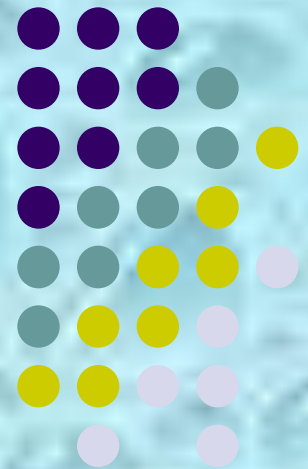
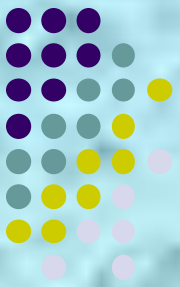


Строение клетки



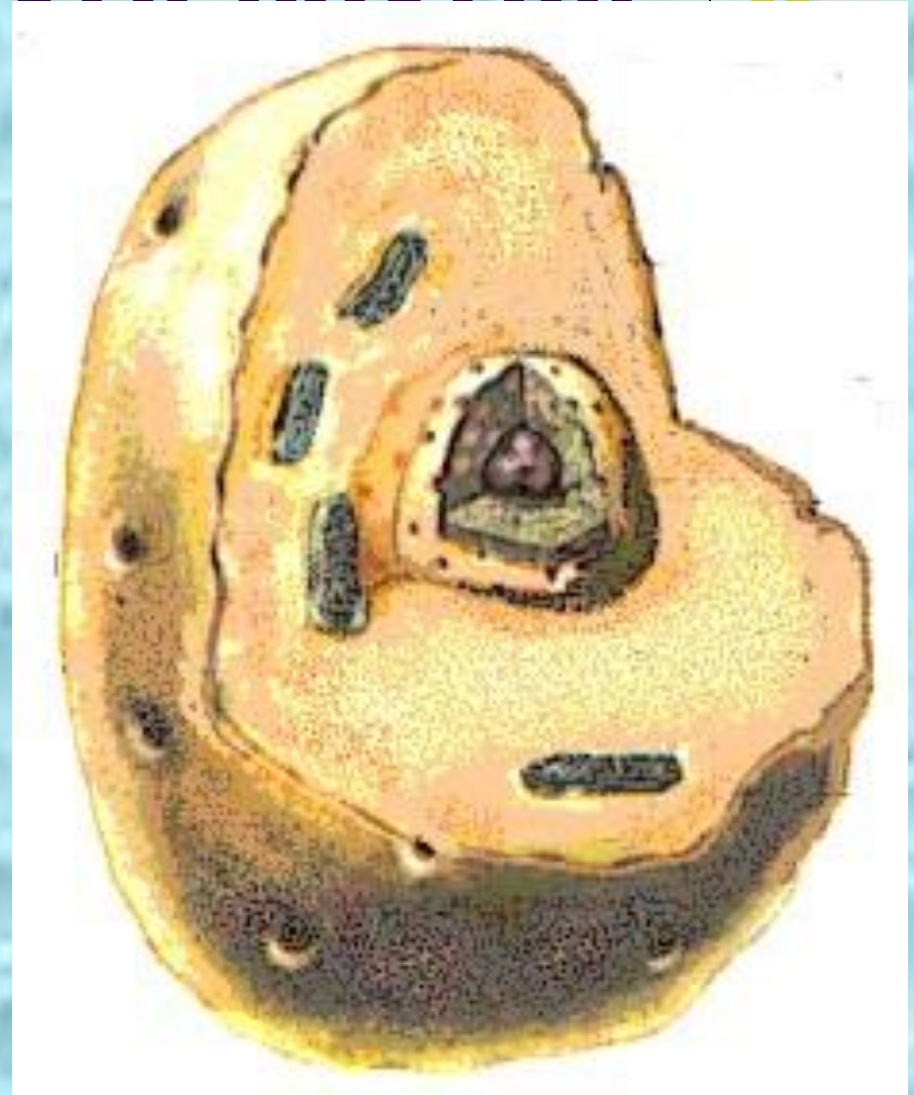
1. Состав клетки

- Поверхностный комплекс
- Ядро с ядерным веществом (ДНК)
- Цитоплазма
- Органоиды
- Включения



Основные части клетки

1. Клеточная оболочка (мембрана)
2. Ядро
3. Цитоплазма



Поверхностный аппарат клеток



- Для того, чтобы поддерживать в себе необходимую концентрацию веществ, клетка должна быть физически отделена от своего окружения. Вместе с тем, жизнедеятельность организма предполагает интенсивный обмен веществ между клетками. Роль барьера между клетками играет поверхностный аппарат клеток, который состоит из:

1. Плазматической мембраны;
2. Надмембранного комплекса:
 1. У животных – гликокаликс,
 2. У растений – клеточная стенка.



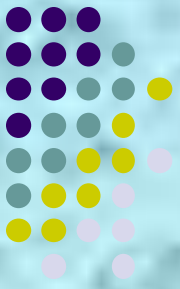
- Клеточная оболочка —(клеточная мембрана, плазматическая мембрана, плазмолемма, цитолемма, цитоплазматическая мембрана, цитоплазматическая оболочка) - оболочка, покрывающая поверхность клетки, обеспечивающая ее целостность и регулирующая обмен

Функции мембраны:

1. Барьерная
2. Избирательная проницаемость
3. Выведение из клетки продуктов обмена
4. Фагоцитоз
5. Пиноцитоз



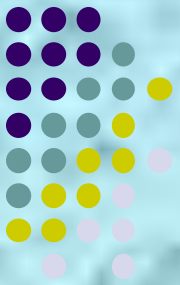
История изучения мембраны



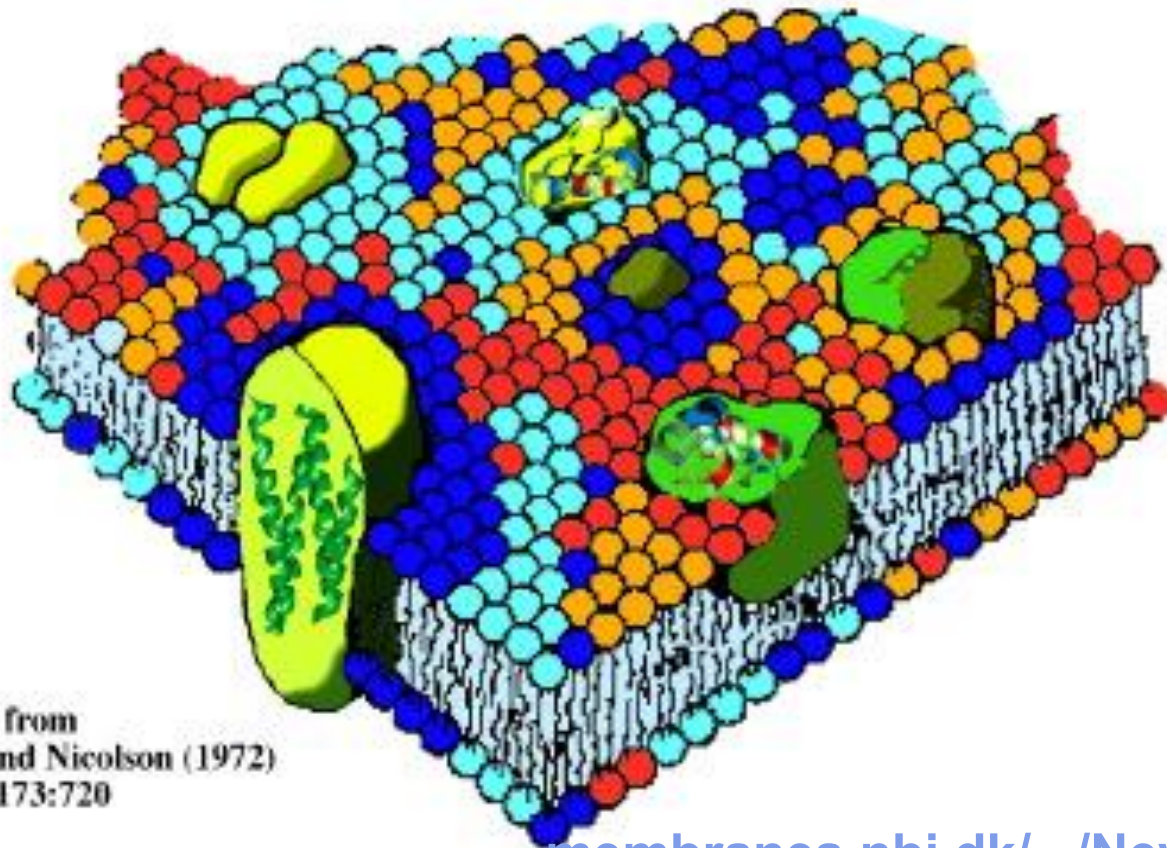
1935 г – Давсон и Даниели использовали химический анализ и установили, что в состав клеточной мембраны входят БЕЛКИ и ЛИПИДЫ

История изучения мембраны

1959 г – Робертсон с помощью метода электронной микроскопии установил, что клеточная мембрана имеет трехслойное строение (Гипотеза элементарной мембраны) – 2 слоя белков окружают липидный слой



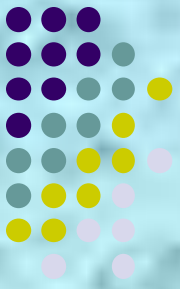
1972 год - Николсон и Сингер представили жидкостно- мозаичную модель строения клеточной мембраны



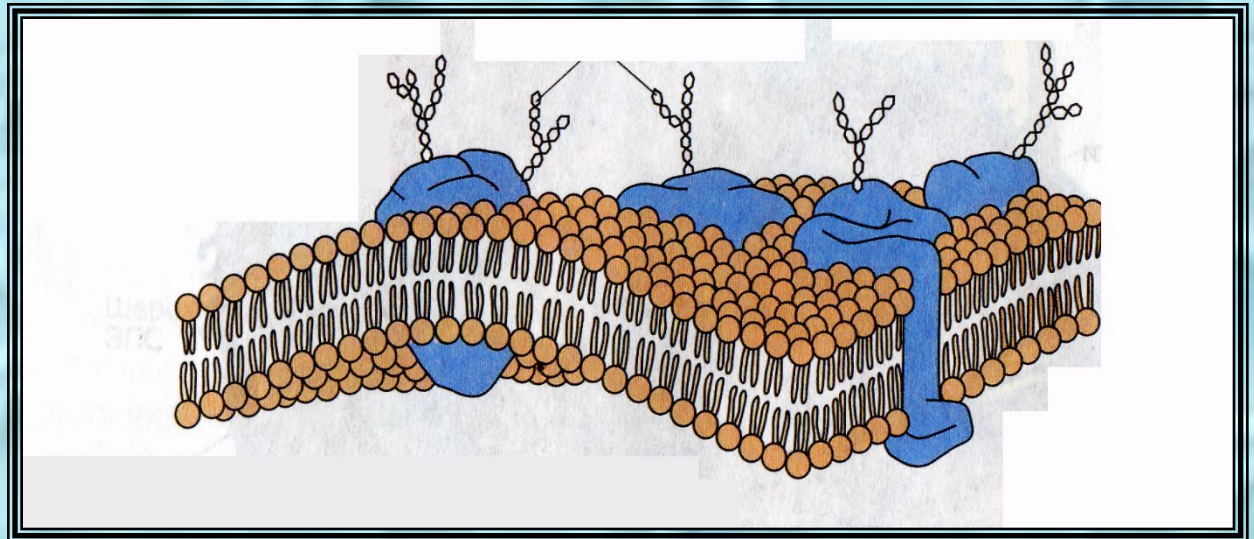
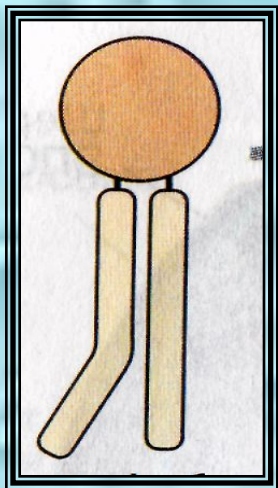
adapted from
Singer and Nicolson (1972)
Science 173:720

membranes.nbi.dk/.../News_engl.html

Клеточная мембрана- билипидный слой с мозаичным вкраплением белков



Слой жидких фосфолипидов имеет следующее строение: гидрофильные концы обращены наружу, а гидрофобные – друг к другу. Липидный слой служит растворителем для мембранных белков



