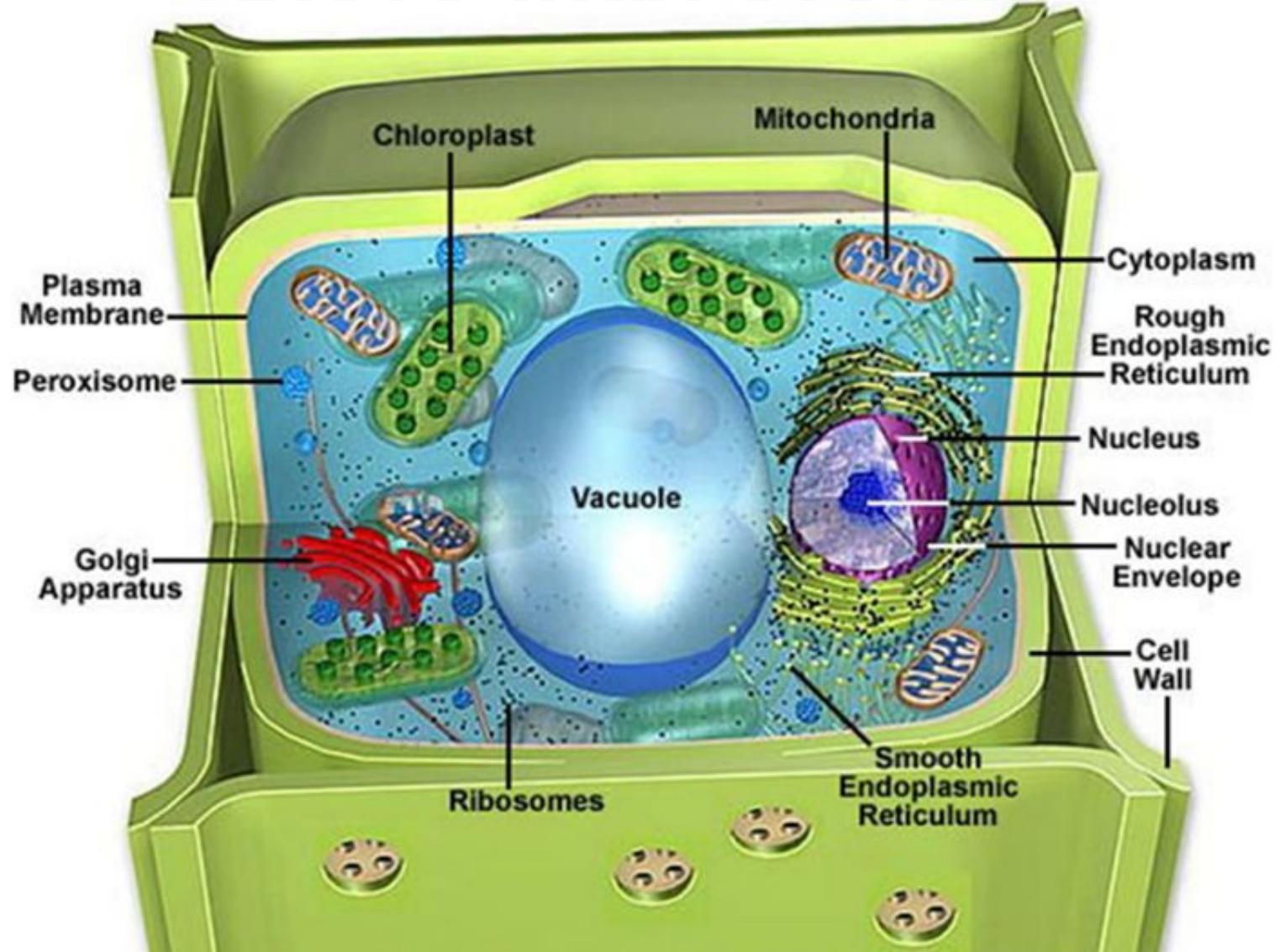


Внеклеточные образования Клеточная стенка

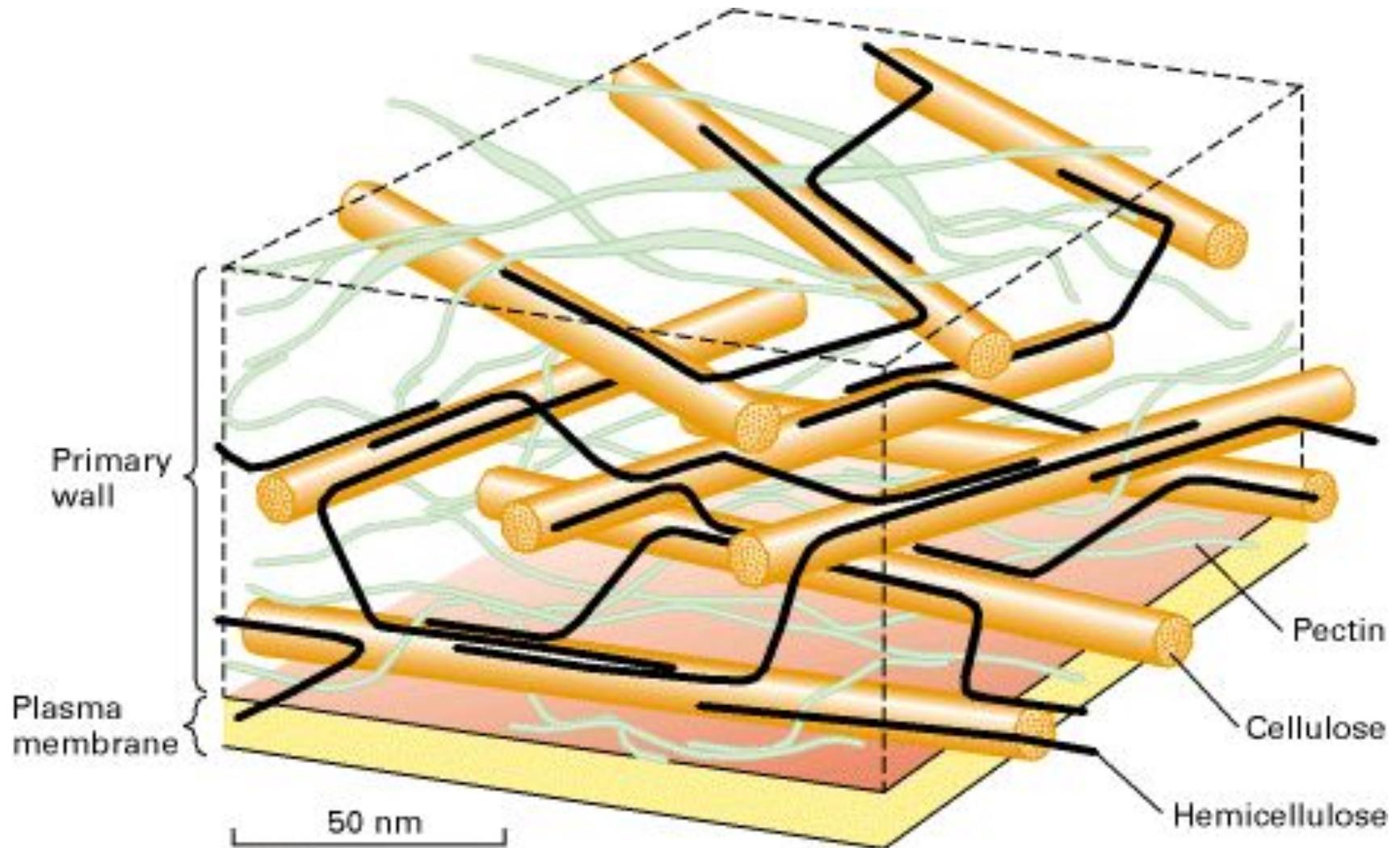


Клеточная стенка у растений - это структурное образование, располагающееся по периферии клетки, за пределами плазматической мембраны, придающее клетке прочность, сохраняющее ее форму и защищающее протопласт.

Клеточная стенка растений противостоит высокому осмотическому давлению большой центральной вакуоли и препятствует разрыву клетки.

Кроме того, совокупность прочных клеточных стенок выполняет роль своеобразного внешнего скелета, поддерживающего форму растения и придающего ему механическую прочность. Клеточная стенка, обладая большой прочностью, в то же время способна к росту, и прежде всего к росту растяжением.

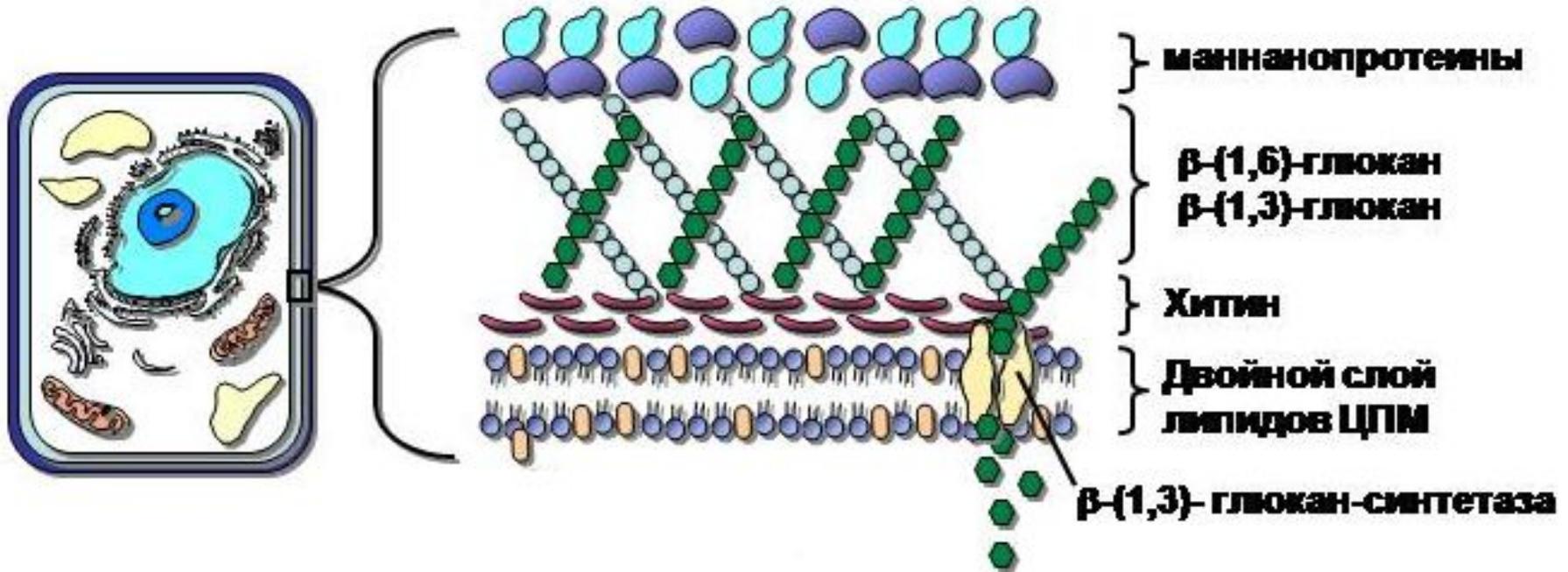
Основу клеточной стенки растений составляют молекулы целлюлозы, гемицеллюлозы и пектины.



