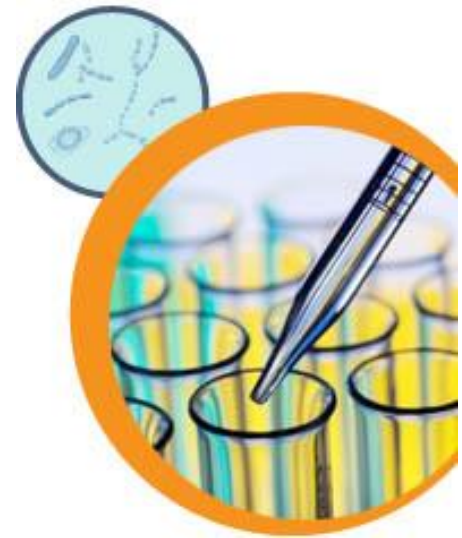
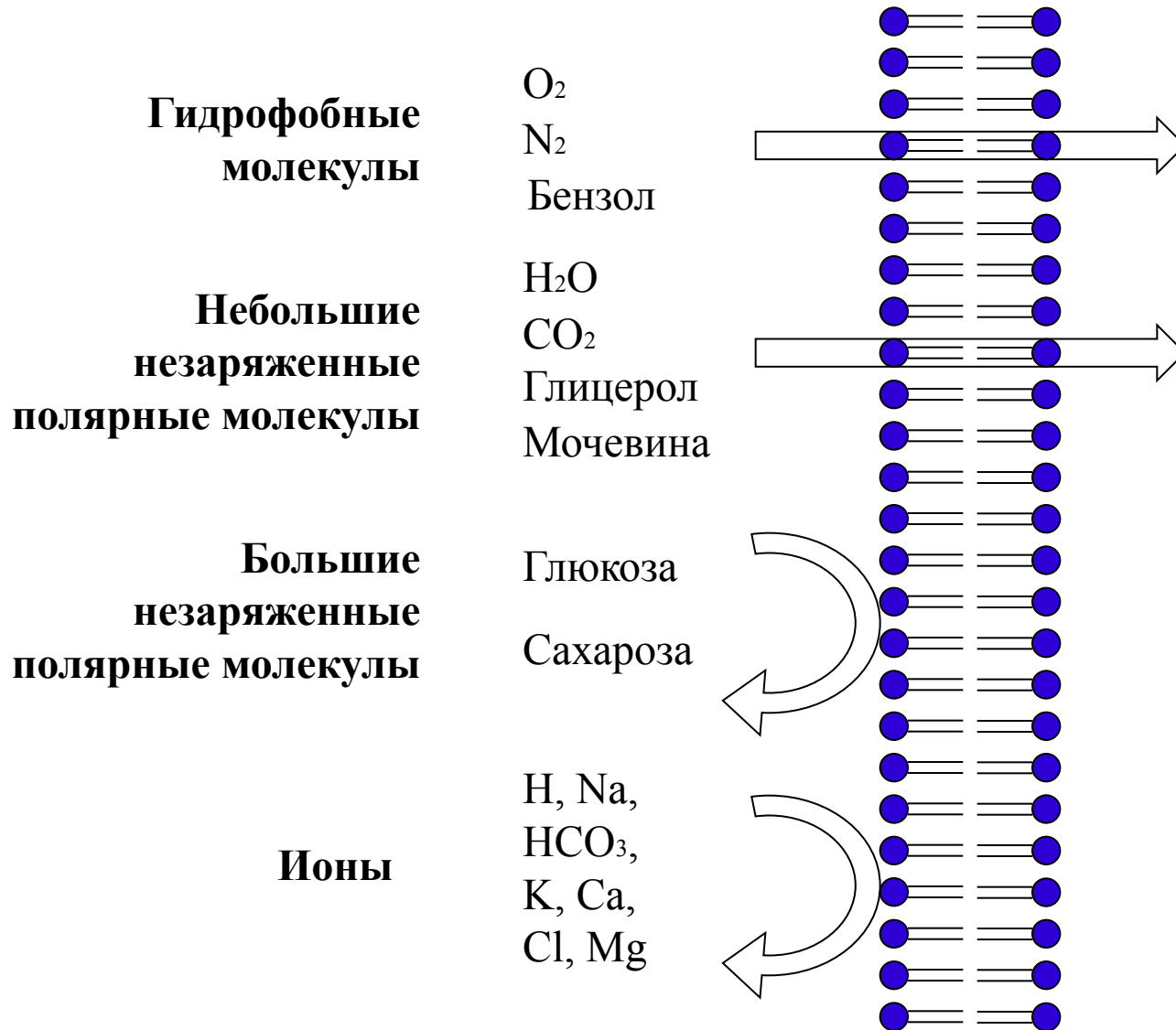


