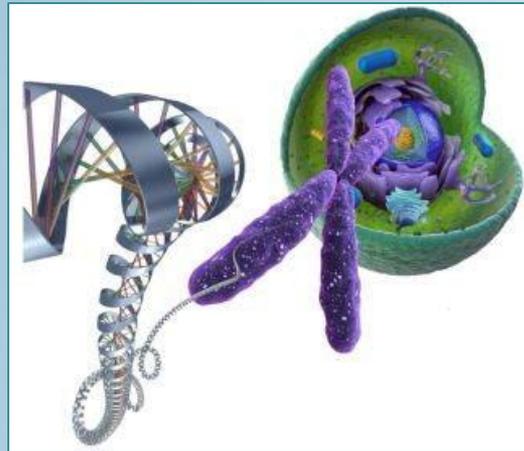
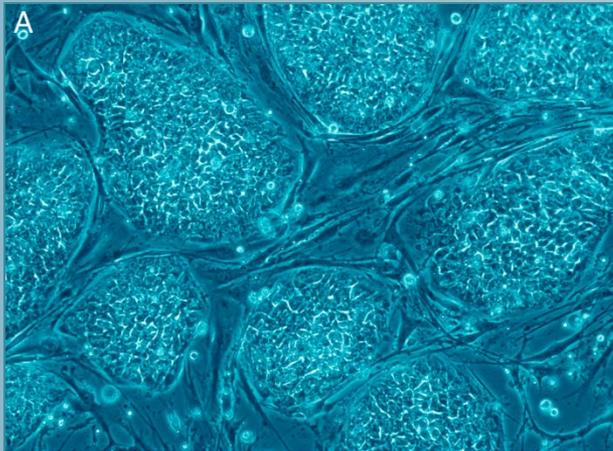


Раздел 2. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ



План изучения раздела

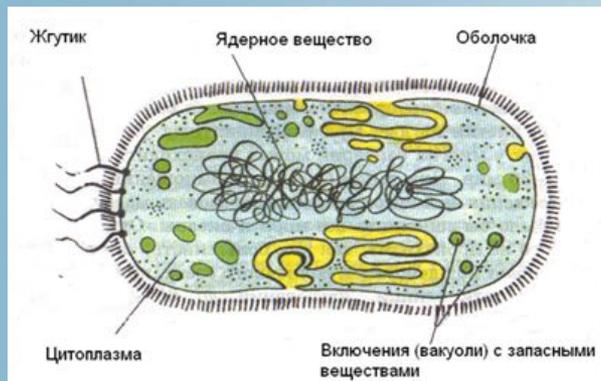
1. Клеточная теория. Классификация клеток.
2. Морфофункциональная организация клетки.
3. Строение и функции хромосом человека.
Классификация хромосом. Кариотип человека
4. Жизненный цикл клетки. Митоз и мейоз.
5. Гаметогенез.

КЛЕТКИ

Прокариотические

не имеют оформленного ядра и мембранных органоидов

Бактерии, сине-зеленые водоросли



Эукариотические

имеют оформленное ядро и мембранные органоиды

Растения, животные, грибы



Клеточная теория

- Первое описание клетки – Р. Гук (1665 г.).
- Формулировка клеточной теории – Т. Шванн, М. Шлейден (1838 – 1839 г.).
- Дополнение клеточной теории – Р. Вирхов (1855 г.)



Роберт Гук
(1635 г.- 1703 г.)



Теодор Шванн



Маттиас Якоб Шлейден

Рудольф Вирхов:
«*Omnis cellula e
cellula*»
(Всякая клетка
от клетки)

