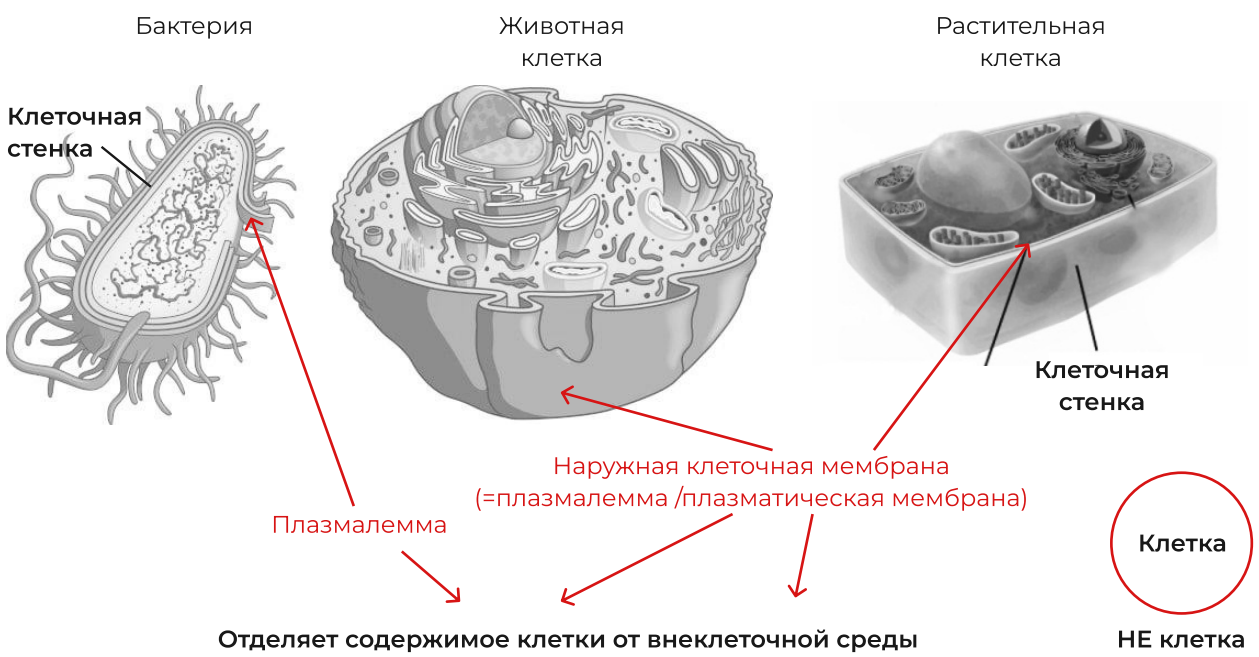
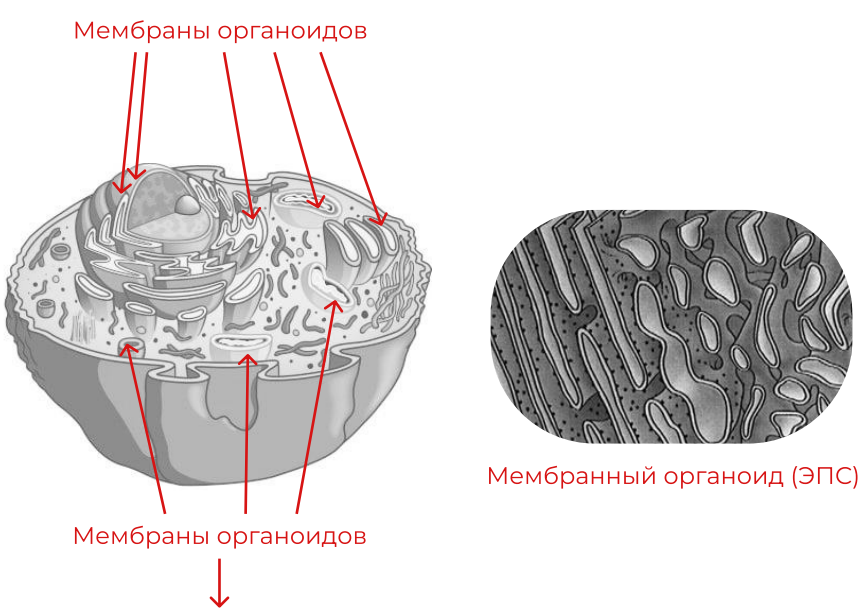


СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ №1

Где в клетке мембраны?

