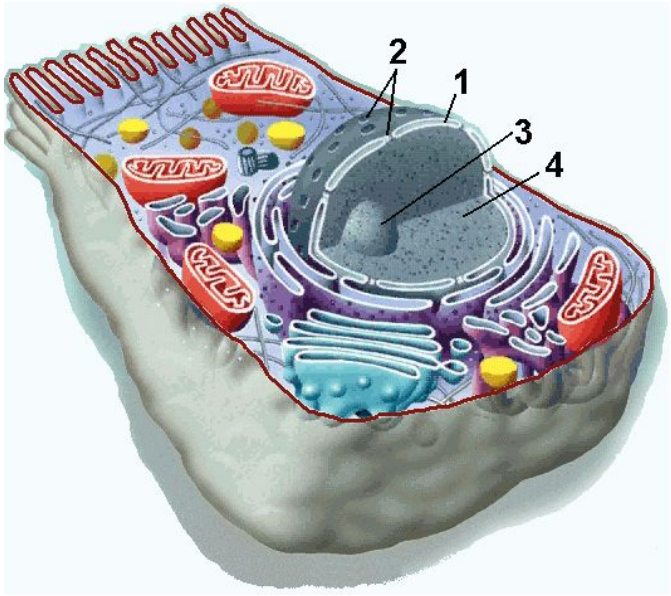
Двумембранные органоиды. Ядро



Наиболее важный органоид эукариотических клеток. Большинство клеток имеет одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки (в скелетных мышцах позвоночных). Число ядер может достигать нескольких десятков. Некоторые высокоспециализированные клетки утрачивают ядро (эритроциты млекопитающих).

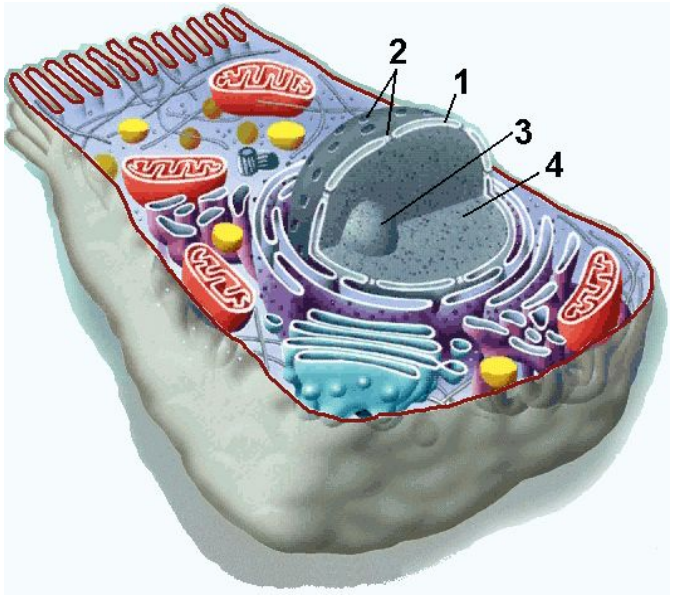
Обычно ядро имеет диаметр от 3 до 10 мкм.

Главными функциями ядра являются:

-хранение генетической информации и передача ее дочерним клеткам в процессе деления;

-контроль жизнедеятельности клетки путем регуляции синтеза различных белков.

Двумембранные органоиды. Ядро



Строение ядра.

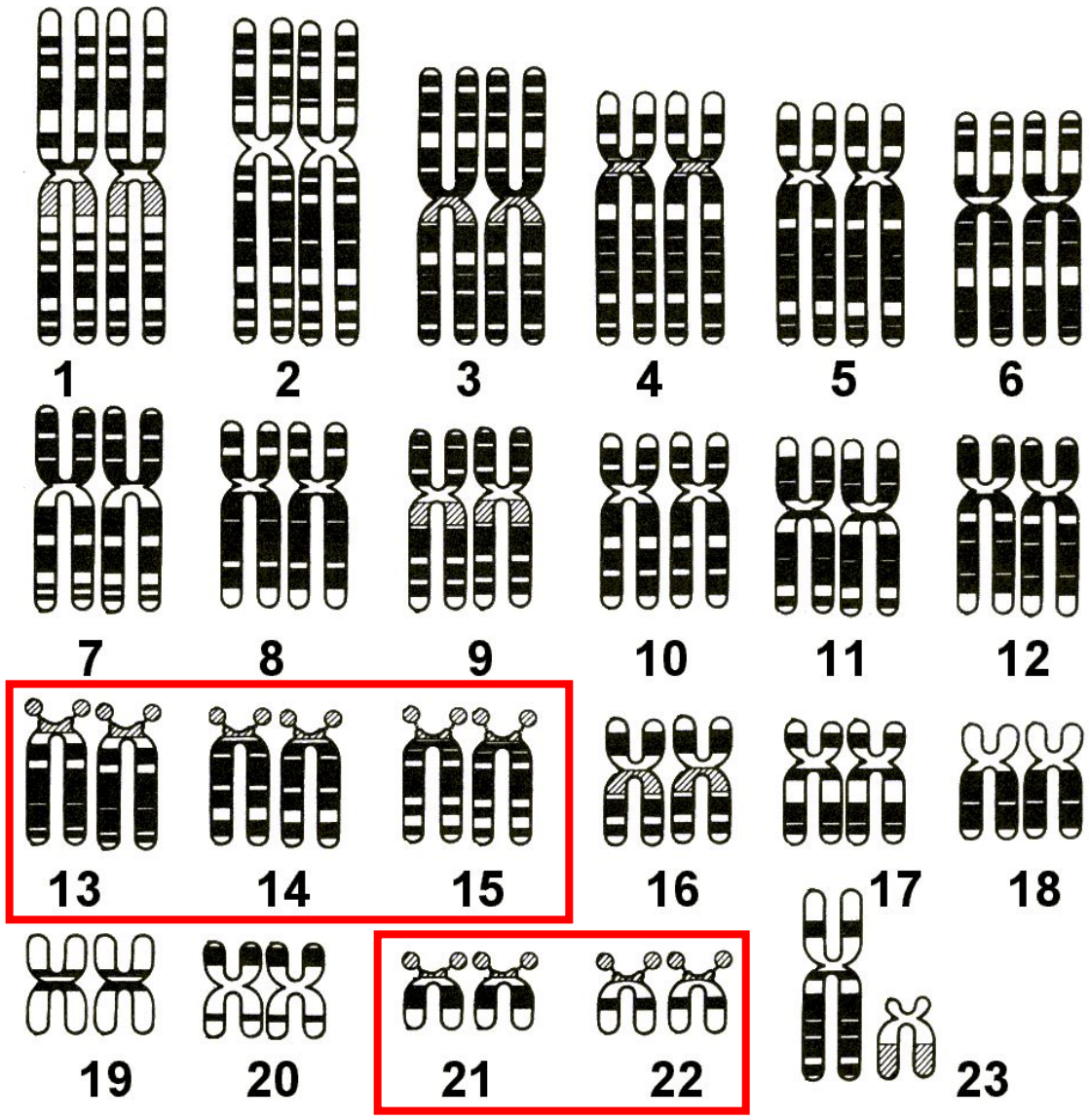
Ядерная оболочка **– состоит из двух мембран, внутренняя – гладкая, наружная в некоторых местах переходит в каналы ЭПР. Оболочка имеет поры.**

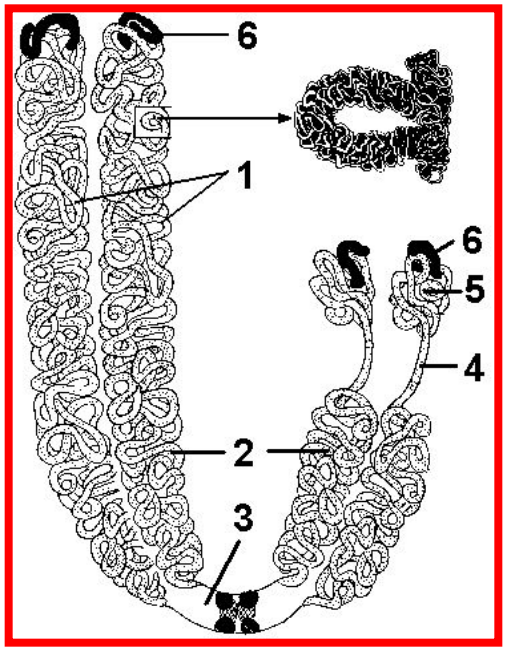
Кариоплазма **— внутреннее содержимое ядра, в котором располагаются** ***хроматин*****.**

Третья, характерная для ядра клетки структура — ***ядрышко*****.**

Ядрышко ***не является самостоятельной структурой ядра*****. Оно образуется в результате концентрации в определенном участке кариоплазмы участков хромосом, несущих информацию о структуре рРНК. Эти участки хромосом называют** ***ядрышковыми организаторами*****.**

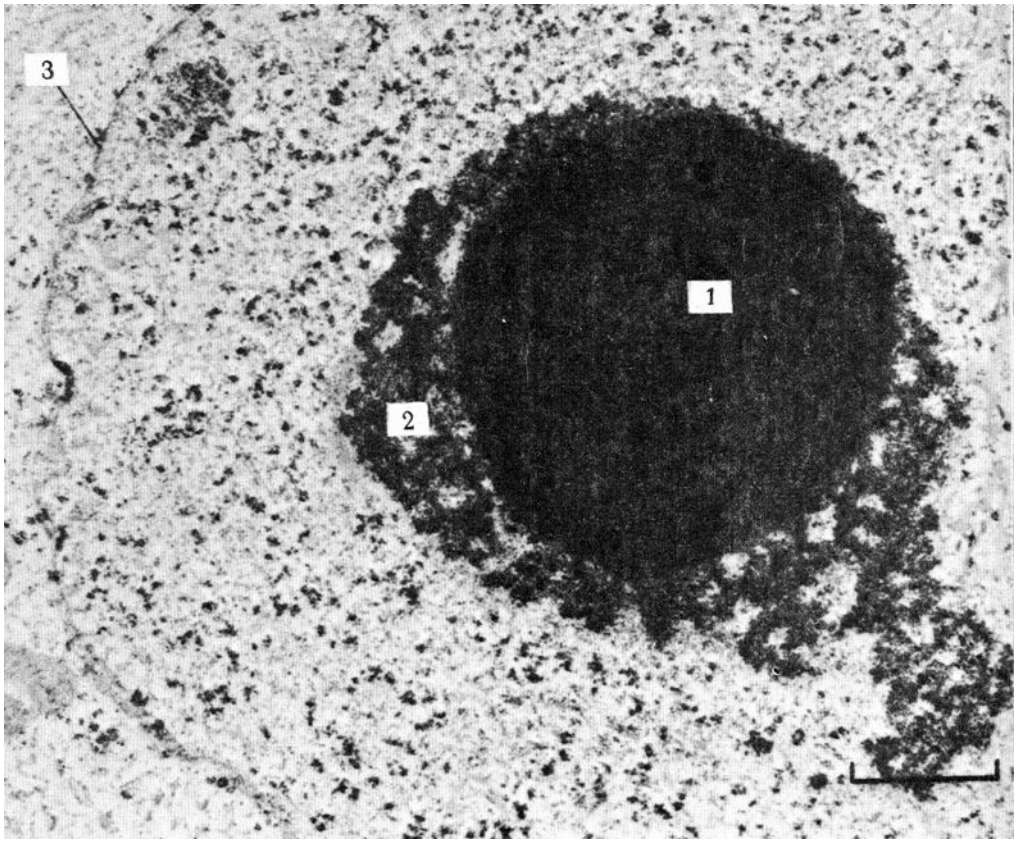
Двумембранные органоиды. Ядро





У человека 5 пар хромосом имеют ядрышковые организаторы – 13-15 и 21 и 22 пары хромосом.

Ядрышко



- **Увеличение 20000, 1 – фибриллярный компонент, 2 – гранулярный компонент, 3 – оболочка ядра**

