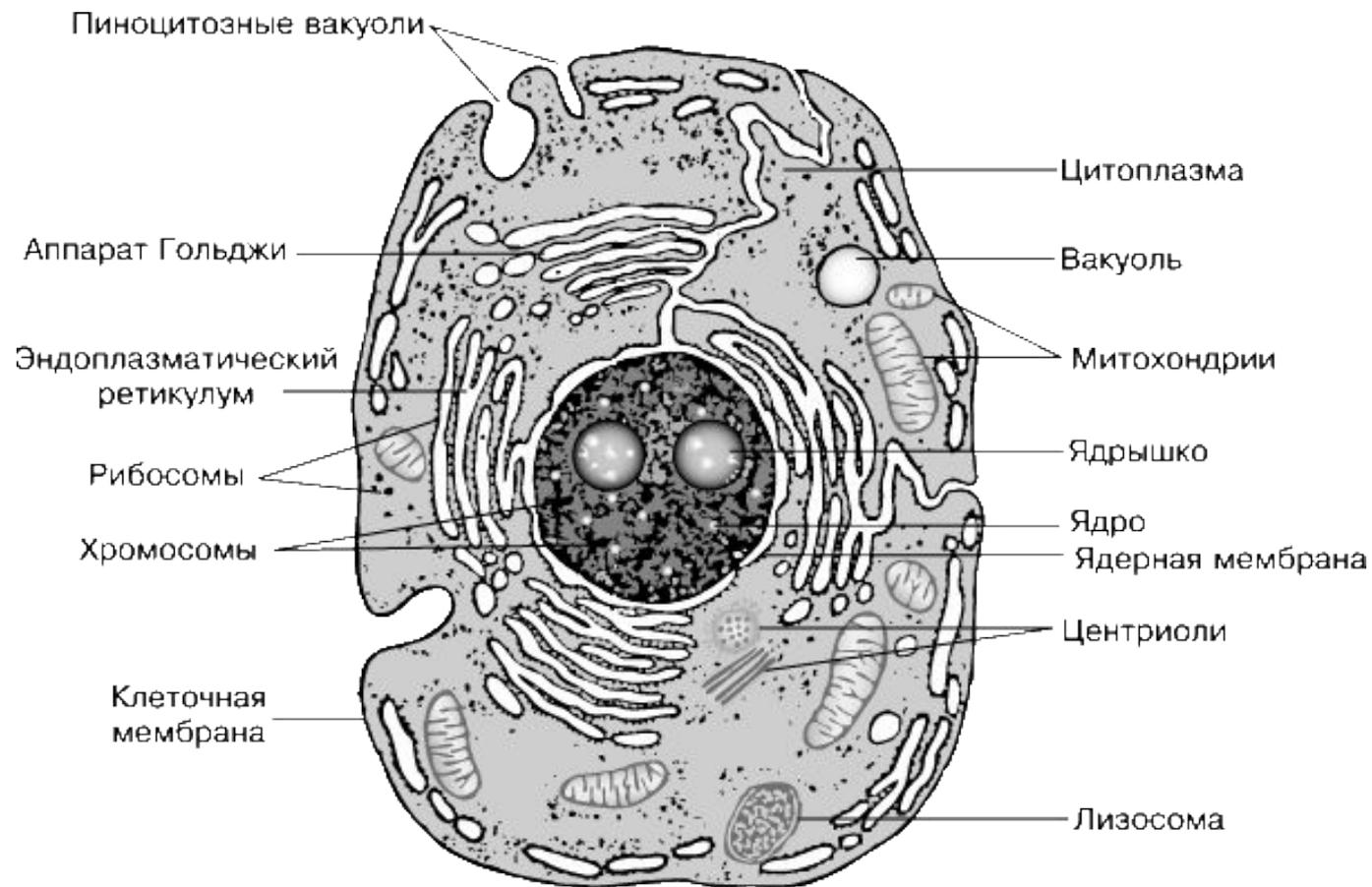


A light micrograph showing several cells. One cell in the center is in the process of mitosis, with two distinct groups of chromosomes (condensed, dark-staining structures) visible at opposite poles of the cell. Other cells around it show various stages of the cell cycle or are in interphase. The background is a light, yellowish-tan color.