Клеточные стенки есть также у бактерий

• клетка гриба

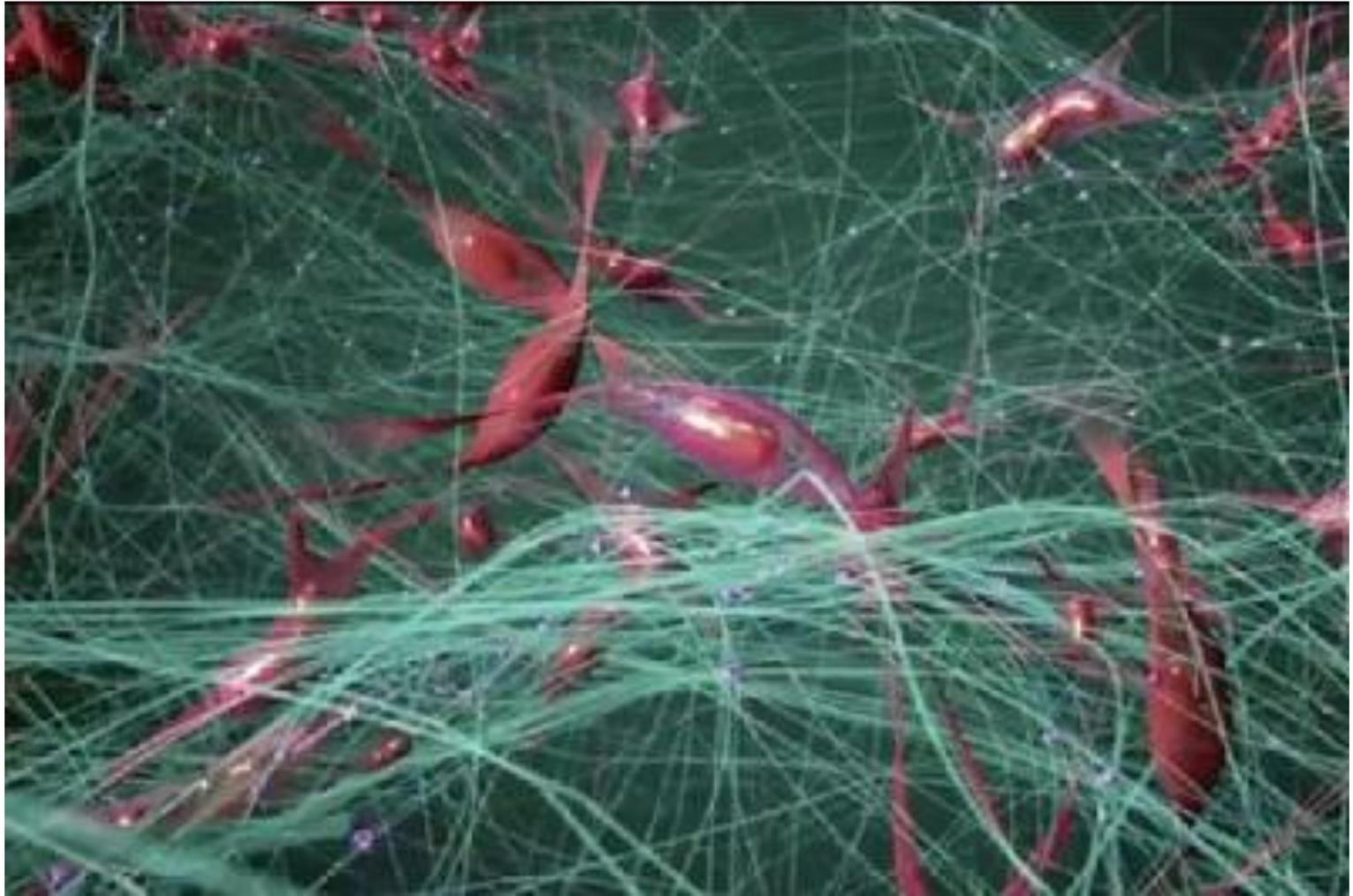
Клеточная стенка и ЦПМ



Клеточные стенки бактерий состоят преимущественно из пептидогликана (муреина)

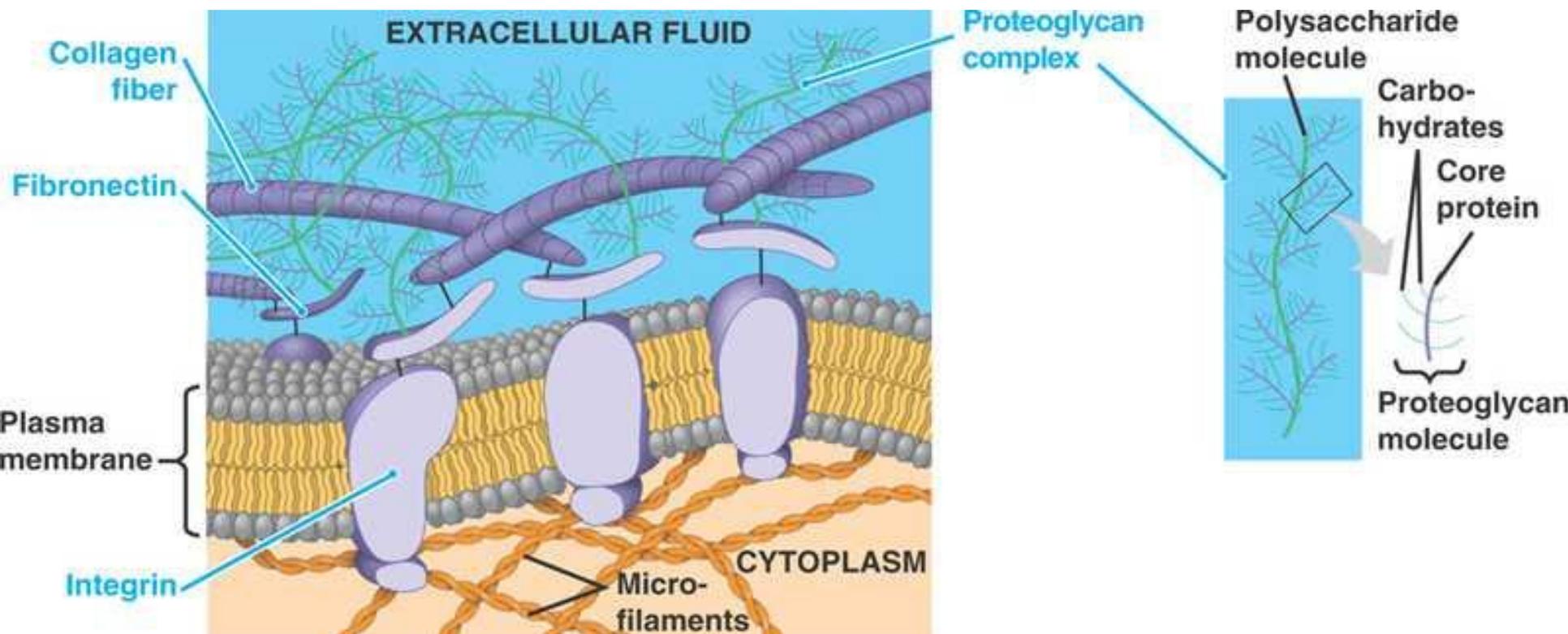


Внеклеточный матрикс — внеклеточные структуры соединительной ткани, обеспечивающие механическую поддержку клеток и транспорт химических веществ.



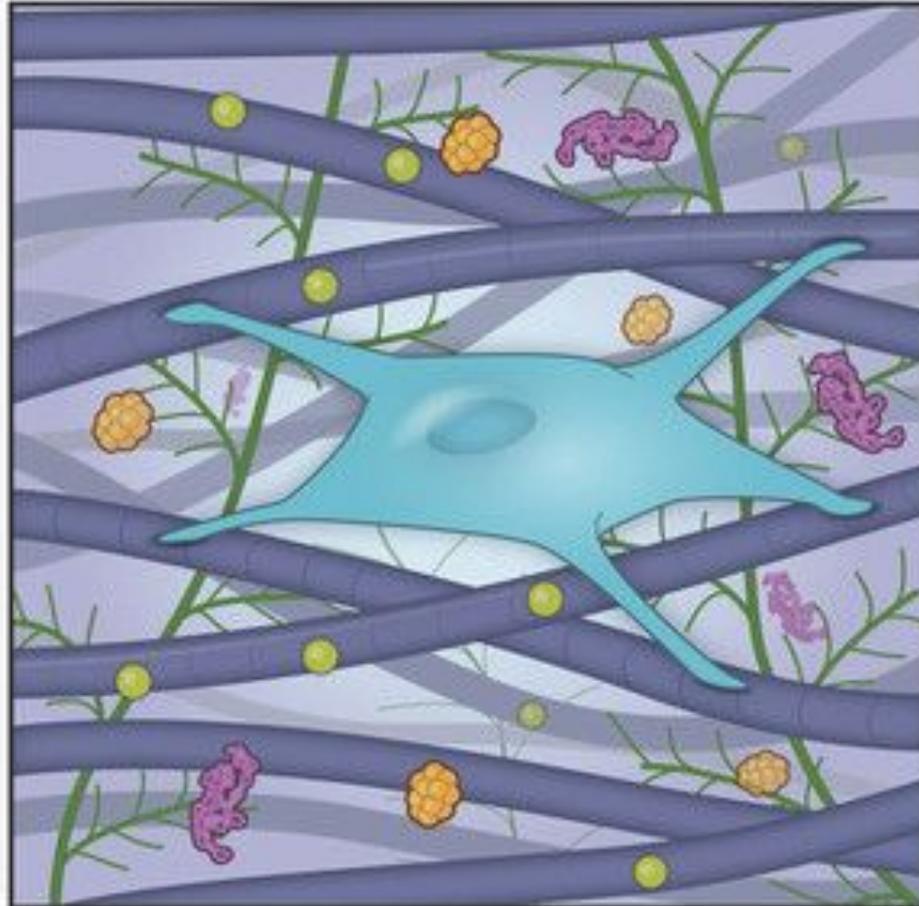
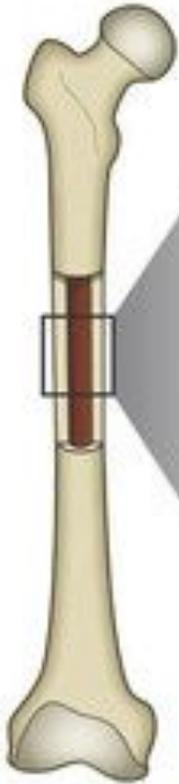
Главный компонент внеклеточного матрикса — белки. Выделяют 3 группы белков:

- **протеогликаны (ПГ);**
- **фибриллярные структурные белки (семейства коллагена и эластина);**
- **фибриллярные адгезивные белки (семейства фибронектина и ламинина).**



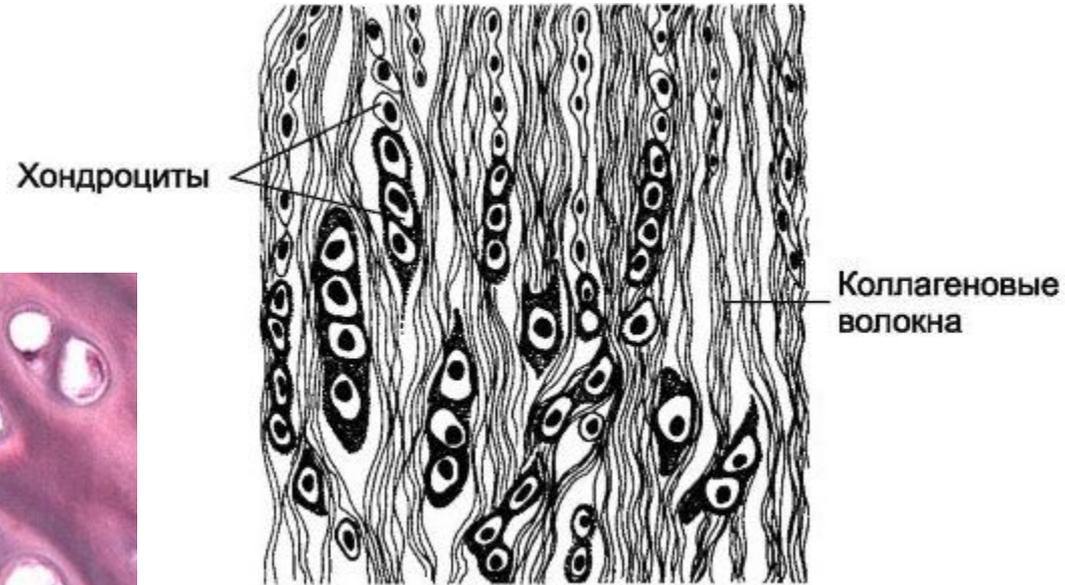
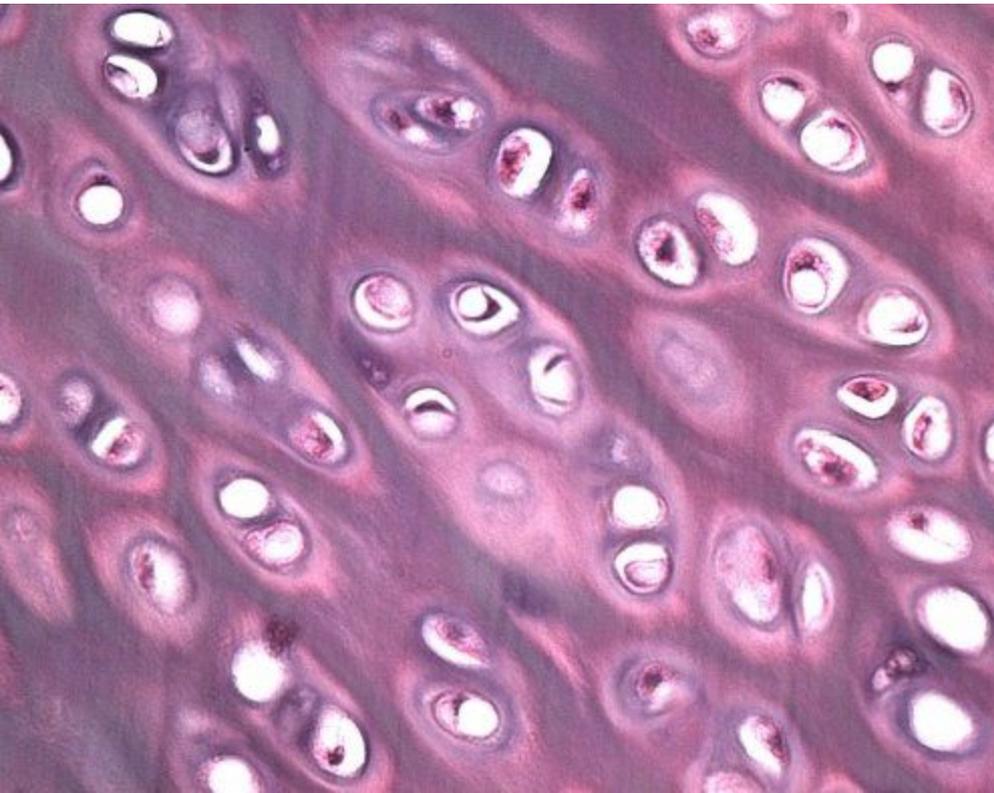
Extracellular matrix