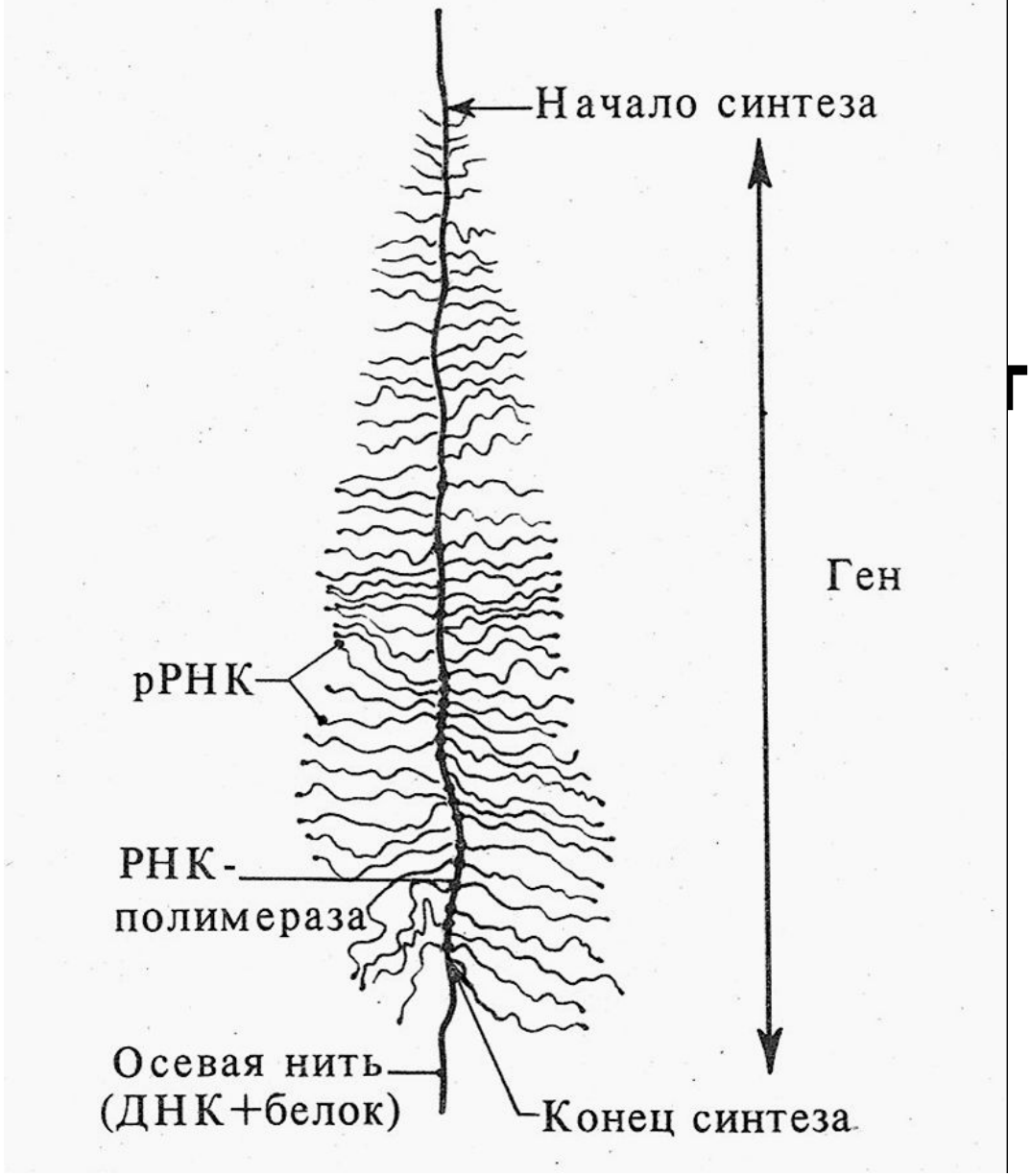
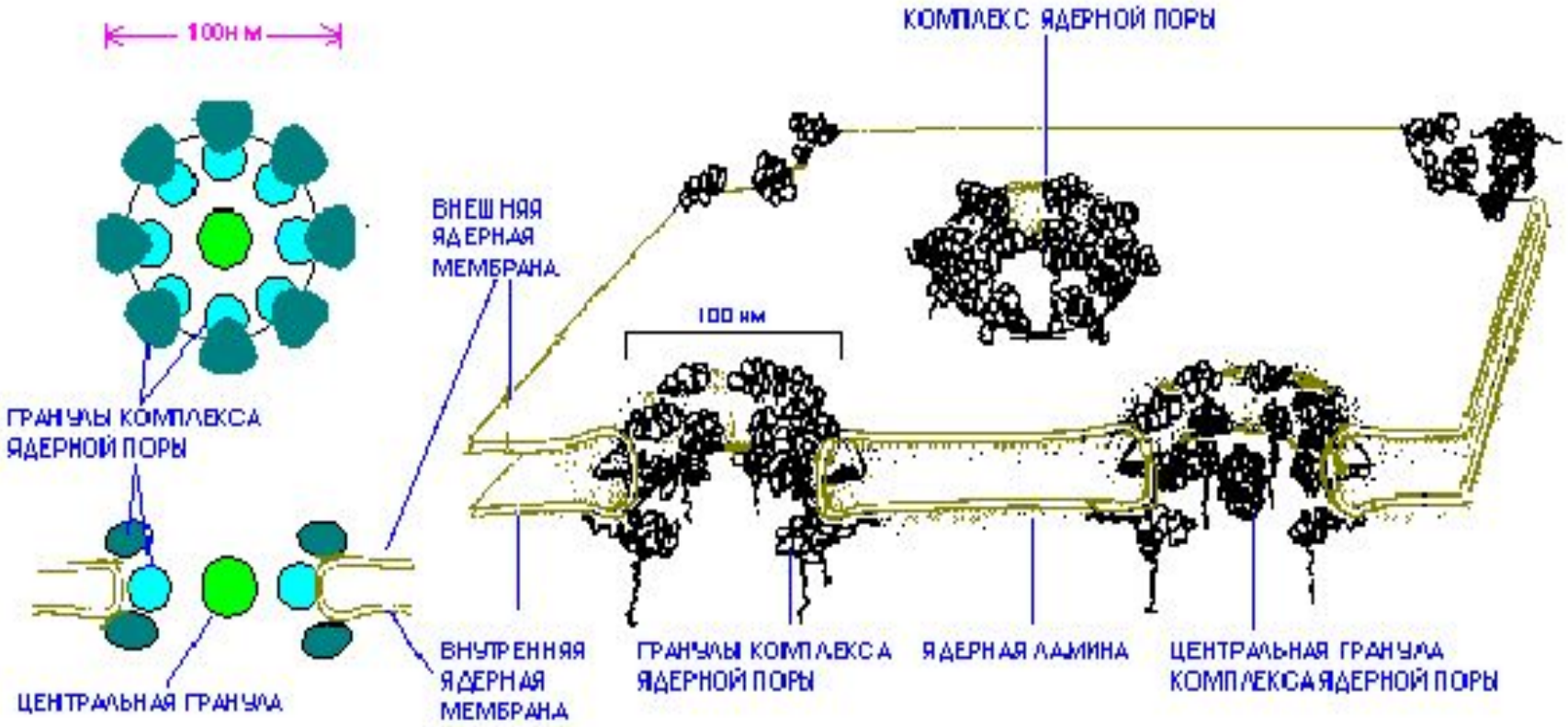


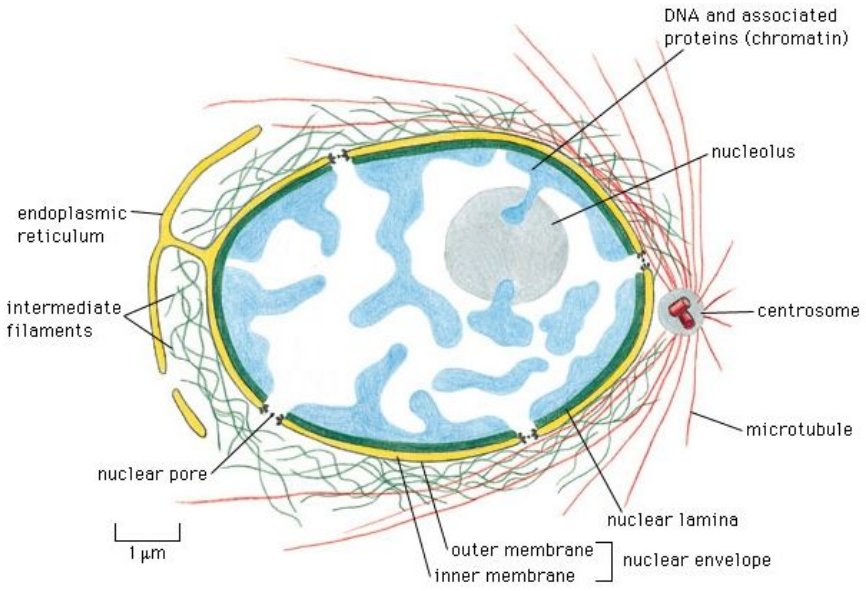
Схема транскрипции РНК

Строение ядерных пор



Обычно всего в оболочке ядра – 2000 – 4000 пор.

Двумембранные органоиды. Ядро

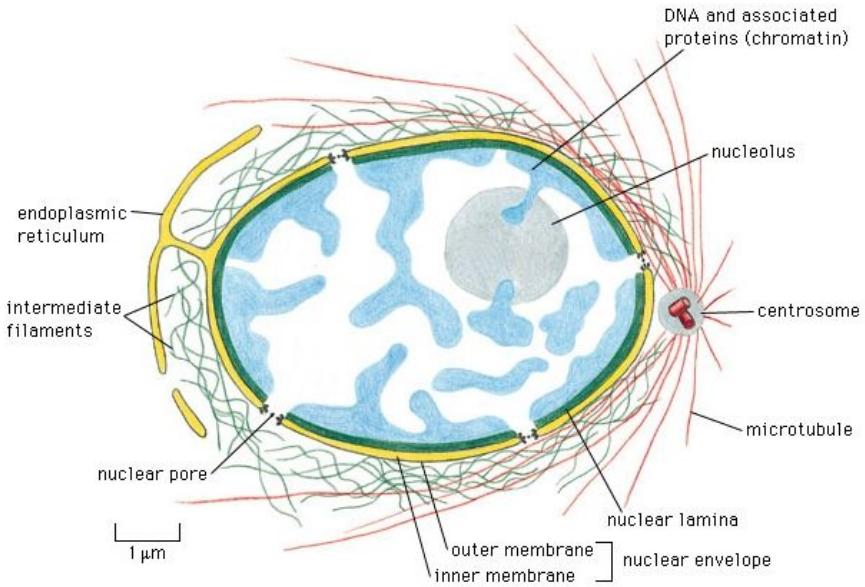


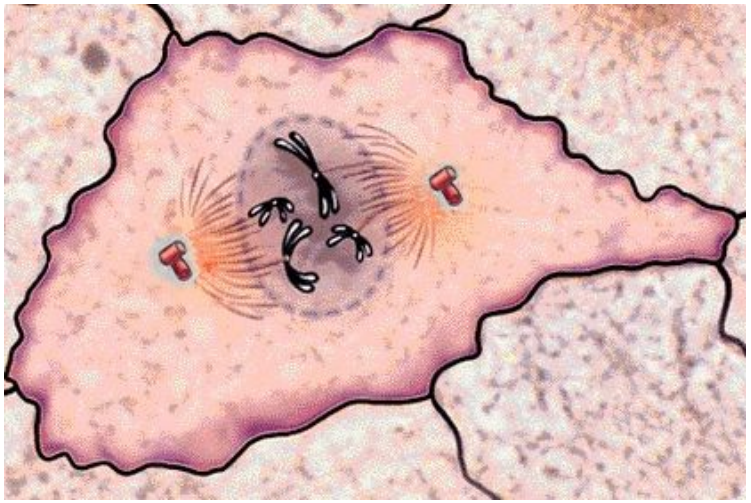
Хроматином **называют глыбки, гранулы и сетевидные структуры ядра, интенсивно окрашивающиеся некоторыми красителями и отличающиеся по форме от ядрышка. Хроматин представляет собой молекулы ДНК, связанные с белками — гистонами. В зависимости от степени спирализации различают:**

эухроматин **— деспирализованные (раскрученные) участки хроматина, имеющие вид тонких, неразличимых при световой микроскопии нитей, слабо окрашивающихся и генетически активных;**

гетерохроматин **— спирализованные и уплотненные участки хроматина, имеющие вид глыбок или гранул, интенсивно окрашивающихся и генетически не активных. (факультативный и конститутивный гетерохроматин)**

Двумембранные органоиды. Ядро

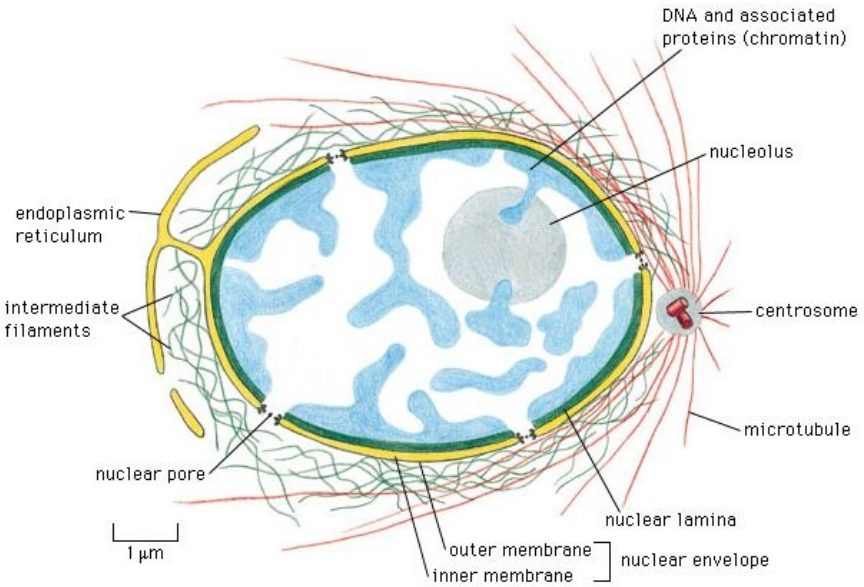


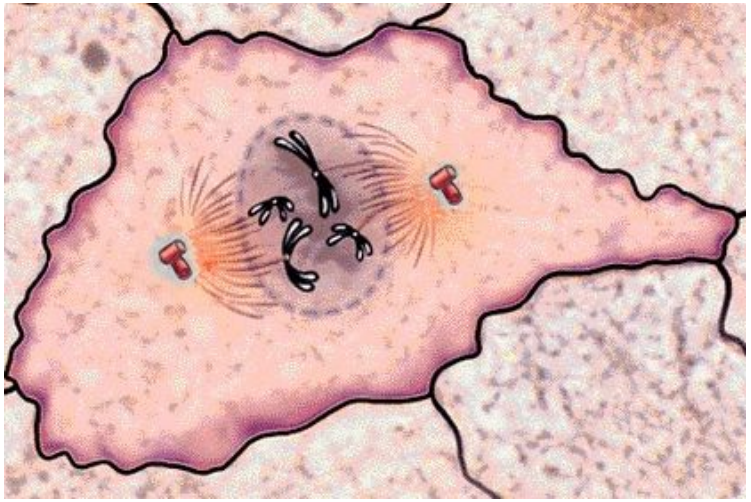


В процессе деления клеток ДНК спирализуется и хроматиновые структуры образуют хромосомы.

Хромосомами называются постоянные компоненты ядра клетки, органоиды ядра, имеющие особое строение, способные к самовоспроизведению.

Двумембранные органоиды. Ядро



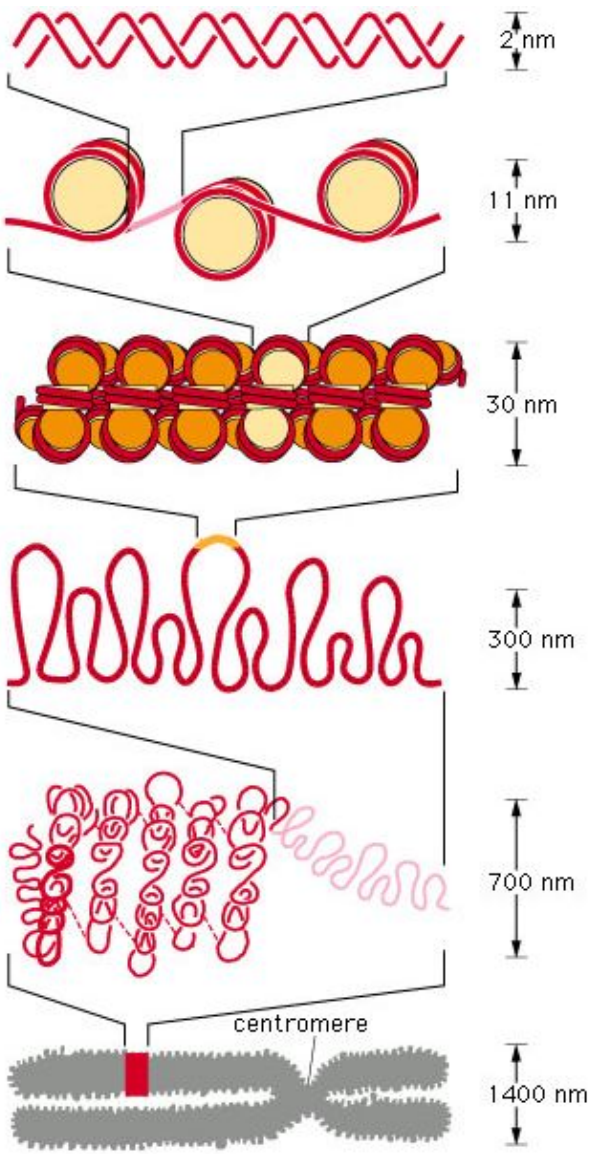


Главными химическими компонентами хромосом являются *ДНК (40%)* и *белки (60%).*

Во время деления клетки спирализацией достигается плотная упаковка наследственного материала, что важно для перемещения хромосом во время митоза. Общая длина ДНК клетки человека — 2 метра, совокупная же длина всех хромосом клетки — всего лишь 150 мкм. длина хромосомы человека за счёт всех уровней укладки сокращается, в итоге, в 10.000 раз

Хромосома перед делением состоит из двух *хроматид.* В процессе митоза они разойдутся в дочерние клетки и станут самостоятельными хромосомами.

