

ЦИТОЛОГИЯ

Цитология — раздел биологии, изучающий живые клетки и их органеллы, строение, функционирование, процессы деления, старения и смерти клетки. Клетками называются структурные и функциональные элементарные единицы строения и жизнедеятельности всех живых организмов.

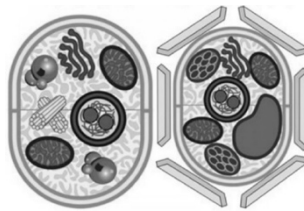
Свойства живого

Биология — наука, изучающая живые организмы и их взаимодействия со средой обитания. Живыми называют организмы, обладающие следующими признаками:

Свойства живого

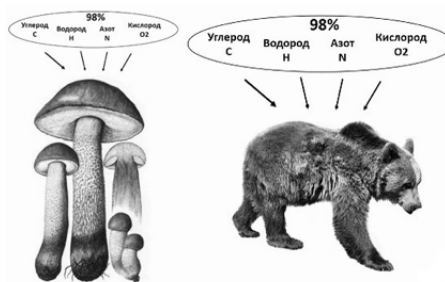
1. Клеточное строение

Все живые организмы состоят из клеток (кроме вирусов)



2. Единство химического состава

В состав организма входят соединения углерода (белки, липиды и тд.), в неживой природе этих соединений нет



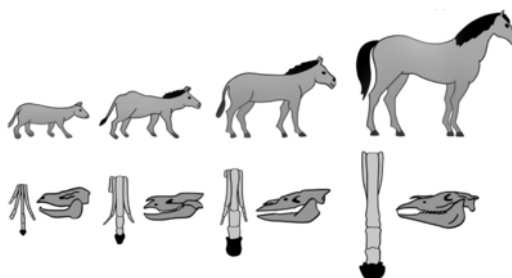
3. Рост и развитие

Рост — увеличение в размере
Развитие — появление новых свойств с течением времени



4. Эволюция

Онтогенез — индивидуальное развитие организма
Филогенез — историческое развитие видов
Эволюция — филогенез всего органического мира



Пример

Единое строение амёбы и хламидомонады

Органолены — C, O, N и H

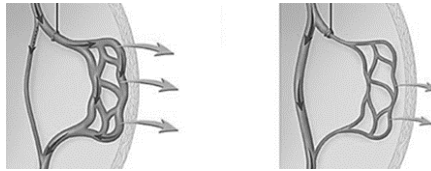
Рост:
Увеличение клетки
Развитие:
Превращение бабочки в куколку, апоптоз клетки

Филогенетические ряды



5. Саморегуляция

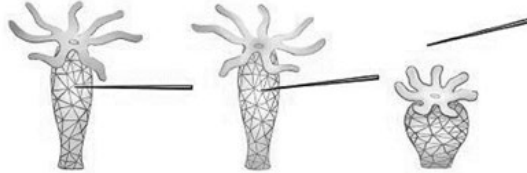
Поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаз)



Поддержание температуры тела, уровня глюкозы в крови

6. Раздражимость

Способность организма реагировать на внешние и внутренние раздражители



Рефлексы животных, тропизмы и настии у растений, таксисы у простейших

7. Ритмичность

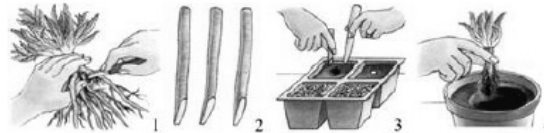
Повторяющиеся изменения интенсивности физиологических функций организмов (суточные, сезонные и др.)



Чередование сна и бодрствования, ЭКГ

8. Размножение

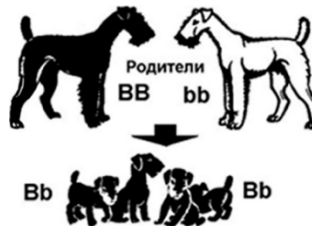
Способность живых систем воспроизводить себе подобных



Откладывание икры рыбами, усы клубники

9. Наследственность

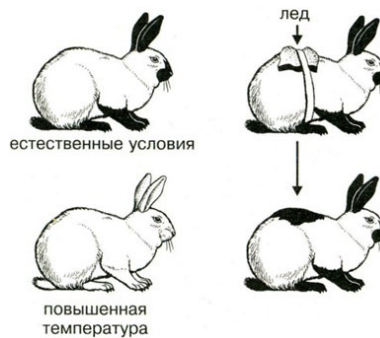
Способность организма передавать свои признаки из поколения в поколение



Львята похожи на мать-львицу

10. Изменчивость

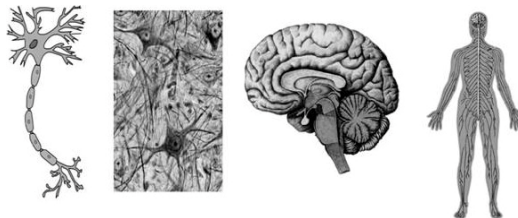
Способность организмов приобретать новые признаки



Формы листьев над и под водой у стрелолиста, экспериментальное изменение цвета шерсти зайца под действием тепла или холода

11. Дискретность и целостность

Дискретность — живой организм состоит из отдельных единиц
Целостность — все единицы вместе взаимодействуют как единый организм

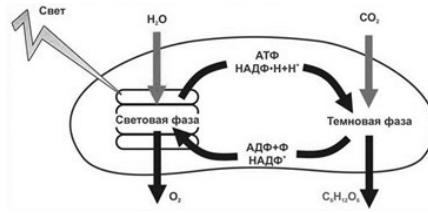


Нервная система состоит из органов → нервной ткани → нейронов → молекул



12. Обмен веществ

Совокупность биохимических реакций, происходящих в организме



Поступление воды, O_2 , питательных веществ; синтез и выделение продуктов обмена

13. Приспособленность*

В процессе филогенеза и под действием естественного отбора организмы приобретают приспособления к условиям окружающей среды (организмы без адаптации к условиям вымирают)

Сезонная смена цвета меха зайца

14. Открытость*

Постоянное поступление энергии извне и удаление продуктов жизнедеятельности в окружающую среду

Биогеохимические круговороты веществ, цепи питания

* «Приспособленность» и «открытость» встречаются на экзамене крайне редко. Обычно вместо «приспособленности» используют термин «изменчивость».

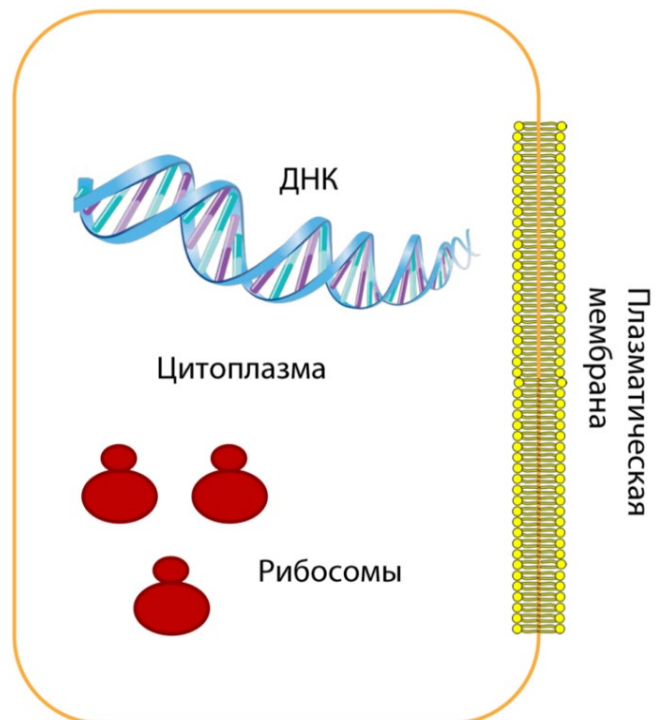
Вирусы проявляют свойства живого только в других организмах. Для экзамена принято говорить, что вирусы в клетках обладают такими свойствами живого как размножение, наследственность, изменчивость, единство химического состава.

