

КЛЕТКА. ОРГАНЕЛЛЫ.

Клетка - элементарная живая система, лежащая в основе строения и развития организмов. История открытия клетки. Основные положения клеточной теории.

Современные методы исследования клетки. Прокариотическая и эукариотическая клетки. Сходства и отличия. Основные структурные компоненты эукариотической клетки: наружная клеточная мембрана, цитоплазма и ядро. Строение и функции. Органеллы и включения цитоплазмы. Строение и функции. Сходство и различие между растительными и животными клетками.

Цитология (греч. "cytos"-клетка, "logos"-наука) – наука о клетке, изучающая строение и функции клеток, их размножение, развитие и взаимодействие в многоклеточном организме.

Клетка – структурно-функциональная единица живого.

Ее изучение тесно связано с открытием и использованием микроскопа и улучшением техники микроскопирования. Первый простой микроскоп появился в конце XVI столетия (1590г.) в Голландии (Гансом и Захарием Янсенами. Корнелиус Дреббель создал на основе их микроскопа – сложный микроскоп, который получил распространение в Европе, которым и воспользовался Роберт Гук). В 30-х гг XX в был изобретен электронный микроскоп.

- **Термина "клетка"** впервые применил английский физик **Роберт Гук**. Рассматривая в микроскоп тонкий срез **пробки бузины**, Гук увидел, что она (пробка и сердцевина бузины) состоит из ячеек – эти ячейки он и назвал «клеткой». Фактически он увидел только оболочки растительных клеток.
- **Антони ван Левенгук** усовершенствовал микроскоп и увидел **живых одноклеточных** в капле воды. Кроме того он первым открыл **сперматозоиды** и **эритроциты**.
- Академик РАН **Карл Бэр** открыл **яйцеклетку** млекопитающих и установил, что все многоклеточные организмы начинают свое развитие из одной клетки и этой клеткой является зигота.
- **Р.Браун** в 1831г. обнаружил **ядро**.

Опираясь на многочисленные данные и собственные исследования, немецкий ботаник **Маттиас Шлейден** сделал важный вывод о клеточной организации растений. Немецкий физиолог **Теодор Шванн** на основе исследований зоологических объектов и данных его предшественников утвердил важнейшее достижение теоретической биологии: **клетка является элементарной единицей строения и развития всех растительных и животных, организмов (1839).**

!!! М. Шлейден и Т. Шванн в 1839 г. сформулировали клеточную теорию. Это обобщенные представления о строении клеток как единиц живого, об их размножении и роли в формировании многоклеточных организмах.	Основными <u>исходными</u> положениями клеточной теории были следующие: • все ткани состоят из клеток; • клетки растений и животных имеют общие принципы строения, так как возникают одинаковыми путями; • каждая отдельная клетка самостоятельна, а деятельность организма представляет собой сумму жизнедеятельности отдельных клеток.
--	---

- **Рудольф Вирхов:** «клетка от клетки» - клетка может происходить только от клетки в результате ее деления. Именно он показал, что развитие патологических процессов в организме связано с нарушением жизнедеятельности клеток.

1. **Клетка – элементарная структурно-функциональная единица живого**, вне клетки нет жизни.
2. Клетка — единая система, включающая множество закономерно связанных друг с другом элементов, представляющих собой определенное целостное образование, состоящее из сопряженных функциональных единиц — органелл или органоидов.
3. **Все клетки гомологичны (сходны) по своему строению, химическому составу и основным свойствам.**
4. Клетки увеличиваются в числе путем деления исходной клетки после удвоения ее генетического материала (ДНК): клетка от клетки.
5. **Многоклеточный организм** представляет собой новую систему, сложный ансамбль из множества клеток, объединенных и интегрированных в системы тканей и органов, связанных друг с другом с помощью химических факторов, гуморальных и нервных (молекулярная регуляция).
6. Клетки многоклеточных организмов тотипотентны, т.е. обладают генетическими потенциями всех клеток данного организма, равнозначны по генетической информации, но отличаются друг от друга разной экспрессией (работой) различных генов, что приводит к их морфологическому и функциональному разнообразию — к дифференцировке.



Значение клеточной теории:

- доказательство единства клеточной организации и общности происхождения растений и животных (всего органического мира);
- сыграла огромную роль в развитии всех разделов биологии, особенно гистологии, эмбриологии, физиологии клетки, эволюционного учения, генетики;
- на ее основе сложилось и развивалось учение о болезненных процессах у животных, растений и человека.
- помогла объяснить основные закономерности живой природы с материалистических позиций.

!!!

клетка – это элементарная открытая биологическая система, способная к самообновлению, самовоспроизведению и развитию.

Методы биологический исследований

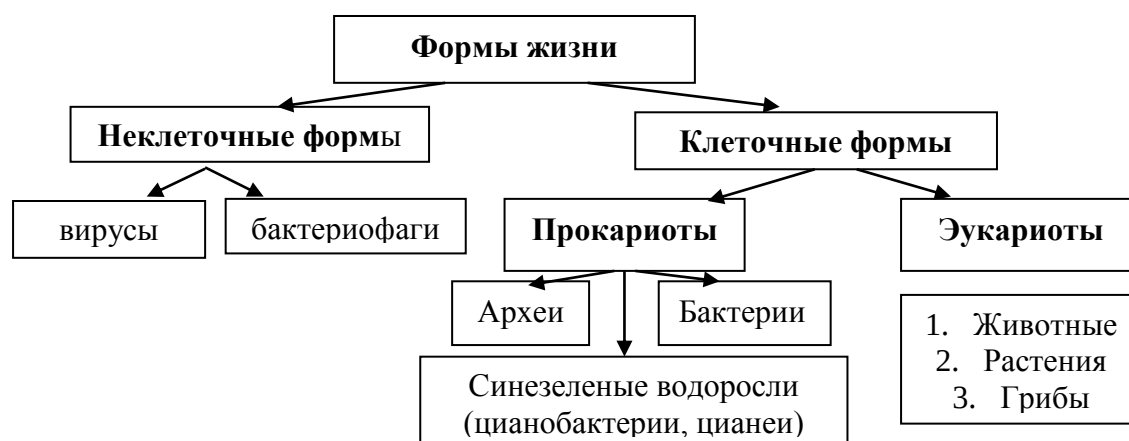
Метод исследования — это способ научного познания действительности.

Методы исследования применяются только в определенных случаях и для достижения определенных целей.

Методы:	
1. общие методы исследования (как биологические, так и других наук): • эксперимент, • наблюдение, • описание, • сравнение, • моделирование.	2. частные, относящиеся к конкретному разделу. • методы цитологии: микроскопия (оптическая, электронная и др), • методы генетики: цитогенетический, генеалогический, гибридологический и т. д.

Методы цитологии		
1.	Микроскопия	
	Оптическая (световая) микроскопия	(увеличение – 8 000 раз, минимальный размер объекта – 0,2 мкм). Возможности: - изучение структуры клетки: ядро, оболочка, хлоропласты, - движение цитоплазмы, - изучение особенностей фаз митоза на фиксированном препарате (микроскопия)
	Электронная микроскопия	(увеличение – 100 000 раз, толщина препаратов не больше 500 х 10-8 см). Изучение рибосом, плазматической мембраны.
	Флуоресцентная микроскопия	– для изучения микроструктур клетки используют специальные флуоресцентные (светящиеся) красители и флуоресцентный микроскоп.
	Туннельная микроскопия	– алмазная игла сканирует препарат. В момент перекрывания электронных облаков иглы и молекул препарата компьютер регистрирует скачок электрического тока. После анализа полученных данных компьютер строит изображение на экране дисплея (разрешение – отдельные атомы).
	Сканирующая микроскопия	– использование сканирующего электронного микроскопа для получения объёмных изображений клетки.
	Фазово-контрастная микроскопия	– получение изображений прозрачных объектов с помощью оптического микроскопа за счет сдвига фаз электромагнитных волн.
	Интерференционная микроскопия	– наблюдение неокрашенных прозрачных структур и вычисление их сухой массы.
2.	Физико-химические методы	
	Хроматография	– метод, основанный на разной скорости движения через адсорбент растворенных в специальном растворе веществ; при пропускании такого раствора через адсорбент каждое вещество из смеси передвигается на определенное расстояние в зависимости от своей молекулярной массы (в качестве адсорбента используют волокна фильтровальной бумаги, порошок целлюлозы и др.). Напр., разделение основных пигментов из экстракта листьев. Известно, что в растительных клетках присутствуют два вида хлорофилла: хлорофилл <i>a</i> и хлорофилл <i>b</i> . Учёному, для изучения их структуры, необходимо разделить эти два пигмента. Какой метод он должен использовать для их разделения? На чём основан этот метод? ОТВЕТ. 1) Целесообразно применить метод хроматографии. 2) Метод основан на разной скорости движения веществ смеси через адсорбент в зависимости от их молекулярной массы.
	Биохимический метод	— основной метод в биохимии из основных методов диагностики различных заболеваний, которые вызывают нарушение обмена веществ. Объектами диагностики биохимического анализа являются: кровь; моча; пот и другие биологические жидкости; ткани; клетки. Биохимический метод исследования позволяет определять активность ферментов, содержание продуктов метаболизма в различных биологических жидкостях, а также выявлять нарушения в обмене веществ, которые обусловлены наследственным фактором.
	Метод меченых атомов	– введение радиоактивного изотопа какого-либо химического элемента в состав вещества для того, чтобы проследить путь его превращений в клетке. Используют для изучения метаболизма. Например, с его помощью можно установить скорость прохождения веществ через клеточную мембрану при исследовании функции щитовидной железы. Для этого пациенту необходимо ввести порцию радиоактивного йода, а затем определять его количество в щитовидной железе через 2, 6 и 24

