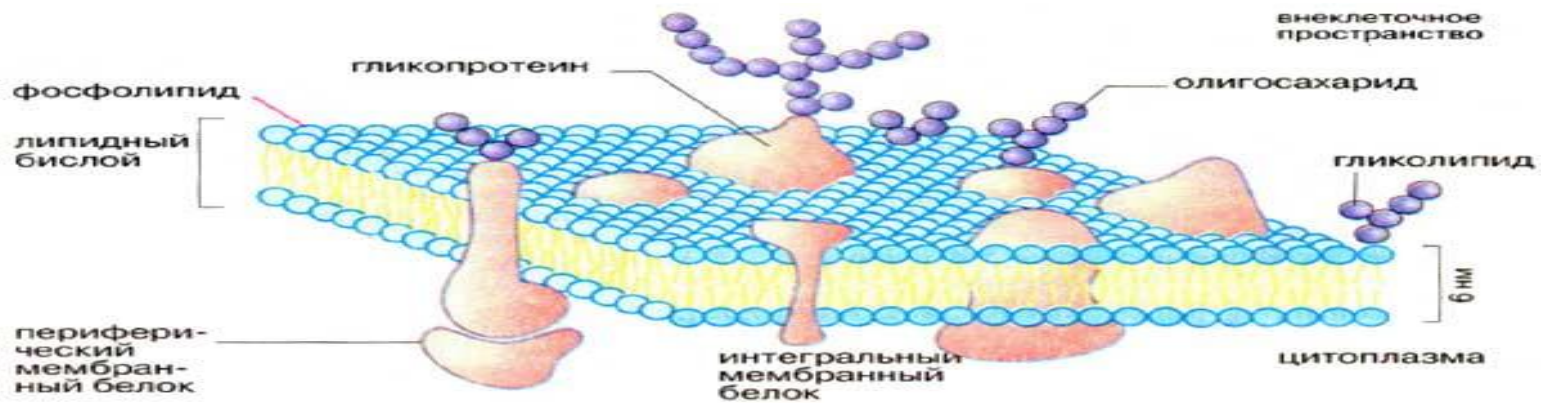


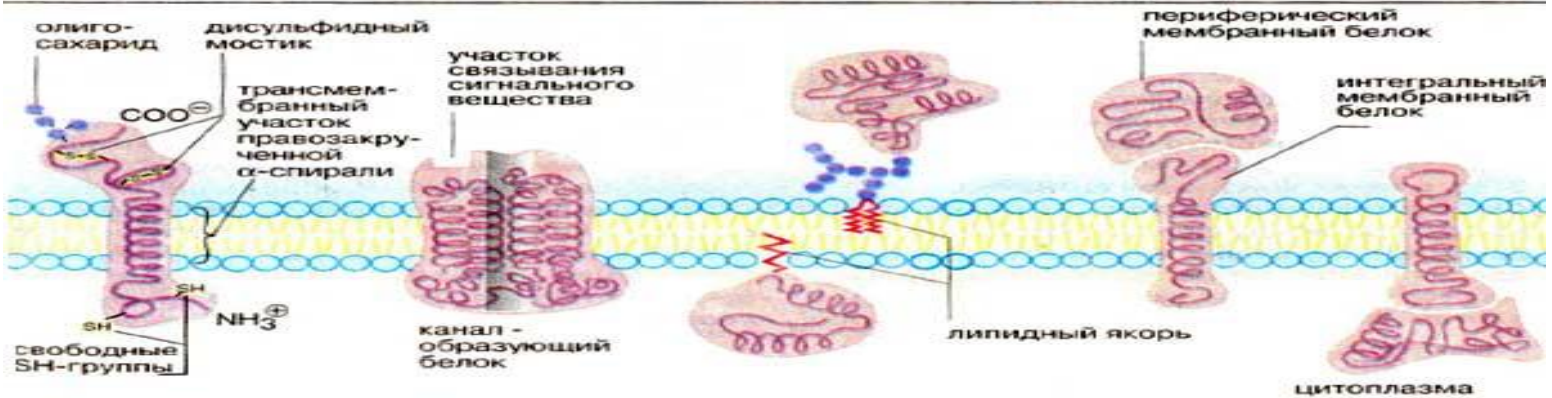
# **БИОМЕМБРАНЫ**



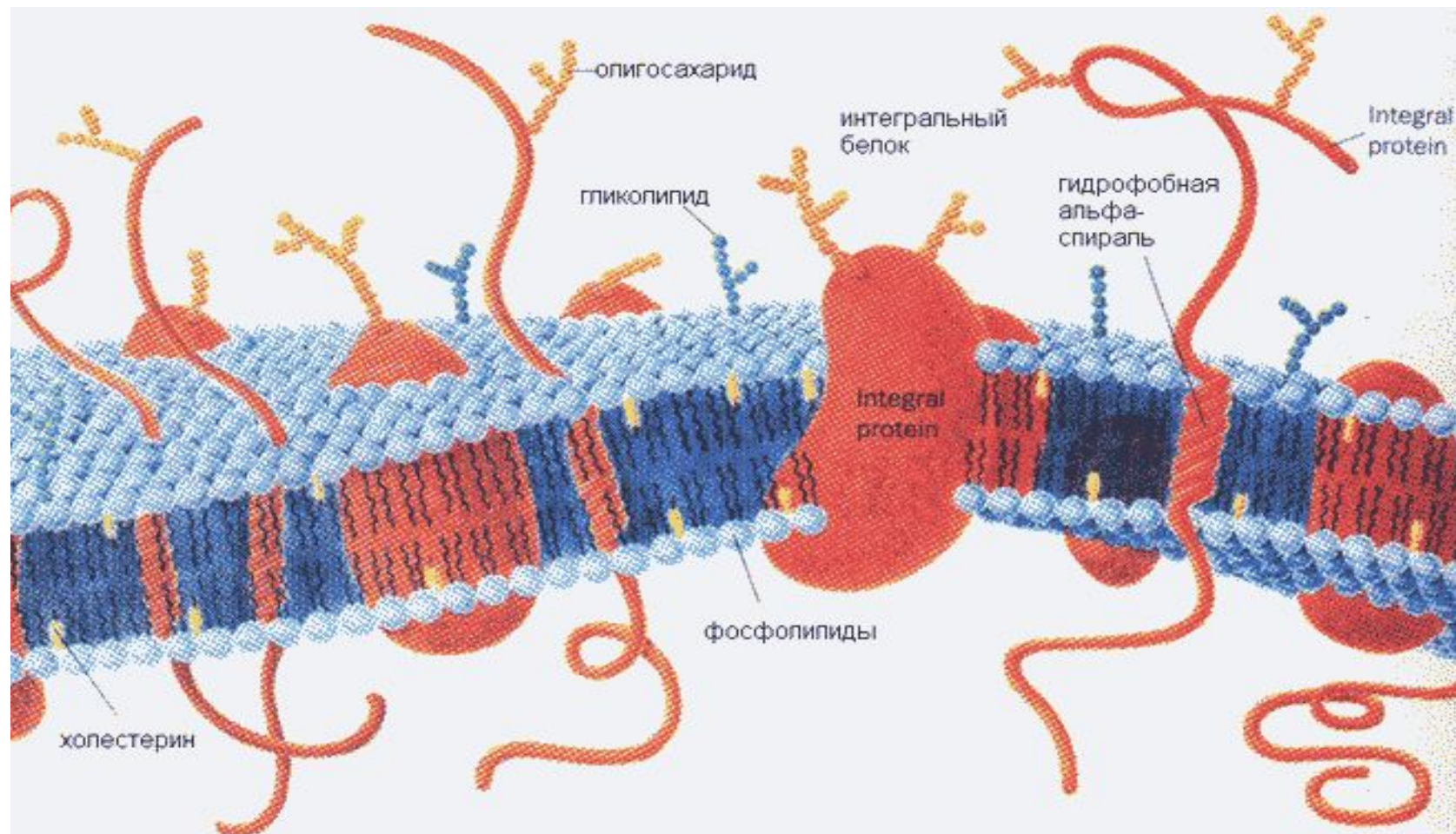
### А. Структура плазматической мембраны



### Б. Мембранные липиды



### В. Мембранные