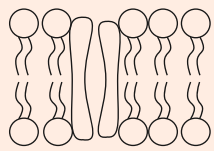


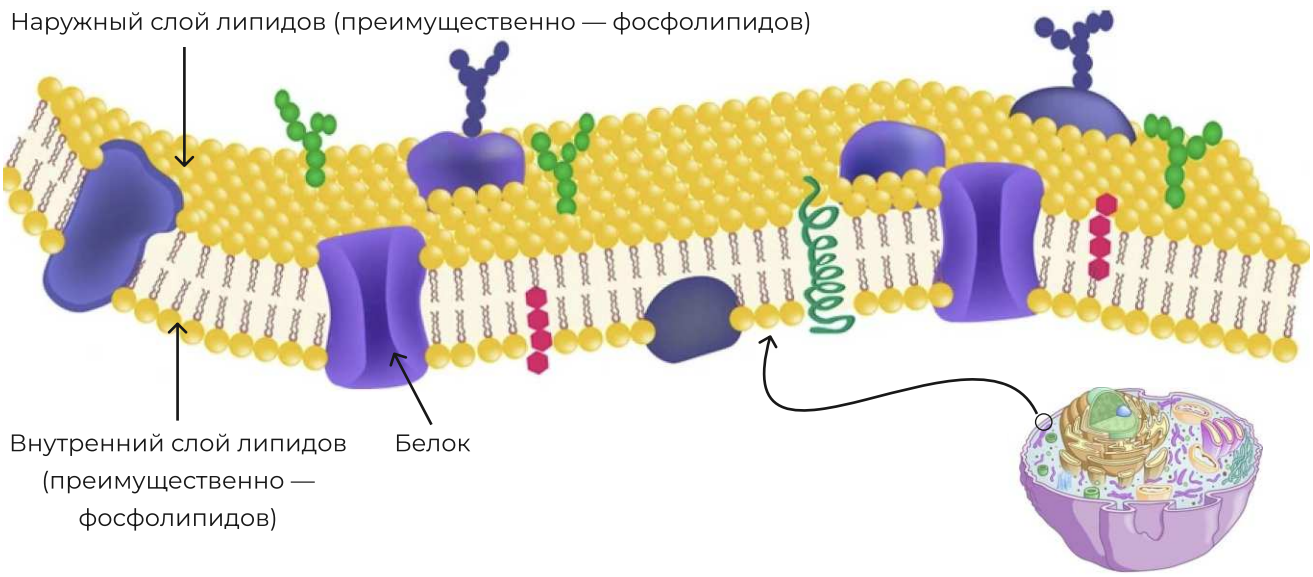


Биологические мембраны

Мембрана = бислой липидов (=двойной слой) + белки

Жидкостно-мозаичная модель: в жидкий бислой липидов (преимущественно, из фосфолипидов) погружены твердые белки

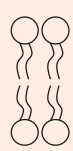


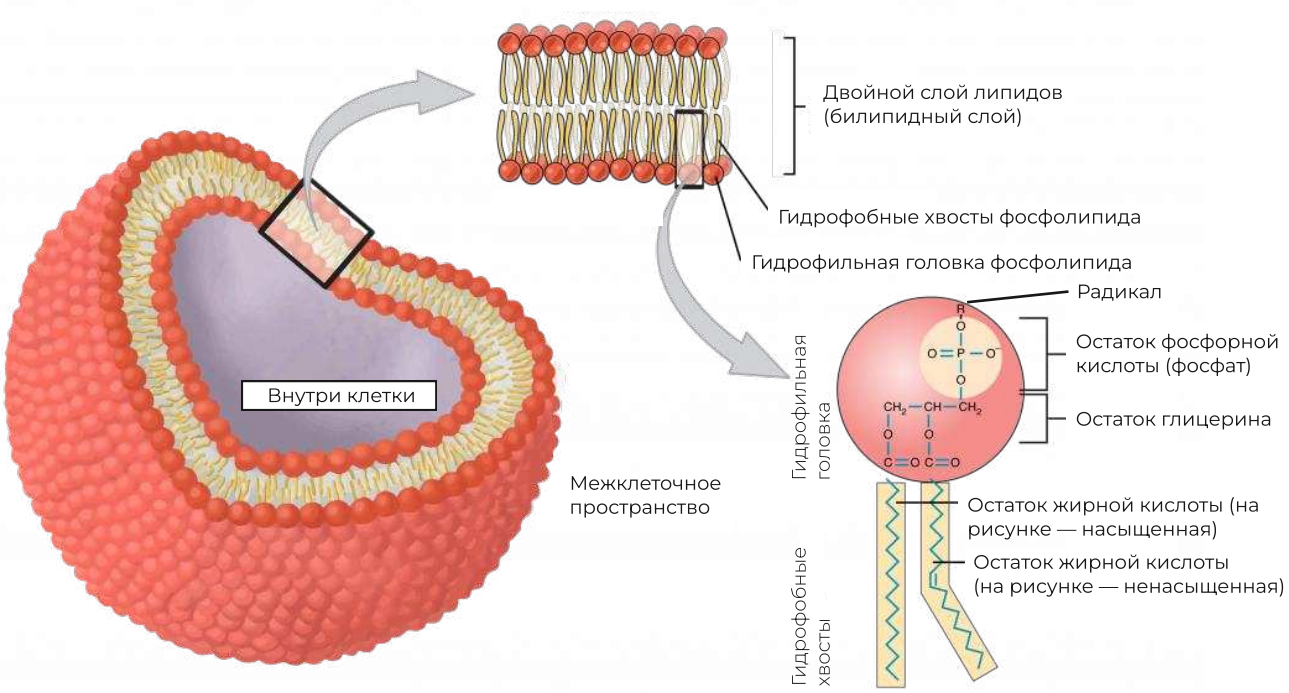


Двойной слой липидов (бислой)

В составе липидного бислоя преимущественно — **фосфолипиды:**

- **Гидрофильные головки** фосфолипидов обращены **наружу** (образуют внешнюю и внутреннюю поверхность мембраны)
- **Гидрофобные хвосты** фосфолипидов обращены внутрь

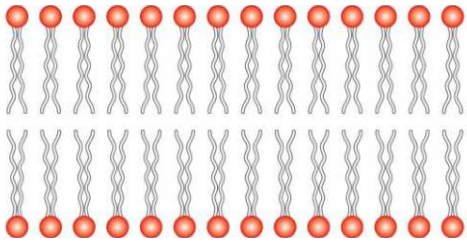




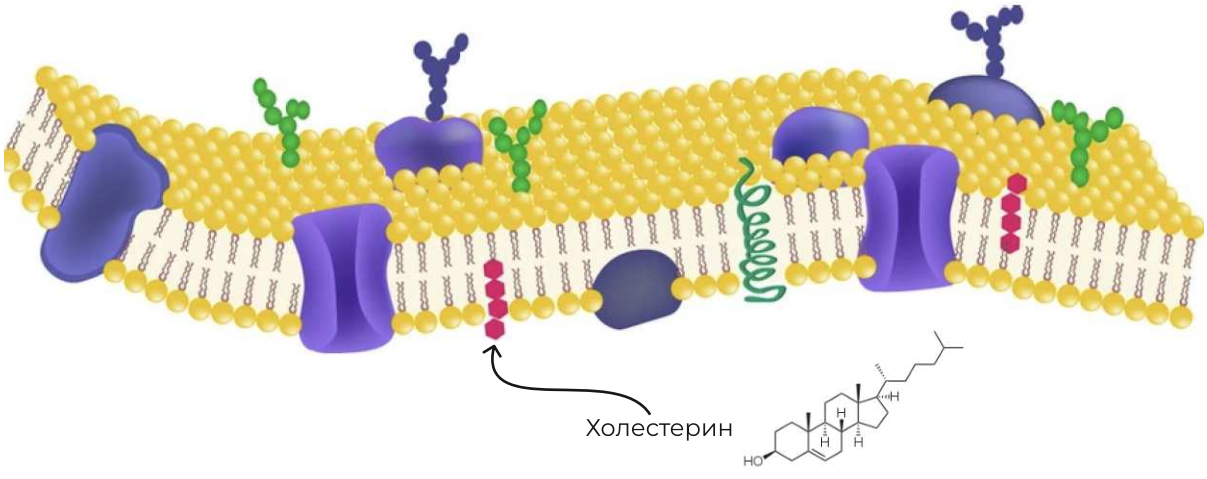
Функции липидов (фосфолипидов) в составе мембран:

- **структурная** — образуют основу мембраны
- **барьерная** — отделяют внутреннее содержимое, обеспечивают избирательную проницаемость

Через гидрофобное пространство не пройдут крупные и / или заряженные / полярные молекулы



В животных в наружной клеточной мембране встречается **холестерин**
Функции: придает прочность мембране и увеличивает температуру плавления



Белки

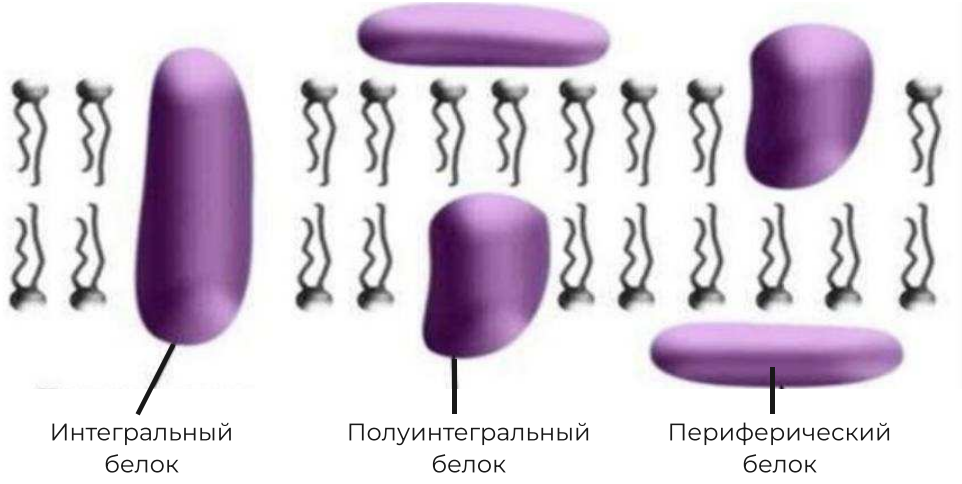
Интегральные / пронизывающие — пронизывают мембрану насквозь

Полуинтегральные — погружены в мембрану частично

Периферические — расположены на поверхности

Функции белков в составе мембраны:

- **структурная** — белки входят в состав мембран, образуют их структуру
- **транспортная** — белки обеспечивают транспорт из клетки и в клетку
- **ферментативная** (разные ферменты выполняют разные функции - защитную, энергетическую и т.д.)
- **рецепторная (сигнальная)**



Гликокаликс

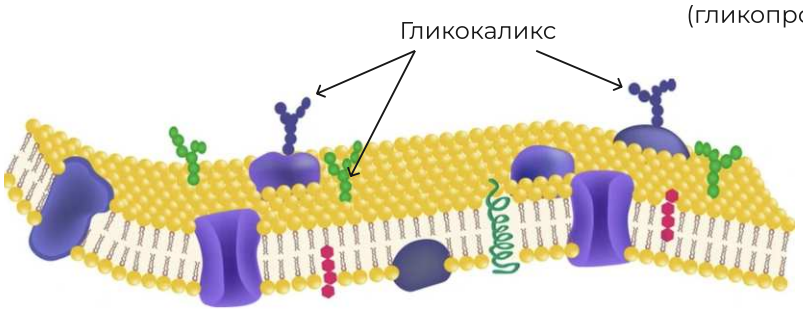
Гликокаликс — надмембранный углеводный комплекс животных клеток

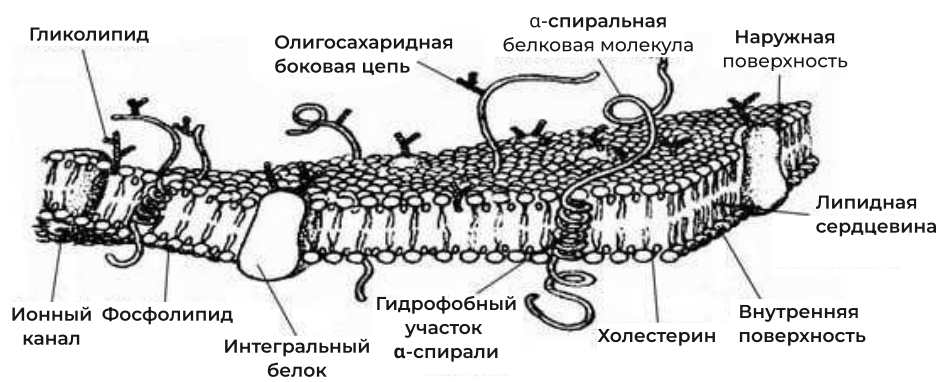
Функции:

- рецепторная (сигнальная)
- связь с другими клетками

Состав:

- углеводы — обычно **олигосахаридные цепи**, связанные с белками или липидами (гликопротеины, гликолипиды)





Свойства биологических мембран

1. **Избирательная проницаемость** (полупроницаемость) — способность к избирательному пропусканию в клетку и выходу из нее различных молекул и ионов