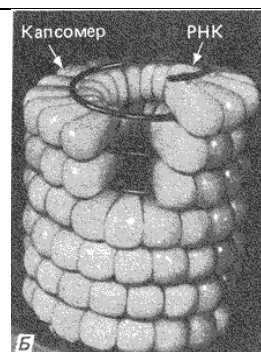
		часа. Метод основан на том, что по химическим свойствам изотопы одного и того же элемента не отличаются друг от друга, но радиоактивное излучение позволяет отследить этапы перемещения радиоактивного элемента (йода) и скорость его накопления в клетках железы. Позволяет (совместно с центрифугированием) экспериментально доказать, что ДНК реплицируется полуконсервативным путем Полуконсервативный способ репликации ДНК был доказан с помощью изотопа N15 и последующего разделения смеси ДНК на две фракции с двумя изотопами азота и N14.
4.	Центрифугирование	Избирательно выделять органоиды можно только при центрифугировании: разрушенные клетки помещают в центрифугу — прибор, в котором пробирки с клеточным материалом вращаются на очень высокой скорости. Разные клеточные структуры имеют <u>различные массу, размеры и плотность</u>, поэтому под действием центробежной силы в растворах определенных веществ (например, сахарозы или хлорида цезия) они <u>оседают с разной скоростью</u> и останавливаются в определенном слое жидкости, что дает возможность отделить одни частицы от других. Таким методом отделяют митохондрии, рибосомы и другие органоиды клетки. Используют для выделения разных компонентов клетки и их исследования. Например, мелкие и крупные рибосомы, митохондрии; клетки крови.
5.	Метод рекомбинантных ДНК	– изучение тонких механизмов клеточных процессов, функций генов путем встраивания ДНК исследуемых объектов в генетический аппарат бактерий или вирусов (генная биоинженерия).
6.	Метод рентгеноструктурного анализа	дает возможность определять пространственное расположение и физические свойства молекул (например, ДНК, белков), входящих в состав клеточных структур.
7.	Микроклональное размножение (растений)	Этот метод применяется для выращивания культур клеток и тканей растений. Некоторое количество клеток помещают в питательную среду и выращивают определенное время. При добавлении гормонов, обеспечивающих рост и дифференцировку клеток, получают рассаду растений, которые потом высаживают на поля.
8.	Метод культуры клеток и тканей	– изучение живых клеток под микроскопом вне организма (рост, размножение, выделение факторов роста, получение клеточных гибридов и др.).
9.	Цитогенетический метод (кариотипирование)	– определение наследственного материала клетки (кариотипа - число и структуру хромосом) на стадии метафазы деления. Позволяет установить пол и выявить хромосомные заболевания, связанные с геномными (изменение числа хромосом: с-м Дауна) и хромосомными мутациями (отрыв плеча хромосомы).



Неклеточные формы жизни

Вирусы – это неклеточные формы жизни, которые являются облигатными внутриклеточными паразитами, т.е. они могут функционировать только внутри клетки. Вне клетки они называются – **вирионы**.

нет	есть
Нет клеточного строения Нет обмена веществ Нет дыхания Нет питания Не растут Нет бинарного деления	Наследственность Изменчивость Размножение



вирус табачной мозаики

Первый вирус – **вирус мозаичной болезни табака**, поражающий **хлоропласты** растительных клеток, открыл в **1892 г.** русский ученый Дмитрий Иосифович **Ивановский**.

Вирусы очень мелкие (можно увидеть в электронный микроскоп).

Строение очень простое

(см. вирус табачной мозаики):

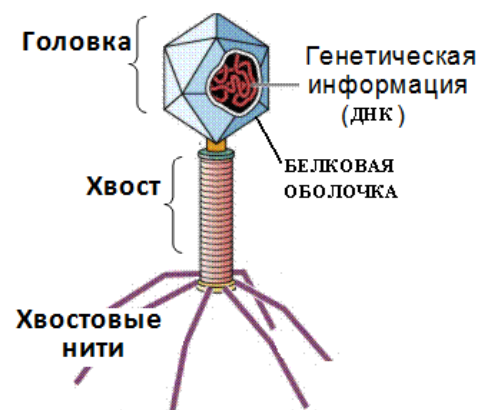
- **генетический материал:** либо ДНК либо РНК, составляющей сердцевину вируса,
- **капсид** - белковая оболочка, окружающая эту сердцевину. В ее состав дополнительно могут входить липиды и углеводы.

РНК-содержащие (ретровирусы)	ДНК-содержащие
• вирус табачной мозаики, • грипп, • корь, • бешенство, • энцефалит, • краснуха, • вирус иммунодефицита человека (ВИЧ).	• аденовирус, • герпес, • оспа.

БАКТЕРИОФАГИ - вирусы, поражающие клетки бактерий.

Тело бактериофага состоит из

- **белковой головки**, содержит вирусную генетическую информацию (ДНК),
- **хвост**, покрытого сократительным чехлом (хвостовой чехол), по которому перемещается генетический материал (ДНК) от вируса к бактериальной клетке.
- На конце хвоста располагаются **хвостовые отростки** (нити), служащие для закрепления на поверхности клетки бактерии, и фермент, разрушающий бактериальную стенку.



!!! Жизненный цикл (размножение) вируса

ДНК-вирус	РНК-вирус
1. Прикрепление вируса к клетке-хозяина, 2. Проникновения внутрь. 3. Встраивают свою генетическую информацию в ДНК-хозяина. 4. Синтез вирусных частиц (синтез белков и нуклеиновых кислот) клеткой-хозяина • может реплицироваться вместе с ДНК клетки-хозяина, а затем синтезировать вирусные белки, при этом синтез собственных белков клетки-хозяина подавляется. • либо может встраиваться в ДНК хозяина и оставаться в таком состоянии в течение нескольких поколений, реплицируясь вместе с ДНК хозяина. 5. Выход вируса из клетки-хозяина и поражение других клеток.	1. Прикрепление вируса к клетке-хозяина, 2. Проникновения внутрь. 3. Синтез с вирусной РНК вирусной ДНК (обратная транскрипция): РНК-вируса→ДНК-вируса. 4. Встраивание вирусной ДНК в ДНК-хозяина. 5. Синтез вирусных частиц (синтез белков и нуклеиновых кислот) клеткой-хозяина 6. Выход вируса из клетки-хозяина и поражение других клеток.

При этом вирусы могут «забирать» фрагмент ДНК хозяина. После нескольких таких циклов клетка погибает. При заражении некоторыми вирусами, клетки не разрушаются, а наоборот начинают усиленно делиться (может стать причиной онкологии).	
Прикрепление к клетке хозяина → внедрение ДНК вируса в клетку хозяина → встраивание в ДНК хозяина → транскрипция (синтез иРНК) → трансляция (синтез белков, в том числе и вирусных) → выход вируса из клетки	Прикрепление к клетке хозяина → внедрение РНК вируса в клетку хозяина → обратная транскрипция (с РНК вируса синтезируется ДНК вируса) → встраивание в ДНК хозяина → транскрипция (синтез иРНК) → трансляция (синтез белков, в том числе и вирусных) → выход вируса из клетки

Значение вирусов и фагов:

- 1) Возбудители заболеваний человека, животных, растений (см. выше).
- 2) Объект нанобиотехнологии (генной и клеточной инженерии).
- 3) Бактериофаги могут использоваться как лекарства против возбудителей бактериальных инфекционных заболеваний (холеры, брюшного тифа и др.).
- 4) Фактор эволюции (источник комбинативной изменчивости - трансдукция, источник мутаций).
- 5) Регулируют численность видов (т.к. паразиты).
- 6) Для борьбы с вредителями (биологический способ).
- 7) Биологическое оружие.

Клеточные формы жизни: Прокариоты и эукариоты.

Прокариоты

Прокариоты (от греч. *про* – до и *карион* – ядро) – это доядерные клетки не имеющие оформленного ядра.

Появились на Земле около 3,5 млрд лет назад.

Клетки прокариот имеют небольшие размеры, их диаметр составляет 0,3–5–10 мкм.
(1 мм = 10³ мкм = 10⁶ нм).

!!! Строение прокариот (рис. 1).

1. генетический материал (нуклеоид, ДНК)
2. цитоплазма
3. плазматическая мембрана
4. клеточная стенка.
5. жгутик.



- 1) Генетический материал находится непосредственно в цитоплазме в виде **кольцевой молекулы ДНК**, которая НЕ окружена ядерной оболочкой. Место расположения ДНК в цитоплазме наз. **нуклеоид**.
- 2) **В цитоплазме** (жидкая часть клетки) прокариот можно обнаружить:
 - Органеллы (органойды) у прокариот незначительны, у них нет мембранных органелл.
 - **Рибосомы** 70 S типа («мелкие») – немембранные органеллы, участвующие в синтезе белков.
 - **Мезосомы** – выросты плазматической мембраны, содержащие ферменты, участвующие в фотосинтезе, в процессах дыхания, синтезе ДНК и секреции белка (т.е мембрана окружает какой-то процесс).
 - Плазмиды – это небольшая кольцевая молекула ДНК, лежащие вне нуклеоида. Плазмиды могут перемещаться из одной клетки в другую и встраиваться в основную молекулу ДНК.

3) Плазматическая мембрана покрыта **клеточной стенкой**. Имеет более простое строение, чем у эукариот. Состоит из комплексов белков и олигосахаридов, уложенных слоями, защищает и ограничивает клетку и поддерживает ее форму. В состав клеточной стенки входит **муреин**.

4) Жгутик более просто устроен.

По форме различают: округлые – кокки; извитые – вибрионы; палочковидные бациллы; спиральные – спирохеты. (более подробно в ботанике).

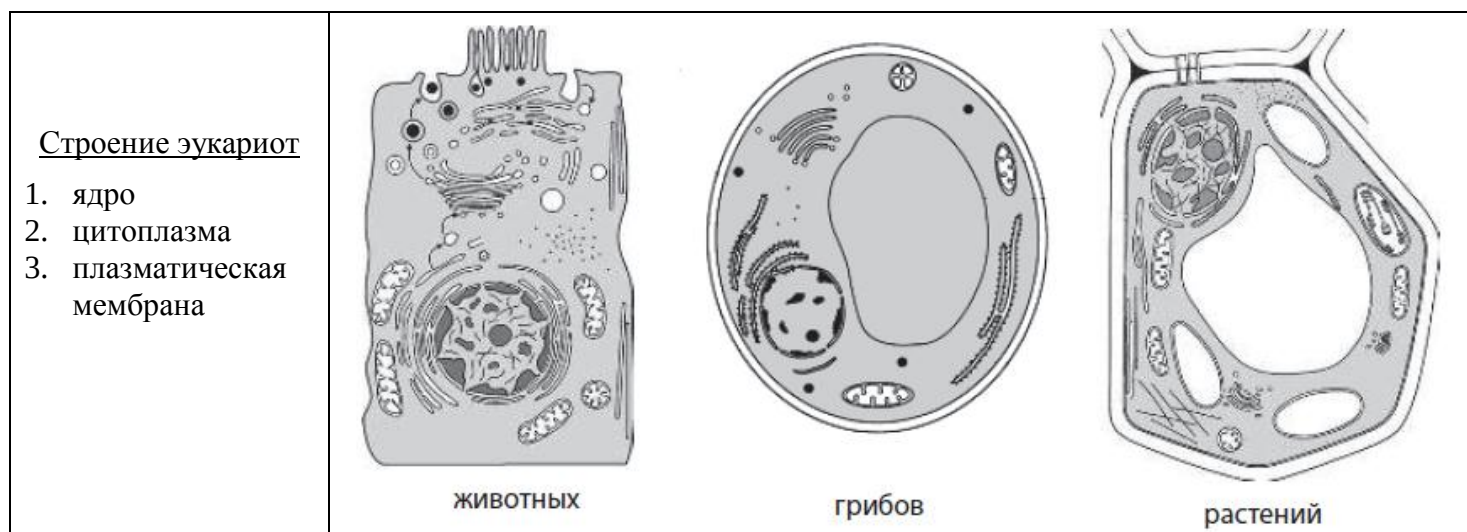
!! Примеры бактерий человека:

- Кишечная палочка – живет в кишечнике человека (симбиоз по типу мутуализма), «помогает» переваривать клетчатку, участвует в синтезе витаминов В, К, др.
- Стафилококки и стрептококки – вызывают воспалительные заболевания человека.
- Холерные вибрионы – возбудители **холеры**.
- Спирохеты - возбудители сифилиса, возвратного **тифа**, лептоспироза и др.
- Туберкулезная палочка – возбудитель **туберкулеза**.
- Чумная палочка – возбудитель **чумы**.
- - и др.