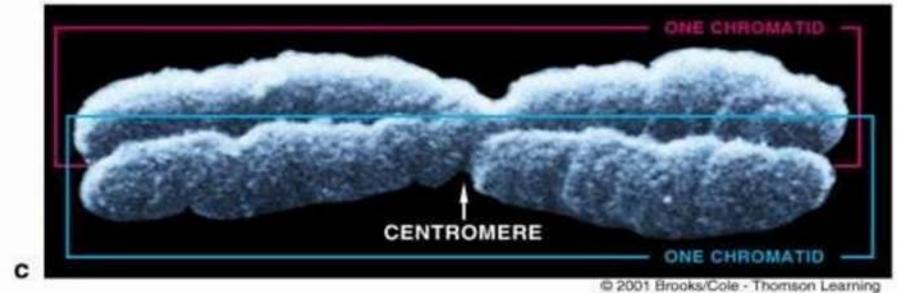
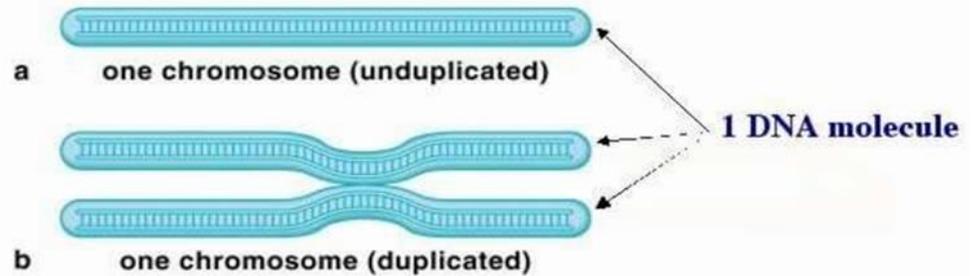
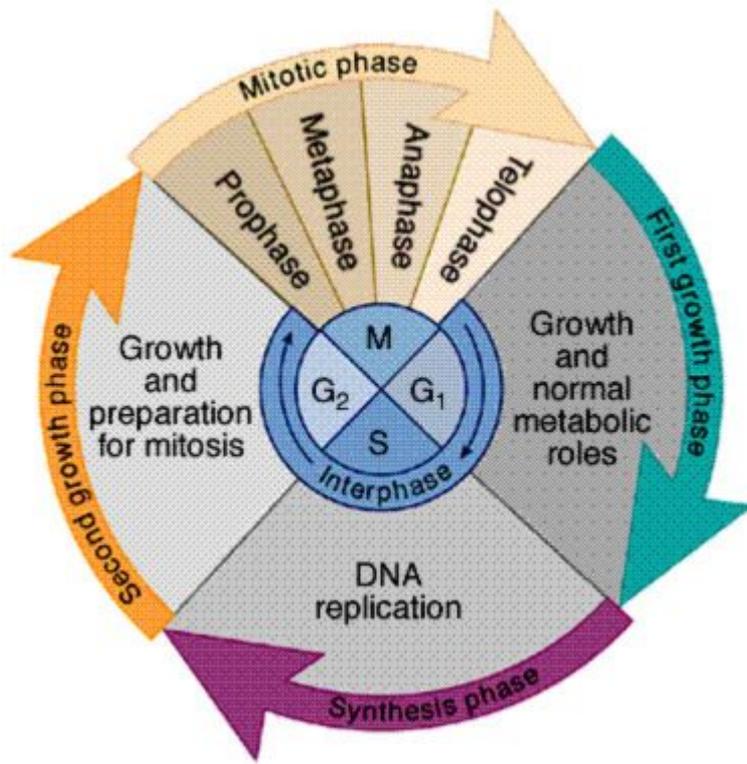
ЦИТОСКЕЛЕТ. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