белки



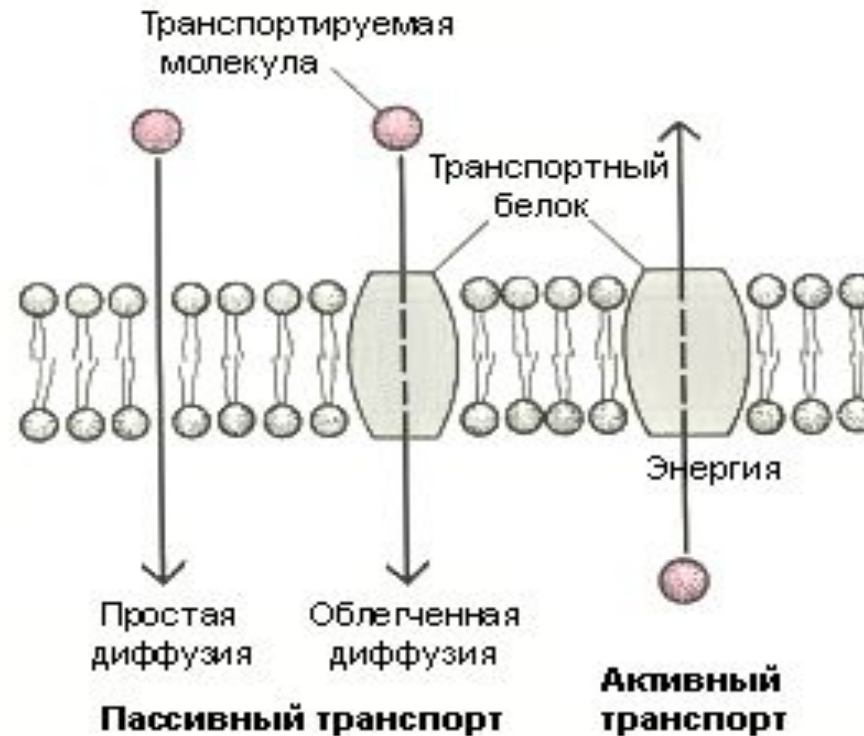
# Синтез клеточных мембран

- Мембраны не образуются *de novo*.
- Строятся все клеточные мембраны (кроме мембран митохондрий и пластид) в **гранулярном эндоплазматическом ретикулуме**.