Эукариоты.

Эукариоты (от греч. *эу* – истинный, *карион* – ядро) – **истинно ядерные**. Они появились на Земле примерно 1,5 млрд лет назад.

Диаметр клеток эукариот составляет 5–80-100 мкм.



Сходства про- и эукариот:

- клетки прокариот и эукариот содержат **генетическую информацию**, представленную нуклеиновой кислотой (ДНК или РНК),
- окружены **плазматической мембраной**,
- снаружи от которой во многих случаях имеется *клеточная стенка*.
- Внутри клетки находится полужидкая **цитоплазма**.
- В цитоплазме имеются рибосомы.

Однако клетки прокариот устроены значительно проще, чем клетки эукариот.

Отличие прокариот от эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Организмы	Бактерии и цианобактерии (синезеленые водоросли)	Простейшие, грибы, растения, животные.
Клеточная организация	В основном, одноклеточные	В основном, многоклеточные, с выраженной дифференцировкой клеток и тканей
Размер клеток	1-10 мкм	10-100 мкм
Метаболизм или энергетический обмен	Аэробный или анаэробный	Аэробный
Органеллы	Малочисленные, нет мембранных (их функцию выполняют мезосомы)	Многочисленные
Рибосомы	Имеются мелкие (70s)	Имеются 70s в органеллах, в цитоплазме 80s
Синтез РНК и белка	В цитоплазме	Разделен: транскрипция в ядре, трансляция в цитоплазме
Ядерная оболочка	Отсутствует	Имеется, состоит из двух мембран
Ядрышко	Отсутствует	Имеется
Генетический материал	Кольцевая ДНК, образующая нуклеоид	ДНК имеет линейную структуру связанную с белками и на определенном этапе организуется в хромосомы
Клеточная стенка	Имеется, жесткая. Состоит из аминокислот и муравовой кислоты (муреина)	У животных клеток - отсутствует, у растений имеется, но состоит из целлюлозы
Капсула	Имеется	Отсутствует
Цитоскелет	Отсутствует	Имеется
Способ поглощения веществ и их выделение	Адсорбция через мембрану	Фагоцитоз, пиноцитоз Экзоцитоз, эндоцитоз
Деление клеток	Бинарное (деление пополам)	Митоз, мейоз, гаметогенез
Жгутики	Простые, состоят из одной или нескольких нитей белка (флагеллина)	Сложные, состоят из микротрубочек (белок – тубулин)

Сходство и различие между растительными и животными клетками.

!!! Общие признаки для животной и растительной клетки:

1. Единство структурных систем – ядро, цитоплазма, мембрана.
2. Сходство процессов обмена веществ и энергии.
3. Единство принципов наследственного (генетического) кода.
4. Универсальное мембранное строение – жидкостно-мозаичная модель мембран.
5. Единство химического состава.
6. Сходство процессов деления клеток.

структуры РАСТИТЕЛЬНОЙ клетки:	структуры ЖИВОТНОЙ клетки:
1. ядро 2. цитоплазма 3. цитоплазматическая мембрана 4. клеточная стенка (целлюлозная)	1. ядро 2. цитоплазма 3. цитоплазматическая мембрана У животных клеток клеточная стенка отсутствует, но наружный слой плазматической мембраны обогащен углеводными компонентами - этот слой <i>гликокаликса</i>.

ОТЛИЧИЯ

Признак	Растительная клетка	Животная клетка	Грибы
Клеточная стенка	Имеется и состоит из целлюлозы	отсутствует	Имеется в состав входит хитин
Вакуоли	Имеются. Крупные полости, заполненные клеточным соком — водным раствором различных веществ, являющихся запасными или конечными продуктами. Осмотические резервуары клетки.	Нет вакуолей с клеточным соком. Обычно мелкие вакуоли (везикулы): сократительные, пищеварительные, выделительные вакуоли.	Имеются мелкие
Расположение цитоплазмы	По периферии клетки	Равномерно по всей клетке	Равномерно по всей клетке
Расположение ядра	На периферии	В центральной части	Ядер много и они распределены по всей цитоплазме
Пластиды	Имеются лейкопласты, хлоропласты, хромопласты	Отсутствуют	Отсутствуют
Реснички, жгутики	Как правило отсутствуют (нет у высших растений)	Имеются	Отсутствуют
Клеточный центр (центриоли)	Как правило отсутствуют (нет у высших растений)	Имеются	Имеются
Способ питания	Автотрофный (фототрофный, хемотротрофный)	Гетеротрофный (сапротрофный, паразитический).	Гетеротрофный (сапротрофный, паразитический).
Синтез АТФ	В хлоропластах, митохондриях	В митохондриях	В митохондриях
Расщепление АТФ	В хлоропластах и всех частях клетки, где необходимы затраты энергии	Во всех частях клетки, где необходимы затраты энергии	Во всех частях клетки, где необходимы затраты энергии
Включения	Запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла; вакуоли с клеточным соком; кристаллы солей	Запасные питательные вещества в виде зерен и капель (белки, жиры, углевод гликоген); конечные продукты обмена, кристаллы солей; пигменты	Имеются
Запасное питательное вещество	Крахмал	Гликоген	Гликоген

Цитоплазма

Цитоплазма – это все содержимое клетки за исключением ядра.

Цитоплазма составляет основную массу клетки. Она на ≈85% состоит из воды и на 10% - из белков. Остальной объем приходится на долю липидов, углеводов, нуклеиновых кислот и минеральных соединений.

Основные компоненты цитоплазмы:

1. Гиалоплазма
2. Органеллы (органоиды)
3. Включения

Гуалоплазма (цитозоль, цитоплазматический матрикс).

Это основное вещество клетки, ее истинная внутренняя среда. Это многофазная коллоидная система. Химический состав: до 90% воды, белки, аминокислоты, жирные кислоты, ионы, неорганические соединения, и др. вещества.

Включения

Это временные, непостоянные компоненты цитоплазмы клетки, которые образуются в результате жизнедеятельности клетки и расходуются по мере необходимости.

группа	пример
трофические	Белки - алейроновые зерна в злаковых растениях. Капли жира – в липоцитах Углеводы – гликоген в гепатоцитах и миоцитах, крахмал в растениях.
секреторные	Образуются секреторными клетками: ферменты, гормоны
экскреторные	В животных клетках – соли различных кислот в растворенном состоянии, в растительных клетках – кристаллы солей.
пигментные	Меланин в меланоцитах, гемоглобин в эритроцитах, билирубин

Органеллы (органоиды)

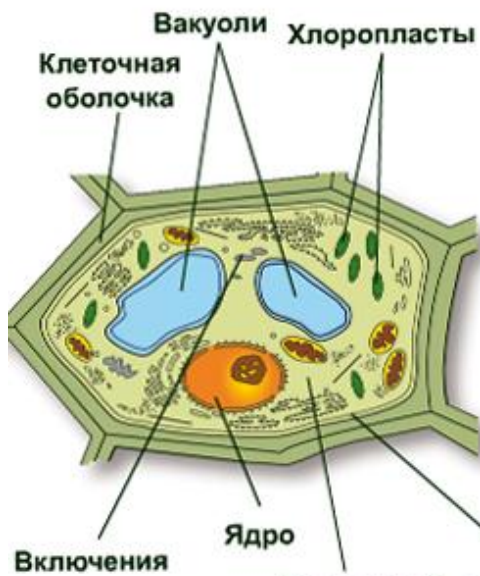
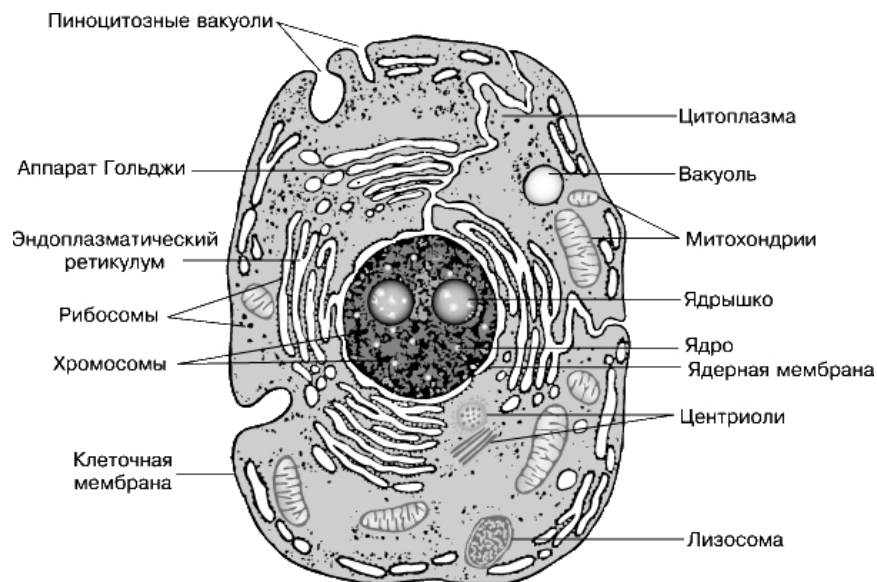
Это постоянные структурные компоненты цитоплазмы клетки, которые имеют определенное строение и выполняют определенные функции.