   Мембрана проницаема только для мелких, незаряженных, неполярных веществ (бензол, CO_2, O_2 и т. д.), т. к. она содержит гидрофобные участки — «хвосты» жирных кислот
2. **Полярность** — заряд снаружи и внутри мембраны отличен из-за разного ионного состава
3. **Асимметричность** — наружная и внутренняя поверхность отличны друг от друга из-за разного состава белков и фосфолипидов
4. **Текучесть мембраны** — жидкие структуры, т. к. состоят из липидов. Липиды могут перемещаться как в пределах слоя, так и между слоями (белки могут перемещаться в плоскости мембраны)

Функции биологических мембран

1. **Защитная** (барьерная / разделительная) — мембраны отделяют клетку от межклеточного пространства, органоиды от жидкой части цитоплазмы (гиалоплазмы)
2. **Транспортная** — мембрана обеспечивает транспорт «из» и «в» клетку
3. **Рецепторная** — на поверхности мембраны расположены рецепторы
4. **Связь** клеток между собой и с окружающей средой

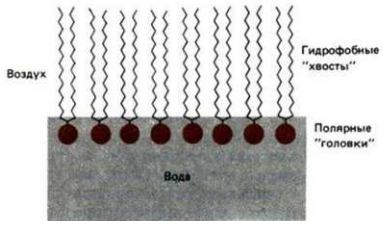
Биологическая и клеточная мембрана — это одно и то же?

Биологические мембраны — более широкий термин, который включает и клеточную мембрану, и мембраны органоидов

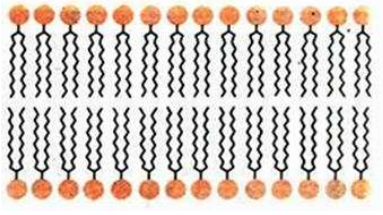
Плазмалемма (наружная клеточная мембрана, плазматическая / цитоплазматическая мембрана, цитолемма) — наружная мембрана клетки (отделяет внутреннее содержимое клетки от окружающей среды)

Модели биологических мембран

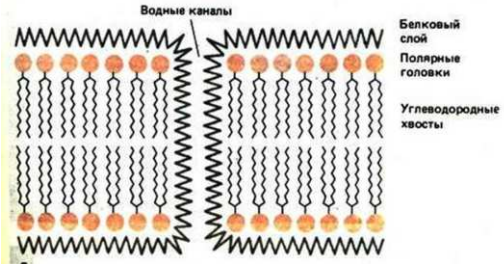
1 **Липидный слой (Овертон, 1902 год)** — мембрана состоит из **тонкого слоя липидов**



2 **Билипидный слой (Гортер и Грендель, 1925 год)** — в опытах с липидами, экстрагированными из мембран эритроцитов, обнаружили, что площадь монослоя липидов вдвое больше суммарной площади поверхности всех эритроцитов. Был сделан вывод, что липиды мембраны расположены в виде **бимолекулярного слоя**

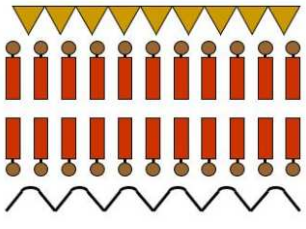


3 **«Бутербродная» модель (Даниэли и Доусон, 1935 год)** — предложили модель строения мембраны, получившей название «сэндвич». Согласно этой модели, имеются **2 слоя молекул фосфолипидов,** которые окружены **слоями белка**



4 **Теория унитарной мембраны (Робертсон, 1959 год)** — мембрана трехслойна и состоит из слоя фосфолипидов (бислой), покрытого с цитоплазматической и наружной стороны слоями белка

! Белковые слои в унитарной теории **ассиметричны** (= разные)



Обобщение:

- **липидный слой:** 1 липидный слой
- **билипидный слой:** 2 липидных слоя
- **бутербродная модель (=сэндвич):** 1 слой белков — 2 слоя липидов — 1 слой белков
- **унитарная теория:** 1 слой белков (одного типа) — 2 слоя липидов — 1 слой белков (другого типа)

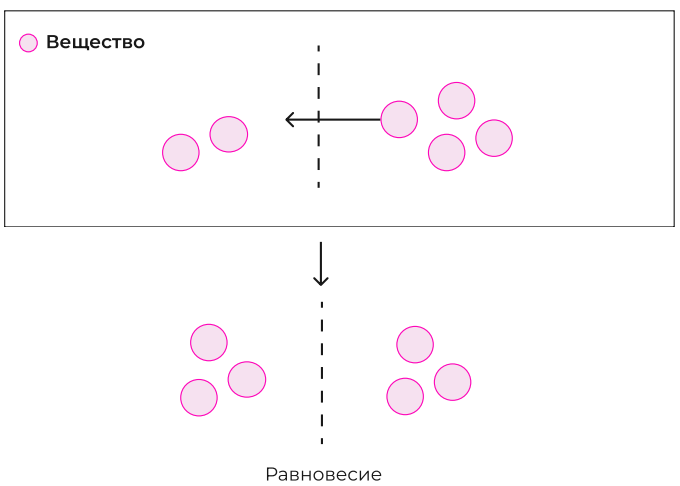
! Белковые слои в унитарной **ассиметричны** (=разные)

Транспорт веществ

Пассивный транспорт

не требует затрат Е

Транспорт веществ **по градиенту** концентрации (из области большей концентрации в область с меньшей концентрацией данного вещества)



Равновесие

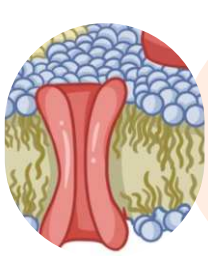
Диффузия

Простая

- Мелкие и/или неполярные / незаряженные молекулы
- CO_2, H_2O, O_2, N_2, бензол

Облегченная

- С помощью белковых каналов (к примеру, аквапорины)
- Глюкоза, ионы, вода, АК, нуклеотиды и т. д.