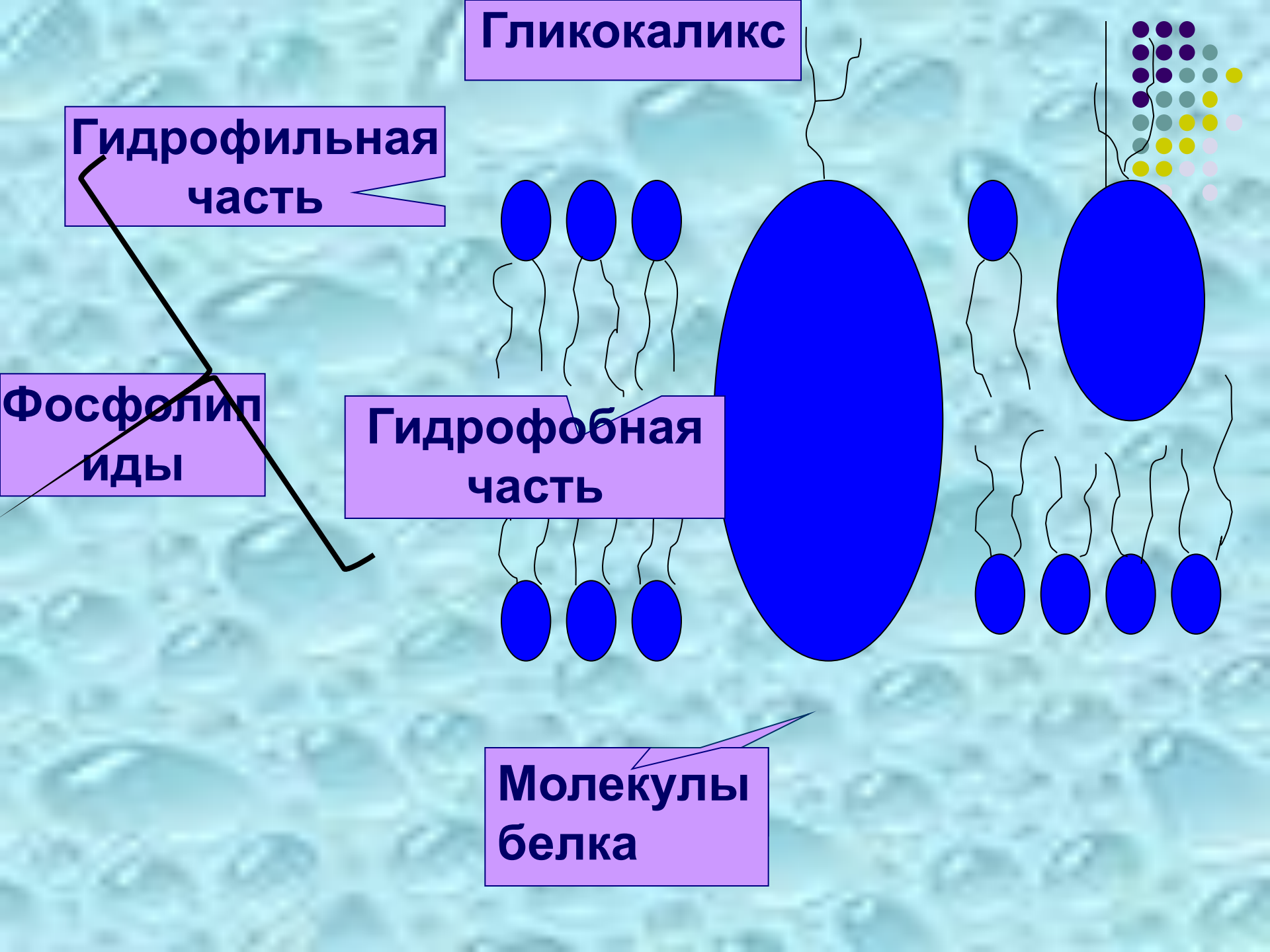
Гликокаликс

Гидрофильная часть

Фосфолипиды

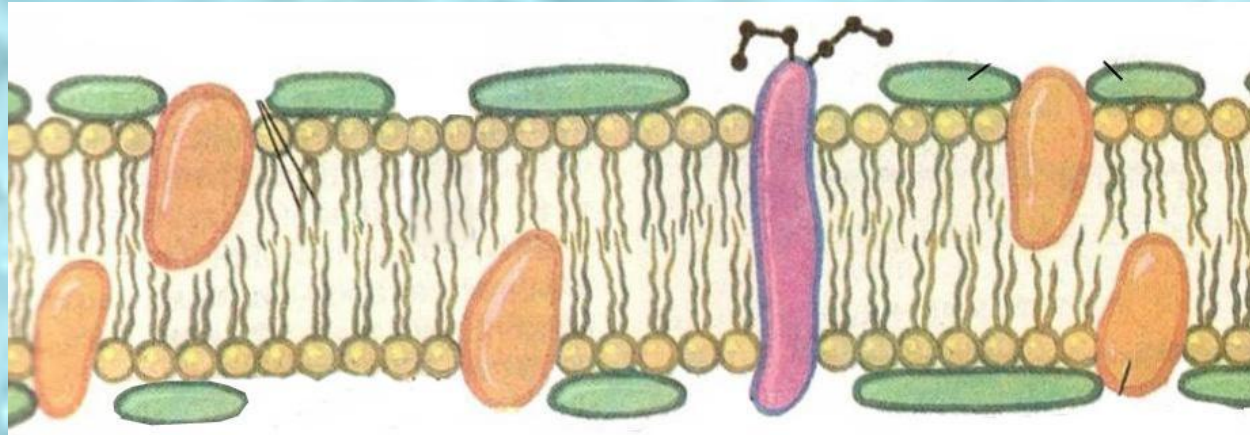
Гидрофобная часть

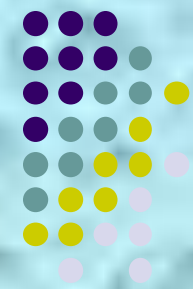
Молекулы белка



Мембранные белки

Содержат гидрофильные и гидрофобные участки (АМК). Гидрофобные взаимодействуют с липидным слоем. В зависимости от количества и величины этих участков, белки могут полностью погружаться в липиды мембраны или располагаться на ее поверхности





Белки мембраны



Интегральные
(трансмембранные)

Полуинтегральные
(рецепторные)

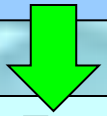
Наружные
(периферические)



- Проходят через всю толщу мембраны
- Создают в мембране гидрофильные поры (транспорт веществ)

- Погружены в толщу фосфолипидных слоев
- Выполняют рецепторные функции

- Лежат снаружи мембраны, примыкая к ней
- Выполняют многообразные функции ферментов



Белки-переносчики

Каналообразующие белки

Мембранные белки



- **Периферические белки** – гидрофильные, не взаимодействуют с липидами и располагаются на обеих поверхностях (скользят по поверхности).
- **Интегральные белки** – гидрофобные – встраиваются внутрь и пронизывают оба липидных слоя. Такие белки имеют каналы или поры.
- **Полуинтегральные белки** пронизывают один липидный слой

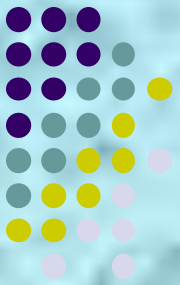
Липиды и белки удерживаются гидрофильно-гидрофобными взаимодействиями

Надмембранный комплекс:

На поверхности мембран имеются разветвленные структуры: белки + углеводы (моно- и полисахариды) – **гликокаликс** – выполняет рецепторную функцию (распознавание соседних клеток, сцепление и правильную ориентацию, а также взаимосвязь клеток многоклеточного организма)

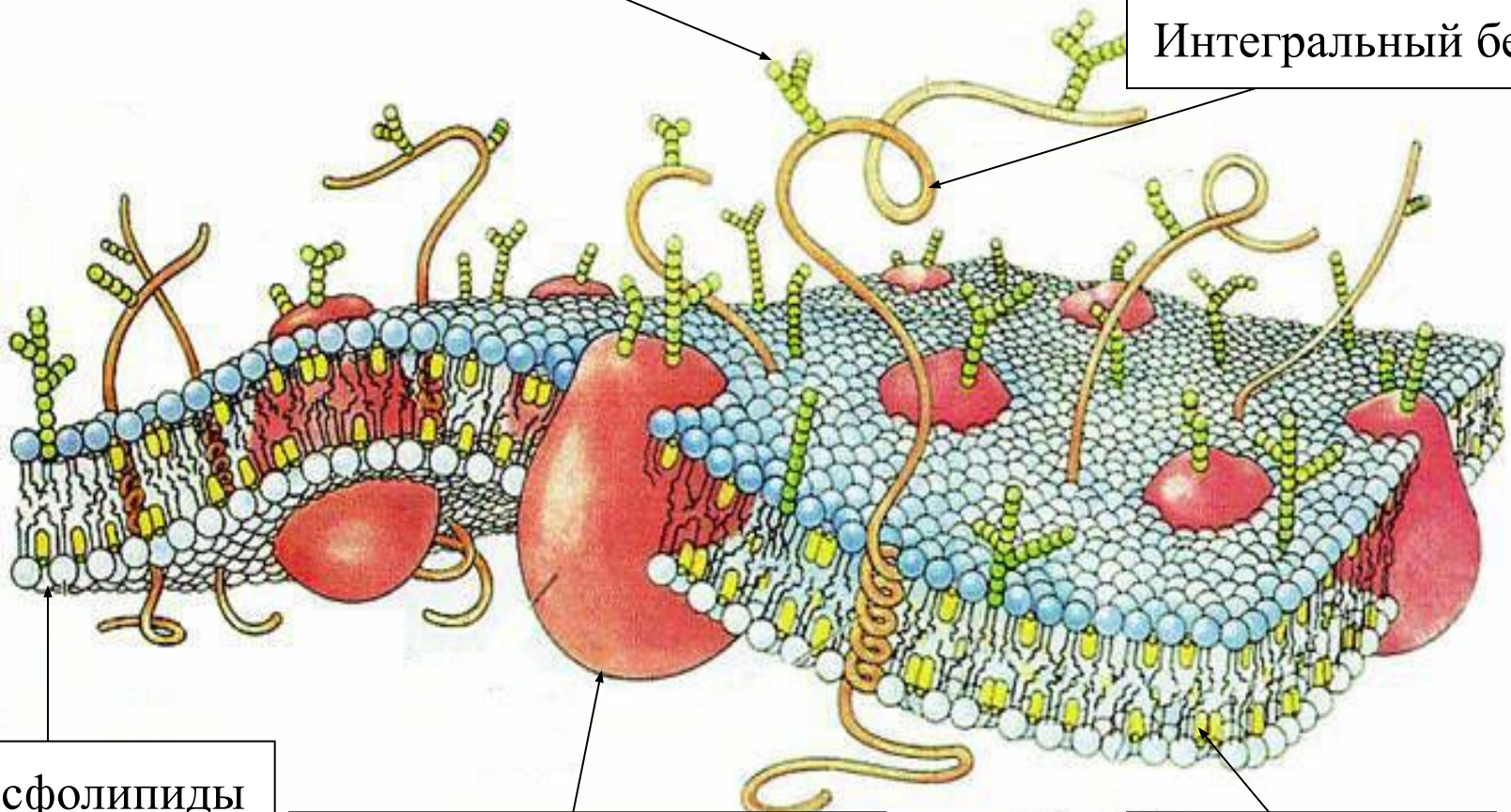


Биологическая мембрана



Олигосахаридная боковая цепь

Интегральный белок



Фосфолипиды

Наружный (шаровидный)
белок

Холестерол

Мембрана клетки



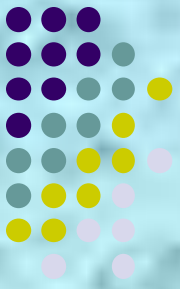
- **Липидный слой**

(обеспечивает основные структурные особенности мембраны)

- **Белки**

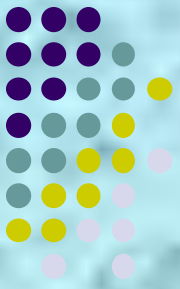
(обеспечивают большинство функций: рецепторную, ферментативную, транспортную)

Свойства мембраны



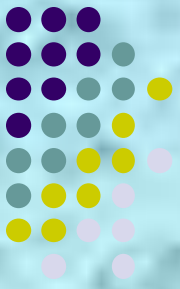
- **Текучность** – липидный слой имеет жидкостную структуру, липиды перемещаются, меняя свое местоположение. Гидрофобные хвосты липидов свободно скользят относительно друг друга
- **Пластичность** – может менять свою форму без потери внутренних контактов, т. К. отдельные липиды проникают через бислой и перемещаются в его плоскости.

Свойства мембраны

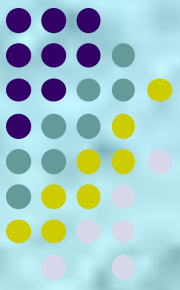


- Способность к **самозамыканию** — при повреждении происходит спонтанное замыкание, препятствующее доступу воды в гидрофобный слой. Мембраны поврежденных клеток при определенных условиях могут входить в контакт и сливаться вместе
- **Избирательная проницаемость** — через мембрану свободно проходят гидрофобные вещества (сливаются с липидами), мелкие незаряженные молекулы диффундируют через щели между липидами, а крупные полярные молекулы или незаряженные ионы — не проходят

Способы поступления веществ в клетку и выход из нее



- Эндоцитоз (поступление в-в в клетку)
 1. Простая диффузия
 2. Осмос
 3. Облегченная диффузия
 4. Активный транспорт
 5. Фагоцитоз
 6. Пиноцитоз
- Экзоцитоз (выделение в-в из клетки)



ЭНДОЦИТОЗ:

Простая диффузия - поступление в клетку ионов и мелких молекул через плазмолемму по градиенту концентрации без затрат энергии

Через **липидный слой** – гидрофобные – мочевины, этанол, кислород, углекислый газ

Через **белковый канал** (белковые поры) – гидрофильные - ионы (в т.ч. Са, К, Na)



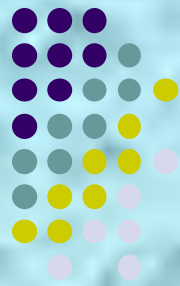
При **облегчённой диффузии** растворимое в воде вещество (глюкоза, АМК, лактоза, глицерин, нуклеотиды) соединяется с транспортируемыми белками (**пермеазами**) и проходит через мембрану по особому каналу, создаваемому белком-переносчиком. Скорость при этом увеличивается

! Процесс идет **без затрат энергии**

Осмос- диффузия воды через избирательно проницаемую мембрану - по градиенту концентрации (из зоны меньшей концентрации солей в зону их большей концентрации). Различие концентрации солей создает **осмотическое давление**.

!Процесс идет без затрат энергии!

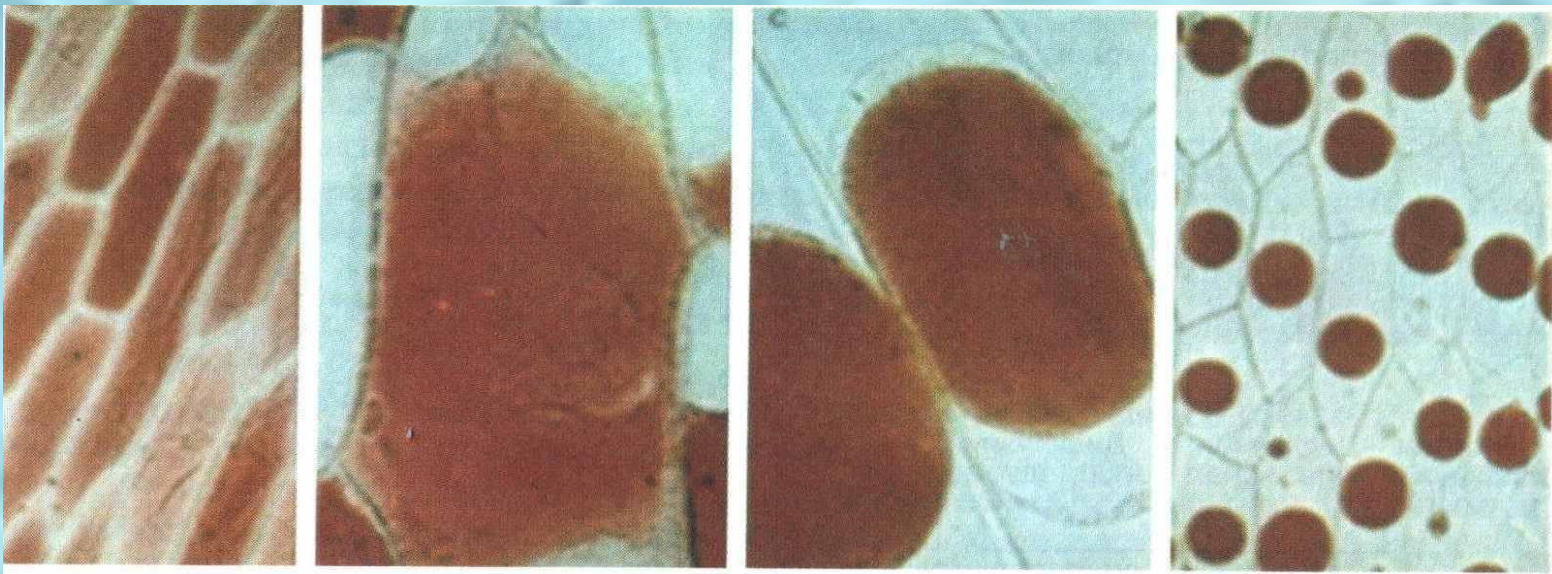
На слайде - осмос в животной клетке (эритроцит)



Дополнительная информация....



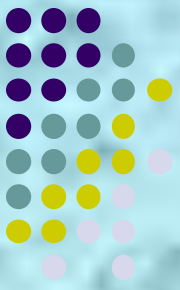
Изотонические солевые растворы, приближающиеся по составу и свойствам к сыворотке крови, называют **физиологическими**. Изотоничны все жидкости организма (плазма крови, тканевая жидкость). Для человека изотоничен 0,9% р-р NaCl (физиологический раствор). В 0,6% р-ре соли эритроциты набухают и разрушаются (**гемолиз**), а в 1,3%-м р-ре теряют воду и сморщиваются (**плазмолиз**). Изотонические р-ры используют в медицине – вводят больному при сильном обезвоживании организма или при значительной потере крови. Гипертонические растворы используют для наложения повязок на раны. Как гипертонические растворы действуют солевые слабительные.



На слайде – осмос в растительной клетке – **плазмолиз** в клетках кожицы чешуи лука. Цитоплазма, окруженная плазмолеммой, вначале отстает от клеточной стенки, затем сморщивается и превращается в шарик.

Деплазмолиз наступает если восстановить концентрацию ионов в межклеточном пространстве – цитоплазма восстанавливает свой объем

Активный транспорт



Перемещение веществ против градиента концентрации с помощью транспортных белков – поринов и АТФ-аз с затратой энергии. Энергия выделяется при распаде молекул АТФ под действием фермента АТФ-азы. Так поступают в клетку ионы Na^+ и K^+ , H^+ , АМК в кишечнике, ионы Са в мышцах, Na^+ и глюкоза в почках и др.