Классификация органелл по строению		
Мембранные		Немембранные
одномембранные	двумембранные	
➤ ЭПС (гладкая и шероховатая) ➤ Аппарат Гольджи ➤ Лизосомы ➤ Вакуоль	• Ядро • Митохондрии • Пластиды (хлоропласты, лейкопласты, хромопласты)	– Рибосомы – Клеточный центр (центриоли) – Жгутики – Реснички – Микротрубочки – Микрофиламенты – микрофибрилы

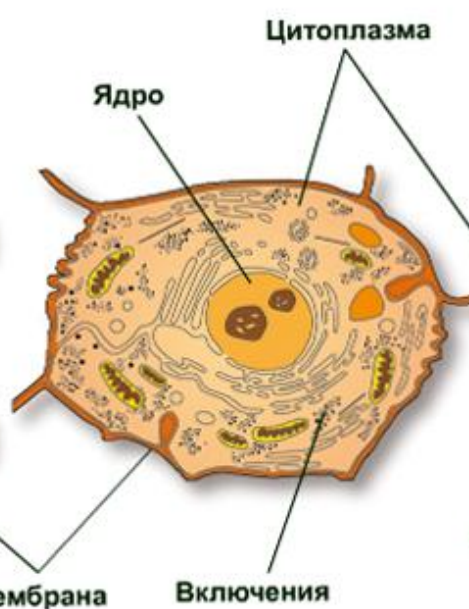
Классификация органелл по значению в жизнедеятельности клетки	
Общие (у всех клеток)	Специальные
Митохондрии ЭПС Аппарат Гольджи Клеточный центр Рибосомы Цитоскелет (микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты)	Реснички Жгутики Миофибриллы Базальные складки Тонкофибриллы Нейрофибриллы

«Классификация органелл по выполняемым функциям»

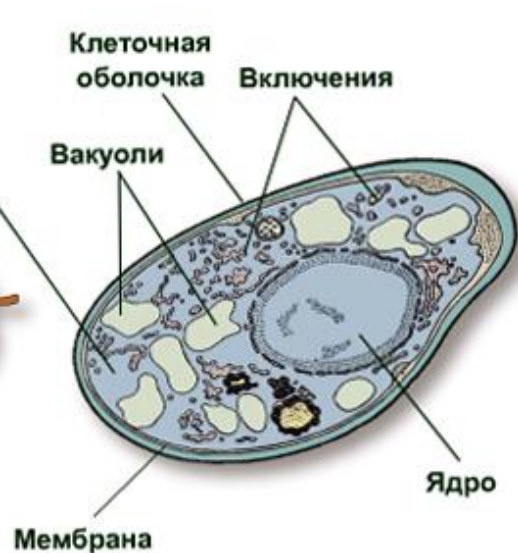
Функции	Органеллы
1. Органеллы, образующие цитоскелет клетки	Микротрубочки, микрофиламенты, микрофибриллы
2. Органеллы, участвующие в движении клетки и внутриклеточных структур	Реснички, жгутики
3. Органеллы, участвующие в биосинтезе веществ	Рибосомы, ЭПС
4. Органеллы, участвующие в энергопроизводстве	Митохондрии, пластиды (растительные клетки)
5. Органеллы, участвующие в пищеварении, защитных и в обезвреживающих реакциях	Лизосомы, пероксисомы
6. Органеллы, участвующие в накоплении и транспорте веществ	Аппарат Гольджи, ЭПС



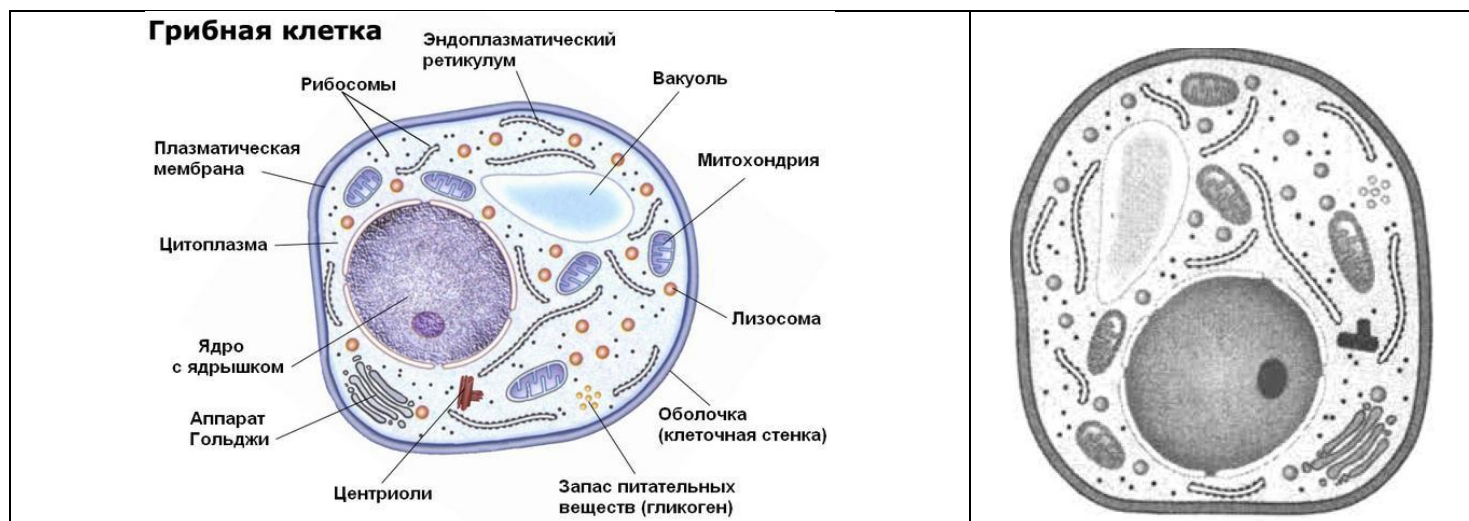
Растительная клетка



Животная клетка



Грибная клетка



Эндоплазматическая сеть

(одномембранная органелла общего значения, участвующая в биосинтезе веществ, в накоплении и транспорте веществ).

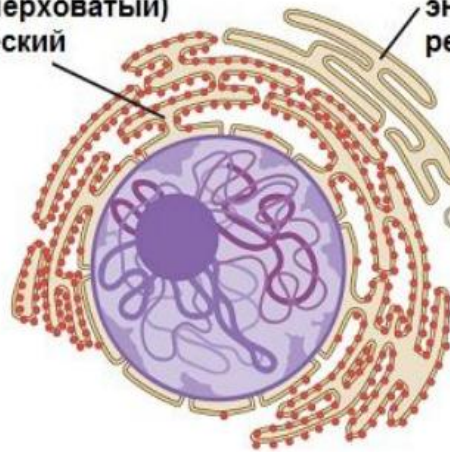
Это **система многочисленных канальцев** и полостей пронизывает всю гиалоплазму. ЭПС берет начало от наружной ядерной мембраны.

Выделяют два типа ЭПС:

- шероховатая
- гладкая

Гранулярный (шерховатый) эндоплазматический ретикулум

Агранулярный (гладкий) эндоплазматический ретикулум



Везикула

Аппарат Гольджи

Лизосома

Шероховатая (гранулярная) ЭПС. На ее мембранах находятся **рибосомы**, которые придают ей шероховатый вид.

Функция гранулярной ЭПС: синтез белка (за счет рибосом) и его транспортировка к аппарату Гольджи.

Гладкая ЭПС. Без рибосом на ее поверхности. На ее мембранах локализованы ферментные системы жирового и углеводного обмена, депонирование ионов кальция.

Функция гладкой ЭПС: синтез и расщепление жиров и углеводов, и их транспортировка.

По каналам ЭПС идет транспорт веществ, как синтезированных в клетке, так и поступивших из вне.

Выраженность сети неодинакова как для различных клеток, так и внутри одной клетки. Как правило, они образуют скопления, или зоны.

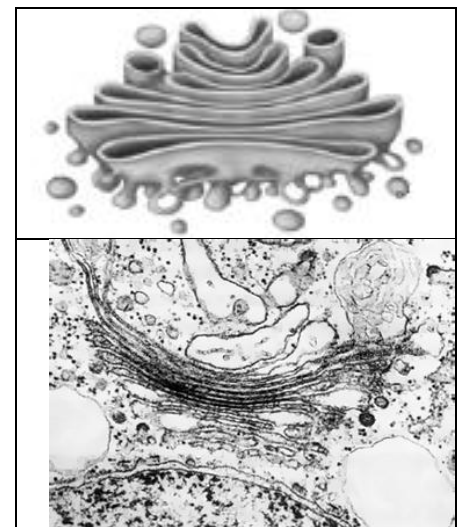
Аппарат Гольджи или Пластинчатый комплекс
(одномембранная органелла общего значения, участвующие в накоплении и транспорте веществ)

Открыты итальянским ученым Камилло Гольджи.

Состоит из 5-7 **мембранных полостей** – «цистерн», которые расположены **друг над другом** образуя «стопки». Цистерны переходят в систему тонких ветвящихся трубочек на концах которых образуются мелкие везикулы (пузырьки). Совокупность цистерн и везикул, образует структурную единицу аппарата Гольджи – диктиосому.

Функции аппарата Гольджи:

- принимает транспортные пузырьки от ЭПС,
- модифицирует липиды,
- участвует в созревании белков,
- в сборке мембран,
- упаковывает вещества подлежащие секреции и экскреции,
- участвует в образовании лизосом, пероксисом.



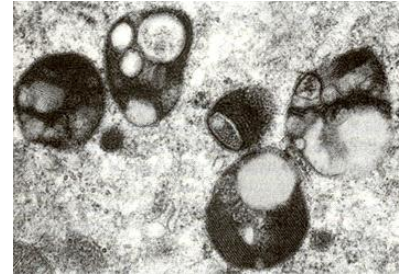
Следовательно, большое количество данного органоида встречается в клетках **интенсивно синтезирующих** стероидные гормоны липидной природы и выводит их наружу.

Лизосомы

(одномембранные органеллы общего значения, участвуют во внутриклеточном пищеварении, в защитных и обезвреживающих реакциях).

Лизосомы представляют собой **пузырьки** диаметром 0,2-0,8 мкм, ограниченные одиночной мембраной.

Каждая **лизосома содержит около 40-50 видов различных гидролитических ферментов** в дезактивированном (неактивном) состоянии.



Функции лизосомы:

- участвуют во внутриклеточном пищеварении,
- в защитных
- и обезвреживающих реакциях

Т.е. функционирование лизосом связано с процессом **фагоцитоза**. Их называют «санитарами» клетки.

Виды лизосом:

- **Первичная лизосома** – одномембранный пузырек, содержащий ферменты, образовавшийся в аппарате Гольджи.

Этапы образования первичной лизосомы:

1. В ядре на основе определенного гена ДНК в ходе транскрипции синтезируется информационная РНК, которая пройдя через ядерную пору взаимодействует с рибосомами шероховатой ЭПС.
2. В ходе трансляции **рибосомы синтезируют** первичную структуру **белка** (полипептид).
3. первичная структура белка по каналам шероховатой ЭПС транспортируется у аппарата Гольджи.
4. **В аппарате Гольджи** в ходе модификации белки приобретают вторичную, третичную, четвертичную структуру. Сформированные белки стекают в концевые части – пузырьки, мешочки, которые отрываются от мембран аппарата Гольджи и идут в цитоплазму.
5. Такой пузырек, покрытый мембраной и содержащий ферменты, называется первичной лизосомой. Они всегда имеются в цитоплазме клетки.

