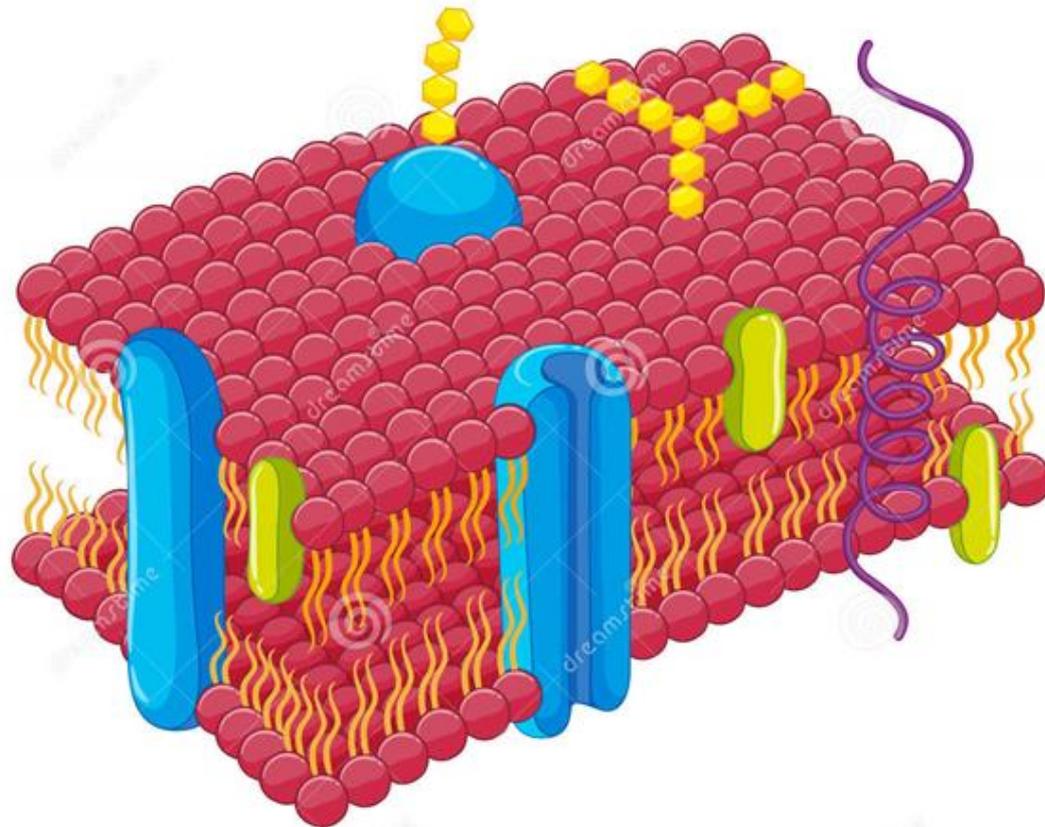


Клеточная мембрана: строение, свойства, функции. Транспорт веществ. ЯДРО

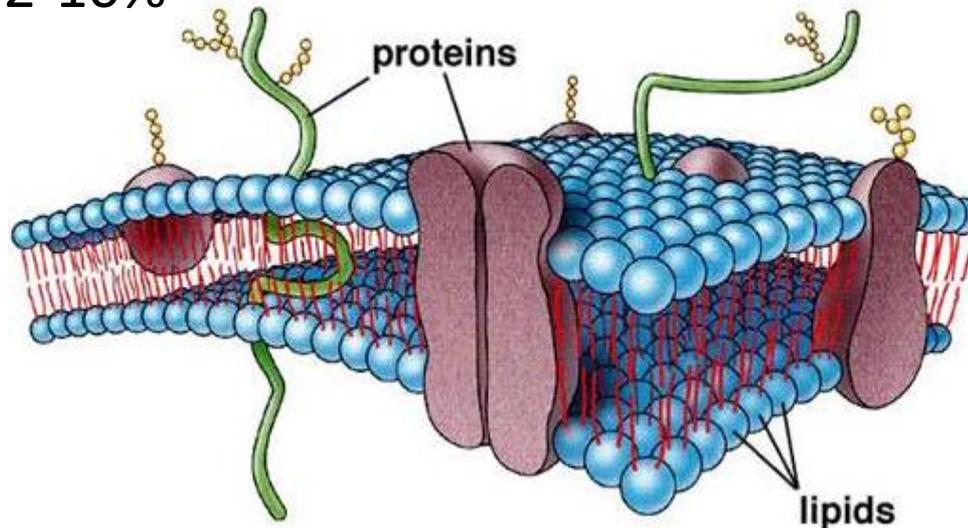


Клеточная мембрана

(плазмалемма, цитолемма, плазматическая мембрана) — эластическая молекулярная структура, отделяющая содержимое любой клетки от внешней среды и обеспечивающая её целостность.

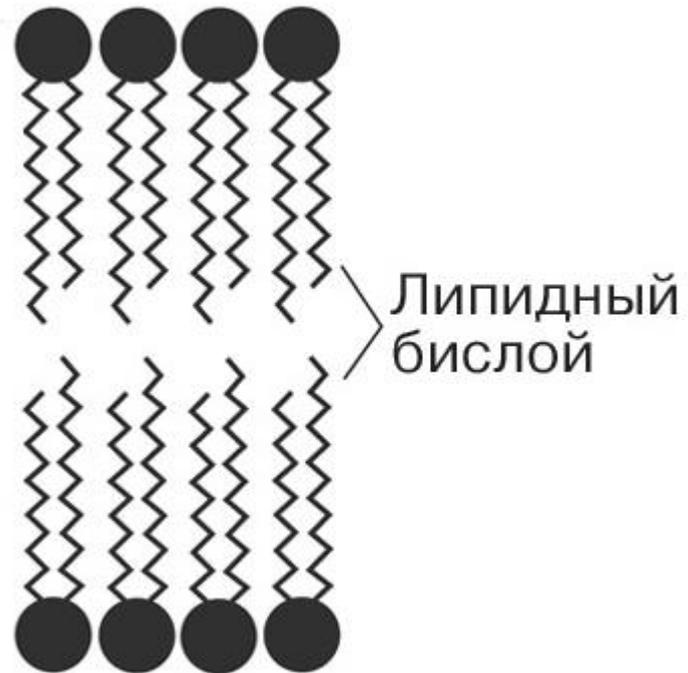
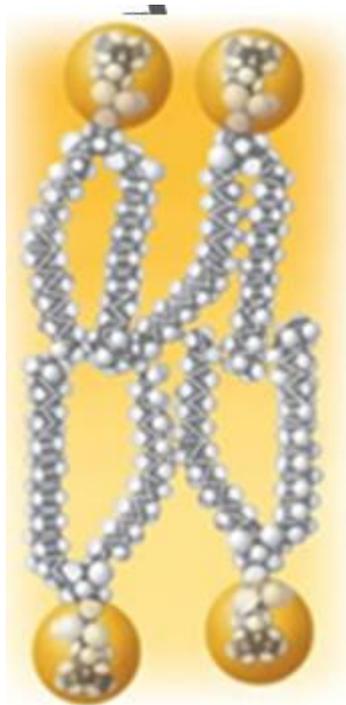
Химический состав мембраны:

- Липиды 25-60 %
- Белки 40-75%
- Углеводы 2-10%



Жидкостно-мозаичная модель строения мембраны

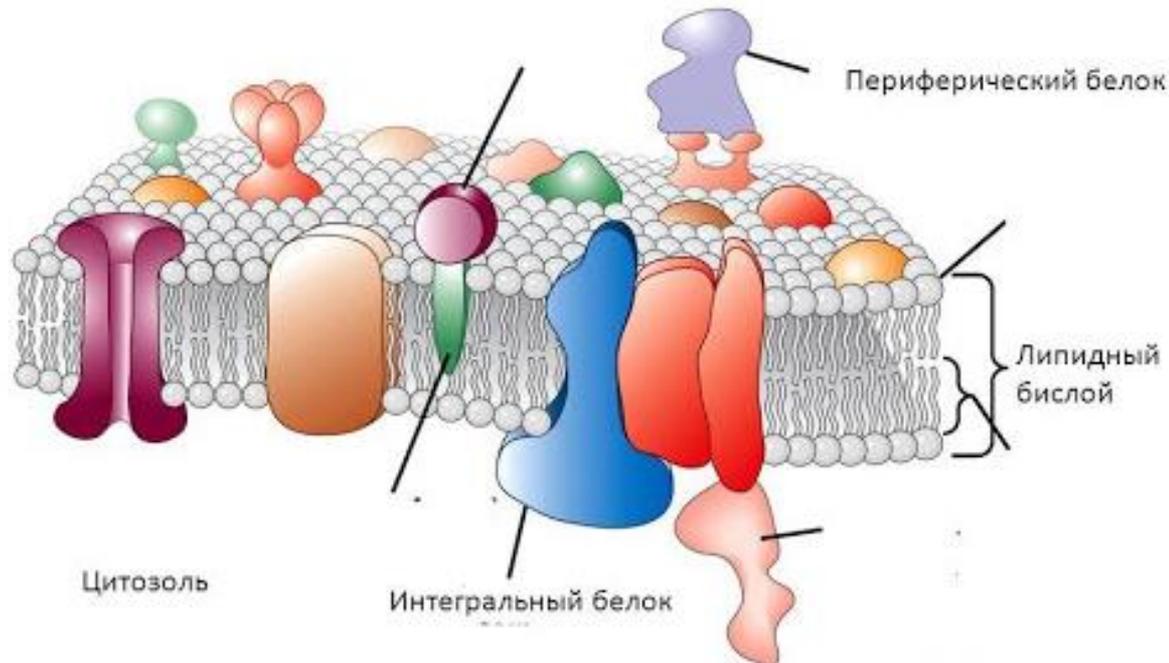
Структурную основу мембраны составляет **бимолекулярный слой липидов**. В бислое липидов погружены белки.



Жидкостно-мозаичная модель строения мембраны

В 1972 году **Джонатан Сингер** и **Гарт Николсон** предложили «**жидкостно-мозаичную модель**» строения мембраны. Согласно этой модели белки в мембране не образуют сплошной слой на поверхности, а как бы плавают в липидном «озере», образуя своеобразную мозаику.

Жидкостно-мозаичная модель строения мембраны



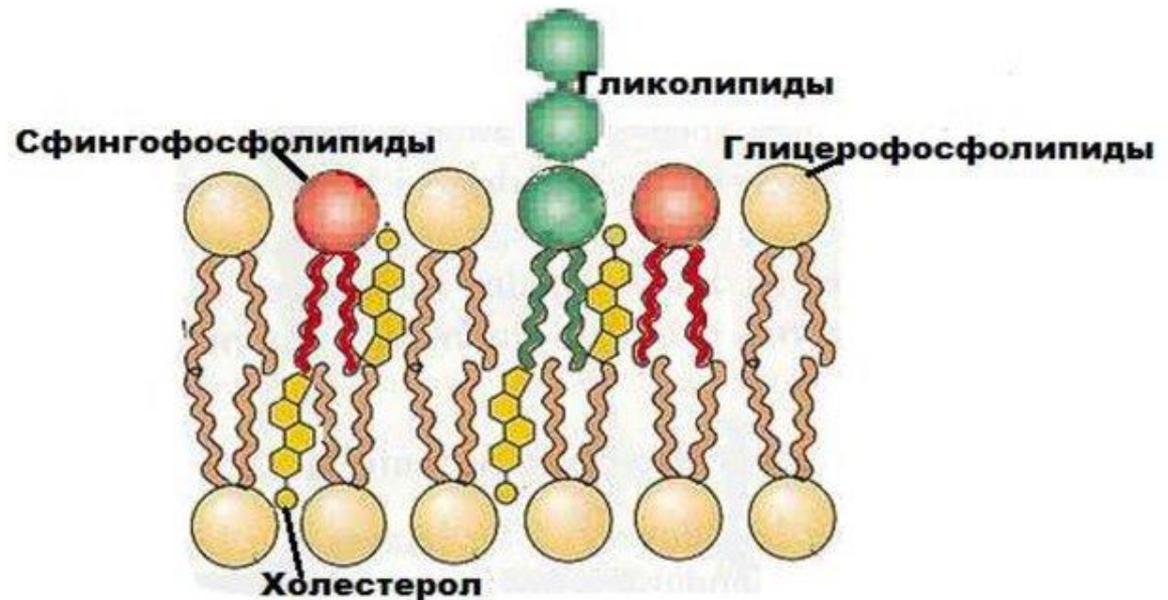
ЛИПИДЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН

1. Фосфолипиды:

- глицерофосфолипиды
- сфингофосфолипиды

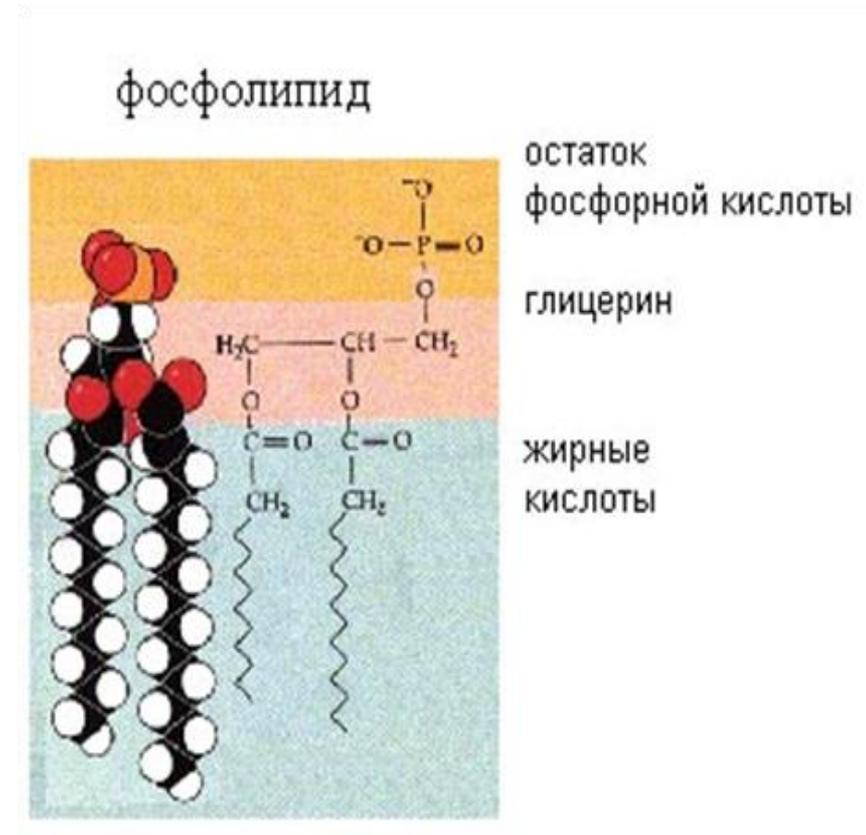
2. Гликолипиды

3. Холестерол



Фосфолипиды

- Это сложные эфиры глицерина с двумя жирными кислотами и H_3PO_4
- Фосфорная кислота может быть связана с различными химическими группами (холин, серин, инозит, этаноламин)
- Фосфолипиды образуют бимолекулярный слой. Они подвижны.



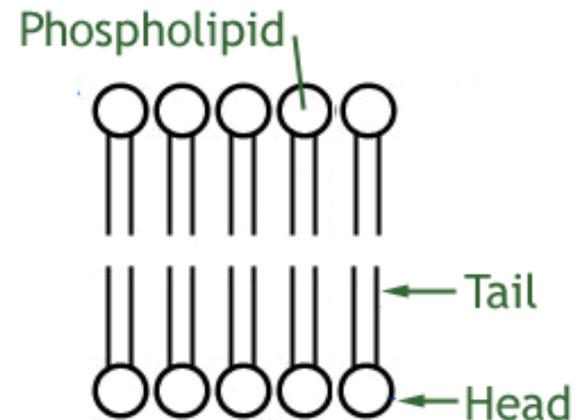
Движение фосфолипидов

Мембрана мобильная



Фосфолипиды

- Молекула фосфолипида состоит из гидрофильной головки и двух гидрофобных хвостов.
- Головки - полярны (заряжены) и гидрофильны (растворимы в воде)
- Хвосты - неполярны (незаряжены) и гидрофобны (нерастворимы в воде).
- При образовании мембран гидрофобные участки молекул оказываются обращены внутрь, а гидрофильные — наружу.



Холестерол

Холестерол (в основном *холестерин*) - регулирует жидкое состояние мембраны, определяет ее **упругость и эластичность**.

Холестерол придаёт мембране жёсткость, занимая свободное пространство между гидрофобными хвостами липидов и не позволяя им изгибаться. Поэтому мембраны с малым содержанием холестерина более гибкие, а с большим — более жёсткие и хрупкие.

Холестерол служит «стопором», препятствующим перемещению полярных молекул из клетки и в клетку.

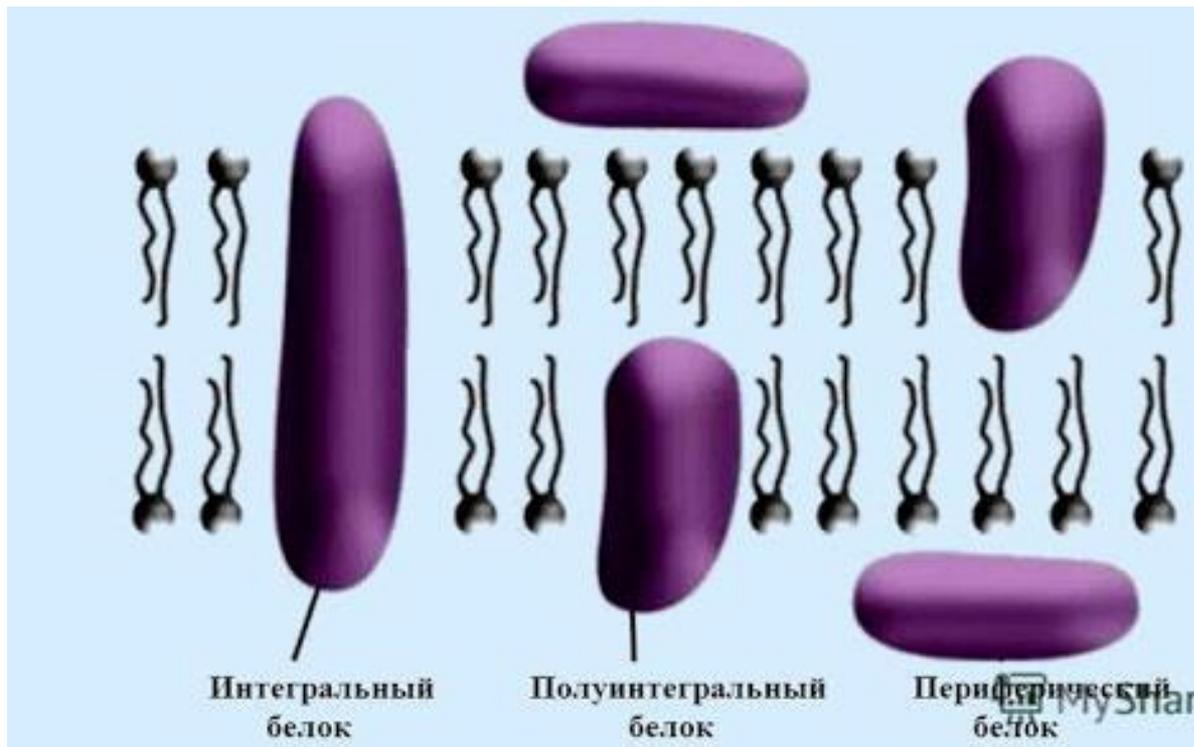
В растительных клетках холестерин отсутствует, его функцию выполняют **фитостерины**.



Белки

По расположению в мембране белки бывают:

- **интегральные** или **сквозные** (пронизывающие мембрану насквозь);
- **полуинтегральные** (погружённые одним концом во внешний или внутренний липидный слой);
- **поверхностные** или **периферические** (расположенные на внешней или прилегающие к внутренней сторонам мембраны).

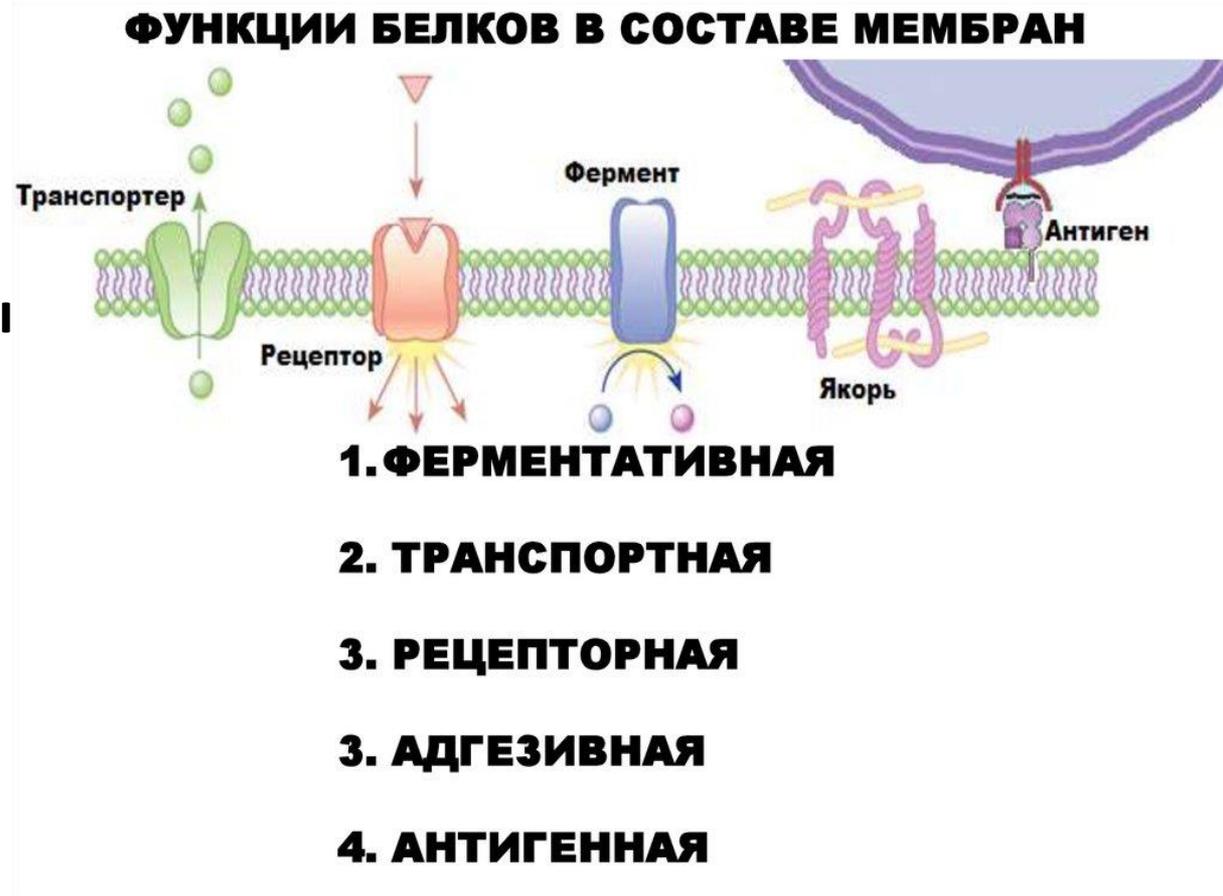


Белки

По функциям белки мембраны могут быть:

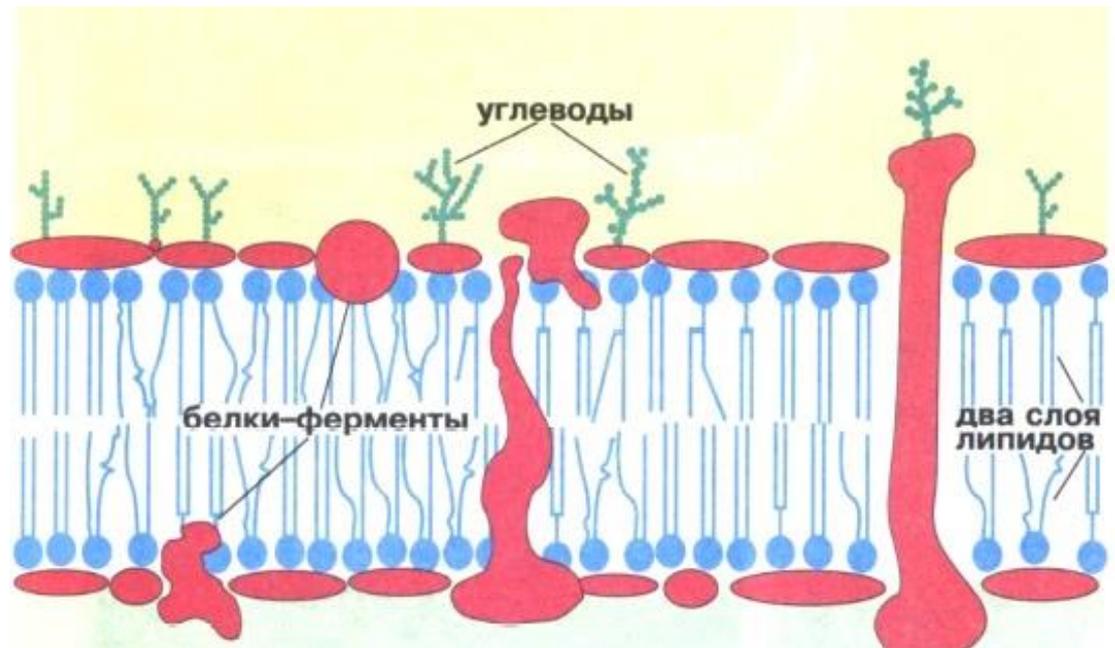
- структурные
- белки-ферменты
- белки-переносчики
- рецепторы

Также как и липиды белки в мембране подвижны.

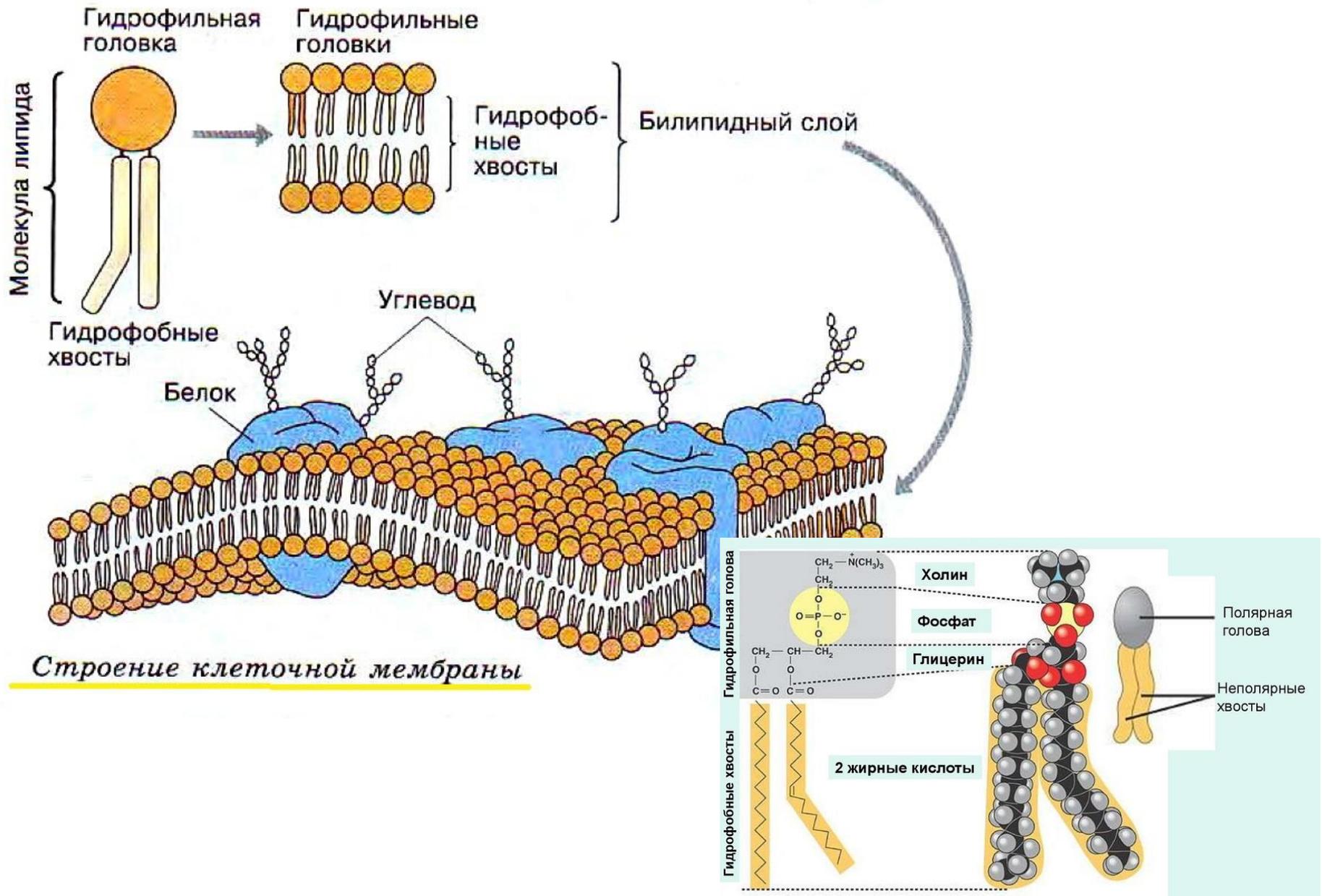


Углеводы

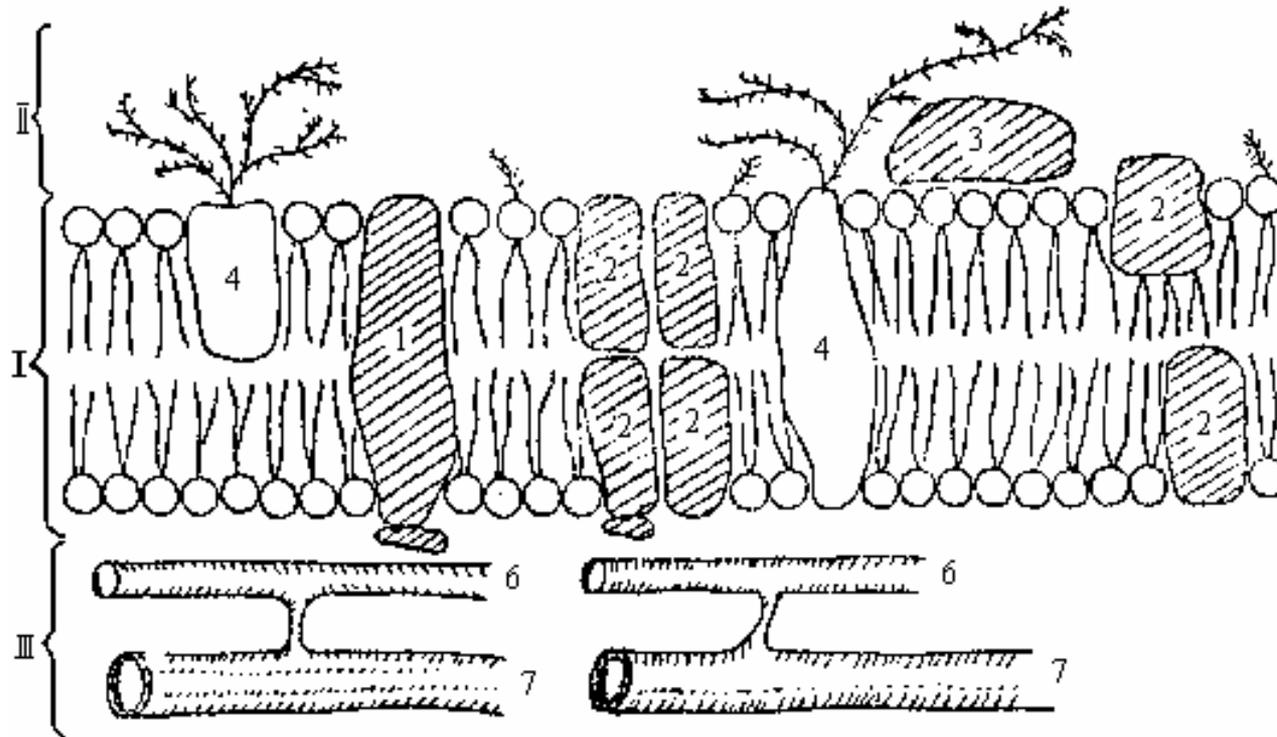
- Образуют длинные ветвящиеся цепочки.
- Химически связаны либо с белками (гликопротеины), либо с липидами (гликолипиды).
- Образуют надмембранный слой.
- Углеводный слой мембраны называется гликокаликс.
- Функция: рецепторная (узнавание клеток, гормонов, вирусов и т.д.)