Клетки организмов разных царств

Все клетки живых организмов имеют общие структуры, необходимые для минимального поддержания жизни в клетке.

Универсальная клетка включает:

1. **Плазматическая мембрана** — отделяет клетку от окружающей среды.
2. **Цитоплазма** — внутренняя среда клетки, включающая в себя жидкую часть (гиалоплазму) и органоиды, также в цитоплазме находятся включения.
3. **Рибосомы** — немембранные органоиды, обеспечивающие синтез белка.
4. **ДНК** — отвечает за хранение и передачу наследственной информации.



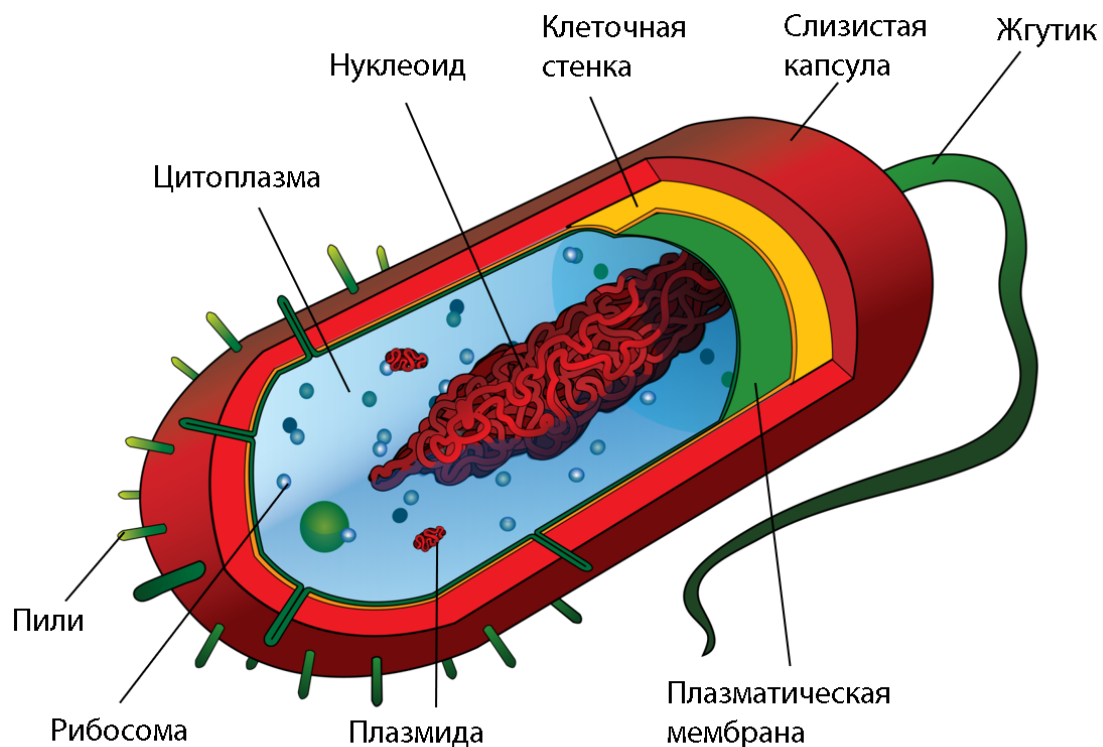
Бактериальная клетка

Если к универсальной клетке добавить клеточную стенку из муреина, слизистую капсулу, плазмиды и жгутик, то получится бактериальная клетка!

У бактерий нет оформленного ядра, поэтому они относятся к прокариотам (доядерным).

Кольцевая молекула ДНК с ассоциированными с ней белками образует **нуклеоид** в цитоплазме. **Пили** — тонкие белковые нити на поверхности бактерий. **Плазида** — нехромосомная молекула ДНК, способная к автономной репликации. **Жгутик** (один или несколько) – структура, предназначенная для движения.

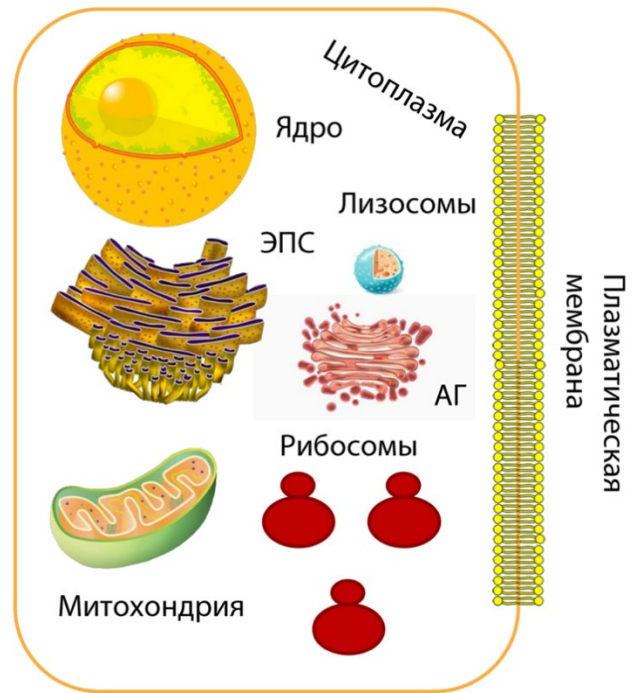
У **аэробных бактерий** на плазматической мембране имеются ферменты, которые участвуют в дыхании аналогично ферментам митохондрий. На этих участках происходит кислородный этап энергетического обмена. У **фотосинтезирующих бактерий** (цианобактерий) имеются впячивания в виде фотосинтетических мембран. Они могут располагаться в виде стопок в цитоплазме и напоминают граны хлоропластов.