# Функции цитоплазматической мембраны.

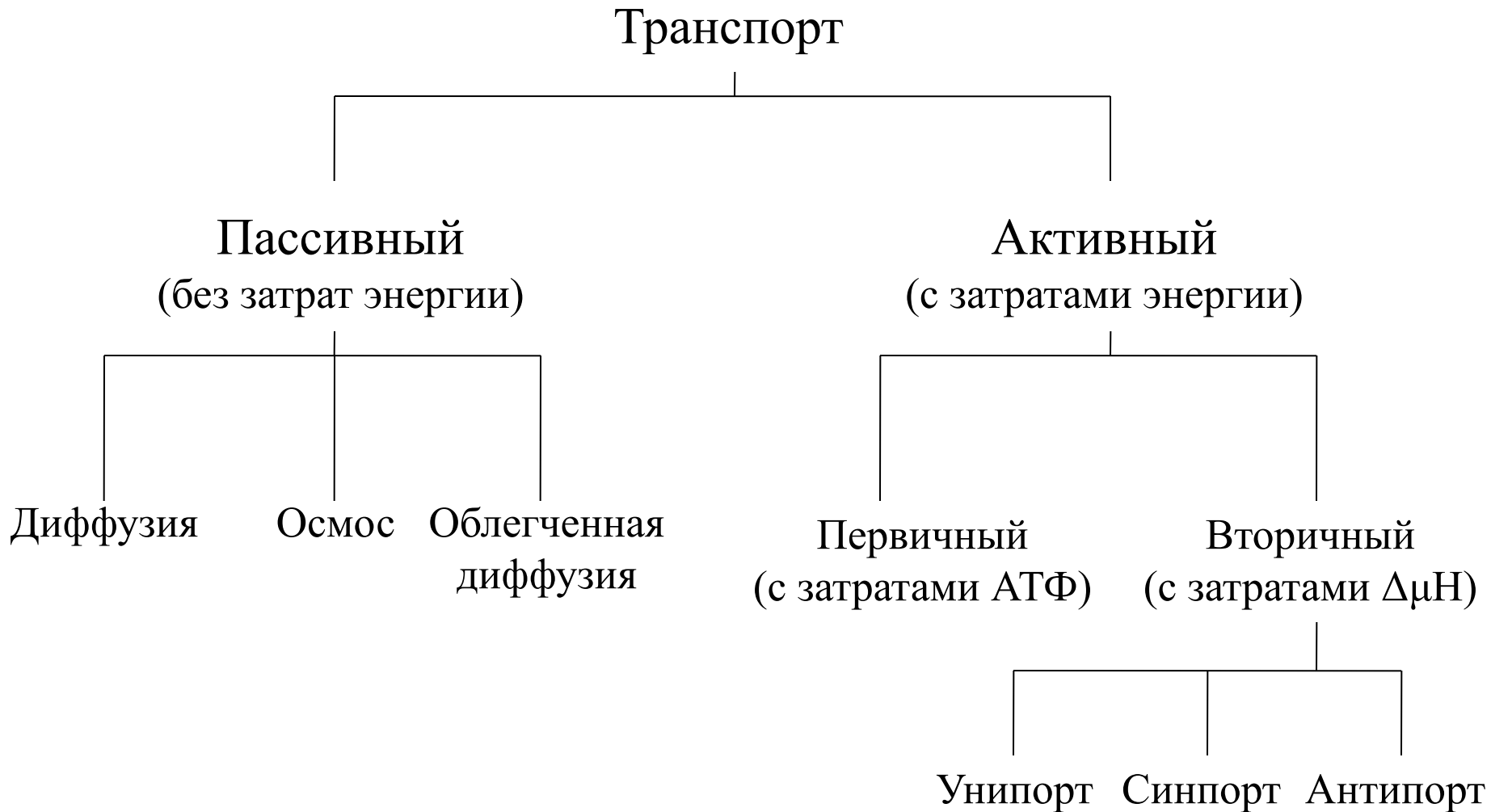
Цитология микроорганизмов



# Относительная проницаемость липидного бислоя для различных классов молекул

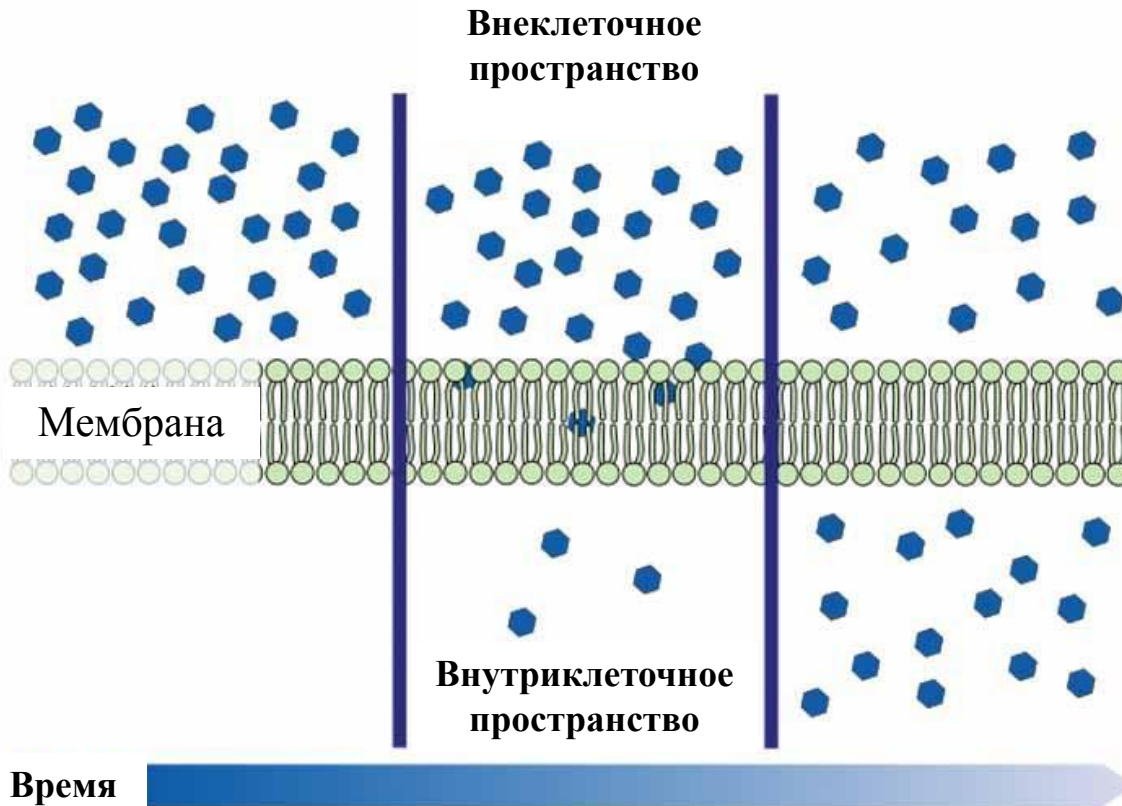


# Виды транспорта веществ через цитоплазматическую мембрану



# Пассивный транспорт

Это перенос веществ из мест с большим значением электрохимического потенциала к местам с его меньшим значением