Строение клеточной мембраны



Плазматическая мембрана



II. Гликокаликс

I. Элементарная биологическая мембрана

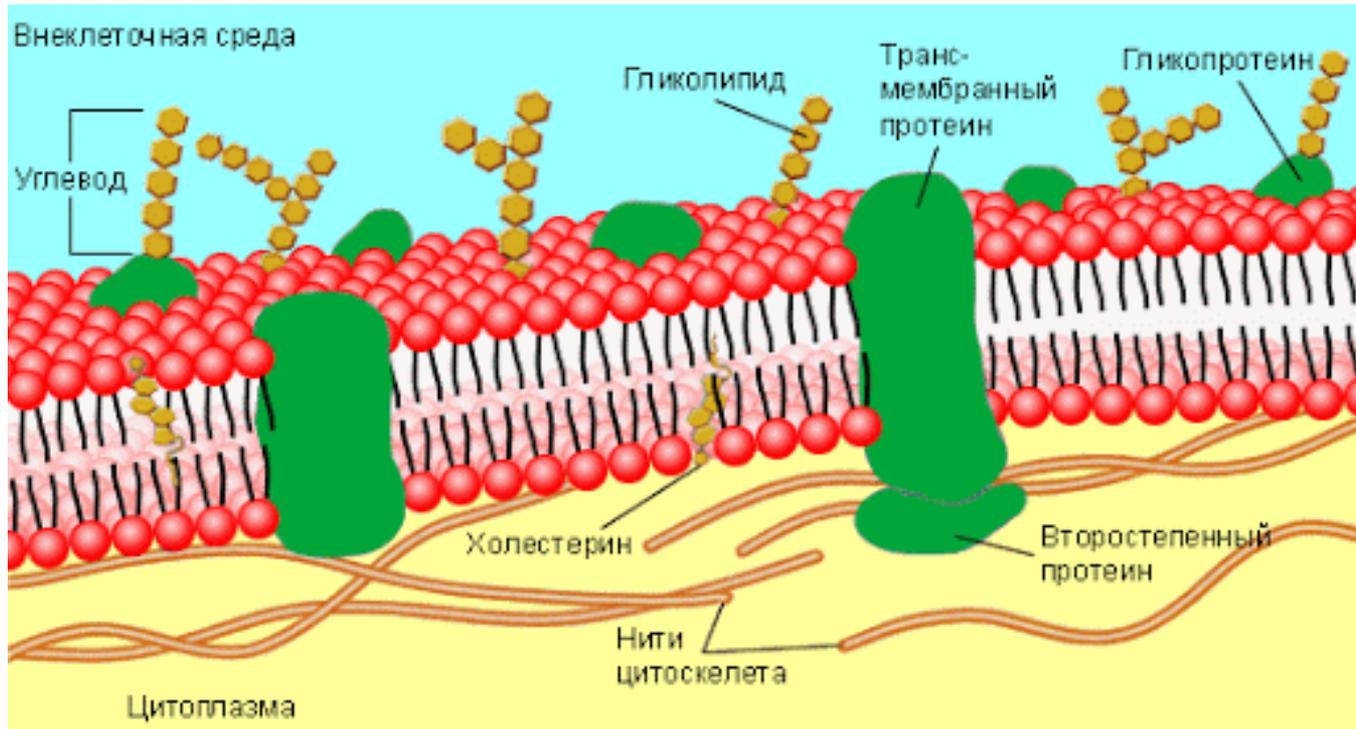
III. Подмембранный комплекс

Гликокаликс

Надмембранный комплекс называется **гликокаликсом**.

В его состав входят:

- углеводные части **гликолипидов** (соединения углеводов с липидами) и **гликопротеинов** (соединения углеводов с белками).
- периферические (наружные) белки мембраны.



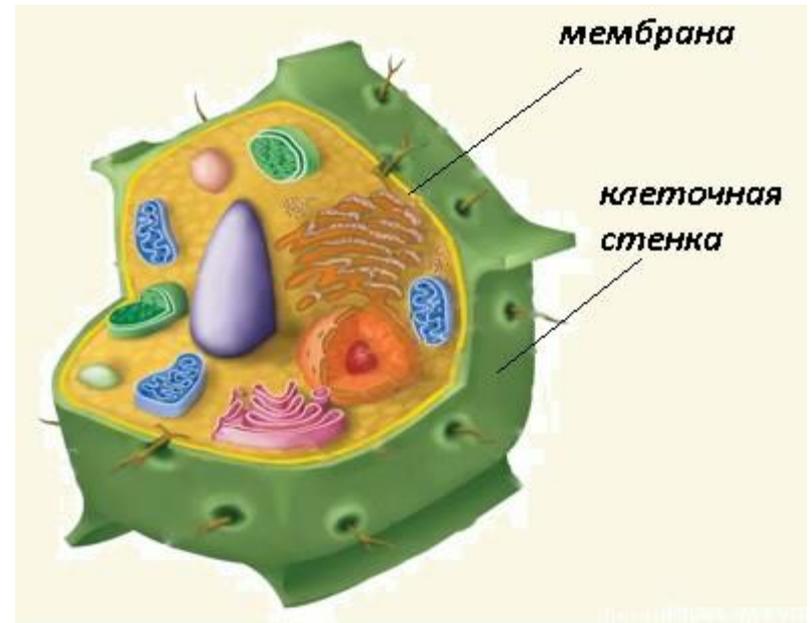
Гликокаликс

Функция гликолипидов и гликопротеинов мембраны, а следовательно и гликокаликса:

- **рецепторная** (распознающая), обеспечивает «индивидуализацию» клетки.

Растительная клетка поверх цитоплазматической мембраны имеет **клеточную стенку**, состоящую из целлюлозы;

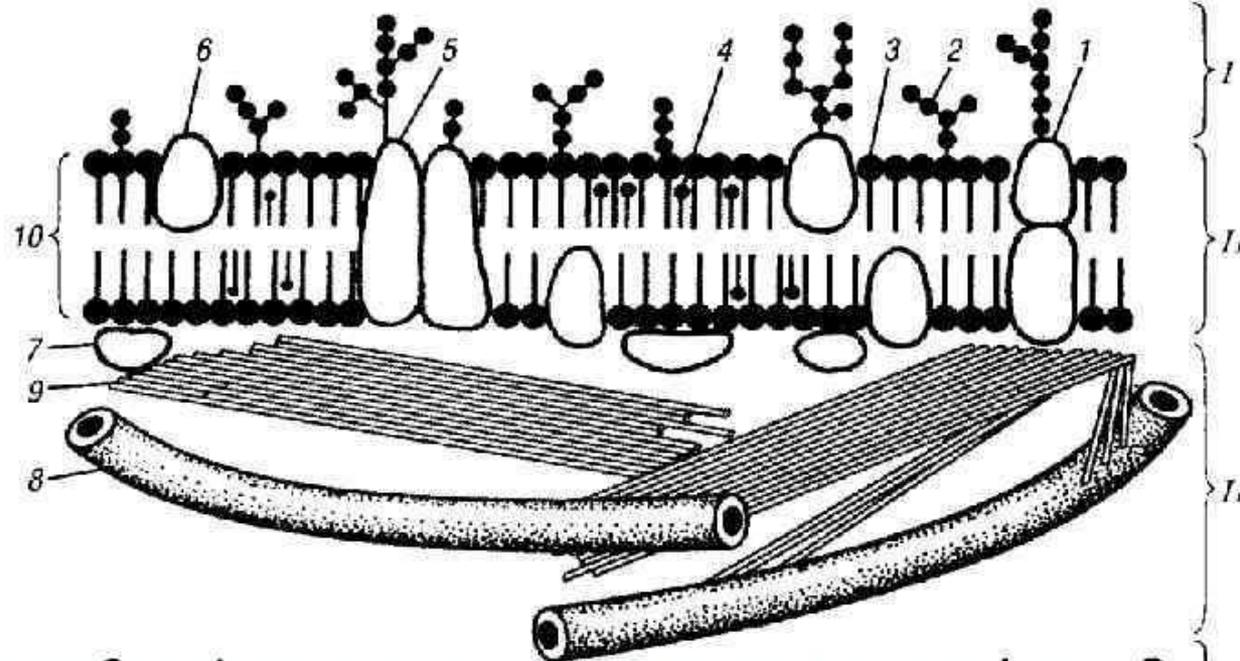
Грибная клетка – имеет клеточную стенку, в состав которой входит хитин.



Подмембранный комплекс

Образован
элементами
цитоскелета
(микротрубочки и
микрофиламенты)
(8,9)

Функция:
придает мембране
прочность и
обеспечивает
подвижность.



Строение плазмолеммы: I - надмембранный комплекс, II - плазматическая мембрана, III - подмембранный опорно-сократительный аппарат, IV - цитоплазма; 1 - гликопротеиды, 2 - гликолипиды, 3 - гидрофильные головки липидов, 4 - холестерин, 5 - интегральные белки, 6 - полуинтегральные белки, 7 - периферические белки, 8 - микротрубочки, 9 - микрофиламенты, 10 - билипидный слой

Свойства мембраны

- Все мембраны **замкнуты** сами на себя. В клетке нет мембран со свободными концами.
- Плазматическая мембрана обладает **малой вязкостью**, что позволяет ее белкам быстро перемещаться в латеральном направлении. Мембрана напоминает постоянно меняющуюся мозаику.
- Мембрана очень **динамичная** структура – ее свойства меняются под действием факторов окружающей среды, что непременно будет сказываться на функциях, которые мембраны выполняют. И белки и липиды мембраны могут перемещаться как в пределах одного слоя, так и из одного слоя в другой.
- Плазматические мембраны способны к **самообновлению**.
- Клеточные мембраны **асимметричны**, нет симметрии между верхним и нижним слоями липидов. Каждая из мембран имеет две поверхности, омываемые разными средами. Между наружным и внутренним слоями мембран имеются различия по составу липидов. Переход отдельной молекулы из одного слоя в другой (так называемый флип-флоп) может происходить спонтанно или с помощью белков-флиппаз.

Свойства мембраны

- **Полярность.** Внутренняя поверхность мембраны (обращенная к цитоплазме) в нормальных условиях жизнедеятельности всегда заряжена отрицательно по отношению к внешней среде. Разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями составляет для разных типов клеток от 4 до 100 милливольт (мВ). Для нервных клеток эта величина равна примерно 70-75мВ.
- Клеточные мембраны обладают **избирательной проницаемостью** - одни вещества пропускают, а другие нет. Это свойство обеспечивает обмен веществ между клеткой и внешней средой. Процесс прохождения веществ через клеточную мембрану называют **трансмембранным транспортом** (переносом) веществ; он лежит в основе процессов **поддержания клеточного гомеостаза, оптимального содержания в клетке ионов, воды, ферментов и субстратов.** Мембраны проницаемы для низкомолекулярных веществ и непроницаемы для высокомолекулярных веществ.

Функции мембраны

1. **Барьерная** —обеспечивает отделение клетки от окружающей среды. Является осмотическим барьером.
2. **Транспортная** — обеспечение обмена веществ между клеткой и окружающей средой.
3. **Рецепторная** —воспринимает информацию из окружающей среды.
4. **Ферментативная** — мембранные белки нередко являются ферментами. Например, плазматические мембраны эпителиальных клеток кишечника содержат пищеварительные ферменты.
5. **Энергетическая** - при фотосинтезе в хлоропластах и клеточном дыхании в митохондриях в их мембранах действуют системы переноса энергии, в которых также участвуют белки.

Функции мембраны

6. Осуществление генерации и проведения биопотенциалов.

С помощью мембраны в клетке поддерживается постоянная концентрация ионов: концентрация иона K^+ внутри клетки значительно выше, чем снаружи, а концентрация Na^+ значительно ниже, что очень важно, так как это обеспечивает поддержание разности потенциалов на мембране и генерацию нервного импульса.

7. Структурная функция – является структурным компонентом большинства органоидов. Делит клетки на отсеки, (или компартменты), предназначенные для тех или иных специализированных метаболических путей.

8. Принимает участие в образовании межклеточных контактов.

9. Регулирует обмен между клеткой и средой.

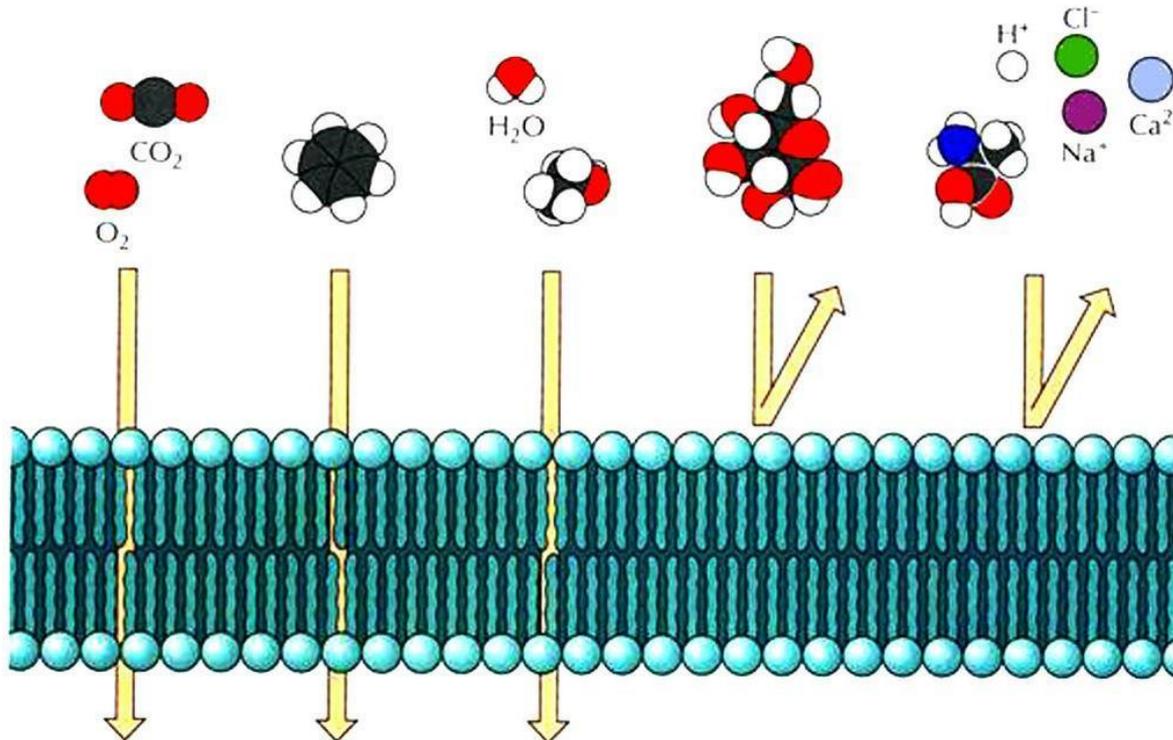
10. Участвует в образовании специальных органоидов (микроворсинки, реснички, жгутики).

11. Участвует в реакциях иммунитета (фагоцитоз, синтез антител).

Транспорт веществ

обеспечивает:

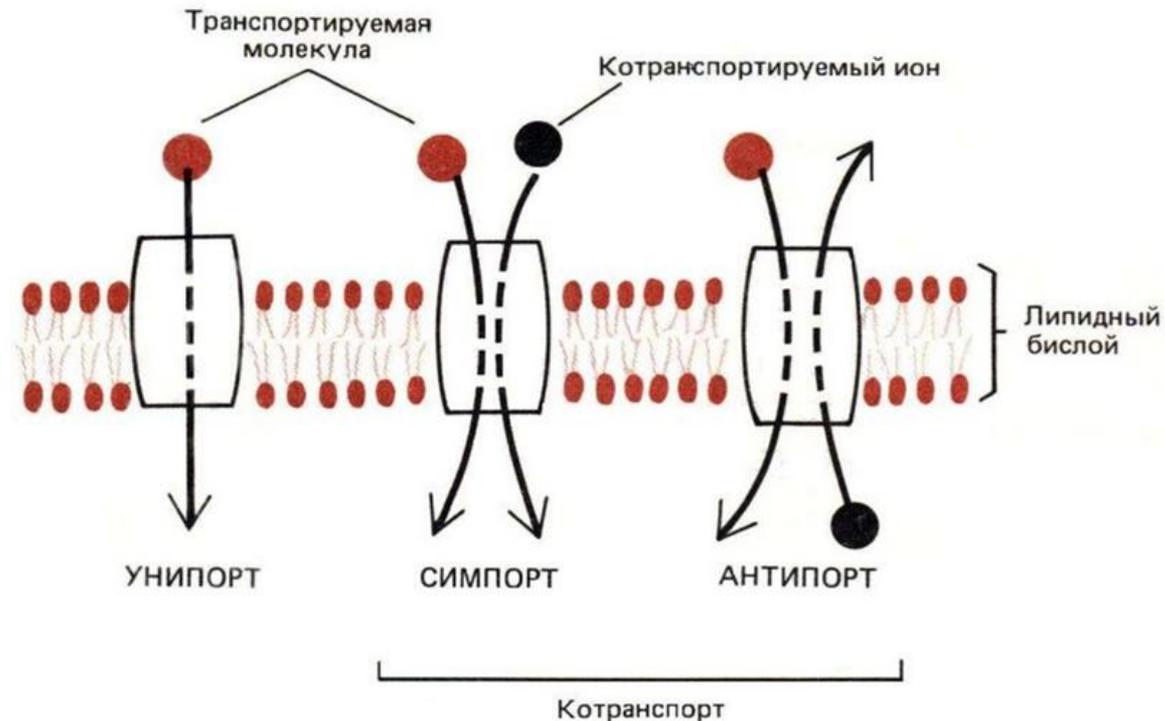
- поддержание гомеостаза
- поступление веществ в клетку (эндоцитоз)
- выведение веществ из клетки (экзоцитоз)
- создание ионного градиента



Направление транспорта веществ через мембрану

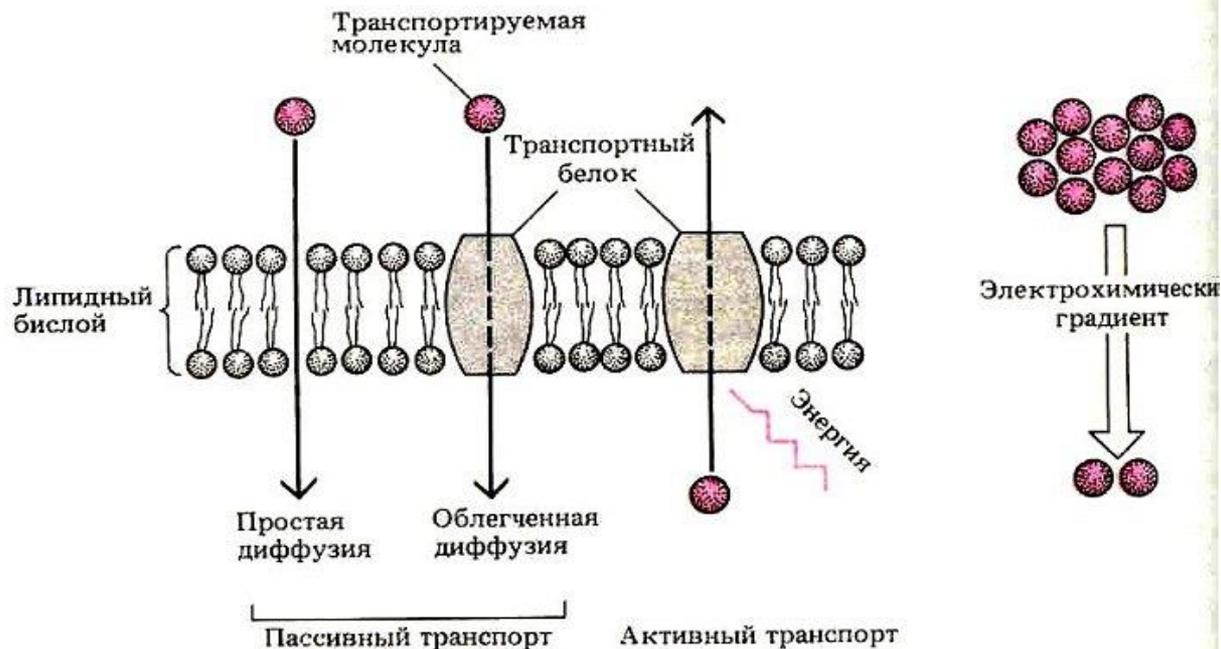
Мембранный транспорт веществ различается по направлению их перемещения и количеству переносимых данным переносчиком веществ:

- 1) **Унипорт** — транспорт одного вещества в одном направлении в зависимости от градиента
- 2) **Симпорт** — транспорт двух веществ в одном направлении через один переносчик.
- 3) **Антипорт** — перемещение двух веществ в разных направлениях через один переносчик.

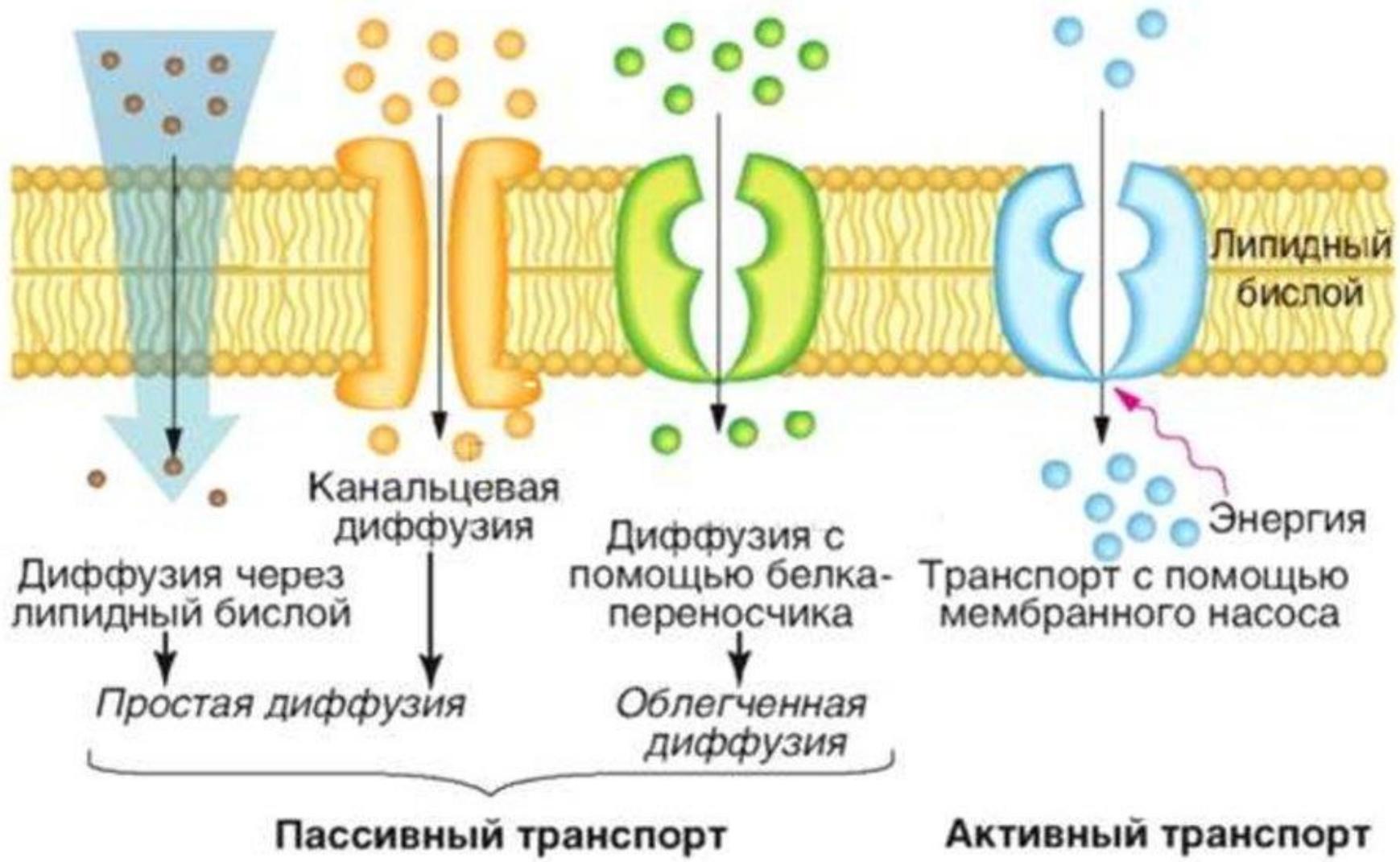


Виды транспорта веществ

Пассивный	Активный
<ol style="list-style-type: none">1. без затрат энергии АТФ2. по градиенту концентрации	<ol style="list-style-type: none">1. с затратой энергии АТФ2. против градиента концентрации
Виды: <ul style="list-style-type: none">- осмос- простая диффузия- облегченная диффузия	Виды: <ul style="list-style-type: none">- везикулярный: фагоцитоз, пиноцитоз;- с участием белков переносчиков – ионные насосы (например, Na/K-насос).



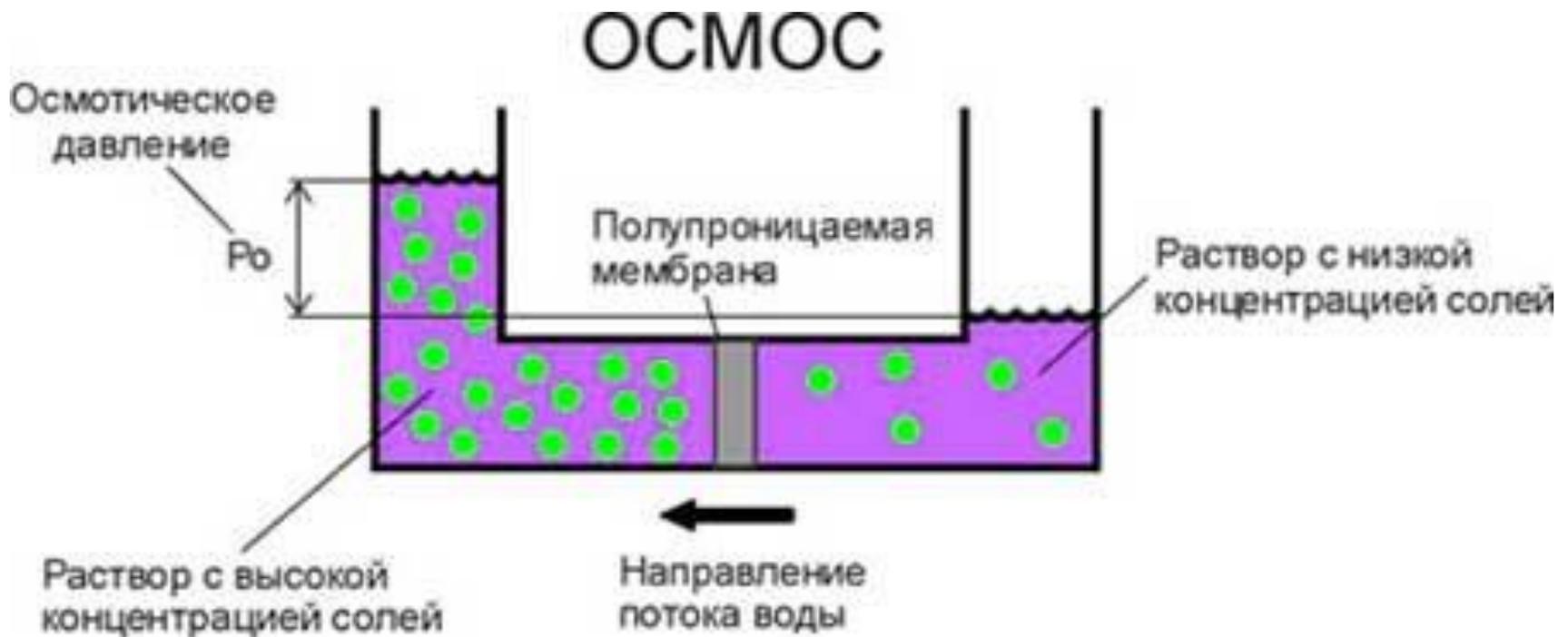
Механизмы прохождения веществ через клеточную мембрану



Пассивный транспорт

Осмоз

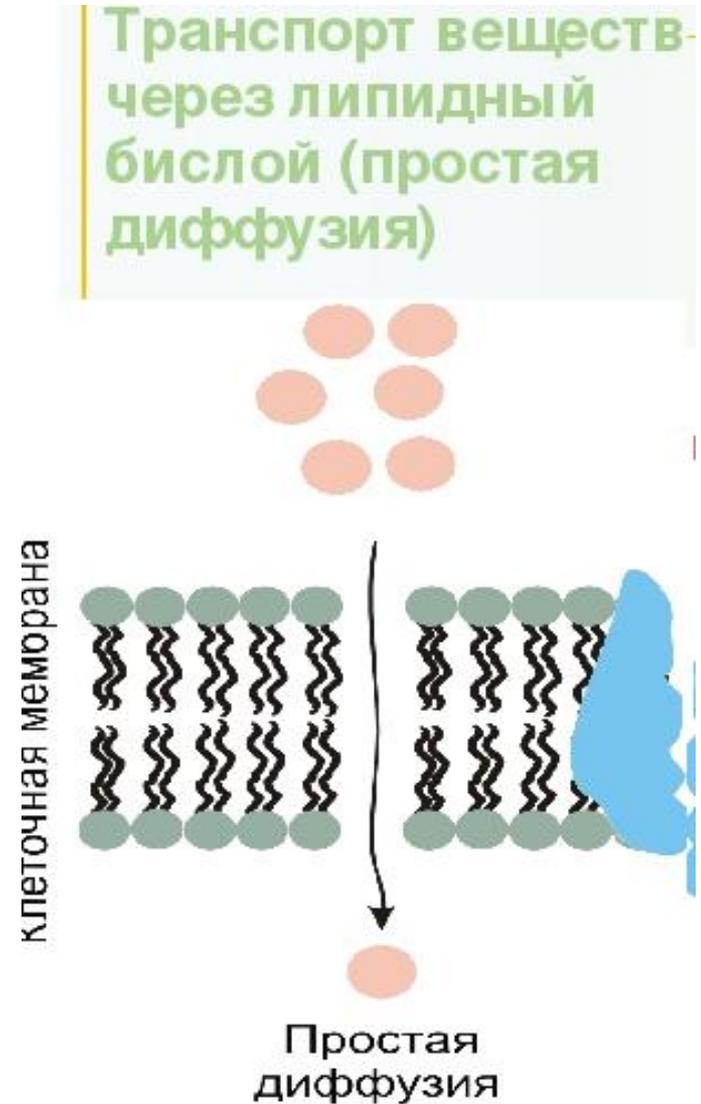
– это процесс диффузии растворителя (например, воды) через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный раствор. Возникающее давление на мембрану называется – **осмотическим**.