Упаковка генетического материала



1. *Молекула ДНК.*
2. *Нуклеосомная нить*, ДНК закручена на нуклеосомы, состоящие из 8 белковых молекул (H2A, H2B, H3, H4 – по две молекулы каждого вида гистонов).
3. *Хроматиновая фибрилла* (нуклеомерная нить) образуется в результате взаимодействия молекул гистона H1, который спирально сближает нуклеосомы.
4. Интерфазная *хромонема*, в образовании которой принимают негистоновые кислые белки, образующие петли. Вероятно, каждая петля – функциональная единица генома.
5. *Хроматида*, образованная в результате спирализации хромонемы.

Схема строения метафазной хромосомы

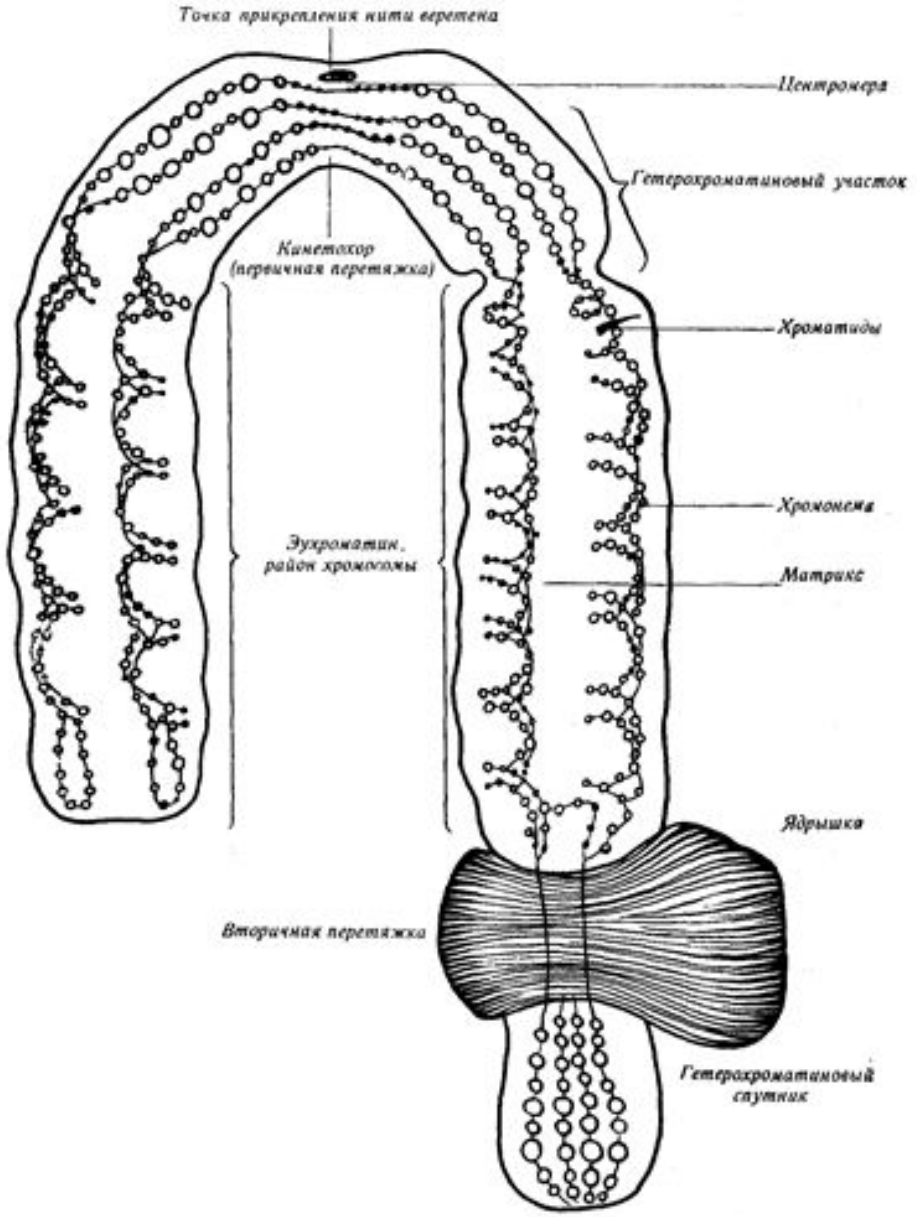


Рис. 24. Схема строения метафазных хромосом.

фотографии гомологичных хромосом по мере возрастания их размеров называются идиограммой кариотипа.

- **У человека на идиограмме кариотипа среди 46 хромосом различают три типа хромосом в зависимости от положения в хромосоме центромер:**
- **1. Метацентрические — центромера занимает центральное положение в хромосоме, оба плеча хромосомы имеют почти одинаковую длину;**
- **2. Субметацентрические — центромера располагается ближе к одному концу хромосомы, в результате чего плечи хромосомы разной длины.**

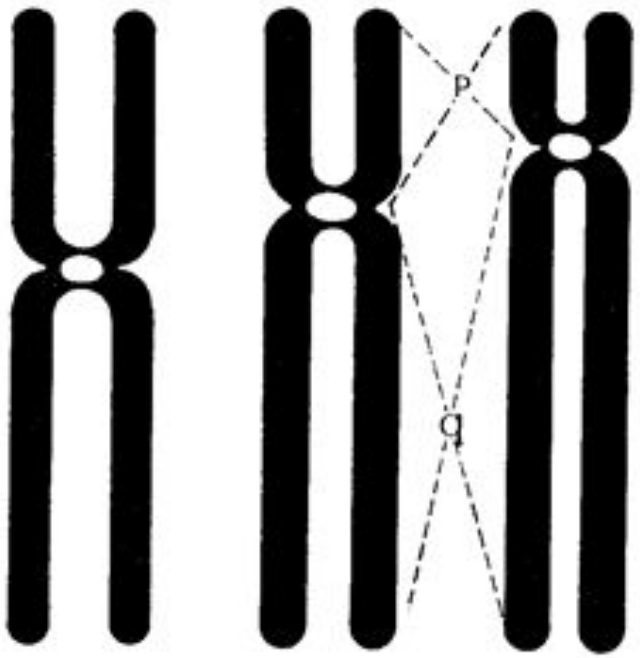


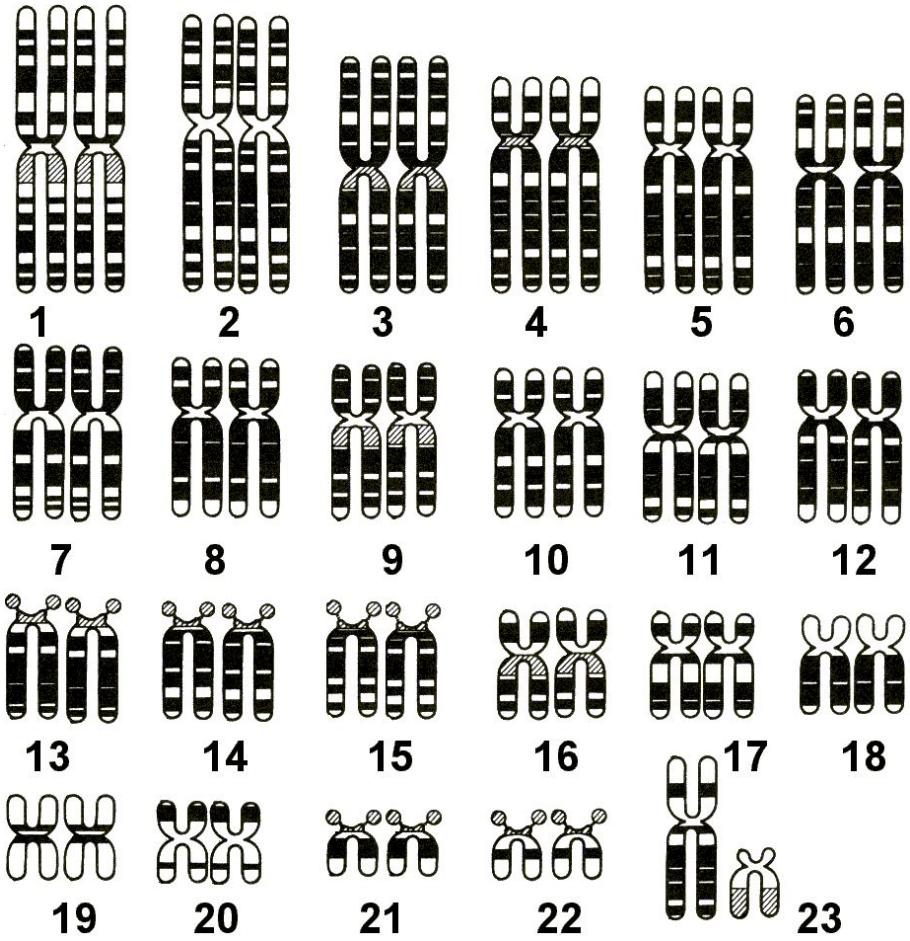
Рис. 26. Виды метафазных хромосом человека: *p* — короткое плечо, *q* — длинное плечо.

3. Акроцентрические — центромера находится у конца хромосомы. Одно плечо очень короткое, другое длинное.

Классификация хромосом человека по размеру и расположению центромера (Денвер, 1960, США)

Группа хромосом	Номер по кариотипу	Характеристика хромосом
A(I)	1,2,3	1 и 3 почти метацентрические и 2—крупная субметацентрическая
B (II)	4,5	крупные субакроцентрические
C (III)	6—12	средние субметацентрические
A(IV)	13—15	средние акроцентрические
E(V)	16-18	мелкие субметацентрические
F(VI)	19—20	самые мелкие метацентрические
G(VII)	21—22	самые мелкие акроцентрические
X-хромосома (относится к III группе)	23	средняя почти метацентрическая
Y-хромосома	23	мелкая акроцентрическая

Организация генетического материала

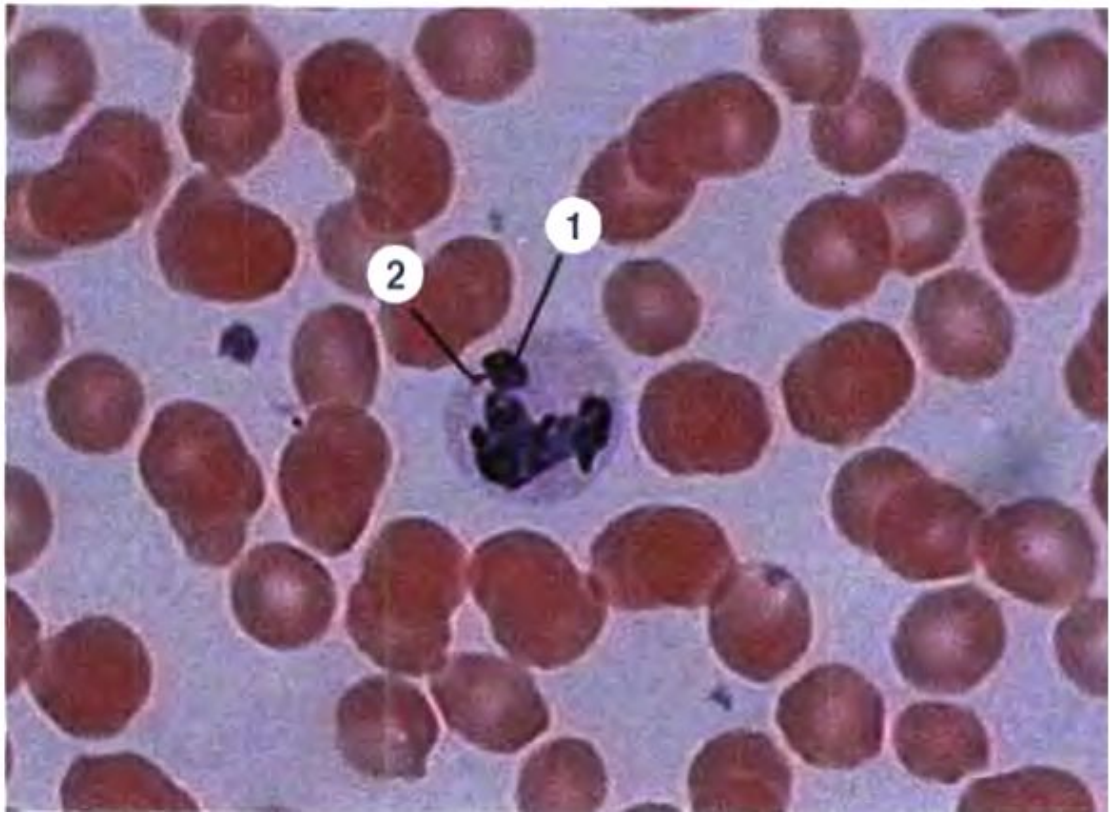


Хромосомы ядра диплоидной клетки парные. Каждая пара образована хромосомами, имеющими одинаковый размер, форму, положение первичной и вторичной перетяжек. Такие хромосомы называют *гомологичными*.

У человека 23 пары гомологичных хромосом.