- **Вторичная лизосома** – пузырек, содержащий субстрат и ферменты для его переваривания. Образуется в ходе слияния первичной лизосомы и фагосомы.

На начальных этапах фагоцитоза, в результате проникновения подлежащего расщеплению субстрата в клетку, образуется **фагосома**. Это пузырек с поглощенным телом.

В цитоплазме фагосома взаимодействует с первичной лизосомой. В точке слияния оболочки растворяются и лизосома изливает в фагосому ферменты.

В результате слияния фагосомы и первичной лизосомы образовалась **вторичная лизосома**. Она содержит субстрат и ферменты.

В зависимости от субстрата фаголизосома может быть:

- гетерофагосома - содержат чужеродные частицы (например, бактерии);
- аутофагосома или аутолизосомы - содержат фрагменты или целые структуры клеток данного организма.

В процессе переваривания происходит расщепление субстрата на:

- «нужные» клетке компоненты, которые всасываются в цитоплазму и включаются в различные синтетические и обменные процессы (например аминокислоты идут на построение собственных белков);
- «ненужные» клетке компоненты, которые остаются в лизосоме, где уже нет ферментов (они израсходовались в процессе расщепления субстрата) – это **третичная лизосома**, которая представляет собой остаточное тельце (телолизосома).

Телолизосома по своим свойствам относится к экскреторным включениям и подлежит удалению из клетки в ходе экзоцитоза.

В некоторых случаях (незавершенный фагоцитоз) остаточные тельца остаются в клетке вплоть до ее гибели.

Пероксисомы

(одномембранные органеллы общего значения, участвуют в обезвреживающих реакциях).

По своему строению похожи на лизосомы, но их основные ферменты – **каталаза** и пероксидаза.

Эти ферменты участвуют в нейтрализации перекисных соединений, которые токсичны для клеток – следовательно функция пероксисом – защитная и обезвреживающая.

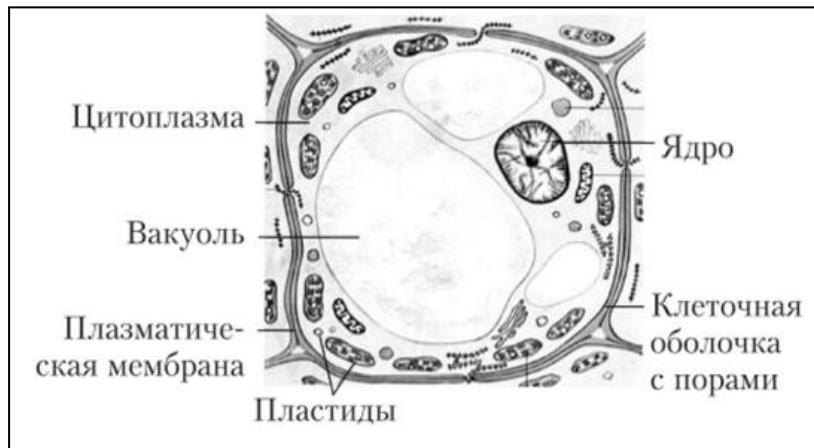
Вакуоль

(одномембранные органеллы общего значения у растительных клеток)

Вакуоль – заполненный **клеточным соком** одномембранный мембранный мешочек. Растительные клетки, как правило, имеют одну большую центральную вакуоль.

Клеточный сок - это концентрированный раствор:

- сахаров,
- минеральных солей,
- органических кислот,
- пигментов
- и других веществ.



Это своеобразный резервуар, в котором хранятся все необходимые вещества. Они помогают клетке успешно переживать все неблагоприятные периоды. В некоторых вакуолях накапливаются вторичные продукты обмена, например, алкалоиды, танины, млечный сок. Они выполняют не только запасающую, но и защитную функцию, отпугивая многих животных неприятным вяжущим вкусом.

В животных клетках могут наблюдаться подобные вакуолям небольшие структуры - везикулы, выполняющие фагоцитарную, пищеварительную, сократительную и другие функции или это пульсирующие вакуоли и т.д.

Функции:

1. Поддержание тургора и осморегуляция;
2. Запас воды;
3. Накопление питательных веществ, солей, пигментов;
4. Выделительная (продукты метаболизма)
5. Окраска цветов

Пластиды – органеллы, свойственные только растительным клеткам. Они окружены двойной мембраной.

Пластиды делятся на

- **хлоропласты**, содержащие хлорофилл и осуществляющие фотосинтез,
- **хромoplastы**, содержащие пигмент (красный, оранжевый и др.) и окрашивающие отдельные части растений в красные, оранжевые и жёлтые тона,
- и **лейкопласты**, прозрачные пластиды, приспособленные для хранения питательных веществ: белков (протеинопласты), жиров (липидопласты) и крахмала (амилопласты).

Пластиды

(двумембранные органеллы общего значения у растительных клеток)

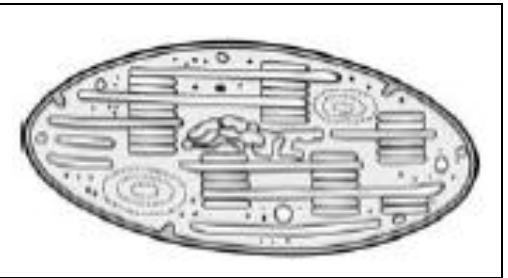
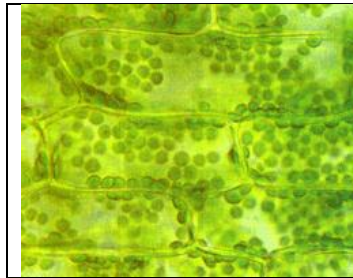
Хлоропласты	Хромопласты	Лейкопласты
зеленые	красные, желтые, оранжевые	бесцветные
в них содержится магнийсодержащий пигмент - хлорофилл, для образования которого необходим свет. Функция: фотосинтез.	Они образуются в различных органах растений, придавая им специфическую окраску, которая привлекает животных, способствуя опылению цветков и распространению семян.	запасаются питательными веществами (крахмал, белки, липиды)

Хлоропласты

(двумембранные органеллы общего значения для растений, участвующие в процессе фотосинтеза).

Хлоропласты – это фотосинтетические органоиды растительных клеток, содержащий главным образом пигмент – **хлорофилл**, расположенный в **мембране гран**. Их мембраны являются местом прохождения световых реакций фотосинтеза.

Именно хлоропласты поражаются вирусом мозаичной болезни табака.



Форма чаще линзовидная (двояковыпуклая), у водорослей они называются хроматофоры и имеют разную форму (чашеобразная, лентовидная и т.д.)

Строение хлоропласта.

- 1) Наружная мембрана
- 2) Между мембранами находится межмембранное пространство.
- 3) Внутренняя мембрана.

Внутренняя мембрана образует «мешочки» **тилакоиды** двух типов:

- Тилакоиды гран. Эти тилакоиды образуют стопки (от 10 до 150 тилакоидов в каждой) – **граны** (≈ 50 в клетке), расположенные в шахматном порядке.

!!! Граны – это место прохождения световой фазы фотосинтеза.

- Тилакоиды стромы (межгранные тилакоиды, ламеллы).

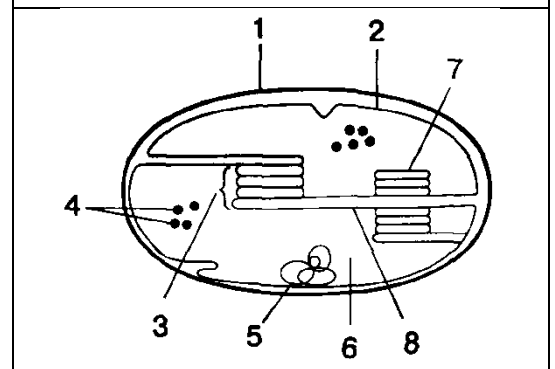
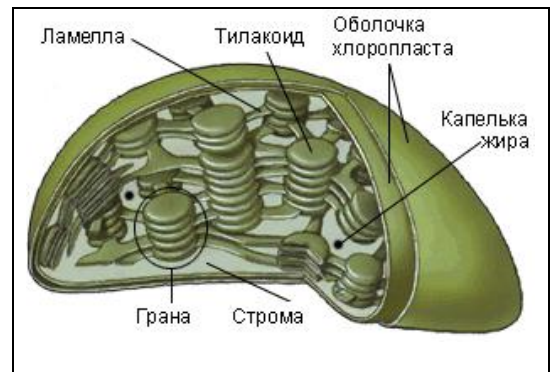
- 4) Содержимое хлоропласта, ограниченное внутренней мембраной, заполнено **стромой (матрикс)** – гелеобразная масса растворенных белков, причем на 75% это вода.

В строме содержатся !!!:

- ✚ **кольцевая ДНК, РНК**
- ✚ **и рибосомы 70S (мелкие)**

– т.е. имеется, как и у митохондрий, собственный генетический аппарат, следовательно, они (как и митохондрии) «полуавтономны» и могут синтезировать белки, необходимые для их деятельности.

В мембране тилакоида расположены белки, аналогичные белкам митохондрий, но участвующие в цепи переноса электронов в ходе фотосинтеза.

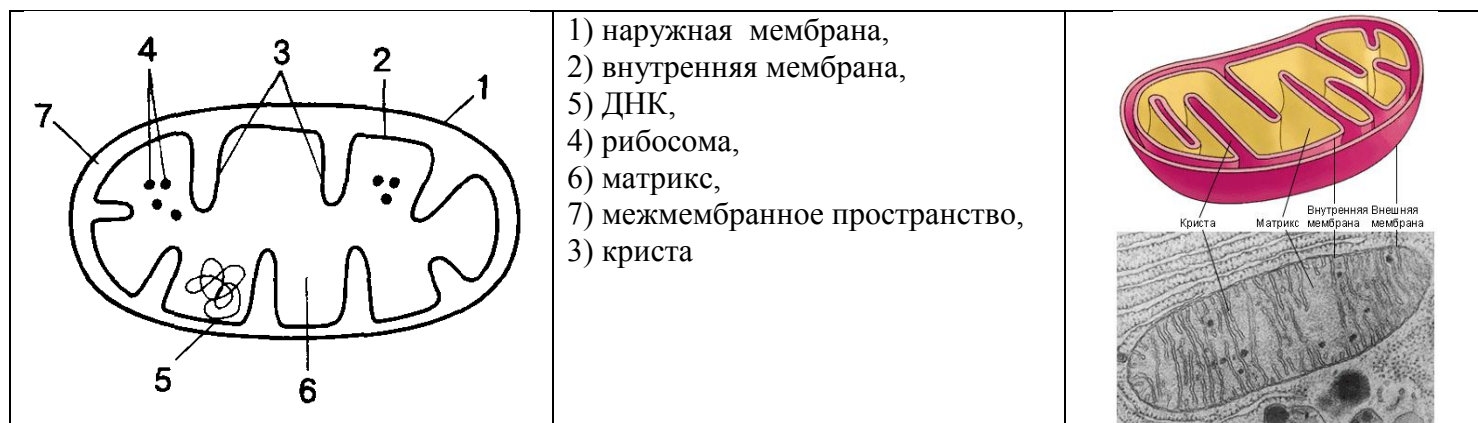


- 1) наружная мембрана,
- 2) внутренняя мембрана,
- 3) грана,
- 6) строма (место прохождения темновой стадии фотосинтеза),
- 5) ДНК,
- 4) рибосома,
- 7) тилакоид граны,
- 8) тилакоид стромы

Митохондрии

(двумембранные органеллы, общего значения, выполняющие функцию энергопроизводства).