Пассивный транспорт

Простая диффузия

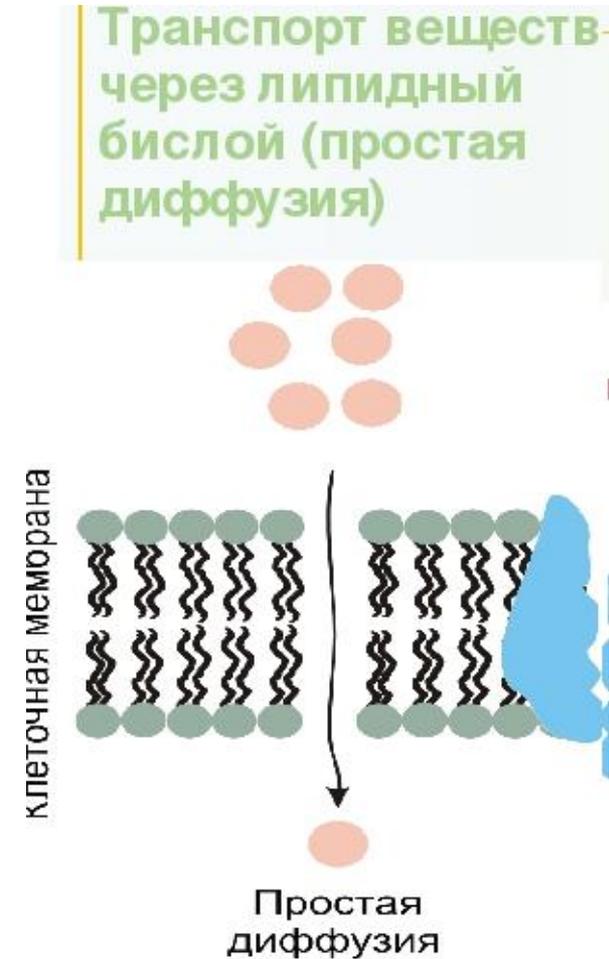
- Диффузия — пассивное перемещение вещества из участка большей концентрации к участку меньшей концентрации.
- Простая диффузия представляет собой процесс, при котором газ или растворенные вещества распространяются и заполняют весь объём вещества.
- Если концентрация данного вещества по обе стороны мембраны различна, то возникает процесс, который способствует выравниванию концентрации.

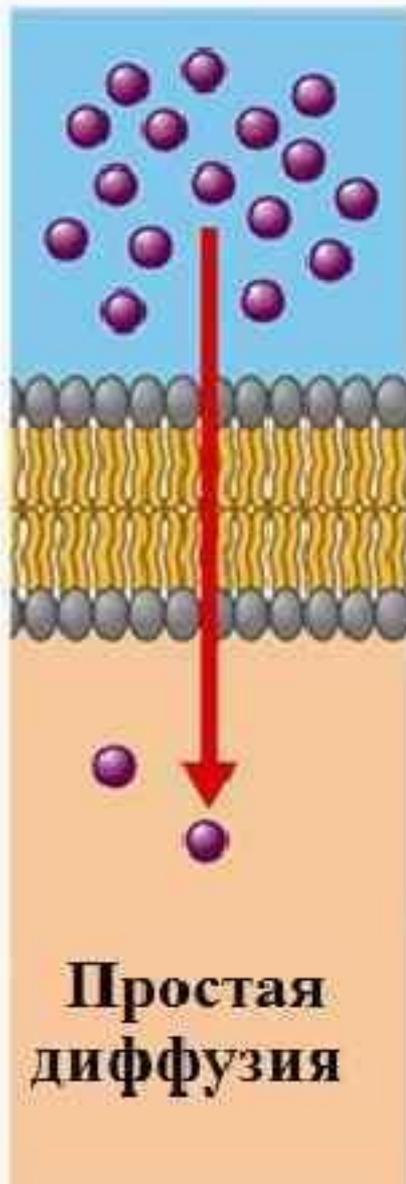


Пассивный транспорт

Простая диффузия

- Характерна для веществ, **хорошо растворимых в липидах**
- По пути **простой диффузии** частицы вещества перемещаются **сквозь липидный бислой**. Направление простой диффузии определяется только разностью концентраций вещества по обеим сторонам мембраны.
- Путём простой диффузии **в клетку** проникают **хорошо растворимые в липидах гидрофобные вещества** (O_2 , N_2 , CO_2 , эфиры, спирты, жирные кислоты, витамины А, D, Е, К, мочевины). Таким же способом в цитоплазму проникают и многие синтетические вещества, например лекарственные препараты.





Простая диффузия - это:

- ❖ транспорт веществ через мембрану
- ❖ из участка большей концентрации к участку меньшей концентрации
- ❖ без затрат энергии.

Обеспечивает перемещение маленьких незаряженных молекул по градиенту концентрации между молекулами липидов:

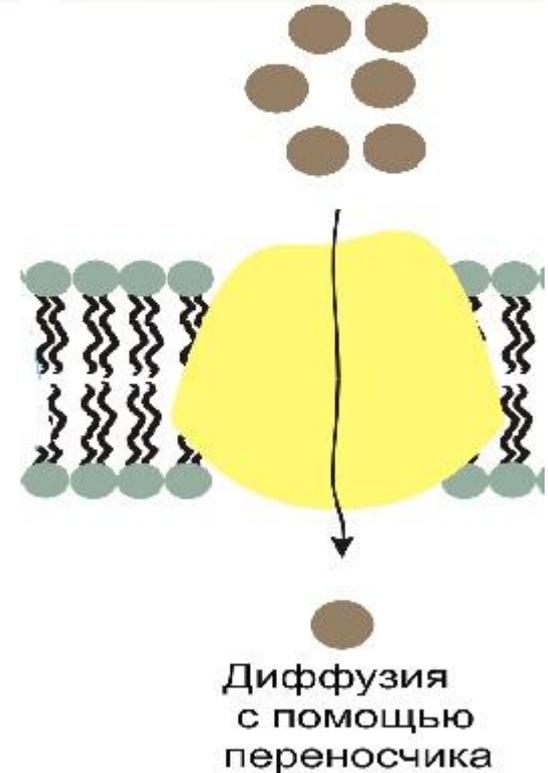
- газы,
- жирорастворимые молекулы.

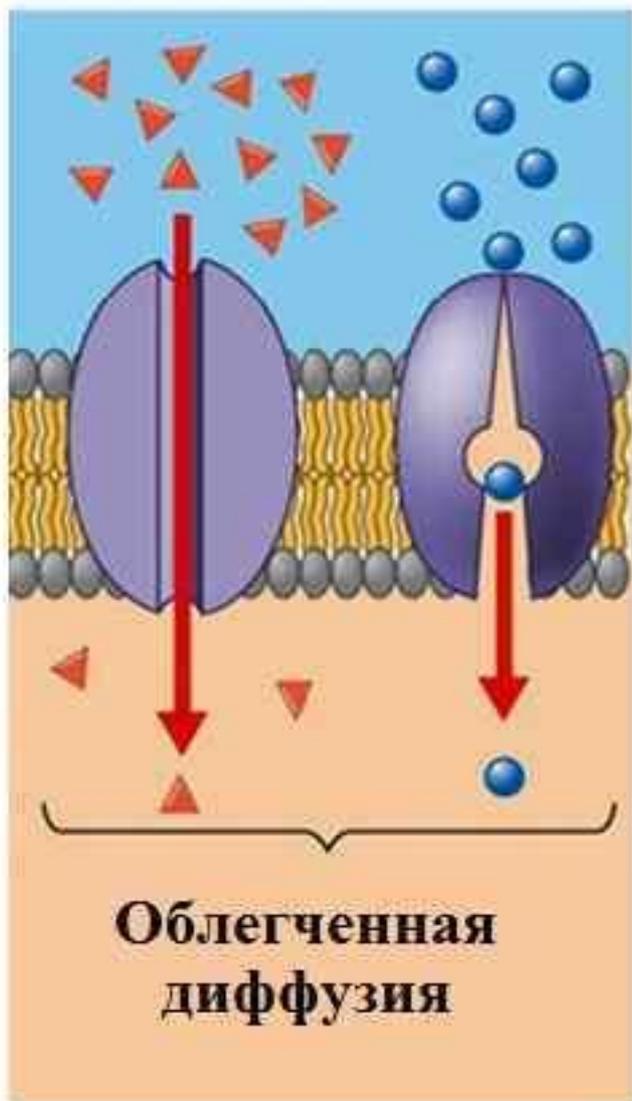
Пассивный транспорт

Облегченная диффузия

- Характерна для веществ **не растворимых в липидах**. Следовательно, они не могут пройти через липидный бислой мембраны и поэтому для их транспорта существуют **белковые каналы** или они перемещаются при помощи **белка переносчика**, но **без затраты энергии** и **по градиенту концентрации**. Путем облегченной диффузии транспортируются небольшие гидрофильные молекулы: моносахариды, amino- и органические кислоты, нуклеотиды, а также анионы, для которых гидрофобный матрикс мембраны практически непроницаем

Транспорт веществ через мембранные каналы (облегченная диффузия)

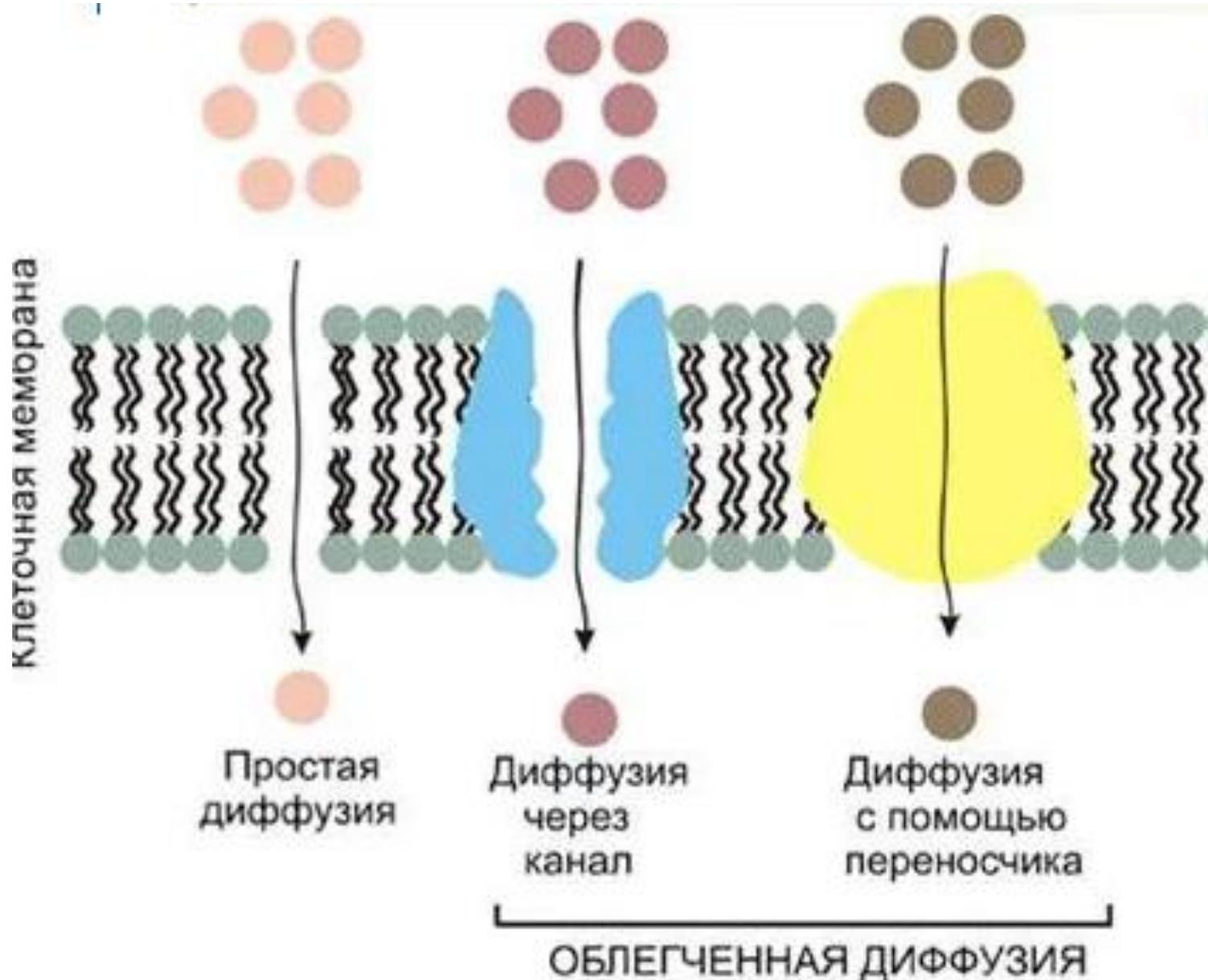




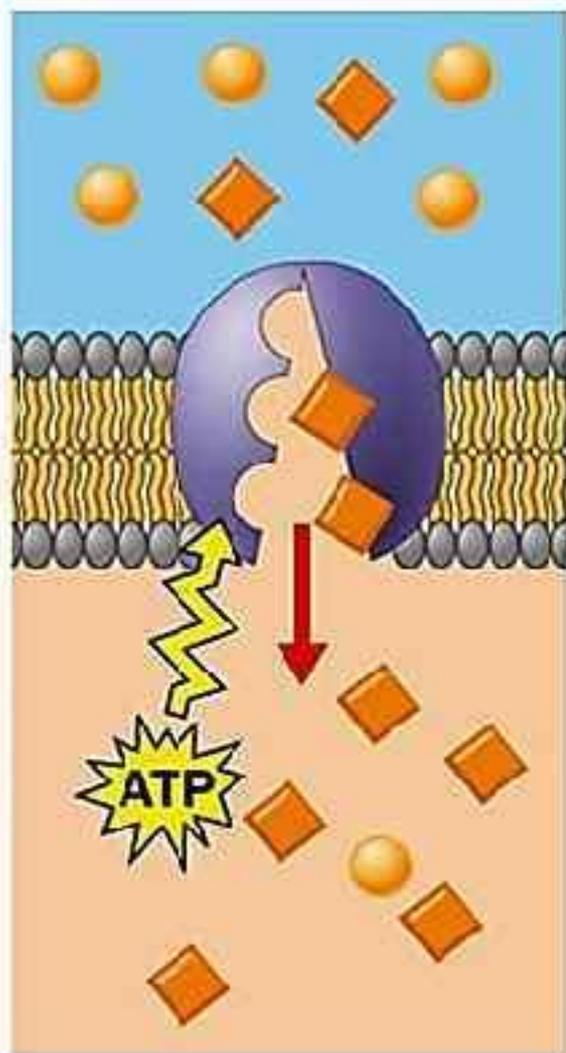
Облегченная диффузия - это:

- ❖ транспорт веществ через мембрану
- ❖ из участка большей концентрации к участку меньшей концентрации
- ❖ с помощью **транспортных структур** из белков-каналов или белков-переносчиков
- ❖ не требует специальных энергетических затрат за счёт гидролиза АТФ.
- ❖ высокая скорость переноса веществ по сравнению с простой пассивной диффузией
- ❖ зависимость от строения веществ.

Пассивный транспорт



Активный транспорт



Активный транспорт – это перенос веществ через мембрану, который:

- ❖ совершается против градиента концентрации (т.е. с компартмента с большой концентрации в компарт-мент с меньшей концентрацией)
- ❖ при участии специальных белков - **транспортеров**
- ❖ требует затрат энергии АТФ, образующейся в процессе дыхания
- ❖ имеет более низкую скорость и насыщаемость.

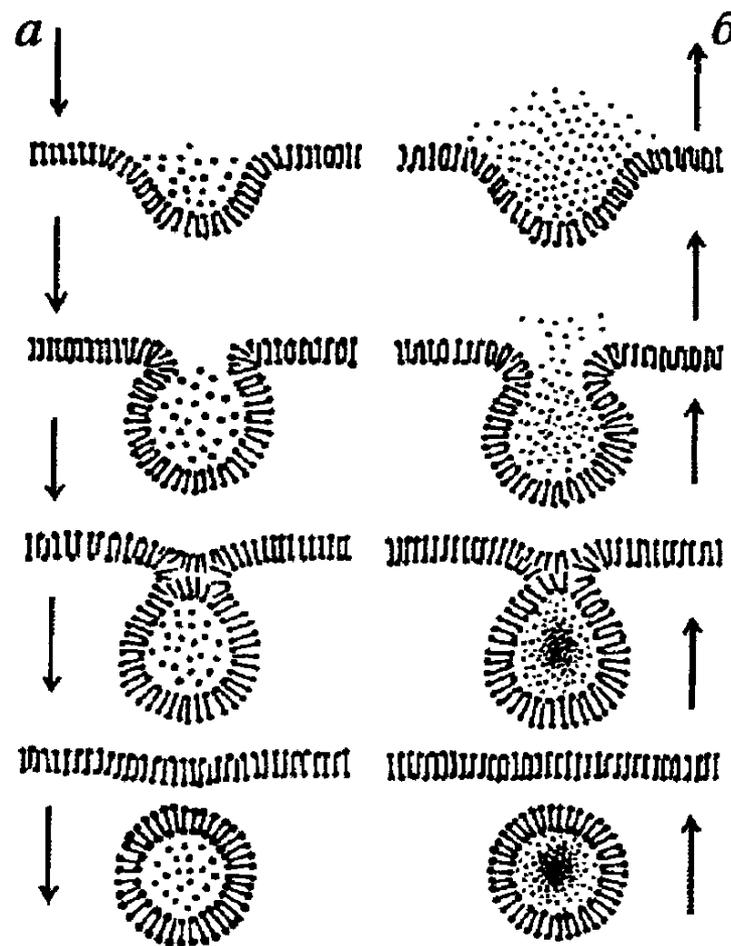
Активный транспорт

Везикулярный транспорт

Везикулярный транспорт веществ (цитоз) – это транспорт высокомолекулярных соединений и мелких частиц с помощью мембранных пузырьков (везикул).

Везикулярный транспорт можно разделить на два вида:

- **экзоцитоз** - перемещение **из клетки** макромолекулярных продуктов;
- **эндоцитоз** - **поглощение** клеткой макромолекул.



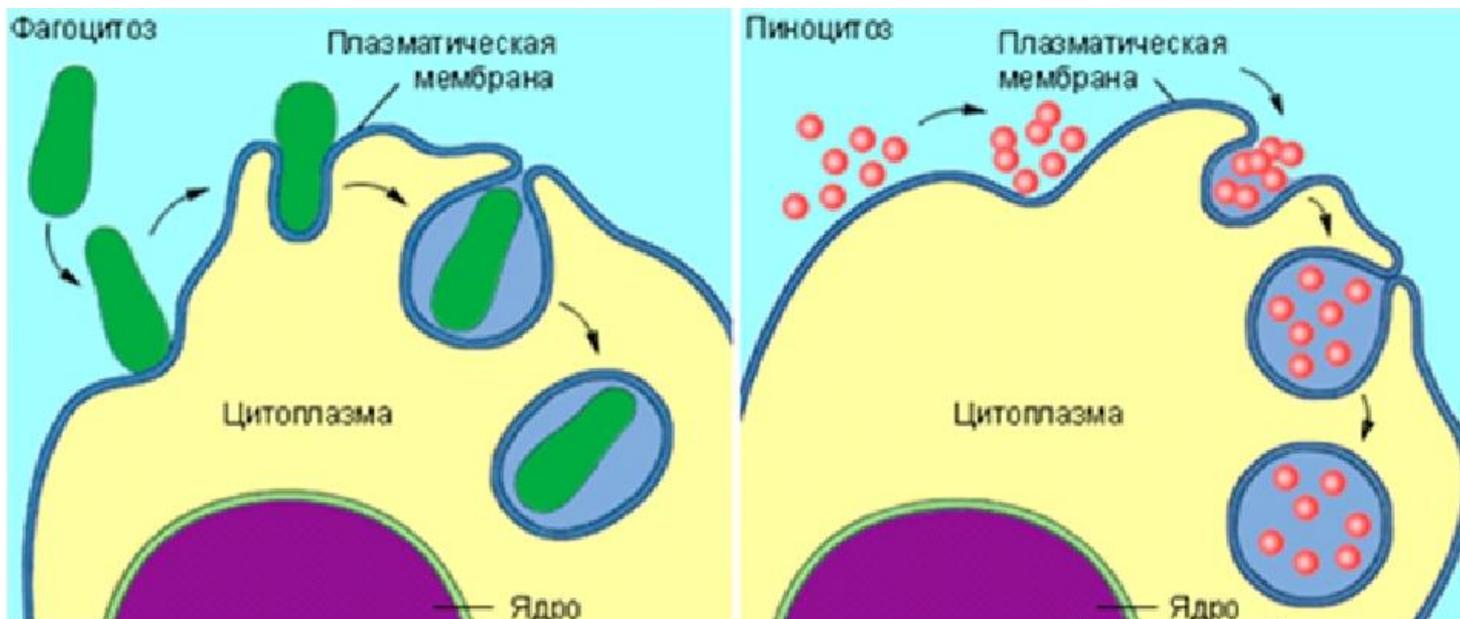
Эндоцитоз (а) и экзоцитоз (б)

Активный транспорт

Везикулярный транспорт

Эндоцитоз разделяют на:

- **пиноцитоз** - захват клеточной поверхностью жидкости с содержащимися в ней веществами.
- **фагоцитоз** - захват и поглощение клеткой крупных частиц (иногда даже клеток или их частей).



Цитоз -

везикулярный

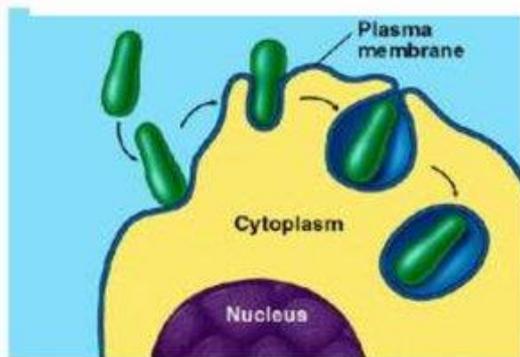
транспорт

Эндоцитоз

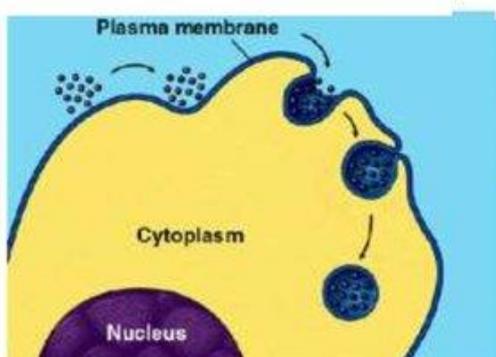
Экзоцитоз

В клетку!

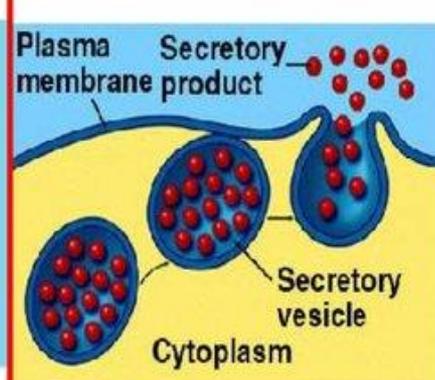
Из клетки!



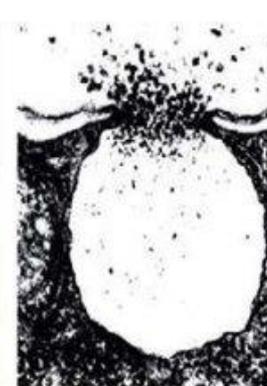
Фагоцитоз –
поглощение
твердых
частиц



Пиноцитоз –
поглощение
капелек
жидкости

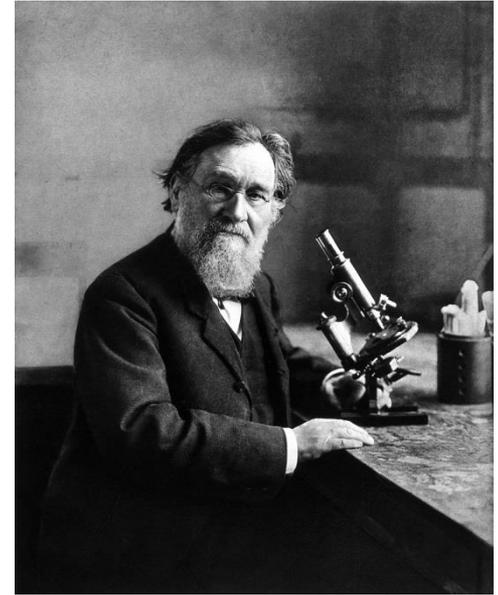


Осуществляется
комплексом Гольджи



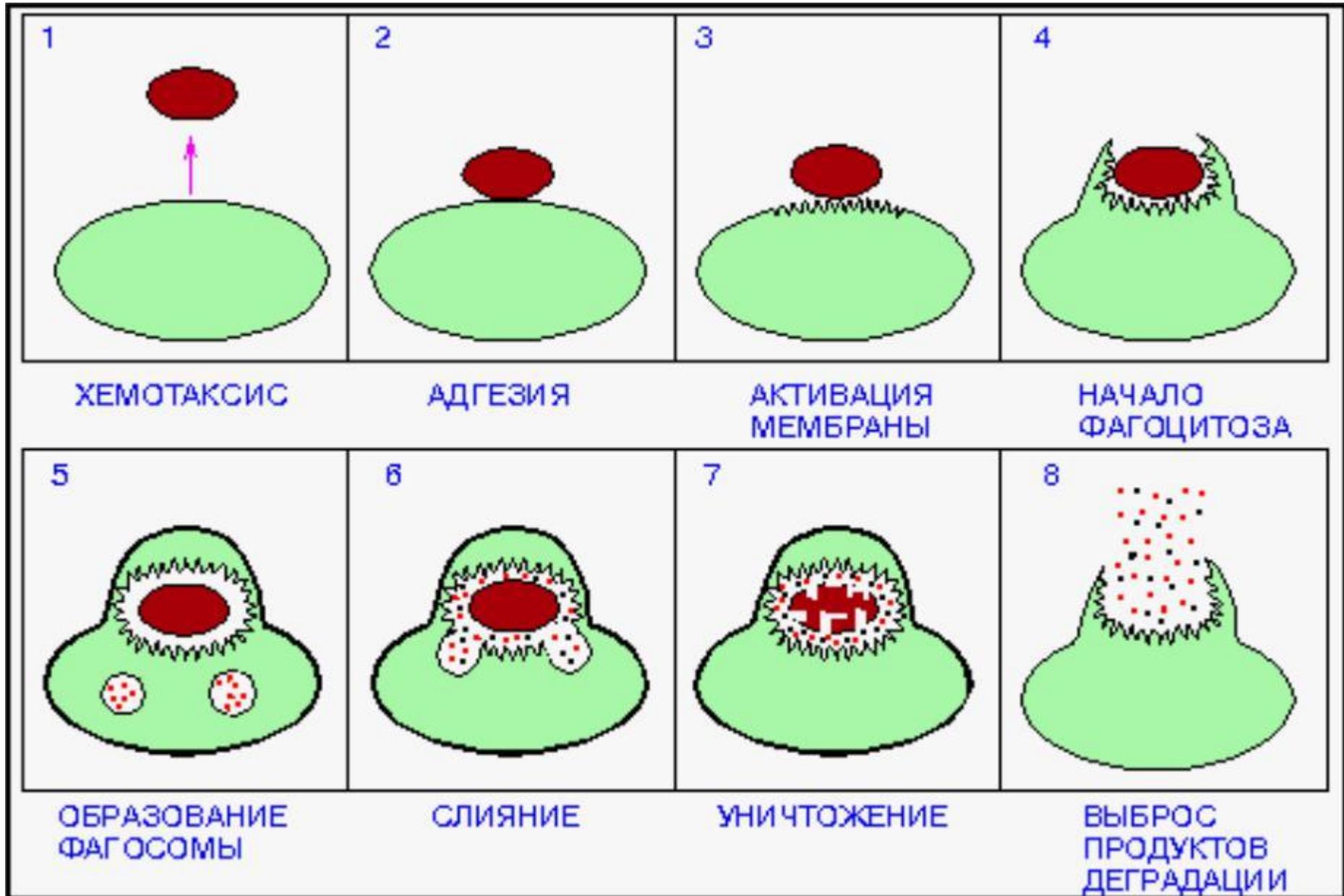
Фагоцитоз

Фагоцитоз был впервые отмечен канадским врачом [Уильямом Ослером](#) , а затем изучен и назван [И.И. Мечниковым](#) в 1882 году, когда им же была установлена роль фагоцитов в защите от бактерий. Он предположил, что клетки, захватывающие и переваривающие органические тела, помимо их участия в пищеварении, выполняют в организме защитную функцию. Клетки, защищающие организм от [бактерий](#), [вирусов](#), [спор](#) грибов и пр., Мечников назвал [фагоцитами](#), а само явление — [фагоцитозом](#). Летом 1883 года на съезде естествоиспытателей и врачей Мечников сообщил об открытии явления фагоцитоза. За труды по иммунитету Мечников получил [Нобелевскую премию по физиологии и медицине](#) (1908).