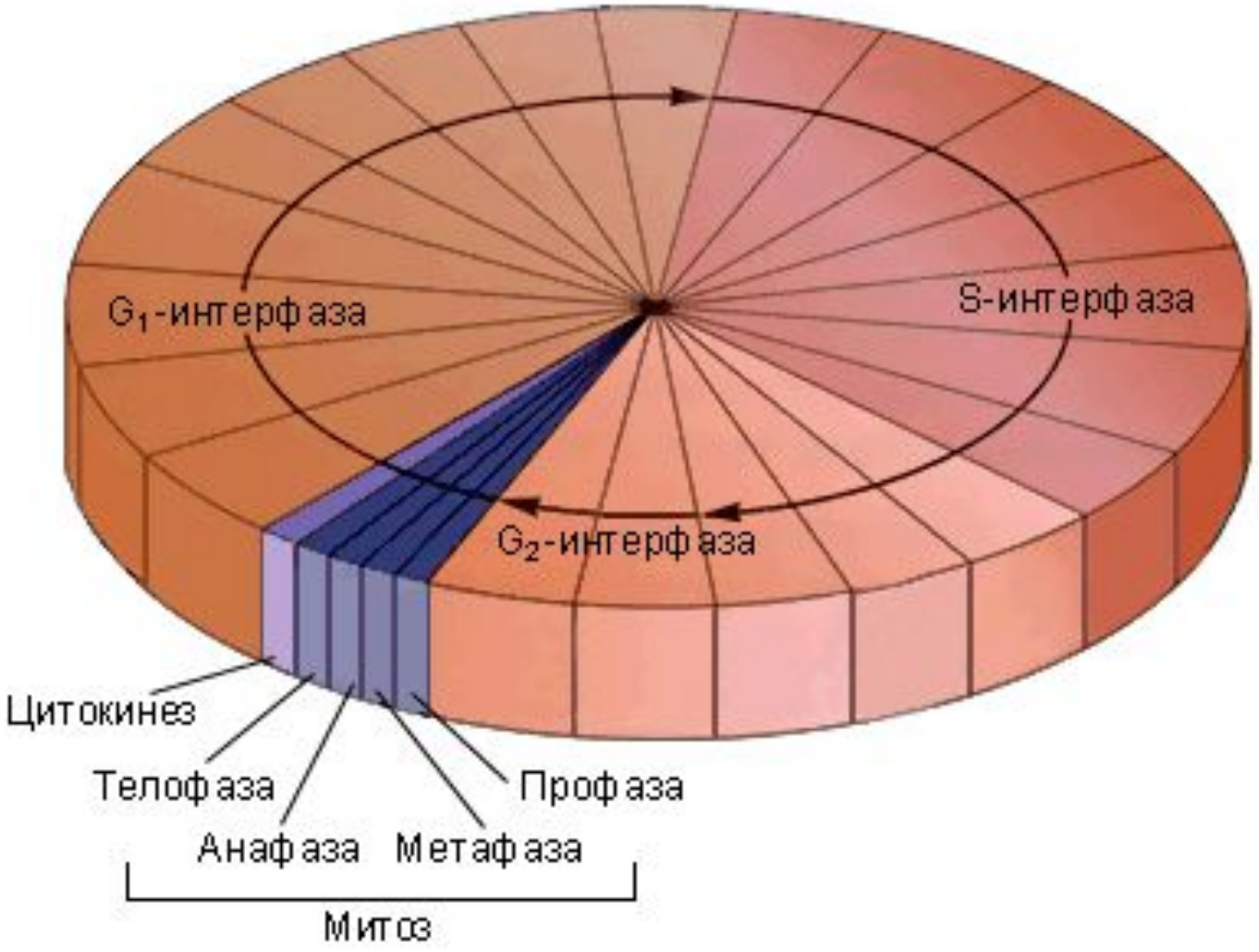
Тельце Барра

- Основные положения гипотезы М. Лайон следующие:
- 1. Одна из двух Х-хромосом клеток женщины неактивна.
- 2. Неактивная хромосома может быть отцовского или материнского организма.
- 3. Инактивация происходит в раннем эмбриогенезе и сохраняется во время дальнейшего размножения и развития клеточной линии. Этот процесс инактивации Х-хромосомы в ряду поколений обратим

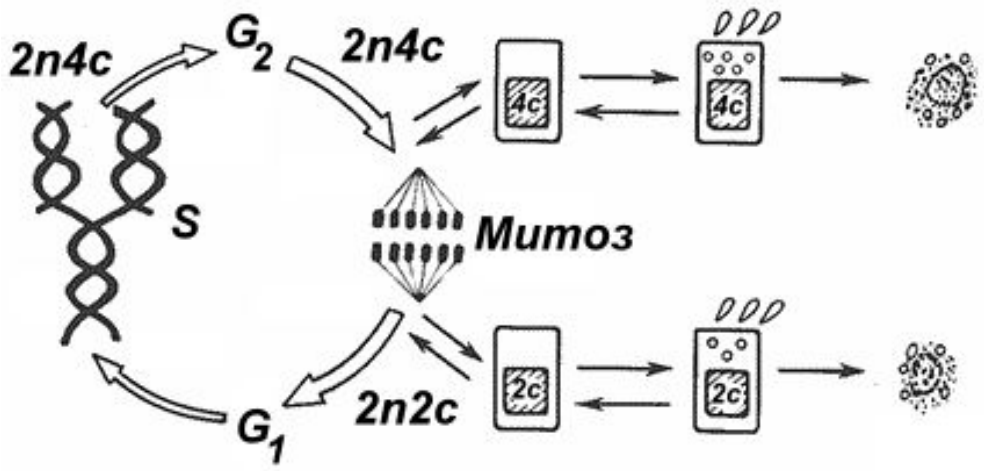


Тельце Барра обнаруживается при хромосомном наборе 46, ХХ (нормальные женщины); 47, ХХУ и 48, ХХУУ (синдром Клайнфельтера).

Клеточный цикл



Клеточный цикл

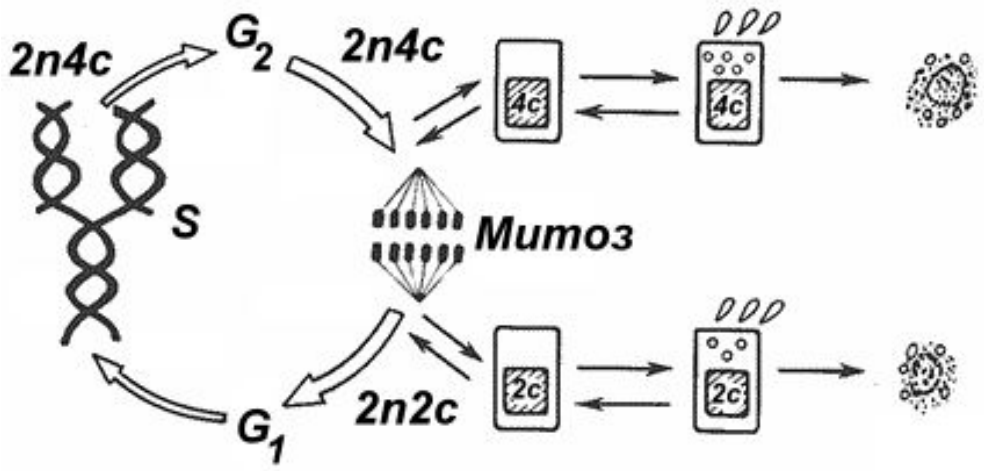


Продолжительность интерфазы, как правило, составляет до 90% всего клеточного цикла. Состоит из трех периодов:

пресинтетического (G_1), синтетического (S), постсинтетического (G_2).

***Пресинтетический период*. Набор хромосом – 2n, диплоидный, количество ДНК – 2c, в каждой хромосоме по одной молекуле ДНК. *Период роста*, начинающийся непосредственно после митоза. Самый длинный период интерфазы, продолжительность которого в клетках составляет от 10 часов до нескольких суток.**

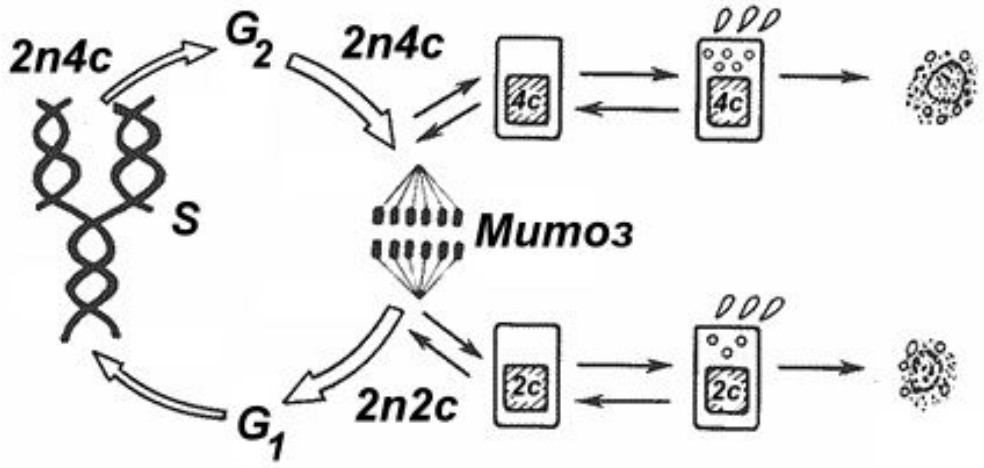
Клеточный цикл



Синтетический период. **Продолжительность синтетического периода различна: от нескольких минут у бактерий до 6-12 часов в клетках млекопитающих.**

Во время синтетического периода происходит самое главное событие интерфазы — *удвоение молекул ДНК*. Каждая хромосома становится двухроматидной, а число хромосом не изменяется *(2n4c).*

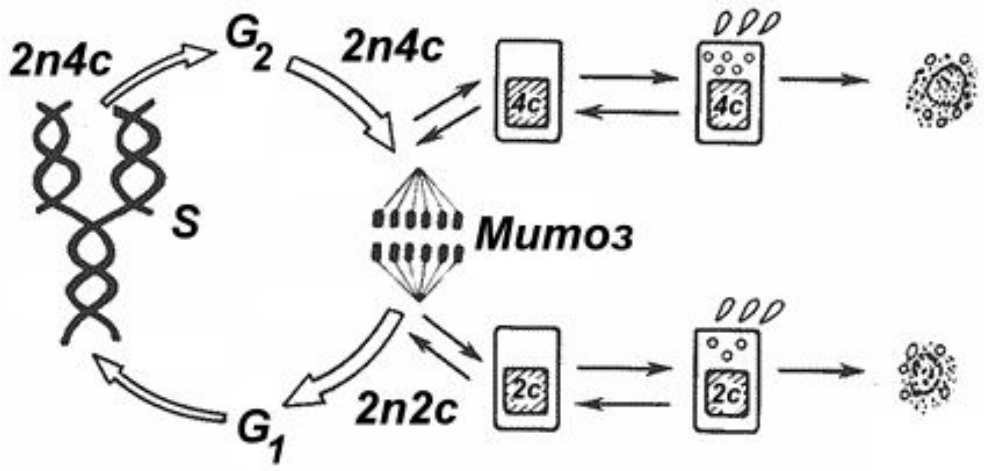
Клеточный цикл



Постсинтетический период (2n4c). **Начинается после завершения синтеза (репликации) ДНК.**

Если пресинтетический период осуществлял рост и подготовку к синтезу ДНК, то постсинтетический обеспечивает подготовку клетки к делению и также характеризуется интенсивными процессами синтеза и увеличения числа органоидов.

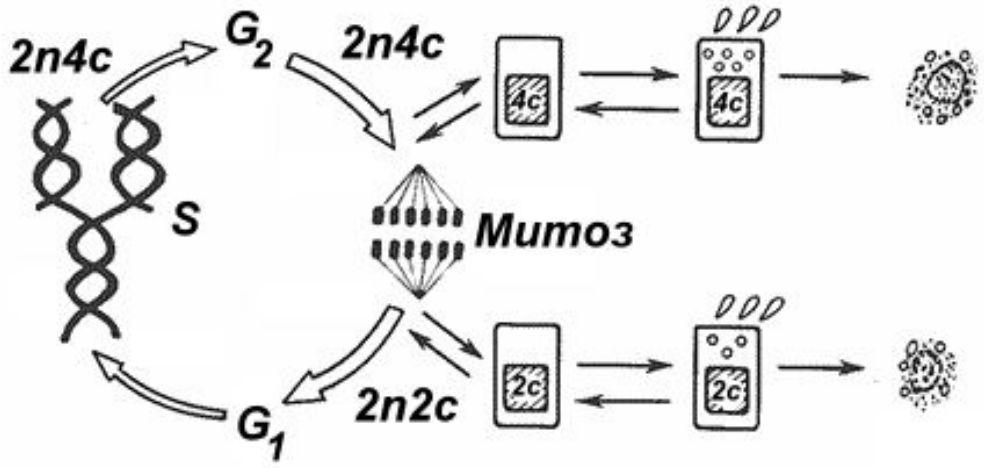
Деление клеток



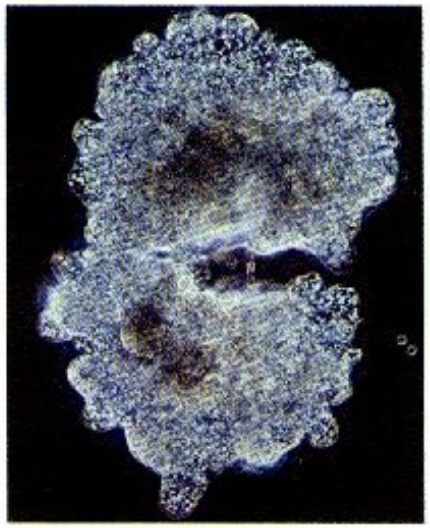
Митоз **— непрямое деление клеток, представляющее собой непрерывный процесс, в результате которого происходит равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками.**

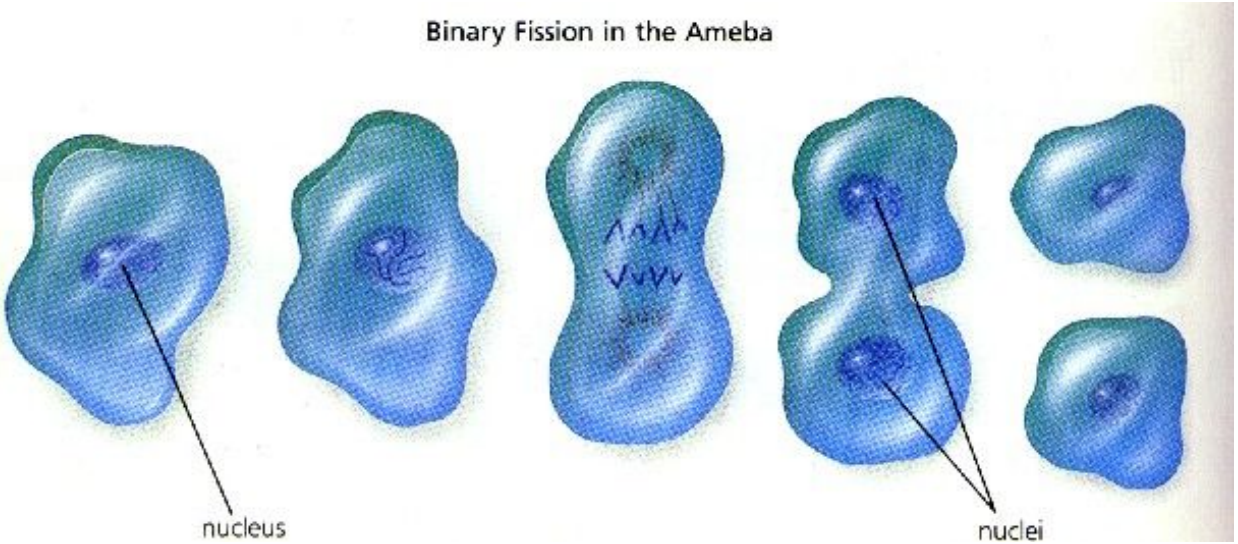
В результате митоза образуется две клетки, каждая из которых содержит столько же хромосом, сколько их было в материнской. Дочерние клетки генетически идентичны родительской.