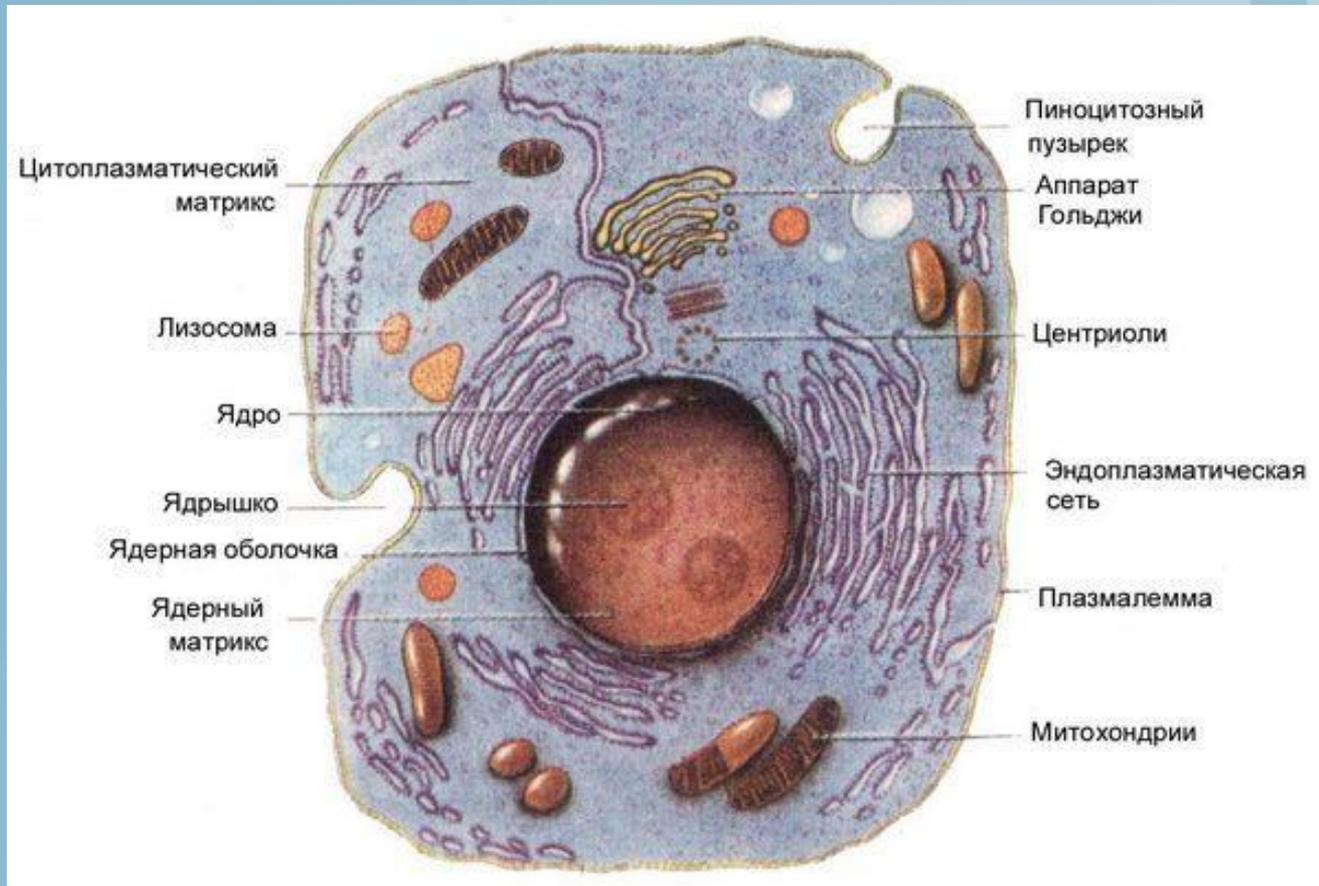


ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ТЕОРИИ:

- **Клетка представляет собой самовоспроизводящуюся химическую систему.** Для того, чтобы поддерживать в себе необходимую концентрацию химических веществ, эта система должна быть физически отделена от своего окружения, и вместе с тем должна обладать способностью к обмену с этим окружением, т.е. способностью поглощать вещества, которые ей требуются, и выводить «отходы».
- **Клетка – элементарная единица развития живого организма.** Каждая новая клетка образуется в результате деления исходной клетки. Все живые организмы развиваются из одной или группы клеток.
- **Клетка – структурная единица живых организмов.** Все живые организмы, кроме вирусов и фагов, состоят из клеток. Клетки одноклеточных и многоклеточных животных и растительных организмов сходны по своему строению, химическому составу, принципам жизнедеятельности.
- **Клетка – функциональная единица в многоклеточном организме.** В нем клетки специализируются на выполнении определенных функций, объединены в органы и ткани, функционально связанные системы. Различают соматические клетки – клетки тела и генеративные – половые клетки. Все живые организмы, благодаря присущему им первичному свойству наследственности сохраняют в ряду поколений характерные для них черты, т.е. воспроизводят себе подобных и передают эту преемственность из поколения в поколение в процессе размножения.

Клетка – живая элементарная система, способная к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению.

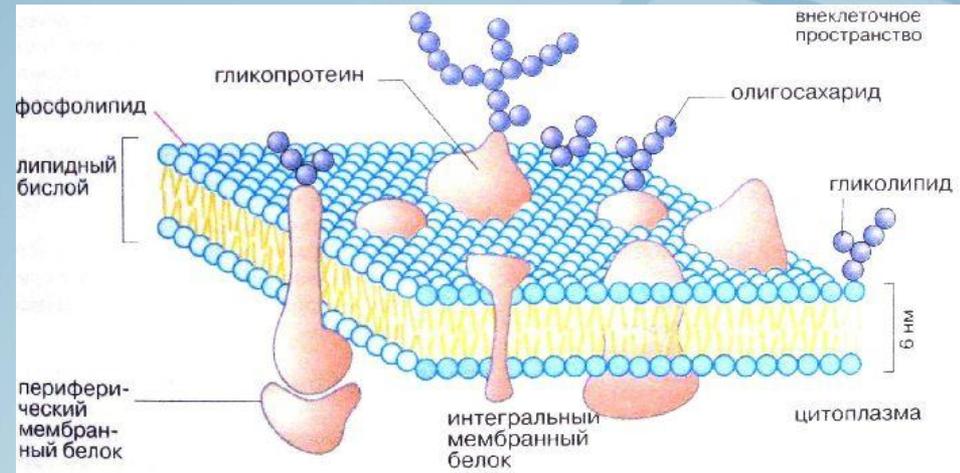
Морфофункциональная организация клетки



Клеточная мембрана

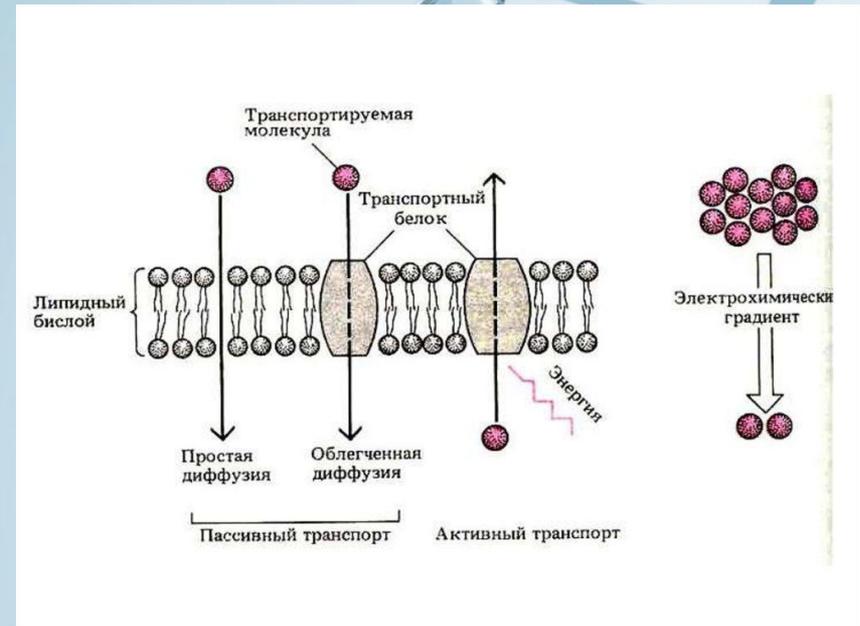
Строение:

- Двойной слой молекул липидов,
- Молекулы белков,
- Углеводы (гликопротеины и гликолипиды).