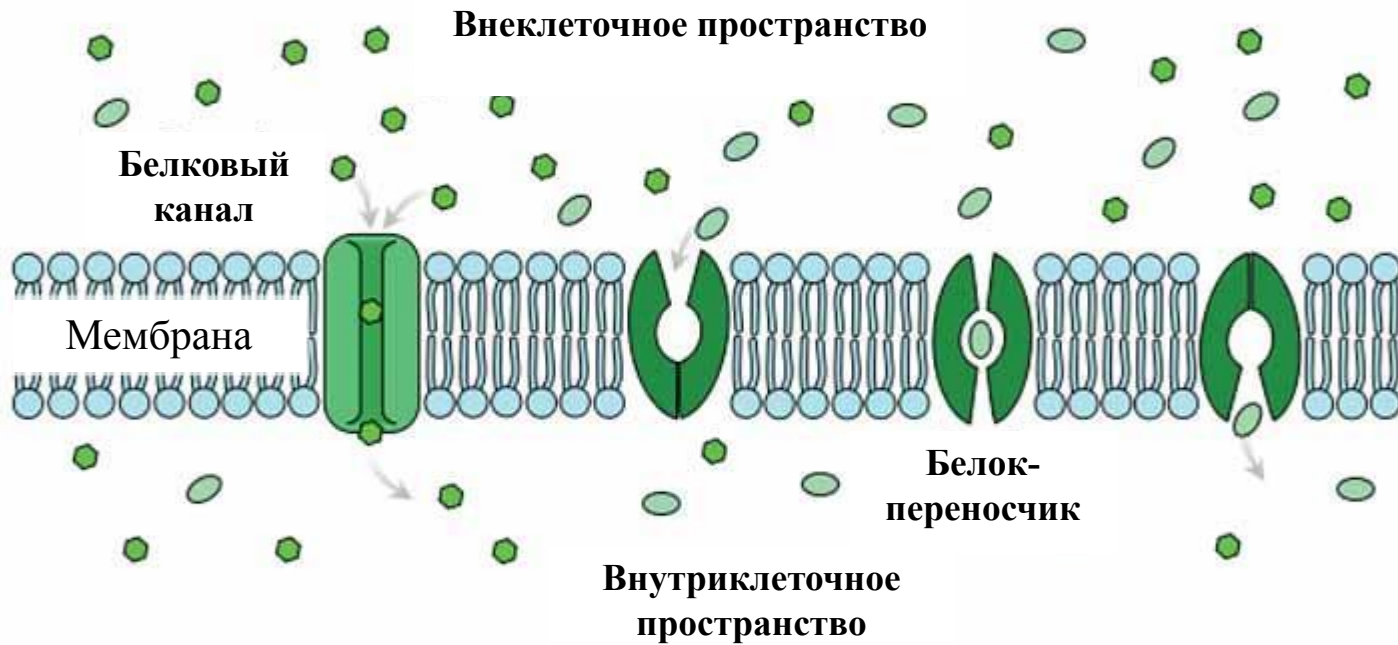


Диффузия – это самопроизвольное перемещение вещества по градиенту концентрации (кислород, углекислый газ, спирты, жирные кислоты)

Чем меньше молекула и чем меньше она образует водородных связей, тем быстрее она диффундирует через мембрану

# Облегченная диффузия

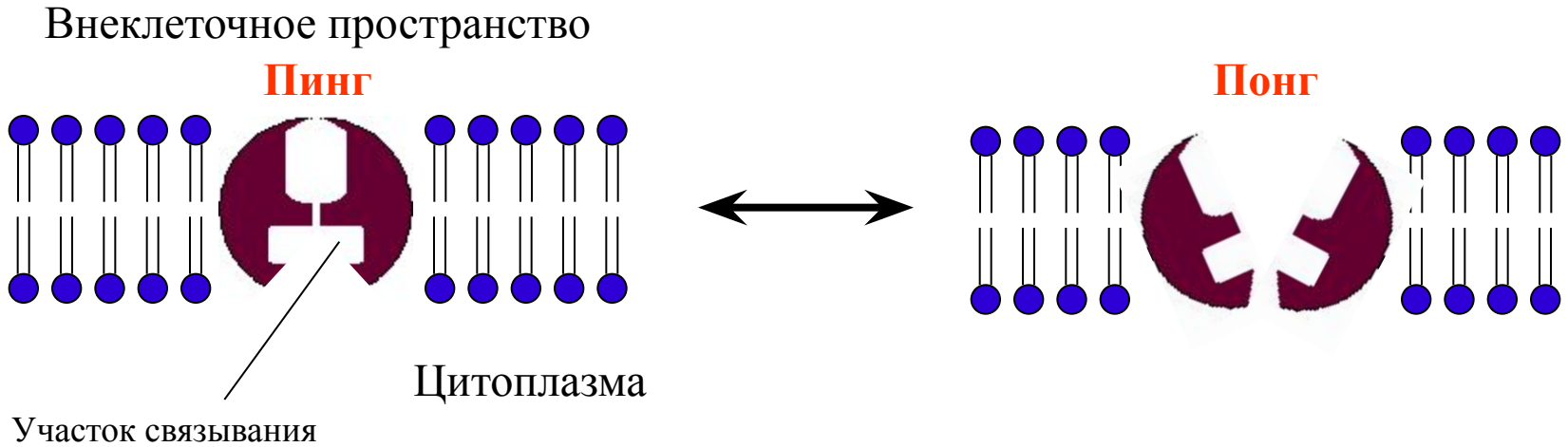
Это перенос веществ из мест с большим значением электрохимического потенциала к местам с его меньшим значением с помощью специальных белков



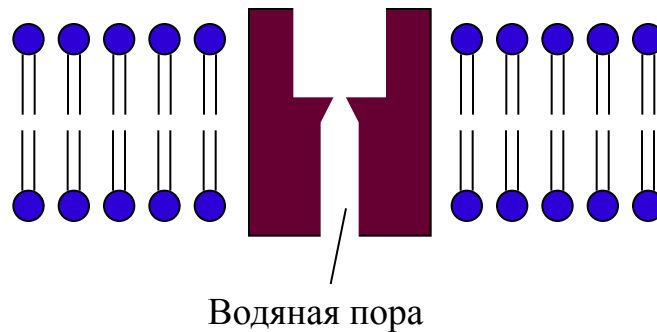
Переносятся гидрофильные вещества, характеризующиеся низкими скоростями диффузии через мембрану