Деление клеток

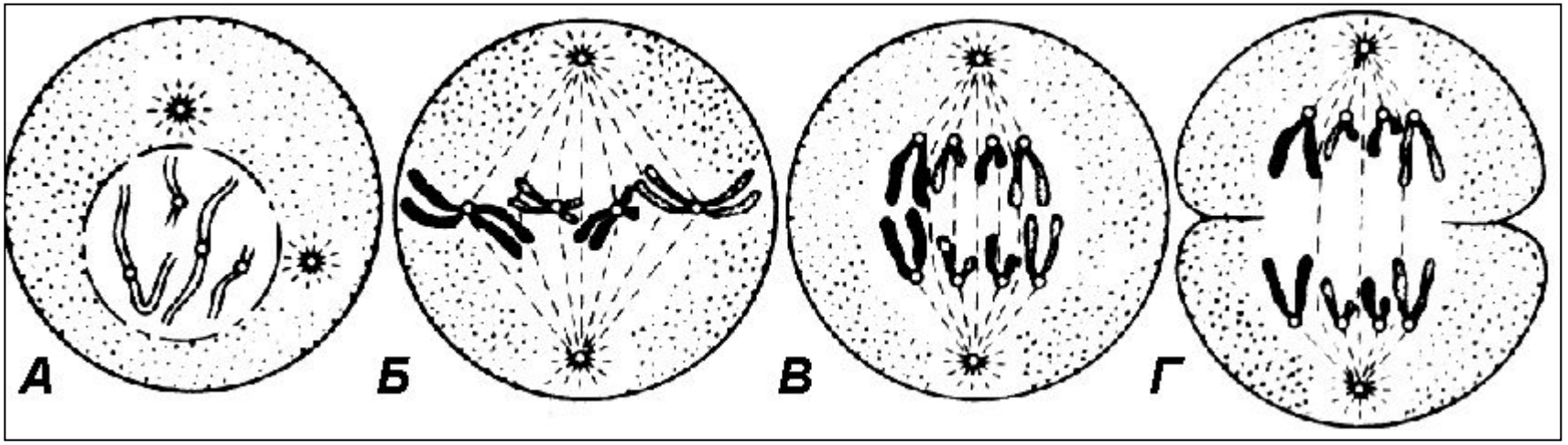


Митоз представляет собой один из главных механизмов *размножения одноклеточных* организмов, *роста многоклеточных организмов и регенерации.*





Митотический цикл



Для удобства изучения происходящих во время деления событий митоз искусственно разделяют на четыре стадии: профазу, метафазу, анафазу, телофазу.

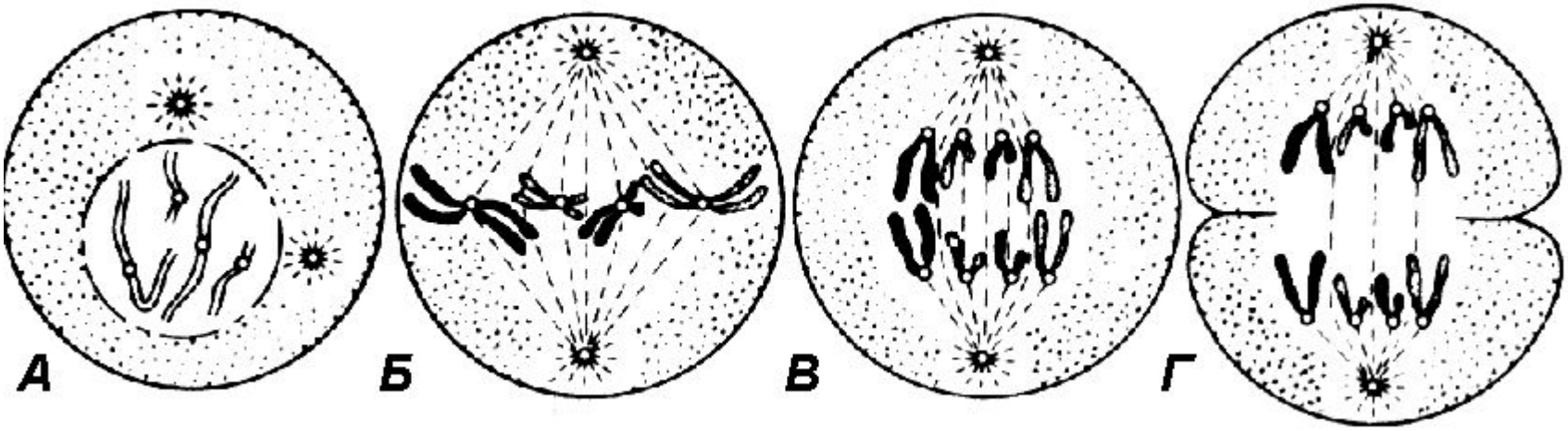
Профаза (2n4c). Первая фаза деления ядра.

Происходит спирализация хромосом. В поздней профазе хорошо видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой.

Формируется веретено деления. Оно образуется либо с участием центриолей (в клетках животных и некоторых низших растений), либо без них (в клетках высших растений и некоторых простейших).

Начинает растворяться ядерная оболочка.

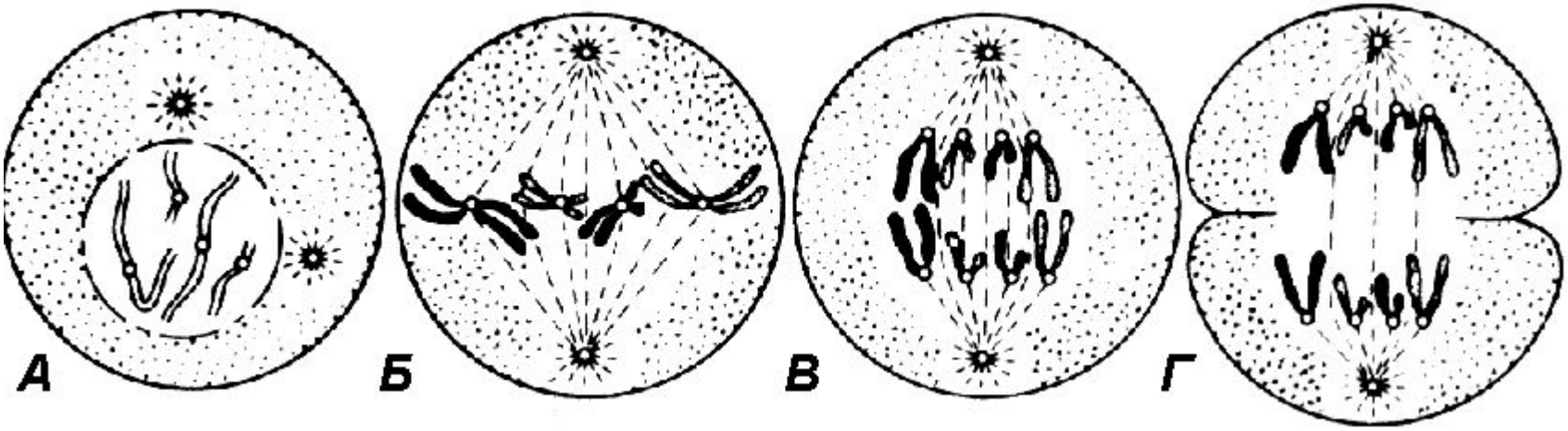
Митотический цикл



Метафаза (2n4c). **Началом метафазы считают тот момент, когда ядерная оболочка полностью исчезла. В начале метафазы хромосомы выстраиваются в плоскости экватора, образуя так называемую *метафазную пластинку*. Причем центромеры хромосом лежат строго в плоскости экватора.**

Нити веретена прикрепляются к центромерам хромосом, некоторые нити проходят от полюса к полюсу клетки, не прикрепляясь к хромосомам.

Митотический цикл

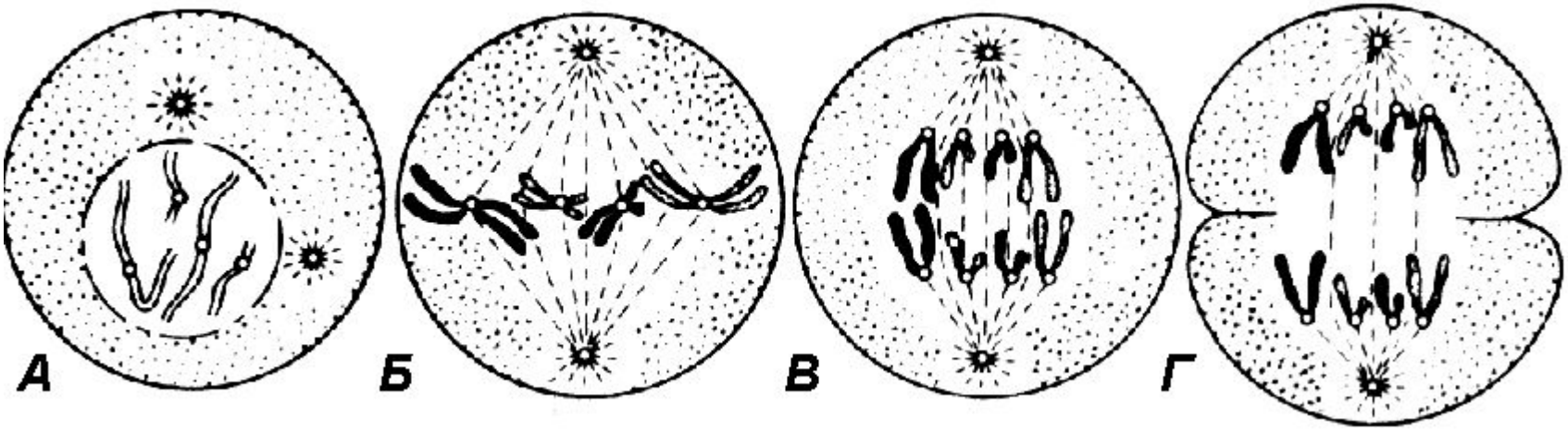


Анафаза (4n4c). Делятся центромеры хромосом и у каждой хроматиды появляется своя центромера.

Затем нити веретена растаскивают за центромеры дочерние хромосомы к полюсам клетки. Во время движения к полюсам они обычно принимают V-образную форму.

Расхождение хромосом к полюсам происходит за счет укорачивания нитей веретена.

Митотический цикл

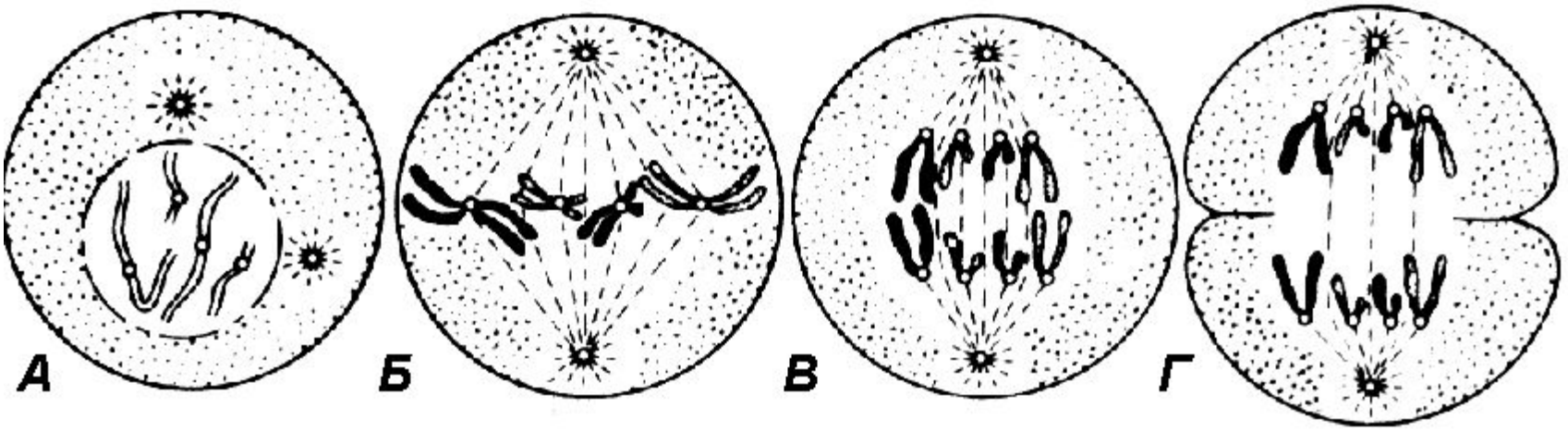


В телофазу происходят процессы:

Хромосомы деспирализуются. Веретено деления разрушается. Вокруг хромосом формируется оболочка ядер дочерних клеток.

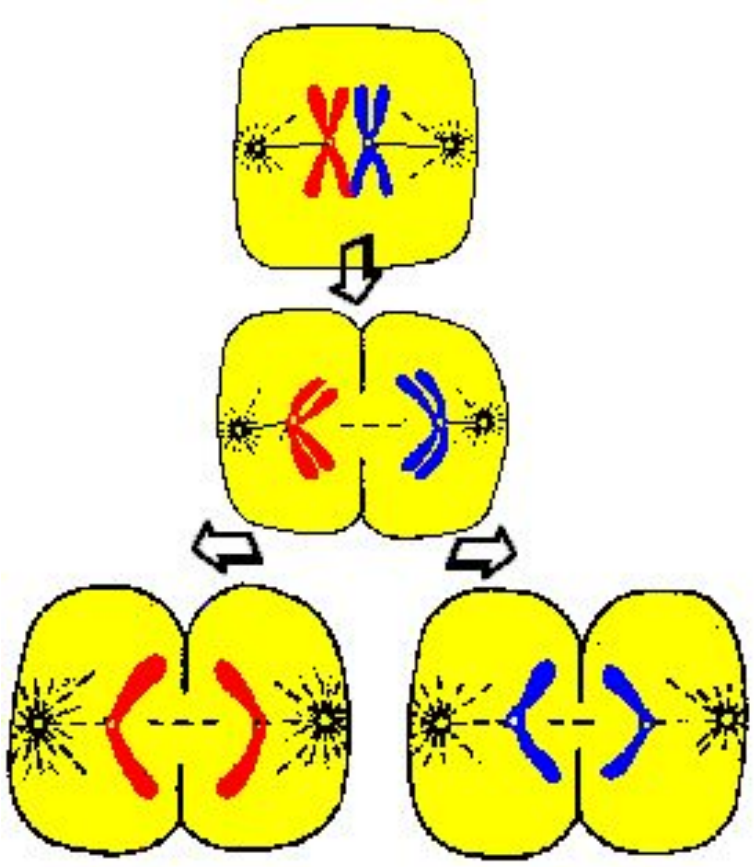
На этом завершается деление ядра (кариокинез), затем происходит деление цитоплазмы клетки (или цитокинез). (2n2c)

Митотический цикл



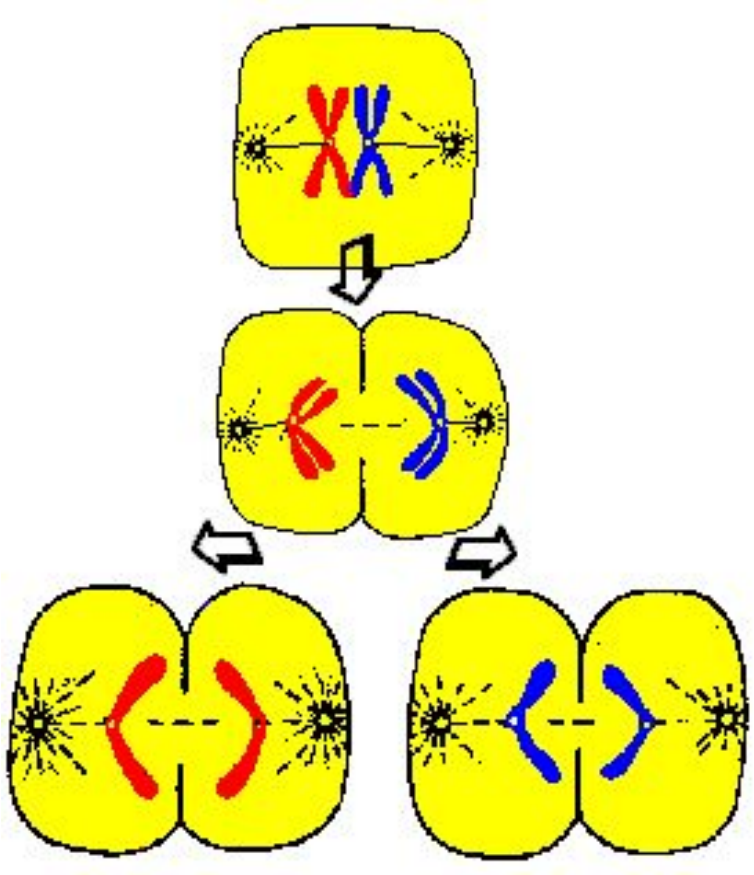
Телофаза (2n2c).
В телофазе хромосомы деспирализуются.
Веретено деления разрушается.
Вокруг хромосом формируется оболочка ядер дочерних клеток.
На этом завершается деление ядра (кариокинез), затем происходит деление цитоплазмы клетки (или цитокинез).
При делении животных клеток в плоскости экватора появляется борозда, которая, постепенно углубляясь, разделяет материнскую клетку на две дочерние.