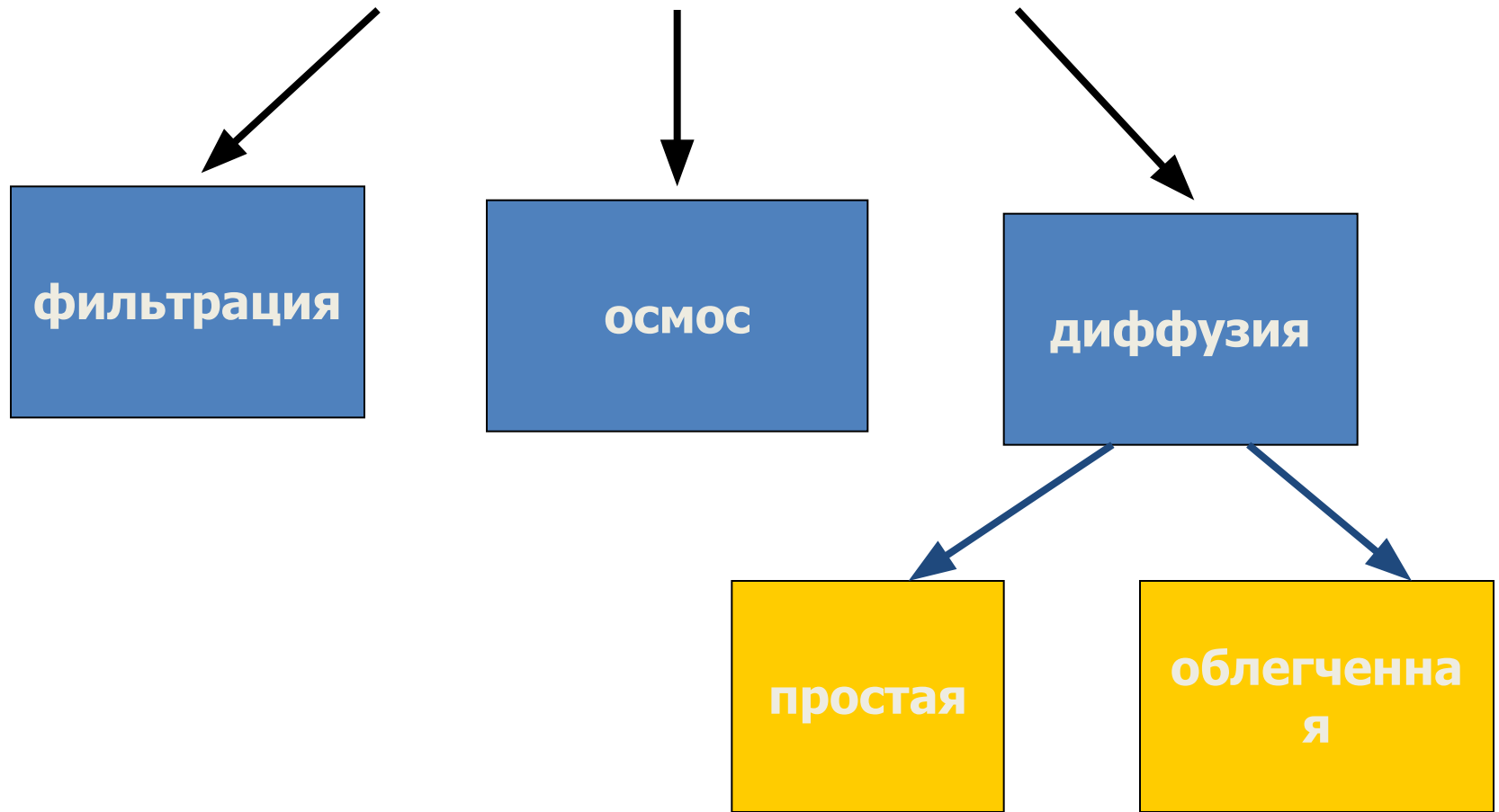
# Основные функции биомембран

- **Барьерная функция**
- **Трансмембранный перенос ионов**
- **Осмотическая функция**
- **Структурная функция**
- **Энергетическая функция**
- **Биосинтетическая функция**
- **Рецепторно-регуляторная**
- **Участие в секреторных процессах**

Различают **пассивный** и **активный** транспорт веществ.



# Пассивный транспорт



**Осмоз-** это диффузия воды из мест с ее большей концентрацией в места с меньшей концентрацией.

**Простая диффузия** - транспорт веществ в сторону меньшей концентрации (по градиенту концентрации).

Может осуществляться через:

- Поры в липидном бислое
- Белковые поры

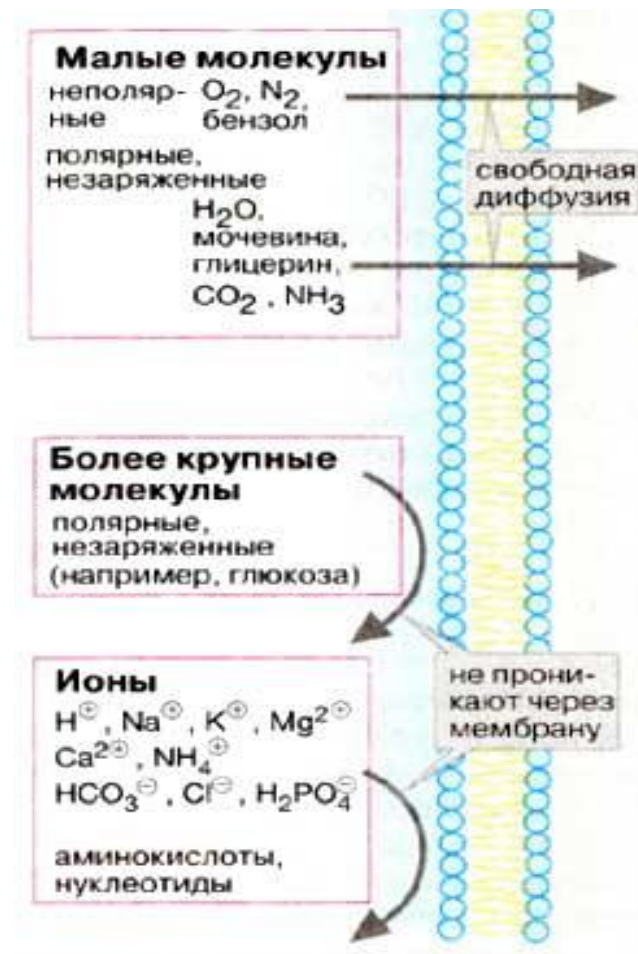
**Облегченная диффузия** происходит при участии молекул переносчиков по градиенту концентрации

- С подвижным переносчиком
- С фиксированным переносчиком



# Трансмембранный транспорт мелких молекул

- Хорошо растворимые в липидной фазе мембраны неполярные вещества: **органические и жирные кислоты, эфиры** – легко проходят через мембрану.
- Плохо проходят такие полярные вещества как **неорганические соли, сахара, аминокислоты**



**Активный транспорт** – транспорт веществ против градиента концентрации, протекающий с затратой энергии

За счет активного транспорта в организме создаются

- **разности концентраций,**
- **разности электрических потенциалов**
- **разности давления**

поддерживающие жизненные процессы. Активный транспорт удерживает организм в неравновесном состоянии, т.к. равновесие – смерть организма.

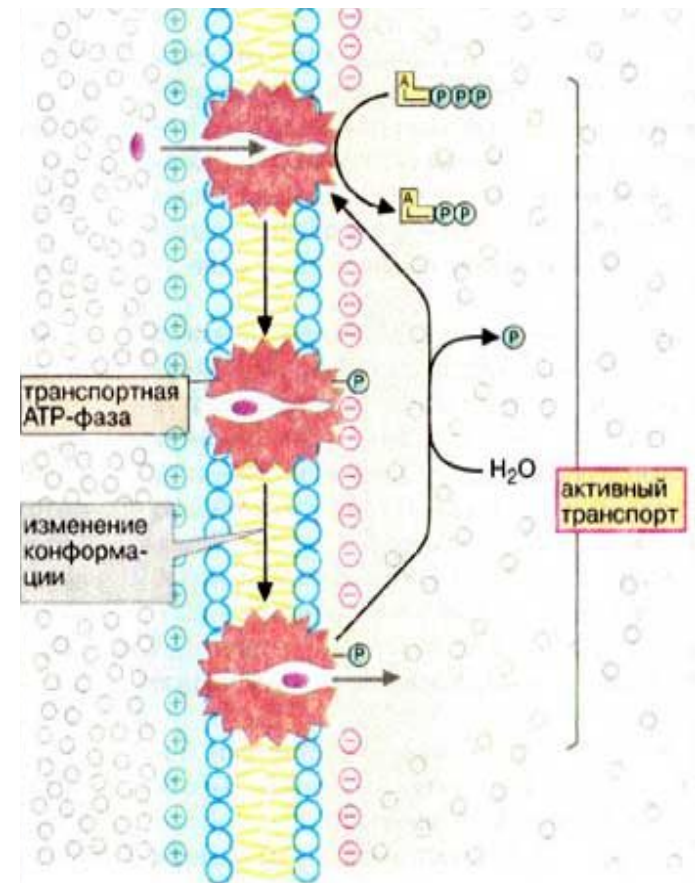
## Существует 3 типа электрогенных ионных насосов:

- **$K^+$  -  $Na^+$  - АТФ-аза,**
- **$Ca^{2+}$  - АТФ-аза,**
- **$H^+$  - АТФ-аза.**