Принцип сходен с ферментативной реакцией

# Схематическое изображение двух классов мембранных транспортных белков



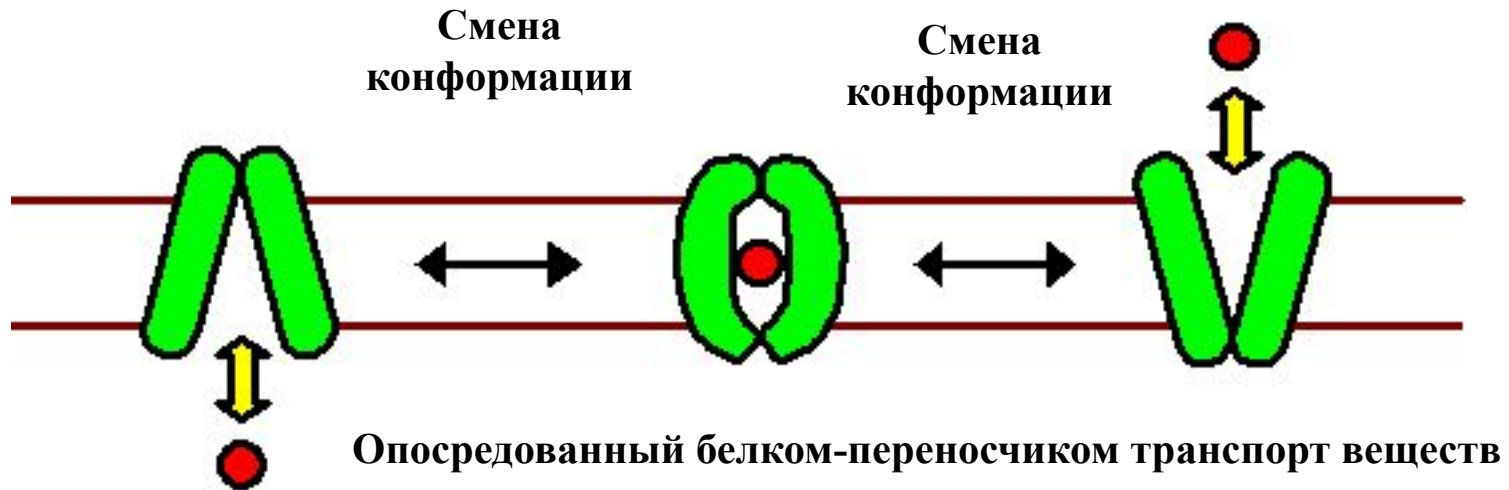
## Белок-переносчик



## Белковый канал

# Характеристика белков-переносчиков

**Белки-переносчики работают циклически меняя конформацию,** при этом связывающий участок оказывается доступным либо на внутренней стороне мембраны, либо на наружной.

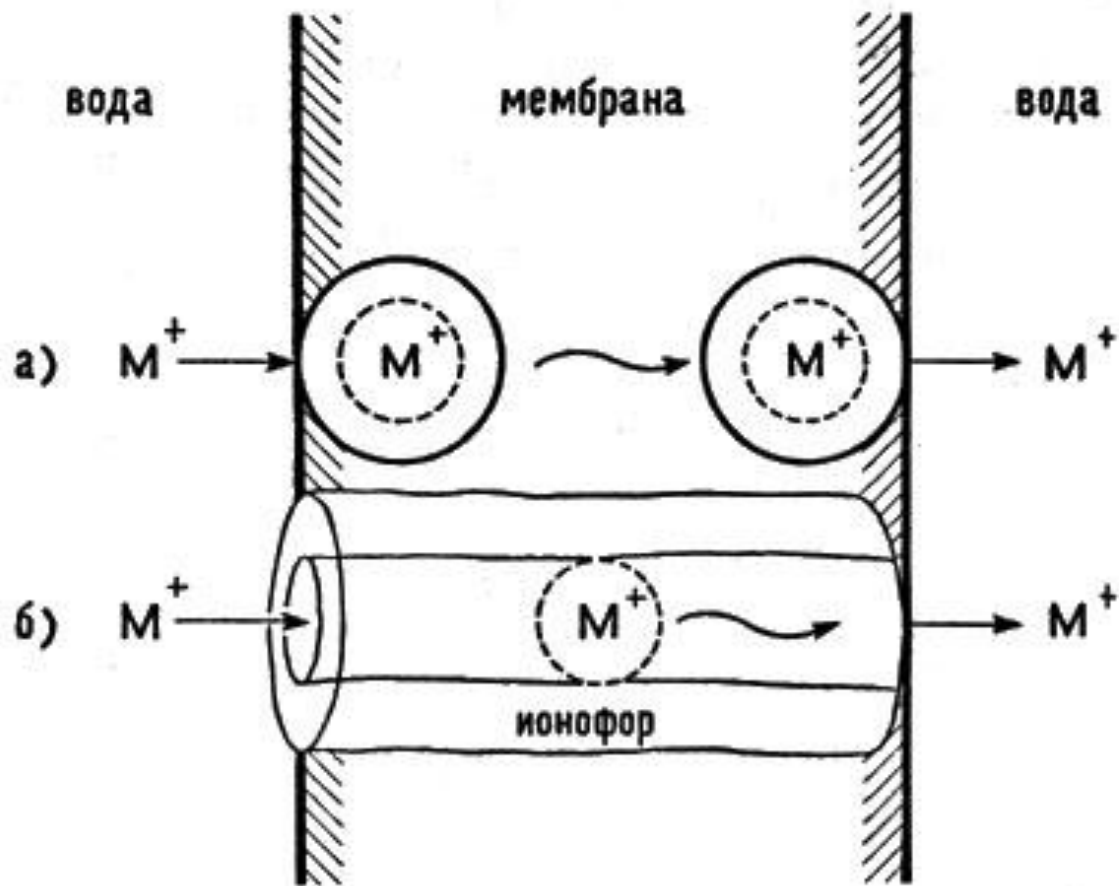


Они могут принимать промежуточную конформацию, при которой участок связывания окажется недоступным ни для одной фазы среды.

Транспорт таким методом осуществляется быстрее, чем простая диффузия, но медленнее, чем перенос через белковые каналы.