Белковый канал создает «проход» через гидрофобный слой

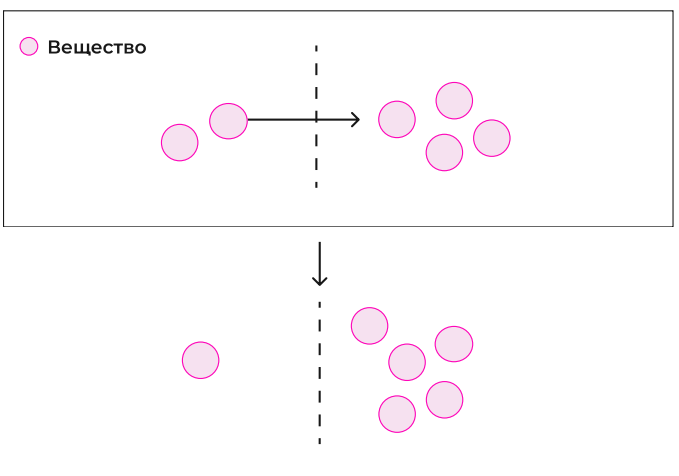
Осмос

Диффузия **воды** через **полупроницаемую мембрану** из области меньшей концентрации растворенного вещества в область с большей концентрацией растворенного вещества

Активный транспорт

происходит с затратой Е

Транспорт веществ **против градиента** концентрации (из области меньшей концентрации в область с большей концентрацией данного вещества)



Первичный (прямой) активный транспорт

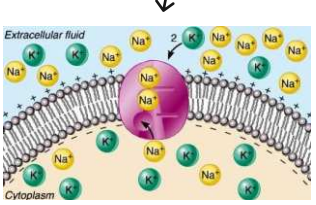
Энергия для него извлекается **непосредственно** при расщеплении АТФ или других высокоэнергетических фосфатных соединений

Примеры:

- экзоцитоз и эндоцитоз
- натрий-калиевый насос

Механизм работы натрий-калиевого насоса:

1) Присоединение 3 ионов Na^+
2) Фосфорилирование белка
3) Выход 3 ионов Na^+
4) Присоединение 2 ионов K^+
5) Дефосфорилирование белка
6) Выход 2 ионов K^+



Вторичный (сопряженный) активный транспорт (котранспорт)

Активный транспорт одного вещества происходит за счет энергии электрохимического градиента другого

Пример: H^+-сахарозный котранспортер растительной клетки - может использовать диффузию H^+ в клетку по электрохимическому градиенту для стимуляции поглощения сахарозы



Эндоцитоз и экзоцитоз

Крупные молекулы попадают внутрь клетки путем эндоцитоза, **2-мя способами**:

Фагоцитоз — поглощение твердых пищевых частиц с формированием фагоцитозного пузырька (фагосомы)

Пиноцитоз — поглощение клеткой жидкости, захват жидкости клеточной поверхностью

Фагоцитоз характерен только для **животных клеток**, т.к. у них **нет клеточной стенки** и мембрана может спокойно **изгибаться**, чтобы захватить добычу

Механизм фагоцитоза:
1) Взаимодействие пищевой частицы с рецепторами на поверхности клетки
2) Впячивание мембраны
3) Формирование **фагоцитозного пузырька (фагосомы)**
4) Слияние этого пузырька **с первичной лизосомой** (той, которая недавно образовалась от Аппарата Гольджи и содержит гидролитические ферменты)
5) Формирование **вторичной лизосомы (пищеварительной вакуоли)**
6) Расщепление полимеров на мономеры
7) Поступление мономеров в цитоплазму
8) Формирование **третичной лизосомы (остаточного тельца)** — лизосомы, в которой прекратился процесс переваривания, выброс непереваренных частиц из клетки (экзоцитоз)

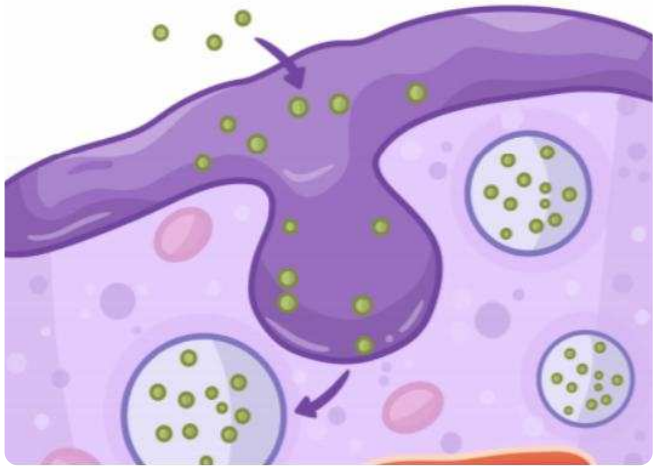
Пиноцитоз похож на фагоцитоз, но это **не одно и то же**

Клетке не получится «**обхватить**» жидкость, ее можно только **«засосать»**

Механизм пиноцитоза:
1) Жидкий биополимер оседает на поверхности клеточной мембраны
2) Он втягивается внутрь клетки с образованием пузырька, содержащего данную молекулу
3) Затем пузырьки отделяются от внутренней поверхности клеточной мембраны и перемещаются вглубь клетки, где поглощаются лизосомами или получают от них ферменты
4) Под действием ферментов биополимер расщепляется до более простых соединений