Митохондрии имеют вытянутую форму, их длина около 7 мкм ($1\text{мм}=10^3\text{мкм}=10^6\text{нм}$), поэтому они видны в световой микроскоп.



Строение митохондрий:

1. Наружная мембрана
2. Пространство между наружной и внутренней мембраной – межмембранное пространство.
3. Внутренняя митохондриальная мембрана по площади больше чем наружная, что приводит к образованию складок внутренней мембраны – крист.

Внутренняя мембрана (кристы) содержит ферменты дыхательного цепи (цепь транспорта электронов; это третий этап энергетического обмена энергетического обмена; кислородный этап).

4. Пространство, ограниченное внутренней мембраной называется **матриksom**. Он содержит, ферменты, **кольцевая ДНК**, РНК, **рибосомы 70S**.

! Благодаря наличию собственного генетического аппарата они (как и хлоропласты) способны размножаться и участвуют в биохимических процессах, репликации, транскрипции и трансляции.

НО! Этот синтез зависит от ядерной ДНК, поэтому они полуавтономны.

Размножение митохондрий (и хлоропластов) – происходит **путем бинарного деления**. Таким образом, они являются самовоспроизводящимися структурами.

Вместе с тем генетическая информация содержащаяся в их ДНК, не обеспечивает их всеми необходимыми для полного самовоспроизведения белками; часть этих белков кодируется ядерными генами и поступает в митохондрии из гиалоплазмы. Поэтому в отношении их самовоспроизведения называют полуавтономными структурами. У человека и других млекопитающих митохондриальный геном наследуется от матери, что определяет цитоплазматическую наследственность: при оплодотворении митохондрии спермия в яйцеклетку не проникают.

Основные функции митохондрии – синтез АТФ:

1. Митохондрии участвуют в процессах клеточного дыхания.
2. Осуществляют синтез АТФ (т.е. преобразуют энергию, которая при этом выделяется, в форму, доступную другим структурам клетки). Поэтому их называют «**энергетическими станциями клетки**».
3. В них происходит процесс полного окисления низкомолекулярных органических соединений до неорганических (воды и углекислого газа).
4. Т.к. наружная мембрана содержит ферменты липидного обмена – участвует в преобразовании липидов.
5. Имея собственную генетическую систему, способна синтезировать некоторые специфические белки и стероидные гормоны.

Количество, размеры и расположение митохондрий зависят от функции клетки, в частности от ее потребности в энергии и от места, где эта энергия расходуется.

Так, в одной печеночной клетке их количество достигает 2500.

Множество крупных митохондрий содержится в кардиомиоцитах (мышечные клетки сердца) и миоцитах мышечных волокон.

Много митохондрий в шейке сперматозоида, что обеспечивает их подвижность.

Клетки же жировой ткани содержат меньшее количество митохондрий и количество крист в них тоже незначительное.

Не содержащие митохондрий - эритроциты.

!! Происхождение митохондрий и пластид.

Митохондрии в процессе эволюции произошли от свободно живущих прокариотических клеток, что соответствует **симбиогенетической теории** возникновения эукариот.

В пользу этой теории имеется ряд доказательств:

- рибосомы митохондрий более мелкие, чем рибосомы цитоплазмы;
- митохондрии имеют собственный генетический аппарат в виде кольцевой молекулы ДНК, что определяет их способность к синтезу белков;
- как и прокариоты митохондрии размножаются путем бинарного деления;
- химический состав мембраны так же имеет сходство.

Рибосомы

(немембранные органеллы общего значения, участвующие в биосинтезе веществ).

Рабочая рибосома, видимая только в электронный микроскоп, состоит из двух субчастиц: малой и большой.

Химический состав рибосом. В состав каждой субчастицы входят:

- **рибосомальные РНК**, синтезирующиеся в ходе транскрипции в ядре в **области ядрышка** (ядрошковый организатор – вторичные перетяжки спутничных (13,14, 15, 21 и 22 пары хромосом)).
- **белки**.

Объединение малой и большой субчастиц происходит в цитоплазме, при взаимодействии малой субчастицы с информационной РНК во время трансляции.

Расположение:

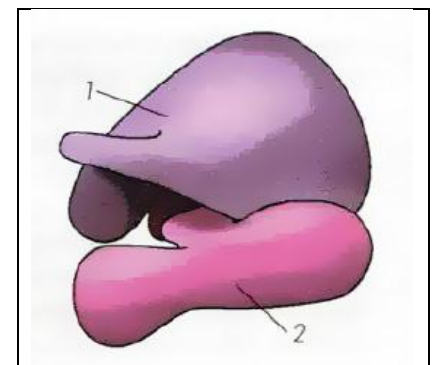
А) у эукариот:

- Значительная часть рибосом (крупные) прикреплена к мембранам шЭПС и к наружной мембране ядерной оболочки.
- В митохондриях и хлоропластах - мелкие рибосомы

Б) у прокариот:

- Мелкие рибосомы в цитоплазме.

В зависимости от органа, его функции **количество рибосом колеблется** от тысячи до сотни тысяч.



Малая субчастица имеет 2 центра:

1. Центр связывания с мРНК.
2. Участок, удерживающий тРНК.

Большая субчастица так же имеет 2 центра.

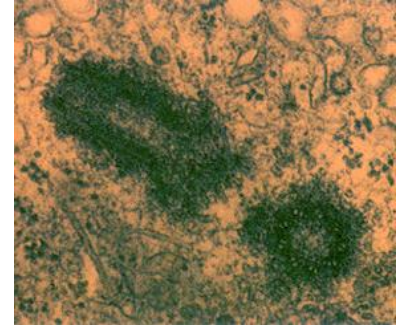
1. аминоацильный («А» - акцепторный, центр узнавания аминокислоты)
2. пептидилный («П» - донорный, центр присоединения аминокислоты к пептидной цепочке).

Функция рибосом: синтез полипептидной цепочки белка (этап трансляции биосинтеза белка). Т.е. на них «мертвые» молекулы нуклеиновых кислот обретают жизнь.

Клеточный центр (центриоли)

(немембранные органеллы общего значения, участвующие в делении клеток).

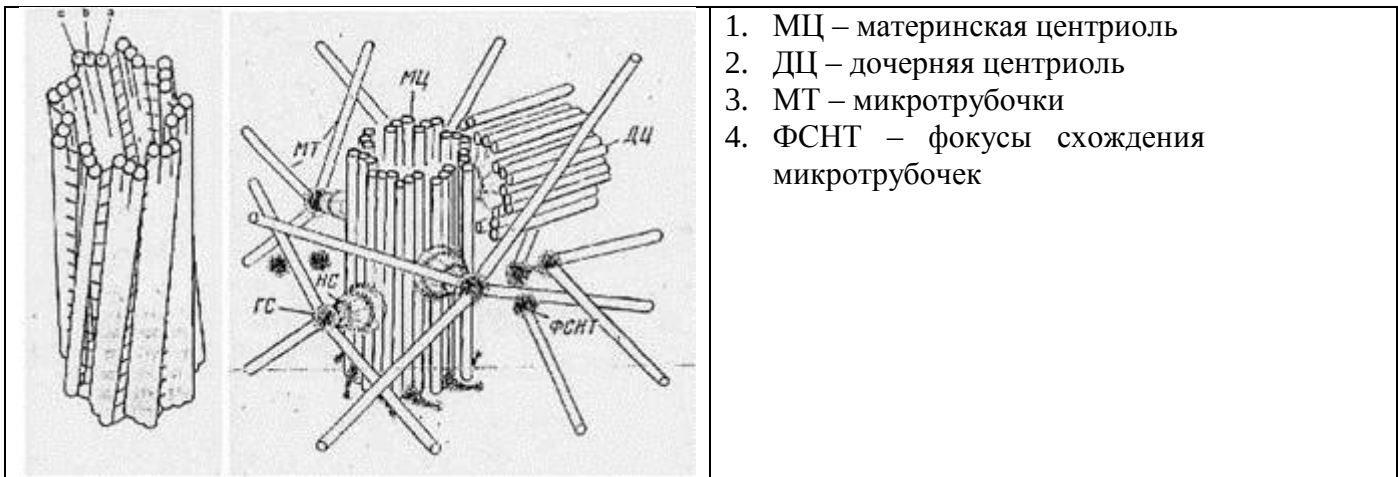
Клеточный центр - совокупность 2 центриолей (материнская и дочерняя, расположенные под углом 90° друг к другу) и centrosферы (зона более светлой цитоплазмы, от которой отходят радиально тонкие фибриллы).



Каждая центриоль состоит из **микротрубочек**. Они образуют девять триплетов, расположенных по периферии. В результате чего образуется полый цилиндр ($9_{(3)}+0$). Все микротрубочки идут параллельно основной оси и связаны между собой фибриллярными нитями (белковые).

Центриоли характерны и **обязательны для клеток животных**, их нет у высших растений, у низших грибов и некоторых простейших.

Строение и активность центриолей меняется в зависимости от периода клеточного цикла (интерфаза или митоз). Перед деление количество центриолей удваивается и они расходятся к полюсам клетки и образуют микротрубочки веретена деления.



Функции клеточного центра: построение веретена деления

Новообразование: образуются путем синтеза дочерних центриолей из материнской, путем дупликации.