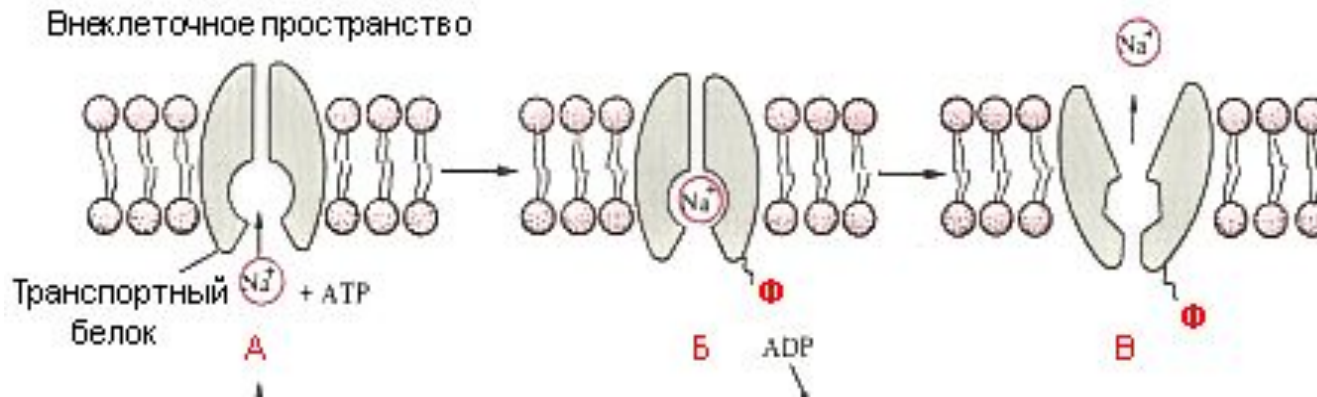
Перенос ионов транспортными **АТФ-азами** происходит в следствии сопряжения процессов переноса с химическими реакциями за счет энергии метаболизма клеток.

При работе  **$K^+$  -  $Na^+$  - АТФ-азы** за счет энергии, освобождающиеся при гидролизе молекулы АТФ, в клетку переносится **2 иона  $K^+$**  и одновременно из клетки выкачивается **3 иона  $Na^+$** .

**$Ca^{2+}$  - АТФ-аза** обеспечивает активный перенос **2-х ионов  $Ca^{2+}$** , а протонная помпа -  **$H^+$  - АТФ-аза** – **2-х протонов** на одну молекулу АТФ.

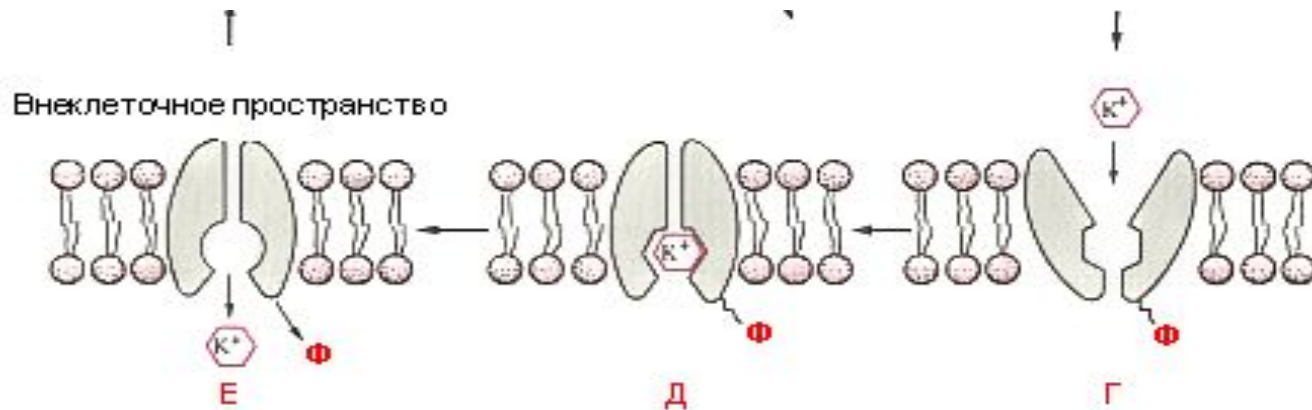


# Молекулярный механизм работы **K<sup>+</sup> - Na<sup>+</sup> - АТФ-азы**



1. Образование комплекса фермента с **АТФ** на внутренней поверхности мембраны. Эта реакция активируется ионами **Mg<sup>2+</sup>**.
2. **(А)** Связывание комплексом 3-х ионов **Na<sup>+</sup>**
3. **(Б)** Фосфорилирование фермента. Реакция с участием АТФ, в результате которой фосфатная группа (P) присоединяется к ферменту, а **АДФ** высвобождается.
4. **(В)** Фосфорилирование индуцирует изменение конформации фермента (происходит переворот фермента внутри мембраны), что приводит к высвобождению ионов **Na<sup>+</sup>** за пределами клетки.