Функции:

1. Отделяет клеточное содержимое от внешней среды;
2. Обмен веществ между клеткой и внешней средой;
3. Защита клетки.



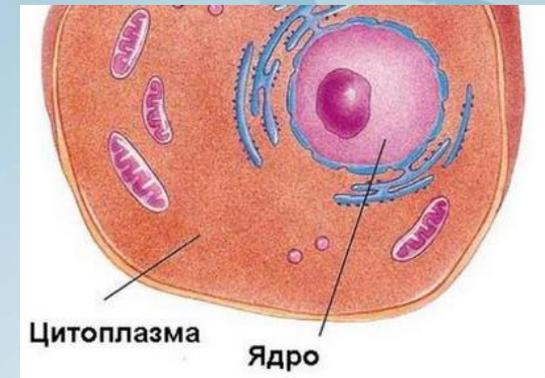
Цитоплазма от греч. κύτος «клетка» и πλάσμα - «содержимое»

Строение:

бесцветная коллоидная масса, включающая раствор неорганических и органических веществ. Оно называется гиалоплазмой (матриксом). Состав: вода 85%, белки 10%, другие соединения 5%.

Функции:

- А. среда для биохимических процессов.
- Б. обеспечивает взаимосвязь между отдельными структурами клетки.



Эндоплазматическая сеть

Строение:

Мембраны, образующие систему плоских разветвленных каналов, пронизывающих цитоплазму.

Гладкая ЭПС – без рибосом.
Шероховатая ЭПС – содержит рибосомы.

Функции:

1. транспорт веществ по клетке и между соседними клетками.
2. синтез белков (шероховатая ЭПС).

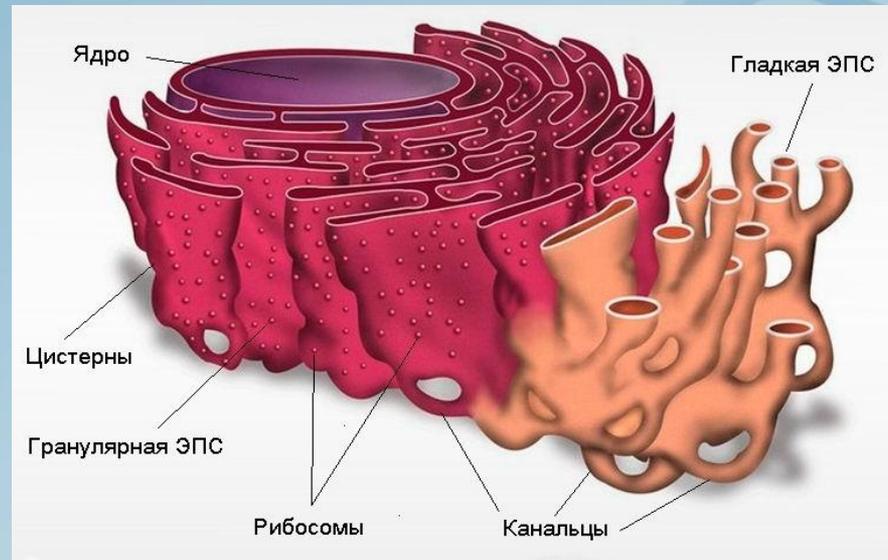


Рис. 26. Гранулярная ЭПС

Электронная микрофотография

(по Н.Г.Буркит, В.Young, J.W.Heath)

1 — гранулярная ЭПС: совокупность мембранных структур — плоских мешков (цистерн), вакуолей и трубочек.

Со стороны гиалоплазмы мембраны покрыты мелкими гранулами — рибосомами.

Здесь проходит синтез **экспортных и мембранных** белков.

2 — ядро,
3 — ядерная оболочка,
4 — митохондрия.