Bone



-  Protein
-  Growth factor
-  Hydroxyapatite
-  Polysaccharide chain
-  Collagen

Ткань хряща



СТРОЕНИЕ КОЖИ

Осязательный рецептор

Чешуйчатый слой богатых кератином клеток

Пора

Сальная железа

Нерв

Эпидермис

Дерма

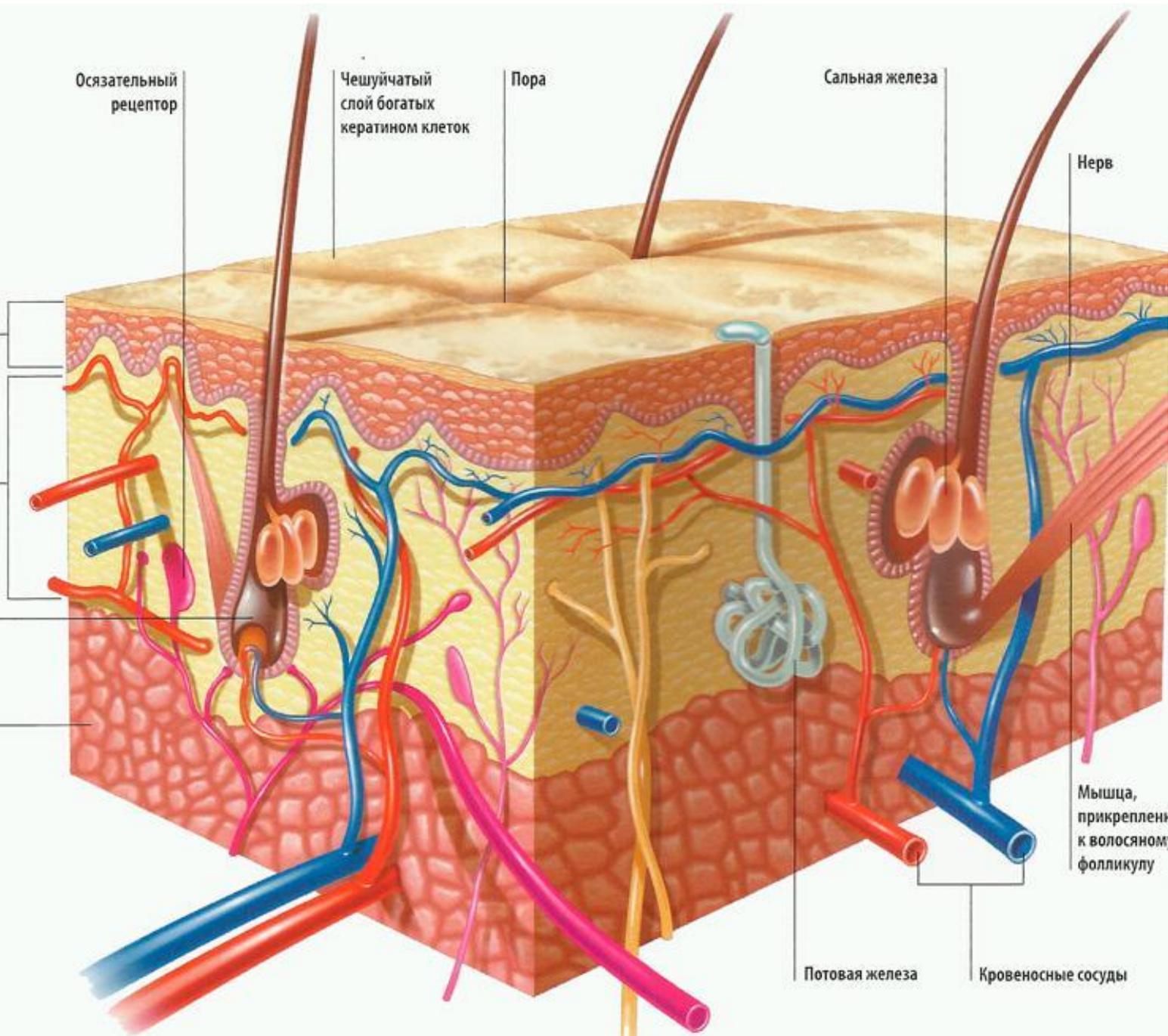
Волосной фолликул

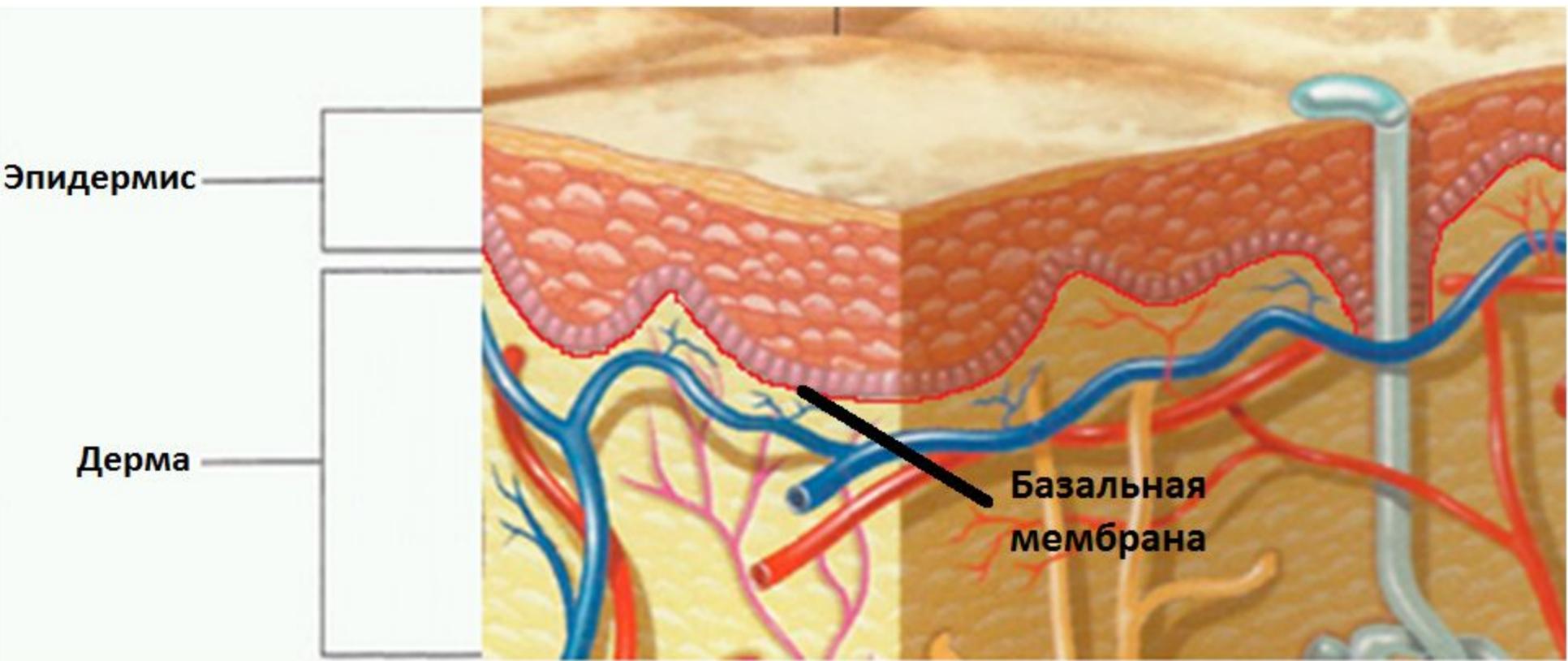
Подкожный жир

Мышца, прикреплен к волосному фолликулу

Потовая железа

Кровеносные сосуды





Эпидермис

Дерма

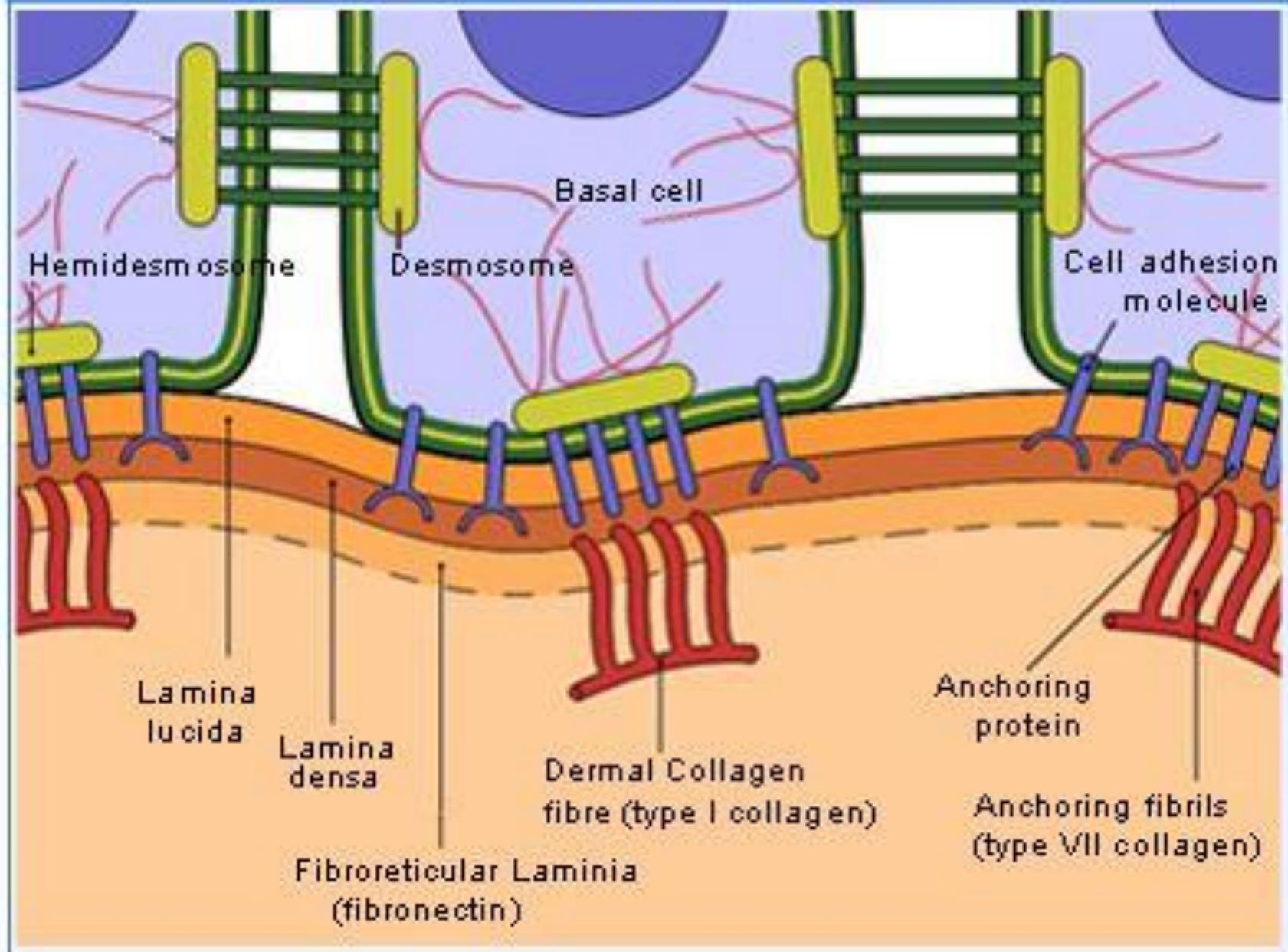
Базальная мембрана

Базальная мембрана - особый вид внеклеточного матрикса, имеет вид листа или пластинки толщиной 20-200 нм и состоит из специальных белков, служащих для соединения клеток различного типа с окружающей соединительной тканью.