Органеллы цитоскелета

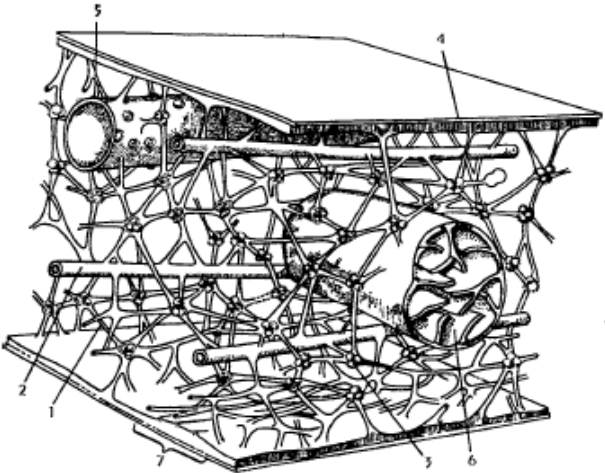
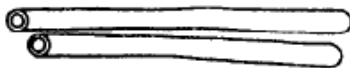
Цитоскелет — опорно-двигательная система клетки, включающая немембранные белковые нитчатые образования, выполняющие как каркасную, так и двигательную функции в клетке.

Эти нитчатые или фибриллярные структуры являются динамическими образованиями, они могут быстро возникать в результате полимеризации их элементарных молекул и так же быстро разбираться, исчезать при деполимеризации. К этой системе относятся фибриллярные структуры и микротрубочки.

Фибриллярные структуры цитоплазмы. К ним в эукариотических клетках относятся *микрофиламенты (microfilamenti)* толщиной 5—7 нм и так называемые *промежуточные филаменты*, или *микрофибриллы (microfibrillae)*, толщиной около 10 нм.

В состав цитоскелета входят:

- микротрубочки
- микрофиламенты (напр., актиновые нити)
- промежуточные филаменты (микрофибриллы)

	Микротрубочки.  Диаметр 25 нм Актиновые нити  Диаметр 7 нм Промежуточные филаменты  Диаметр 10 нм
Трабекулярная сеть гиалоплазмы. 1— трабекулярные нити, 2 — микротрубочка, 3 — полисомы, 4 — клеточная мембрана, 5 — эндоплазматический ретикулум, 6 – митохондрия, 7 - микрофиламенты	Три основных вида волокон цитоскелета.

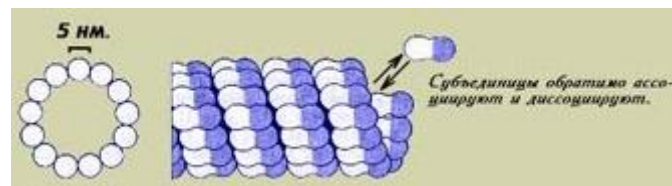
Микротрубочки

(немембранные органеллы специального значения, образующие цитоскелет клетки).

Это полые трубочки из глобулярного белка тубулина.

Функция зависит от вида микротрубочек:

1. Свободные МТ – выполняют опорную функцию, участвуют в образовании цитоскелета и клеточной оболочки, определяют направление перемещения пузырьков и других структур клетки.
2. МТ, входящие в состав клеточных структур – клеточный центр, жгутики, реснички.



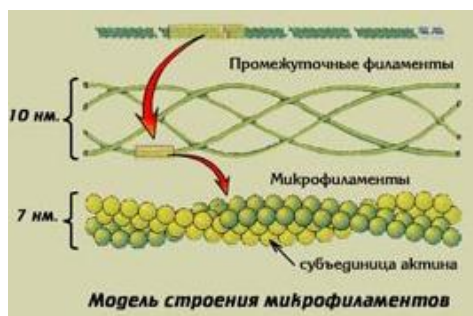
Исходя из этого **функции МТ** в живых клетках:

- принимают участие в создании ряда временных или постоянных структур: цитоскелет, веретено клеточного деления, реснички и жгутики, центриоли.
- Т.к. они полые внутри них идет транспорт ионов, молекул и т.д. в различные точки клетки.
- Многие органеллы в своем строении содержат микротрубочки: центриоли, базальные тельца.

Новообразование: центром организации микротрубочек являются центриоли. Формируются в результате полимеризации белка тубулина.

Микрофиламенты

(немембранные органеллы специального значения, участвующие в движении клетки и клеточных структур).



МФ представляют собой тонкие (диаметр 6 нм) белковые нити актина и миозина.

Участвуют в движении клетки в целом, в эндоцитозе, экзоцитозе, в образовании сократительного кольца при цитокинезе животной клетки, определяет форму клетки.

Реснички и жгутики

(немембранные органеллы специального значения, участвующие в движении клетки и внутриклеточных структур).

Встречаются в клетках реснитчатого эпителия, в сперматозоидах (жгутик), у простейших, у зооспор водорослей, мхов, папоротников и т.д.

Клетки, имеющие реснички и жгутики, способны двигаться или обеспечивать движение тока жидкостей вдоль их поверхности.

Длина ресничек меньше (5-10 мкм) чем жгутиков (может достигать 150 мкм). Жгутик, как правило, один, а ресничек много.

Строение:

Это выросты мембраны, состоящие из микротрубочек.

В основании ресничек и жгутика в цитоплазме видны - базальные тельца.

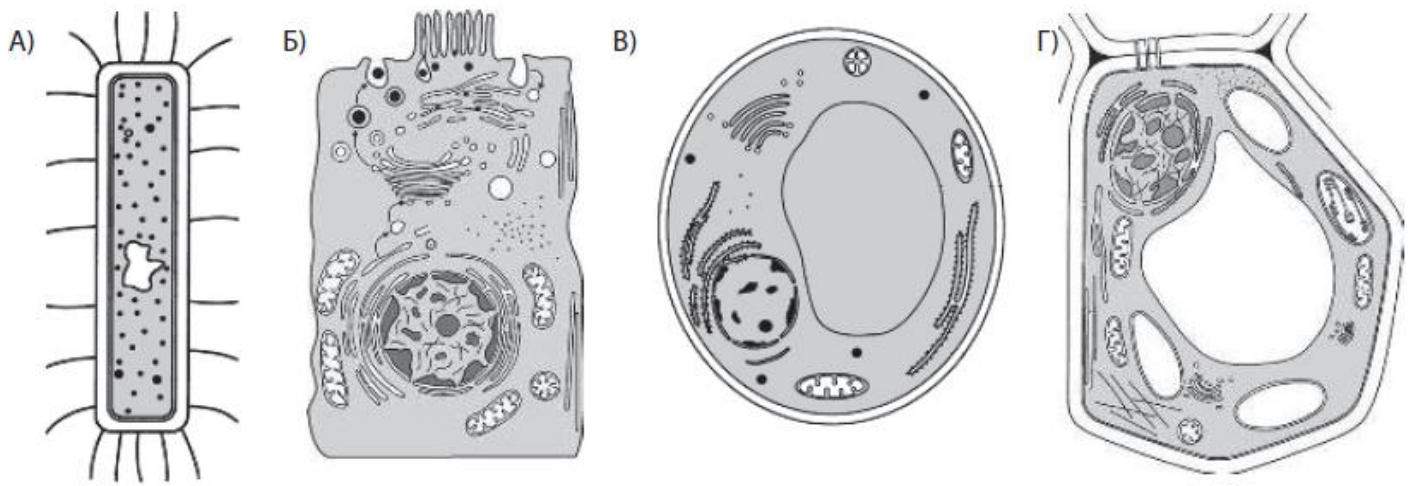
На поперечном срезе реснички или жгутика видно, что по периметру располагаются **9 пар** микротрубочек и в центре – центральная пара (9_2+2).

Между соседними периферическими парами имеются перемычки. От каждой периферической пары к центральной направлены радиальные нити (спицы).

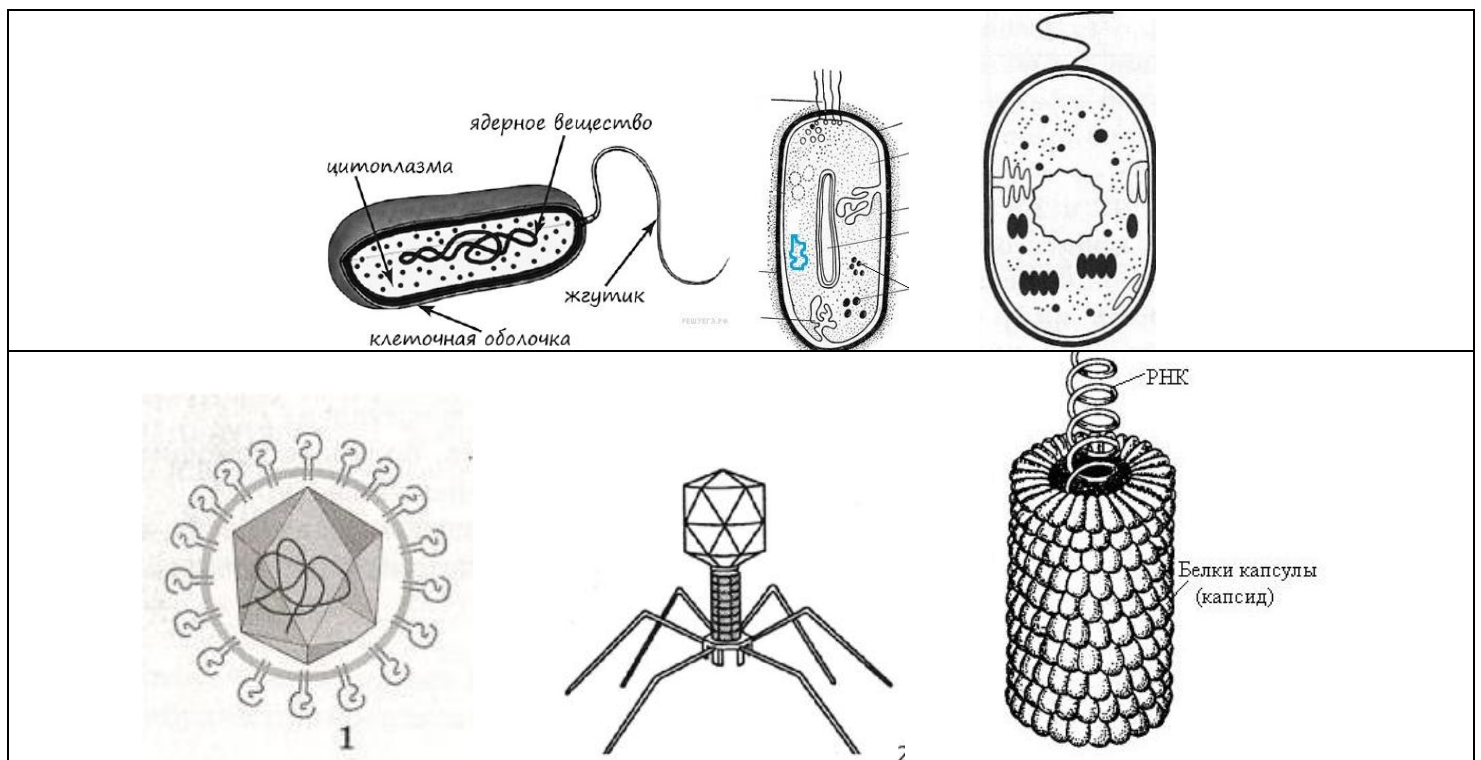
Ближе к основанию реснички или жгутика (приближаясь к базальному телу) центральная пара МТ обрывается и замещается полой осью. Периферические пары, проникая в цитоплазму, приобретают третью МТ. В результате получается структура, характерная для базального тельца 9_3+0 .