Белок переносчик обычно транспортирует одну молекулу или несколько ионов, тогда как через канал одновременно проходят сотни и тысячи ионов

# Схема работы переносчиков ионов - ионофоров

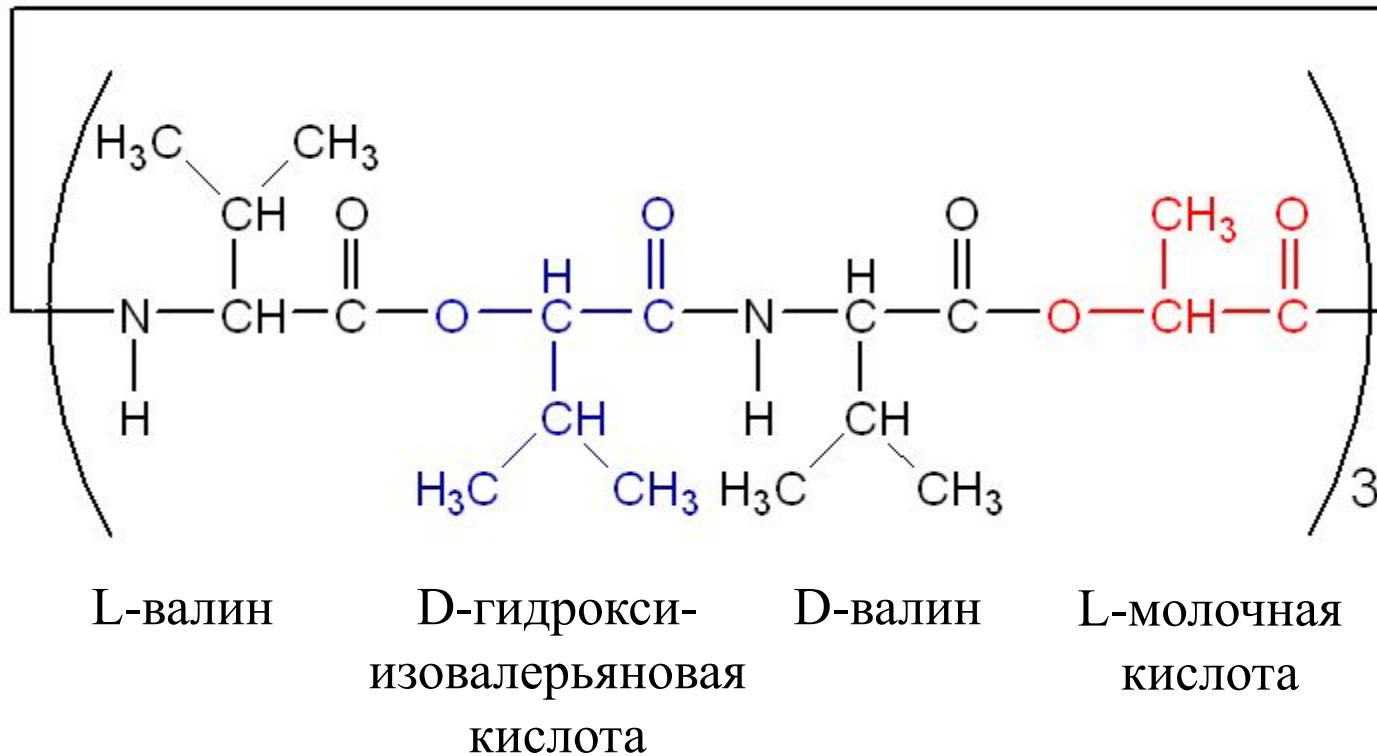


а - подвижный переносчик (валиномицин);

б - перенос с помощью канала (грамицидин)



# Валиномицин



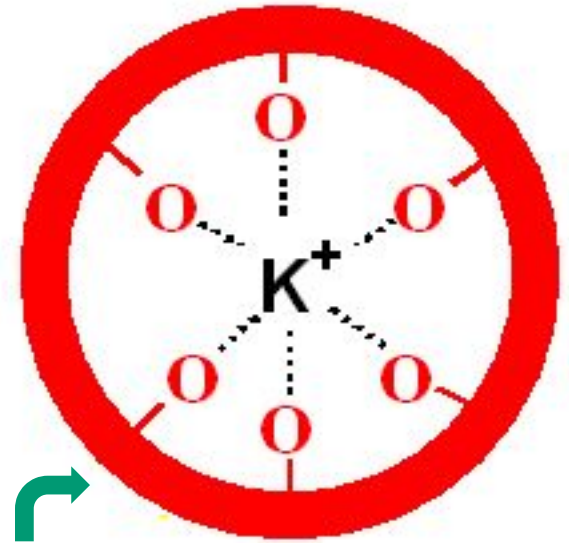
Представляет собой переносчик ионов  $K^+$ .

Это кольцевая молекула, состоящая из трех одинаковых субъединиц

# Избирательность валиномицина

Сжатое кольцо, стабилизированное посредством водородных связей, позволяет валиномицину плотно окружать один негидратированный ион  $K^+$ .

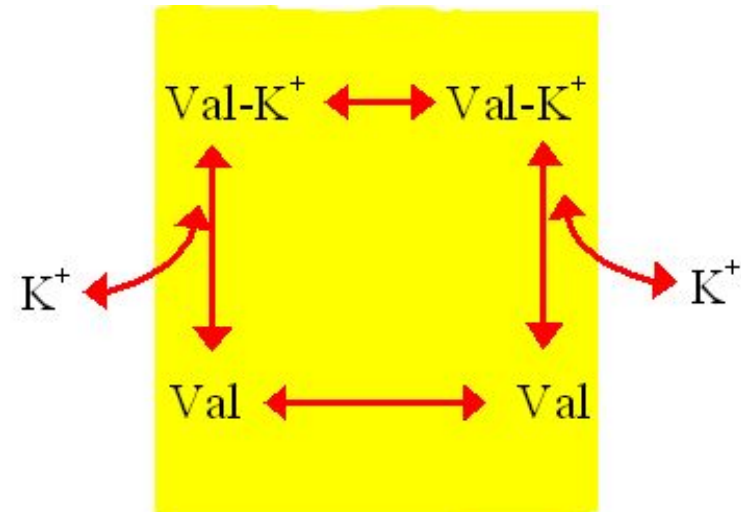
Шесть атомов кислорода взаимодействуют со связанным ионом  $K^+$ , заменяя атомы кислорода молекул гидратирующей воды.



Гидрофобное  
кольцо

Валиномицин **высокоспецифичен** по отношению к ионам  $K^+$  по сравнению с ионами  $Na^+$ .