Эукариотическая клетка

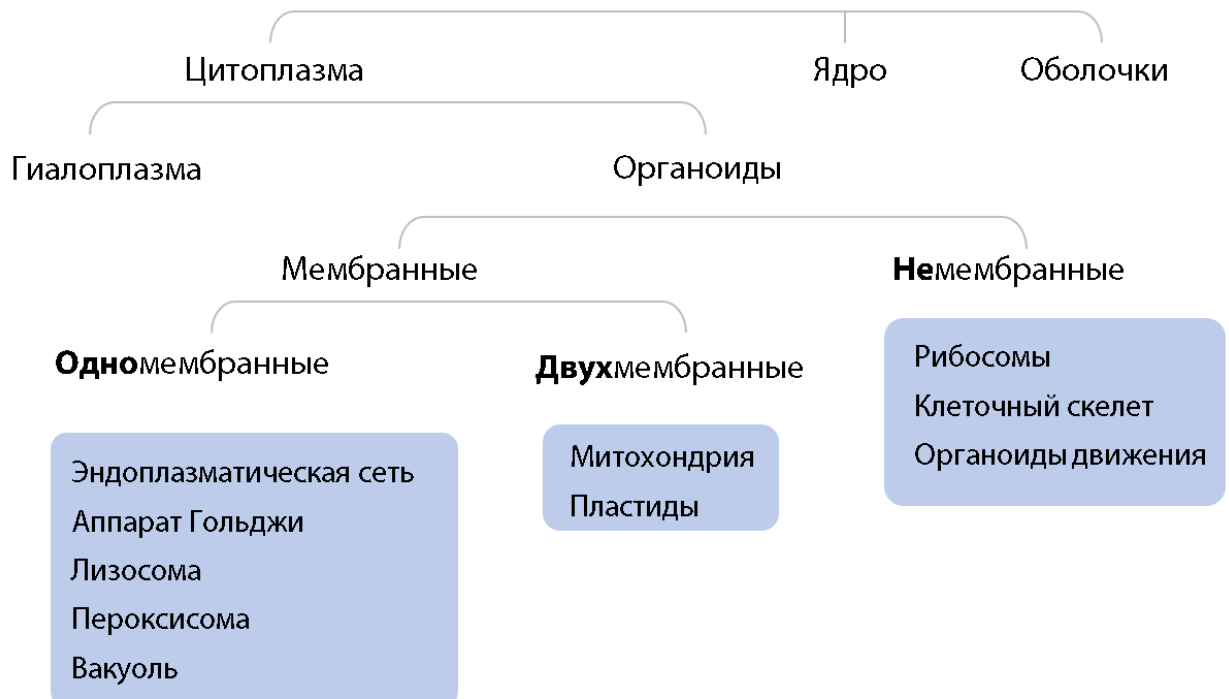
Чтобы получилась любая эукариотическая (настоящая ядерная) клетка, нам понадобится расширенный набор клеточных структур:

1. **Ядро** — хранение и передача наследственной информации.
2. **Эндоплазматическая сеть (ЭПС)** — синтез и транспорт веществ.
3. **Аппарат Гольджи (АГ)** — накопление, модификация, сортировка и экспорт из клетки синтезированных веществ.
4. **Митохондрии** — электростанции клетки, обеспечивают энергией все процессы.



Строение эукариотической клетки

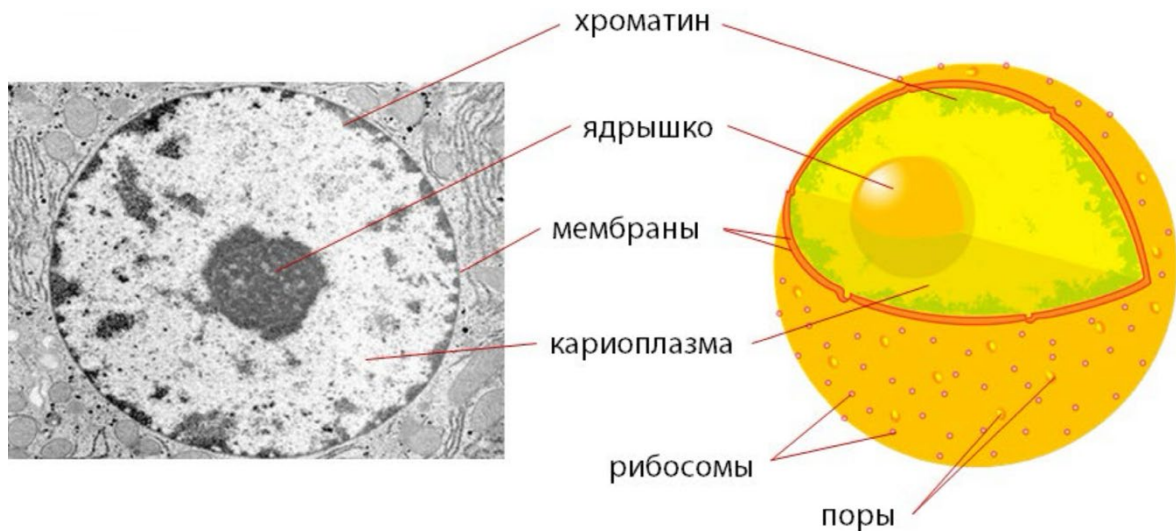
Любая эукариотическая клетка состоит из ядра, цитоплазмы и оболочек (плазматической мембраны, клеточной стенки). В цитоплазме находятся органоиды, обеспечивающие жизнедеятельность клетки, и различные включения.



Ядро

Ядро не относят к органоидам клетки, так как оно считается важным отделом (частью) эукариотической клетки, в котором хранится ДНК. Ядро окружено двумя мембранами с **ядерными порами**, через которые в ядро поступают необходимые белки, а из ядра выходят разные типы РНК. Внутри ядра содержится аналог цитоплазмы, который называется **кариоплазма** (ядерный сок).

В кариоплазме плавает **хроматин** — это ДНК, смотанная вокруг белков; промежуточная стадия между раскрученной ДНК и суперскрученной хромосомой. В некоторых областях ядра под микроскопом заметны сгустки хроматина — **ядрышки**, где происходит синтез рРНК для рибосом.



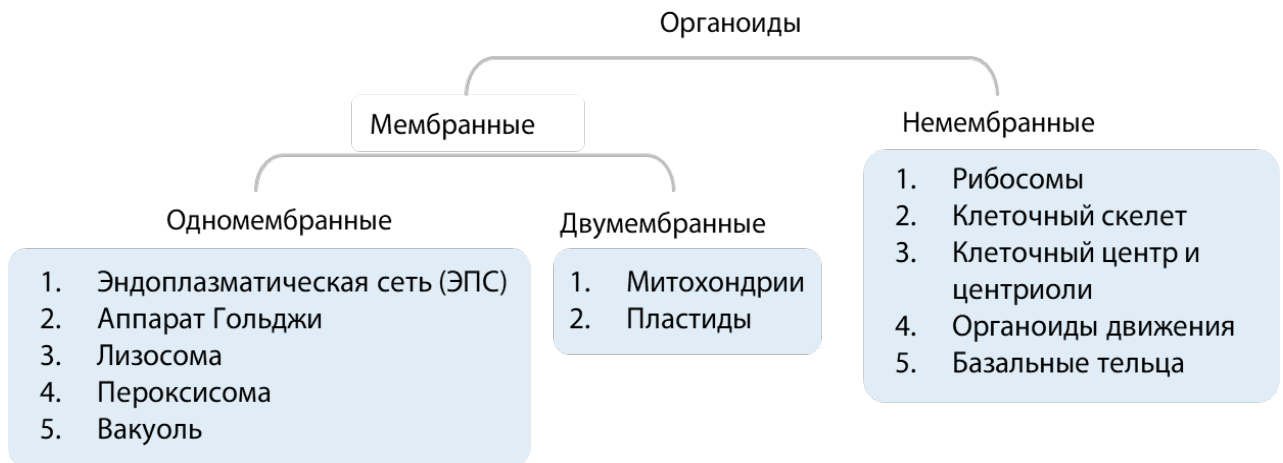
Функции:

1. Хранение наследственной информации.
2. Передача наследственной информации другим поколениям при делении.
3. Синтез ДНК и РНК.