Мейоз



Мейоз — основной этап гаметогенеза, т.е. образования половых клеток.
Во время мейоза происходит не одно (как при митозе), а два следующих друг за другом клеточных деления. Первому мейотическому делению предшествует интерфаза I — фаза подготовки клетки к делению, в это время происходят те же процессы, что и в интерфазе митоза.
Первое мейотическое деление называют *редукционным* – образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом, однако хромосомы остаются двухроматидными.

Мейоз

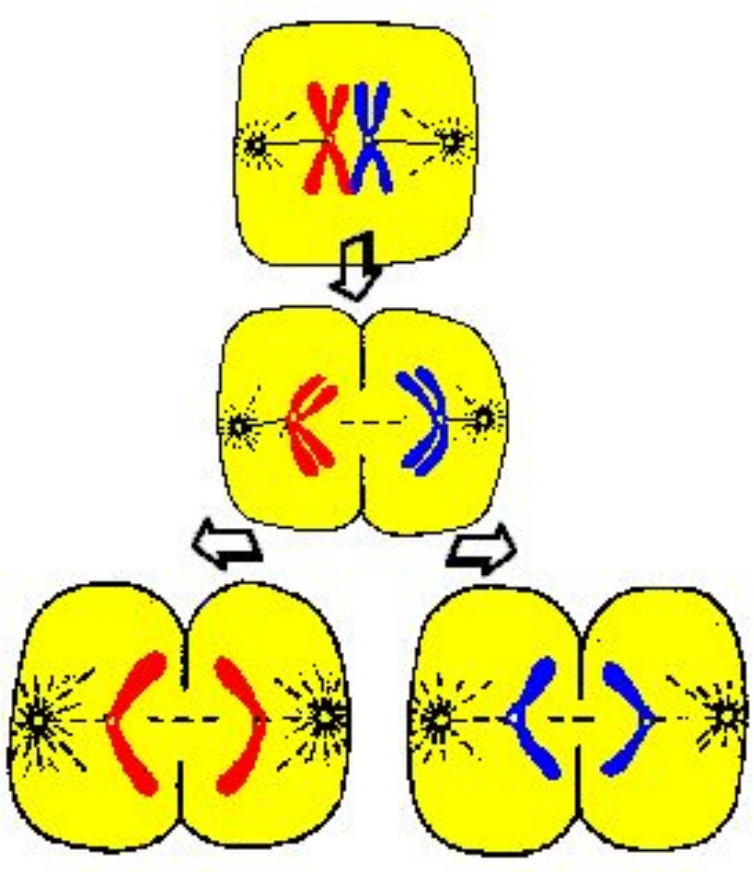


Сразу же после первого деления мейоза совершается второе — обычный митоз. Это деление называют *эквационным*, так как во время этого деления хромосомы становятся однохроматидными.

Биологическое значение мейоза:

Благодаря мейозу поддерживается постоянство диплоидного набора хромосом в соматических клетках. В процессе оплодотворения гаплоидные гаметы сливаются, образуя диплоидную зиготу. Зигота делится митозом, образуются соматические клетки с диплоидным набором хромосом.

Мейоз

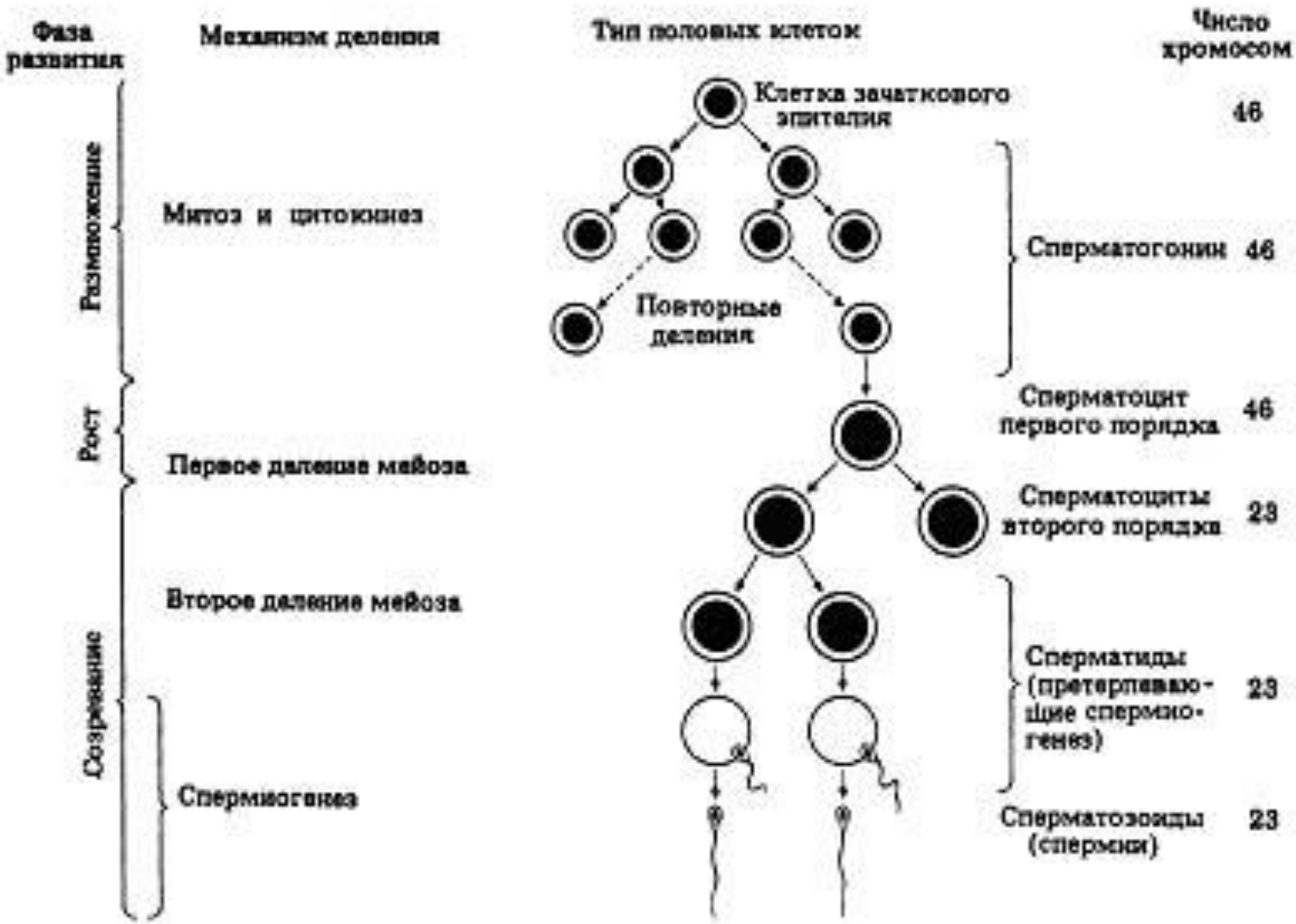


Благодаря мейозу образуются генетически различные клетки, как между собой, так и с исходной материнской клеткой.
Генотипы этих клеток различны, т. к. в процессе мейоза происходит трижды перекомбинация генетического материала:

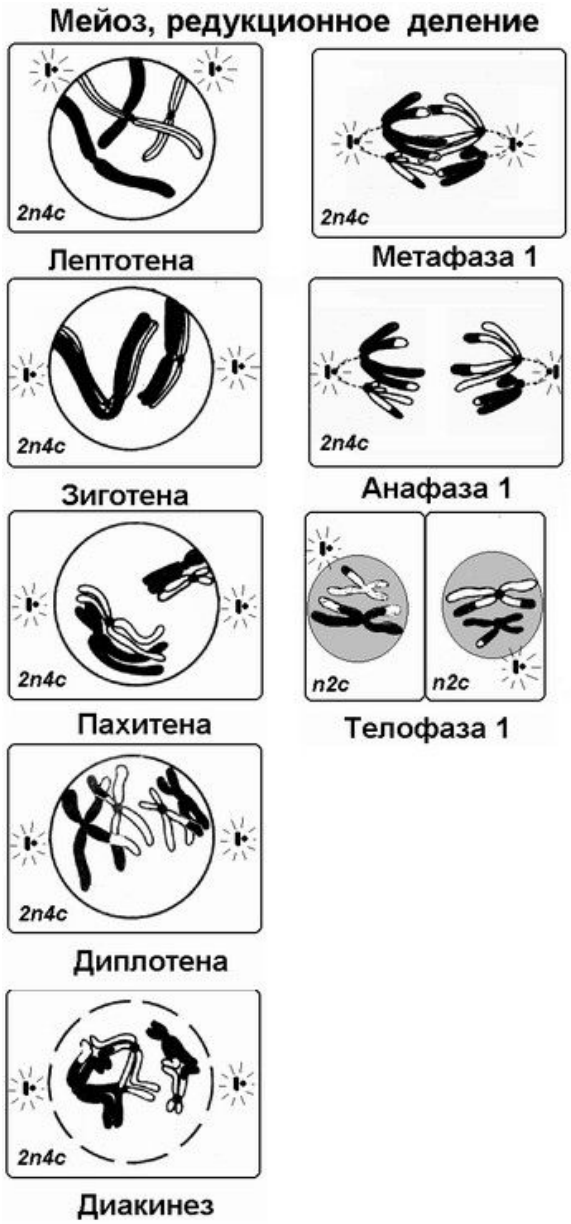
1. За счет кроссинговера;
2. За счет случайного, независимого расхождения гомологичных хромосом;
3. За счет случайного расхождения хроматид.

Сперматогенез: периоды размножения, роста, созревания, формирования

Сперматогенез



Первое деление мейоза



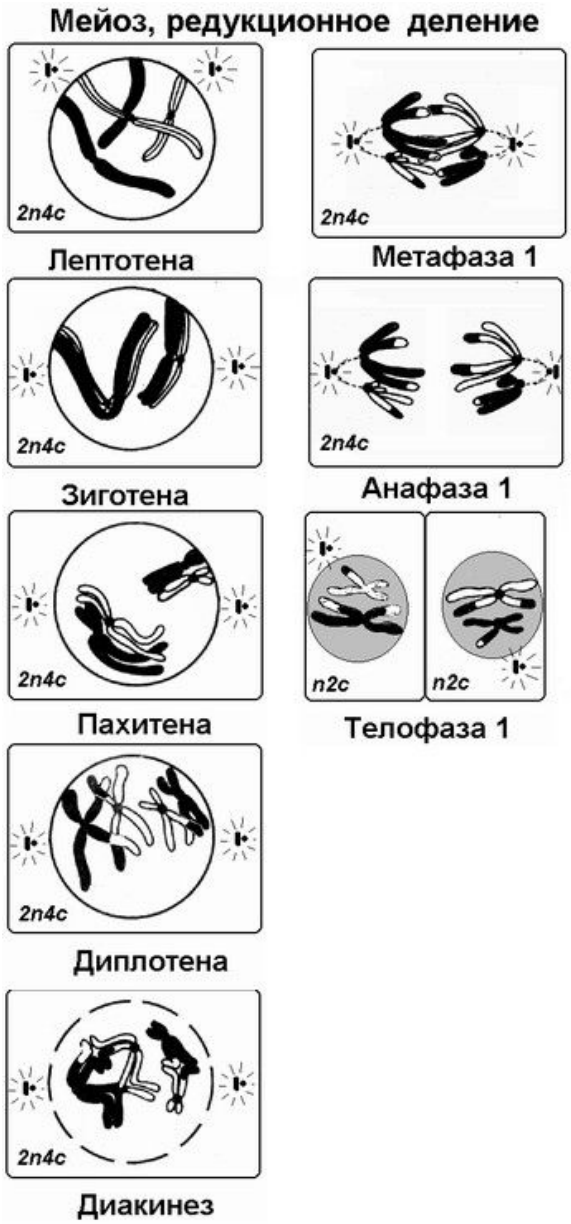
Профаза I — профаза первого деления очень сложная и состоит из 5 стадий:

Фаза лептотены или лептонемы — конденсация ДНК с образованием хромосом в виде тонких нитей.

Зиготена или зигонема — коньюгация (соединение) гомологичных хромосом с образованием структур, состоящих из двух соединённых хромосом, называемых тетрадами или бивалентами.

Пахитена или пахинема — кроссинговер (перекрест) обмен участками между гомологичными хромосомами; гомологичные хромосомы остаются соединенными между собой.