Шабанова Екатерина
Александровна

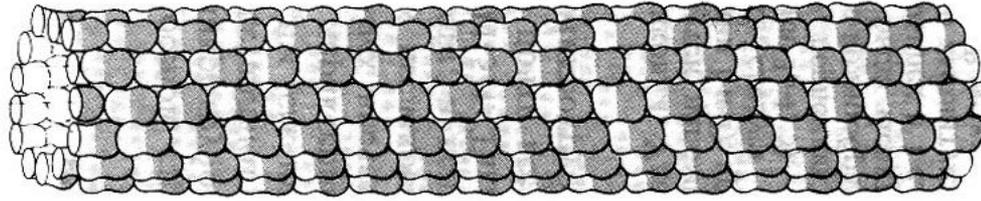
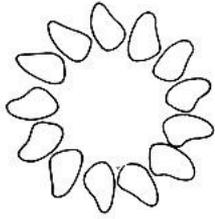
Образовательный центр Орион



1. Цитоскелет
2. Митоз

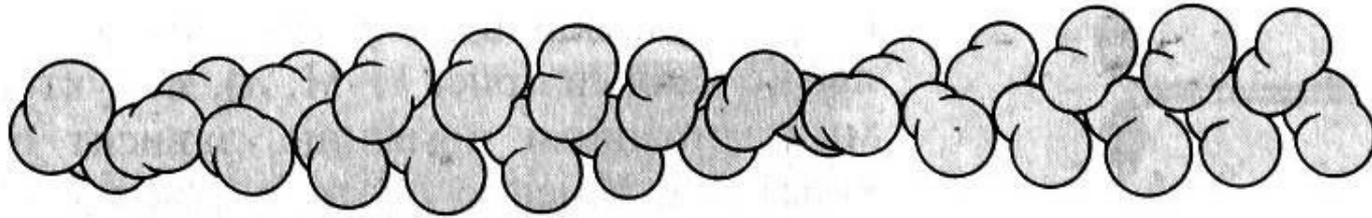


Клеточный цикл – период существования клетки от одного деления до последующего. Он складывается из двух фаз: интерфазы (подготовки клетки к делению) и митоза (M, периода деления). Интерфаза: пресинтетическая стадия (G₁), синтетическая (S), постсинтетическая (G₂).



Микротрубочка. 1 – поперечный срез микротрубочки, представляющий кольцо из 13 субъединиц, каждая из которых соответствует отдельной молекуле тубулина; 2 – вид сбоку короткого отрезка микротрубочки с уложенными в продольные ряды (протофиламенты) молекулами тубулина; 3 – протофиламенты; 4 – молекула тубулина

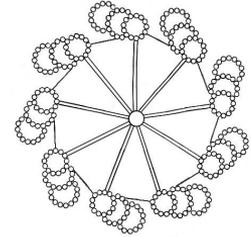
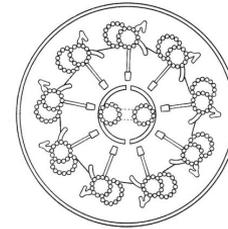
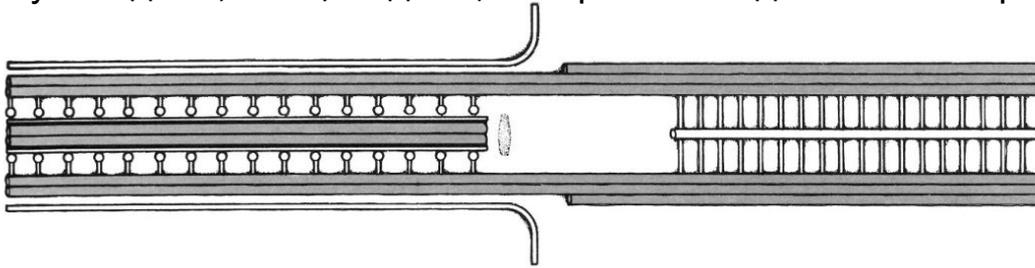
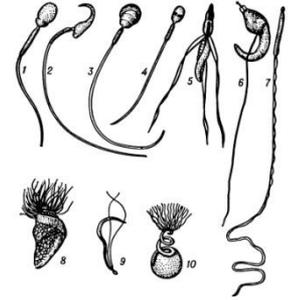
Микротрубочки – полые трубки, состоящие из белковых субъединиц (тубулина), их внешний диаметр составляет около 25 нм, внутренний просвет имеет ширину 14 нм (рис. 18, В). Микротрубочки участвуют в создании формы клетки и в процессах, связанных с внутриклеточными движениями. Это динамические структуры, они регулярно разрушаются и образуются вновь на определённых стадиях клеточного цикла. В клетках микротрубочки принимают участие в создании ряда временных (цитоскелет интерфазных клеток, веретено деления, фрагмопласт) или постоянных структур (центриоли, жгутики). Стенка микротрубочки построена из молекул тубулина, каждая из которых представляет собой гетеромер, образованный двумя прочно связанными глобулярными субъединицами величиной около 8 нм. Эти субъединицы – родственные белки (около 450 аминокислот в каждом), получившие название α - и β - тубулинов.