Илья Ильич
Мечников

Этапы фагоцитоза



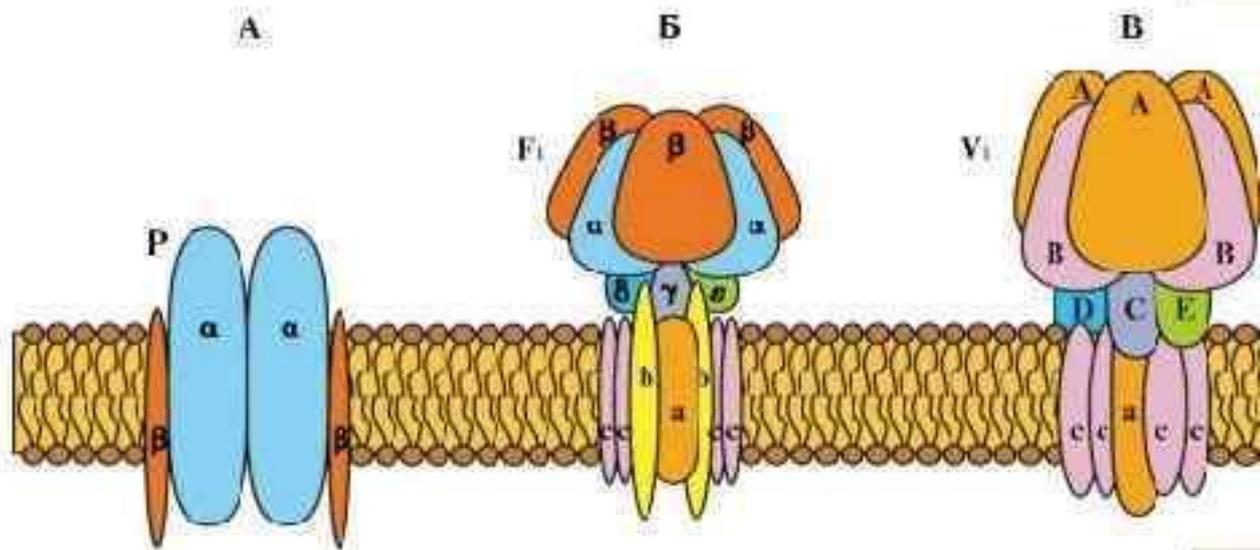
Этапы фагоцитоза

- 1. Хемотаксис.** Фагоциты направленно перемещаются к объекту фагоцитоза.
- 2. Адгезия фагоцитов к объекту.** В результате взаимодействия с рецепторами плазмалеммы происходит адгезия (прилипание) объекта.
- 3. Активация мембраны.** На этой стадии осуществляется подготовка объекта к погружению. Изменяется конфигурация поверхности клетки.
- 4. Погружение.** Погружение объекта внутрь клетки. Вокруг частицы вытягиваются выросты цитоплазмы фагоцита, образуя инвагинат.
- 5. Образование фагосомы.** Дальнейшее погружение частицы приводит к ее обволакиванию мембраной. Замыкание мембраны. Частица, окруженная мембраной, отрывается, образуя фагосому.
- 6. Образование фаголизосомы.** В любой клетке имеются первичные лизосомы, содержащие ферменты. Они сливаются с фагосомой, в результате чего образуется фаголизосома.
- 7. Расщепление.** Под действием ферментов происходит переваривание (лизис) частицы.
- 8. Выброс продуктов деградации.** Непереваренные продукты (остаточные тельца) выбрасываются наружу теми же этапами, только наоборот – происходит экзоцитоз.

Ионные насосы – это крупные

трансмембранные ферментные белки, встроенные в мембраны клетки. Они способны связывать и расщеплять АТФ и получившие в связи с этим название АТФазы (аденозинтрифосфатазы). В процессе расщепления АТФ высвобождается химическая энергия, заключённая в них. Эту освобождённую энергию транспортные мембранные АТФазы тратят на перенос определённого вещества против градиента концентрации.

В настоящее время хорошо изучены следующие АТФазы: Na^+/K^+ -АТФаза; Ca^{2+} -АТФаза; H^+ -АТФаза; H^+, K^+ -АТФаза; Mg^{2+} -АТФаза, которые обеспечивают перемещение ионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+ , Mg^{2+} изолированно или сопряжено.

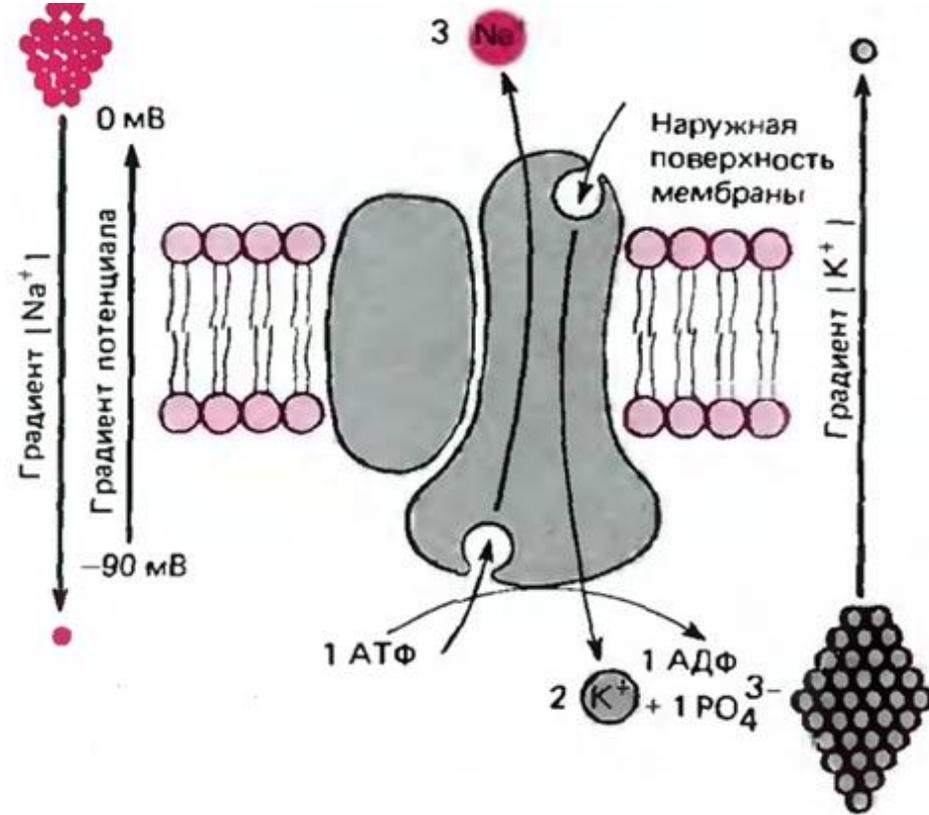


АТФ-зависимые ионные насосы

Активный транспорт Натрий-калиевый насос

Есть во **всех животных клетках**. Представляет собой сложный белок, встроенный в мембрану (состоит из двух субъединиц большой и меньшей) и имеющий центры связывания для ионов натрия и калия, а также активный центр, где осуществляется связывание и гидролиз АТФ.

На его работу тратится $1/3$ энергии АТФ потребляемой в состоянии покоя.

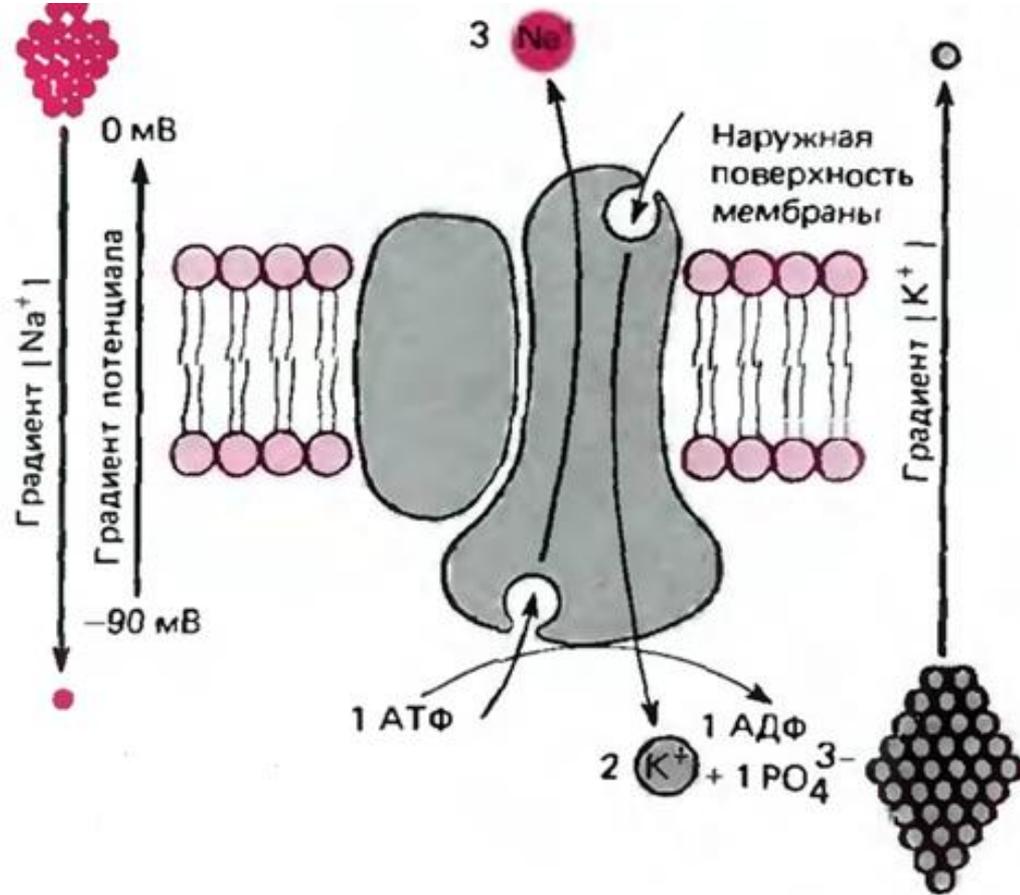


Активный транспорт Натрий-калиевый насос

В клетке всегда больше K^+ и меньше Na^+ , чем во внеклеточной среде

При гидролизе 1 молекулы АТФ из клетки выносятся 3 иона Na^+ и закачивается 2 иона K^+ .

В результате работы насоса наружная поверхность мембраны заряжается «+», а внутренняя «-». Возникает мембранный потенциал.



Медицинское значение Натрий-калиевый насоса

Под действием различных факторов может произойти «выключение» ионного насоса, а это порой приводит к осложнениям у пациентов. Например, при лечении сердечной недостаточности иногда назначают гликозиды (строфантин). При передозировке они способны «выключить» ионный насос. Клетка **начинает терять ионы калия, получает в избытке ионы натрия, которые тянут за собой воду**, что отражается негативно на работе клетки, состоянии сердца. Недостаток калия вызывает аритмию, а избыток натрия – гипергидратацию клетки и даже цитолиз.

Таким же действием обладают некоторые мочегонные препараты, которые часто назначают при гипертоническом кризе. Снижая давление, препараты, в то же время **ингибируют Na/K насос и у пациента, как осложнение, могут быть судороги от недостатка калия в клетке**. Поэтому, назначая мочегонные, обязательно следует одновременно назначать препараты калия (панангин, аспаркам).

Виды растворов

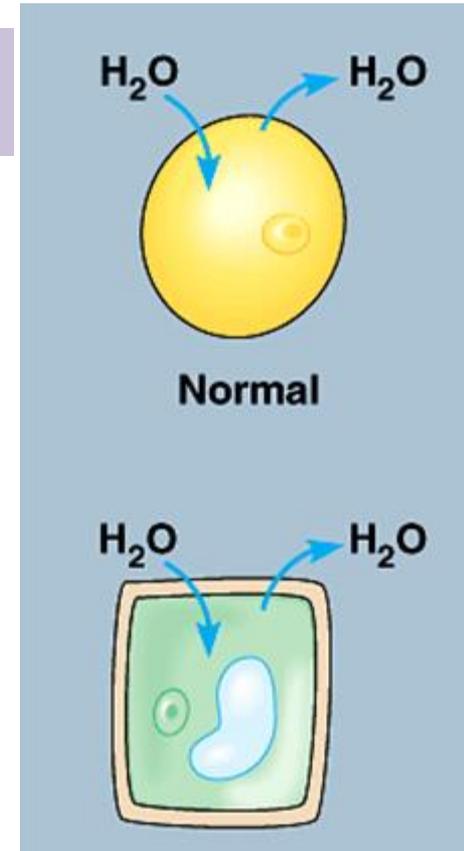
Изотонический раствор (физиологический раствор, «физраствор» 0,9% NaCl)

$$[\text{Вещества в растворе}] = [\text{вещества в клетке}]$$

В изотоническом условии относительные концентрации раствора и растворителя равны с обеих сторон мембраны.

При помещении клетки в изотонический раствор никакого изменения в размере клетки не происходит. **Клетка остается в нормальном состоянии.**

Изотонические растворы вводят больным при потерях крови, травмах, интоксикациях разной этиологии, при обезвоживании (рвота, диарея, ожоги); используют для разведения лекарственных веществ.



Клетка находится в нормальном состоянии.

Гипертонический раствор

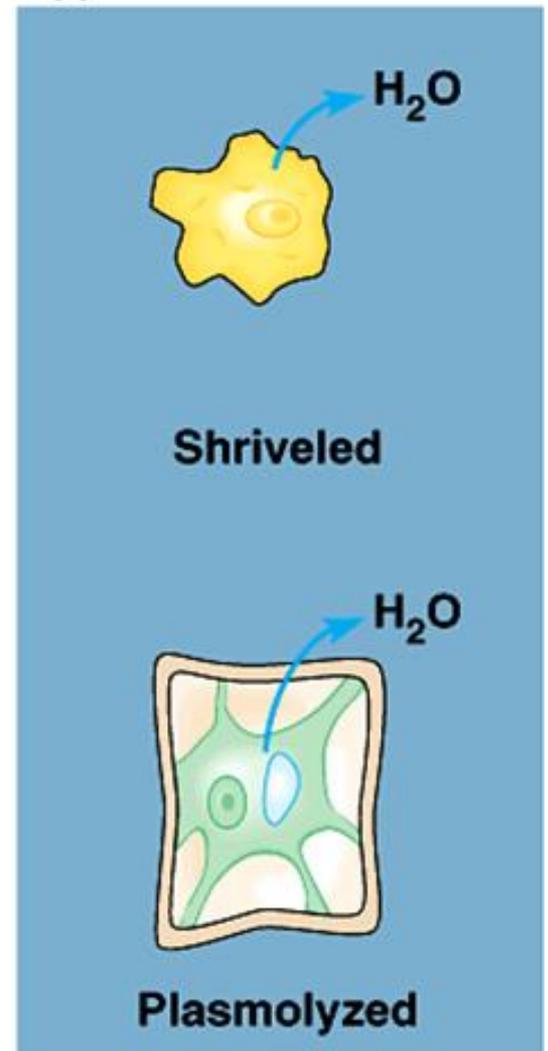
[конц. веществ в растворе] > [конц. веществ в клетке]

При помещении клетки в **гипертонический раствор** вода по градиенту концентрации выходит из клетки. Клетка сморщивается (сжимается). Это явление называется **плазмолиз**.

При помещении плазмолизированной клетки в изотонический раствор она восстанавливает свой объем, происходит **деплазмолиз**.

Гипертонические растворы применяются при наружной аппликации (повязки при гнойных ранах), они способствуют выделению гноя, проявляют антимикробную активность. Используют в качестве слабительных клизм, растворов для внутривенного и внутримышечного введения **при гипертонии**.

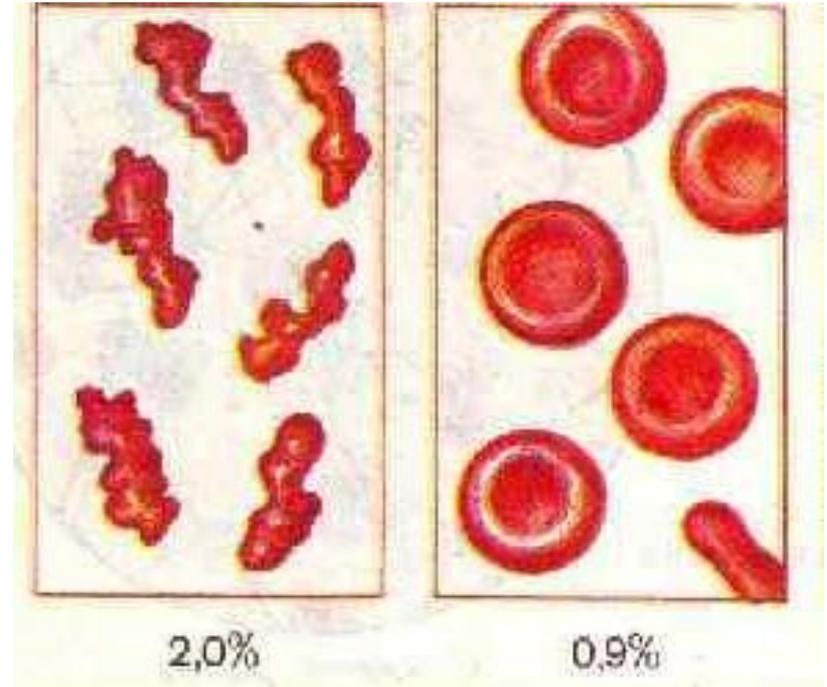
Hypertonic solution



Плазмолиз



Плазмолиз растительной клетки



Плазмолиз животной клетки

В растительной клетке при плазмолизе происходит отделение протопласта от клеточной стенки . Клетки животных, не имеющие жесткой оболочки, при попадании в гипертоническую среду сжимаются, при этом отслоения клеточного содержимого от оболочки не происходит.

Гипотонический раствор (дистиллированная вода)

Дистиллированная вода - вода, очищенная от растворённых в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей путём дистилляции.

$[\text{конц. веществ в р-ре}] < [\text{конц. веществ в клетке}]$

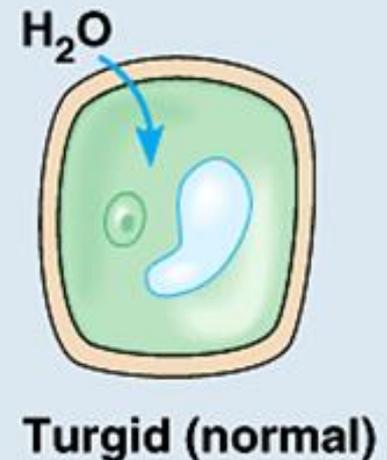
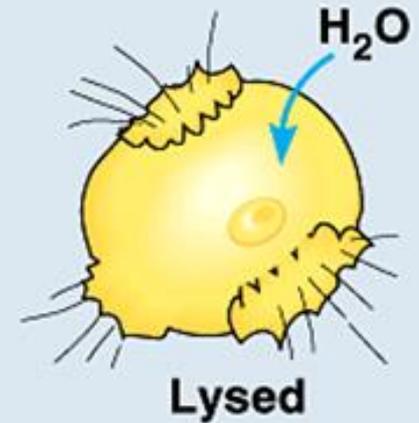
В гипотонической окружающей среде вода входит в клетку. Клетка животных может разорваться, растительная клетка, у которой есть клеточная стенка, увеличивается в объеме.

Цитолизом называют процесс перехода воды из раствора внутрь клетки, сопровождающийся увеличением клетки в объеме с разрывом её оболочки.

Дистиллированная вода используется в **медицине** в качестве разбавляющего вещества для приготовления стерильных растворов из порошков. В большом количестве использовать нельзя – может привести к лизису. Используют для разведения веществ при ректальном введении, для лучшего всасывания. Наружно - для увлажнения перевязочного материала.



Hypotonic solution



Гемолиз

Это частный случай цитолиза, характерный для **эритроцитов**.

Гемóлиз (от др.-греч. αἷμα «кровь» + λυσις «распад, разрушение») — разрушение эритроцитов крови в гипотоническом растворе с выделением в окружающую среду гемоглобина.

В пробирке А – эритроциты в **изотоническом растворе** (физрастворе). Они не разрушаются, а просто выпадают в осадок.

В пробирке Б – эритроциты в **гипотоническом растворе**. Наблюдается **гемолиз**. При гемолизе гемоглобин переходит в плазму, которая становится прозрачной и окрашенной в красный цвет, эта жидкость называется **лаковой, или гемолизированной, кровью**.

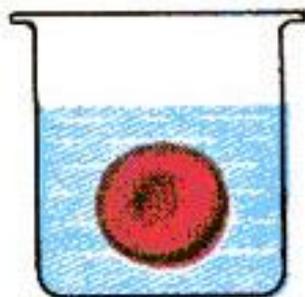


Гемолиз

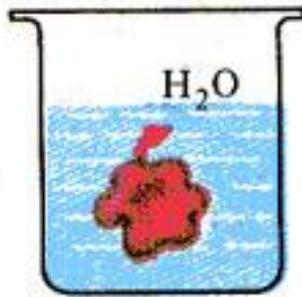


Клетки крови с гемолизом (справа) и без него (слева и посередине)

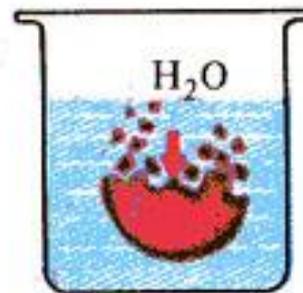
Поведение эритроцитов в разных типах растворов



Изотонический
раствор NaCl
(0,9%)



Гипертонический
раствор NaCl
(>0,9%)

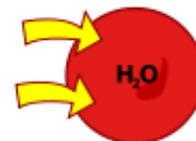
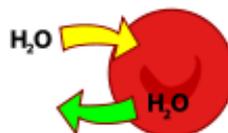
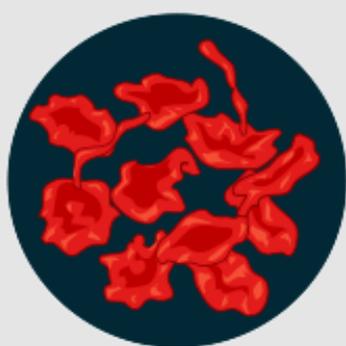


Гипотонический
раствор NaCl
(< 0,9%)

Гипертонический

Изотонический

Гипотонический

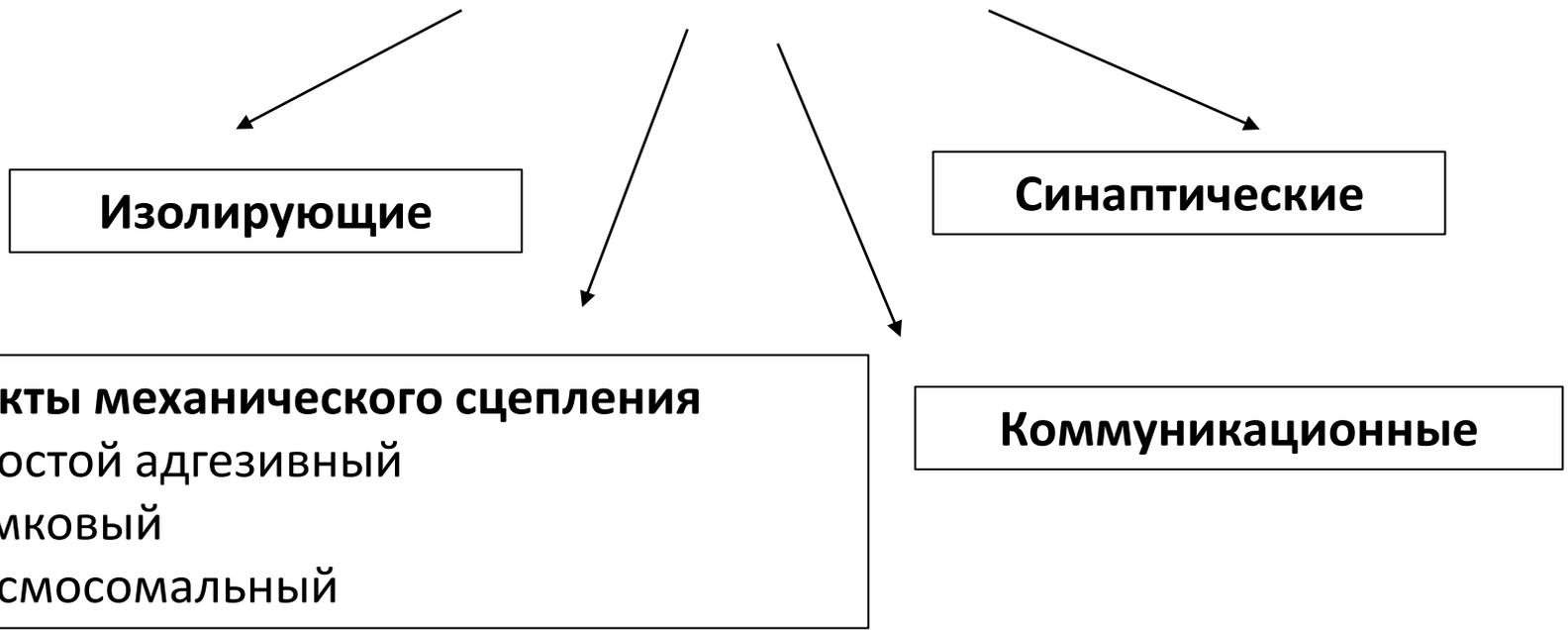


Медицинское значение растворов

Гипертонический раствор	Гипотонический раствор	Изотонический раствор
<p>повязки при гнойных ранах, слабительные клизмы, растворы для внутривенного и внутримышечного введения при гипертонии.</p>	<p>в дистиллированной воде растворяют лекарственные препараты для внутримышечных инъекций. В большом объеме и особенно внутривенно их использовать нельзя, т.к. это может привести к лизису клеток. Используют для разведения питательных веществ при ректальном введении, для улучшения всасывания.</p>	<p>используется при кровопотерях, интоксикациях разной этиологии, при обезвоживании разной причины (рвота, диарея, ожоги), для разведения лекарственных веществ.</p>

	Гипертонический раствор	Изотонический раствор	Гипотонический раствор
Характеристика раствора	Концентрация солей в растворе выше, концентрации солей в клетке.	Концентрация солей в растворе равна концентрации солей в клетке.	Концентрация солей в растворе ниже, концентрации солей в клетке.
Направление движения воды	Из клетки	Не изменяется	В клетку
Происходящий процесс	Дегидратация Обезвоживание клетки	Клетка остается неизменной	Гидратация, гипергидратация клетки и ее «набухание»
Наблюдаемое явление	Плазмолиз, Это обратимый процесс. Явление обратное плазмолизу – деплазмолиз.	Тургор клеток находится в нормальном состоянии	Деплазмолиз. При длительном действии раствора – цитолиз (разрушение любой клетки), гемолиз (частный случай цитолиза, при разрушении эритроцитов).
Особенности у растительных клеток	В растительной клетке отмечается только сжатие цитоплазмы, но форма клетки не меняется, т.к. имеется клеточная стенка.	Тургор клеток находится в нормальном состоянии	Тургор клетки при этом восстанавливается.
Особенности у животных клеток	Клетка не имеет жесткой клеточной стенки, поэтому происходит деформация клетки	Тургор клеток находится в нормальном состоянии	Идет сначала восстановление тургора, а затем за счет гипергидратации наблюдается набухание и разрушение клетки - цитолиз.
Пример раствора	Гипертонический раствор NaCl – более 0,9%	0,9% р-р NaCl изотонический раствор или физ р-р	дистиллированная вода
Медицинское значение:	<ul style="list-style-type: none"> ○ повязки при гнойных ранах, ○ слабительные клизмы, при гипертонии. ○ отеках 	<ul style="list-style-type: none"> ○ используется при кровопотерях, ○ интоксикациях разной этиологии, ○ при обезвоживании разной причины (рвота, диарея, ожоги). ○ Для разведения лекарственных веществ при в/в и в/м введении. 	<p>В большом объеме и особенно в/в их использовать нельзя – т.к. это может привести к лизису клеток.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Иногда растворяют лекарственные препараты для внутримышечных инъекций. ○ Используют для разведения питательных веществ при ректальном введении, для улучшения всасывания.

Межклеточные контакты



Соединения между клетками в составе тканей и органов многоклеточных животных организмов могут образовываться сложными специальными структурами, которые называются **межклеточными контактами**. Все межклеточные контакты можно разделить на 4 группы: изолирующие, синаптические, коммуникационные, контакты механического сцепления (см. схему выше)

Контакты механического сцепления

Простой адгезивный контакт

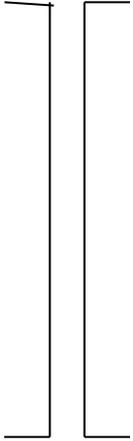


Рис. 1. Простой адгезивный контакт

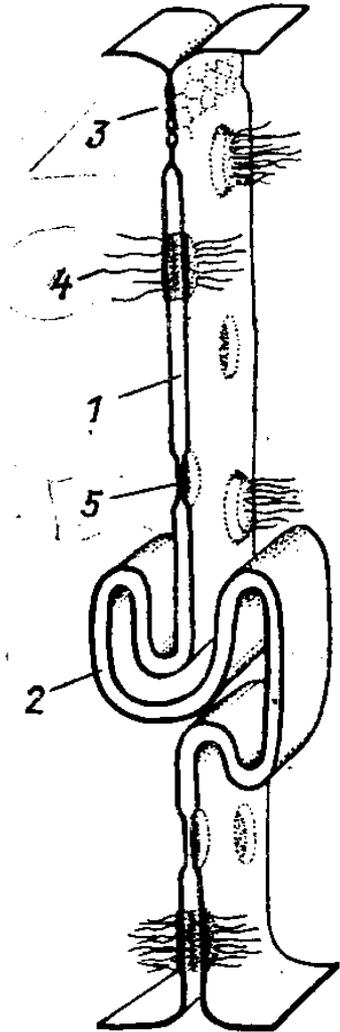
Плазматические мембраны соприкасающихся клеток разделены пространством 15-20 нм. Со стороны цитоплазмы к этой зоне плазматической мембраны не примыкают никакие специальные дополнительные структуры.

Простой адгезивный контакт встречается **среди большинства** прилегающих друг к другу клеток различного происхождения.

Контакты механического сцепления

Замковый контакт

1 – простой контакт, 2 – «замок», 3 – плотный замыкающий контакт, 4 - десмосома, 5 - щелевидный контакт



Зубчатый (замковый) контакт представляет собой выпячивание поверхности плазматической мембраны одной клетки в инвагинат (впячивание) другой клетки. На срезе выглядит как плотный шов. Пространство между мембранами соседних клеток – это надмембранные компоненты клеточных поверхностей. Со стороны цитоплазмы к этой зоне плазматической мембраны не примыкают никакие специальные дополнительные структуры.