фагоцитоз



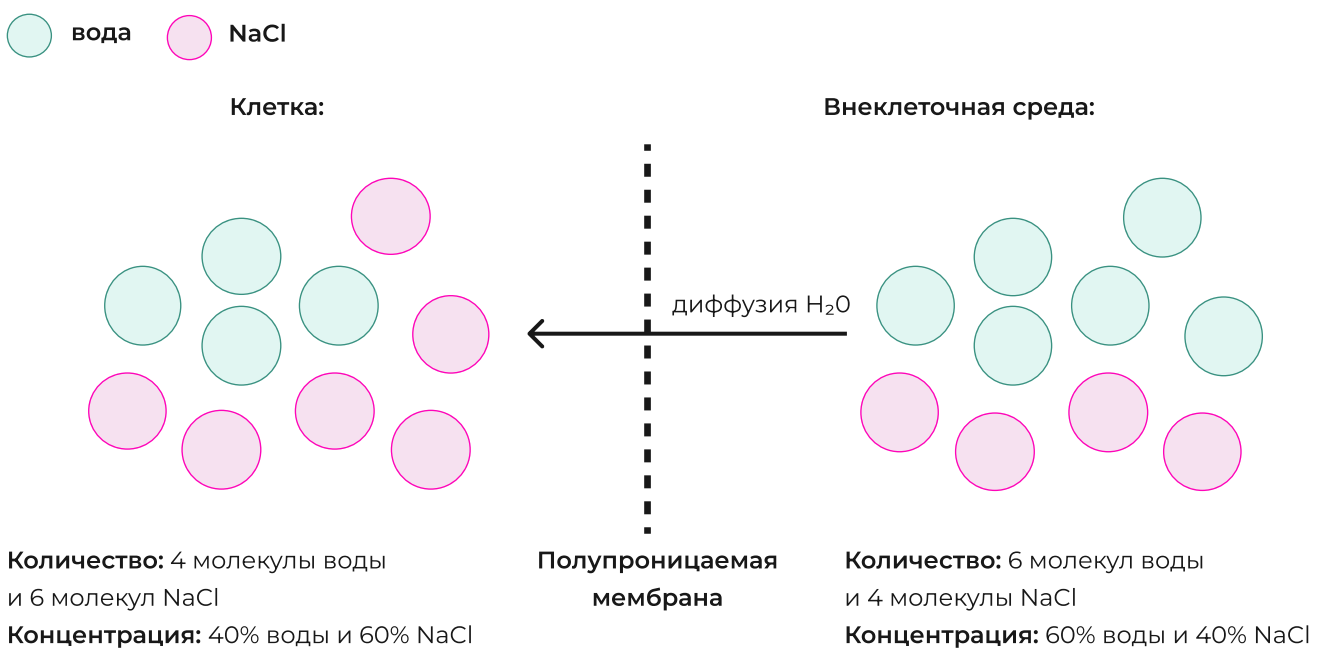
пиноцитоз

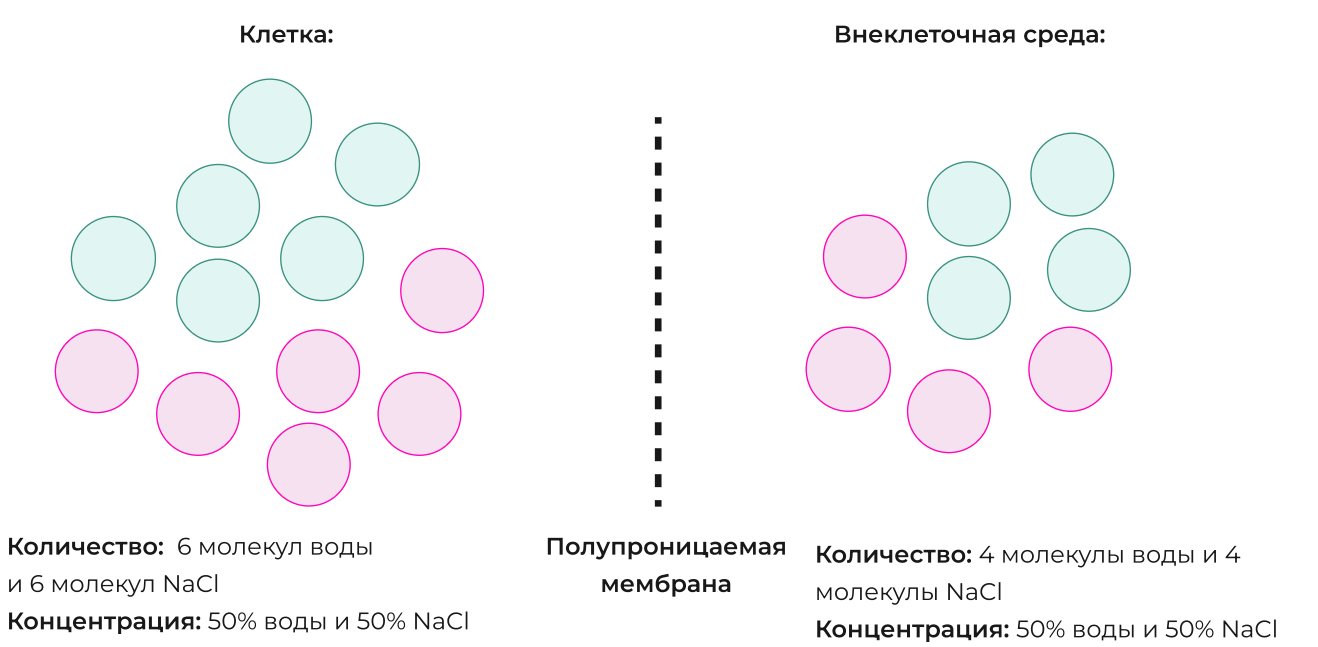
Экзоцитоз — процесс, обратный эндоцитозу

- Благодаря ему клетка **выводит наружу** внутриклеточные продукты или непереваренные остатки, заключенные в вакуоли или пузырьки
- Пузырек подходит к цитоплазматической мембране, сливается с ней, а его содержимое выделяется в окружающую среду
- Так выводятся пищеварительные ферменты, гормоны и т.д.