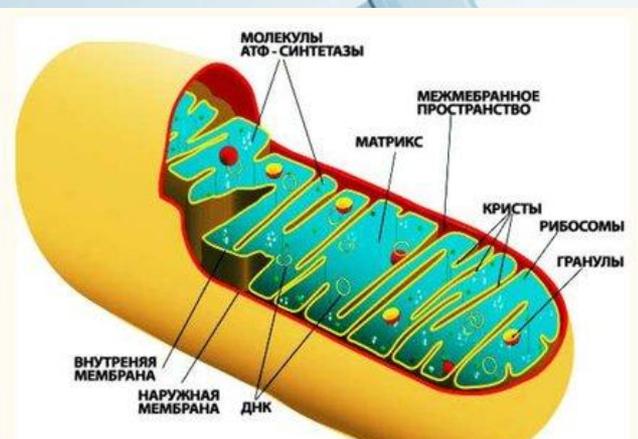
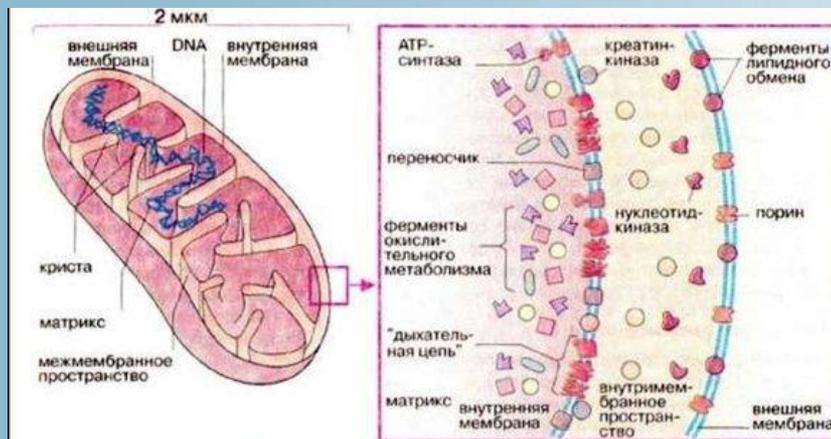
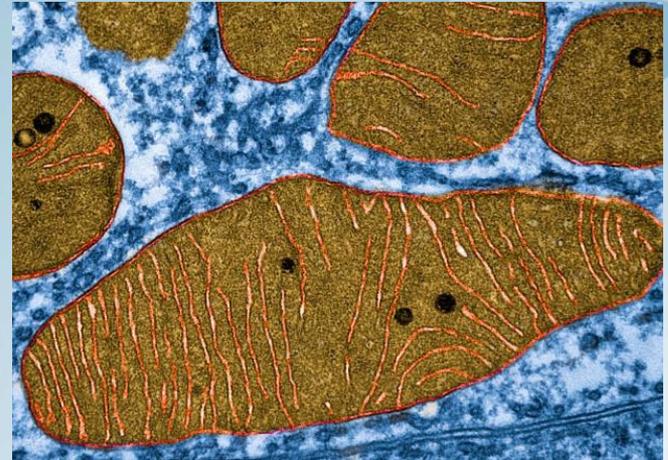


Митохондрии

Строение:

сферической или палочковидной формы. Состоят из 2 мембран и внутреннего содержимого – матрикса. Матрикс – однородное или тонкозернистое вещество, содержит молекулы ДНК, специфические РНК, ферменты, гранулы солей кальция и магния. Наружная мембрана гладкая, внутренняя – шероховатая, образует выросты (кристы).

Функции: 1. выработка энергии,
2. аэробное клеточное дыхание.

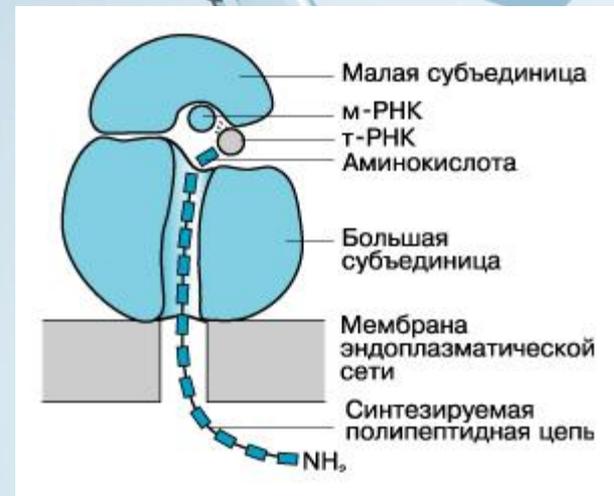
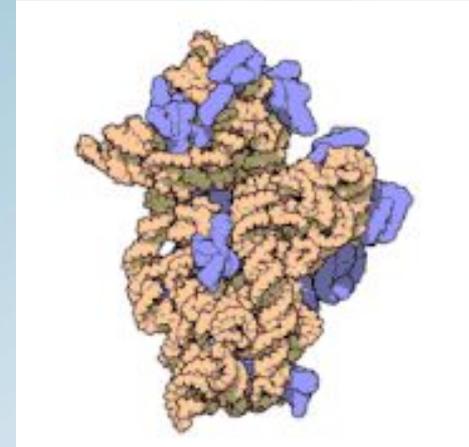


Рибосомы

Строение:

Субмикроскопические гранулы, расположенные на мембранах ЭПР или свободно в цитоплазме. В активном состоянии состоят из двух субъединиц – большой и малой.

Функция: синтез белка



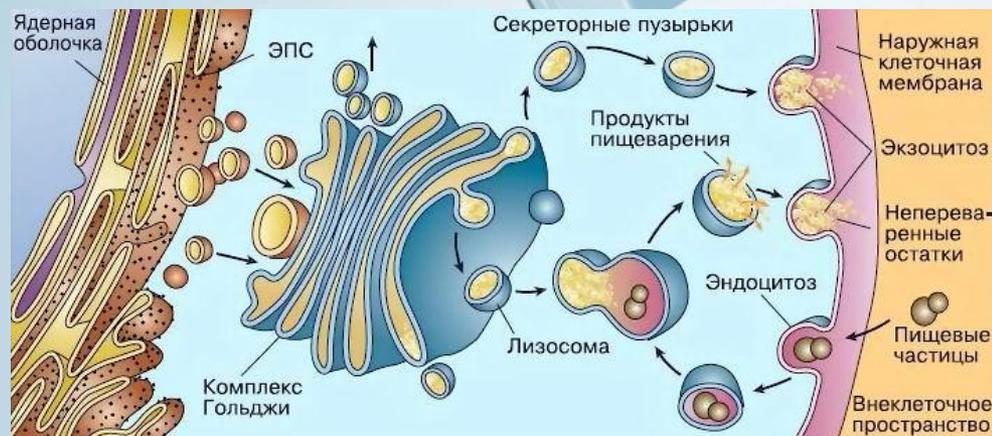
Аппарат Гольджи

Строение:

Состоит из уплощенных дисковидных мембранных полостей и пузырьков, отделившихся от них.

Функции:

1. накопление и химическая модификация продуктов клеточного обмена и поступивших извне веществ (в полостях).
2. транспорт веществ (в пузырьках).