Зубчатый контакт - **характерен для многих эпителиев**, где он соединяет клетки в единый пласт, способствуя их механическому скреплению друг с другом.

Рис. 2. Зубчатый (замковый контакт) (из учебника Ченцова, 1984).

Контакты механического сцепления

Десмосомальный контакт

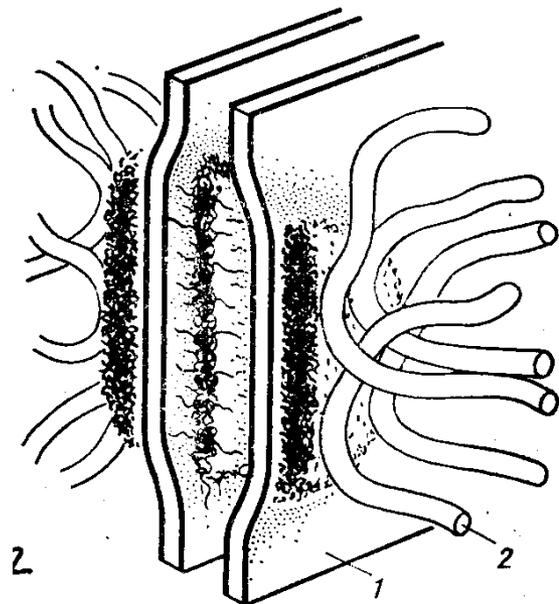


Рис. Десмосомальный контакт (из учебника Ченцова, 1984).

Это небольшая площадка диаметром 0,5 мкм, где между мембранами располагается область с высокой электронной плотностью, иногда имеющая слоистый вид. К плазматической мембране в зоне данного контакта со стороны цитоплазмы прилегает участок электронноплотного вещества так, что внутренний слой мембраны кажется утолщенным. Под утолщением находится область тонких фибрилл, которые часто образуют петли и возвращаются в цитоплазму. Более тонкие филаменты проходят в межклеточное пространство, где образуют центральный плотный слой.

Десмосомальный контакт характерен для **покровного эпителия**, где данный вид контакта обеспечивает механическую связь клеток.

Изолирующие контакты

Изолирующий контакт (плотный замыкающий) - это зона, где внешние слои двух плазматических мембран максимально сближены. Часто видна трехслойность мембраны в этом контакте: два внешних слоя обеих мембран как бы сливаются в один общий слой.

Слияние мембран происходит не по всей площади контакта, а представляет собой ряд точечных сближений мембран – это глобулы специальных интегральных белков плазматической мембраны, выстроенные в ряд. Такие ряды глобул могут пересекаться так, что образуют на поверхности скола как бы решетку или сеть. Со стороны цитоплазмы в этой зоне многочисленные фибриллы, расположенные параллельно поверхности плазмалеммы. Область этого контакта непроницаема для макромолекул и ионов. Характерен такой вид контакта **для эпителиев, особенно железистого и кишечного.**

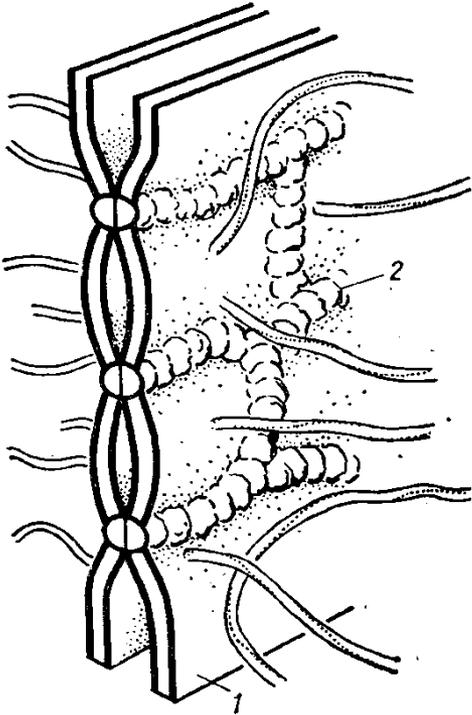


Рис. Плотный замыкающий контакт (из учебника Ченцова, 1984).

Коммуникационные контакты: щелевидный

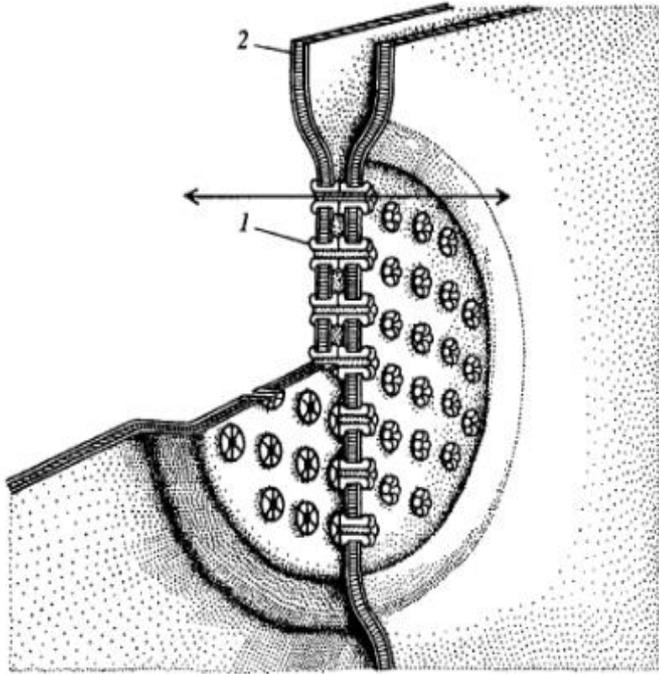


Рис. 154. Схема щелевидного соединения
1 — коннексоны; 2 — плазматическая мембрана. Стрелка обозначает канал, образованный двумя коннексонами

Такие контакты встречаются в мышечных клетках миокарда сердца, гладкомышечных клетках стенках матки. Контакты между ооцитами и фолликулярными клетками яичников участвуют в доставке питательных веществ.

Это структуры, которые участвуют в прямой передаче химических веществ из клетки в клетку. Для этого контакта характерно сближение плазматических мембран двух соседних клеток на расстоянии 2-3 нм. На сколах мембран зоны контакта усеяны *коннексонами*, состоящими из белка коннектина с каналом в центре. Отдельные коннексоны встроены в плазматическую мембрану так, что пронизывают ее насквозь. Одному коннексоны одной клетки точно противостоит коннексоны другой клетки — в результате чего образуется единый канал. Коннексоны могут сокращаться и тем самым изменять диаметр и, следовательно, участвовать в регуляции транспорта молекул между клетками.

Синаптический контакт

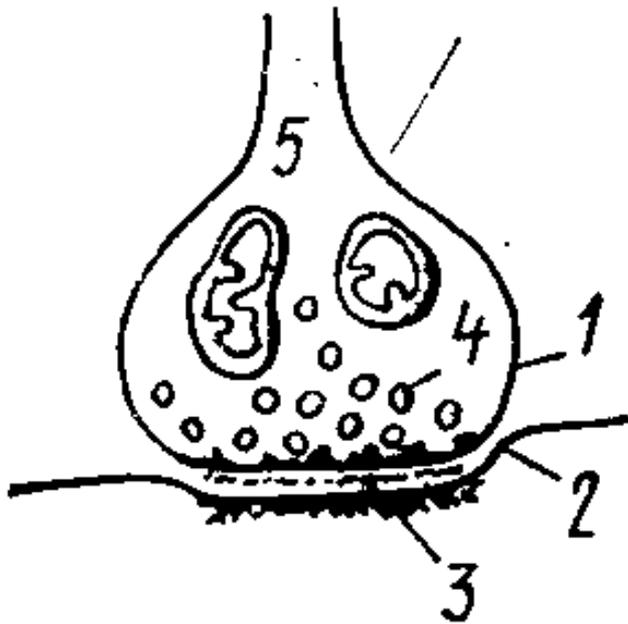


Рис. Синаптический контакт (из учебника Ченцова, 1984).

Синаптический контакт – участки контактов двух клеток, специализированных для односторонней передачи возбуждения или торможений от одного элемента к другому. Образуются на отростках нервных клеток – это терминальные участки дендритов и аксонов. Имеют вид грушевидных расширений на конце отростка нервной клетки. Мембраны этих клеток разделены межклеточным пространством. Часто в просвете этой щели виден тонковолокнистый, перпендикулярно расположенный по отношению к мембране материал. Около мембраны имеется большое количество вакуолей, пузырьков, заполненных медиаторами, которые выбрасываются в пространство между клетками

Этот тип контакта характерен **для нервной ткани** и встречается как между двумя нейронами, так и между нейроном и каким-либо иным элементом – рецептором или эффектором (например, нервно-мышечное окончание).

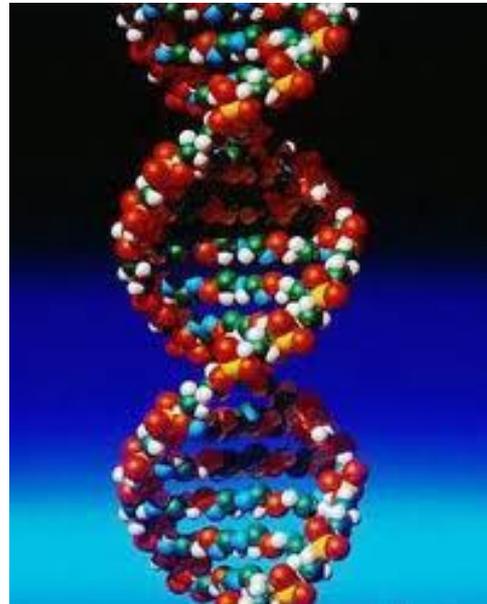
**Ядро. Хромосомы. Кариотип.
Кариотипирование.
Классификации хромосом.**



Нуклеиновые кислоты

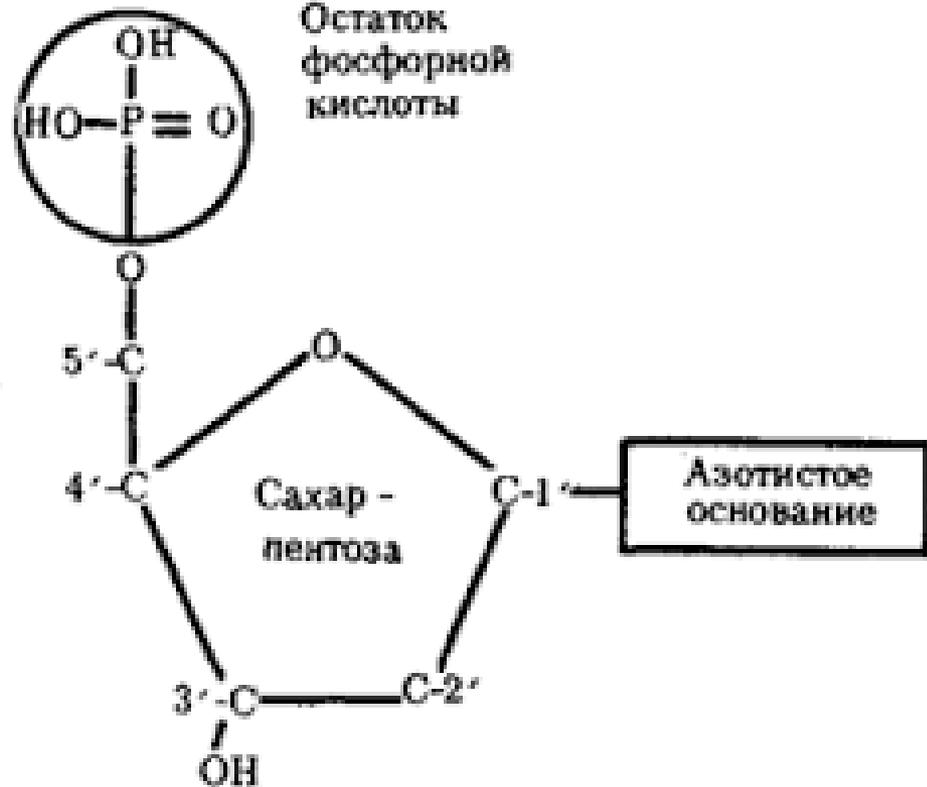
Это природные высокомолекулярные органические биополимеры, обеспечивающие хранение и передачу наследственной информации.

Мономером нуклеиновых кислот является – **нуклеотиды**.



Строение нуклеотида

- Углевод
- Азотистое основание
- Остаток фосфорной кислоты

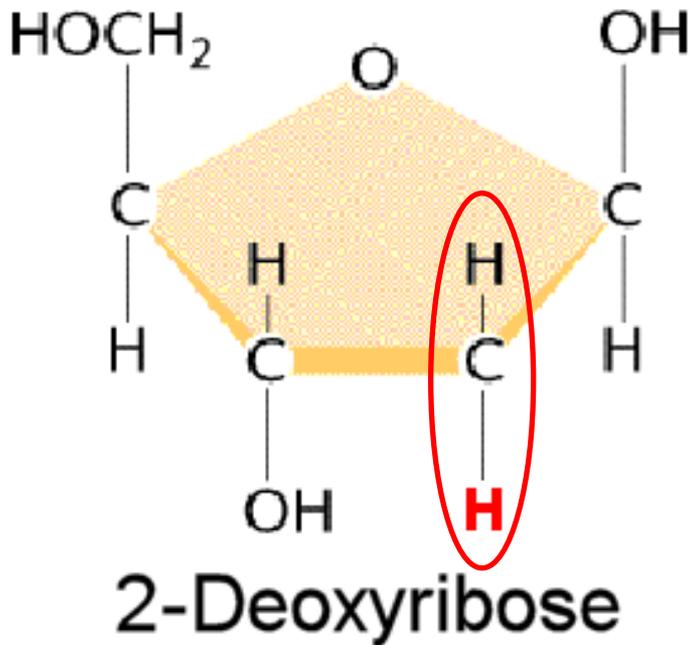


Углевод (сахар, пентоза)

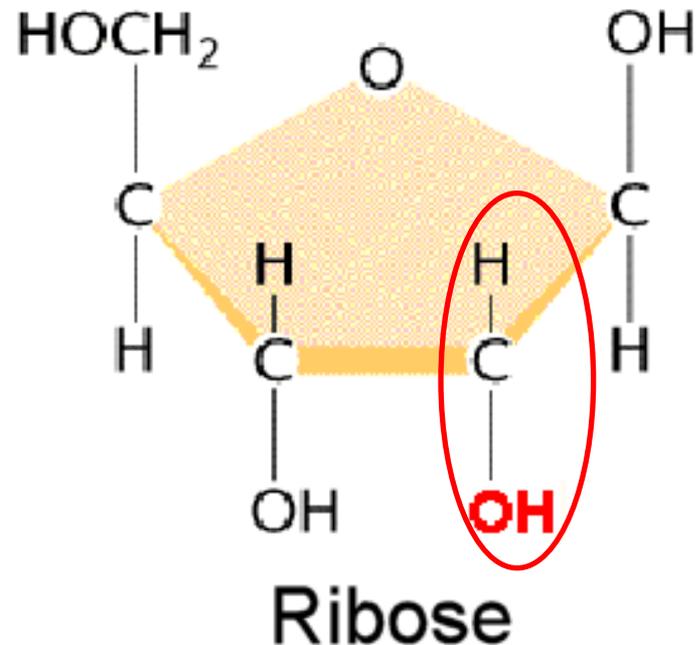
Две группы:

дезоксирибоза

рибоза



Только водород



Гидроксильная группа

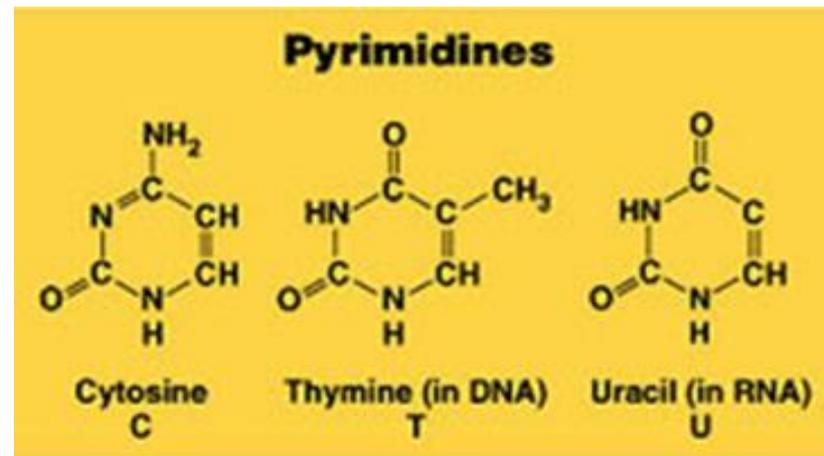
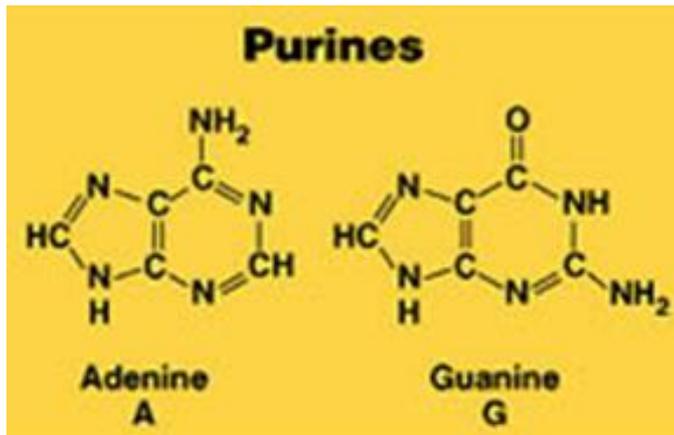
Азотистое основание

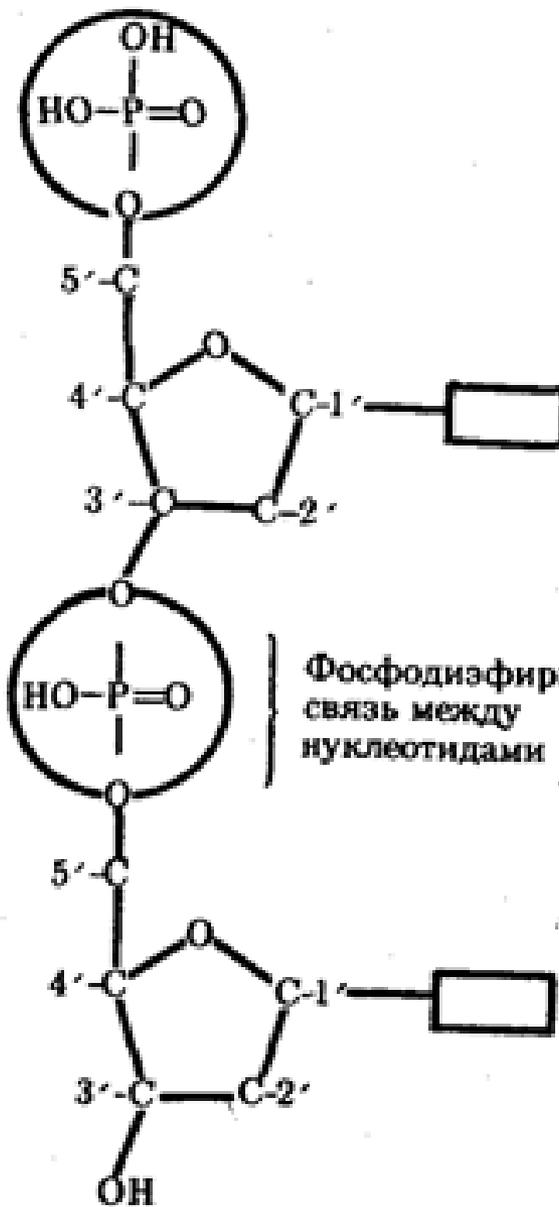
Пуриновые:

- *аденин*
- *гуанин*

Пиримидиновые:

- *тимин*
- *цитозин*
- *урацил*





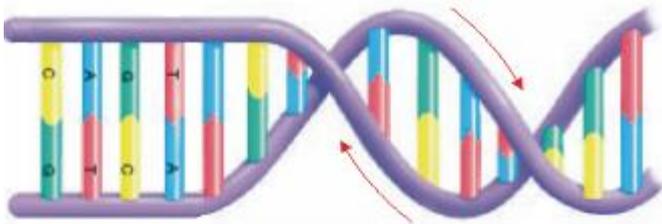
ДНК

двухцепочечный

**высокомолекулярный
биополимер.**

**Является носителем
генетической
информации.**

**Мономер -
дезоксирибонуклеотид**



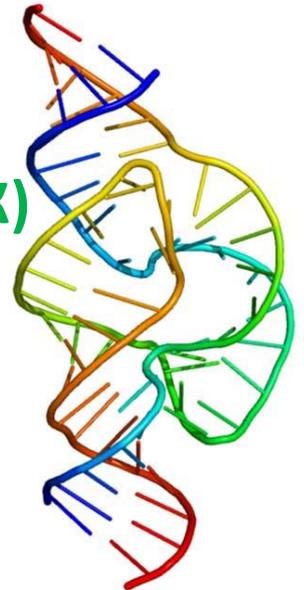
РНК

одноцепочечный

**высокомолекулярный
биополимер, мономером
которого является
рибонуклеотид.**

Виды РНК:

- **Информационная или матричная (иРНК)**
- **Транспортная (тРНК)**
- **Рибосомальная (рРНК)**



Признаки	РНК	ДНК
Местонахождение в клетке	Ядро, рибосомы, цитоплазма, митохондрии, хлоропласты	Ядро, митохондрии, хлоропласты
Строение макромолекулы	Одинарная полинуклеотидная цепочка	Двойная спирально закрученная полинуклеотидная цепь
Мономеры	Рибонуклеотиды	Дезоксирибонуклеотиды
Состав нуклеотида	Азотистое основание (пуриновое - аденин, гуанин, пиримидиновое - урацил, цитозин); рибоза (углевод) и остаток фосфорной кислоты	Азотистое основание (аденин, гуанин, тимин, цитозин); дезоксирибоза (углевод); остаток фосфорной кислоты
Типы нуклеотидов	Адениловый (А) Гуаниловый (Г) Уридилловый (У) Цитидиловый (Ц)	Адениловый (А) Гуаниловый (Г) Тимидиловый (Т) Цитидиловый (Ц)
Свойства	Не способна к самоудвоению	Способна к самоудвоению по принципу комплементарности: А - Т, Т - А, Г - Ц, Ц - Г. Способна к репарации (самоликвидации поврежденных участков)
Функции	и-РНК переписывает и передает информацию о первичной структуре белковой молекулы; р-РНК - входит в состав рибосом; т-РНК - переносит аминокислоты к рибосомам.	Химическая основа хромосомного генетического материала (гена); хранит и передает информацию о синтезе белка

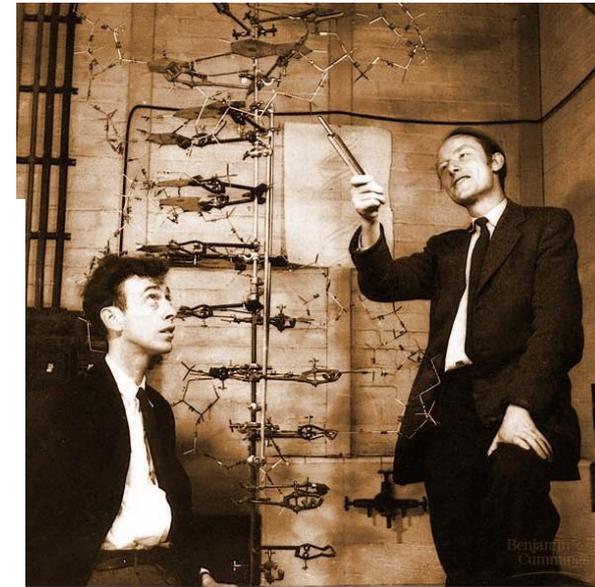
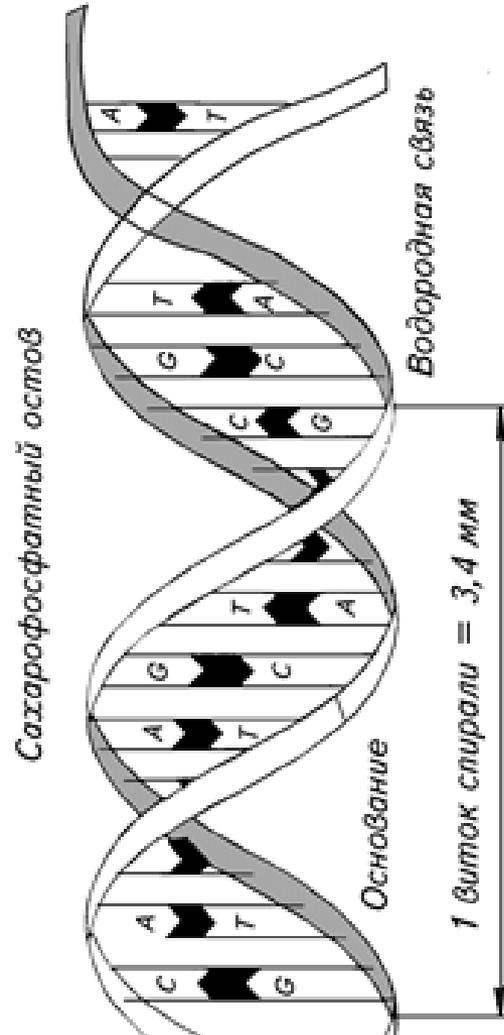
Вторичная структура ДНК

Наиболее распространённой формой вторичной структуры [ДНК](#) является [двойная спираль](#).

Эта структура образуется из двух взаимно [комплементарных](#) антипараллельных полидезоксирибонуклеотидных цепей, закрученных относительно друг друга и общей оси в правую спираль.

При этом [азотистые основания](#) обращены внутрь двойной спирали, а сахарофосфатный остов — наружу.

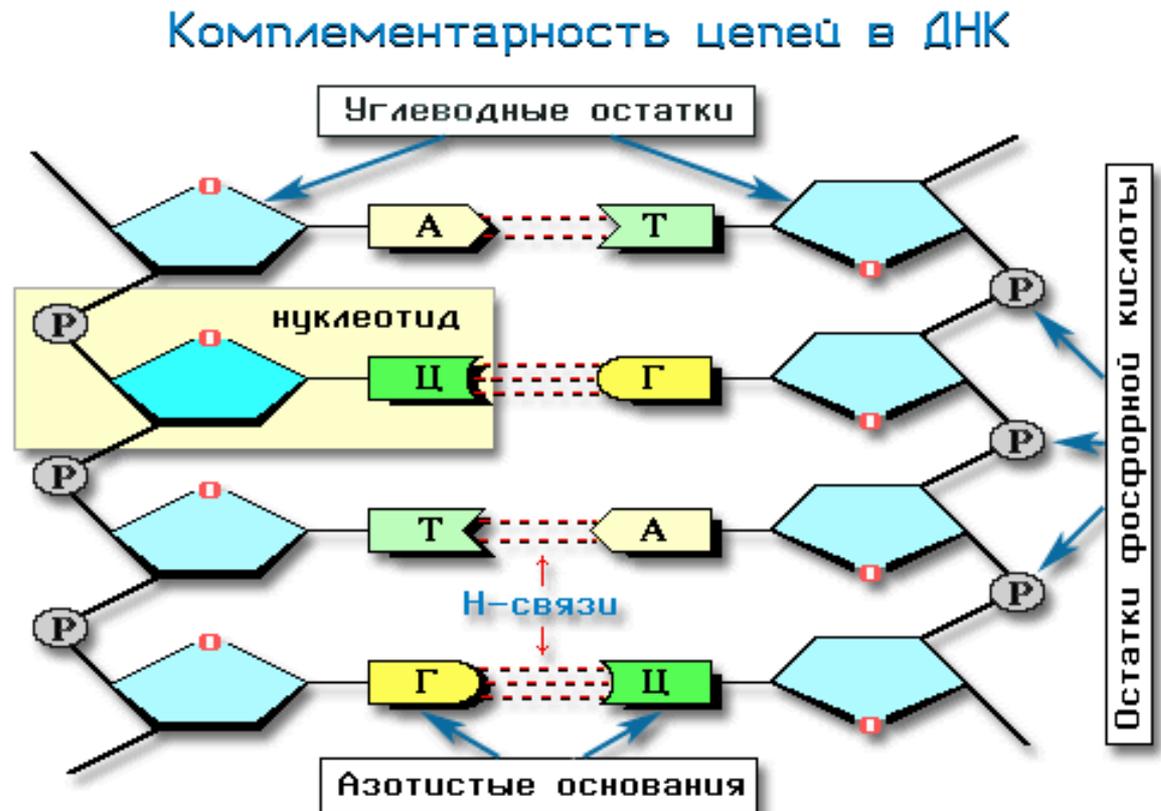
Впервые эту структуру описали [Джеймс Уотсон](#) и [Френсис Крик](#) в [1953 году](#)



James Watson и
Francis Crick

Особенности строения ДНК

1. **Комплементарность**
2. **Антипараллельность**

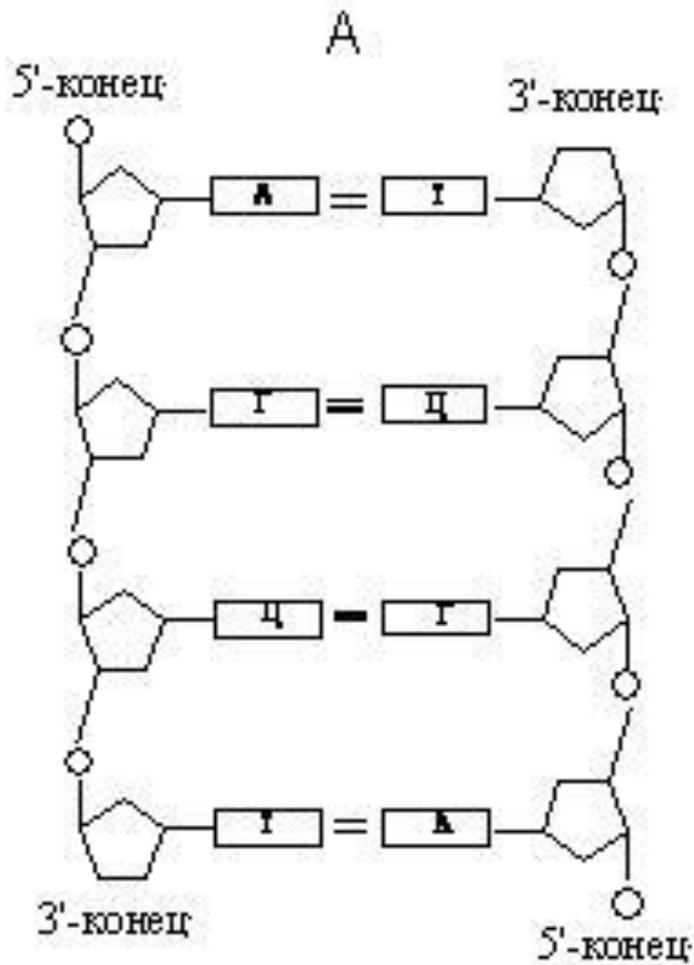


- Цепи ДНК соединены посредством **водородных** связей между комплементарными азотистыми основаниями

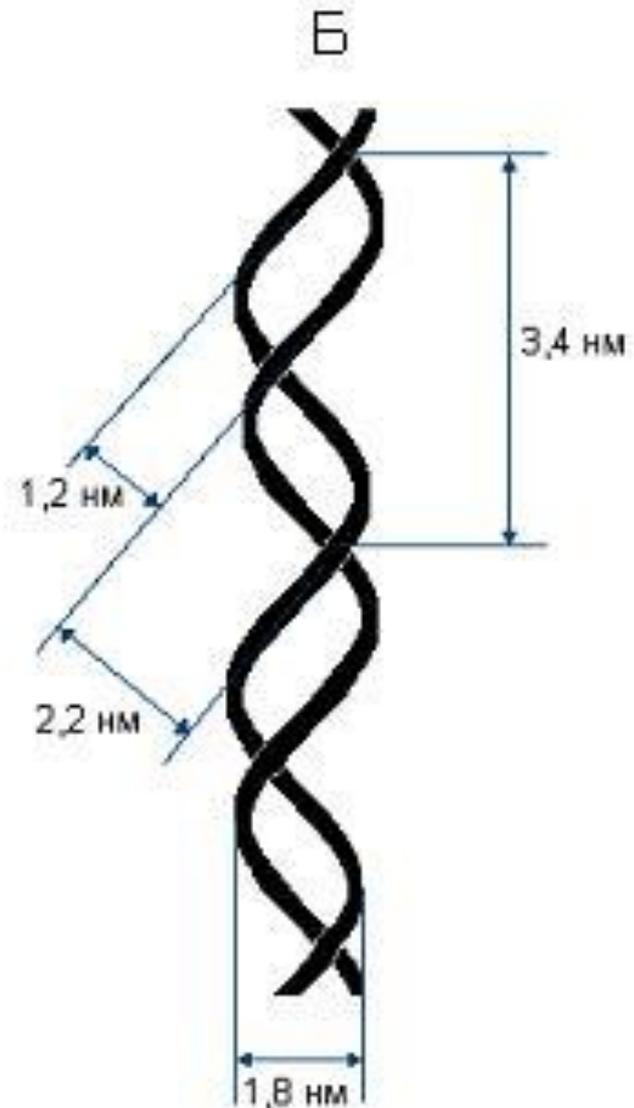
➤ **A=T**

➤ **G≡C**

Антипараллельность ДНК



Схематическое изображение
развернутых цепей ДНК



Доказательства роли ДНК в передаче наследственной информации (опыты по трансформации и трансдукции).