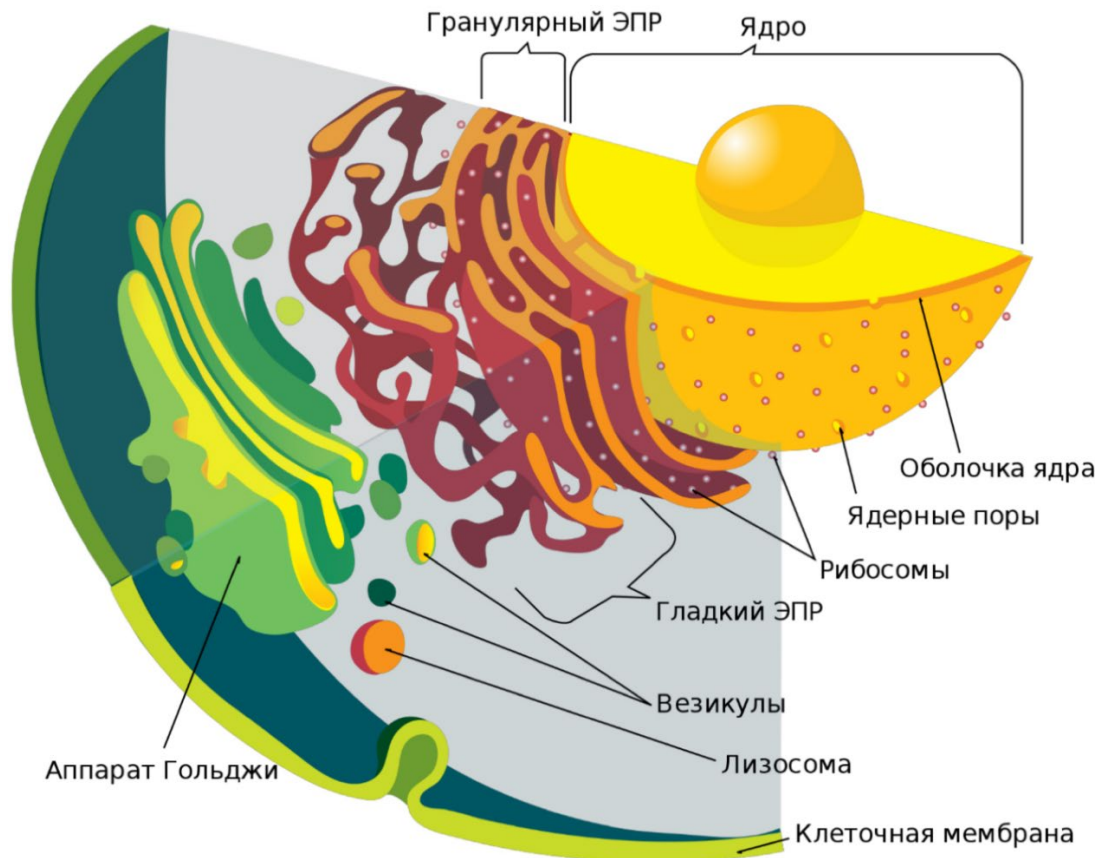
Органоиды

В клетке выделяют двумембранные, одномембранные и немембранные органоиды, которые отличаются количеством липидных оболочек (мембран органоидов).



Одномембранные органоиды

Одномембранные органоиды вместе с ядерной оболочкой и плазматической мембраной объединяют в общую **вакуолярную систему**, отвечающую за синтез, модификацию, сортировку и выведение из клетки биополимеров.



1. Эндоплазматическая сеть (ЭПС)

Эндоплазматическая сеть или ретикулум (ЭПС или ЭПР) — система цистерн и полостей, которая начинается рядом с ядром и проходит через всю клетку, разделяя её на компартменты. Каждый **компартмент** (отсек) клетки позволяет пространственно разделять ферменты. Вероятнее всего, эволюционно ЭПС является продолжением ядерной мембраны, поэтому всегда начинается непосредственно рядом с ядром.

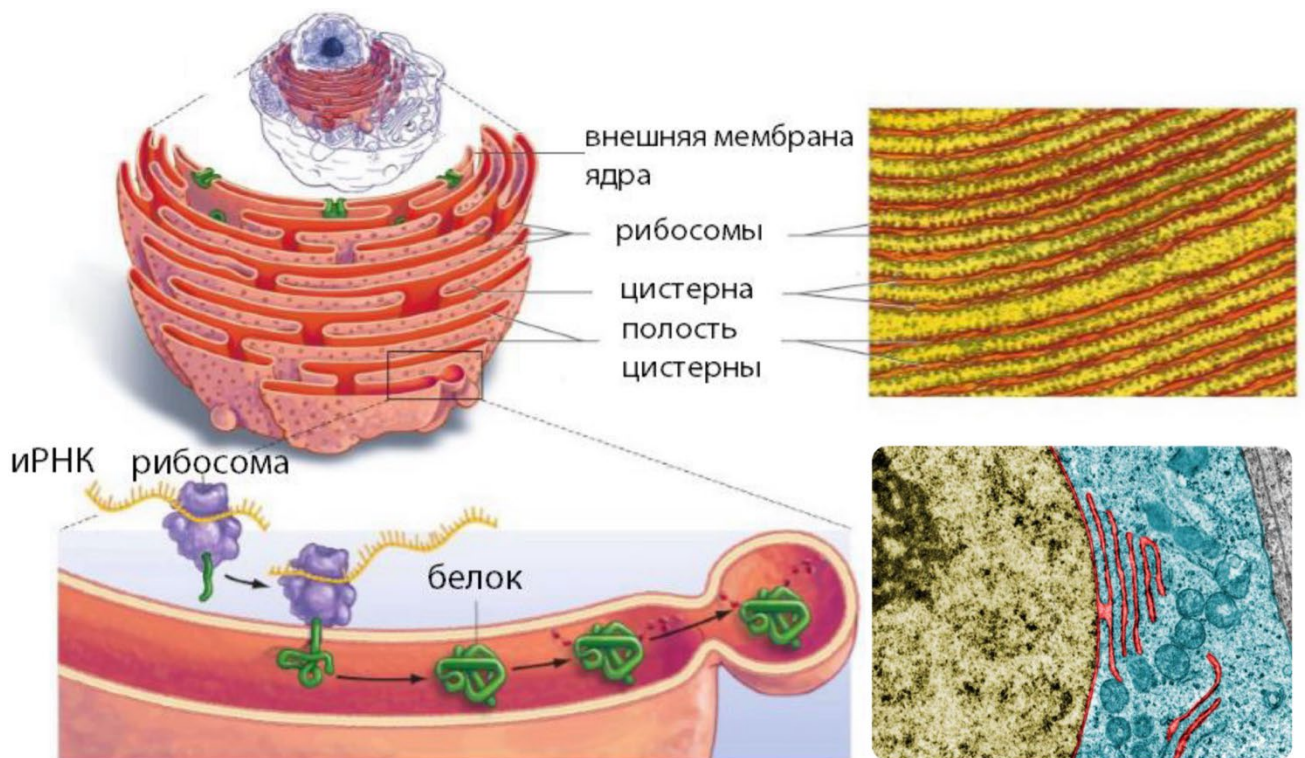
В каждой клетке существует два типа ЭПС:

1. **Шероховатая ЭПС** (гранулярная, шЭПС) — располагается ближе к ядру, содержит рибосомы (рибосомы придают ЭПС шероховатость).