Примером активного транспорта в животных клетках является **калий-натриевый насос**, а в растительных – **водородная помпа**

Работа калий-натриевого насоса



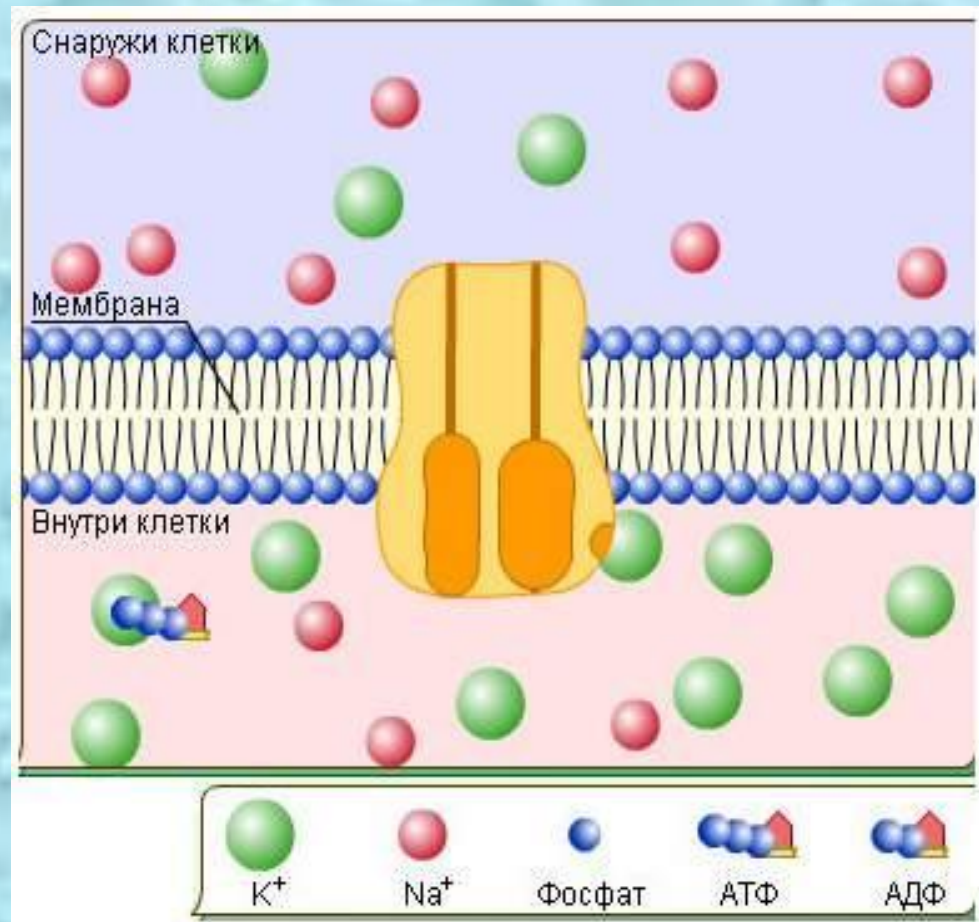
В клетке много K^+ , а снаружи клетки – Na^+ . Если концентрация Na^+ в цитоплазме клетки возросла, то начинается его выкачивание наружу:

- белок-переносчик (натрий-калиевая АТФаза) присоединяет к себе 3 иона Na^+ и 1 остаток фосфорной кислоты (т.к. переносчик расщепляет АТФ до АДФ). Это называется

фосфорилирование переносчика. Всё это переносчик доставляет к наружной поверхности мембраны.

-белок-переносчик присоединяет к себе 2 иона K^+ с наружной поверхности мембраны и отдает 1 остаток фосфорной кислоты. Это называется **дефосфорилированием**. Ионы K^+ доставляются внутрь клетки.

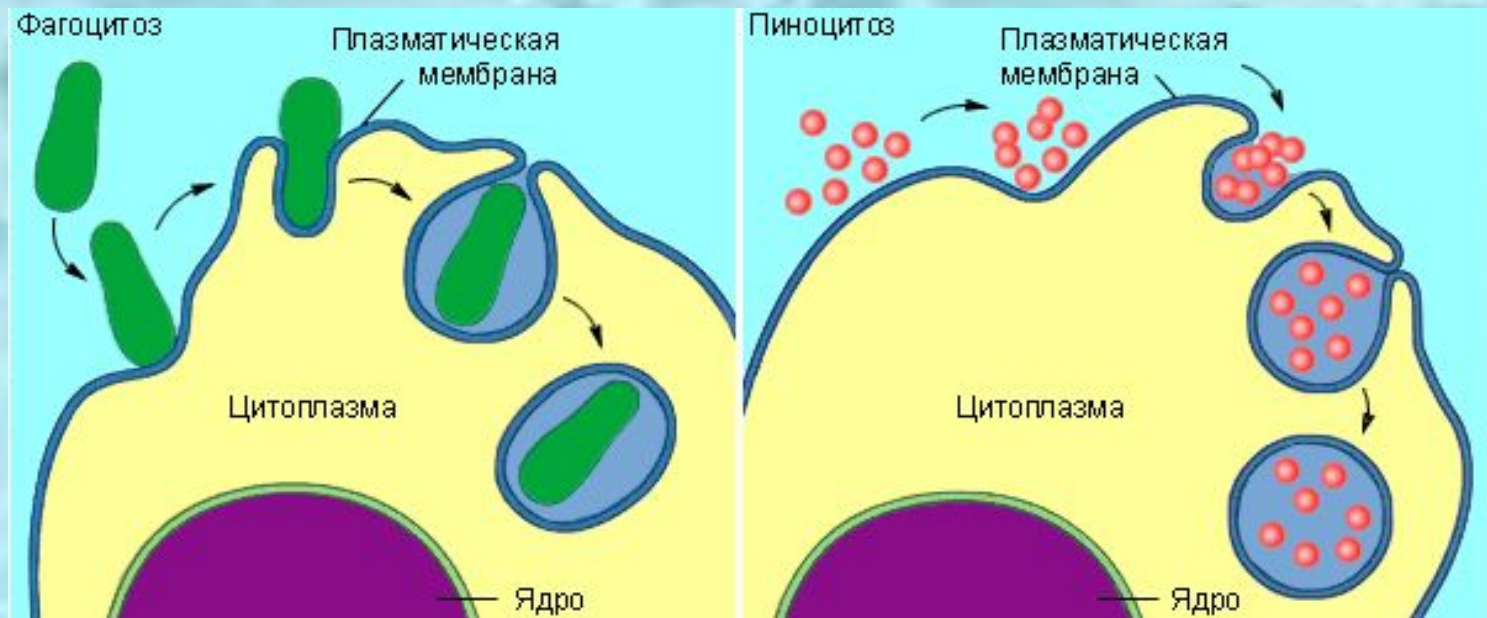
Таким образом концентрация ионов K^+ внутри клетки и ионов Na^+ снаружи клетки восстанавливается



При эндоцитозе мембрана образует впячивания в пузырьки или вакуоли



! процесс требует дополнительной энергии



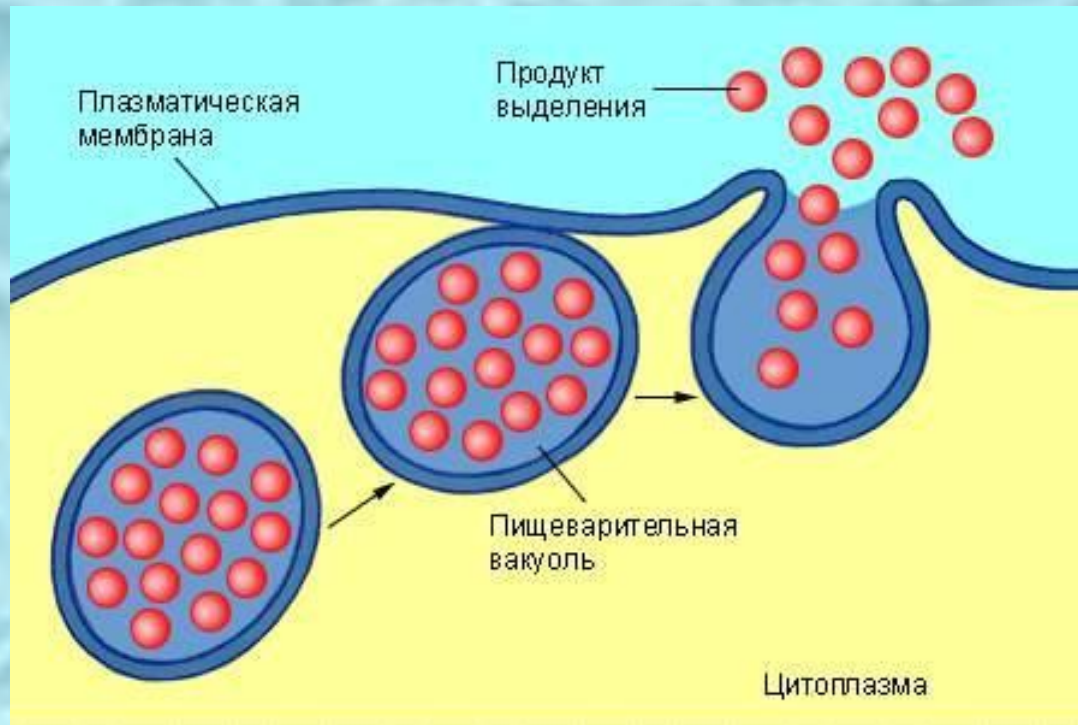
Различают **фагоцитоз** – поглощение твёрдых частиц (например, лейкоцитами крови) – и **пиноцитоз** – поглощение жидкостей;



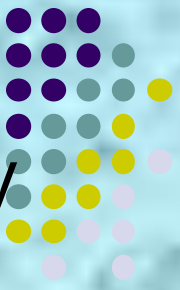
Экзоцитоз

- **экзоцитоз** – процесс, обратный эндоцитозу; из клеток выводятся непереважившиеся остатки твёрдых частиц и жидкий секрет (гормоны, белки, капли жира).

! процесс требует дополнительной энергии

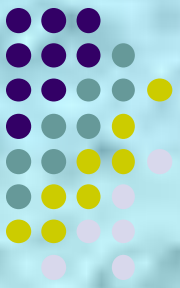


Межклеточные контакты

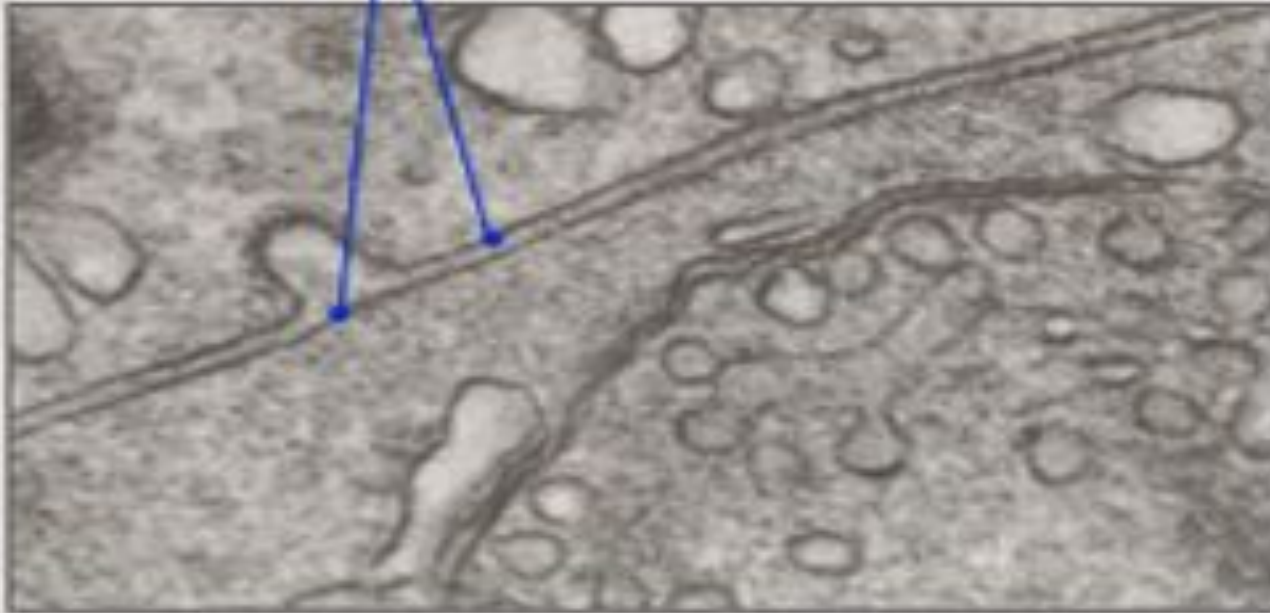


1. Простой контакт – **щелевой контакт** – между прилегающими друг к другу клетками
2. Контакт типа «**замок**» – впячивание мембран
3. Прочный межклеточный контакт - **десмосомы** – через поры в оболочке клетки. Поры выстланы мембраной и пронизаны тонкими цитоплазматическими нитями – **плазмодесмами**, связывающими цитоплазмы двух клеток. Плазмодесмы объединяют протопласты растительных клеток в единое целое и образуют непрерывную систему – **симпласт** – по которой осуществляется транспорт веществ

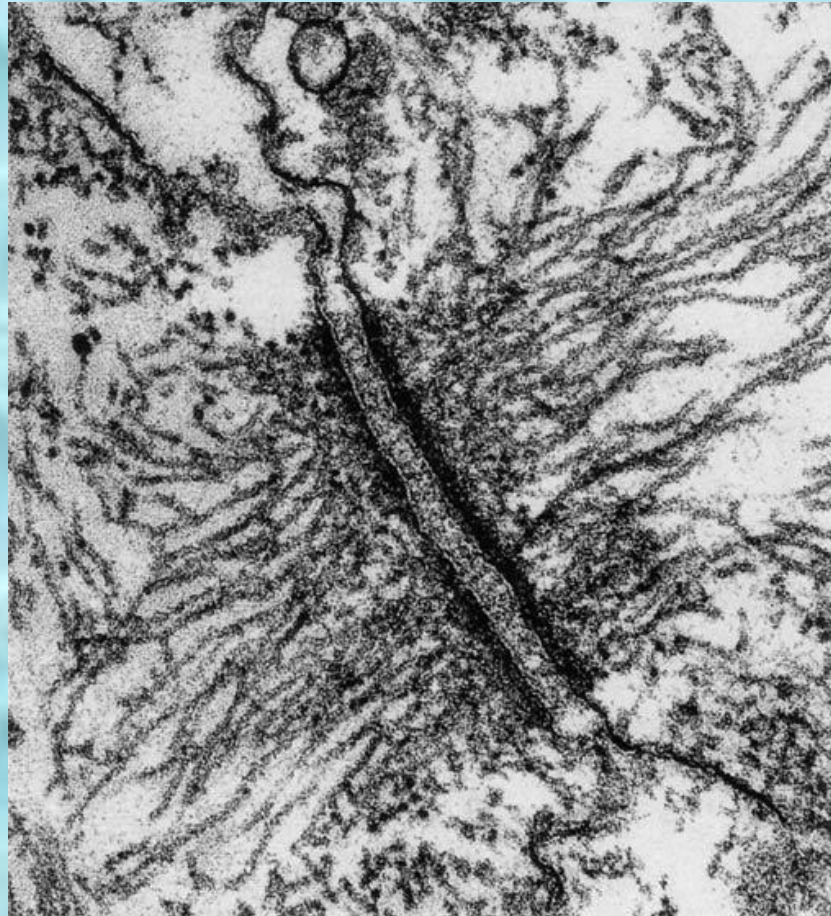
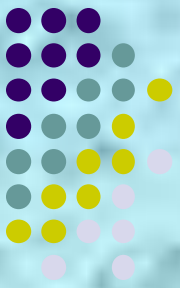
Простой межклеточный контакт