# Молекулярный механизм работы **K<sup>+</sup> - Na<sup>+</sup> - АТФ-азы**

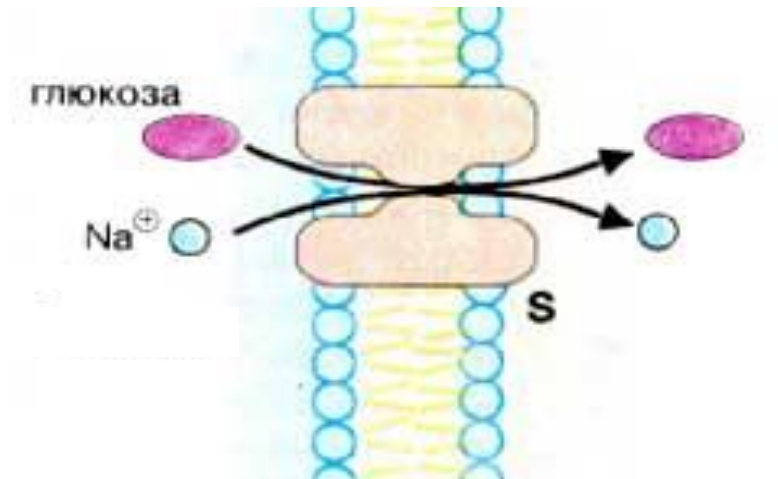
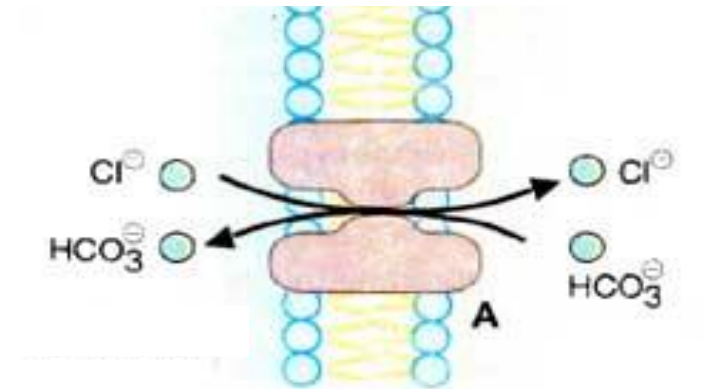
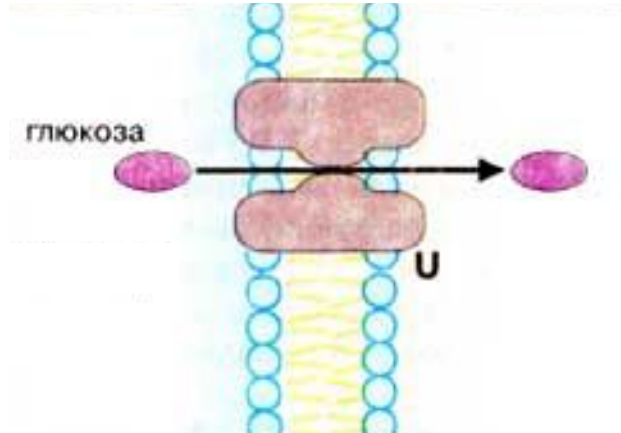


5. **(Г)** 2 иона  $K^+$  во внеклеточном пространстве связывается с ферментом, который в этой форме более приспособлен для соединения с ионами  $K^+$ , чем с ионами  $Na^+$ .
6. **(Д)**, обратный переворот ферментного комплекса с переносом ионов  $K^+$  внутрь клетки
7. **(Е)** Фосфатная группа отщепляется от фермента, вызывая восстановление первоначальной формы, а ион  $K^+$  высвобождается в цитоплазму.

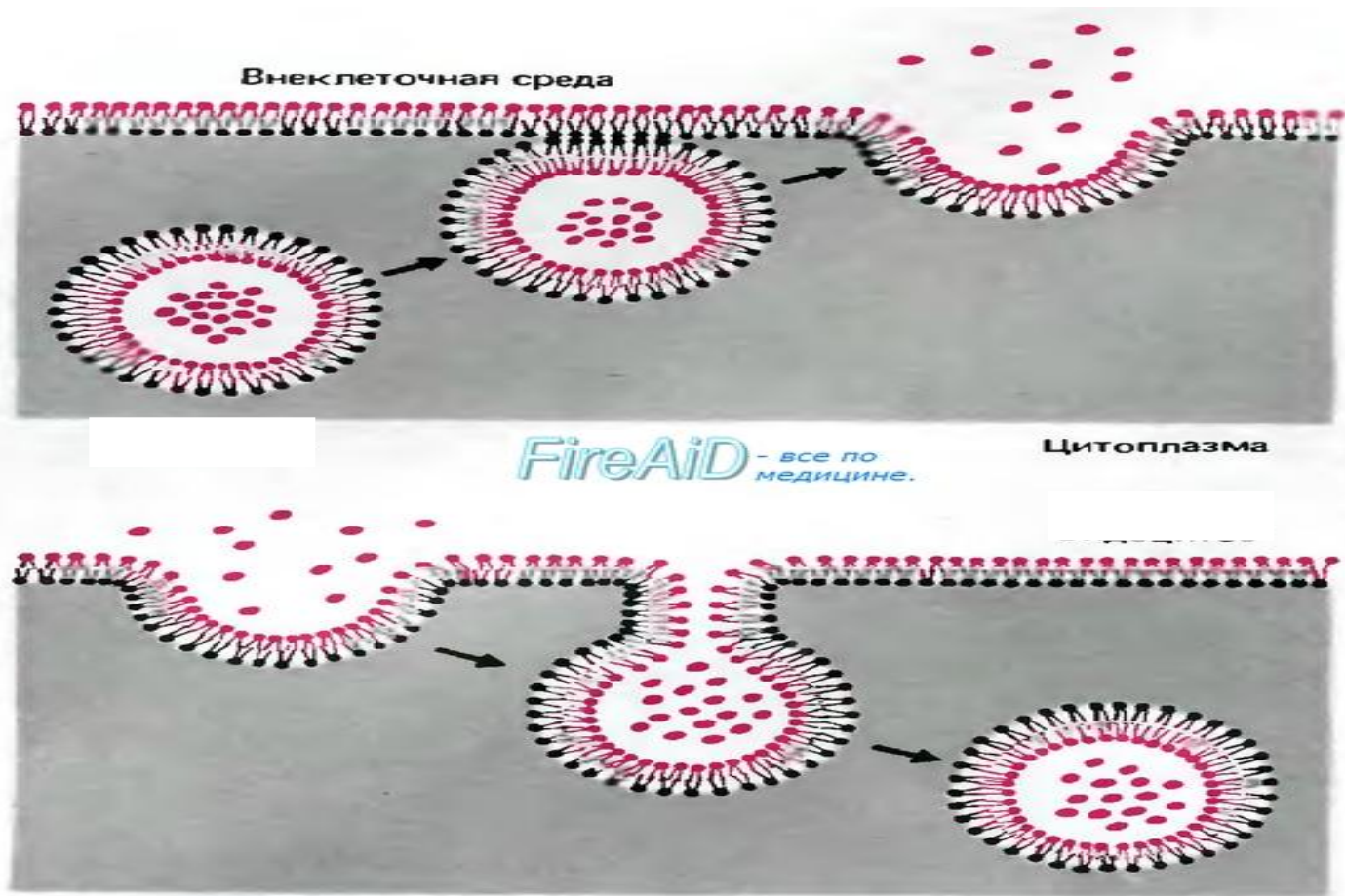
# ВТОРИЧНЫЙ АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