Функция — синтез белков, их транспорт и первичная модификация.

2. **Гладкая ЭПС** (агранулярная) — располагается дальше от ядра, нет рибосом.

Функция — синтез полисахаридов и липидов, их транспорт.



Шероховатая ЭПС преобладает в нейронах, гладкая ЭПС — в печени и сальных железах.

2. Аппарат Гольджи (АГ)

Аппарат Гольджи (АГ) представляет из себя стопку одномембранных цистерн, от которых постоянно отщепляются мембранные пузырьки. Пузырьки могут быть транспортными, в виде лизосом или пероксисом*. Аппарат Гольджи обычно располагается недалеко от ЭПС, с которым он может обмениваться везикулами.

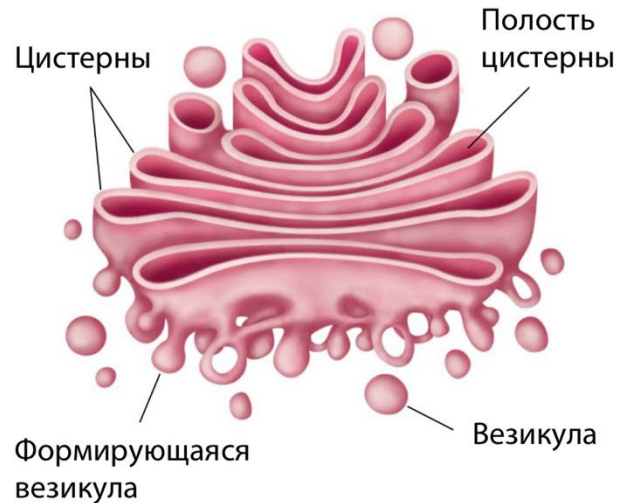
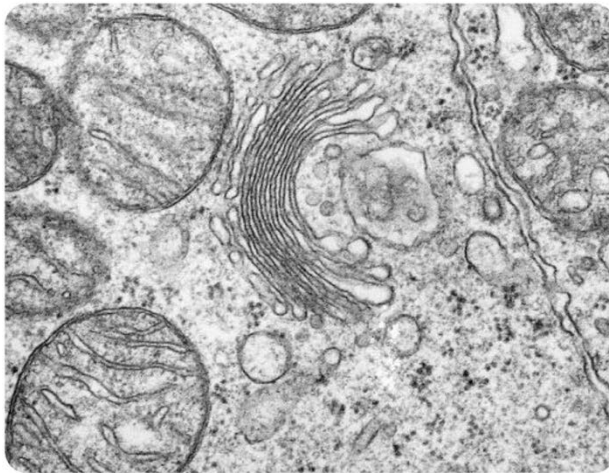
* В некоторых учебниках указано, что пероксисомы синтезируются в ЭПС.

АГ сильно развит в клетках с активной секрецией веществ (нейронах и клетках желёз).



Функции:

1. **Запасаящая** — накопление и дозревание (модификация) продуктов биосинтеза клетки.
2. **Секреторная** — упаковка продуктов биосинтеза в секреторные пузырьки и транспорт к месту использования.
3. **Структурная** — образование первичных лизосом, участие в обновлении мембран.



3. Лизосома

Лизосома — одномембранный пузырёк, в котором содержится смесь гидролитических ферментов для расщепления полимеров на мономеры (внутриклеточное пищеварение).



Кроме переваривания веществ, поступивших извне, лизосомы «самопереваривают» старые или поврежденные части клетки (**автофагия**) или всего клеточного содержимого (**автолиз**). Иногда лизосомы участвуют в запрограммированной клеточной гибели (**апоптоз**).

Автофагия может быть результатом голодания клетки. Автолиз способствует развитию эмбрионов и личинок (у головастика расщепляется хвост).

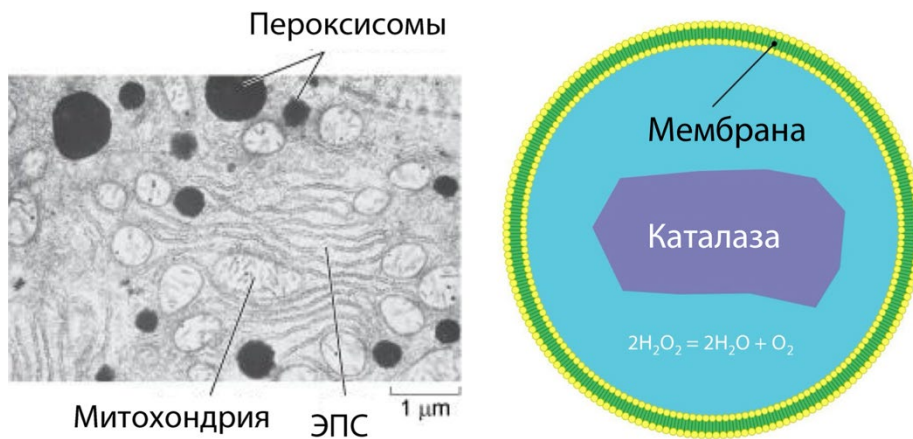
Обилие лизосом встречается в иммунных клетках, фагоцитирующих патогены.

4. Пероксисома

Пероксисома — мембранный пузырёк, который содержит фермент каталазу для обезвреживания перекиси водорода: $\text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

Каталаза, так же, как и любой другой фермент, работает только в живых клетках (сырых продуктах питания, например). После термической обработки фермент денатурирует.





Обилие пероксисом находится в клетках печени для детоксикации вредных веществ.

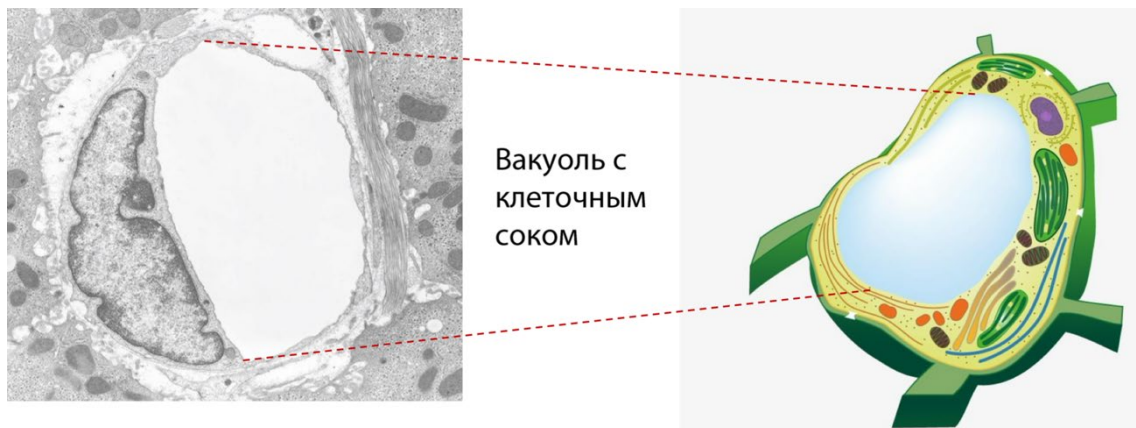
5. Центральная вакуоль

Центральная вакуоль — вакуоль с клеточным соком, содержащаяся в клетках растений.