клеточные мембраны
соседних клеток



Прочный межклеточный контакт - десмосома



0.1 μm

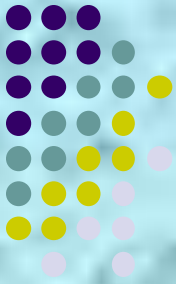
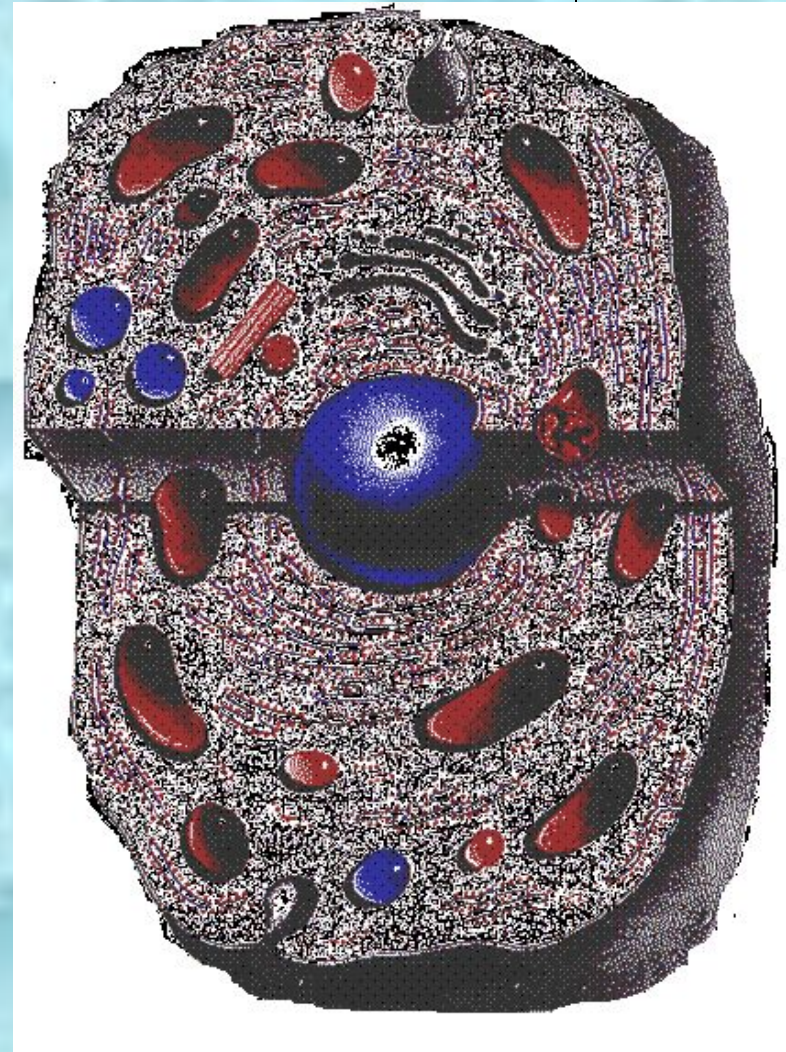
Цитоплазма

Цитопла́зма — (от греч. Итос — сосуд, здесь — клетка и плазма — образование) внутренняя среда живой клетки, ограниченная плазматической мембраной.

Цитоплазма состоит из:

- Гиалоплазмы
- Органоидов
- Включений
- Цитоскелета

Хим. состав цитоплазмы: 85% -вода, 10% - белки, 5% -орг. в-ва и мин. соли.



Гиалоплазма

(цитоплазматический матрикс)



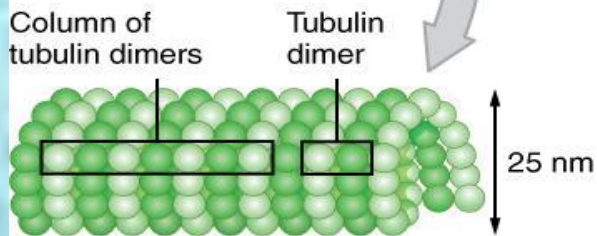
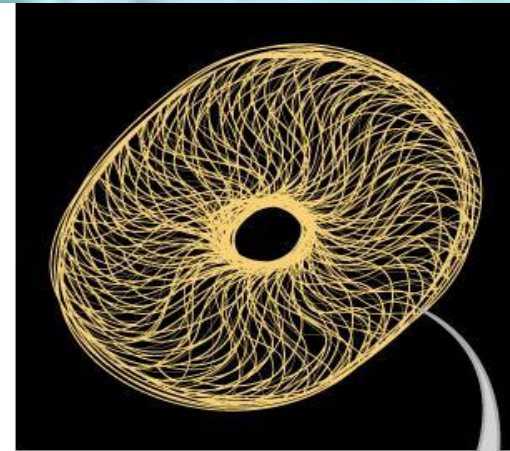
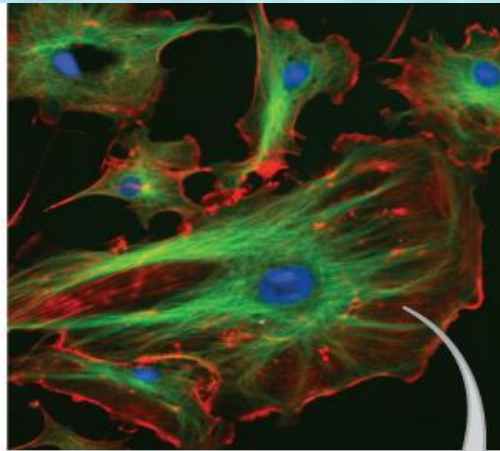
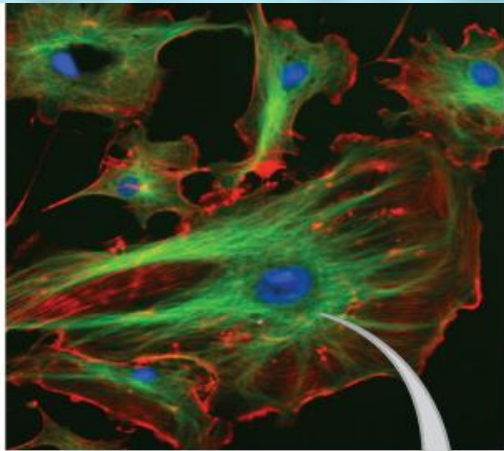
Представлена однородным . мелкозернистым веществом. Это коллоидный раствор, который может находиться в виде жидкости (**золя, цитозоль**) или быть более упругим плотным веществом (**гелем**). В цитозоле протекают реакции внутриклеточного обмена.

Гиалоплазма обеспечивает такие свойства цитоплазмы, как **вязкость, эластичность, сократимость** и **движение (циклоз)**.

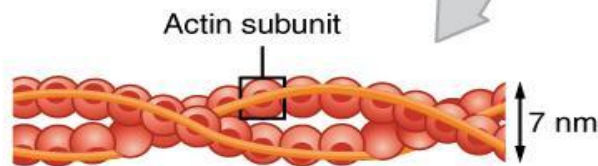
Цитоплазма эукариотической клетки разделена внутренними мембранами на отдельные отсеки – **комартменты**. Это позволяет разделять процессы, предотвращать смещение в-в.

Цитоскелет

Цитоплазма эукариотических клеток пронизана трехмерной сеткой из белковых нитей (филаментов), называемой **цитоскелетом**. Различают **микротрубочки, микрофиламенты и промежуточные филаменты**.



(a)



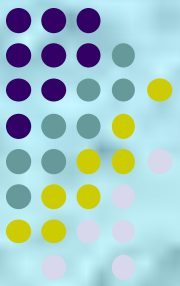
(b)

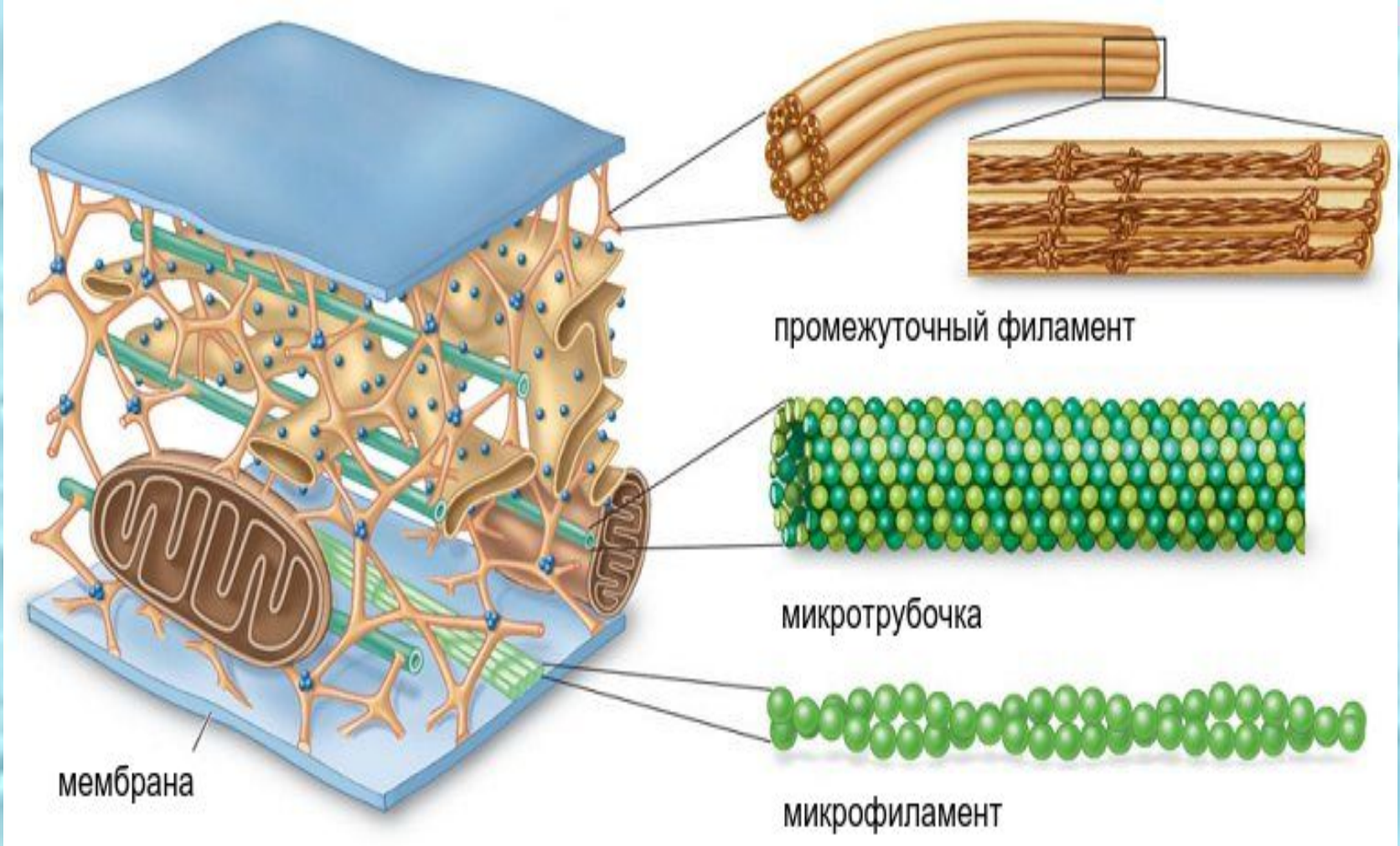


(c)

Микротрубочки – тонкие трубочки диаметром около 24 нм; их стенки толщиной около 5 нм образованы спирально упакованными глобулярными субъединицами белка **тубулина**.
Образуют веретено деления, входят в состав жгутиков и ресничек, располагаются в цитоплазме клеток. Участвуют в расхождении дочерних хромосом при митозе и мейозе, в движении жгутиков и ресничек, перемещении органоидов и придают форму клеткам

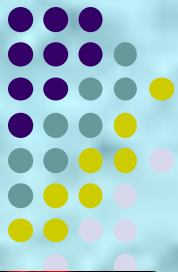
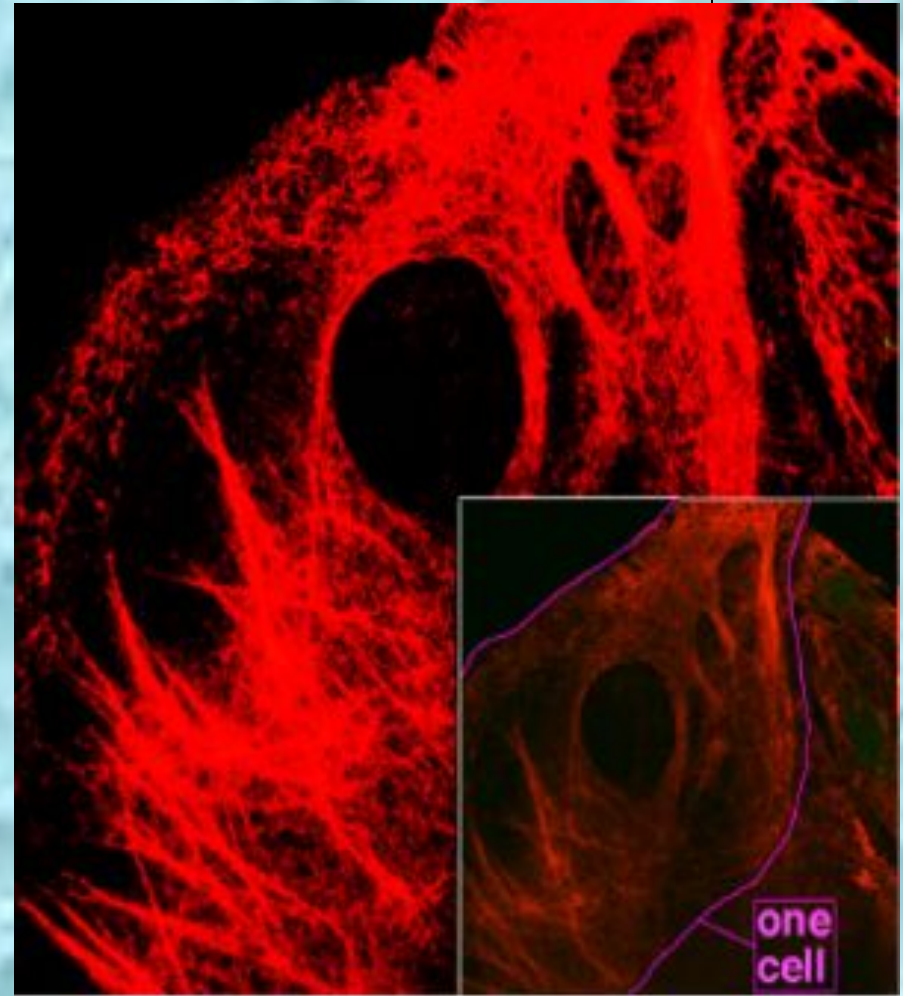
Микрофиламенты – очень тонкие белковые нити (диаметр около 6 нм), образованные преимущественно белком **актином**. Переплетаются в тонкую густую сеть в цитоплазме. Вместе с микротрубочками обеспечивают двигательную активность гиалоплазмы, участвуют в эндоцитозе.





Промежуточные филаменты

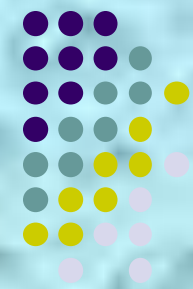
Диаметр около 10 нм,
образованы
молекулами разных
фибриллярных белков
(цитокератин и др.).
Выполняют в клетках
опорную функцию.