Осмос

Осмос — диффузия **воды через полупроницаемую мембрану** из области меньшей концентрации растворенного вещества в область с большей концентрацией растворенного вещества





Гипертонический рас-р

Концентрация растворенного вещества **выше**, чем в клетке

↓

Осмотические явления будут

Изотонический рас-р

Концентрация растворенного вещества **такая же**, как в клетке

↓

Осмотических явлений **не** будет

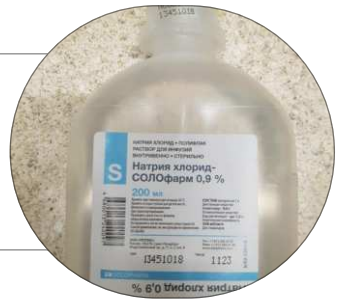
Гипотонический рас-р

Концентрация растворенного вещества **ниже**, чем в клетке

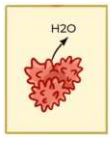
↓

Осмотические явления будут

Нормальная концентрация солей для животных клеток (в том числе для человека) — 0,9%
Раствор подобной концентрации принято называть **физиологическим**

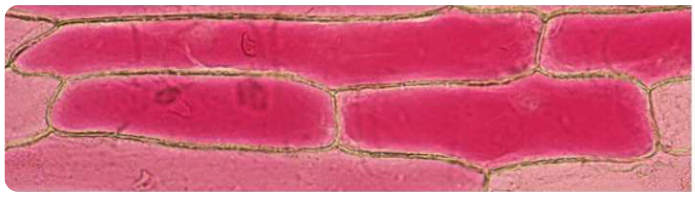


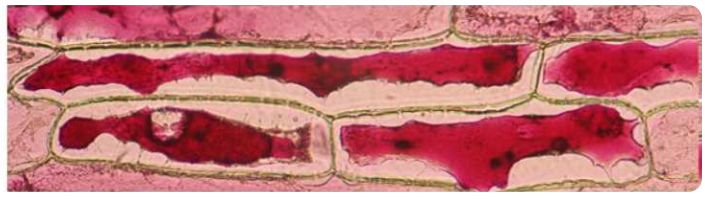
Типы растворов:

Гипотонический	**Изотонический**	**Гипертонический**
Концентрация растворенных веществ ниже, чем в клетке	Концентрация растворенных веществ равна концентрации в клетке	Концентрация растворенных веществ выше, чем в клетке
По закону осмоса вода будет диффундировать из области меньшей концентрации растворенного вещества в область большей — **из раствора в клетку**, чтобы уравнять концентрации	Вода будет в равных количествах поступать и выводится из клетки (**динамическое равновесие**), видимых изменений объема клетки наблюдаться не будет	По закону осмоса вода будет диффундировать из области меньшей концентрации растворенного вещества в область большей — **из клетки в раствор**, чтобы уравнять концентрации
 Из-за избытка поступающей воды происходит увеличение объема клетки и **нарушение целостности** мембраны — клетка лопается		 Из-за выхода большого количества воды объем клетки уменьшается, эритроцит деформируется
 Из-за избытка поступающей воды происходит увеличение объема протопласта, он начинает давить на клеточную стенку — клетка в состоянии **тургора** (упругая)		 Из-за выхода большого количества воды объем протопласта уменьшается и он начинает отходить от клеточной стенки — явление **плазмолиза**

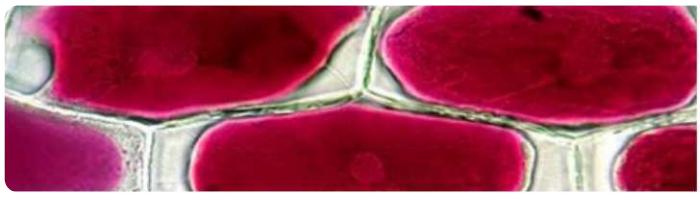
*При постоянном поступлении воды может лопнуть и клетка с клеточной стенкой

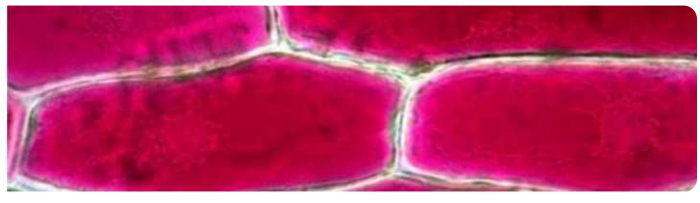
Плазмолиз — отхождение протопласта (живого содержимого клетки) от клеточной стенки, вследствие выхода воды из клетки в раствор и уменьшения объема содержимого клетки



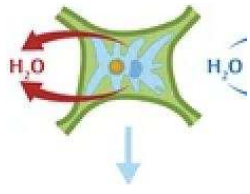


Деплазмолиз — возвращение клетки в нормальное состояние при понижении концентрации растворенного вещества в растворе и поступлении воды обратно в клетку





Почему растение вянет в подсоленной воде?



- В подсоленной воде **концентрация веществ выше**, чем в клетках растения. То есть **раствор гипертонический** по отношению к клеткам
- По закону осмоса **вода будет поступать из клеток в раствор** (в место большей концентрации растворенных веществ)
- Клетки будут терять упругость (**состояние тургора**), объем клеток будет уменьшаться, протопласт начнет отходить от стенок (плазмолиз) и **из-за недостатка влаги** растение завянет



	Гипотонический р-р	Изотонический р-р	Гипертонический р-р
Количество растворенного вещества в клетке	не меняется	не меняется	не меняется
Концентрация растворенного вещества в клетке	уменьшается	не меняется	увеличивается
Количество воды в клетке	увеличивается	не меняется	уменьшается
Концентрация воды в клетке	увеличивается	не меняется	уменьшается
Количество растворенного вещества в растворе	не меняется	не меняется	не меняется
Концентрация растворенного вещества в растворе	увеличивается	не меняется	уменьшается
Количество воды в растворе	уменьшается	не меняется	увеличивается
Концентрация воды в растворе	уменьшается	не меняется	увеличивается

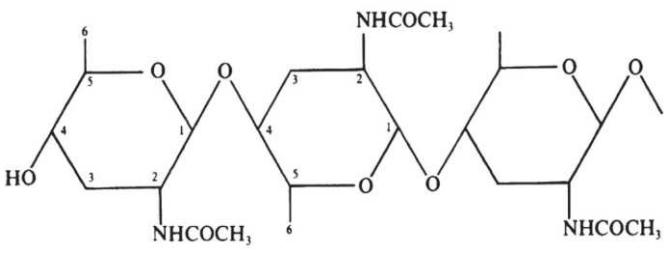
Клеточная стенка — структура, располагающаяся **по периферии** клетки, за пределами цитоплазматической мембраны