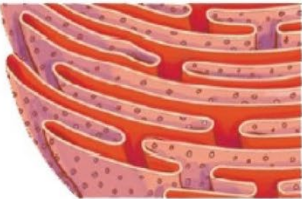
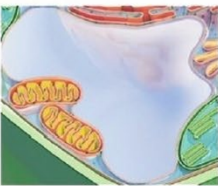
Клеточный сок представляет собой запас воды и различных веществ. В вакуоли хранятся углеводы, пигменты, ионы солей, при необходимости они могут поступать в цитоплазму клетки. За счет тургорного давления вакуоль помогает поддерживать форму клетки.

Молодые клетки с множеством мелких вакуолей (иногда без вакуолей) → рост клетки → увеличение вакуолей в размерах → зрелая клетка → слияние вакуолей в одну большую вакуоль. Клетки с крупными центральными вакуолями не способны к делению.

Функции — хранение веществ, поддержание формы клетки.



Сводная таблица «Одномембранные органоиды»

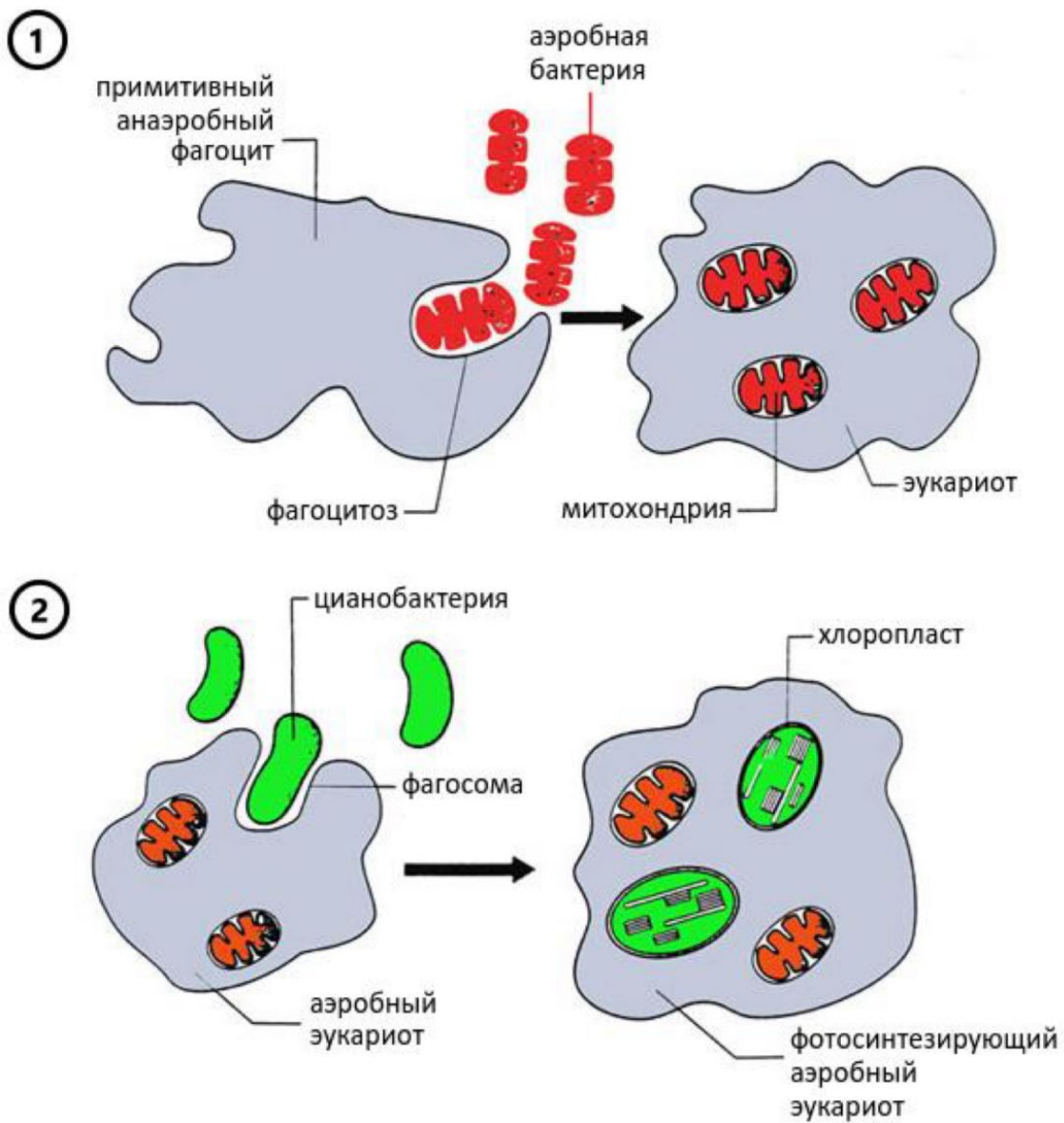
Органоид	Особенности строения	Функции
Шероховатая ЭПС 	Система замкнутых канальцев и цистерн, на внешней стороне мембраны расположены рибосомы	Модификация и транспорт белков Компартментализация
Гладкая ЭПС 	Система замкнутых канальцев и цистерн	Синтез и транспорт липидов и сложных углеводов Компартментализация
Аппарат Гольджи 	Стопка мембранных цистерн, от которых отщепляются пузырьки	Накопление и модификация продуктов биосинтеза, их упаковка в мембранные пузырьки, образование первичных лизосом
Лизосомы 	Мембранные пузырьки, заполненные гидролитическими ферментами	Расщепление органических веществ
Пероксисомы 	Шарообразные тельца, содержат каталазу	Разрушение перекиси водорода
Вакуоль 	Одномембранные мешки, заполненные клеточным соком. В молодых клетках они мелкие, по мере роста сливаются в одну большую. Характерны для клеток растений и грибов	Накопление питательных веществ и продуктов обмена, поддержание тургора клетки

Двумембранные органоиды

Согласно **теории эндосимбиогенеза** двумембранные органоиды изначально являлись свободноживущими бактериями.

Древняя эукариотическая анаэробная клетка поглотила **аэробную бактерию** (предок митохондрии) и затем **фотосинтезирующую бактерию** (предок пластид) → при поглощении бактерии были заключены в везикулы (фагосомы) → бактерии не переварились, а стали «симбионтами» (органоидами) эукариотической клетки → внутренняя мембрана этих органоидов образована бактериальной оболочкой, внешняя мембрана — фосфолипидами везикулы.





Аэробные бактерии были «поглощены» эукариотом для обезвреживания кислорода и синтеза АТФ (накопление кислорода в атмосфере привело к кислородной катастрофе, поскольку кислород — сильный окислитель). **Фотосинтезирующие бактерии (цианобактерии)** позволили эукариотам синтезировать органические вещества из неорганических путём фотосинтеза.