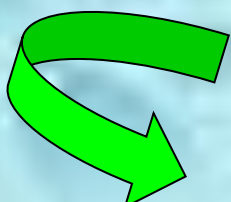
Функции цитоплазмы




- Перемещает вместе с собой различные вещества, включения и органоиды.
- В ней протекают все процессы обмена веществ
- Важнейшая роль цитоплазмы заключается в объединении всех клеточных структур (компонентов) и обеспечении их химического взаимодействия.



**Структурные
компоненты клетки**




**Постоянные
компоненты**




Выполняют специфические
жизненно важные
функции



ОРГАНОИДЫ



**Непостоянные
компоненты**

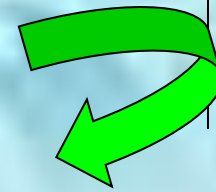


Могут появляться или
исчезать в процессе
жизнедеятельности клетки



**ВКЛЮЧЕНИ
Я**

ОРГАНОИДЫ



**Органоиды общего
назначения**

**Специальные
органойды**



- Пластиды
- Митохондрии
- Лизосомы и т.д.



- Реснички
- Жгутики и т.д.



ОРГАНОИДЫ КЛЕТКИ

НЕМЕМБРАННЫЕ

Рибосомы

Клеточный центр

МЕМБРАННЫЕ

Одномембранные

Эндоплазматическая
сеть

Комплекс Гольджи

Лизосомы

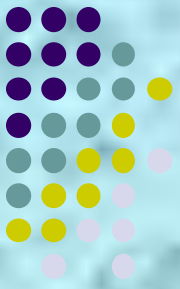
Вакуоли

Двумембранные

Митохондрии

Пластиды

ЭПС (эндоплазматическая сеть) – система мембран, образующих каналы и полости, пронизывает гиалоплазму. ЭПС бывает двух типов: **гладкая** и **шероховатая (гранулярная)**. Обнаружен в 1945 году амер уч. Портером (метод электронной микроскопии)



Гладкая ЭПС – не

содержит на поверхности мембран ничего.

Функции:

1. Синтез углеводов и жиров
2. Транспорт в-в

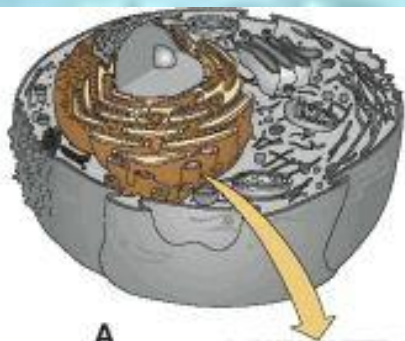
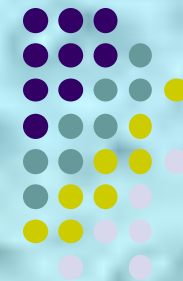
Шероховатая ЭПС-

содержит на поверхности рибосомы

Функции:

1. Синтез белков (нужных за пределами клетки или для построения других органоидов)
2. Транспорт в-в

Эндоплазматическая сеть



А

Шероховатая
эндоплаз-
матическая
сеть (ЭПС)



Рибосомы
на каналах
шероховатой
ЭПС — место
синтеза белков



Шерохо-
ватая
ЭПС

Гладкая
эндоплаз-
матическая
сеть (ЭПС)

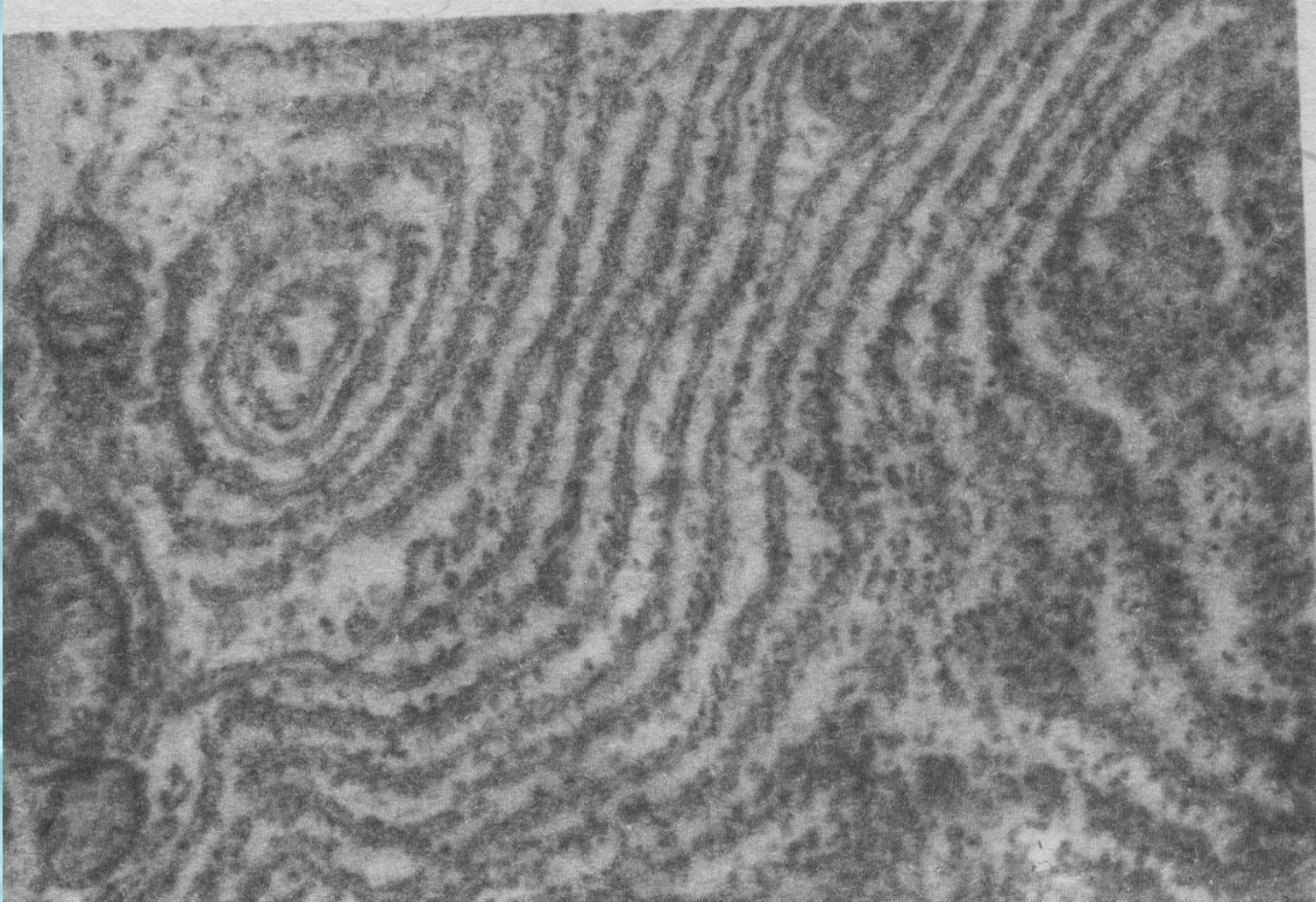
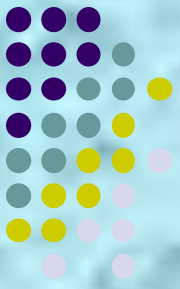
Гладкая ЭПС —
место синтеза
большинства
липидов и неко-
торых углеводов

Гладкая
ЭПС

Б

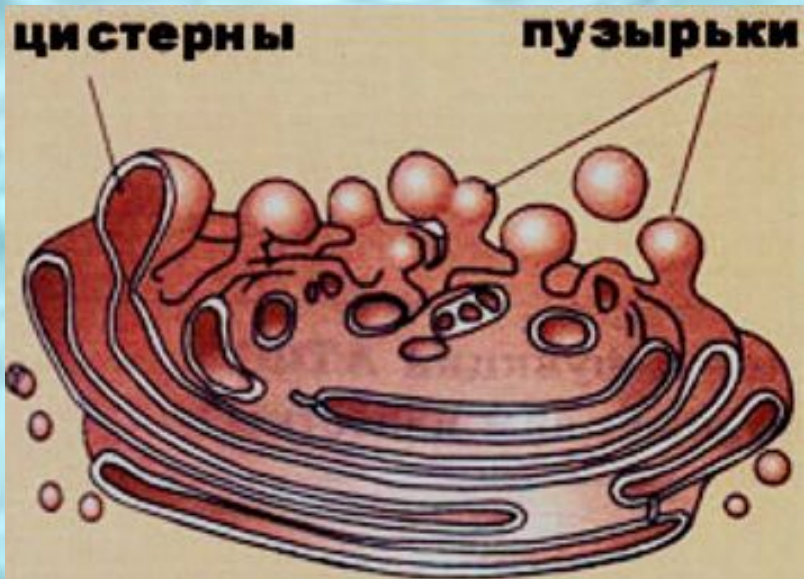
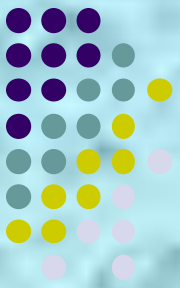
В

Эндоплазматическая сеть

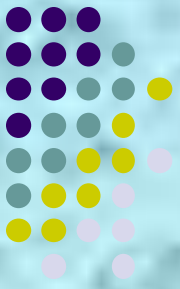


Комплекс Гольджи-открыт в 1898 г. ит. уч. Гольджи. Представляет собой комплекс мембран в виде узких **каналов**, расширяющихся на концах в **цистерны**, от которых отпочковываются **пузырьки**. Каналы напоминают стопку наложенных друг на друга «блинов» (**ДИКТИОСОМ**).

Функции: накопление, сортировка и упаковка различных продуктов жизнедеятельности клетки; выведение их за пределы клетки; синтез **ЛИЗОСОМ** и **пероксисом**



Лизосома



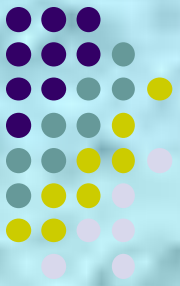
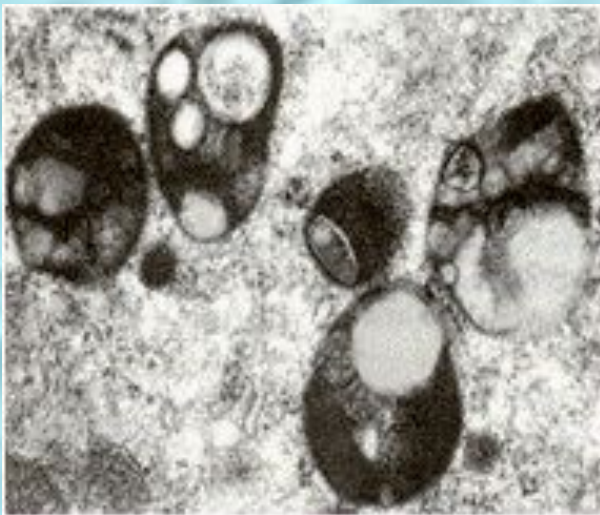
Лизосома – ограниченные мембраной шаровидные тела. Содержат около 40 гидролитических ферментов, которые осуществляют расщепление поступающих в клетку в-в. Ферменты активны при $pH=5$, именно такая кислая среда и поддерживается внутри лизосом. Лизосомы образуются в аппарате Гольджи – отшнуровываются в виде пузырьков с ферментами – **первичные лизосомы**. Первичные лизосомы сливаются с фагоцитозными пузырьками – образуются **вторичные лизосомы (пищеварительные вакуоли)** Были открыты в 1949 г. (при помощи электронного микроскопа).

Функции лизосом:

1. Переваривание в-в, поступивших в клетку
2. Автофагия (аутофагия)
3. Автолиз

Автофагия – переваривание ненужных клетке, отмерших структур, разрушенных клеточных органоидов.

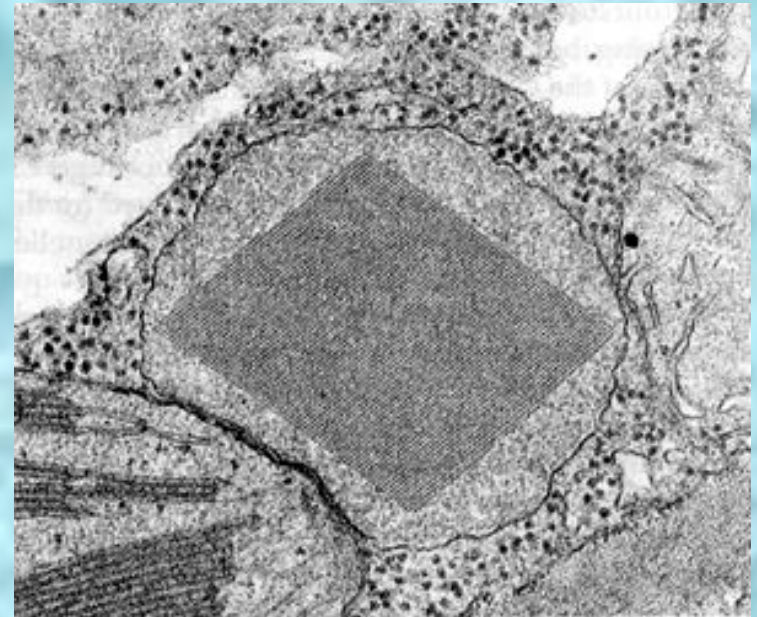
Автолиз – самопереваривание внутриклеточного содержимого (хвост у головастика)



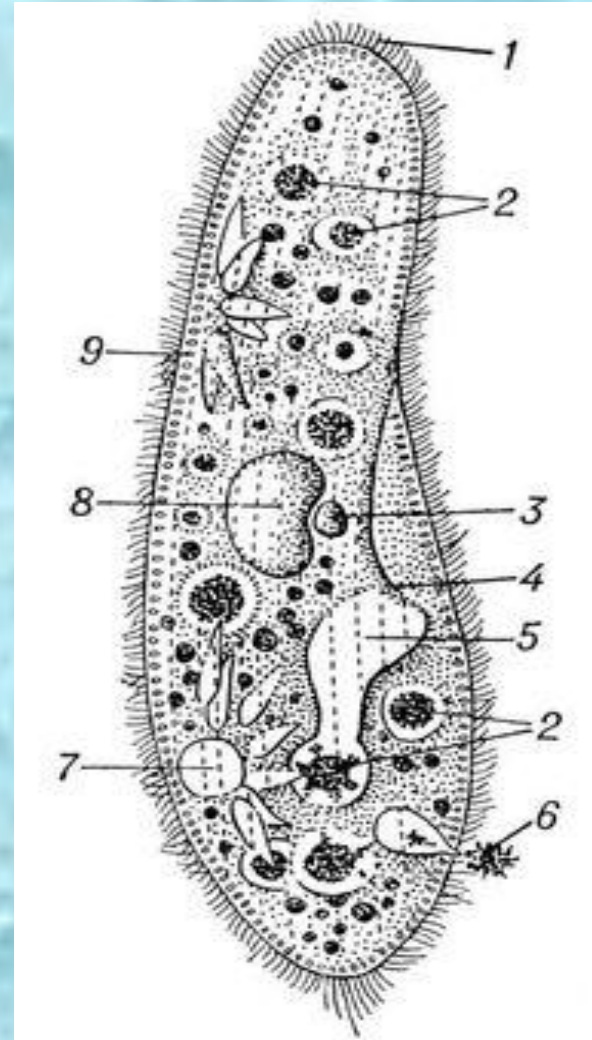
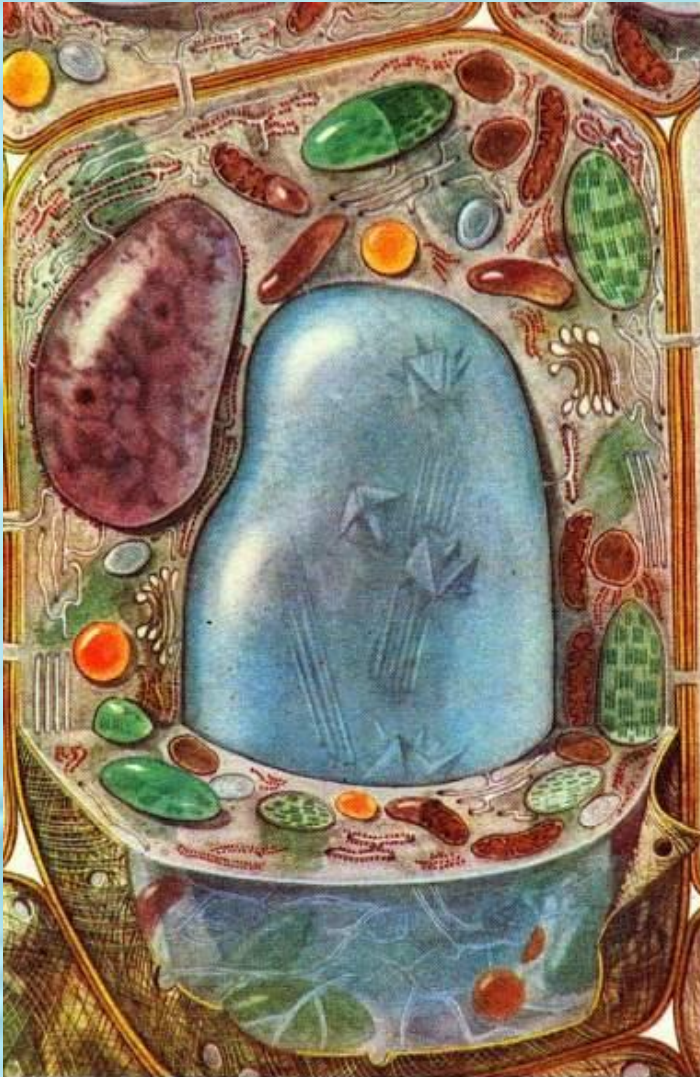
Пероксисома