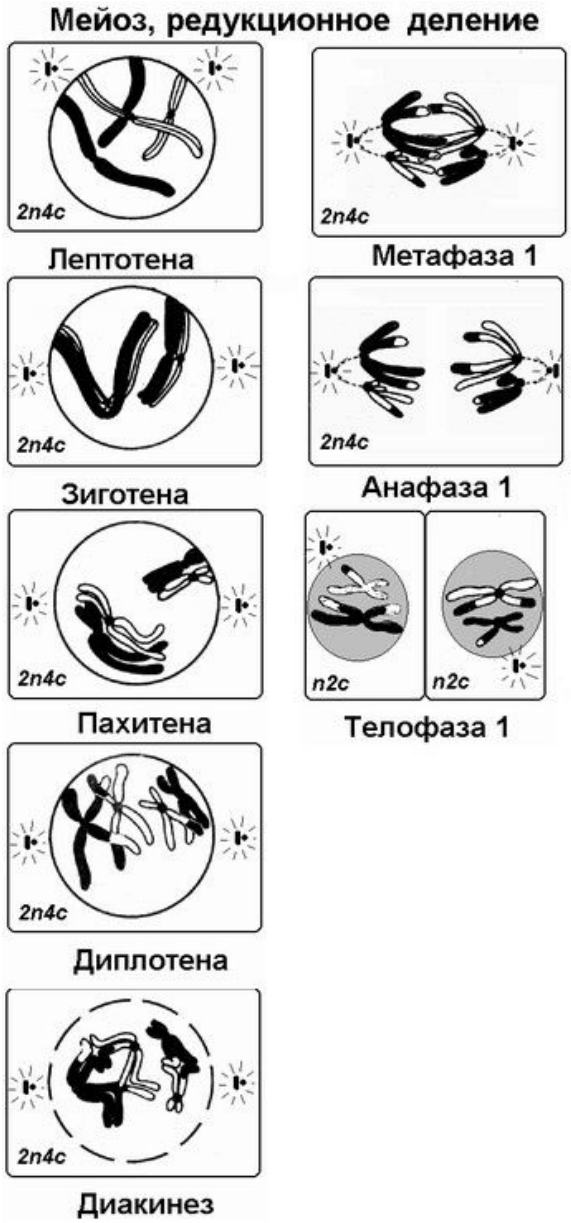
Первое деление мейоза



Диплотена или диплонема — происходит частичная деконденсация хромомсом, при этом часть генома может работать, происходят процессы транскрипции (образование РНК), трансляции (синтез белка); ***гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.***

Диакинез — ДНК снова максимально конденсируется, синтетические процессы прекращаются, растворяется ядерная оболочка; ***гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.***

Первое деление мейоза

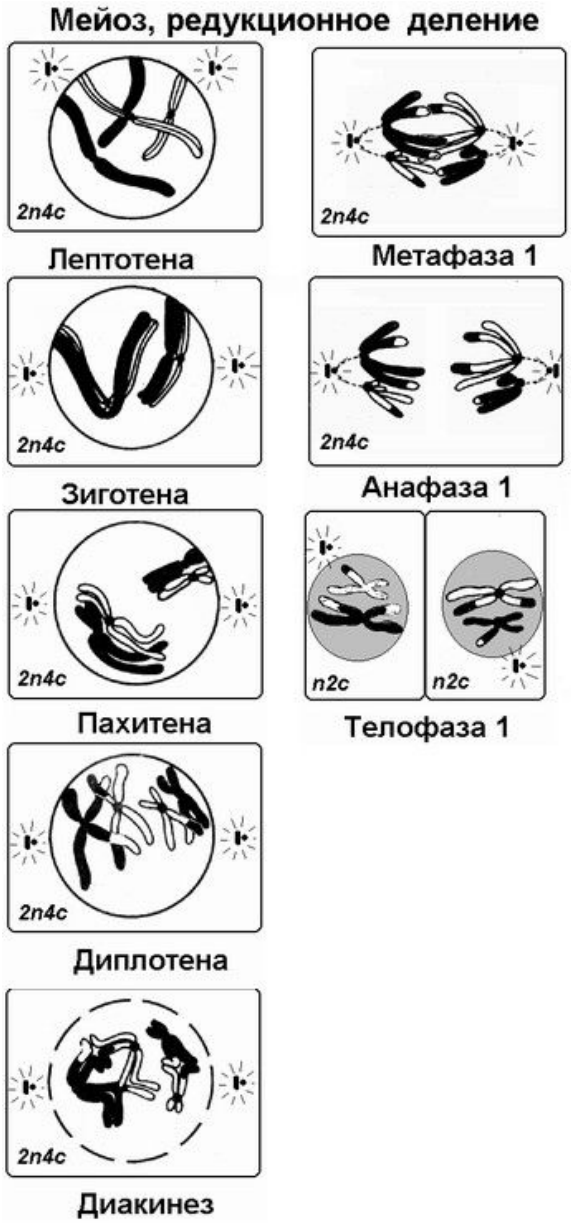


Метафаза I (2n; 4c).

Биваленты располагаются в плоскости экватора. Причем центромеры гомологичных хромосом обращены к разным полюсам клетки.

Расположение бивалентов в экваториальной плоскости равновероятное и случайное, то есть каждая из отцовских и материнских хромосом может быть повернута в сторону того или другого полюса. Это создает предпосылки для второй за время мейоза рекомбинации генов.

Первое деление мейоза

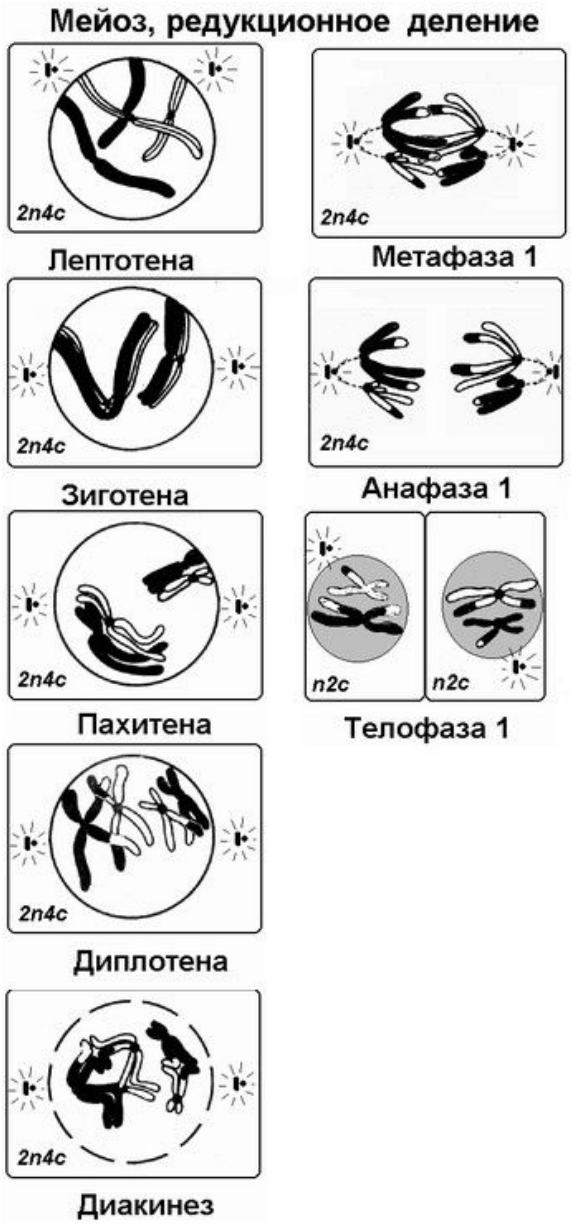


Анафаза I (2n; 4c)

К полюсам расходятся целые хромосомы, а не хроматиды, как при митозе. У каждого полюса оказывается половина хромосомного набора.

Возникают самые разнообразные сочетания отцовских и материнских хромосом, происходит вторая рекомбинация генетического материала.

Первое деление мейоза

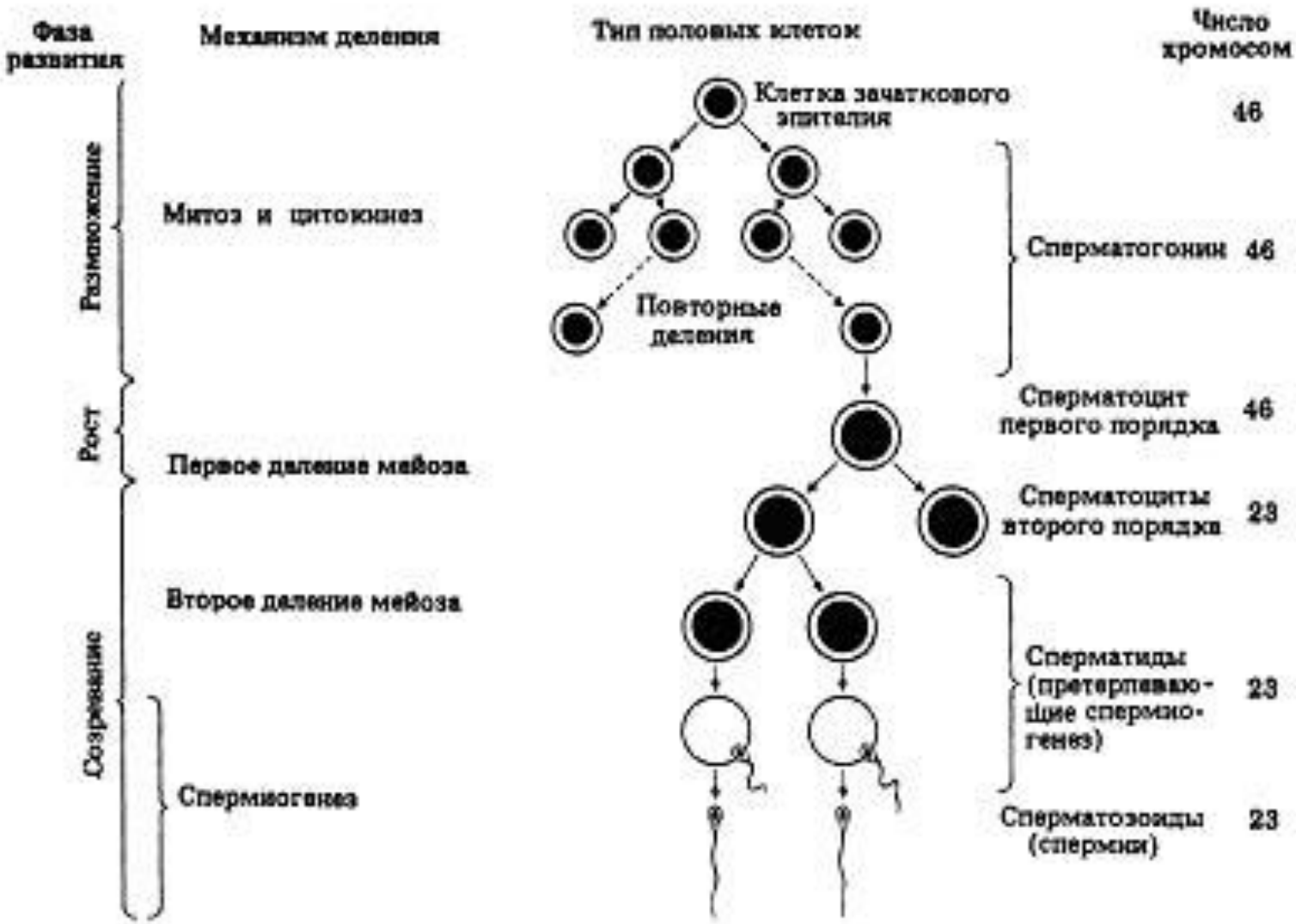


Телофаза I (1n; 2c)

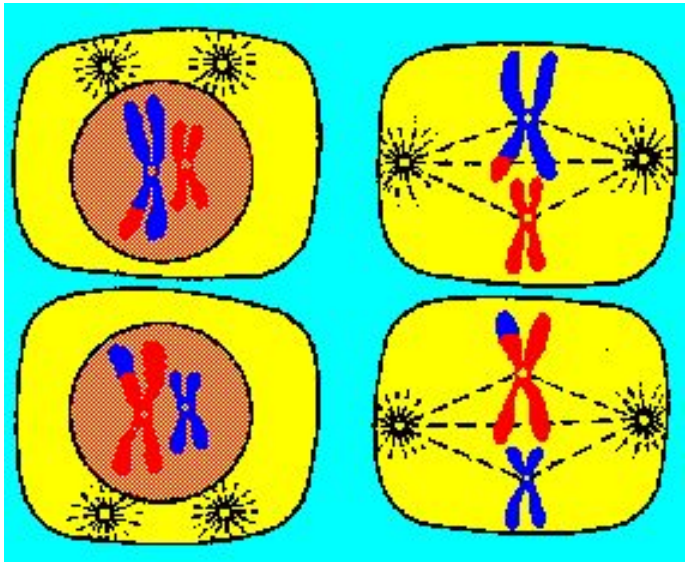
Хроматиды деспирализуются, вокруг них формируется ядерная оболочка. Затем происходит деление цитоплазмы.

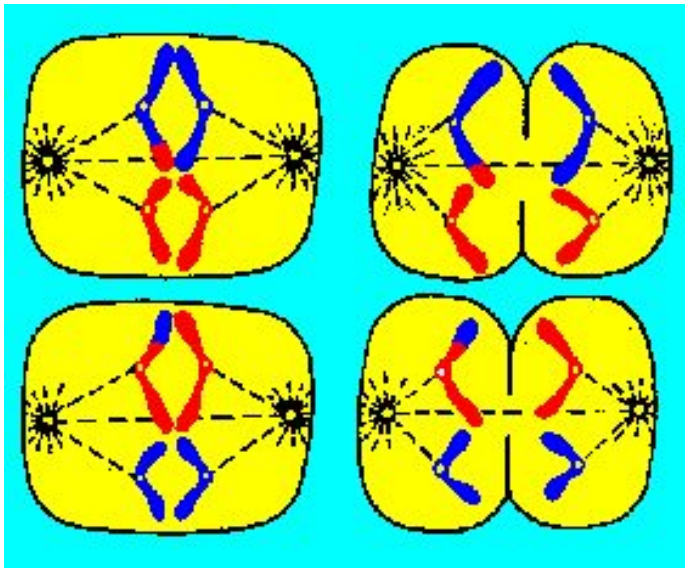
Таким образом, в результате первого деления мейоза произошла редукция (уменьшение) числа хромосом с диплоидного до гаплоидного; дважды произошла рекомбинация генов (за счет кроссинговера и случайного и независимого расхождения хромосом в анафазе).