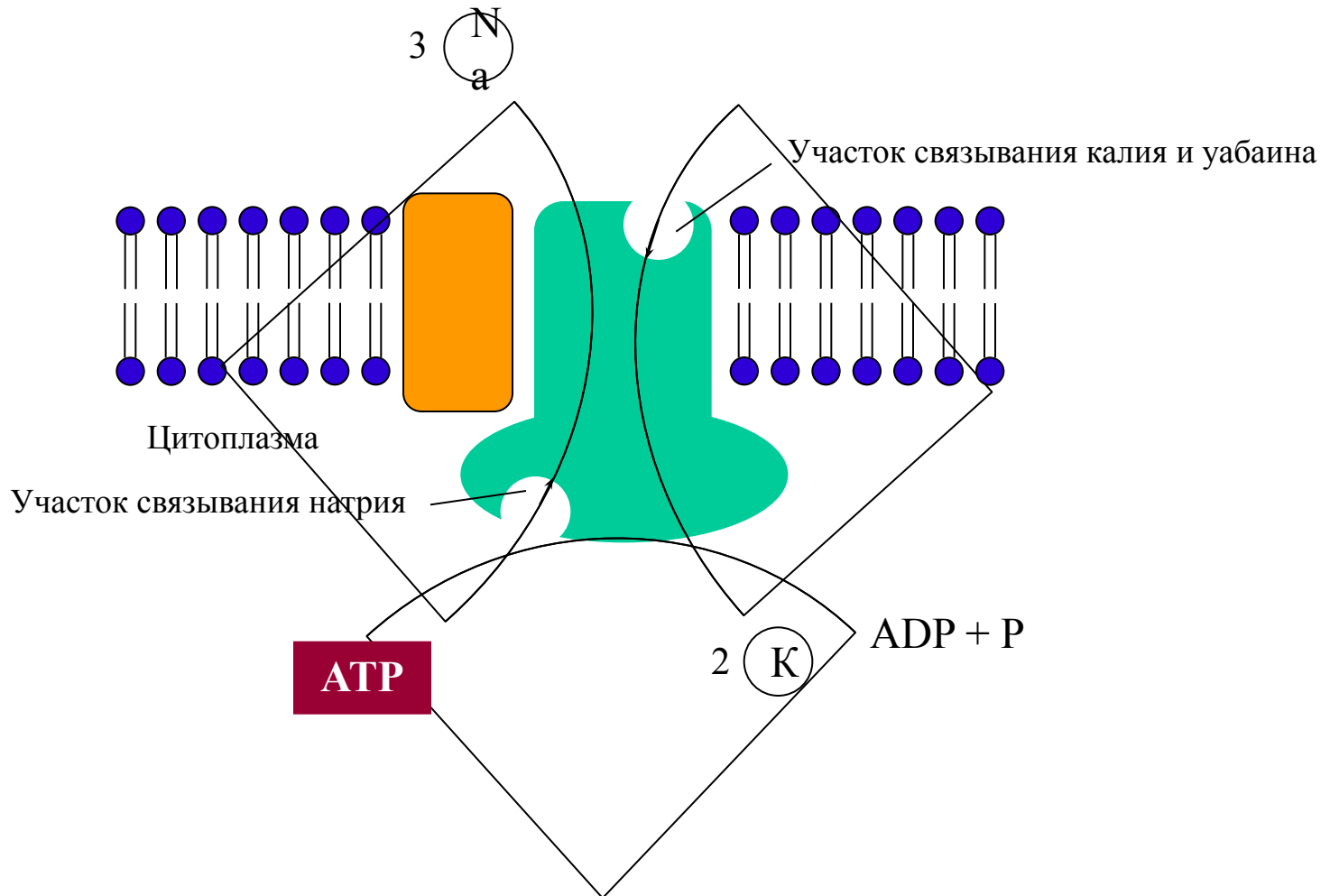
Более мелкие ионы  $Na^+$  не могут одновременно взаимодействовать со всеми шестью атомами кислорода валиномицина, поэтому это энергетически менее выгодно для ионов  $Na^+$  чем находится в комплексе с гидратирующими его молекулами воды.



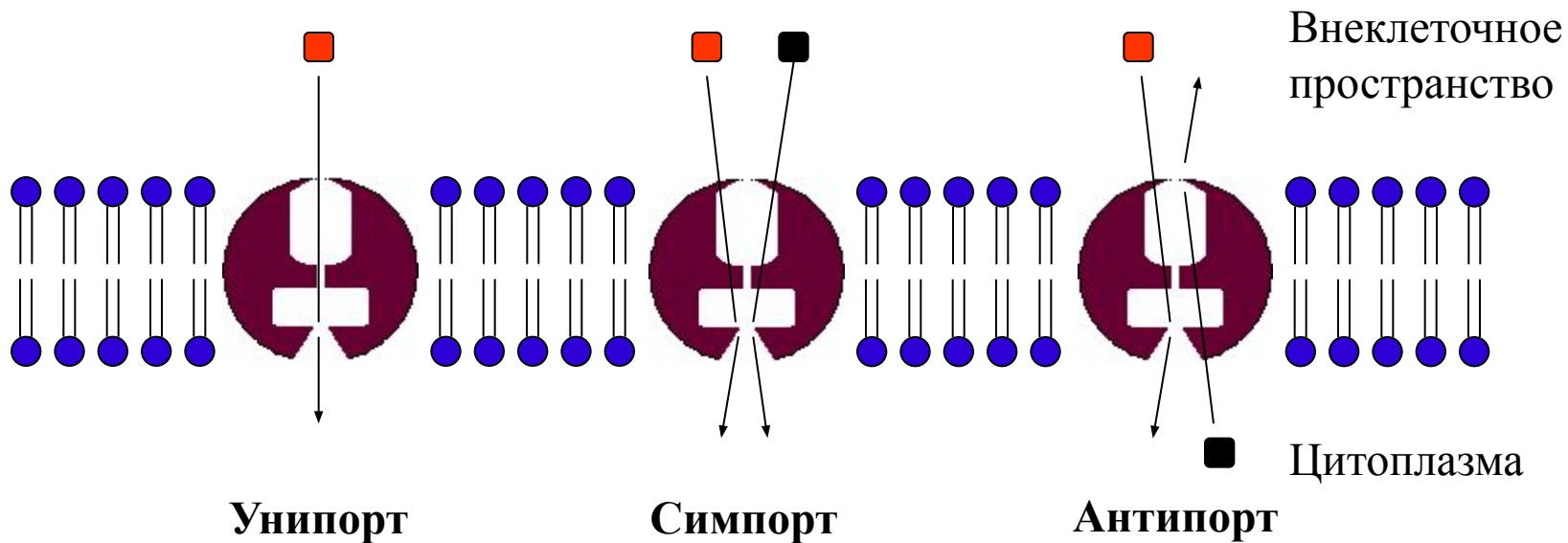
# Основные отличия облегченной диффузии от простой

