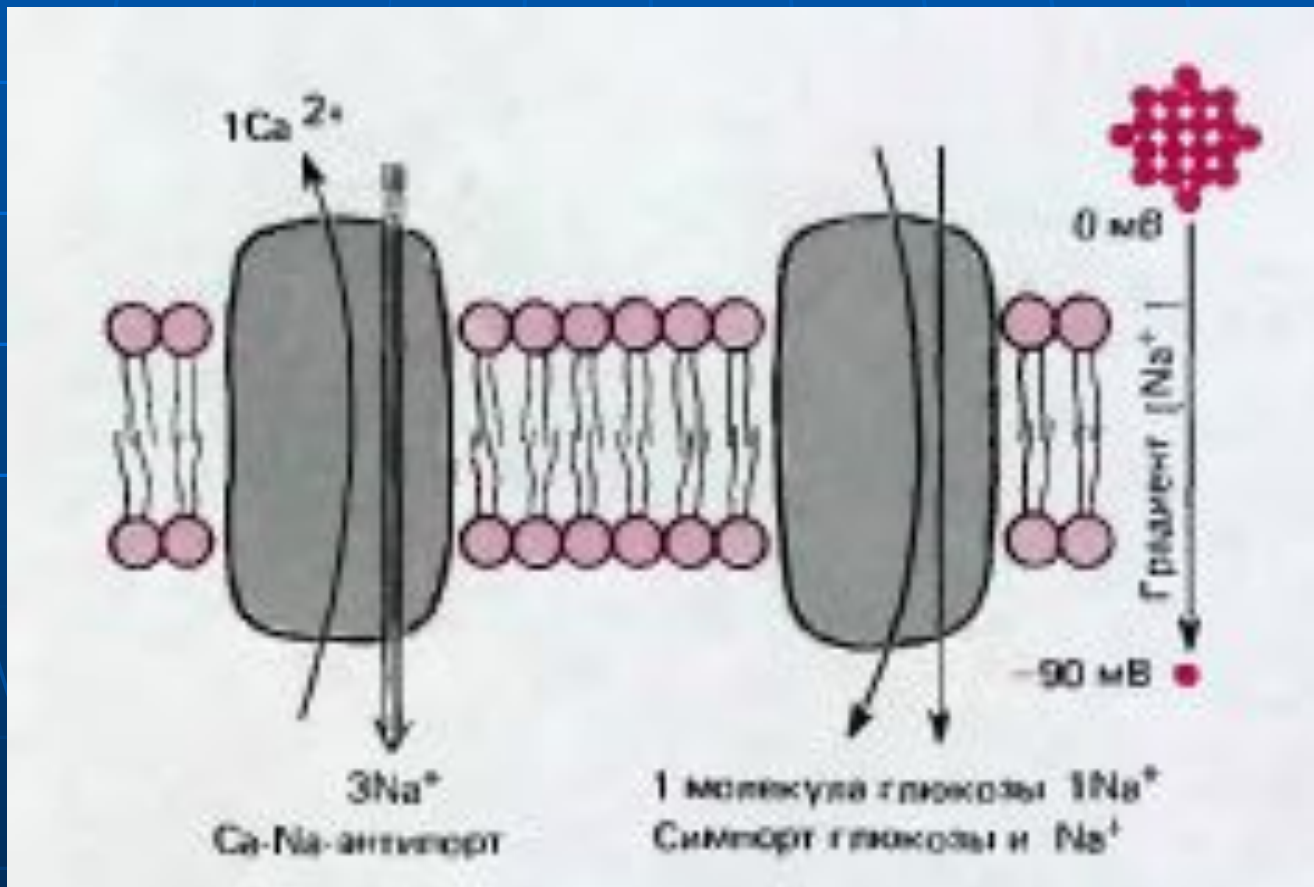
# Конформационные состояния ионного канала

- **Состояние покоя** – канал закрыт, но готов к открытию в ответ на химический или электрический импульс.
- **Состояние активации** – канал открыт и обеспечивает прохождение ионов.
- **Состояние инактивации** – канал закрыт неспособен к активации.

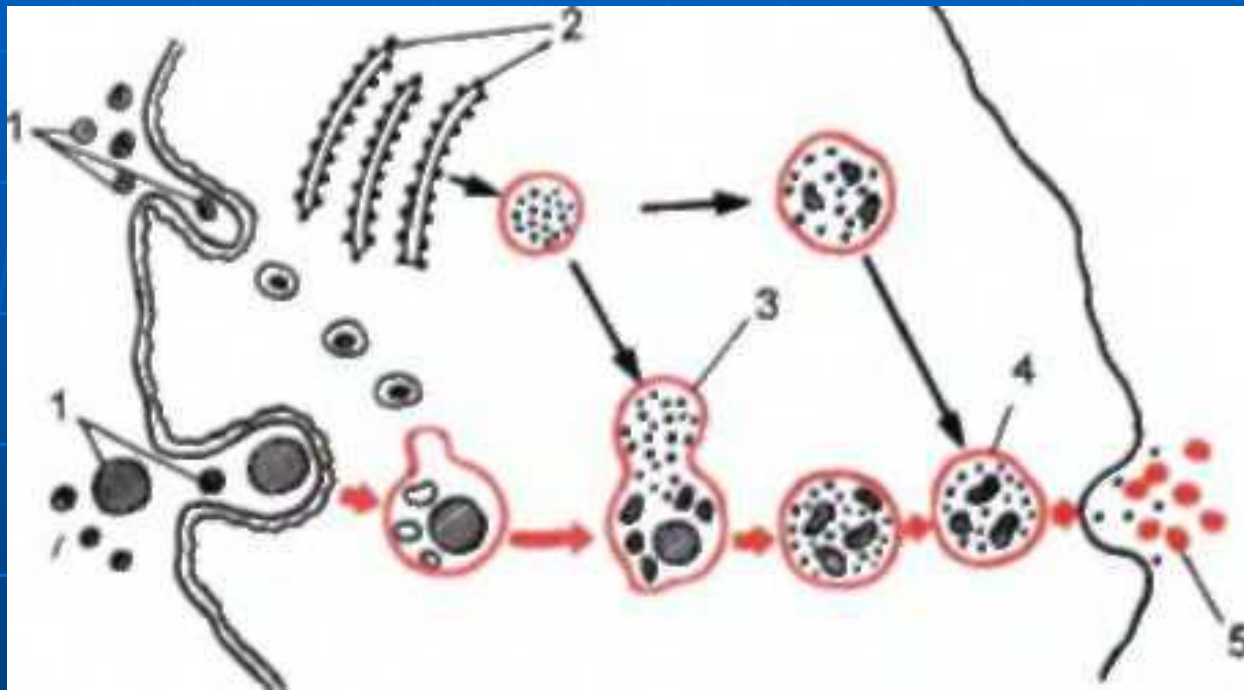
# Формы вторичного ионного транспорта

- **Симпорт** происходит, если два вещества перемещаются через клеточную мембрану однонаправлено с помощью одного и того же энергозависимого белка-переносчика.
- **Антипорт** – это одновременный перенос двух веществ в противоположных направлениях через клеточную мембрану с помощью одного белка переносчика.

# Симпорт и антипорт веществ



# Микровезикулярный транспорт



- 1- захват частиц путем пиноцитоза
- 2 – формирование лизосом из элементов эндоплазматической сети
- 3 – изменение ферментов лизосом в пиноцитозные вакуоли
- 4 – ферментативное расщепление содержимого вакуолей
- 5 – выделение продуктов расщепления