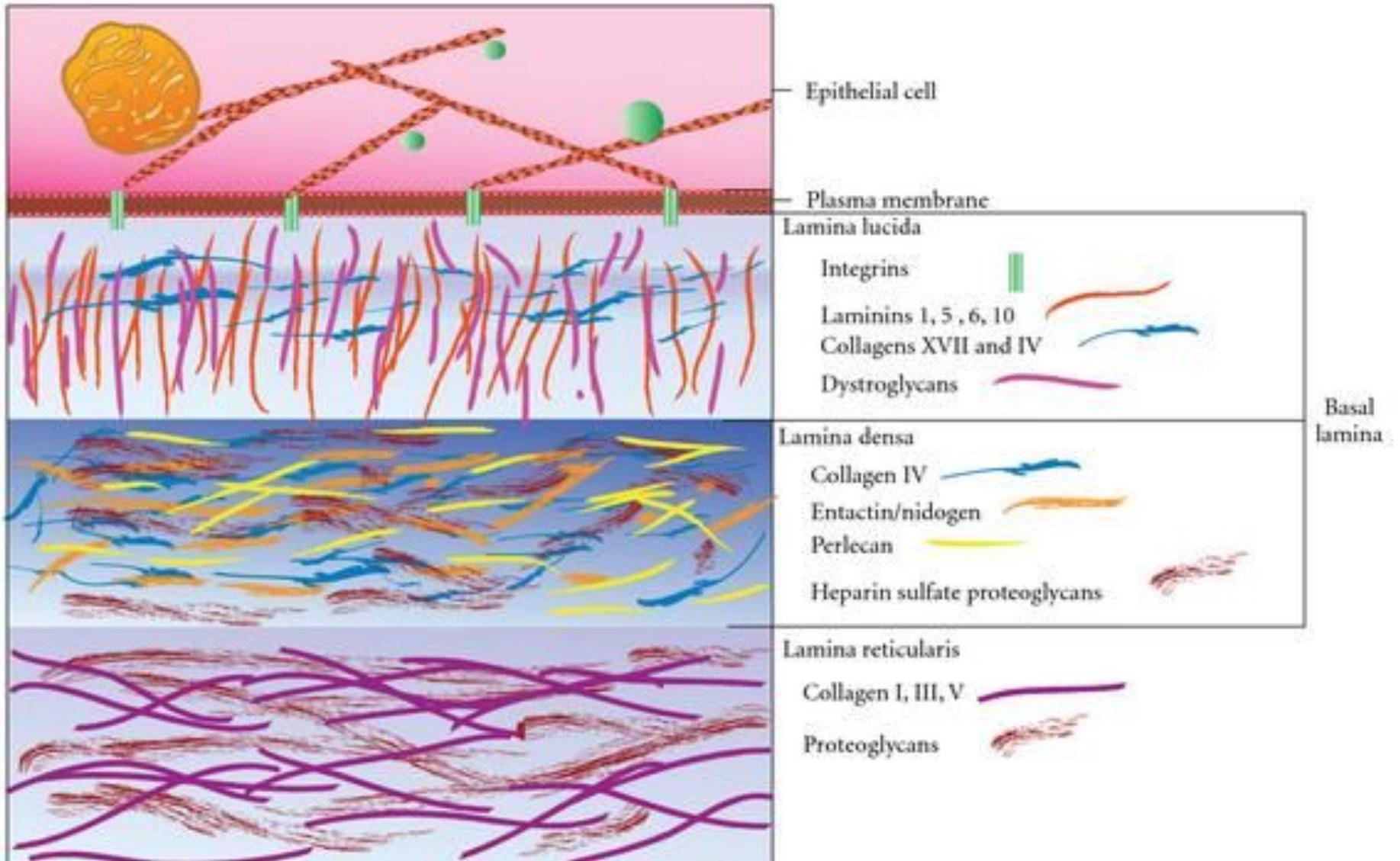
Функции базальной мембраны:

- механическая (закрепление эпителиоцитов),
- трофическая и барьерная (избирательный транспорт веществ),
- морфогенетическая (обеспечение процессов регенерации и ограничение возможности инвазивного роста эпителия).

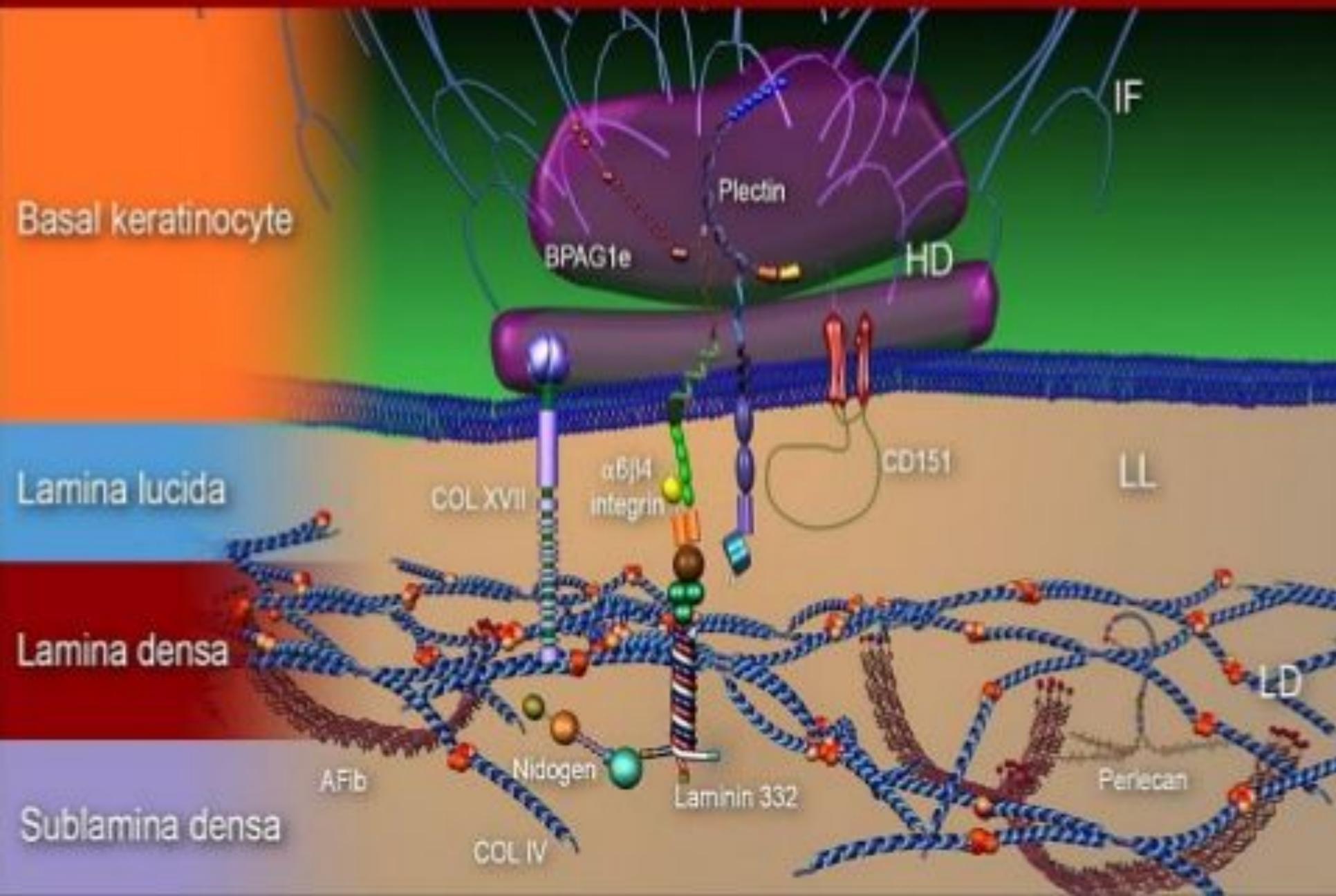
Basement membrane zone



Basement membrane



Basement Membrane Zone



Синтез молекул внеклеточного матрикса

Фибробласты синтезируют коллаген (проколлаген), эластин, фибронектин, гликозаминогликаны, протеогликаны и другие компоненты внеклеточного матрикса.

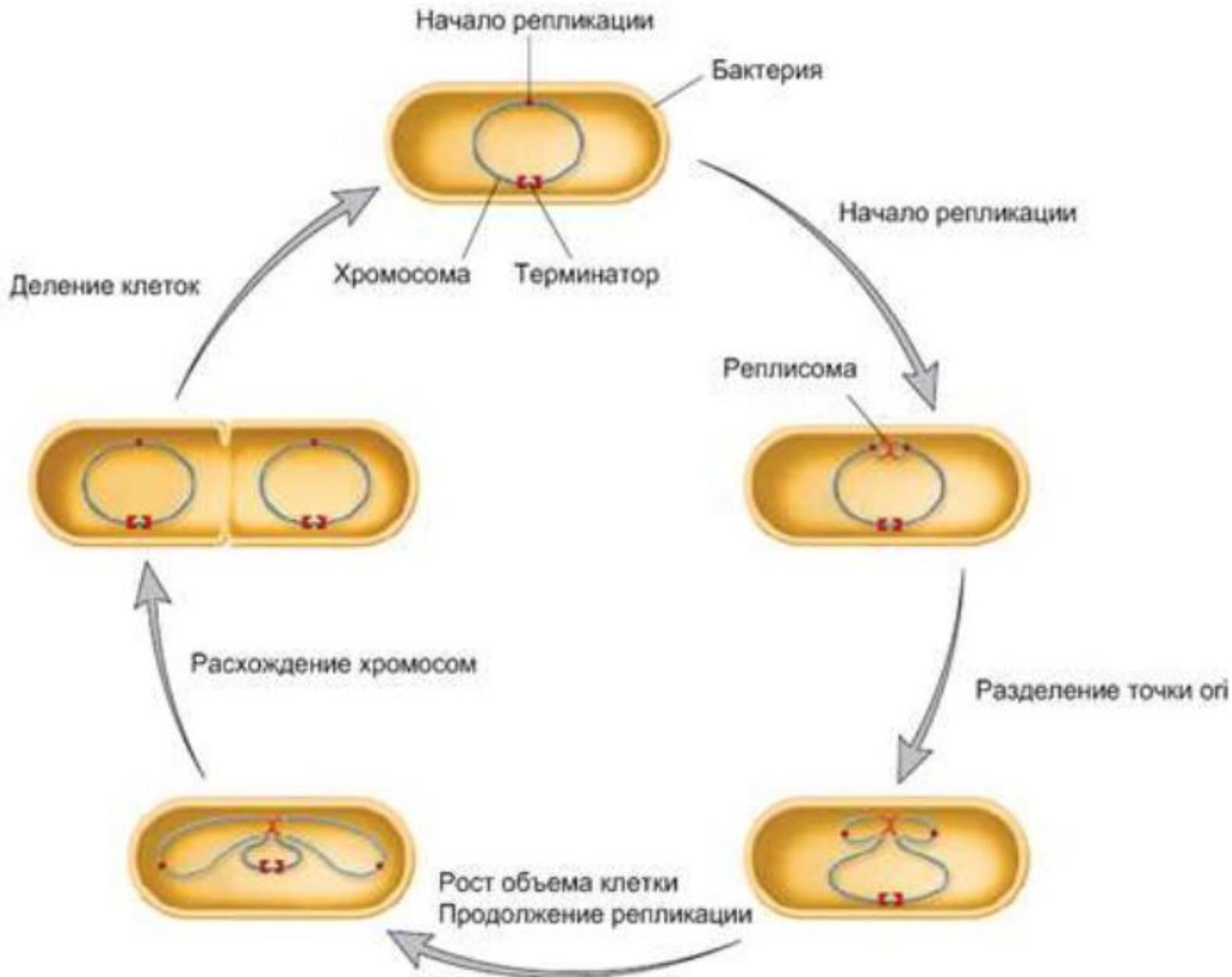
Также, различные компоненты внеклеточного матрикса синтезируют хондро- и остеобласты, гладкомышечные клетки и другие клетки.