Актиновый филамент (F-актин). Молекулы упакованы в плотную спираль; на один оборот приходится приблизительно два мономера актина; 1 – мономер актина (G-актин).

Микрофиламенты (греч. *micros* – малый; лат. *filamentum* – нить) – длинные нити, состоящие из сократительного белка актина (лат. *actus* – движение, деятельность) (молекулярная масса 42 000) (рис. 18, С). Пучки микрофиламентов играют ведущую роль в токах цитоплазмы – циклозе, а вместе с микротрубочками формируют гибкую сеть, называемую цитоскелетом (греч. *kýtos* – сосуд, клетка; *skeletós* – высохший). Актиновые филаменты на электронных микрофотографиях выглядят как однородные нити толщиной около 8 нм. Каждый филамент (F-актин) представляет собой тонкую спираль, собранную из однотипно ориентированных мономеров глобулярного актина (G-актин).

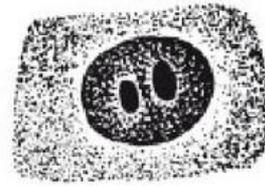
Жгутики – органоиды движения в виде цилиндрического выроста протопласта диаметром 100-300 нм и длиной 100 мкм. Основными элементами жгутика являются аксонема и базальное тельце (кинетосома). Аксонема ("осевая нить") (греч. *áxōn* – ось; *nēma* – нить) – это ось жгутика, состоящая из микротрубочек и соединяющих их белков. Число микротрубочек, входящих в состав аксонемы у всех эукариот постоянно и равно 20. В создании аксонемы принимает участие более сотни различных белков (тубулин, динеин, нексин и т.д.). У высших растений жгутики характерны только для мужских половых клеток моховидных, плауновидных, хвощевидных, папоротниковидных и некоторых голосеменных



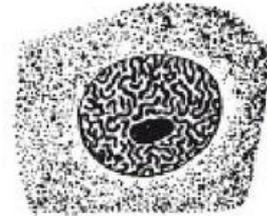
Схематическое строение жгутика растительной клетки.

А – жгутик на продольном разрезе; В – поперечный разрез жгутика в области аксонемы; С – поперечный разрез жгутика в области базального тельца (кинетосомы): 1 – аксонема; 2 – базальное тельце; 3 – плазмалемма; 4 – периферийный дуплет микротрубочек; 5 – центральный дуплет микротрубочек; 6 – динеиновые ручки; 7 – радиальные спицы; 8 – нексиновые связки; 9 – внутренняя капсула; 10 – радиальные пластинки; 11 – периферийный триплет микротрубочек; 12 – центральный цилиндр.