- Накопление веществ сопряжено не с гидролизом АТФ, а с работой окислительно-восстановительных ферментов или фотосинтезом. Транспорт в этом случае опосредован мембранным потенциалом (МП) и/или градиентом концентрации ионов при наличии в мембране специфических переносчиков.

# СХЕМЫ ВТОРИЧНОГО АКТИВНОГО ТРАНСПОРТА



# ТРАНСМЕМБРАННЫЙ ТРАНСПОРТ КРУПНЫХ МОЛЕКУЛ





# ВИДЫ ЭНДОЦИТОЗА



# Транспорт сахаров

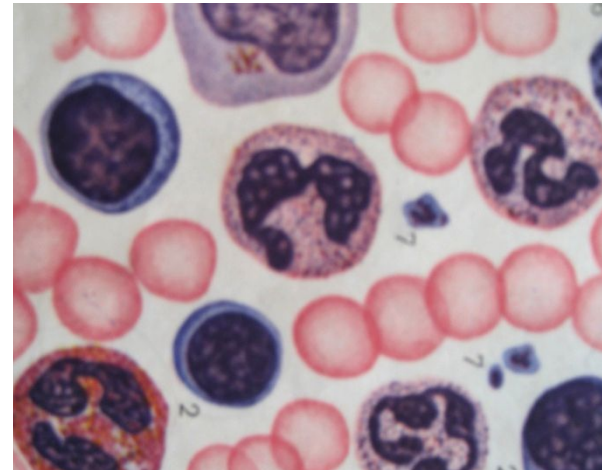
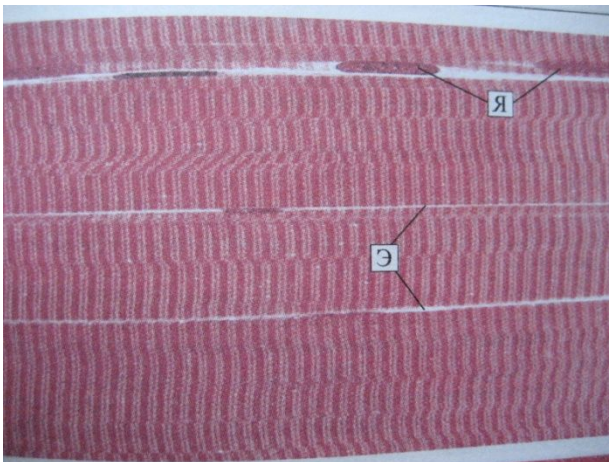
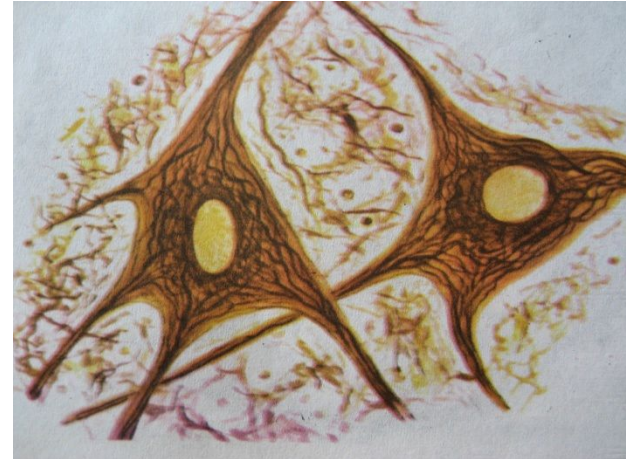
В эпителии кишечника и почечных канальцев транспорт некоторых сахаров является **активным** и требует затрат энергии.

Выход сахаров из клеток в лимфу и кровь протекает **пассивно** по градиенту концентрации.