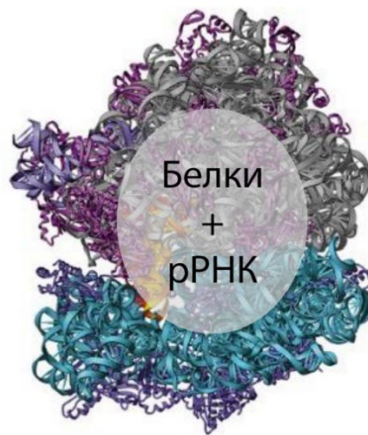
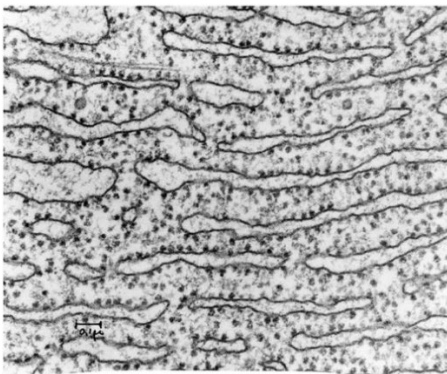
Немембранные органоиды

Органоиды, которые не ограничены собственной мембраной, состоят преимущественно из белков.

1. Рибосомы

Рибосомы — органоиды, образованные из рибосомальной РНК (рРНК) и белков примерно в равном соотношении. Состоят из большой и малой субъединиц: у бактерий небольшие рибосомы 70S* (малая 30S и большая 50S субъединицы), у эукариот крупные рибосомы 80S (малая 40S и большая 60S субъединицы).

* S — коэффициент седиментации, скорость оседания частиц при центрифугировании, зависящая от их массы.

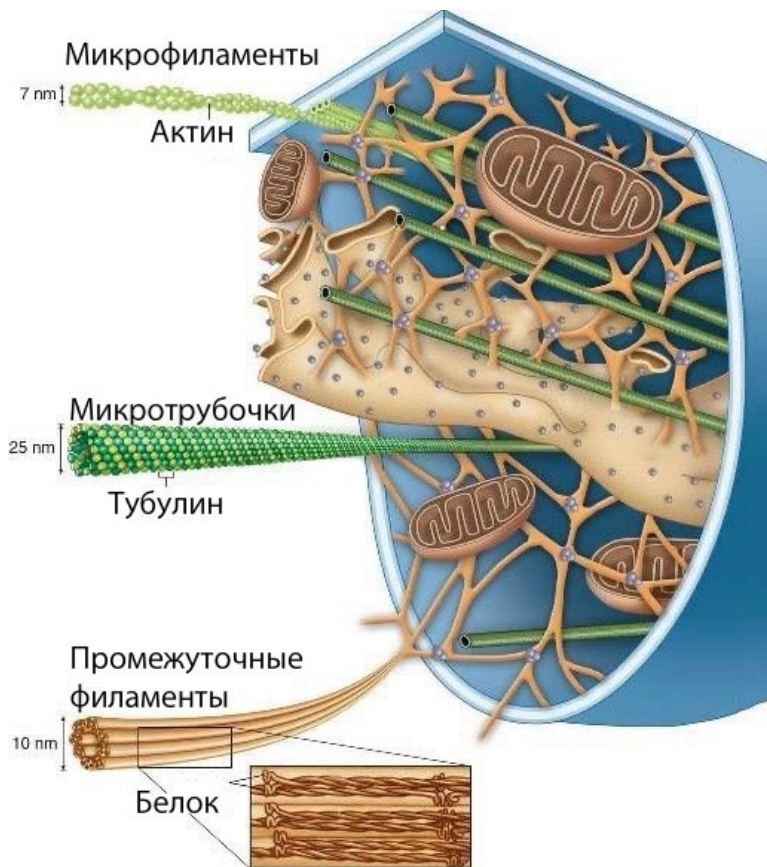


Рибосомы расположены на мембранах шероховатой ЭПС или свободно в цитоплазме. В нерабочем состоянии рибосомы диссоциированы на субъединицы, для синтеза белка субъединицы объединяются между собой и с молекулой иРНК.

2. Клеточный скелет (цитоскелет)

Клеточный скелет — опорно-двигательная система клетки, состоящая из **микротрубочек**, актиновых филаментов (**микрофиламентов**) и **промежуточных филаментов**.





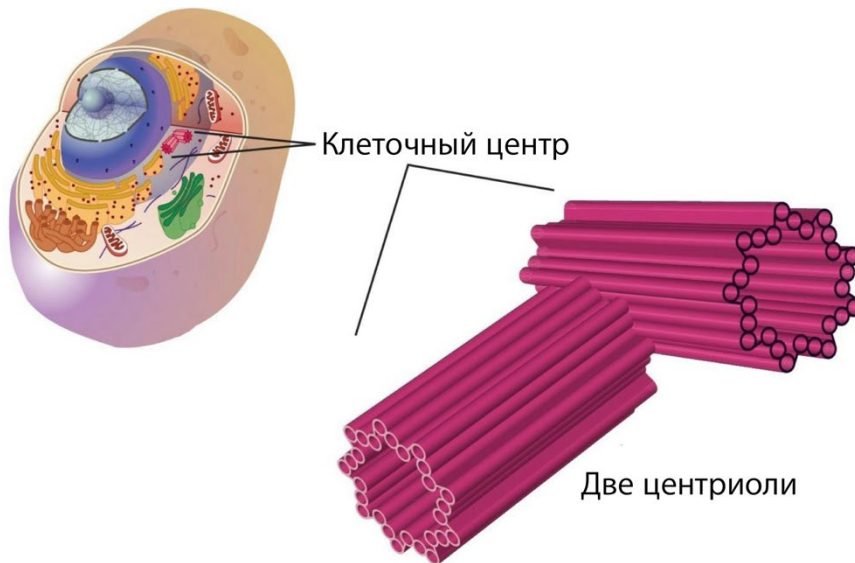
Функции:

1. **Каркас** — промежуточные филаменты ветвятся внутри клетки и поддерживают её структуру, также эту функцию выполняют микротрубочки. Микрофиламенты определяют изгибы мембраны.
2. **Транспорт органоидов** — везикулы двигаются по рельсам- микротрубочкам.
3. **Закрепление органоидов** — промежуточные филаменты «удерживают» органоиды и ядро.
4. **Транспорт между клетками** — плазмодесмы (цитоплазматические мостики между клетками) поддерживаются филаментами.
5. **Движение клетки** — амебоидное движение и мышечное сокращение (микрофиламенты), жгутики (микротрубочки).
6. **Деление клетки** — веретено деления из микротрубочек, сократительное кольцо из микрофиламентов.
7. **Циклоз** — движение цитоплазмы (микрофиламенты) за счет изменения её вязкости.



3. Клеточный центр (центросома)

Клеточный центр (центросома) состоит из двух перпендикулярно расположенных центриолей и связанных с ними микротрубочек. **Центриоль** — полый цилиндр, образованный из 9 триплетов (3х9) микротрубочек.



Клеточный центр характерен для клеток животных и грибов.

Функции:

1. Формирование веретена деления во время митоза и мейоза.
2. Центр организации микротрубочек (ЦОМТ).
3. Основа строения жгутиков и ресничек.

4. Органоиды движения

Реснички и жгутики — органоиды движения, представляют собой выросты цитоплазмы, снаружи окружённые плазматической мембраной. Имеют цилиндрическое строение: стенки цилиндра (аксонемы) состоят из 10 пар микротрубочек, в основании находится центриоль (базальное тельце).