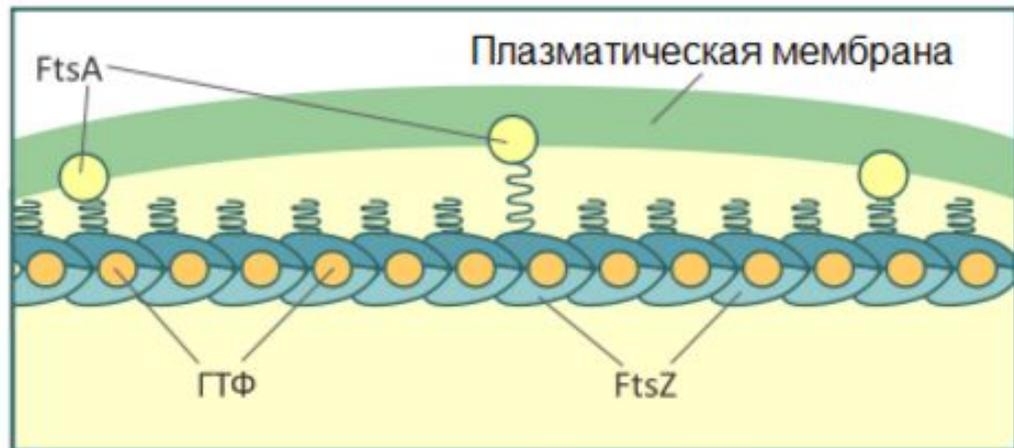
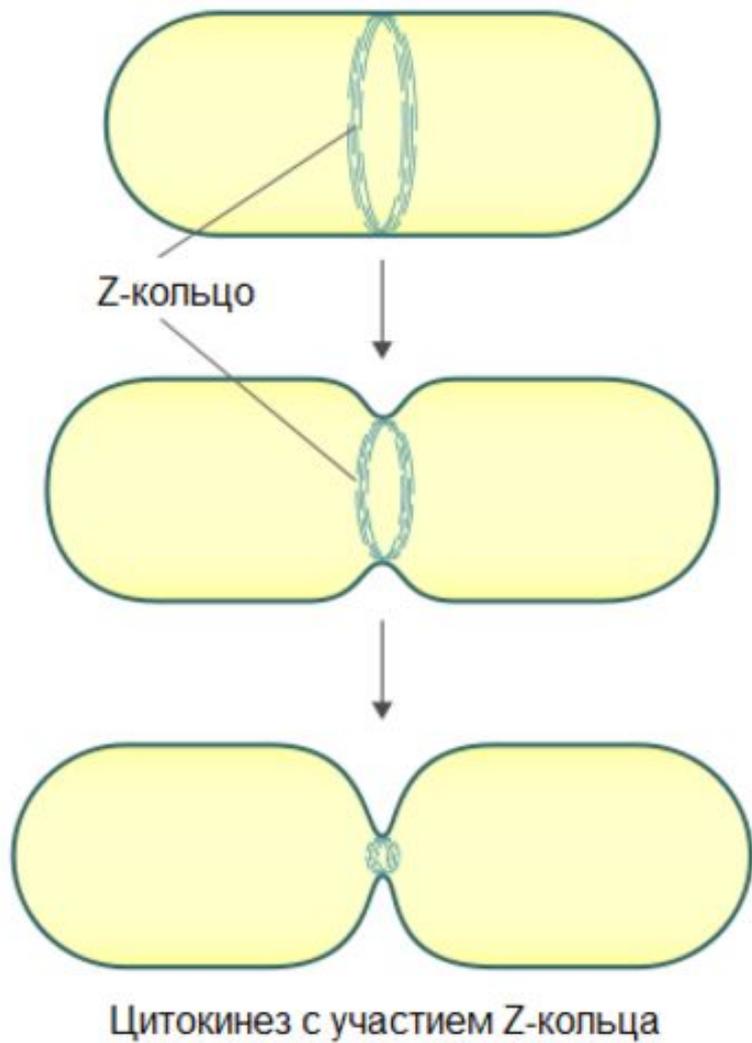
Клеточный цикл прокариот

Процесс клеточного деления у прокариот включает следующие события в определенной очередности:

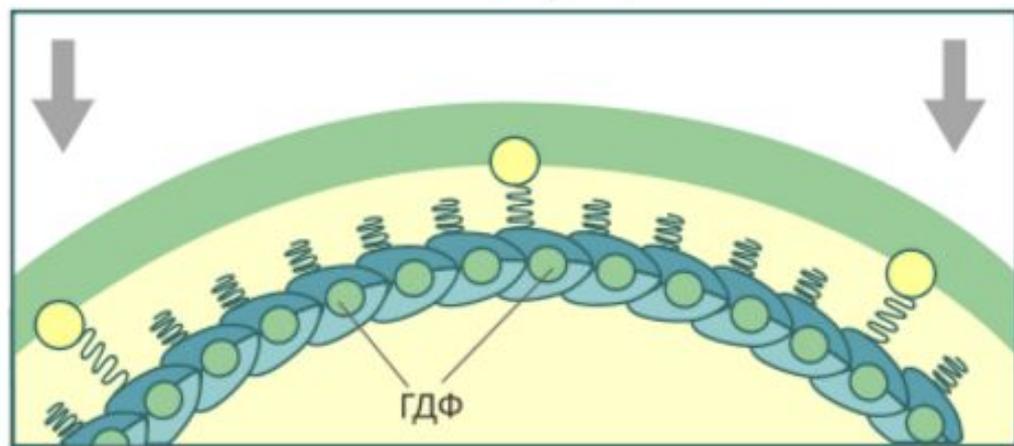
- 1) накопление «критической» клеточной массы;
- 2) репликация ДНК генома;
- 3) деление

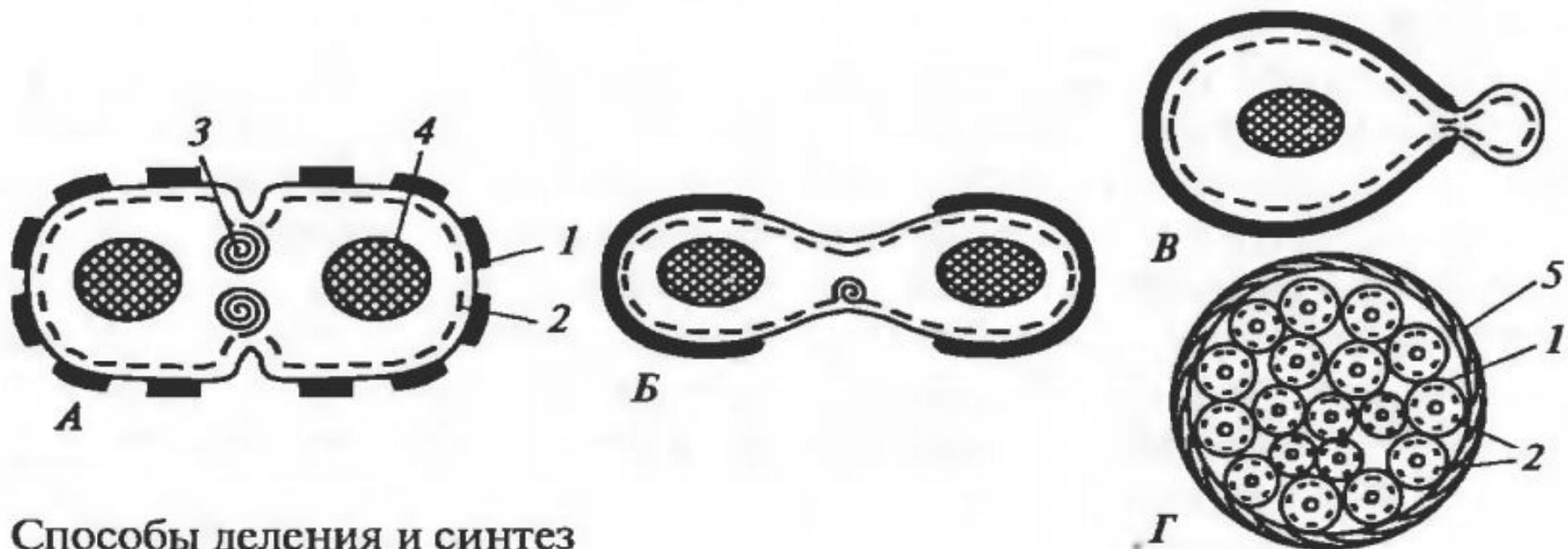
Длительность клеточного цикла – от 20 минут (в идеальных условиях) до нескольких часов





↓
 Гидролиз ГТФ
 Смена конформации
 филамента FtsZ



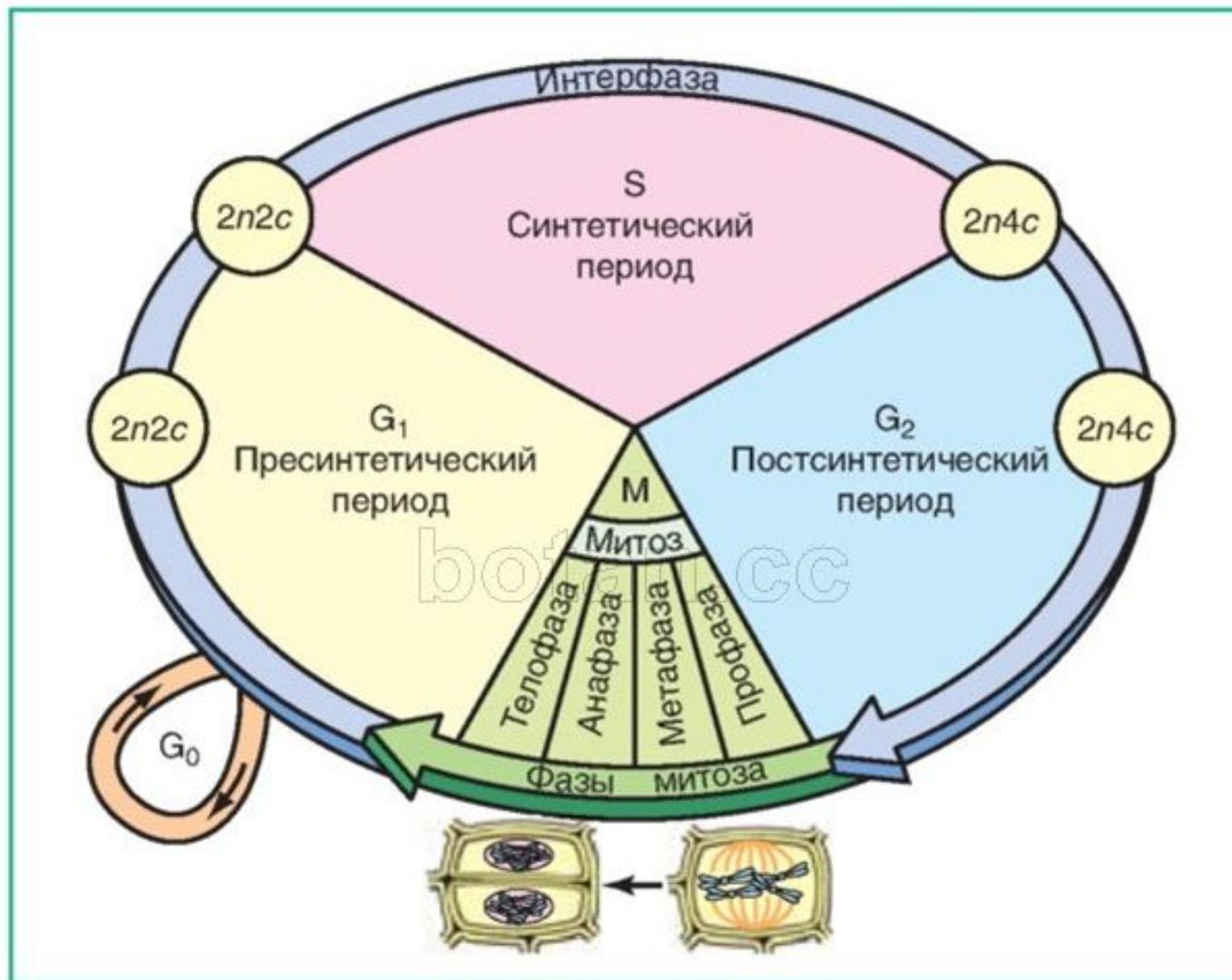


Способы деления и синтез
клеточной стенки у прокариот:

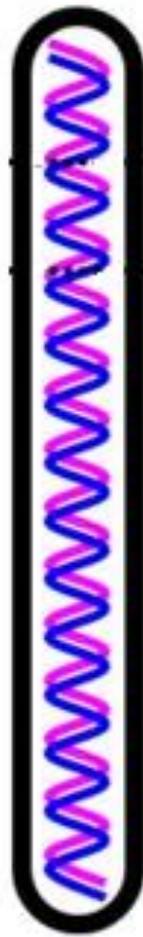
A — деление путем образования поперечной перегородки; *B* — деление путем перетяжки; *B* — почкование; *Г* — множественное деление; *1* — клеточная стенка (толстой линией обозначена клеточная стенка материнской клетки, тонкой — заново синтезированная); *2* — ЦПМ; *3* — мембранная структура; *4* — цитоплазма, в центре которой расположен нуклеоид; *5* — дополнительный фибриллярный слой клеточной стенки