Трансформация - изменение наследственных свойств клетки в результате проникновения в нее чужеродной ДНК.

Пневмококки штамм S: Вирулентный, образующий полисахаридную капсулу, колонии блестящие

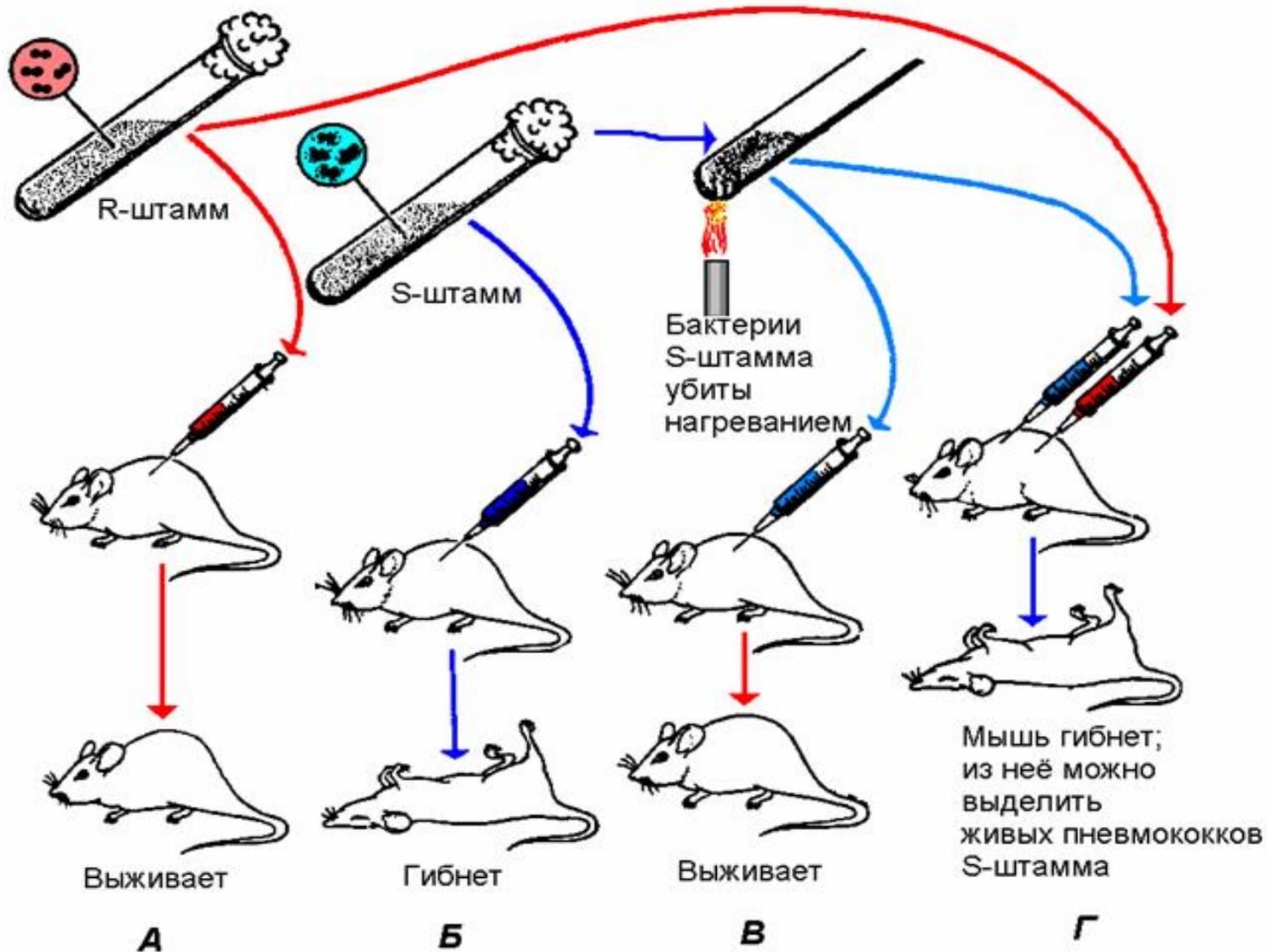


Пневмококки штамм R: Авирулентный, без капсулы, колонии матовые



Это явление было открыто в 1928г. Ф. **Гриффитсом** при изучении бактерий.

Опыты по исследованию молекулярных механизмов трансформации проведены О.Т. **Эйвери**, К.М. Маклеода и М. Маккарти в 1944 году



Вывод: под действием трансформирующего фактора живые авирулентные пневмококки приобрели вирулентные свойства штамма S₂. **В 1944г Эвери доказал**, что этим фактором является ДНК.

Штамм пневмококка S₂**Штамм пневмококка R₃**

Вирулентный, образующий полисахаридную капсулу, колонии блестящие

Авирулентный, без капсулы, колонии матовые

I серия опытов

Ввели внутрибрюшинно мышам

Ввели внутрибрюшинно мышам

↓
Все мыши погибли

↓
Все мыши остались живы

II серия опытов

Нагрели (штаммы погибли)

Ввели внутрибрюшинно мышам

↓
Все мыши живы

III серия опытов

В колбе смешали убитые температурой штаммы S₂ и живые штаммы R₃

Ввели внутрибрюшинно мышам

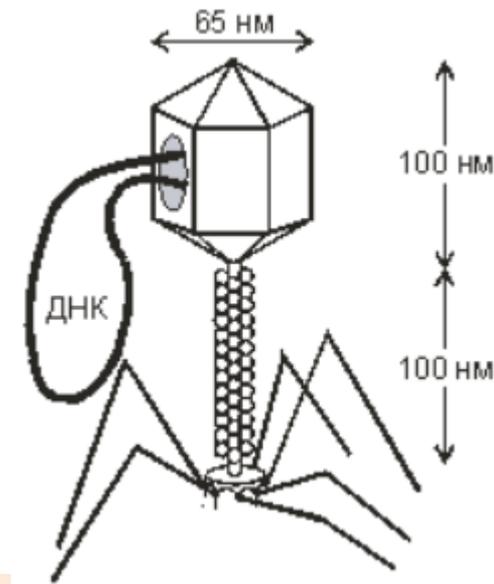
↓
Часть мышей погибла

Трансдукция (от лат. transduction - перемещение) – процесс переноса фрагмента бактериальной ДНК из клетки – донора в клетку – реципиента бактериофагом, что приводит к изменению наследственных свойств клеток-реципиентов.

Явление трансдукции было открыто американскими учёными Д. Ледербергом и Н. Циндером в 1952 году.



Джошуа Ледерберг



Известно два пути развития **фага** в бактериальной клетке:

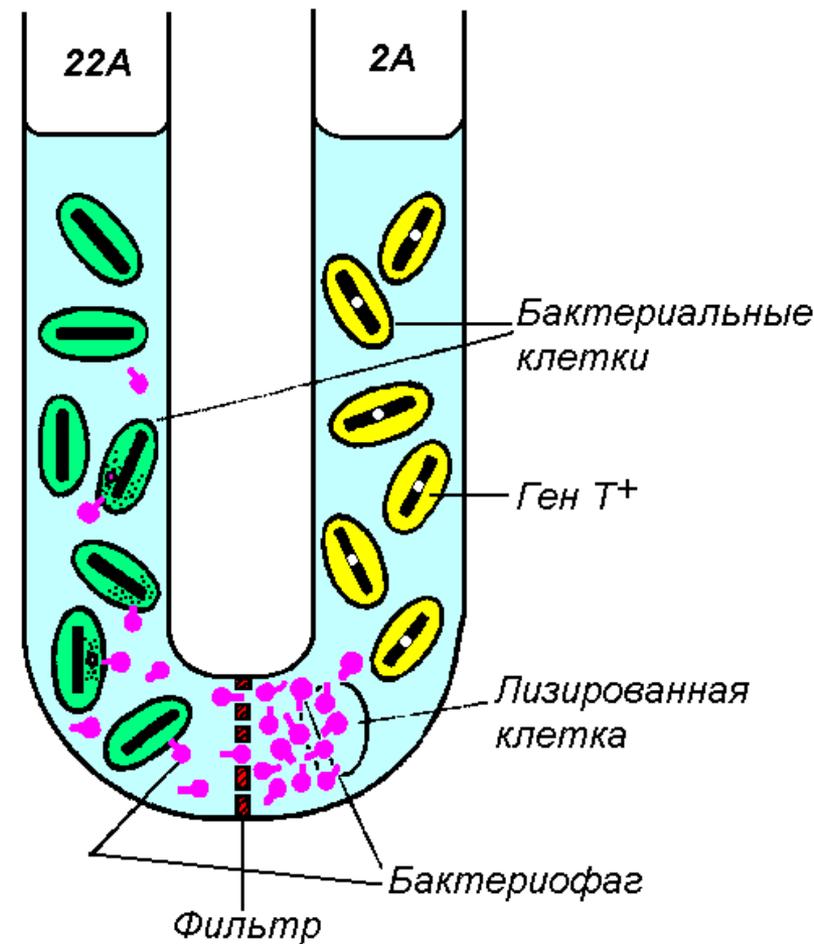
- литический – после попадания в бактерию ДНК-фага сразу начинается репликация, синтез белков и сборка готовых фаговых частиц, после чего **происходит лизис клетки**. Такие фаги называются вирулентными;
- лизогенный – попавшая в бактериальную клетку ДНК-фага встраивается в ее хромосому и **существует в ней как плазида**, реплицируясь вместе с ДНК клетки-хозяина при каждом делении бактерии. Такие бактериофаги называются умеренными (а явление – лизогения). Схема репликации такого профага подавлена репрессорами, которые сам фаг и синтезирует. При определенных условиях (снижение концентрации репрессора) профаг становится активным и переходит к литическому пути развития.

Объект - два разных штамма бактерий *Salmonella typhimurium*, вызывающих тифоидную лихорадку у мышей.

Для эксперимента была использована **U-образная трубка**, которая в нижней части посредине была разделена **бактериальным фильтром**, через который бактериальные клетки не могли проникать сквозь из одной части трубки в другую.

Трубку заполнили питательной средой. В одну половину этой трубки были помещены бактерии штамма **2A** (способный синтезировать триптофан), а в другую половину трубки – бактерии другого штамма – **22A** (не способный синтезировать триптофан).

После определенного периода инкубации бактерии штамма 22A при посеве на минимальную питательную среду дали небольшое количество колоний, способных синтезировать триптофан (трансдуцированные бактерии). Аналогичным способом могут быть трансдуцированы и другие признаки, в том числе способность к сбраживанию, устойчивость к антибиотикам и т. п.

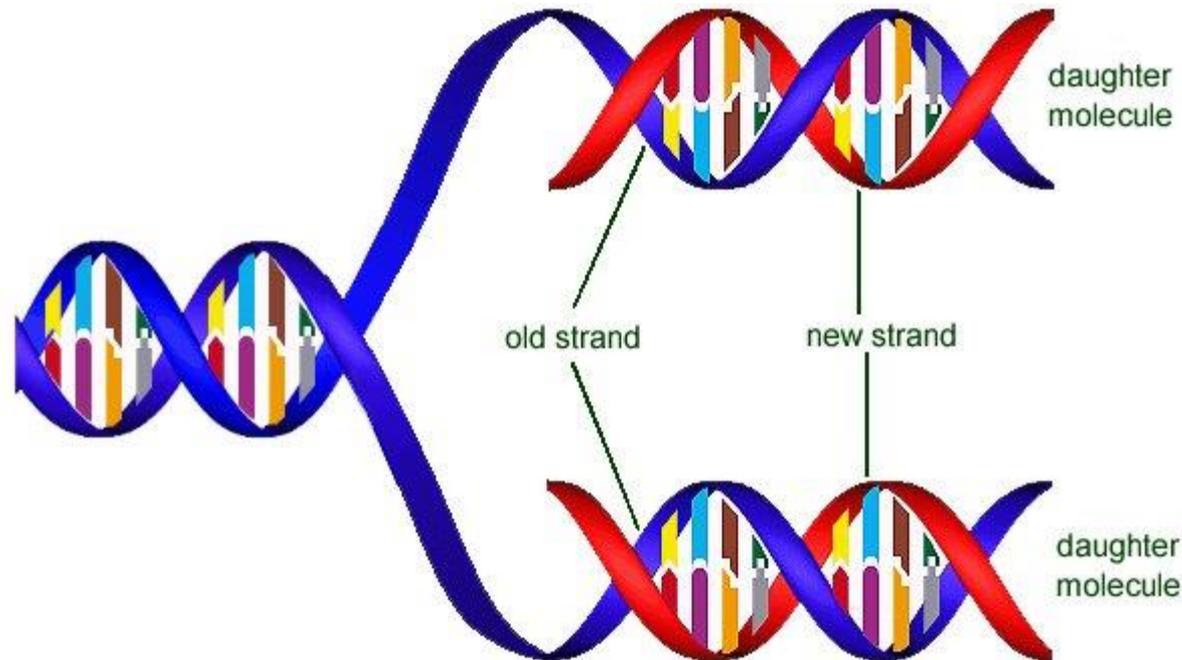


Свойства ДНК

1. *репликация*
2. *репарация*

Функции ДНК:

- *хранение,*
- *передача,*
- *реализация*



Вся масса ДНК

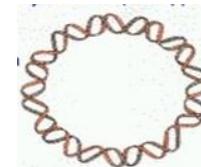
Ядро (98-99%)
Ядерный геном

Линейная ДНК, связанная
с белками

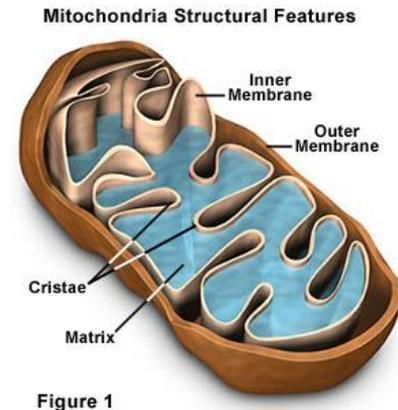
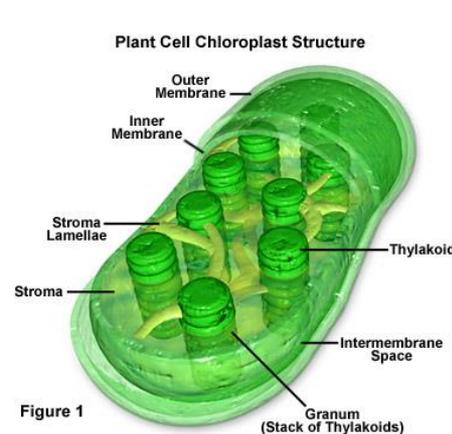


Цитоплазма (1-2%)
Плазмон

- Митохондриальная ДНК
 - Пластидная ДНК
- Плазмиды – небольшие кольцевые ДНК в цитоплазме прокариот



Кольцевая ДНК



Группы плазмид

- - **F-плазмиды** – отвечают за половой процесс
- **R-плазмиды** – обеспечивают устойчивость бактерий к антибиотикам
- **Tox-плазмиды** – факторы патогенности энтеробактерий (вызывают заболевание)
- **Со-плазмиды** – вызывают гибель бактерий близких видов (борьба за существование)
- **плазмиды биodeградации** – утилизация продуктов метаболизма.

Доказательства роли ядра в передаче наследственной информации

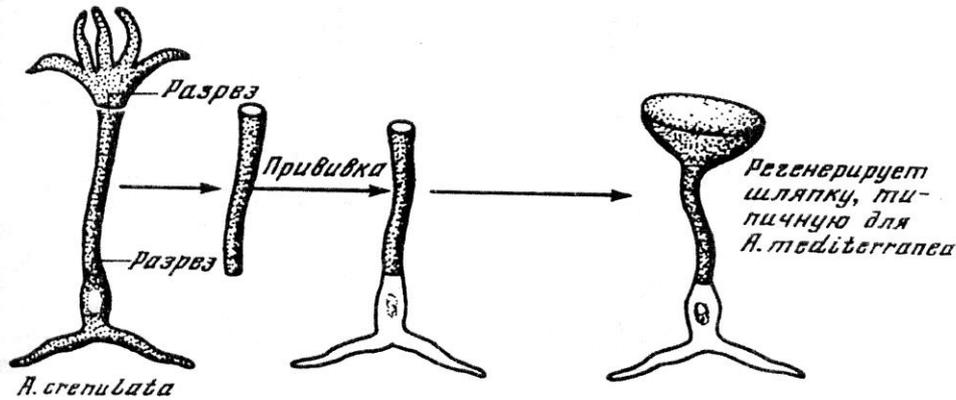
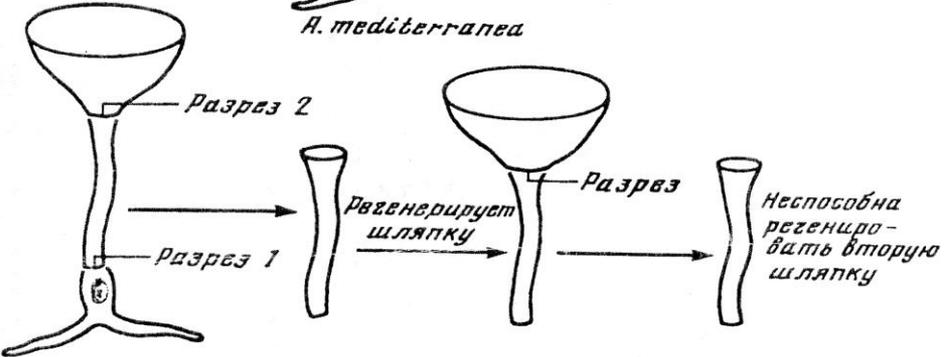
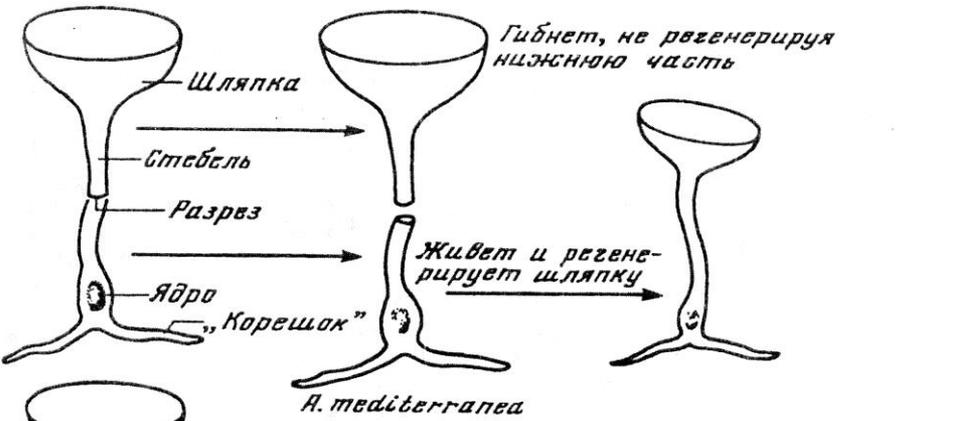
Опыты Геммерлинга

Объект опыта:
одноклеточная
водоросль (*Acetabularia*),
имеющая форму гриба
(шляпка, стебелек,
ножка). Ядро
располагается в
основании «стебелька».



Доказательства роли ядра в передаче наследственных признаков

Опыты Геммерлинга с ацетабулярией



Acetabularia acetabulum



Acetabularia crenulata

Опыты Астаурова Б.Л. с тутовым шелкопрядом

Б.Л. Астауров

Б.Л. Астауров – советский биолог (цитогенетик, эмбриолог-экспериментатор), академик АН СССР – экспериментально доказал ведущую роль ядра в наследовании признаков вида и впервые разработал способы направленного получения 100% особей одного пола на тутовом шелкопряде, заложив тем самым **основы теории регуляции пола**. Борис Львович первым наблюдал у шелкопряда мутации, индуцированные рентгеновским и гамма-излучением.

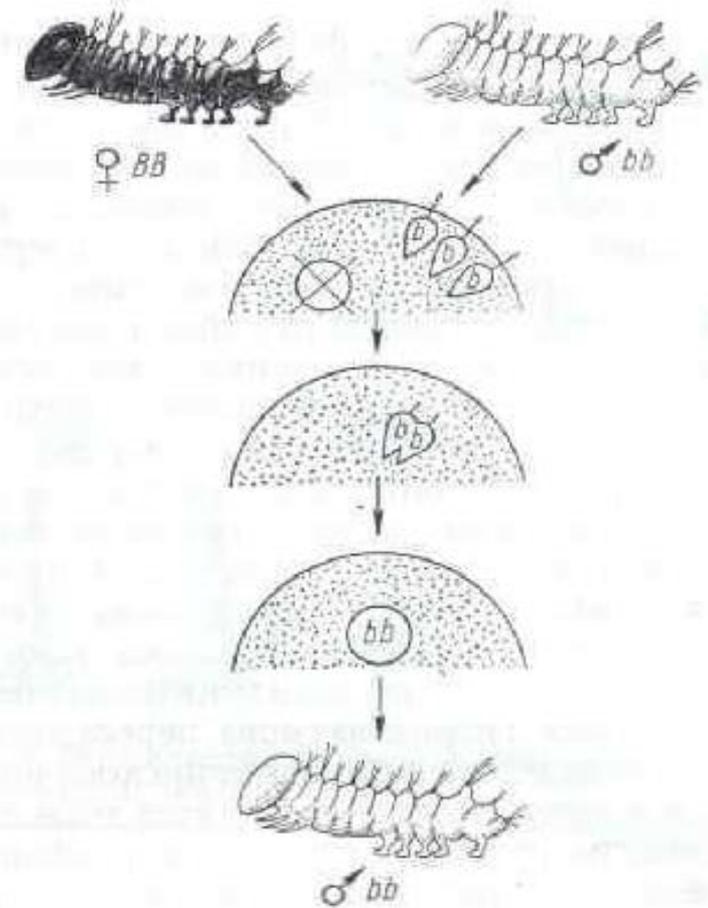


Опыты Астаурова Б.Л. с тутовым шелкопрядом

Б.Л. Астауров использовал особей тутового шелкопряда, которые отличались по окраске: **женские особи** (бабочки, гусеницы, личинки) **имели темную окраску (доминантный признак)**. Мужские особи – светлую окраску (**рецессивный признак**).

При оплодотворении у тутового шелкопряда наблюдается **полиспермия**, когда в яйцеклетку проникает несколько сперматозоидов, но сливаются, как обычно, ядро яйцеклетки с ядром одного сперматозоида. В результате получаются мужские и женские особи с признаками доминантного родительского организма.

Астауров прогрел яйцеклетку, ядро разрушилось и при оплодотворении произошло слияние двух ядер сперматозоидов. В результате, в потомстве появились особи с рецессивными признаками мужского родительского организма.



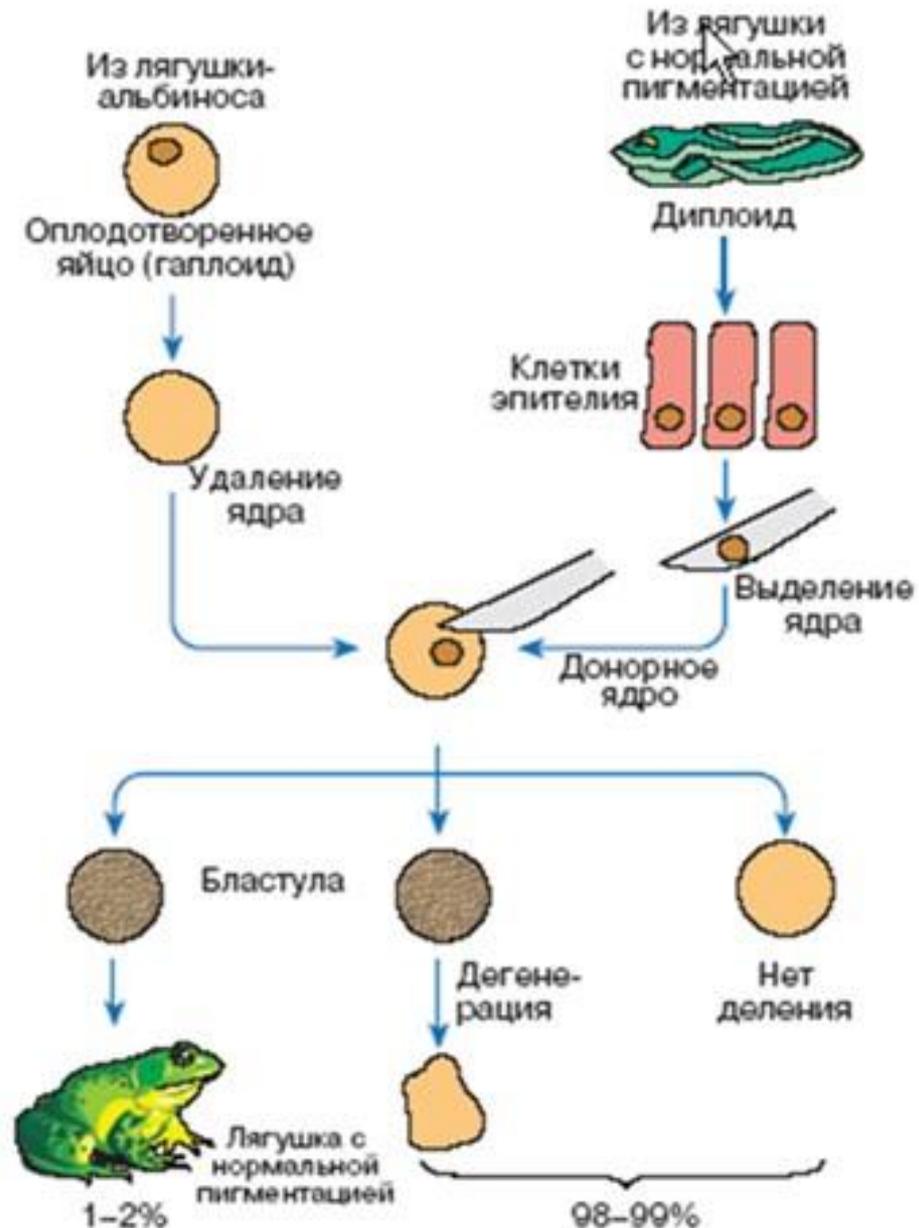
Опыты Д. Гердона с яйцеклетками лягушек

Объект: два подвида лягушек.

У одного из них (1 подвид) из яйцеклетки удаляли собственное ядро и на его место вносили ядро 2 подвида.

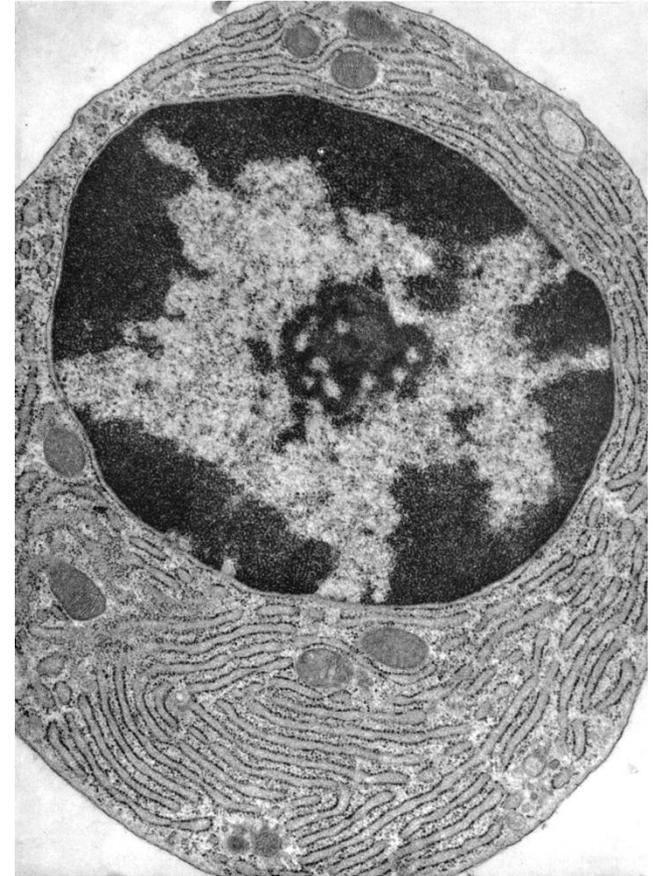
В результате из такой яйцеклетки развивались лягушки с признаками 2 подвида.