Различия жгутиков и ресничек:

- Длина (жгутик длиннее);
- Тип движения (жгутики вращаются, реснички осуществляют биение, словно «гребут веслами»).

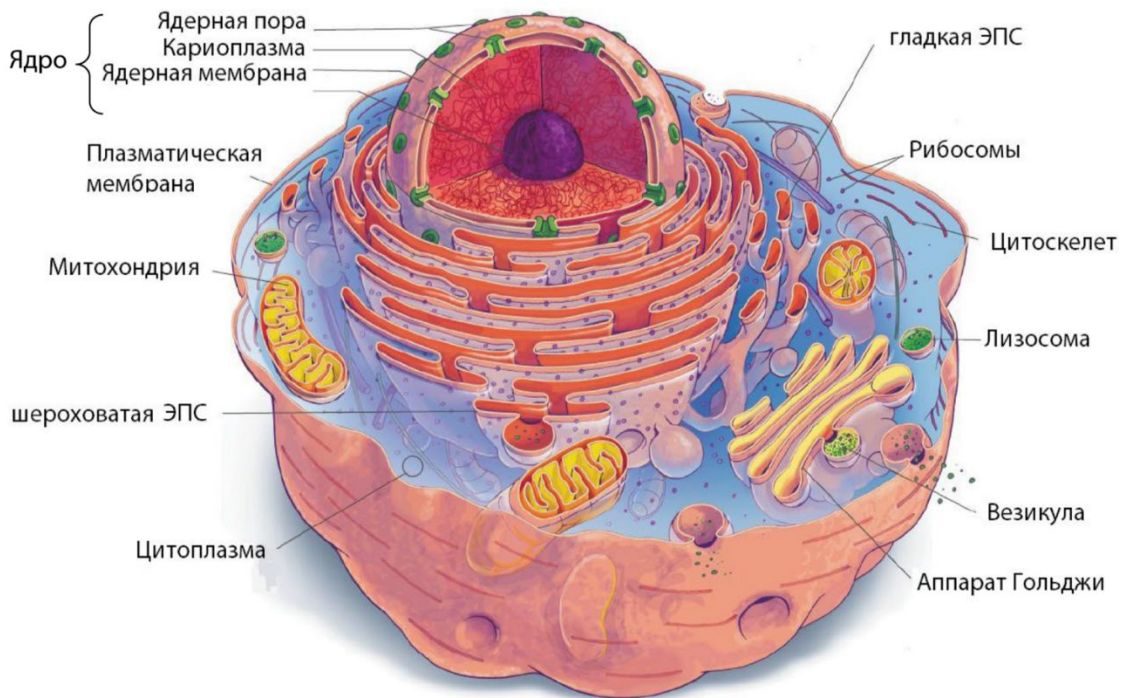
Функция — движение клетки.



Клетки эукариотических организмов

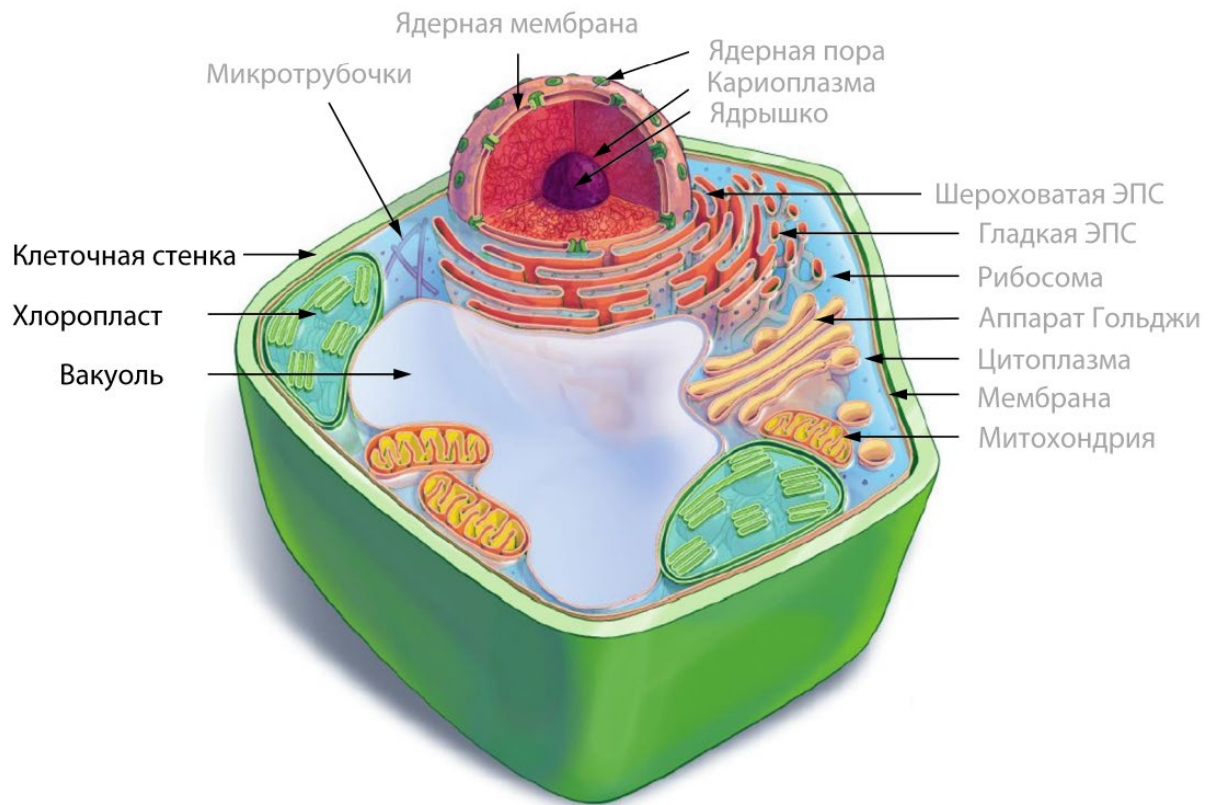
Эукариотические организмы произошли от общего предка, содержащего ядро и митохондрии.

Для формирования **животной клетки** к такому предшественнику необходимо добавить клеточный скелет.



А чтобы получить **растительную клетку**, добавим хлоропласты, клеточную стенку из целлюлозы, огромную вакуоль с клеточным соком и уберём клеточный центр. Для таких клеток важен циклоз — движение цитоплазмы внутри клетки.





Для конструирования **грибной клетки** нам тоже нужны вакуоли и клеточная стенка, но последняя будет состоять из хитина. Клетки грибов отличаются от клеток растений наличием клеточного центра, а от клеток животных — наличием клеточной стенки и крупных каплевидных вакуолей.



Сводная таблица «Свойства клеток разных эукариотических царств».

	Растения	Животные	Грибы
Оболочка	Из целлюлозы	Нет ✗	Из хитина
Гликокаликс	Нет ✗	Есть ✓	Нет ✗
Фагоцитоз	Нет ✗	Есть ✓	Нет ✗
Пластиды	Есть ✓	Нет ✗	Нет ✗
Тип питания	Автотрофное	Гетеротрофное	Гетеротрофное
Вакуоль	Крупная, заполнена клеточным соком	Мелкие, пищеварительные, сократительные	Обычно небольшие, заполнены клеточным соком
Центриоли	У низших	Есть	Есть
Запасной полисахарид	Крахмал	Гликоген	Гликоген