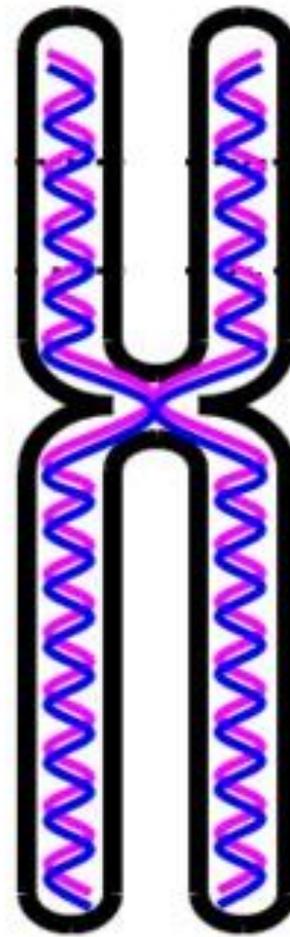
Клеточный цикл эукариот



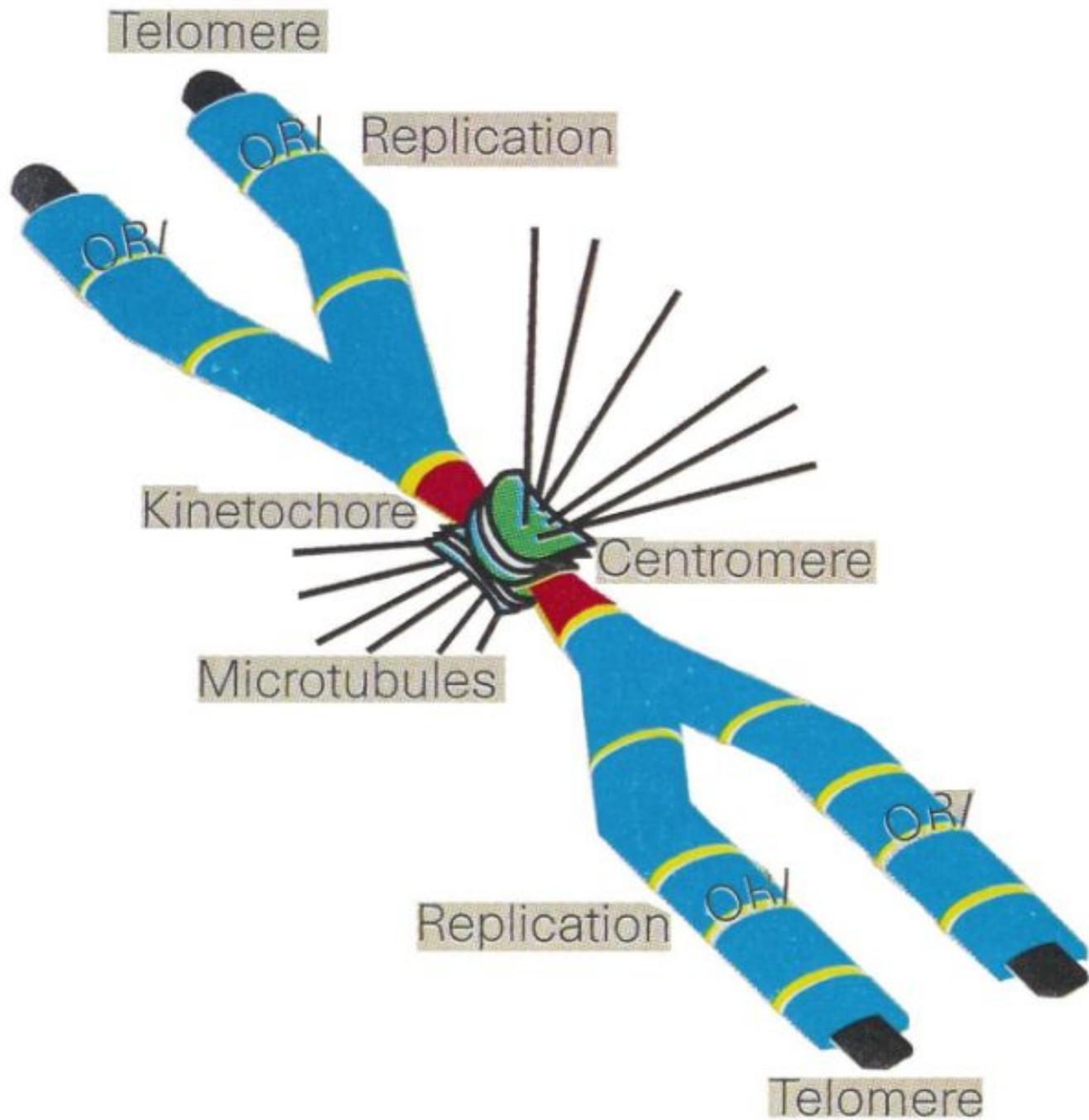
Периоды клеточного цикла ($2n$ — диплоидный набор хромосом; $2c$, $4c$ — количество сестринских хроматид в наборе)



неудвоенная
(одно-
хроматидная)
хромосома
после деления
клетки



удвоенная
хромосома
перед делением
клетки

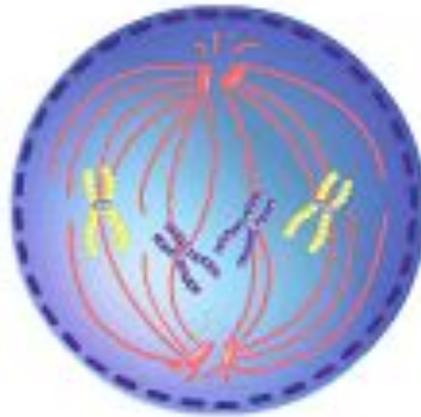


Митоз

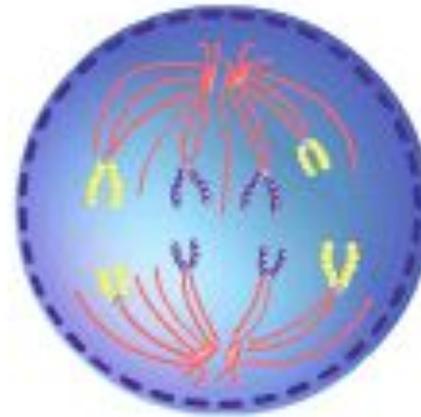
Профаза



Метафаза



Анафаза

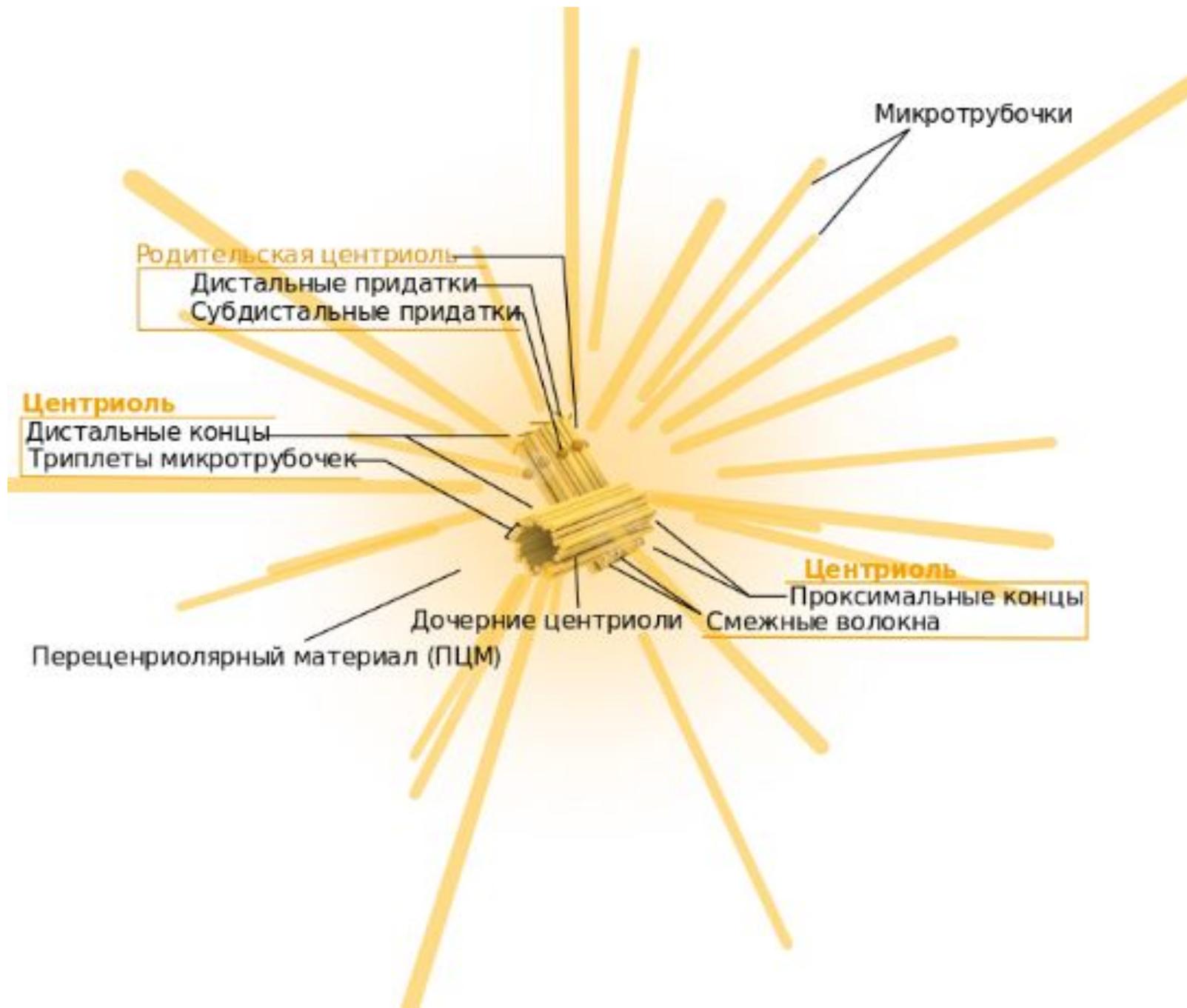


Телофаза



Клеточный центр (центросома)

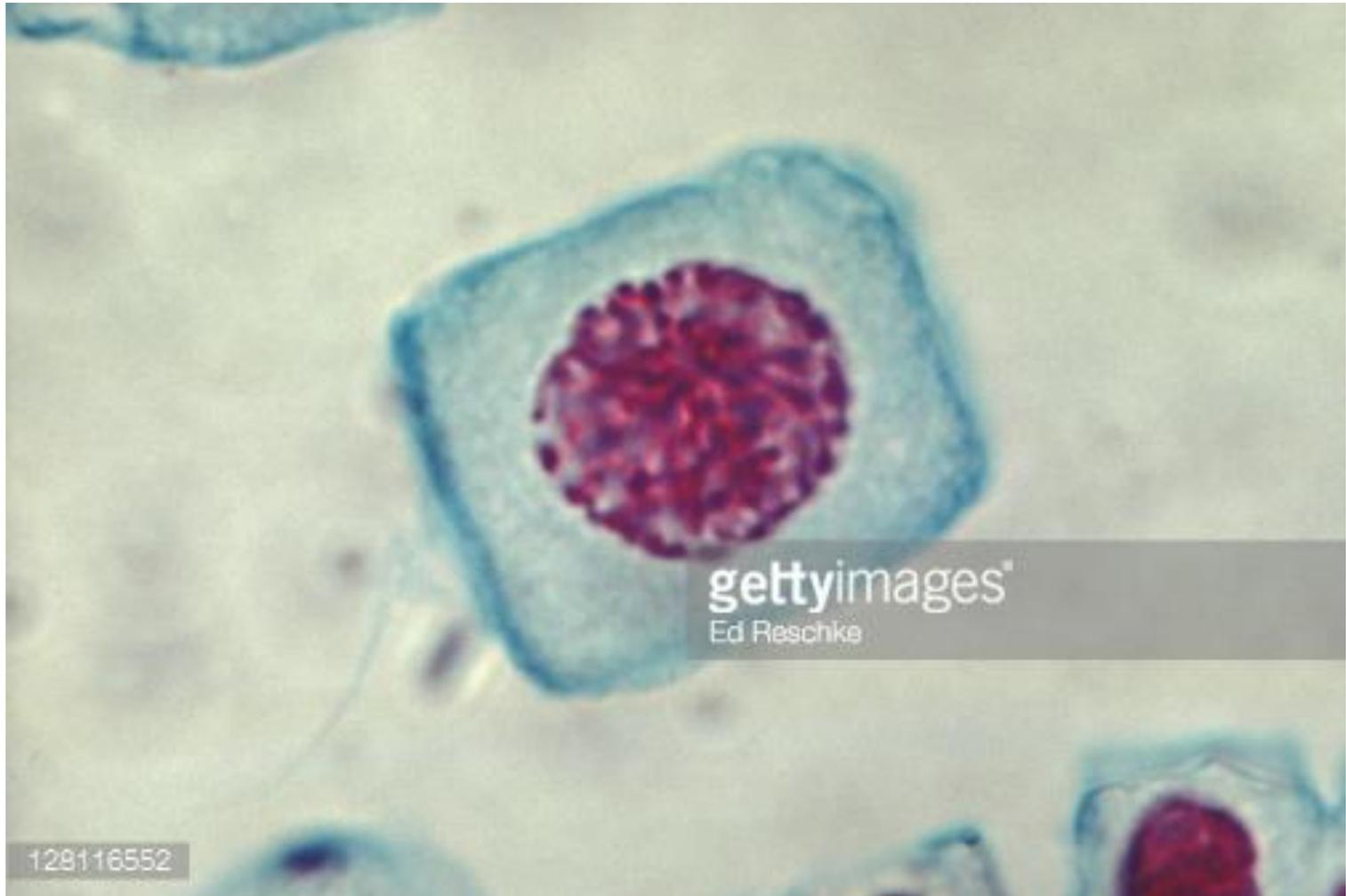
Немембранный органоид в клетках эукариот, состоит из двух центриолей и перичентриолярного материала. Является главным центром организации микротрубочек (ЦОМТ) эукариотической клетки, играет важнейшую роль в клеточном делении, участвуя в формировании веретена деления.