Таким образом, за хранение и передачу наследственной информации в клетке отвечает ядро.

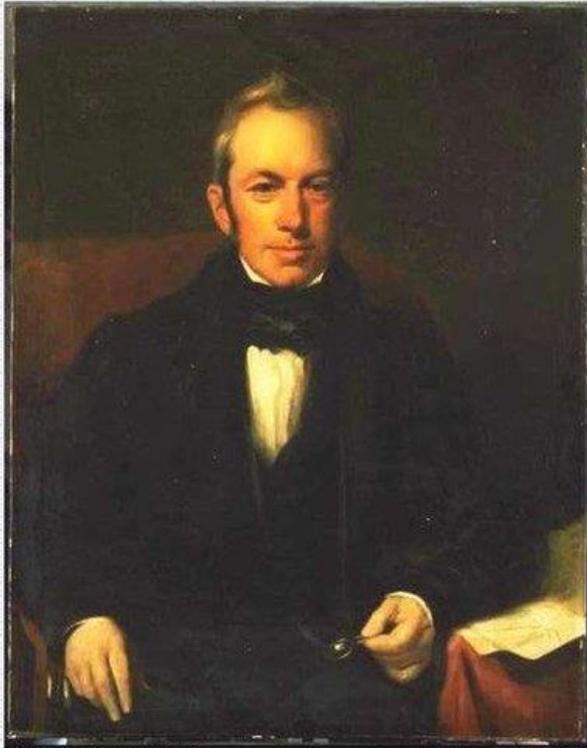


Ядро

- **Ядро** – важнейший компонент клетки, содержащий её генетический аппарат.
- **Функции ядра:**
- хранение генетической информации (в молекулах ДНК, находящихся в хромосомах);
- реализация генетической информации
- воспроизведение и передача генетической информации при делении клетки.



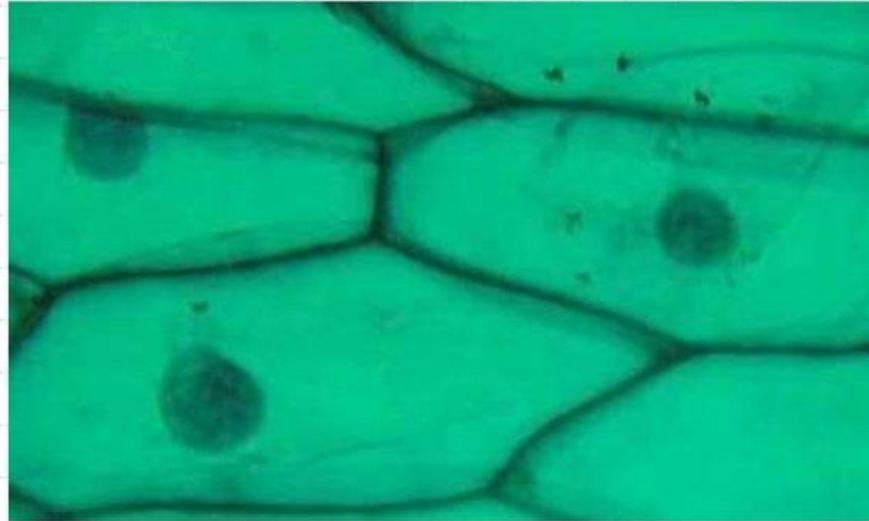
История открытия клеточного ядра



National Library of Australia

nla.pic-an11278663-v

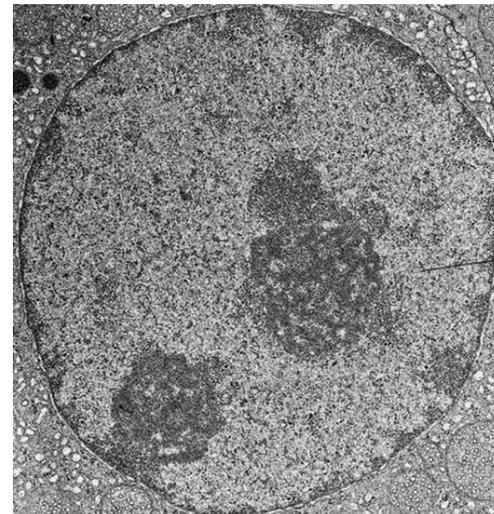
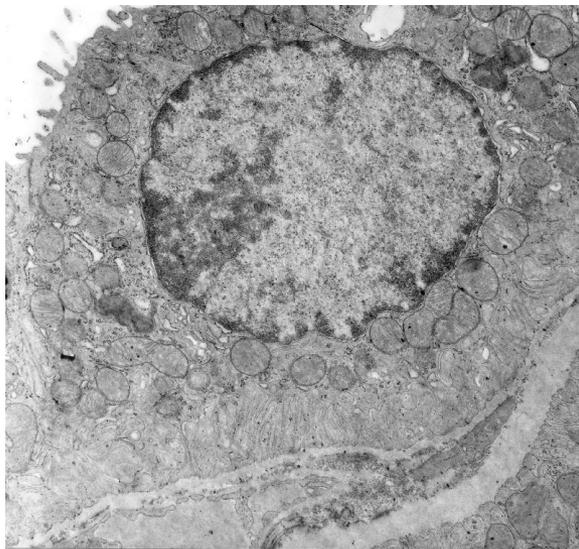
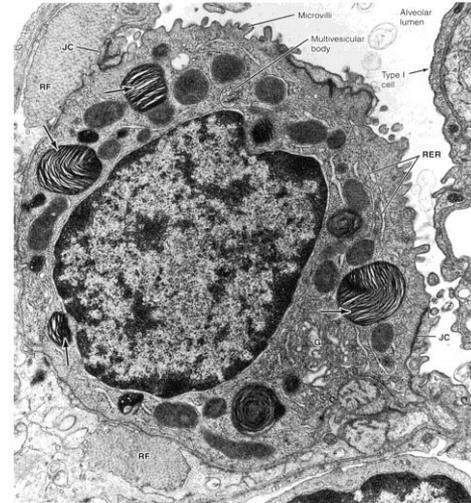
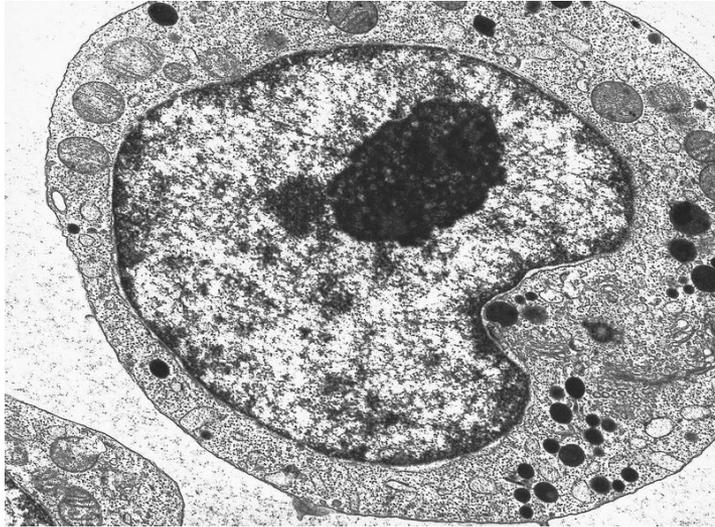
Роберт Броун
(Robert Brown, 1773 – 1858)



Роберт Броун впервые применил термин **nucleus** для обозначения этой структуры в Линеевском обществе в 1831 г., а в 1833 г. его доклад был опубликован.

Ядро клетки было открыто в 1831 г. английским ботаником **Робертом Брауном** в клетках кожицы орхидных растений.

Ядра клеток на электронограммах

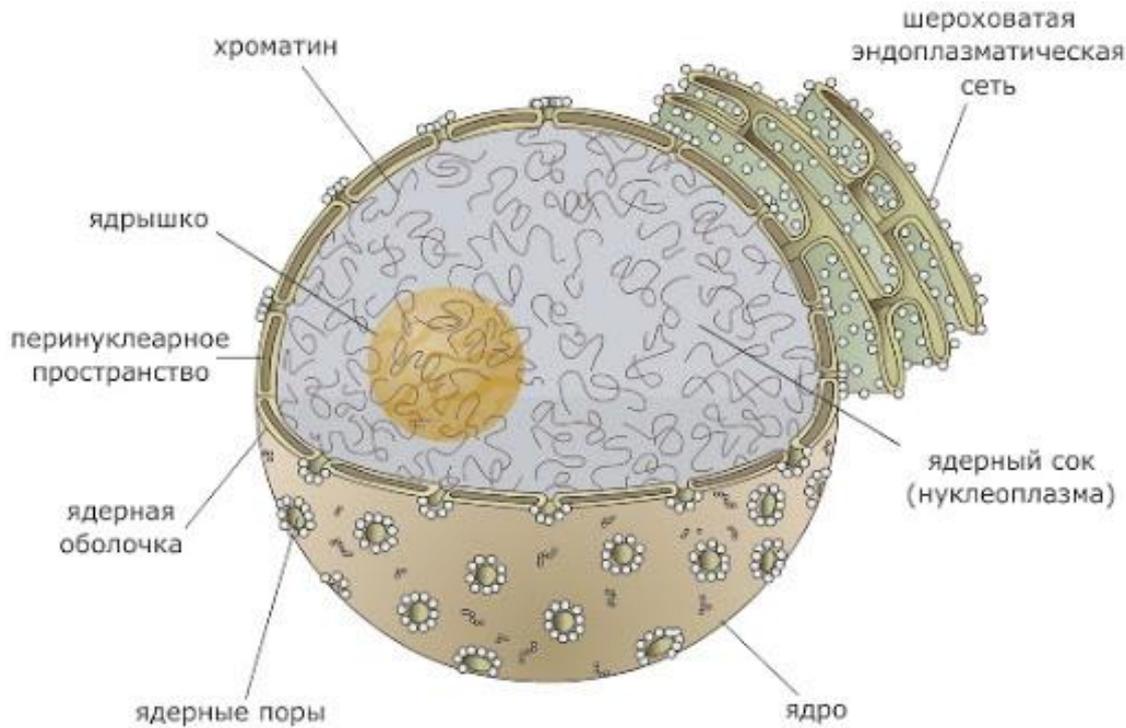


Компоненты ядра

- ядерная оболочка (кариолемма)
- ядерный сок (кариоплазма)
- ядрышко
- хроматин



Ядерная оболочка



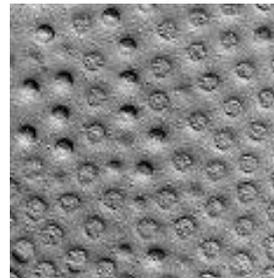
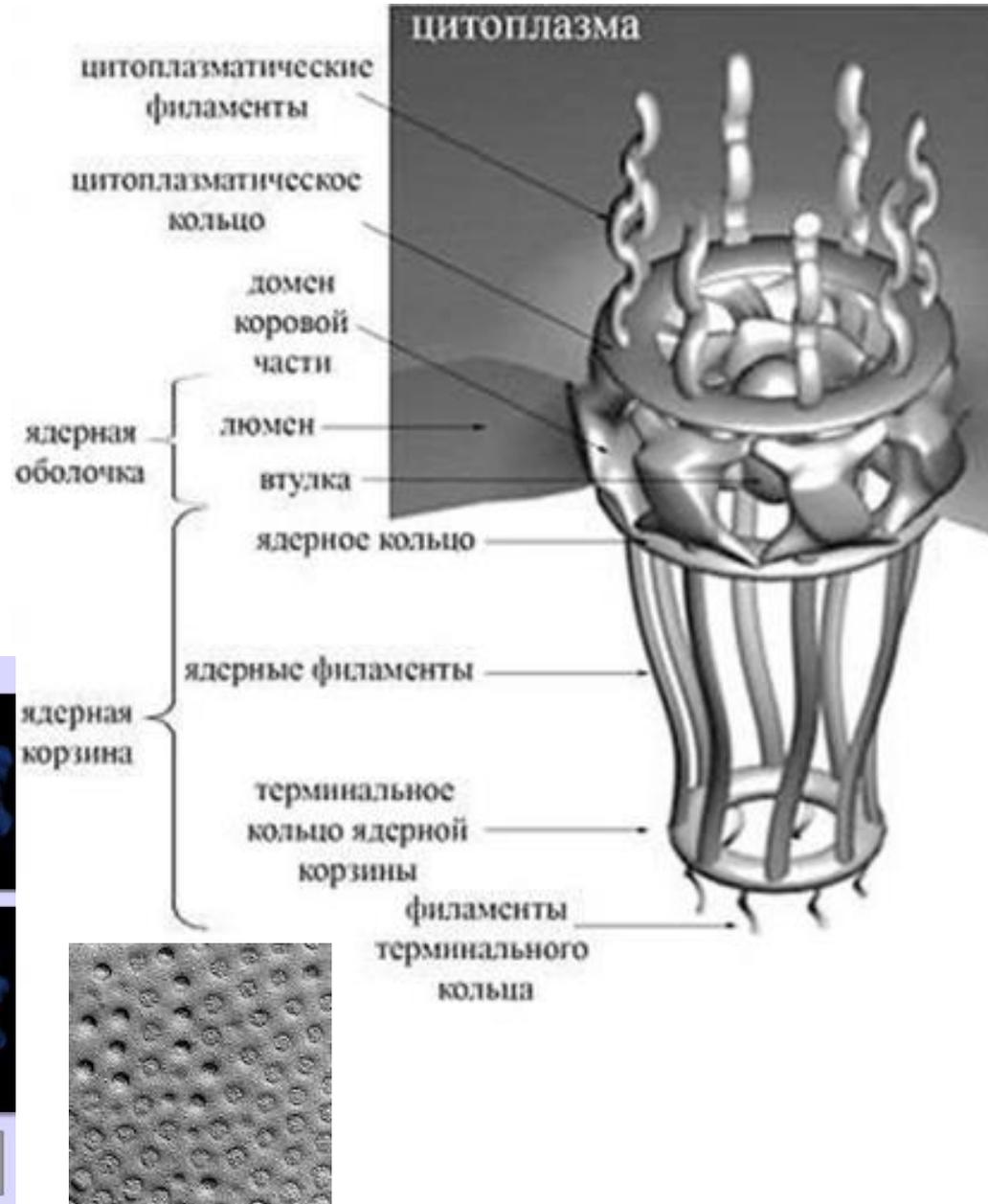
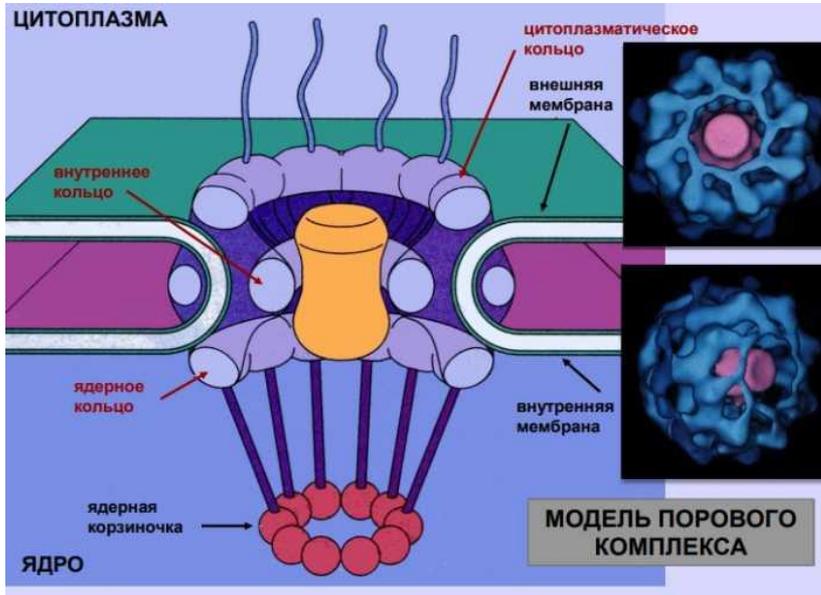
- Наружная ядерная мембрана - **связана с ЭПС.**
- Внутренняя ядерная мембрана - **контактирует с хроматином через ядерную ламину**
- **Перинуклеарное пространство** (10 - 30 нм)

Функция ядерной оболочки:

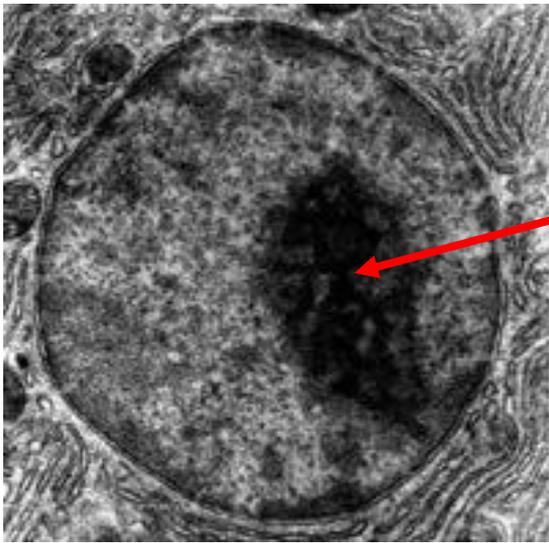
- барьерная (отграничивающая) - отделяет содержимое ядра от цитоплазмы;
- защитная
- транспортная – между ядром и цитоплазмой;
- регуляторная
- фиксация хроматина.

Ядерные поры

Поровый комплекс образован 3 рядами глобулярных белков, в каждом ряду их 8, в центре – большая центральная глобула. Таким образом образуется воронка, в которой ряды соединяются между собой фибриллярными нитями. За счет этих нитей, при их сокращении, происходит увеличение или уменьшение поры. Глобулы белков – это ферменты и поэтому пора – это ферментативная воронка, которая пропускает не все вещества.



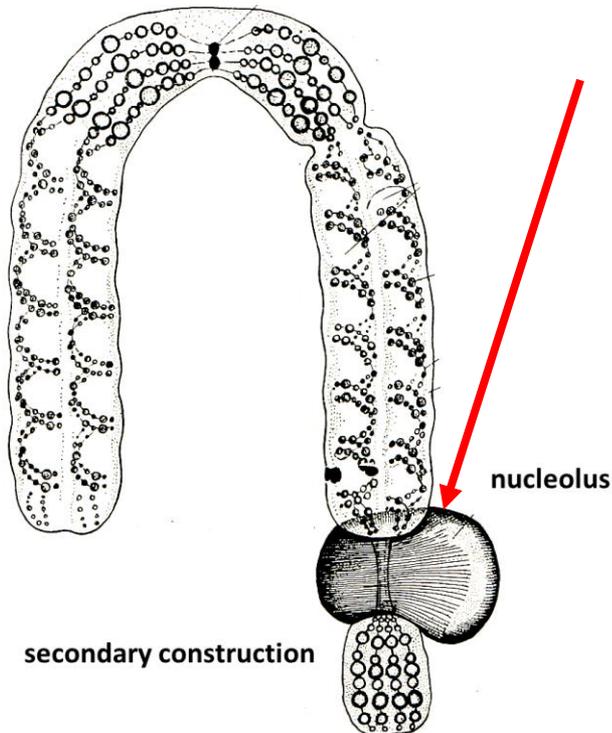
Ядрышко



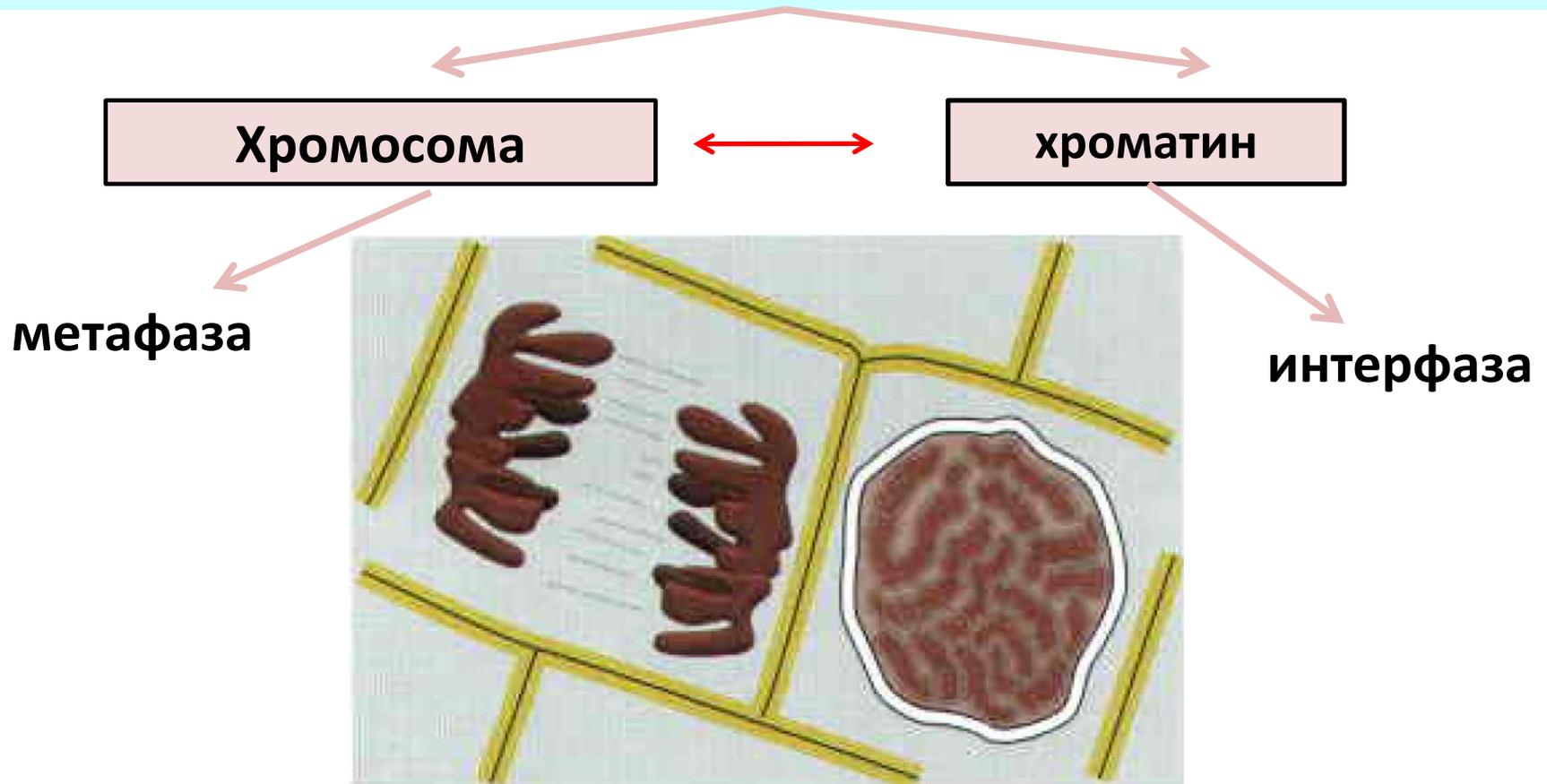
возникновение ядрышек связано с ядрышковыми организаторами, расположенными в области **вторичных перетяжек спутничных** хромосом (13, 14, 15, 21 и 22 пары), где локализованы гены, кодирующие синтез рибосомальных РНК.

Функция ядрышка – наработка рибосомальных РНК и сборка отдельных субъединиц рибосом.

Ядрышко – непостоянный компонент ядра: исчезает в начале деления клетки и восстанавливается после его окончания



Хроматин - это одно из возможных структурно-функциональных состояний наследственного материала



Химический состав хроматина (хромосом)

- 40% - ДНК,
- 60% - белков:
 - 40% гистоновых белков (Н1, Н2а, Н2в, Н3, Н4)
 - 20% - негистоновых белков.



Хроматин

Эухроматин –

- деспирализованный,
- активный,
- транскрибируемый,
- менее окрашенный.

Гетерохроматин –

- спирализованный,
- конденсированный,
- неактивный,
- нетранскрибируемый, более
- интенсивно окрашен.

Функции гетерохроматина

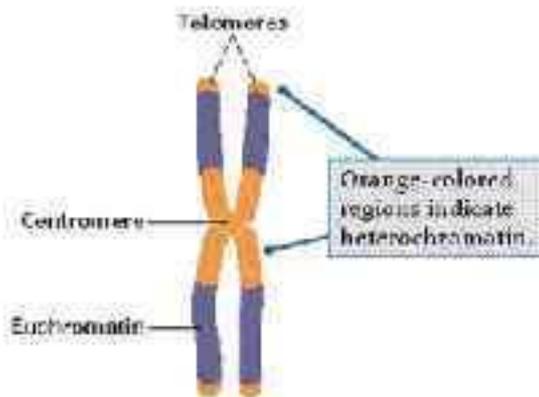
1. Регуляция активности генов
2. Сохранение структуры генов

Факультативный

- Тельце Барра

Конститутивный

- Теломеры
- Центромеры



Уровни укладки ДНК в хромосому

1. Нуклеосомный

2. Нуклеомерный -

Хроматиновые фибриллы

(соленоид) 30 nm

3. Хромомерный -

Хроматиновые филаменты

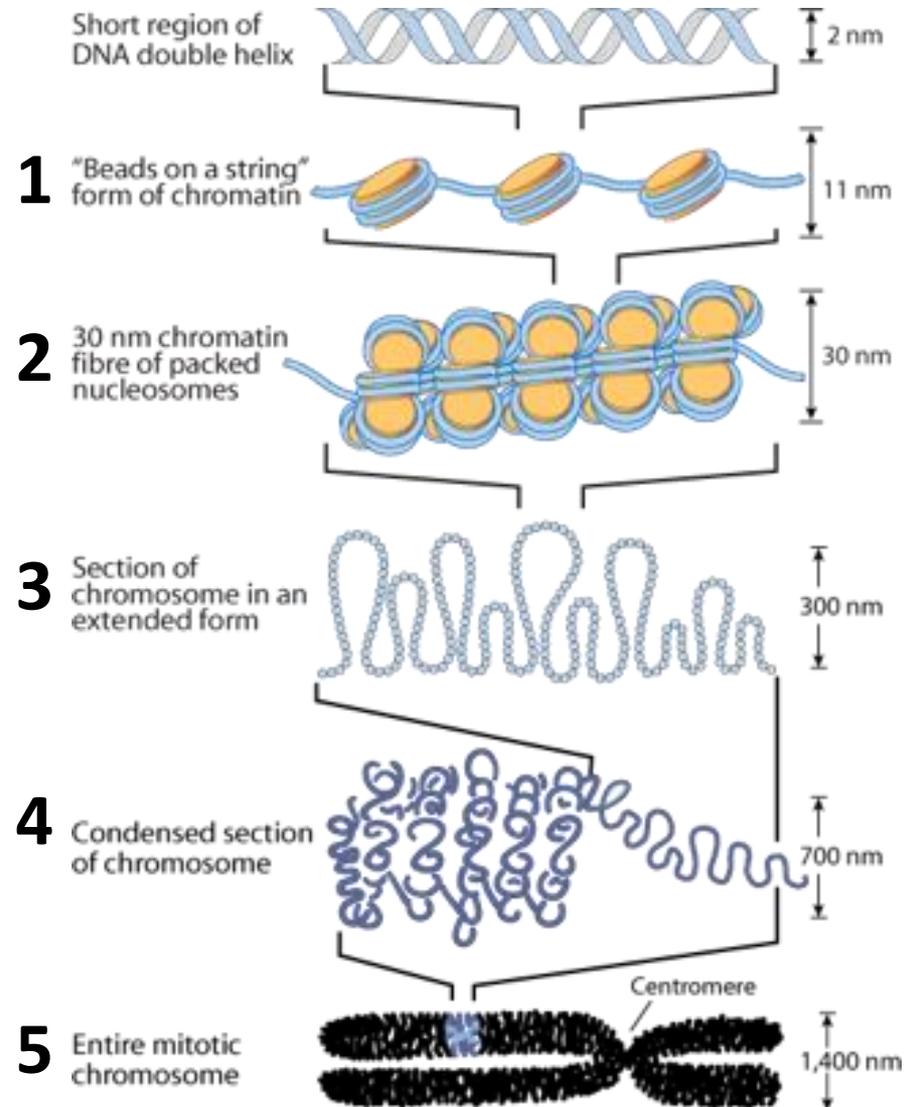
(Хроматиновые петли-
домены)

4. Хромонемный -

Суперспирализованные

филаменты (минибенд)

5. Хромосомный (метафазная хромасома)



Нуклеосомный уровень

Двуцепочечная ДНК накручивается вокруг гистоновых белков.

Нуклеосома - наименьшая единица хроматина и хромосомы

Нуклеосомный кор

Линкерный участок

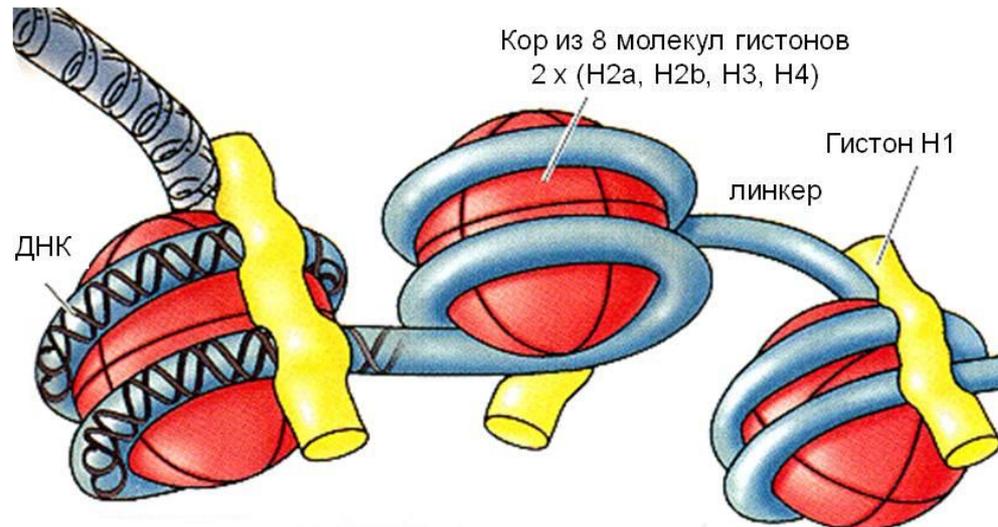
H2A, H2B, H3, H4

- Гистоновый октамер (кор)

H1

Строение нуклеосомы

Нуклесомный уровень дает формирование «цепочки из бусинок».