Сперматогенез



Второе деление мейоза



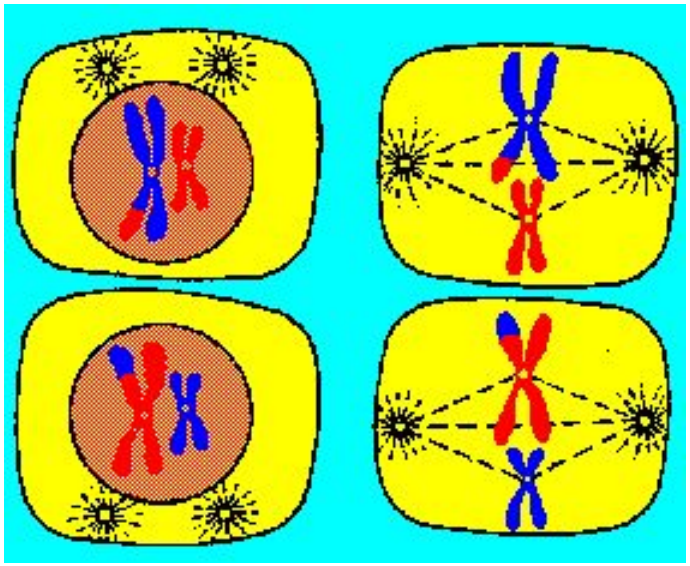


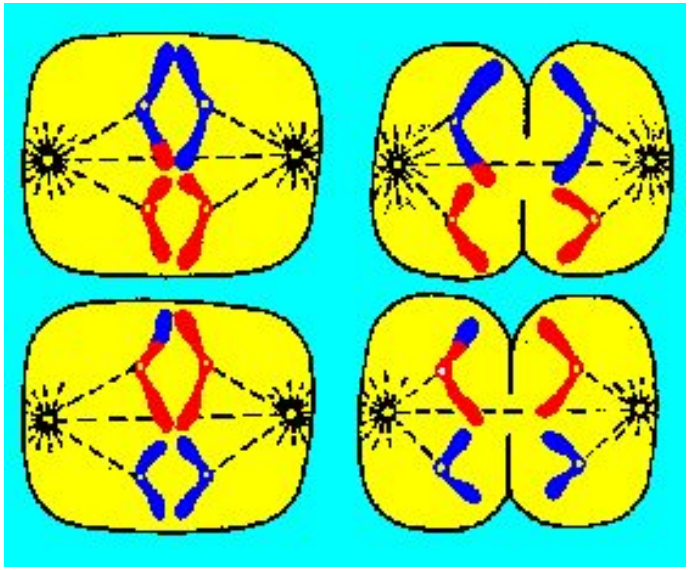
Второе деление мейоза следует непосредственно за первым, без выраженной интерфазы: S-период отсутствует, поскольку перед вторым делением не происходит репликации ДНК.

Профаза II (1n; 2c). **происходит конденсация хромосом, клеточный центр делится и продукты его деления расходятся к полюсам ядра, разрушается ядерная оболочка, образуется веретено деления.**

Метафаза II (1n; 2c). **унивалентные хромосомы (состоящие из двух хроматид каждая) располагаются на «экваторе» (на равном расстоянии от «полюсов» ядра) в одной плоскости, образуя так называемую метафазную пластинку.**

Второе деление мейоза

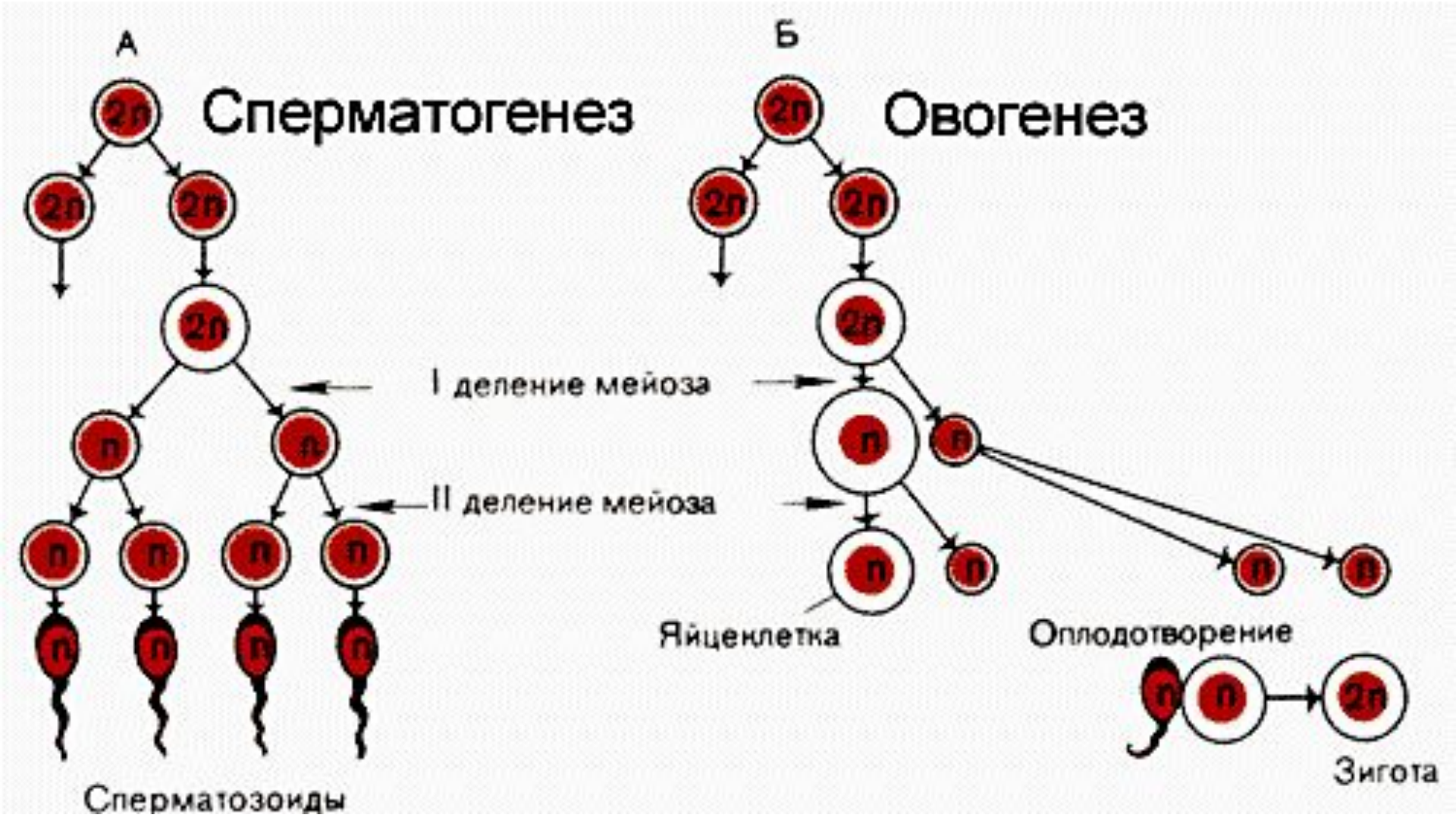




Анафаза II — унивалентыделятся и хроматидырасходятся к полюсам.

Телофаза II — хромосомыдеспирализуются ипоявляется ядерная оболочка.

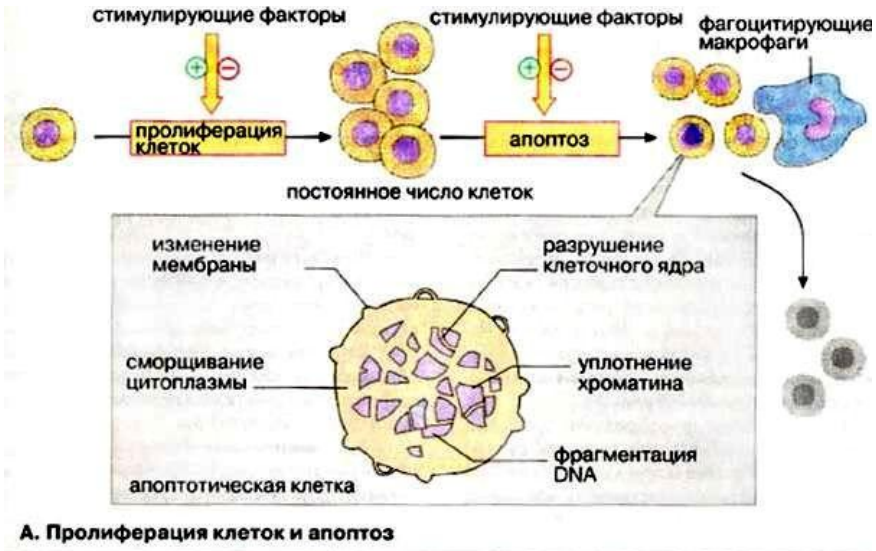
В результате из одной диплоидной клетки образуется четыре гаплоидных клетки.


А
Сперматогенез
2n
2n
2n
2n
2n
I деление мейоза
n
n
II деление мейоза
n
n
n
n
n
n
n
n
Сперматозоиды
Б
Овогенез
2n
2n
2n
2n
n
n
n
n
n
n
Яйцеклетка
Оплодотворение
n
n
2n
Зигота

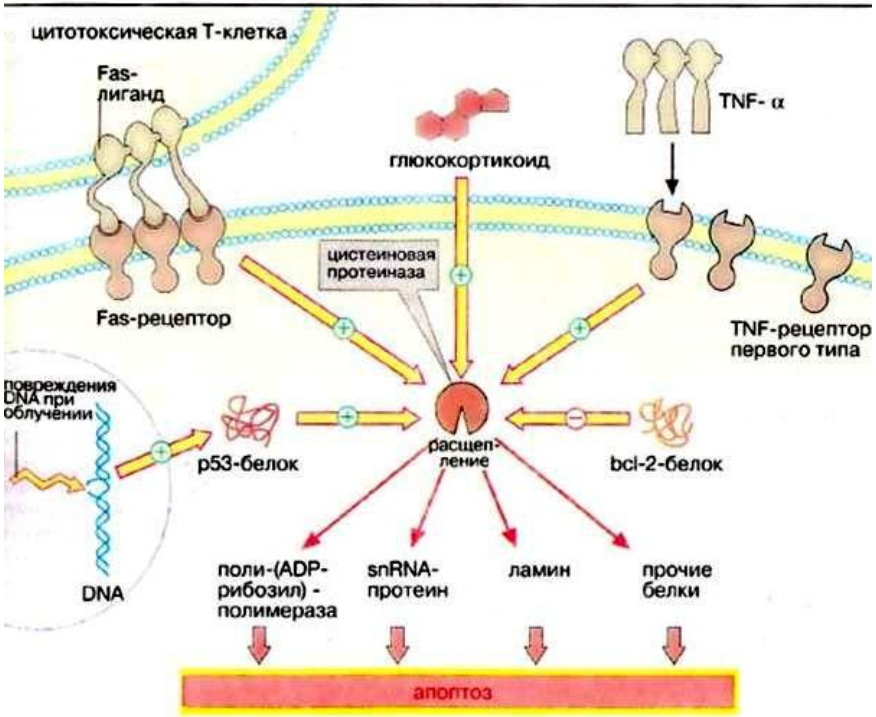
Апоптоз

Количество клеток в ткани регулируется двумя процессами — пролиферацией клеток и "программированной, или физиологической, гибелью клеток" (апоптозом).

Оба процесса в организме находятся под контролем стимулирующих или ингибирующих факторов, которые присутствуют в растворимой форме или экспрессируются на поверхности соседних клеток.



А. Пролиферация клеток и апоптоз

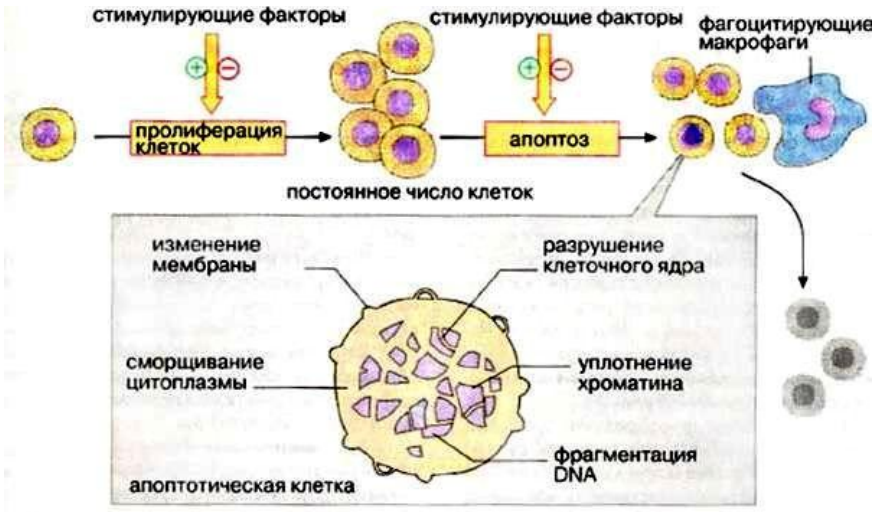


Б. Регуляция апоптоза

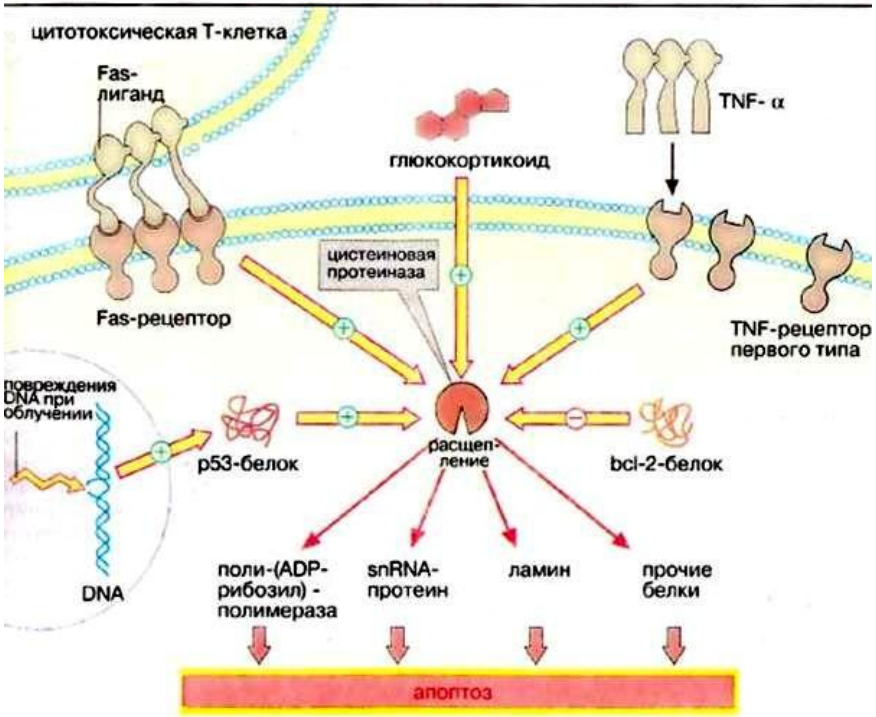
Апоптоз

Посредством апоптоза организм избавляется от ненужных, или «отработавших» клеток, например во время эмбрионального развития, при формировании нервной системы и при иммунном ответе.

Путем апоптоза элиминируются трансформированные клетки, например при канцерогенной дегенерации, вирусной инфекции (вирусы своими белками блокируют апоптоз) или необратимом повреждении ДНК в случае облучения. Примером апоптоза является шелушение кожи при солнечном загаре.



А. Пролиферация клеток и апоптоз



Б. Регуляция апоптоза