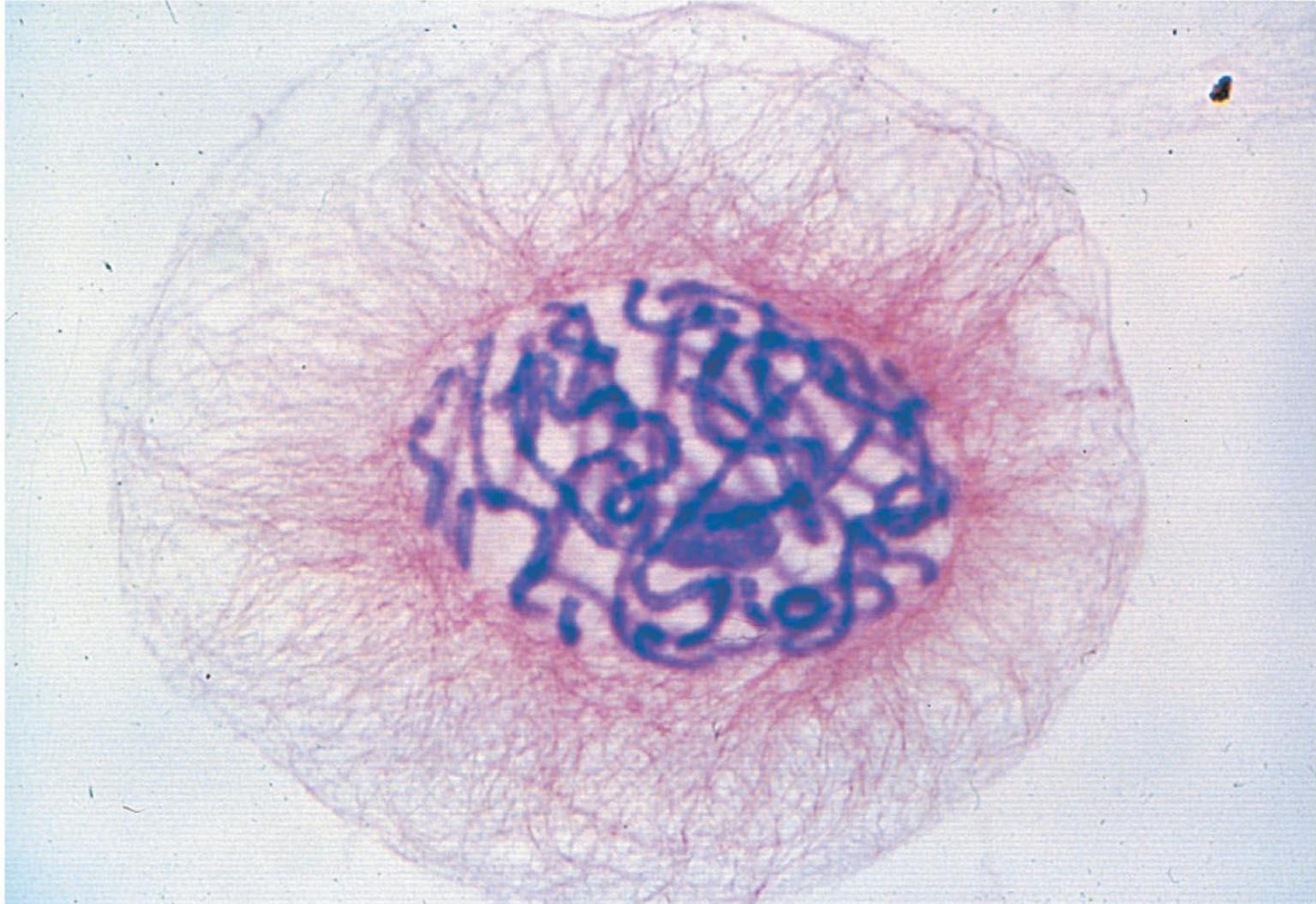
Профаза

- конденсация хромосом;
- исчезновение ядрышек;
- ядерная оболочка распадается на фрагменты и мелкие мембранные пузырьки;
- к противоположным полюсам клетки расходятся центриоли;
- от центриолей начинается образование микротрубочек веретена деления

Начало профазы

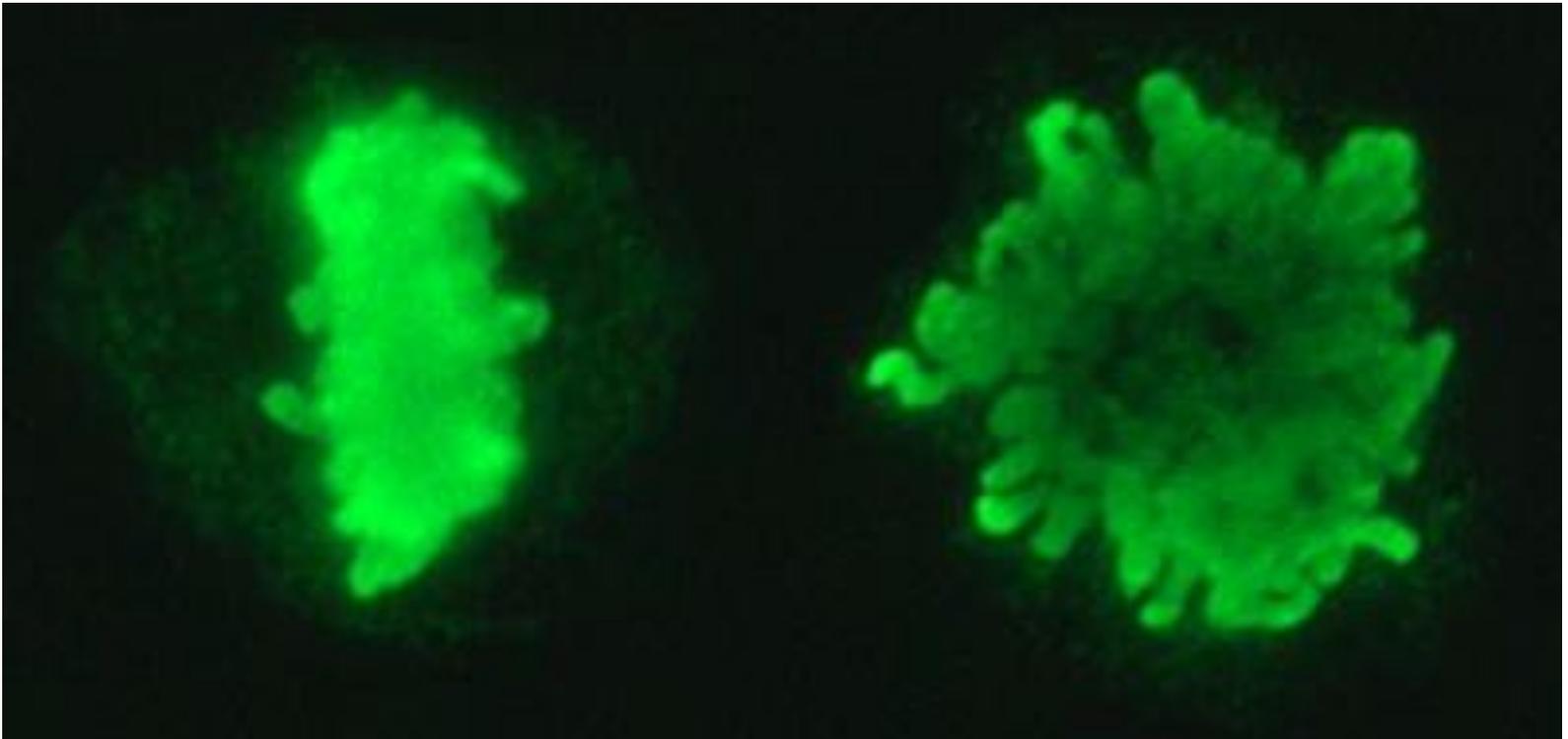


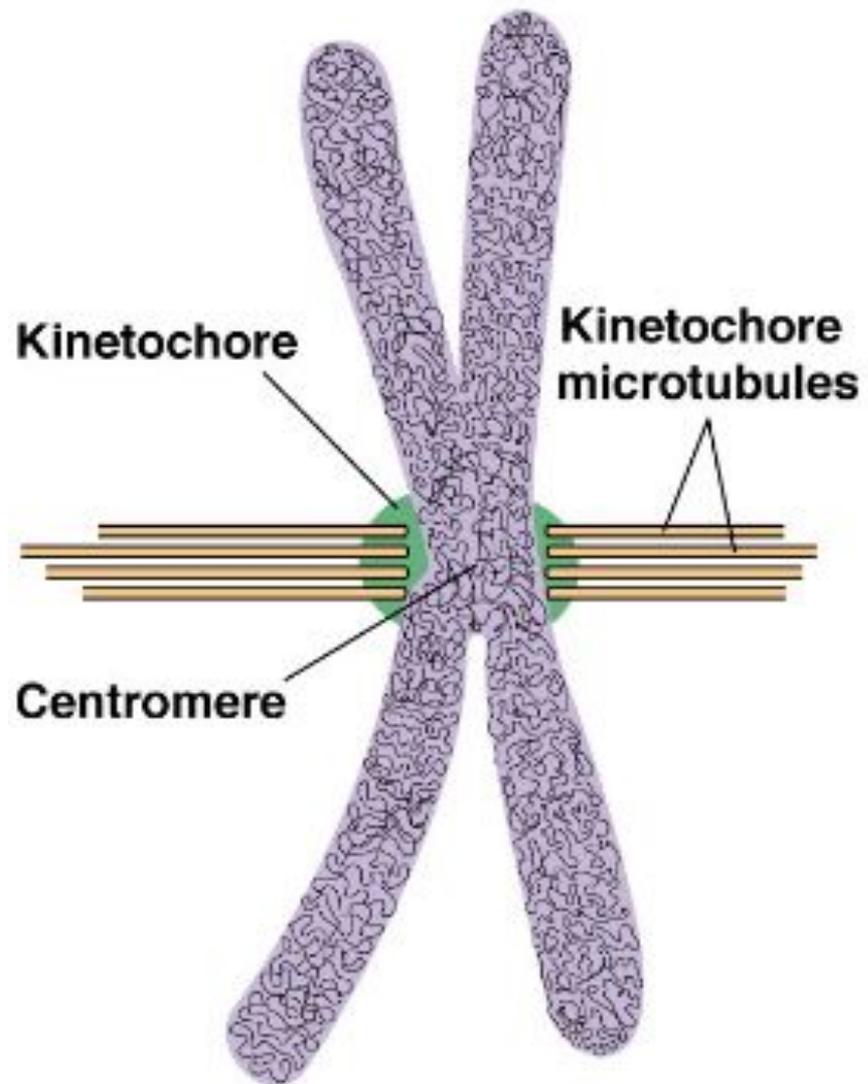
Конец профазы



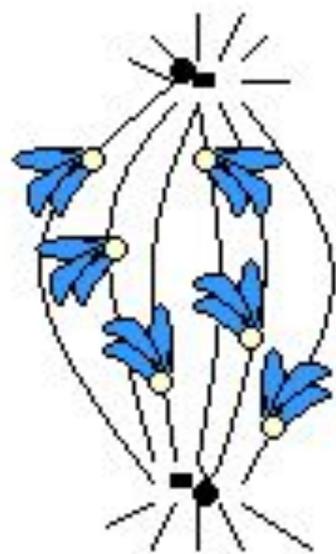
Метафаза

Перемещение хромосом в экваториальную плоскость и образование метафазной пластинки.