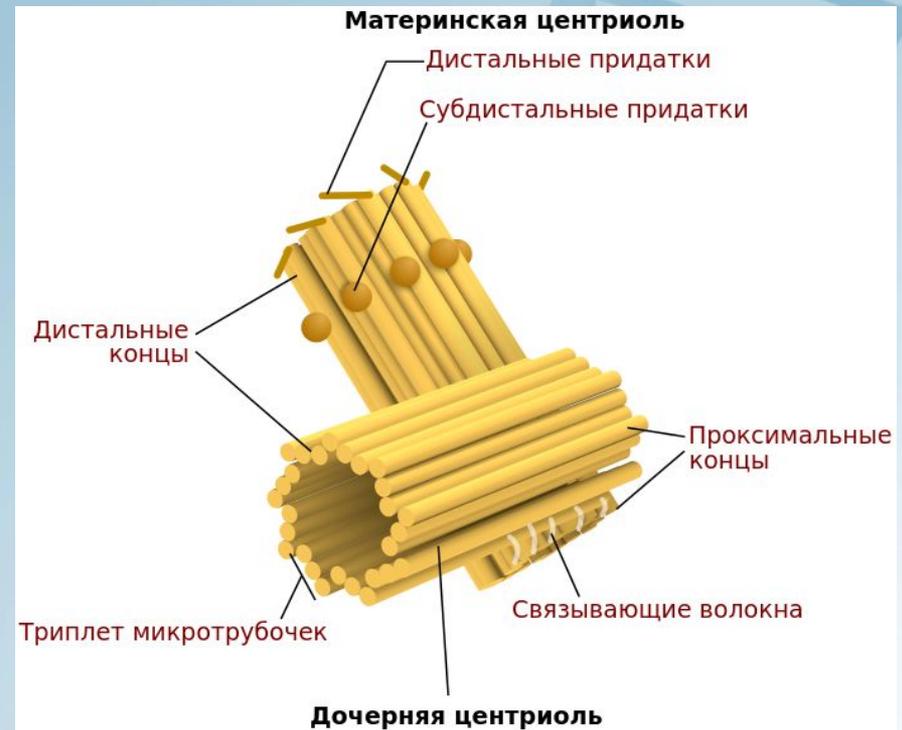


Центросома (клеточный центр)

Строение:

Состоит из двух центриолей, перпендикулярных друг другу. Центриоль – полый цилиндр, стенки которого образованы микротрубочками.

Функция: Формирование митотического веретена деления клетки.



Ядро

Строение:

Шаровидная или яйцевидная форма.

А. **Хроматин** – вещество, хорошо воспринимающее красители. Состоит из ДНК и белков. Во время митоза происходит максимальная конденсация хроматина с образованием хромосом.

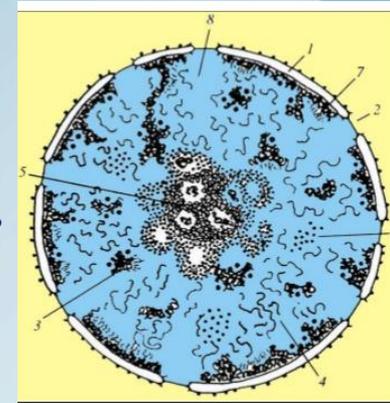
Б. **Ядрышко** – самая плотная структура ядра.

В. **Оболочка** из двух мембран. Имеются поры.

Г. Содержимое ядра – **нуклеоплазма** (ядерный сок), желеобразный матрикс.

Функции:

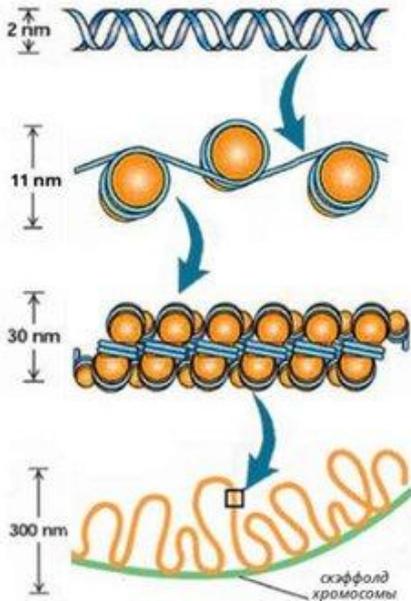
1. Важнейшая структурная часть клетки.
2. Является носителем наследственной информации и местом, где осуществляется ее функционирования и воспроизведение.
3. Является регулятором всей жизнедеятельности клетки.
4. В ядрышке образуются рРНК и рибосомы.



- 1 – ядерная оболочка (две мембраны – внутренняя и внешняя – и перинуклеарное пространство),
- 2 – ядерная пора,
- 3 – хроматин конденсированный,
- 4 – хроматин диффузный,
- 5 – ядрышко,
- 6 – гранулы,
- 7 – фибриллы,
- 8 – кариоплазма

КОМПАКТИЗАЦИЯ ДНК

Согласно новым исследованиям не существует

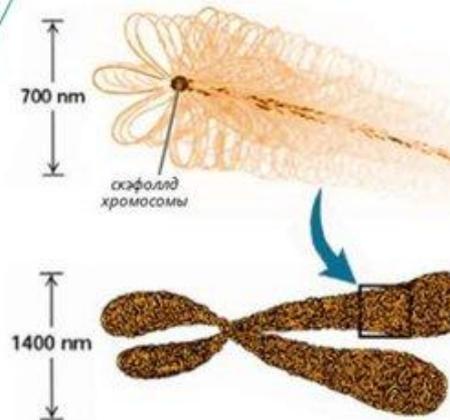


Участок двойной спирали ДНК

Нуклеосомный уровень
ДНК намотана на белковые "бусины" - белки - гистоны с образованием нуклеосомной нити.