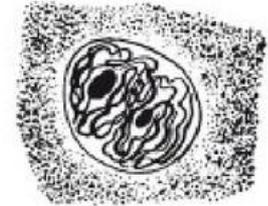
Митоз (от греч. *μιτος* – нить) – основной, универсальный способ деления эукариотических соматических клеток, в результате которого из одной соматической клетки ($2n$) образуются две дочерние генетически равнозначные клетки, имеющие то же число хромосом, какое было у родительской клетки. Митоз – не прямое деление ядра соматической клетки. Это основа вегетативного (бесполого) размножения. ядра) и цитокинез = цитотомия (деление цитоплазмы). Деление клетки начинается с деления ядра.



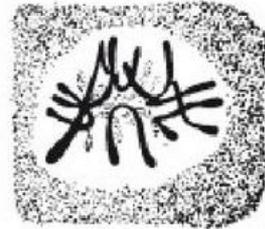
1



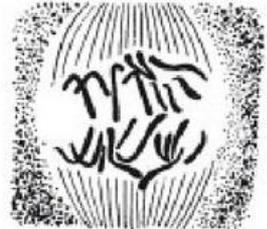
2



3



4



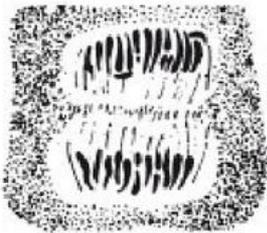
5



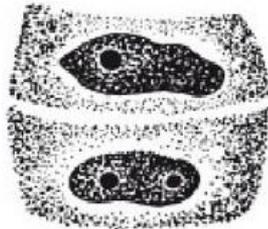
6



7



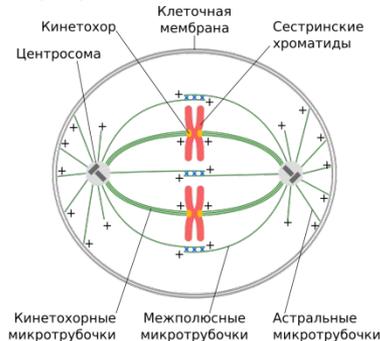
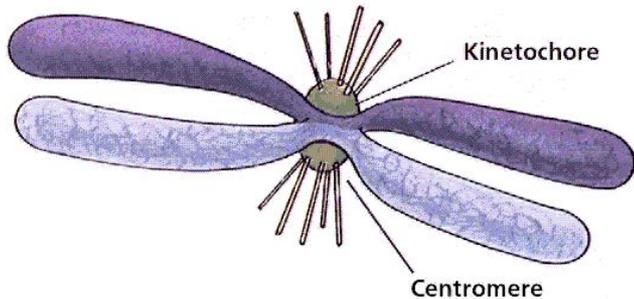
8



9

Кариокинез состоит из четырех стадий: профазы, метафазы, анафазы и телофазы

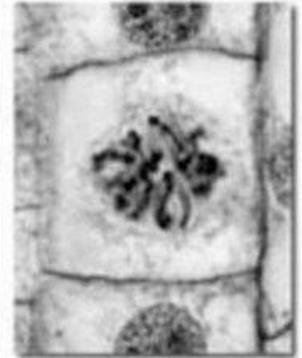
Профаза. Хромосомы конденсируются, укорачиваются и утолщаются, благодаря чему к концу профазы становятся отчетливо видимыми в световой микроскоп. Каждая хромосома состоит из двух хроматид (сестринских хроматид), удерживаемых вместе центромерой. Конденсация хромосом совпадает с резким уменьшением синтетических процессов в клетке, происходит инактивация генов в области ядрышкового организатора, большая часть белков ядрышка диссоциирует. К концу профазы ядрышко исчезает, ядерная оболочка распадается на мелкие вакуоли (фрагментируется), поровые комплексы исчезают и хромосомы оказываются в цитоплазме. В профазе происходит образование специального аппарата клеточного деления – *веретена деления*, в состав которого входят состоящие из белка тубулина одиночные микротрубочки или их пучки