Шаровидные тельца в 2-3
раза больше чем лизосомы.
Содержат фермент
каталазу, которая
расщепляет пероксид
водорода до воды с
выделением кислорода.
Пероксид водорода
образуется в качестве
побочного продукта и
должен быть мгновенно
разрушен.



Вакуоли – в растительных и животных клетках – разные и выполняют разные функции




Отличие вакуолей:

Растительные клетки содержат крупные вакуоли (у старой клетки – одна центральная вакуоль). Это заполненные жидкостью мешочки. Мембрана – **тонопласт**, а содержимое – **клеточный сок**, в котором находятся запасные питательные вещества, растворы пигментов, отходы жизнедеятельности, гидролитические ферменты и даже яды.

Функции:

1. Запасающая
2. Тургор



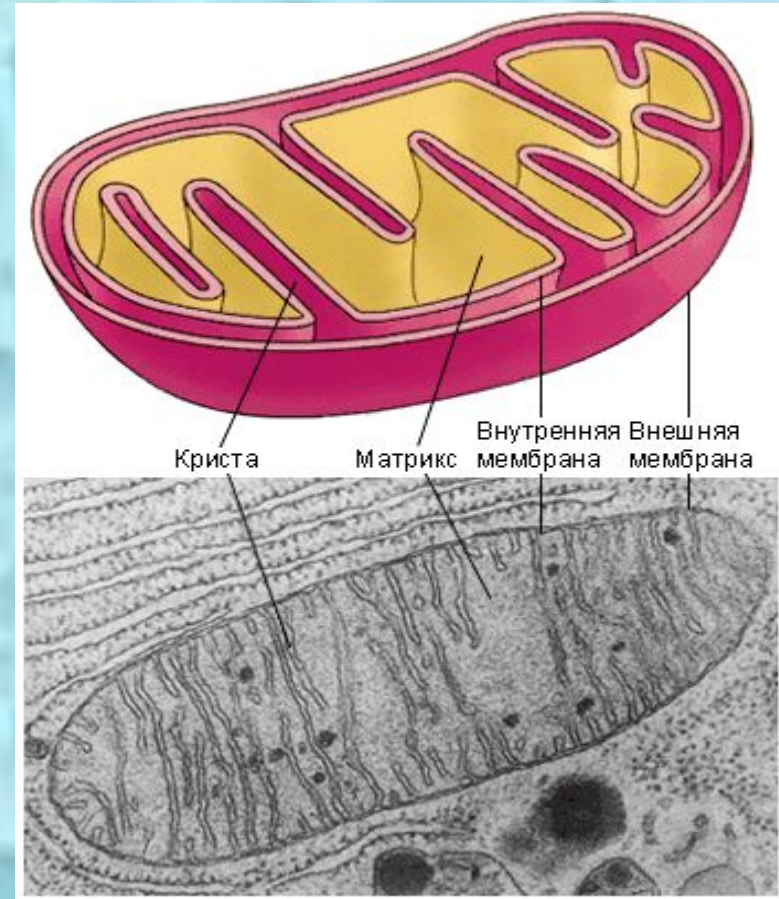
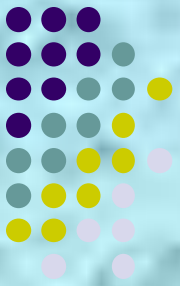
Животные клетки содержат мелкие вакуоли. Например, у простейших, вакуоли выполняют функцию пищеварения, выделение продуктов жизнедеятельности

Митохондрии

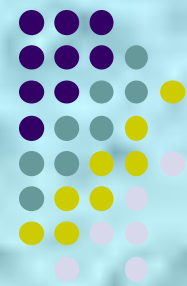
Открыты в 1890 году. Чаще всего вытянутой формы. В некоторых клетках достаточно крупные (можно увидеть в световой микроскоп). Они подвижны и пластичны. Их число разное в разных клетках.

Митохондрия – двумембранный органоид. Наружная мембрана – гладкая, а внутренняя имеет складки и выросты – **кристы**. Внутри митохондрии – **цитоплазматический матрикс**, котором расположены кольцевые молекулы ДНК (плазмиды), РНК, рибосомы, а также ферменты (участвуют в процессах кислородного дыхания клетки).

Функция: синтез АТФ



Пластиды - находятся только в растительных клетках и бывают трех типов:

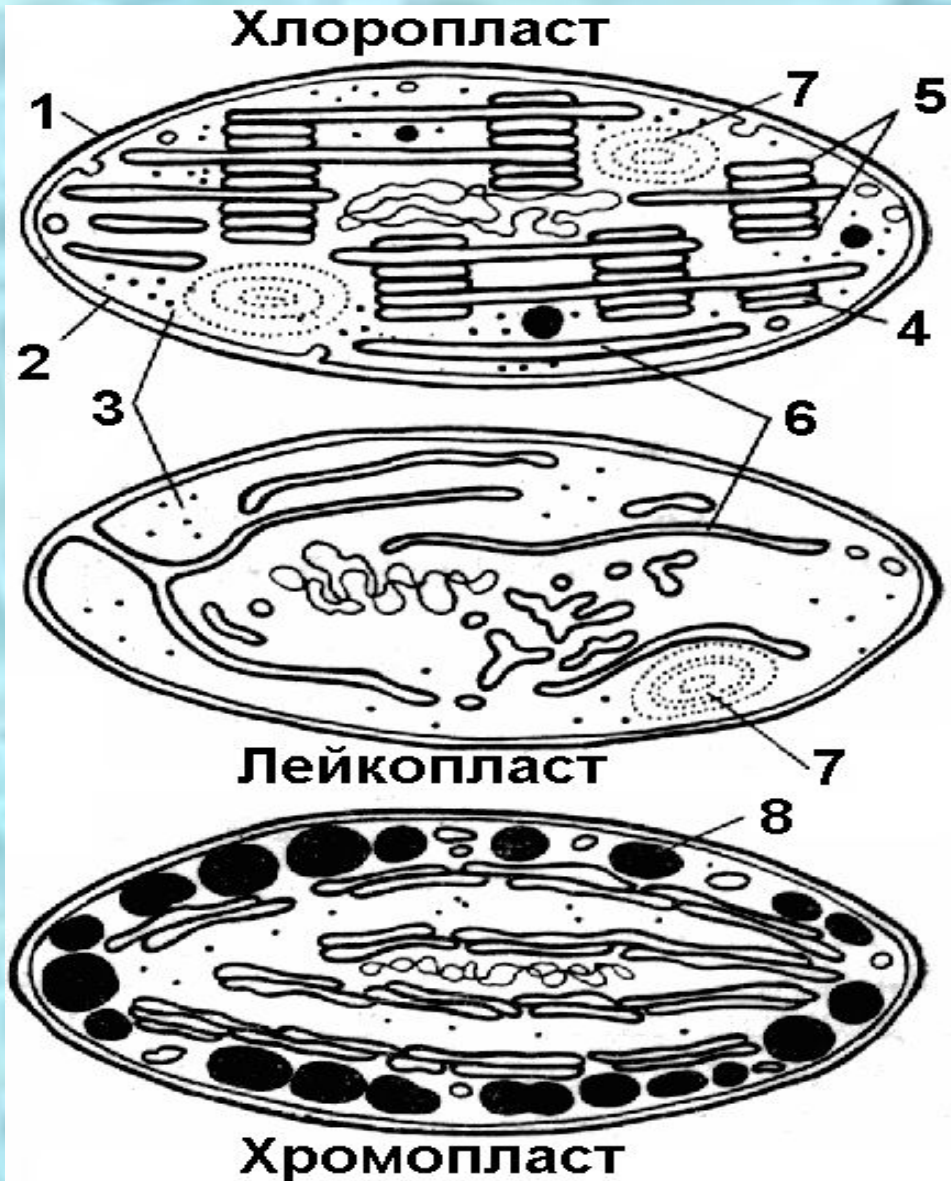
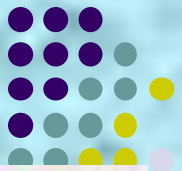


Хлоропласты – зеленые пластиды, содержат зеленый пигмент – хлорофилл, осуществляют фотосинтез. Открыты в 1880-83гг

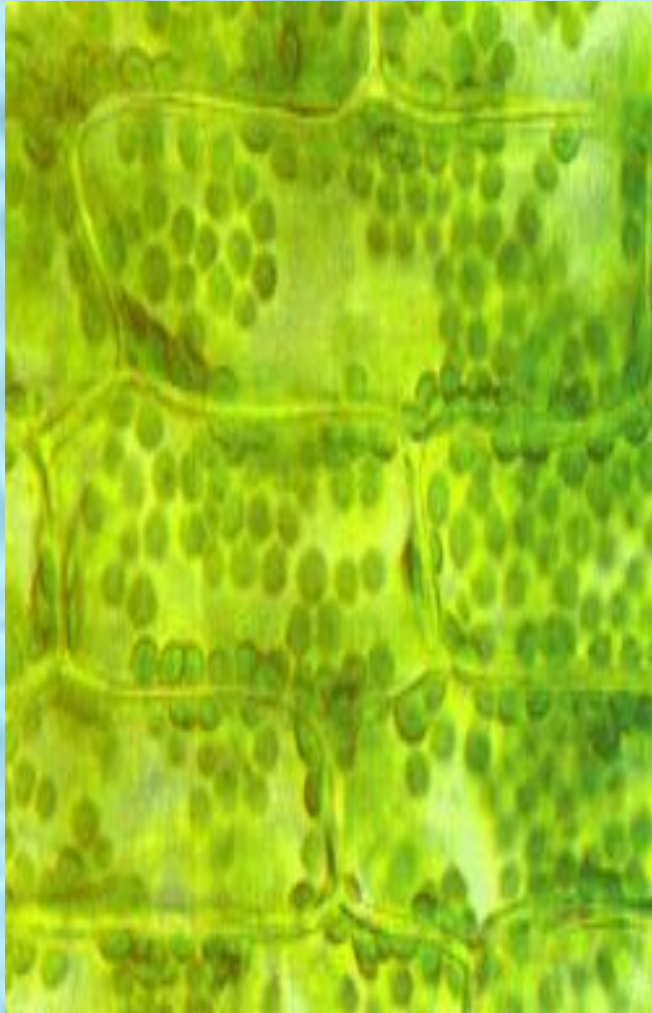
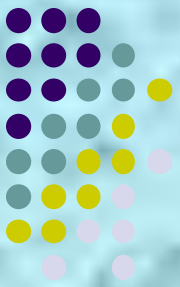
Хромопласты – красные, оранжевые и желтые пластиды, содержат пигменты – каротиноиды – придают окраску плодам и цветам

Лейкопласты – бесцветные пластиды – не содержат пигмента, запасают углеводы (крахмал), белки, жиры.

Типы пластид



Хлоропласты



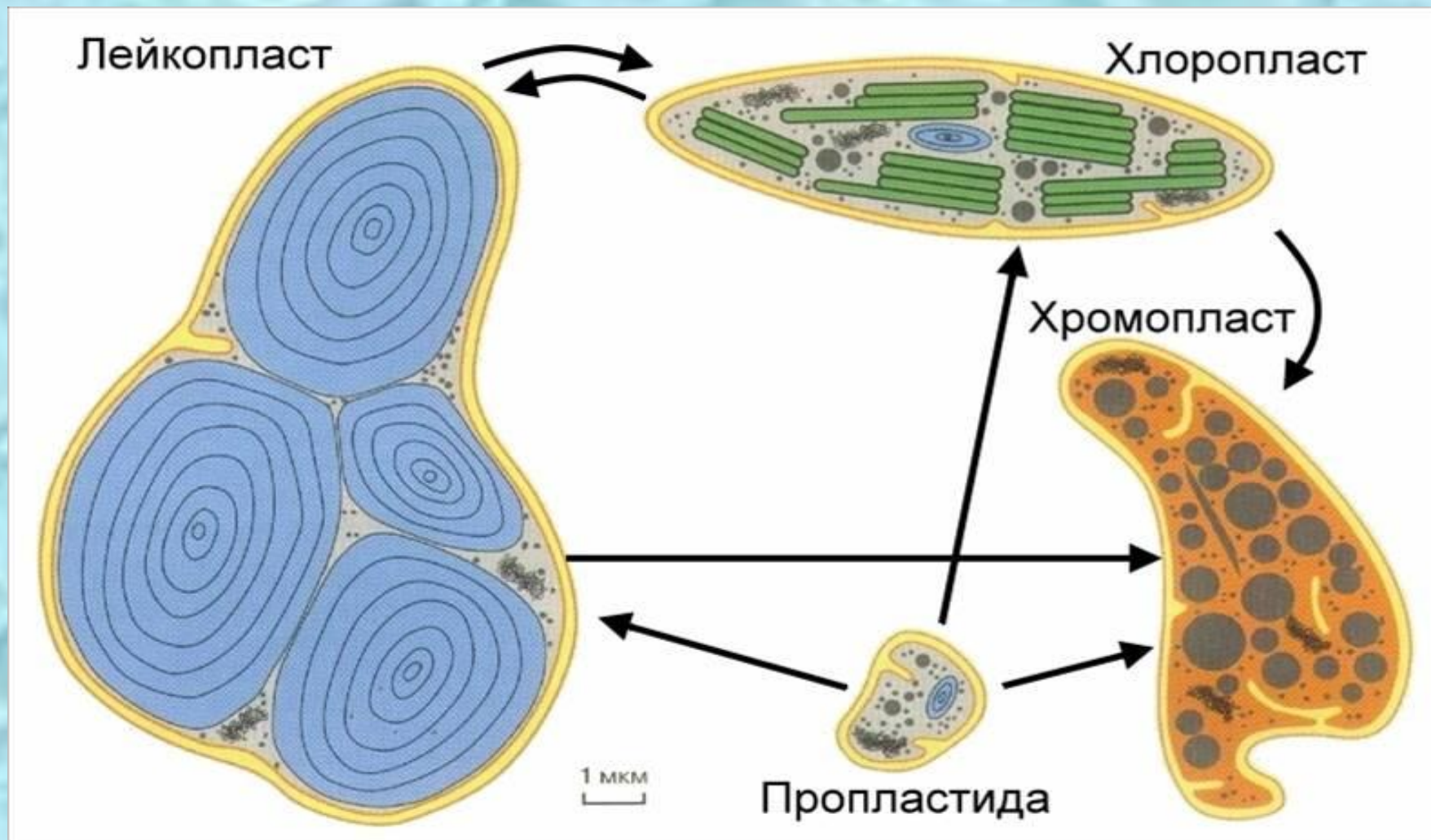
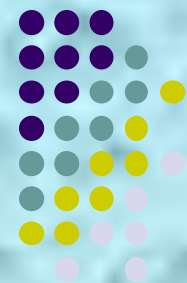
Строение хлоропласта