- Более быстрая скорость переноса;
- Свойство насыщения (при увеличении концентрации с одной стороны мембраны плотность потока возрастает лишь до некоторого предела, определяемого вовлечением в этот процесс всех молекул переносчика);
- Конкуренция переносимых веществ в случае, когда транспорт каждого из них осуществляется одним и тем же белком-переносчиком;
- Есть вещества, блокирующие облегченную диффузию – они образуют прочный комплекс с молекулами переносчика

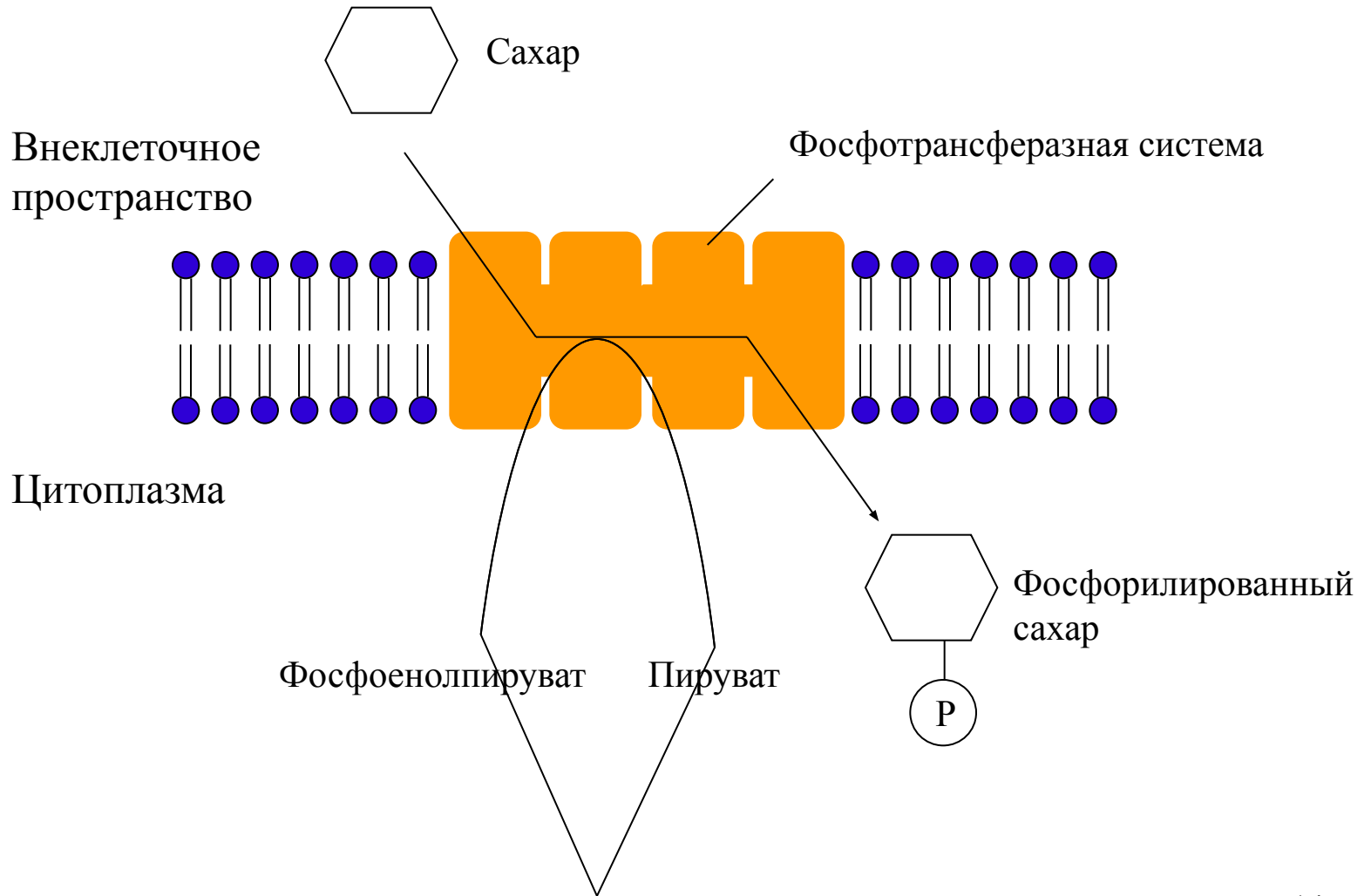
# Принцип работы Na-K насоса



# Схема работы белков-переносчиков



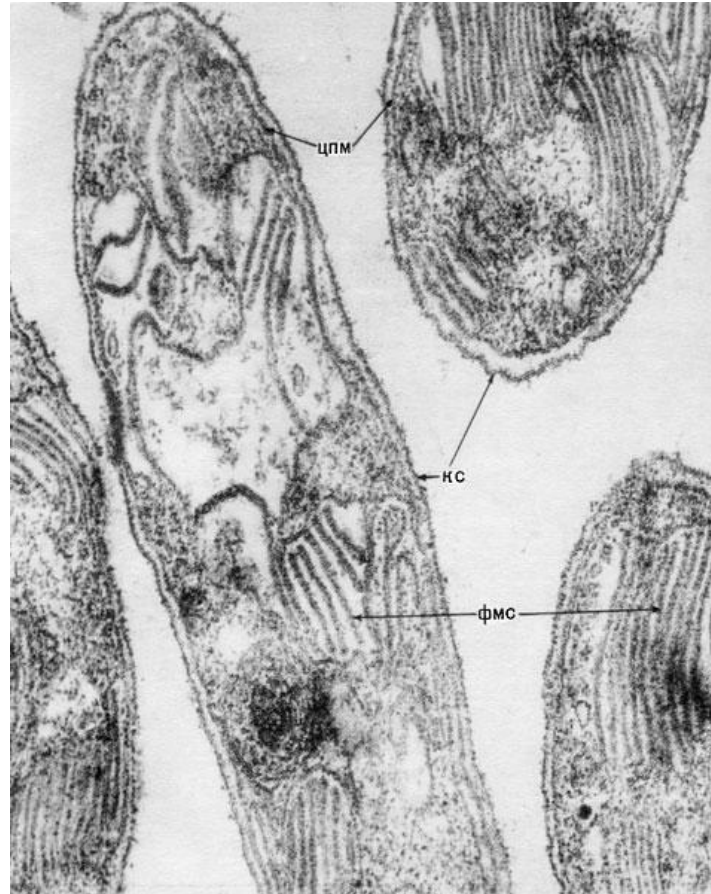
# Векторный перенос групп



# Проницаемость мембран

- 1. Липидные бислои не проницаемы для большинства полярных молекул.** Для транспортировки малых водорастворимых молекул в клетку или из клетки в плазматических мембранах содержится большое число различных транспортных белков, каждый из которых ответствен за перенос определенного вещества через мембрану.
- 2. Белки-переносчики связывают специфические вещества и переносят их через бислой.** При этом они подвергаются ряду конформационных изменений, позволяющих экспонировать связывающие вещество участки последовательно: сначала с одной стороны мембраны, а затем с другой.
- 3. Некоторые белки способны работать как насосы.** При этом они испытывают ряд конформационных изменений, вызываемых гидролизом АТФ или связыванием ионов, и активно качают связывающееся с ними растворенное вещество против его электрохимического градиента.
- 4. Белки-каналы образуют в бислое заполненные водой поры,** позволяя, таким образом, неорганическим ионам подходящего размера и заряда перемещаться через мембрану по их электрохимическим градиентам. Скорость прохождения в этом случае по крайней мере в 1000 раз выше, чем при транспорте с помощью белков-переносчиков

# Тонкое строение клеток грамотрицательных фотосинтезирующих бактерий



*КС* — клеточная стенка; *цпм* — цитоплазматическая мембрана; *фмс* — фотосинтетические мембранные структуры (увел. х60 000)



# Повреждения мембран

## Причины повреждения цитоплазматической мембраны:

- образование свободных радикалов
- активация системы комплемента
- лизис ферментами
- лизис вирусами
- действие физических и химических факторов

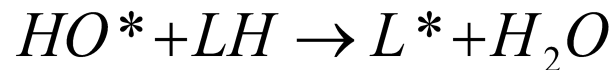
## Виды повреждений цитоплазматической мембраны:

- изменения проницаемости мембран