интерфаза

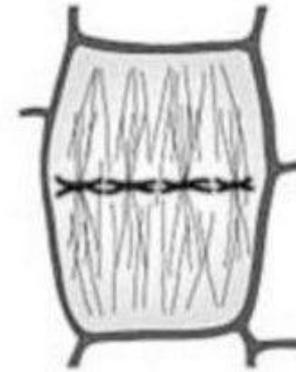


профаза

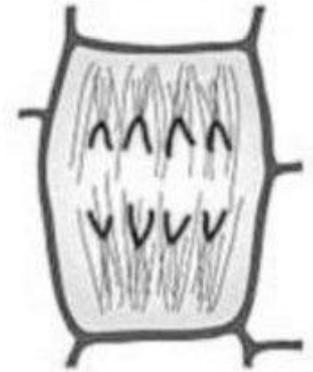


Метафаза. Хромосомы максимально сконденсированы. Микротрубочки приводят каждую хромосому в экваториальную плоскость, образуется *метафазная пластинка*. Отчетливо видны нити веретена. Число и форма метафазных хромосом - характерный признак организма, его паспорт. Напомним, что именно в метафазе митоза определяют кариотип.

Анафаза. В анафазе происходит сегрегация хромосом и распределение генетического материала между дочерними клетками. Центромеры, удерживающие обе хроматиды каждой хромосомы, делятся пополам, направляются к противоположным полюсам клетки. Центромера увлекает за собой хроматиду, которая в этом месте перегибается, приобретая V-образную форму. Сестринские хроматиды (половинки каждой хромосомы) становятся самостоятельными хромосомами. Хромосомы двигаются к полюсам за счет укорачивания (деполимеризации, или разборки) микротрубочек у кинетохоров. Каждая хроматида, отошедшая к полюсу, становится дочерней хромосомой. Число хромосом у каждого полюса идентично числу хромосом исходной родительской клетки



метафаза



анафаза

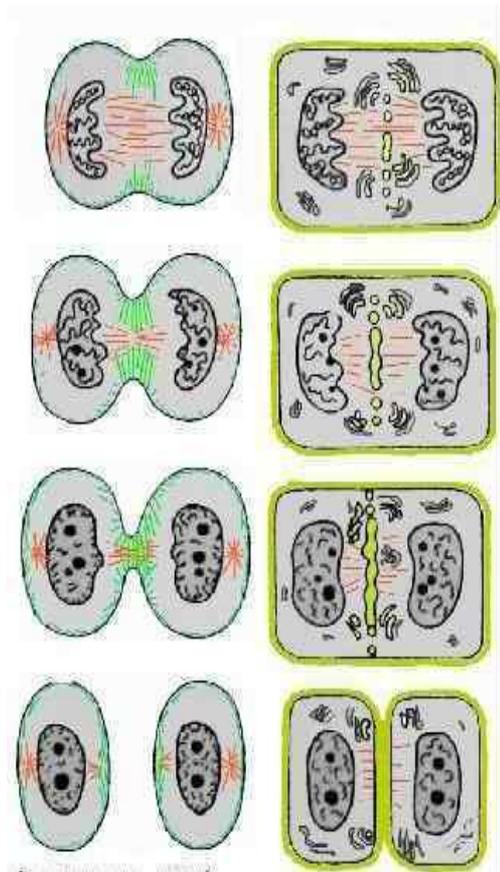
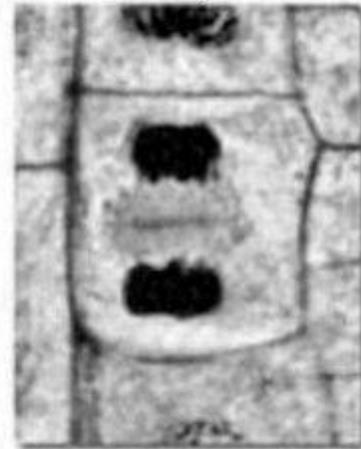


Телофаза (от греч. *telos* – конец). Хромосомы деконденсируются, образуется ядерная оболочка, вновь появляются ядрышки. В телофазе начинается и завершается процесс разрушения веретена деления.