Строение хлоропласта



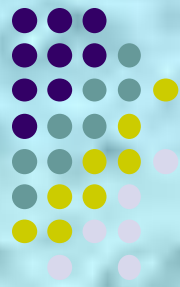
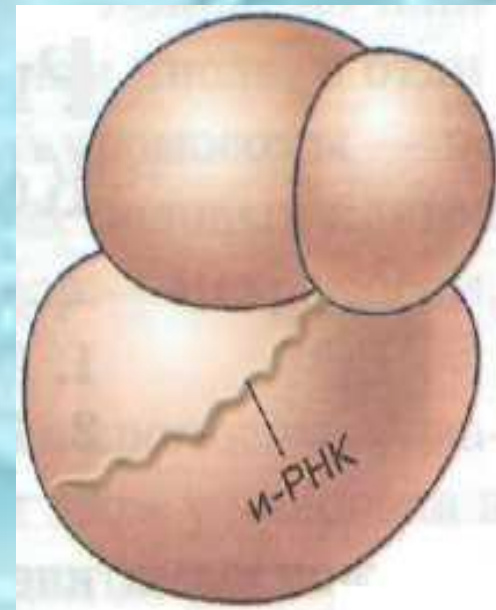
Видоизменения пластид



Рибосомы

Мелкие сферические тельца (15-20 нм), состоящие из двух субъединиц: **большой** и **малой**, построены из белка и рРНК. Субъединицы между собой не связаны. Рибосомы бывают двух типов **80S** (крупные) в эукариотических клетках и **70S** (мелкие) – в прокариотических клетках. Располагаются на мембранах ЭПС, на наружной ядерной мембране, в цитоплазме, в пластидах и митохондриях.

Несколько рибосом способны присоединяться к иРНК образуя **полисому**.
Функции: участие в синтезе белка (этап трансляции)



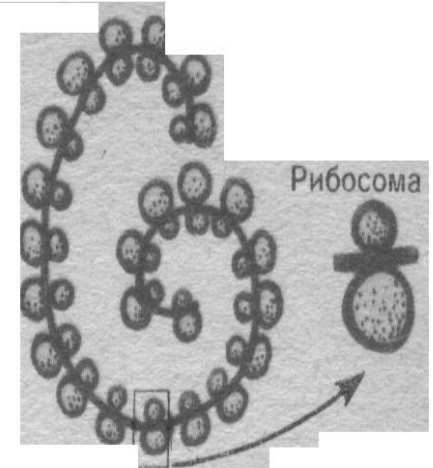
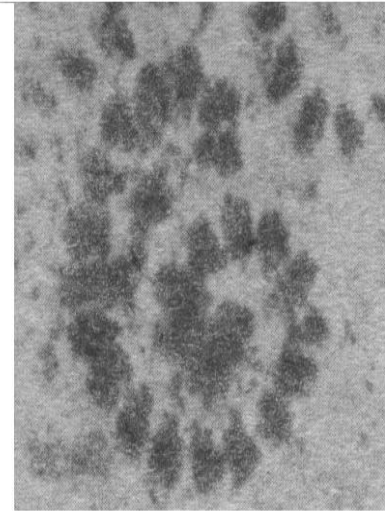
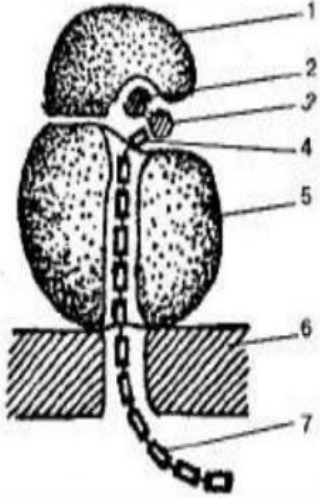
Строение рибосомы



Рибосомы

Схема строения рибосомы:

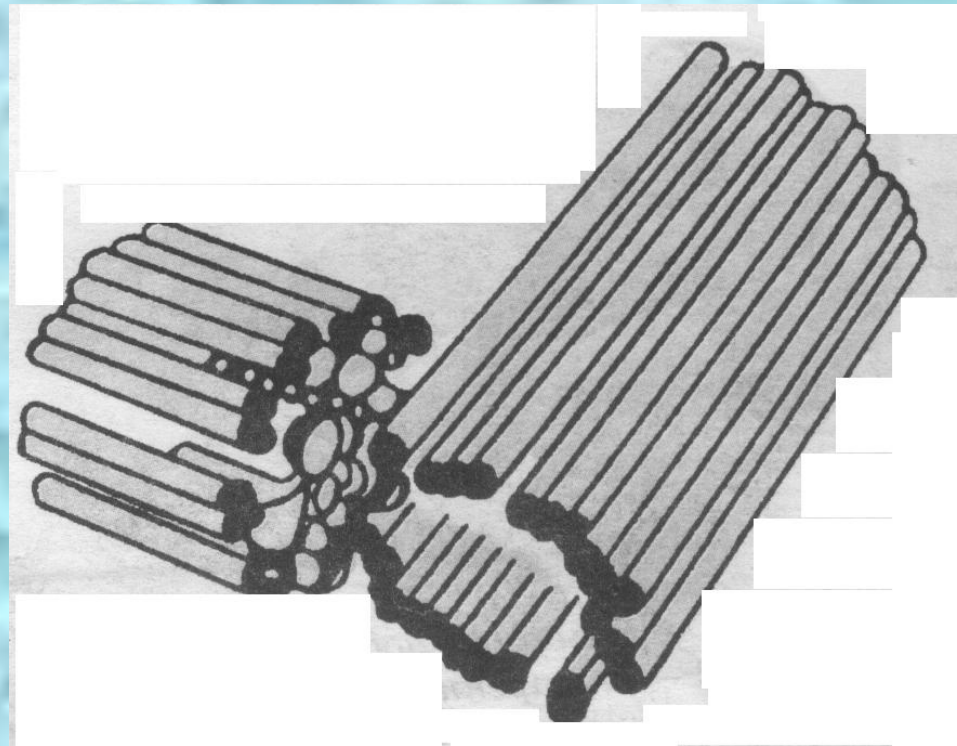
- 1 - малая субъединица;
- 2 - иРНК;
- 3 - тРНК;
- 4 - аминокислота;
- 5 - большая субъединица;
- 6 - мембрана эндоплазматической сети;
- 7 - синтезируемая полипептидная цепь.



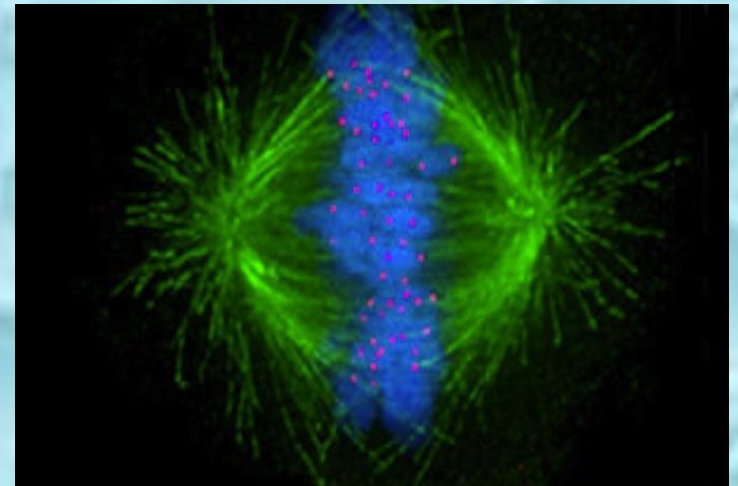
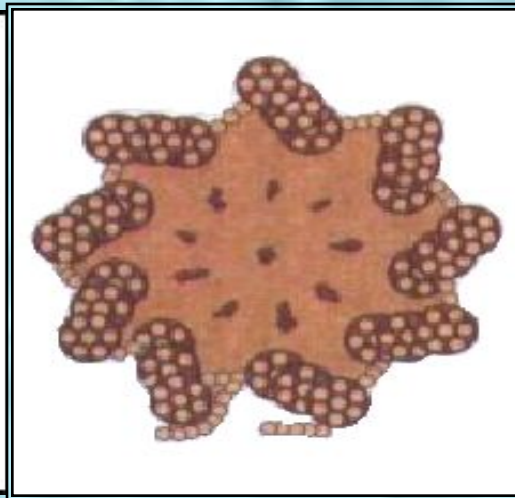
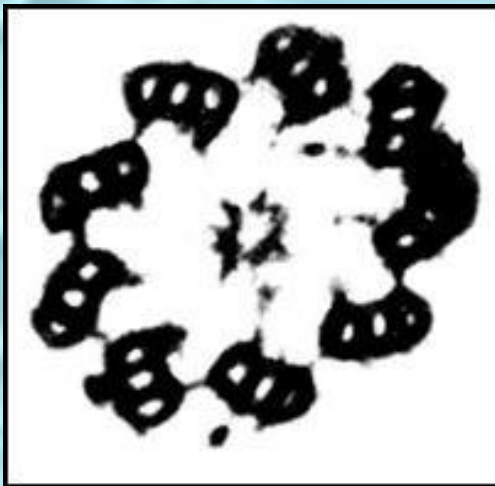
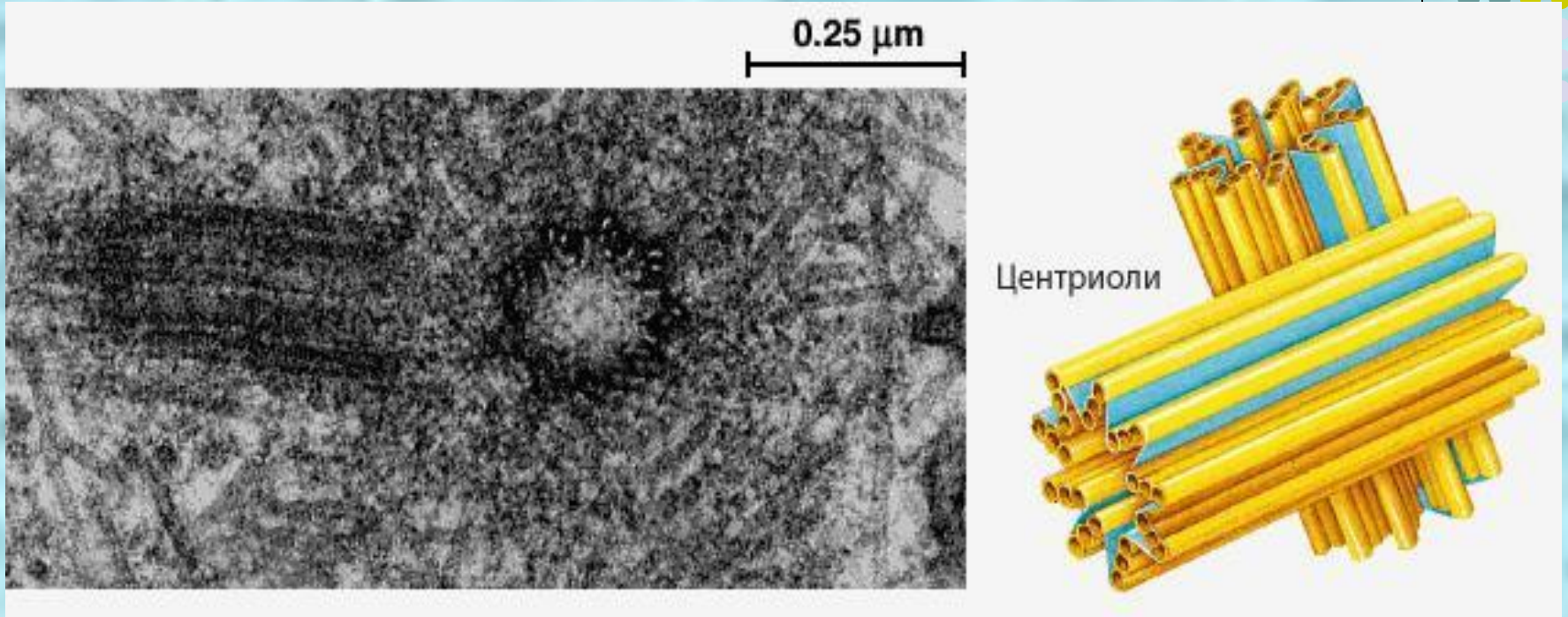
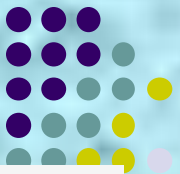
Клеточный центр (центросома)



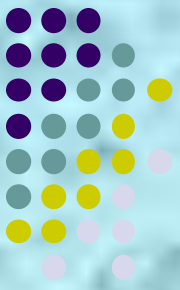
Расположен вблизи ядра.
Состоит из двух цилиндров — **центриолей**, окруженных **центросферой**. Центриоли располагаются перпендикулярно друг к другу. Стенки центриоли образованы девятью **триплетами** микротрубочек (9+0). Каждый триплет расположен под углом 45° к окружности.