У грибных клеток она **из хитина,** у растительных — **из целлюлозы (клетчатки),** у бактерий — из муреина (пептидогликана), а у животных клеток **клеточной стенки нет**

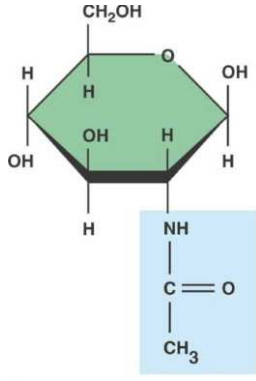
Хитин у грибов

Хитин — не привычный нам полисахарид, это **азотсодержащее соединение**, близкое по строению к целлюлозе (за одним исключением – гидроксильная группа (-OH) при 2-ом атоме углерода в хитине заменена группой -NH·CO·CH3)

Строение хитина:



Мономер хитина:

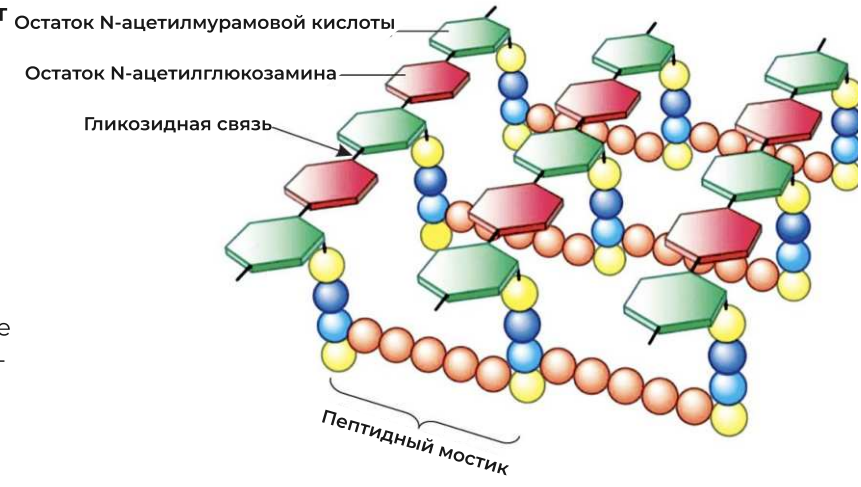


- Благодаря своей **волокнистой структуре** он выполняет опорную функцию в жесткой клеточной стенке грибов, формируя **фибриллы**, его длинные параллельные цепи **собраны в пучки**
- Хитин отличается **высокой прочностью на разрыв** (его трудно разорвать, растягивания с 2-ух концов), при этом — он **достаточно гибкий**

Муреин у бактерий

Муреин (пептидогликан) — полимер, состоящий из параллельных **полисахаридных нитей,** перекрестно связанных через одинаковые промежутки **короткими цепями аминокислот**

- По своей структуре **схож с хитином**, в его молекуле так же **содержится азот**
- Подробное строение: линейные цепи муреина состоят из чередующихся остатков двух производных глюкозы **(N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмурамовой кислоты),** соединенных **гликозидными связями**
- При этом параллельно расположенные полисахаридные цепи сшиваются друг с другом короткими **пептидными мостиками** между остатками N-ацетилмурамовой кислоты



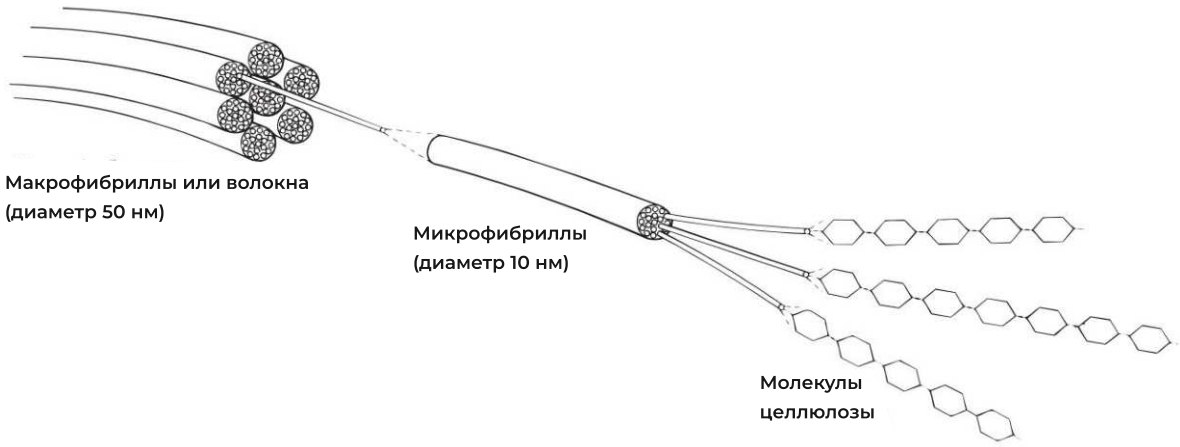
Таким образом, каждая клетка окружена как бы **сетчатым мешком**, представляющим на деле одну огромную молекулу

Действие ряда антибактериальных средств основано на разрушении структуры муреина или подавлении его синтеза

Например, лизоцим расщепляет гликозидные связи между остатками N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмурамовой кислоты, что в итоге вызывает гибель бактерий

Целлюлоза у растений

Молекулы целлюлозы собраны **в пучки (микрофибриллы),** которые погружены **в матрикс,** состоящий **из гемицеллюлоз, пектинов и белков**



Подробный состав матрикса клеточной стенки у растений:

- **Гемицеллюлозы (полуклетчатки)** — полисахариды, мономерами которых являются различные моносахариды, кроме глюкозы, также пентозы (ксилоза, арабиноза) и уроновые кислоты (глюкуроновая, галактуроновая). Гемицеллюлозы способны связываться с целлюлозой, поэтому они формируют вокруг микрофибрилл целлюлозы оболочку, скрепляя их в сложную сеть
- **Пектины** — полисахариды, мономерами которых являются уроновые кислоты. Они поглощают и удерживают воду
- **Белки** (экстенсин — структурная функция, различные ферменты и рецепторы)