Соленоидный уровень
Скручивание нуклеосомной нити с образованием хроматинового волокна - фибриллы. Компактная укладка "бусин" по типу соленоида или супербида.

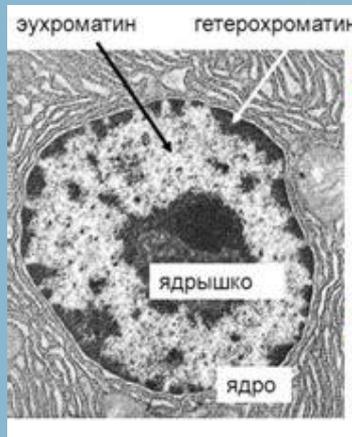
Петлевой уровень
Упаковка хроматиновых фибрилл петлями. Петли фиксируются специальным белковым матриксом (скаффолд).



Доменный уровень
Образование петельных доменов, которые своим основанием прикрепляются к белковому матриксу в SAR (scaffold attachment regions) областях - фрагментах ДНК с высоким содержанием А/Т пар нуклеотидов.

Хромосомный уровень
последний (высший) уровень компактизации ДНК. Митотическая хромосома, состоящая из двух хроматид.

Хроматин – комплекс ДНК и белков (гистонов и негистонов)



ХРОМАТИН

Эухроматин (слабо
конденсированный,
активный)

Гетерохроматин (сильно
конденсированный,
неактивный)

Факультативный
(содержит гены, не
активные в данной
клетке в данное время)

Конститутивный
(структурный)
(не содержит генов)

Строение хромосом

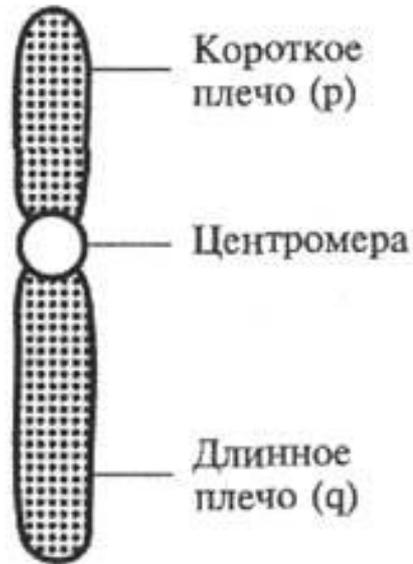


Рис. III.1. Схематическое изображение хромосомы



Рис. III.2. Зависимость формы хромосом от положения центромеры

ХРОМОСОМНЫЙ НАБОР ЧЕЛОВЕКА

Гаплоидный

n (23 хромосомы)

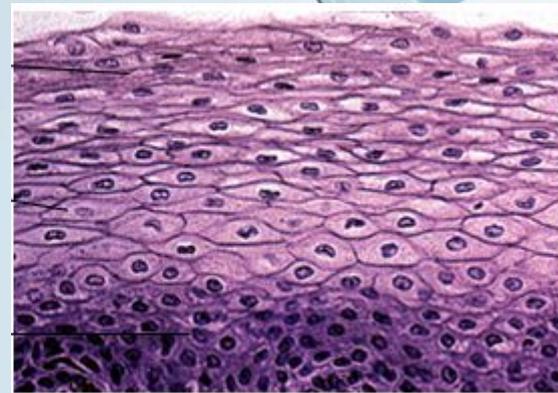
В половых клетках



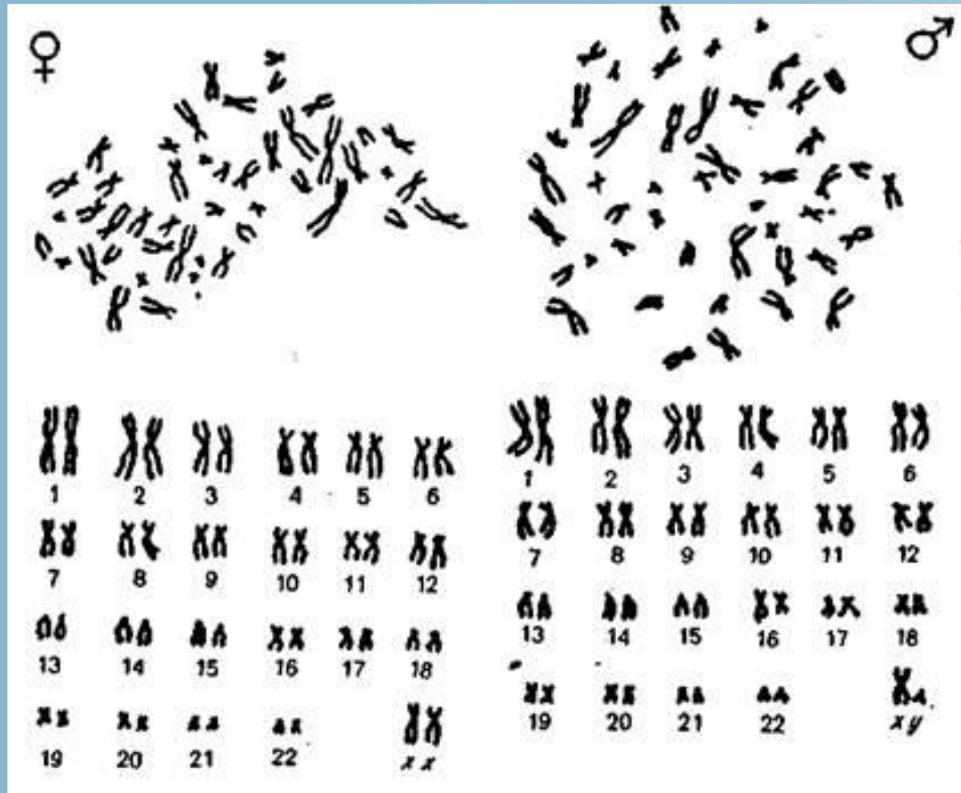
Диплоидный

$2n$ (46 хромосом)

В соматических клетках



Кариотип – совокупность признаков хромосомного набора организма: форма хромосом, их количество, размеры, состав ДНК, характерные для каждого вида.