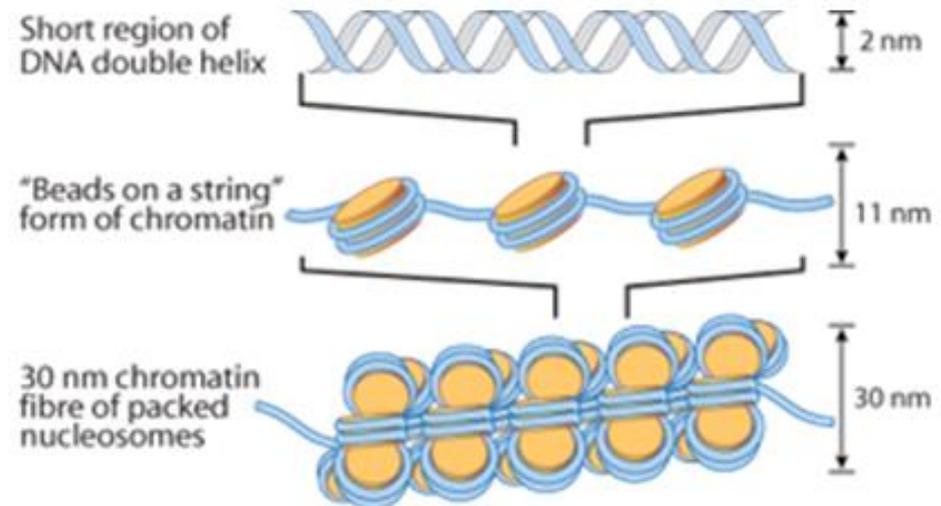
Второй уровень – Нуклеомерный

1. Соленоидный тип

укладки: нуклеосомная фибрилла образует спираль, на один виток которой приходится 6-7 нуклеосом.

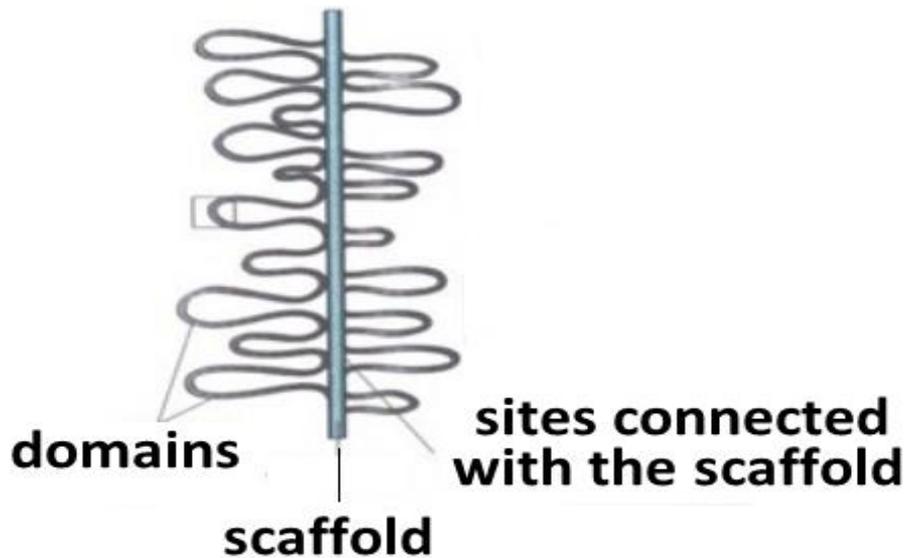
2. Нуклеомерный тип

укладки: 8-10 нуклеосом объединяются в нуклеомер (образуется «сверхбусина»). В результате такой упаковки образуется хроматиновое волокно с диаметром 30 нм.

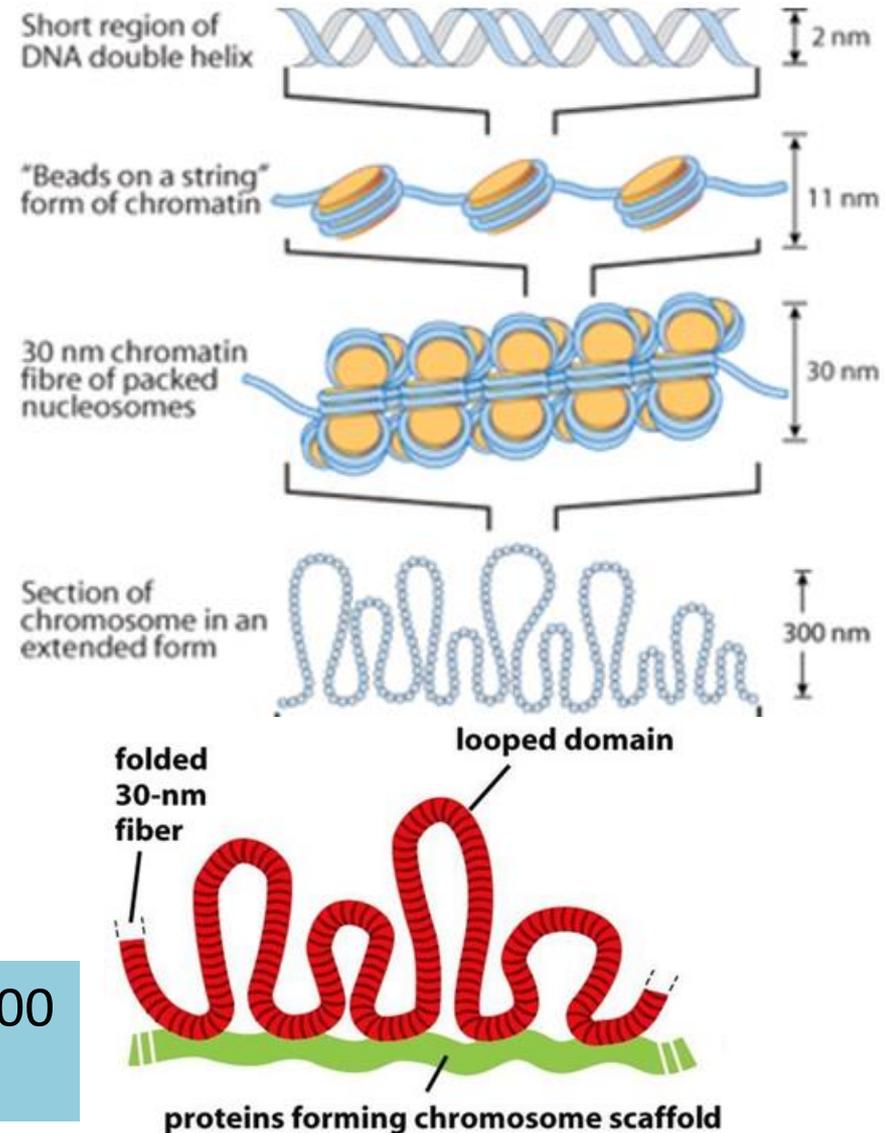


Третий уровень - Хромомерный уровень

Фибриллы формируют **петли-домены**, которые фиксируются негистоновым белком. Петли формируются в интерфазе деления.

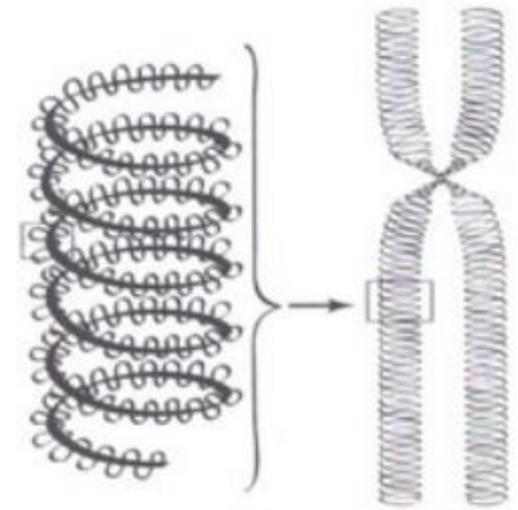


DNA contracts to 300 nm

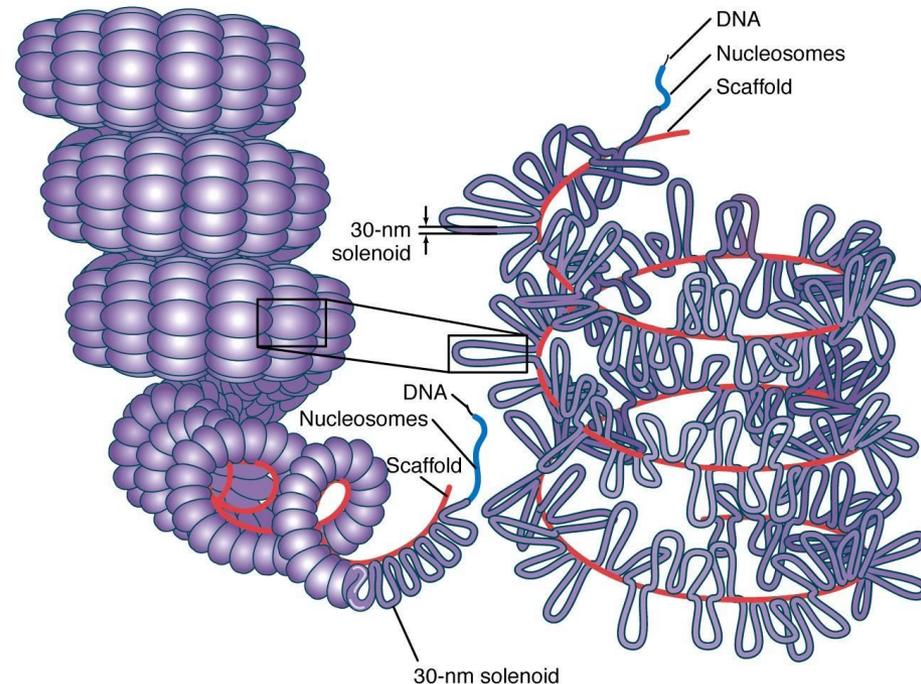


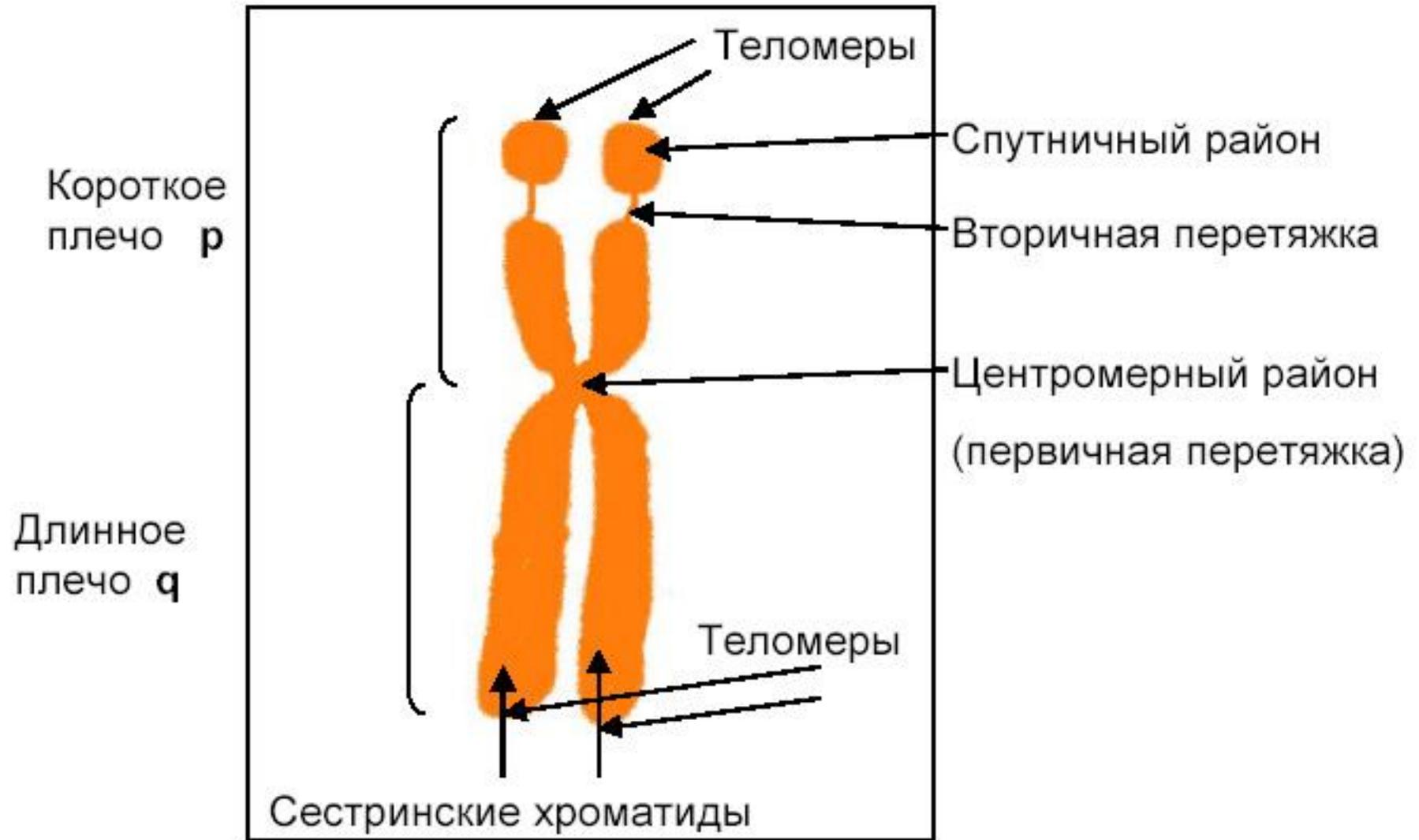
Четвертый уровень - Хромонемный Суперспирализованные филаменты (минибенд) и пятый уровень - хромосомный (метафазные хромосомы)

- Минибенд содержит *около 18 петель*
- ДНК укорачивается в 10.000 раз.
- Минибенды при дальнейшей компактизации дают формирование *полухроматид*, затем *хроматид*.
- *Две хроматиды* соединяясь формируют метафазную хромосому

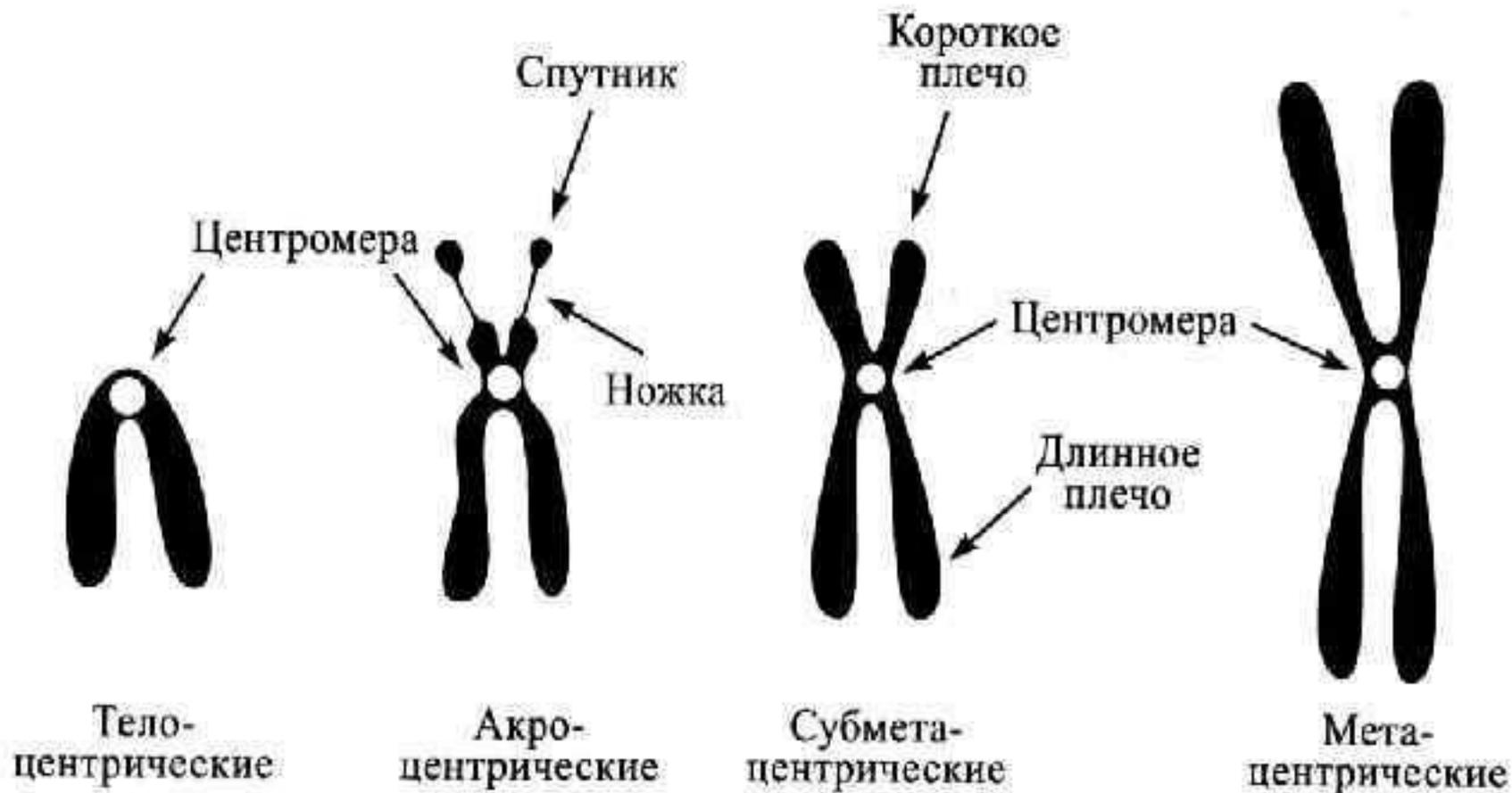


**Supercoiled filament
(Minibend)**





Типы хромосом эукариот в зависимости от положения центромеры



4 правила хромосом:

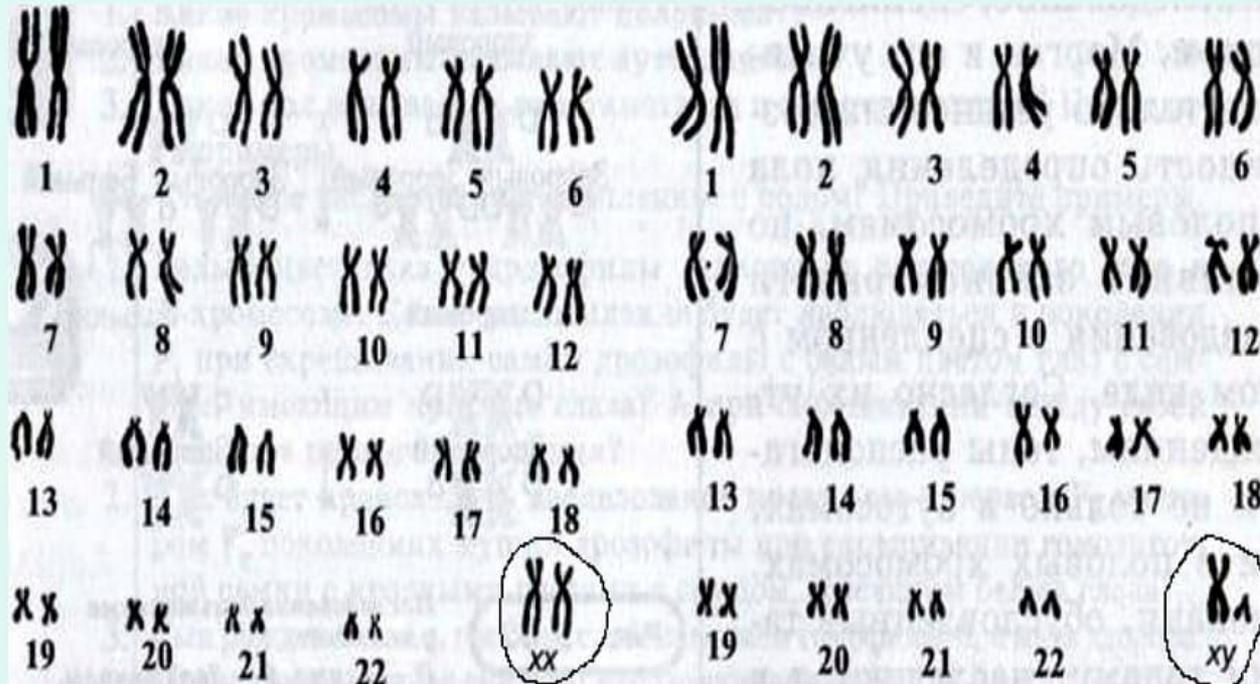
1. **Правило постоянства числа хромосом:** соматические клетки каждого вида имеют строго определенное количество хромосом.
2. **Правило парности хромосом:** каждая хромосома в диплоидном наборе имеет гомологичную – сходную по размерам, положению центromеры и содержанию генов.
3. **Правило индивидуальности:** каждая хромосома отличается от другой пары размерами, положением центromеры и содержанием генов.
4. **Правило непрерывности хромосом:** в процессе удвоения генетического материала новая молекула ДНК синтезируется на основе информации, заключенной в старой молекуле ДНК (реакция матричного синтеза – каждая хромосома – от хромосомы).

Кариотип — совокупность признаков (число, размеры, форма и т. д.) полного набора хромосом, присущая клеткам данного биологического вида (видовой кариотип), данного организма (индивидуальный кариотип) или линии (клона) клеток. Термин был предложен в 1924 году русским цитологом Г.А. Левитским.

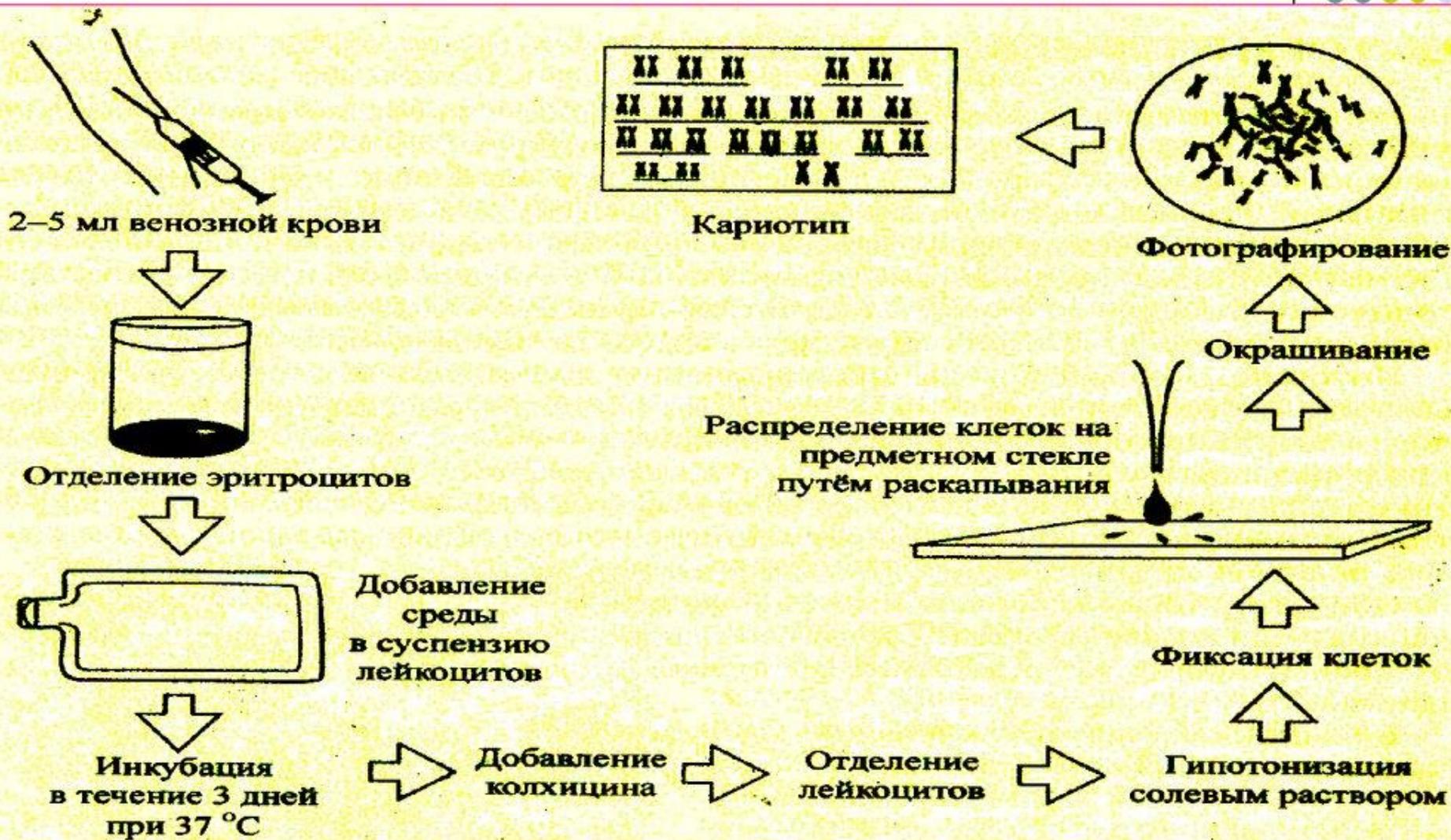
Кариотип

женщины

мужчины



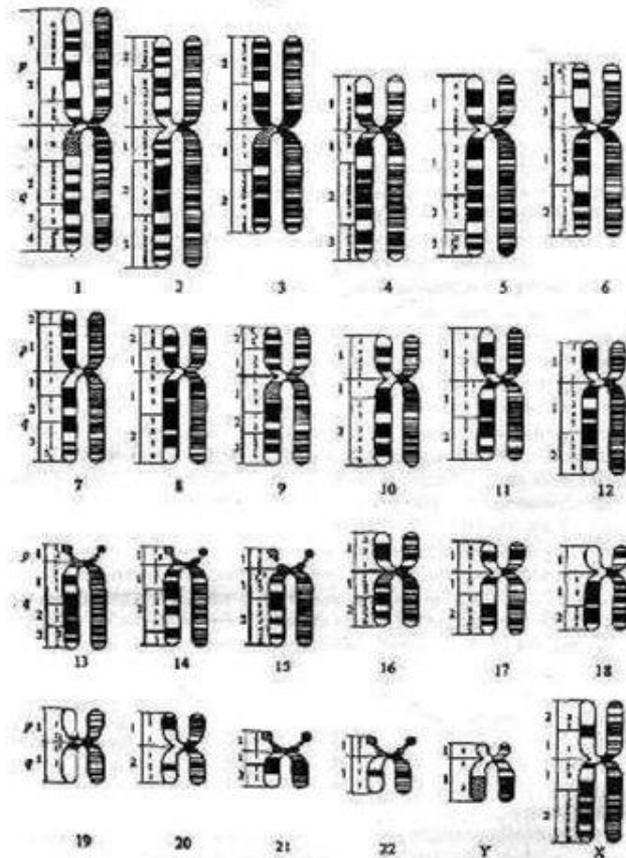
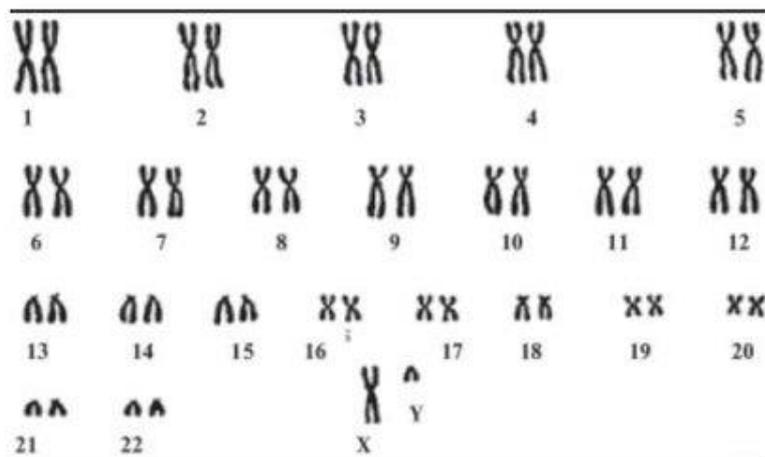
Цитогенетический метод



Методика приготовления цитогенетических препаратов путём культивирования лейкоцитов

КЛАССИФИКАЦИЯ ХРОМОСОМ

- Денверская 1960 - по величине и форме
- Парижская , 1971 - по дифференциальной окраске (в каждой хромосоме выявляется характерный порядок чередования светлых и темных сегментов)



III. Денверская классификация (1960г.)

Согласно Денверской классификации все хромосомы разделены по величине и расположению центромеры на 7 групп. Каждая группа обозначается буквами латинского алфавита.

Группы хромосом	Характеристика хромосом по положению центромеры и размерам	Пары хромосом
A (I)	Самые крупные метацентрические	1 – 3
B (II)	Крупные субметацентрические	4 – 5
C (III)	Средние метацентрические и субметацентрические	6 – 12, X
D (IV)	Средние акроцентрические	13 – 15
E (V)	Малые субметацентрические	16 – 18
F (VI)	Малые метацентрические	19 – 20
G (VII)	Малые акроцентрические	21 – 22, Y

Денверская классификация

- **К группе А** относят **1–3 пары** хромосом. Это самые крупные, **метацентрические и субметацентрические** хромосомы, их центромерный индекс **от 38 до 49**. Хромосома 1 (11 мкм) имеет почти медианную центромеру. Хромосома 2 (10.8 мкм) почти равна первой, имеет субмедианную центромеру. Хромосома 3 (8.3 мкм) короче первой и второй.
- **Группа В (4 и 5 пары)**. Это большие (**7,7 мкм**) **субметацентрические** хромосомы, ЦИ 24–30. Не отличаются друг от друга.
- **Группа С (6–12 пары)**. Хромосомы среднего размера, **субметацентрические**, ЦИ 27–35. К этой группе относят и X-хромосому. Размеры хромосом 5,7-7,2 мкм
- **Группа D (13–15 пары)**. Хромосомы **acrocentric**, сильно отличаются от всех других хромосом человека, но между собой не различаются. ЦИ 15. Размеры хромосом около 4,2 мкм.
- **Группа E (16–18 пары)**. Относительно короткие (хромосома 16 - 3,6 мкм, 17 - 3,5 мкм, 18 - 3,8 мкм) – **метацентрические или субметацентрические**, ЦИ 26–40.
- **Группа F (19–20 пары)**: две короткие около 2,9 мкм, субметацентрические хромосомы, ЦИ 36-46.
- **Группа G (21 и 22 пары)**: это маленькие (21 - 2,3 мкм, 22 - 2,8 мкм) **acrocentric** хромосомы, ЦИ 13–33. К этой группе относят и Y-хромосому.

- В основе **Парижской классификации** хромосом человека (**1971 г.**) лежат методы специальной дифференциальной их окраски, при которой в каждой хромосоме выявляется характерный только для нее порядок чередования поперечных светлых и темных сегментов.
- Различные типы сегментов обозначают по методам, с помощью которых они выявляются наиболее четко. Например, Q-сегменты — это участки хромосом, флюоресцирующие после окрашивания акрихин-ипритом; G-сегменты выявляются при окрашивании красителем Гимза (Q- и G-сегменты идентичны); R-сегменты окрашиваются после контролируемой тепловой денатурации и т.д.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



X

Y

*СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!*