# Пассивный транспорт сахаров

В эритроцитах, жировых, нервных, мышечных клетках транспорт сахаров является **пассивным**, происходит по градиенту концентрации и идет до тех пор пока концентрация сахара в клетке и среде не выровняется.



# Стимуляторы транспорта сахаров

- **Инсулин** повышает скорость проникновения сахаров, но только тех, которые и без него проникают, но только медленно.

# Ингибиторы транспорта сахаров

## **Флоретин и флорицин**

(гликозиды, содержащиеся в коре яблони, груши или вишни) тормозят транспорт всех проникающих сахаров, снимают стимулирующий эффект инсулина и ингибиторов обмена; конкурируют с сахарами, блокируя их переносчики.

## **Тиоловые яды (ртуть, свинец, мышьяк, кадмий, сурьма)**

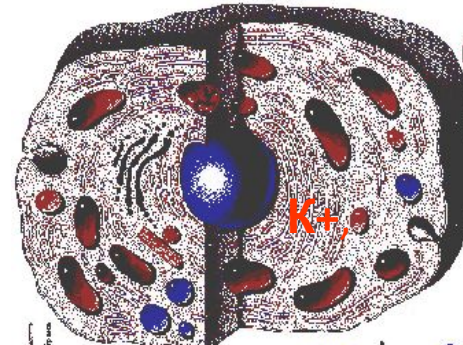
**и наркотики** тормозят транспорт сахаров (в основе не лежит конкуренция).

# Транспорт воды

- Клетки содержат очень много воды (в растительных клетках – до **95%**).
- Все клетки хорошо проницаемы для воды, скорость ее проникновения значительно выше, чем других веществ, кроме газов.
- Наличие в клетках электрических зарядов (ионов), таких как **K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>** повышает подвижность молекул воды. (**отрицательная гидратация**).
- Ионы **Na<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, OH<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>** обладают **положительной гидратацией**
- Механизм движения воды в основном представляет собой **пассивный перенос по осмотическому градиенту**.

# Транспорт минеральных ИОНОВ

- В клетке преобладают ионы  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $P$ , а в среде – ионов  $Na^+$ ,  $Cl^-$ .
- Внутри клетки минеральные вещества распределяются между цитоплазмой и органоидами также неравномерно.
- Минеральные ионы быстрее проникают в те клетки, которые имеют более высокий уровень метаболизма.
- Одновалентные анионы проникают быстрее в клетку, чем двухвалентные.



$Na^+$

# Транспорт органических КИСЛОТ

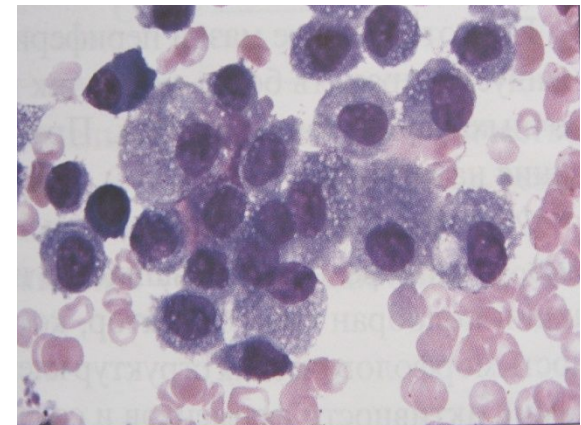
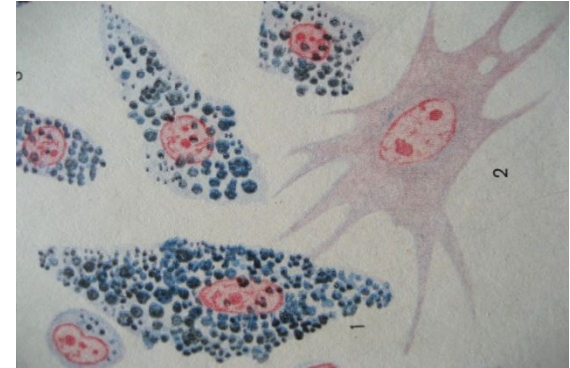
- Все **аминокислоты** проникают в клетки, особенно в быстро растущие. Транспорт и аккумуляция аминокислот обеспечивается работой специальных транспортных систем (вторичный активный транспорт по типу симпорта).
- **Аскорбиновая кислота** хорошо проникает в клетки и может в них накапливаться.
- Способность **жирных кислот** проникать в клетки растет с увеличением количества атомов углерода в молекуле до **6**. Увеличение сверх 6 приводит к снижению скорости проникновения в клетки.

Муравьиная	C=1	↑ у в е л и ч е н и е ↓
Уксусная	C=2	
Пропионовая	C=3	
Масляная	C=4	
Валериановая	C=5	
Капроновая	C=6	

Гептановая	C=7	↓ снижение
Каприловая	C=8	

# Транспорт красителей

- **Витальные красители** – органические неэлектролиты. Органическая часть молекулы, несущая хромофорную группу, от которой зависит цвет окраски, у **основных красителей** является катионом, а у **кислотных** – анионом.
- **Кислотные красители** плохо проникают в клетки
- **Основные красители** хорошо проникают в клетки и накапливаются в них.
- При возбуждении или повреждении клетки окрашиваемость витальными красителями повышается



Метастазы рака в костный мозг



*Молодцы!*