Цитокинез (*цитотомия*). Происходит разделение цитоплазмы и образование двух дочерних клеток из одной исходной. У растений деление клетки происходит путем образования клеточной перегородки внутри клетки, а у животных – путем перетяжки, впячивания плазматической мембраны внутрь клетки за счет образования под цитоплазматической мембраной сократимого кольца, состоящего из элементов цитоскелета – актиновых и миозиновых филаментов, которое распадается после разделения клетки. У растений в центре клетки скапливаются мелкие вакуоли, произошедшие от вакуолей комплекса Гольджи. Вакуоли сливаются друг с другом и образуют на экваторе клетки *фрагмопласт*, который разрастается к периферии клетки, а затем сливается с плазматической мембраной. Так образуется первичная клеточная

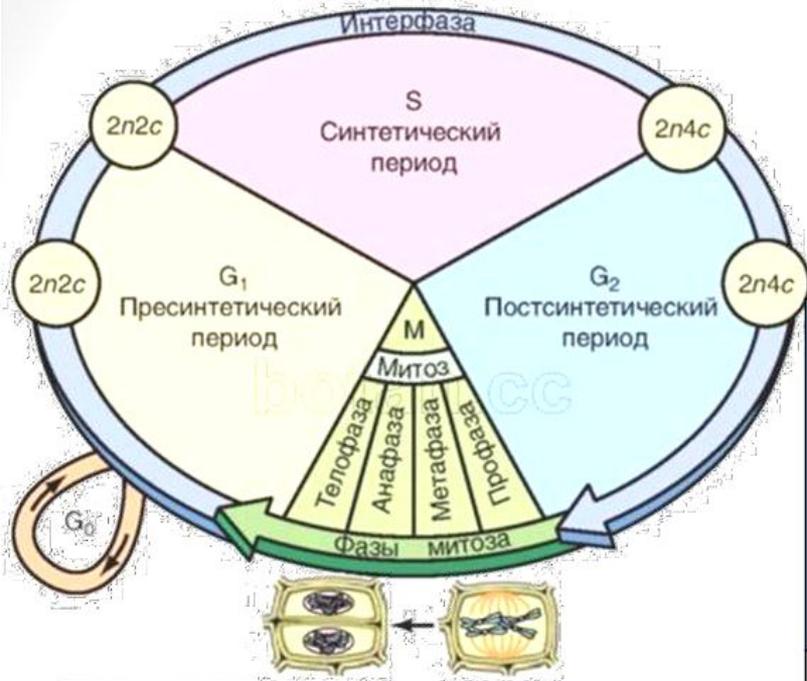


телофаза



ЦИТОКИНЕ

Клеточный цикл. Митоз

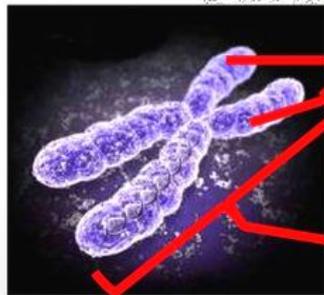


Дано: в клетке здорового человека 46 молекул ДНК.
 Вопрос: сколько у него молекул ДНК и хромосом в разные стадии жизненного цикла?

n – набор хромосом (в соматических клетках двойной набор (2n), у человека 2n=46;

c – число молекул ДНК

	Пресинтетический период	Синтетический период	Постсинтетический период
Молекул ДНК	46	92	92
Хроматид	46	92	92
Хромосом	46	46	46



Хроматида

Хромосома

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ МИТОЗА

1. Точное распределение генетического материала между дочерними клетками. В результате митоза образуются два ядра, содержащие одинаковый (исходный) набор хромосом и одни и те же гены. То есть обе дочерние клетки генетически идентичны материнской. Митоз обеспечивает преемственность наследственных свойств в ряду клеточных поколений.
2. В результате митоза происходит увеличение числа клеток эукариотического организма, его рост. Митоз – основа бесполого размножения (у одноклеточных организмов) и замещения клеток. Митоз лежит в основе вегетативного размножения растений.

ПРЕПАРАТ

ВОПРОСЫ?