Клеточный центр

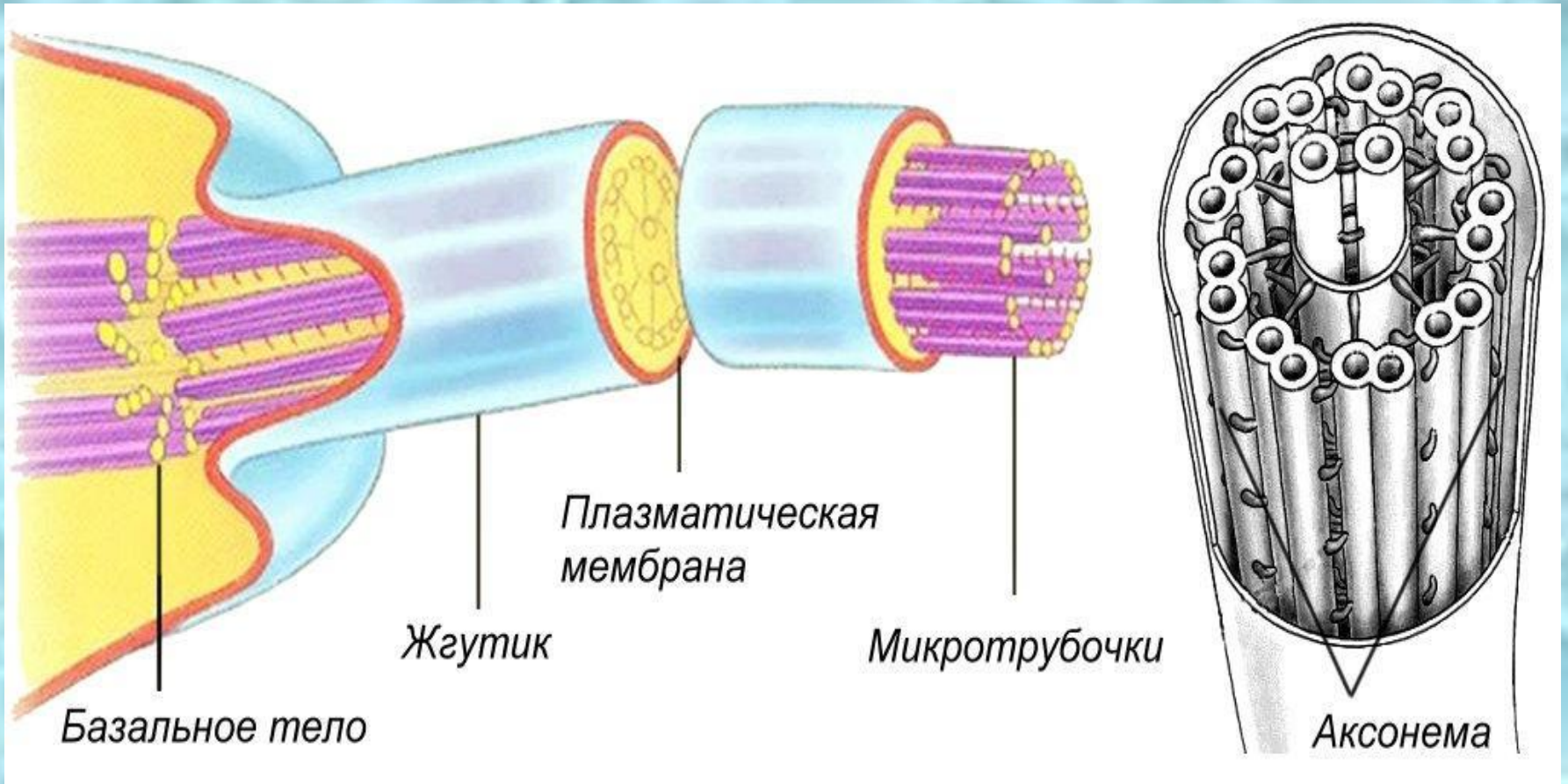
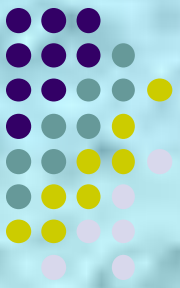


Органоиды движения



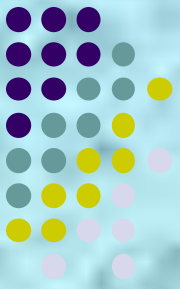
Реснички и **жгутики** являются органоидами движения в основном одноклеточных организмов. Имеются они и у некоторых эукариотических клеток, образующих ткани многоклеточных организмов, например ресничный эпителий. Реснички и жгутики – это выросты цитоплазмы, снаружи окруженные плазматической мембраной. Внутри выростов находятся микротрубочки, сокращение которых приводит одноклеточный организм в движение или обеспечивает ток веществ по поверхности ткани.

Строение жгутика

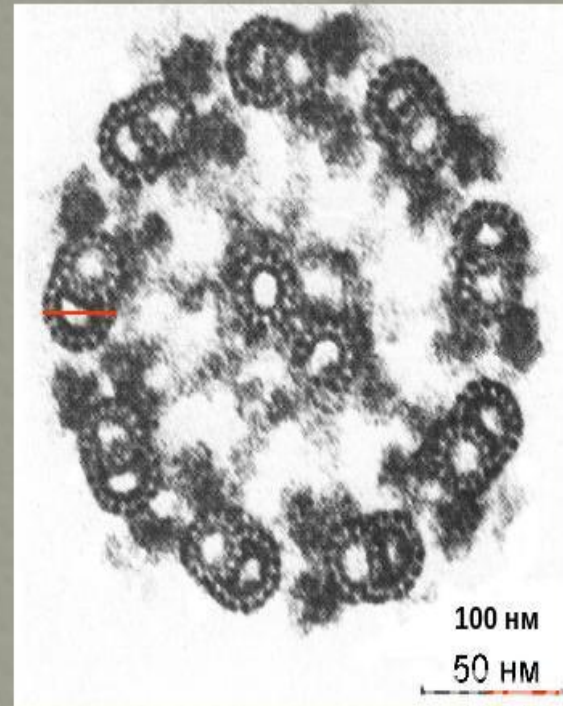


Органоиды движения

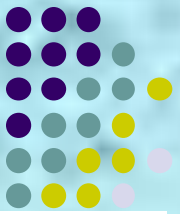
Органоиды движения как и центриоли, состоят из микротрубочек, скомпонованных иначе. Стенки цилиндра образованы девятью парами (**дуплетами**) микротрубочек, а в центре располагаются еще две микротрубочки (9+2). Цилиндры жгутиков и ресничек связаны с **базальным тельцем**



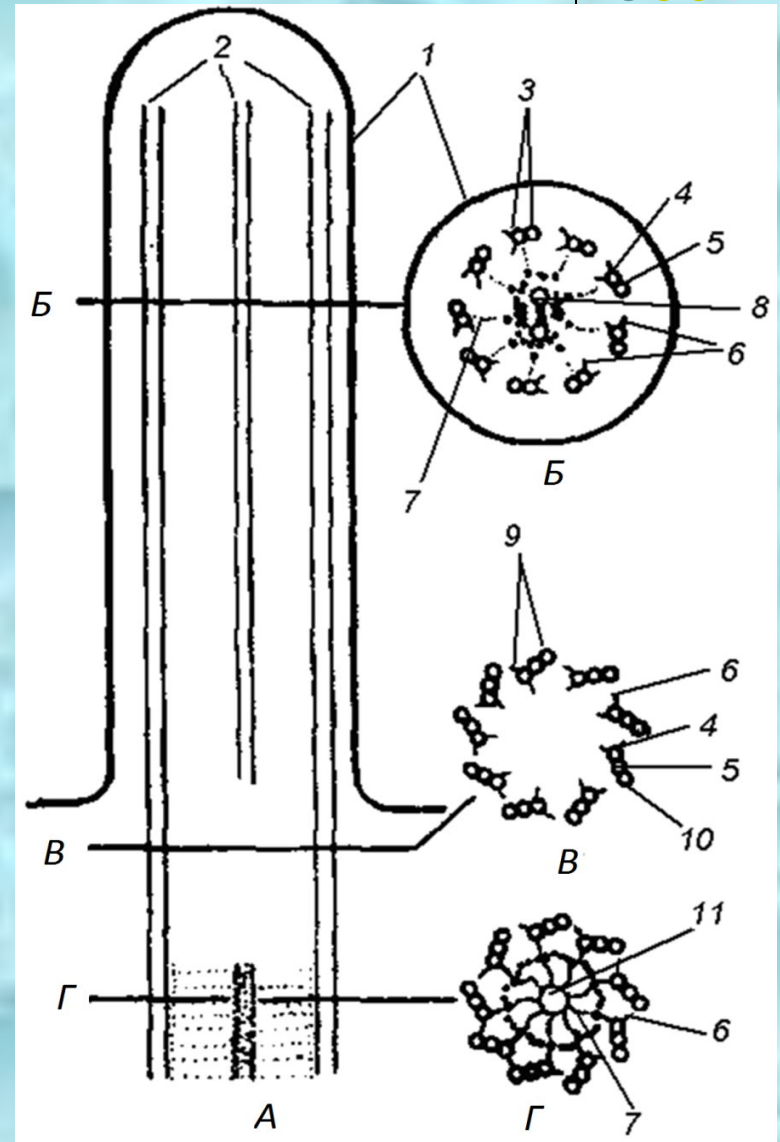
Поперечный разрез жгутика



Базальное тельце



Сходны по строению с центриолями клеточного центра: один цилиндр, состоящий из 9 триплетов микротрубочек (9+0).
Отличие: к центру отходят белковые нити от каждого триплета, образуя подобие спиц.
Располагаются у основания жгутиков и ресничек



Включения



Непостоянные структуры цитоплазмы клетки, содержание которых меняется в зависимости от функционального состояния клетки.

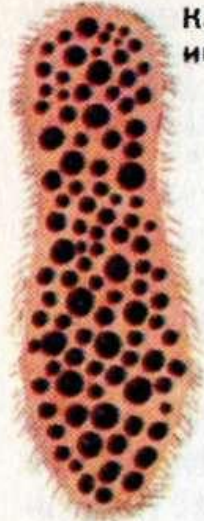
Типы включений:

Трофические – это запасы питательных веществ – зерна крахмала в растительных клетках, гликоген и капли жира в животных клетках.

Секреторные – являются продуктами жизнедеятельности клеток желез внешней и внутренней секреции – гормоны, ферменты, слизь, подлежащие выведению из клетки.

Экскреторные – продукты обмена веществ – кристаллы щавелевой кислоты, щавелевокислого кальция и др.

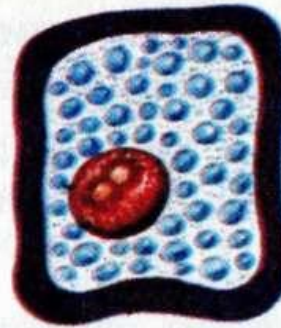
Включения



Капли жира в цитоплазме инфузории-туфельки



Крахмальные зерна картофеля



Белковые включения в зерновке пшеницы



Кристаллы оксалата кальция в клетках черенка листа бегонии

65. Клеточные включения.

Гликоген в клетках печени



PPT4WEB.ru



Кристаллы щавелевоуксусного кальция

Ядро

Ядерная оболочка

Внешняя мембрана
Внутренняя мембрана

Ядрышко

Кариоплазма

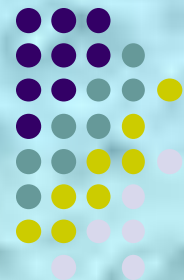
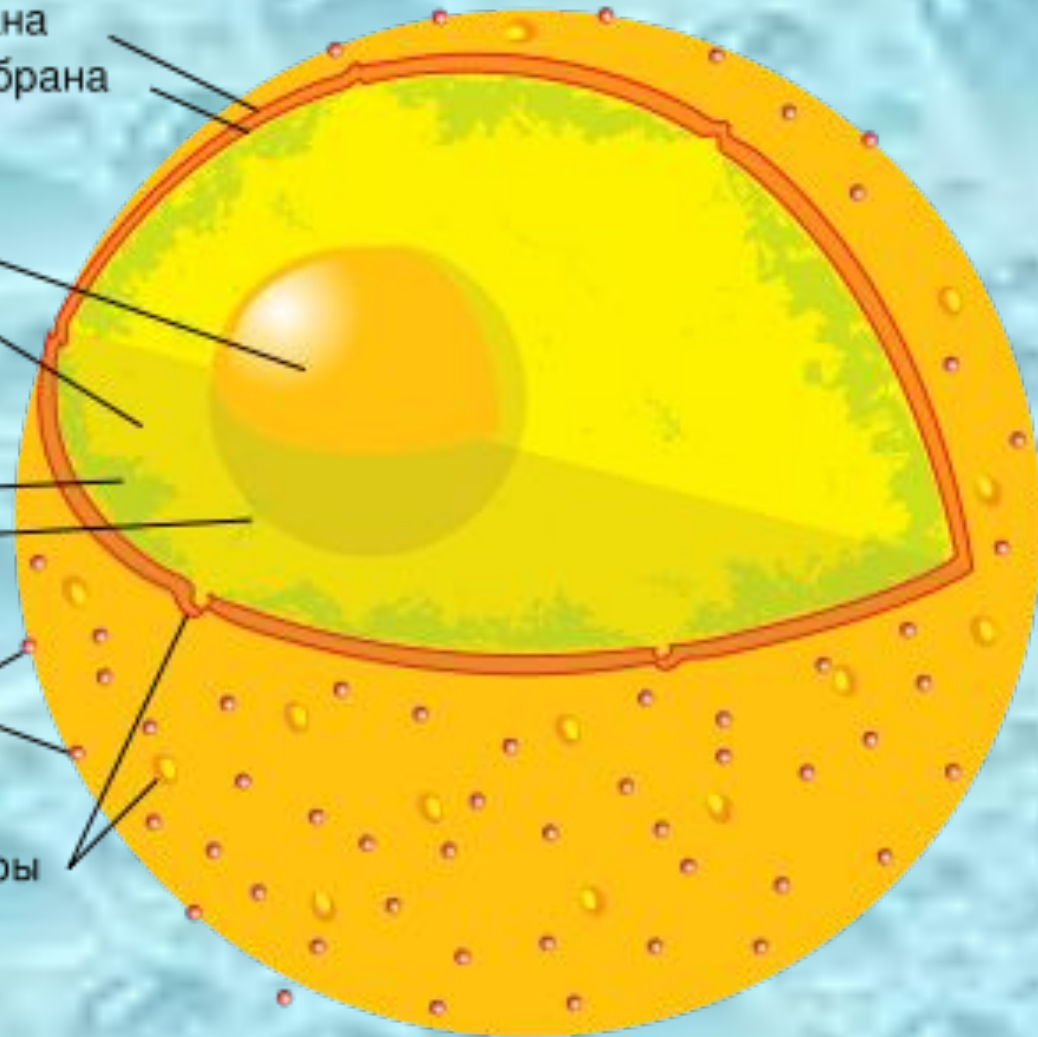
Хроматин

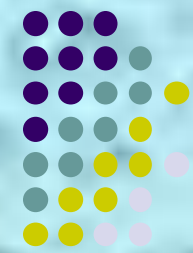
Гетерохроматин

Эухроматин

Рибосомы

Ядерные поры





Клеточное ядро

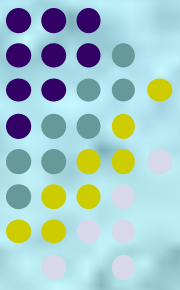


Кариолемма представлена двумя мембранами: наружная ядерная мембрана непосредственно переходит в мембраны ЭПС (на ней имеются рибосомы). В мембранах имеются **поры**. **Функции:** отделение ядерного содержимого, регуляция обмена веществ между ядром и цитоплазмой.

Кариоплазма (кариолимфа, нуклеоплазма) представлена: вода, минеральные соли, белки (ферменты), нуклеотиды, АТФ и разные виды РНК. **Функции:** обеспечивает взаимосвязи между ядерными структурами.

Хроматин – образован молекулами ДНК, белков-гистонов и содержит РНК. Это деспирализованные хромосомы, образующие гранулы и глыбки. **Функции:** хранение и передача генетической информации.

Клеточное ядро (продолжение)

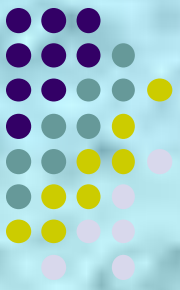


В период между делениями клетки нити ДНК в основном деспирализованы, сосредоточены в центре ядра и носят название **эухроматин** (в них находятся гены, которые активно участвуют в синтезе РНК). Часть ДНК остается в плотно уложенном состоянии – **гетерохроматин** (эти части малоактивны).

Во время деления клетки ДНК сильно спирализуются и превращаются в **хромосомы**. Каждой молекуле ДНК соответствует одна хромосома.

Ядрышки –шарообразные, не окруженные мембраной, состоят из белков, рРНК и небольшого количества ДНК. Участок ДНК, на котором осуществляется синтез РРНК называется ядрышковым организатором. **Функции:** образуют субъединицы рибосом.

Ядро и его функции



- **Функции:**
 - Регуляция процесса обмена веществ,
 - Хранение наследственной информации и ее воспроизводство,
 - Синтез РНК,
 - Сборка рибосом (рибосомальный белок + рибосомальная РНК)