Жгутики отличаются от ресничек большей длиной.

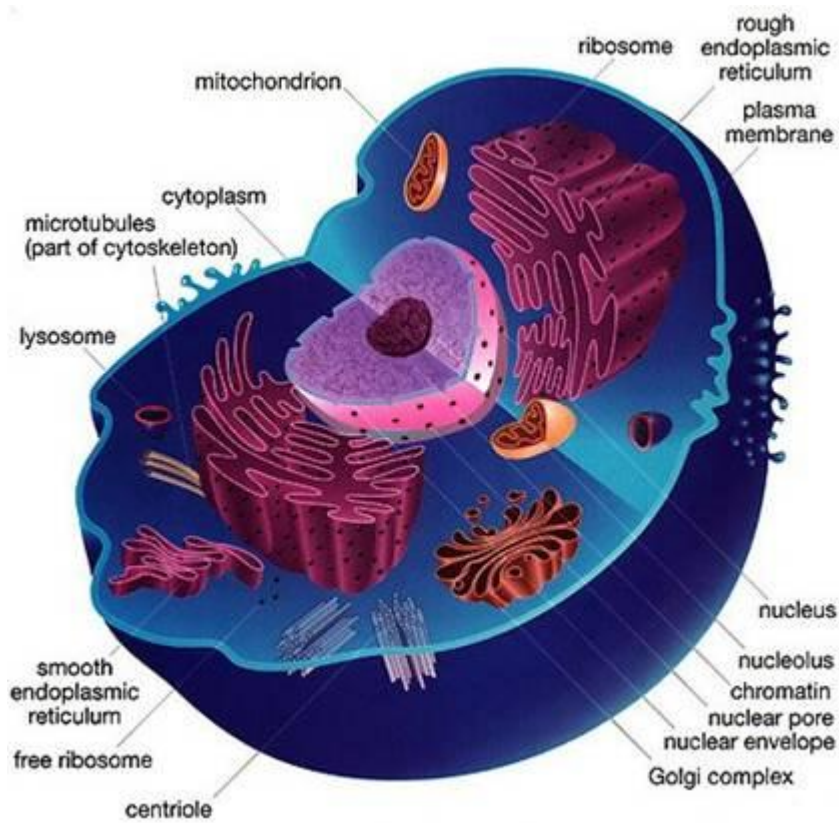
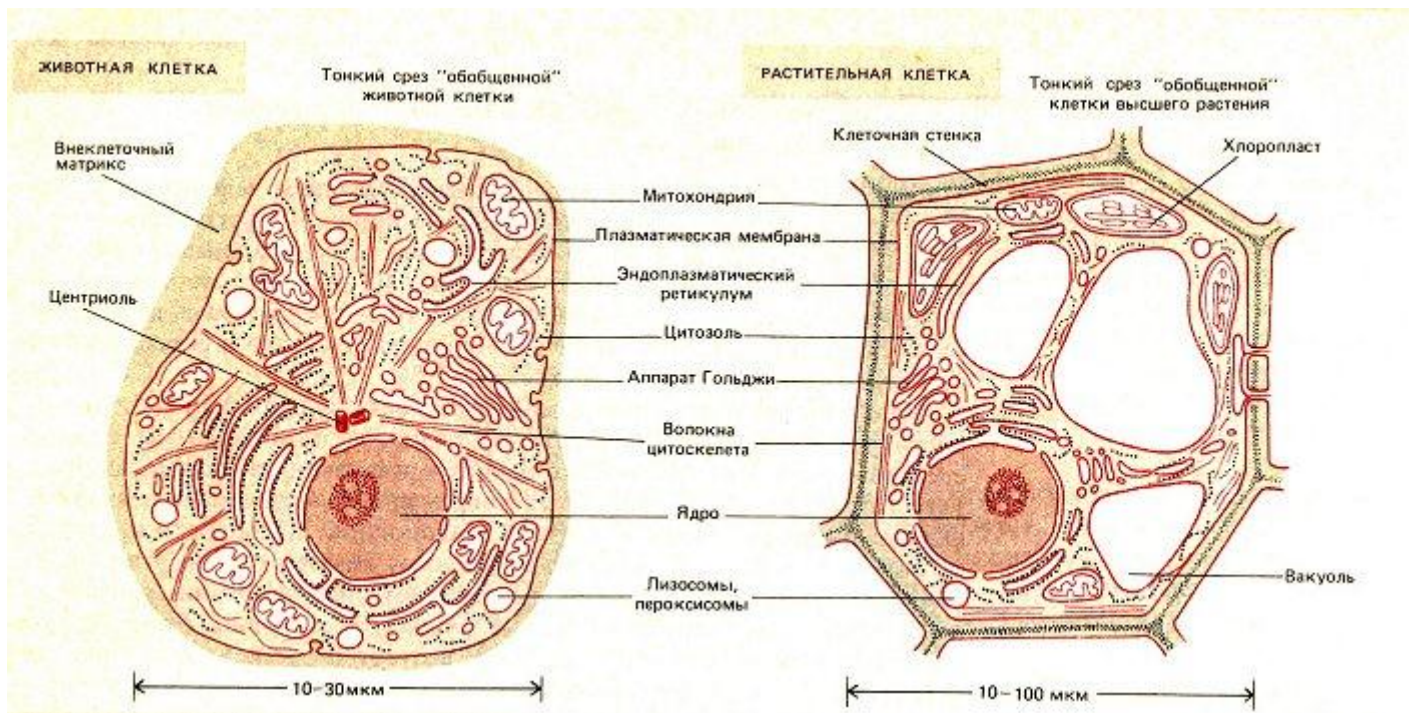
Внешний динеиновый выступ Внутренний динеиновый выступ Мембрана Головка спицы Спица Мостики между периферическими микротрубочками Центральная капсула Микротрубочка А Микротрубочка В Центральная микротрубочка	а б в г	
Схема тонкого строения реснички или жгутика (из учебника Ченцова, 2004). а – продольный срез, б – поперечный срез тела реснички, в,г – срезы базального тела. 1 – плазматическая мембрана, 2 – микротрубочки, 3 – дуплеты микротрубочек, 4 – триплеты микротрубочек	Микрофотография ресничек.	



Строение клеток бактерий (А), животных (Б), грибов (В) и растений (Г)



Признак	Бактерии	Животные	Грибы	Растения
Способ питания	Гетеротрофный или автотрофный	Гетеротрофный	Гетеротрофный	Автотрофный
Организация наследственной информации	Прокариоты	Эукариоты	Эукариоты	Эукариоты
Локализация ДНК	Нуклеоид, плазмиды	Ядро, митохондрии	Ядро, митохондрии	Ядро, митохондрии, пластиды
Плазматическая мембрана	Есть	Есть	Есть	Есть
Клеточная стенка	Муреиновая	—	Хитиновая	Целлюлозная
Цитоплазма	Есть	Есть	Есть	Есть
Органоиды	Рибосомы	Мембранные и немембранные, в том числе клеточный центр	Мембранные и немембранные	Мембранные и немембранные, в том числе пластиды
Органоиды движения	Жгутики и ворсинки	Жгутики и реснички	Жгутики и реснички	Жгутики и реснички
Вакуоли	Редко	Сократительные, пищеварительные	Иногда	Центральная вакуоль с клеточным соком
Включения	Гликоген, волютин	Гликоген	Гликоген	Крахмал



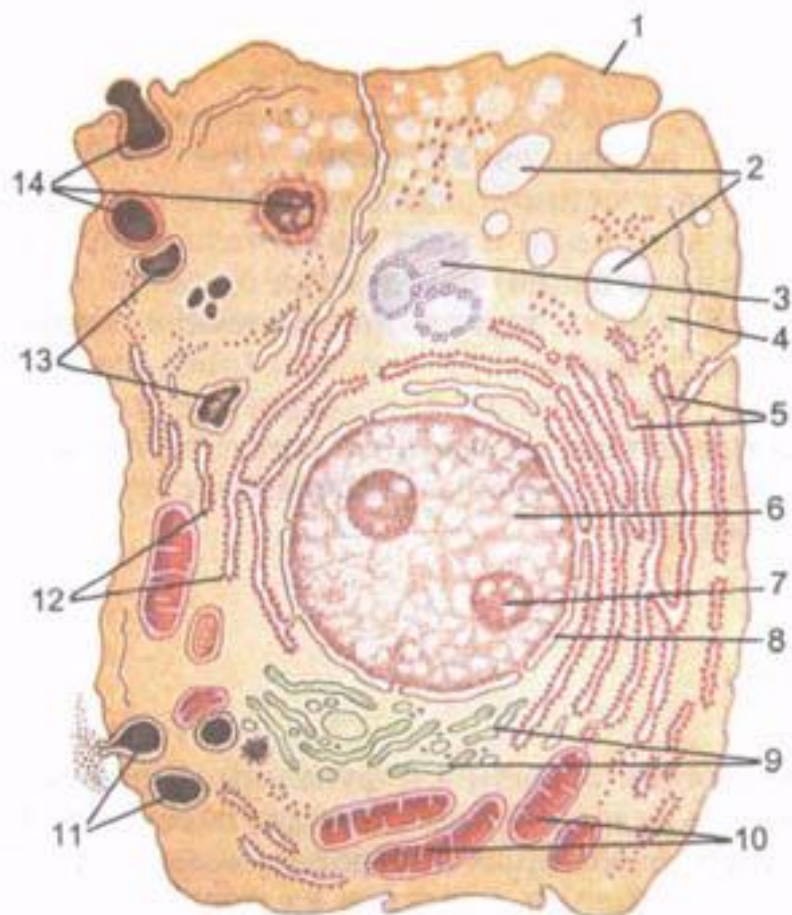


Рис. 2. Схема ультрамикроскопического строения клетки.

1 — цитолемма (цитоплазматическая мембрана); 2 — пиноцитозные пузырьки; 3 — клеточный центр (цитоцентр); 4 — гиалоплазма; 5 — эндоплазматическая сеть; 6 — ядро; 7 — ядрышко; 8 — перинуклеарное пространство; 9 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 10 — митохондрии; 11 — секреторные вакуоли; 12 — рибосомы; 13 — лизосомы; 14 — три последовательные стадии фагоцитоза.