- нарушениями мембранного транспорта, коммуникации клеток
- изменениями подвижности мембран и формы клеток
- нарушениями синтеза и обмена мембран
- повреждение формы мембран

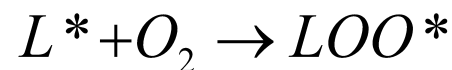
# Липидные механизмы повреждения мембран

## Перекисное окисление липидов

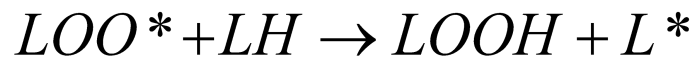
1. Избыточное образование свободных радикалов (УФ, радиация, яды) 2. Нарушение антиоксидантных систем клетки (супероксидмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза, дефицит железа, меди, селена)



Радикал гидроксила взаимодействует с липидами, образуя липидные радикалы



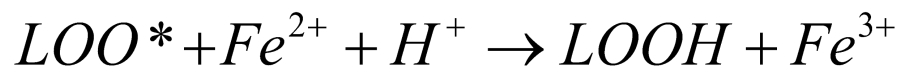
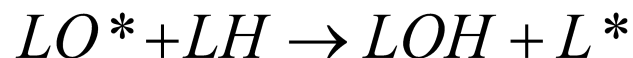
Липорадикал взаимодействует с кислородом, образуя липопероксид



Липопероксид взаимодействует с липидами, образуя липидные радикалы



Ионы железа существенно ускоряют процесс пероксидации



Завершение пероксидации связано с разрывом цепи, с помощью, например ионов железа (II)

# Липидные механизмы повреждения мембран

## Активация мембранных фосфолипаз

Фосфолипаза (*phospholipase*) — фермент, который гидролизует фосфолипиды. В зависимости от положения гидролизуемой связи в фосфолипиде различают 4 основных класса фосфолипаз: А, В, С и D.

### Фосфолипаза А

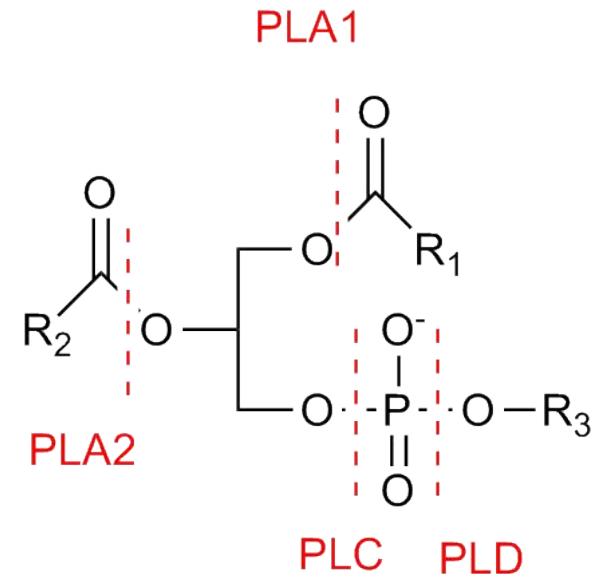
Фосфолипаза А1 - отщепляет SN-1 ацильную цепь

Фосфолипаза А2 - отщепляет SN-2 ацильную цепь

Фосфолипаза В - отщепляет обе SN-1 и SN-2 ацильные цепи, также называется лизофосфолипаза.

Фосфолипаза С - гидролизует связь между глицериновым остатком и полярной группой, при этом образуются диацилглицерин и фосфат-содержащая полярная группа.

Фосфолипаза D - гидролизует связь между фосфатной группой и спиртовой группой, при этом высвобождаются фосфатидная кислота и спирт.



# Липидные механизмы повреждения мембран

## Детергентное действие избытка свободных жирных кислот

- Усиленное поступление свободных жирных кислот в клетку;
- Усиленное освобождение свободных жирных кислот из триглицеридной части липопротеидов;
- Усиленное освобождение свободных жирных кислот из фосфолипидов мембран под действием мембранных фосфолипаз;
- Нарушение использования клеткой свободных жирных кислот в качестве источника энергии, что отмечается при уменьшении активности ферментов  $\beta$ -окисления и цикла Кребса.