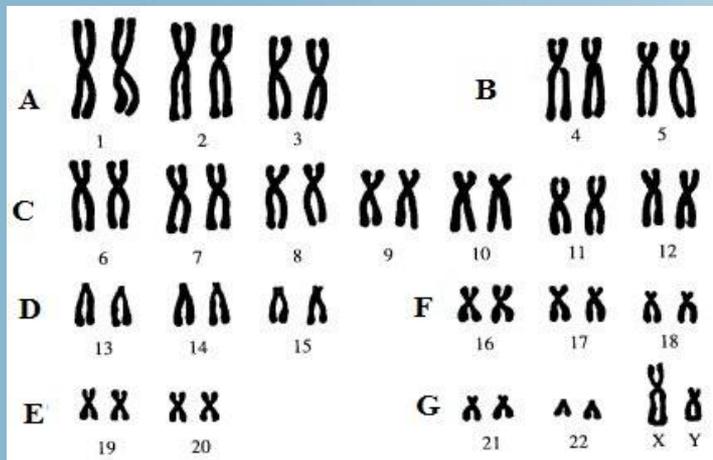


Аутосома – любая неполовая хромосома (22 пары у человека).
Половые хромосомы – хромосомы, определяющие пол индивида (X- или Y-хромосомы, 1 пара).

Классификации хромосом

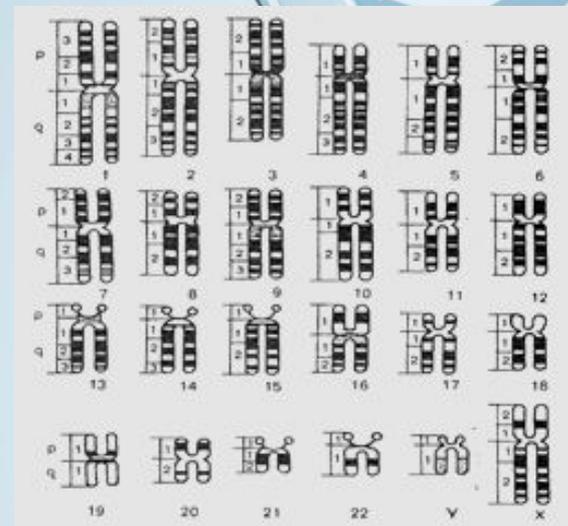
Денверская классификация (1960 г.)

Хромосомы делят на группы (А, В, С, D, E, F, G), учитывая размеры и положение центромеры.



Парижская классификация (1960 г.)

Проводится дифференциальное окрашивание хромосом, каждая хромосома приобретает свой характерный рисунок или цвет. Каждой хромосоме присвоен номер.



Жизненный цикл клетки

Периоды клеточного цикла

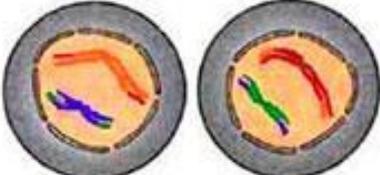
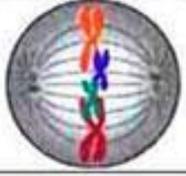
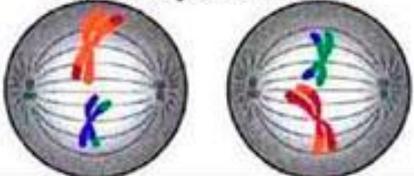
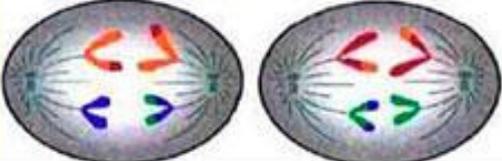
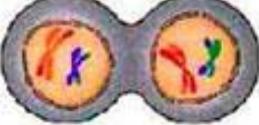


Варианты длительности клеточных циклов:

- Клетки делящиеся
- Клетки эмбриональные
- Клетки в состоянии покоя

Длительность периодов клеточного цикла делящейся клетки млекопитающего

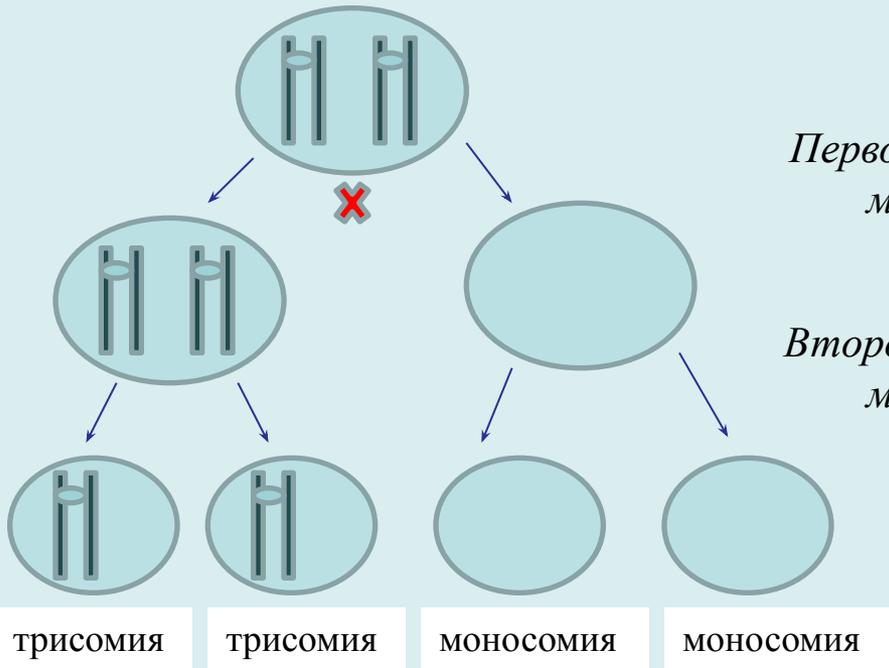
Типы деления клеток

Митоз	Мейоз	
	<i>Первое деление</i>	<i>Второе деление</i>
ПРОФАЗА $2n4c$ 	Профаза I $2n4c$ 	Профаза II , $1n2c$ 
МЕТАФАЗА $2n4c$ 	Метафаза I $2n4c$ 	Метафаза II $1n2c$ 
АНАФАЗА $4n4c$ 	Анафаза I $2n4c$ 	Анафаза II $2n2c$ 
ТЕЛОФАЗА $2n2c$ 	Телофаза I $1n2c$ 	Телофаза II $1n1c$ 

vseobiology.ru

Патология мейоза (нерасхождение хромосом)

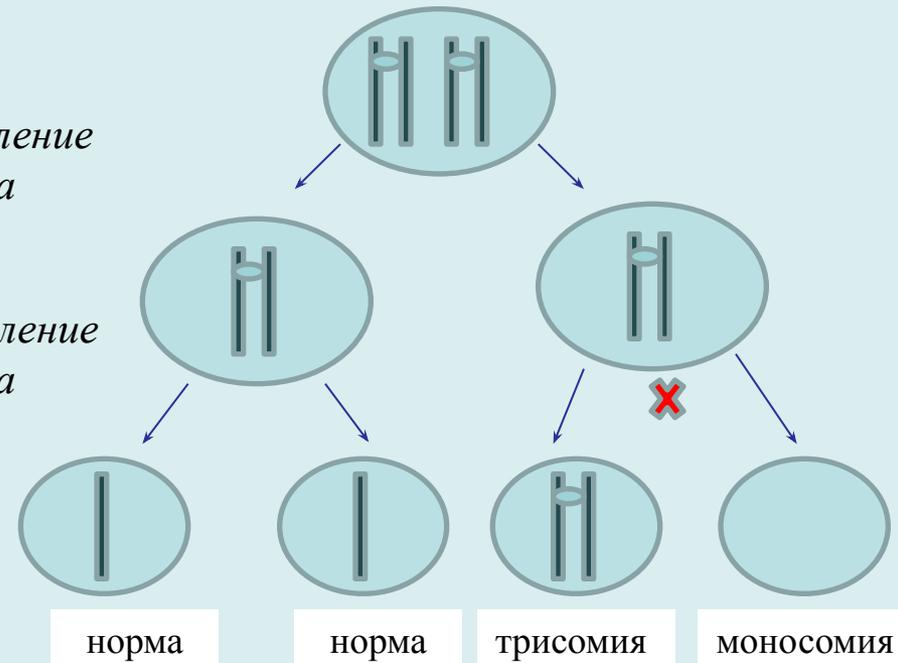
Нерасхождение хромосом
в 1-м делении мейоза



Нерасхождение хромосом
во 2-м делении мейоза

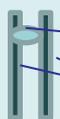
*Первое деление
мейоза*

*Второе деление
мейоза*



Обозначения:

Хромосома



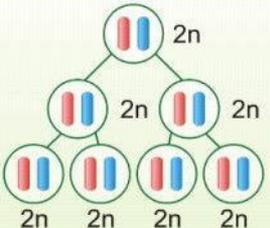
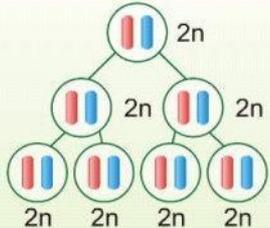
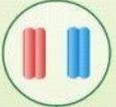
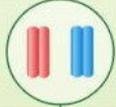
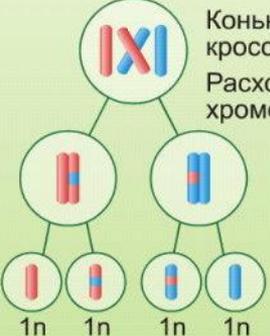
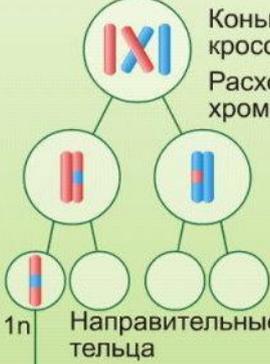
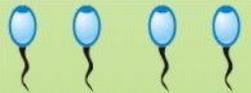
Центромера

Сестринские хроматиды



Нерасхождение хромосом

Гаметогенез – образование ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

Развитие сперматозоидов			Развитие яйцеклеток		
Стадия размножения		Митоз	Стадия размножения		Митоз
Стадия роста	 Репликация (удвоение хромосом)	Интерфаза	Стадия роста	 Репликация (удвоение хромосом)	Интерфаза
Стадия созревания	 Конъюгация, кроссинговер Расхождение хромосом Мейоз Профаза II Метафаза II Анафаза II Телофаза II	Профаза I Метафаза I Анафаза I Телофаза I	Стадия созревания	 Конъюгация, кроссинговер Расхождение хромосом Мейоз Профаза II Метафаза II Анафаза II Телофаза II 1n Направительные тельца	Профаза I Метафаза I Анафаза I Телофаза I
Стадия формирования	 Гаметы	Формирование половых клеток	Стадия формирования		Формирование половых клеток