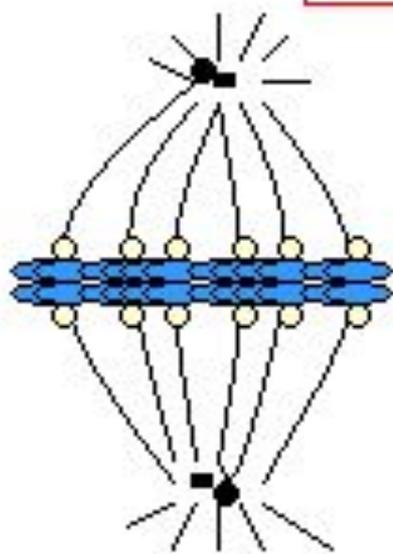


**Mitotic
checkpoint**



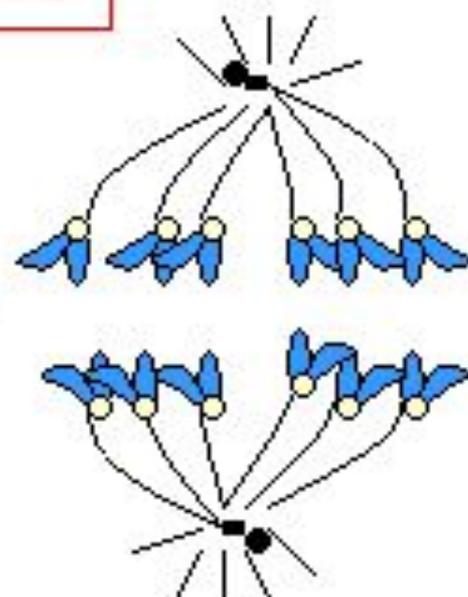
Prometaphase

Chromosomes
associated to
mitotic spindle



Metaphase

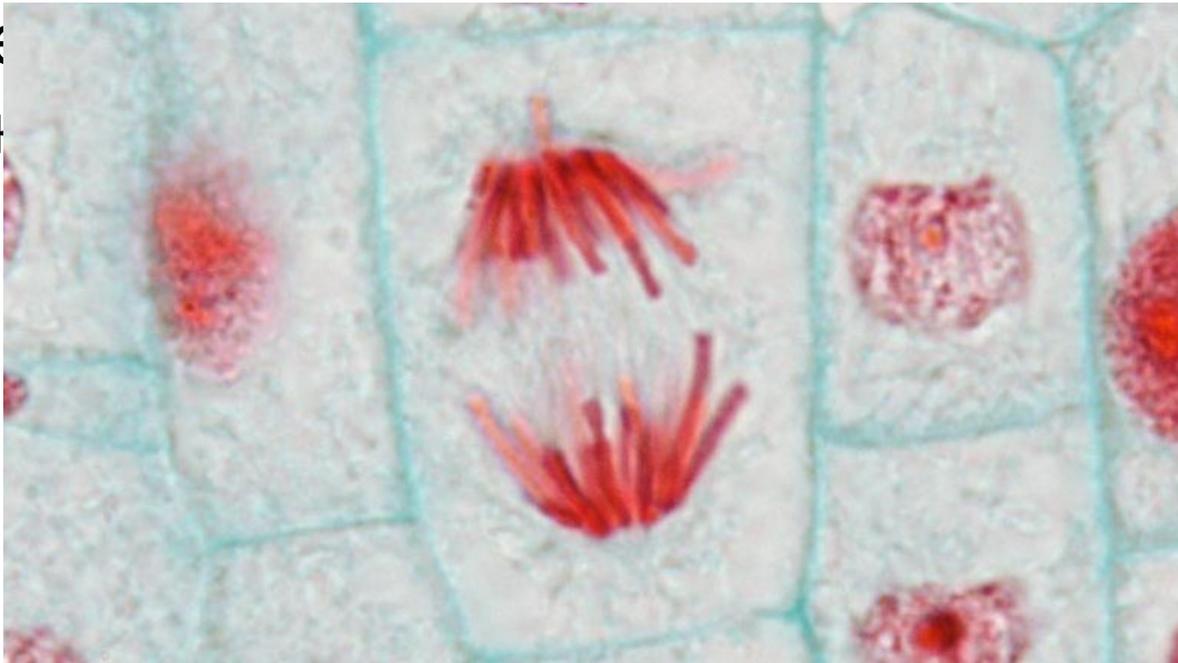
Chromosomes
congressed in the
metaphase plate



Anaphase

Sister
chromatid
separation

Анафаза включает процесс расхождения хромосом к полюсам делящейся клетки. Механизм движения хромосом объясняется гипотезой скользящих нитей, согласно которой состоящие из микротрубочек нити веретена, взаимодействуя друг с другом и с сократительными белками, тянут хромосомы к полюсам. Скорость движения хромосом достигает 10 мкм/мин. Анафаза продолжается 10-15 минут.

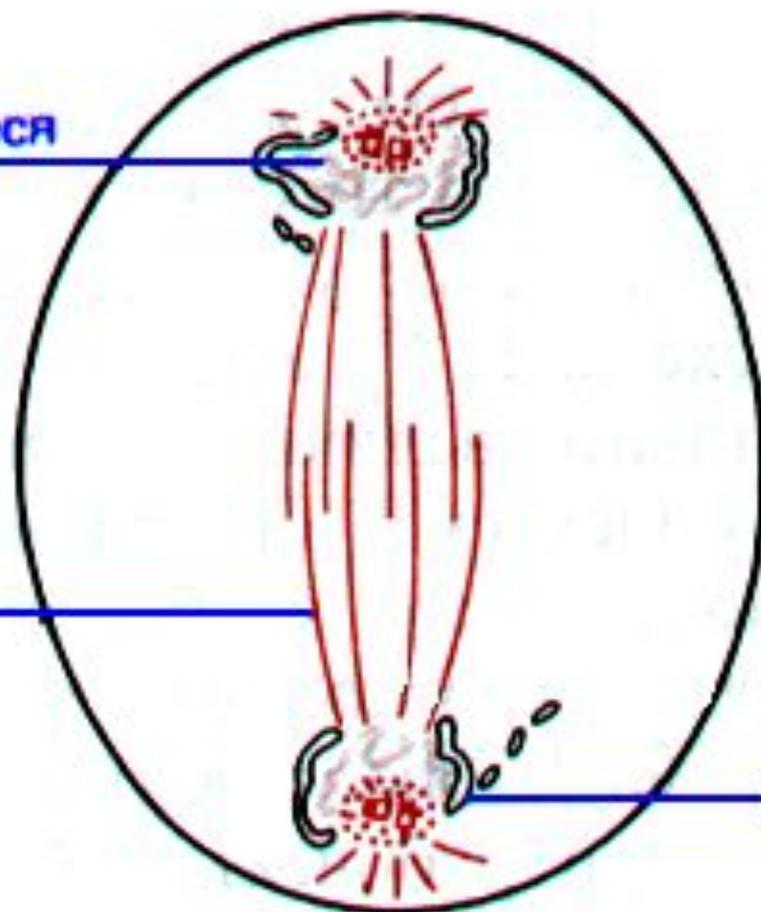


Телофаза — конечная стадия митоза, в течение которой на полюсах веретена реконструируются дочерние ядра. Перестройка телофазных хромосом напоминает процессы их изменения в профазе, но происходящие в обратном направлении. При взаимодействии хромосом с мембранными пузырьками цитоплазмы формируется ядерная оболочка. С переходом хромосом в интерфазное состояние образуются новые ядрышки. Телофаза завершается разделением тела клетки — цитотомией, или цитокинезом, что приводит к образованию двух дочерних клеток.

ТЕЛОФАЗА

Деконденсирующиеся
хромосомы
(хроматиды)
без кинетохорных
микротрубочек

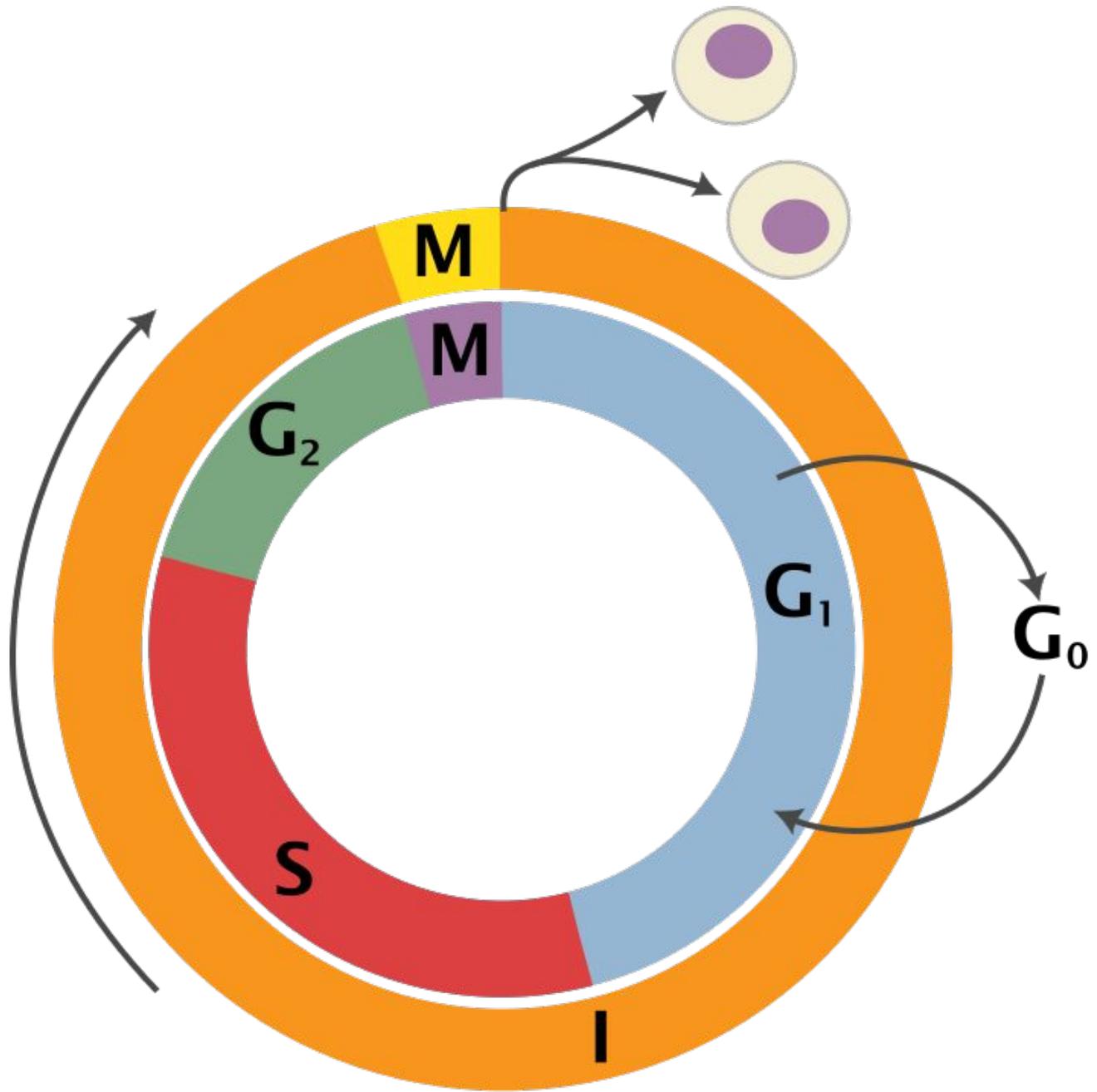
Полюсная
микротрубочка



Вокруг отдельных
хромосом
вновь образуется
ядерная оболочка

БОРОЗДА ДЕЛЕНИЯ
ПЕРЕТЯГИВАЕТ
КЛЕТКУ НАДВОЕ

ЦИТОКИНЕЗ



G₁-фаза — первая из четырёх фаз клеточного цикла эукариотических клеток. На этом этапе интерфазы клетка увеличивается в размерах и синтезирует мРНК и белки, готовясь к последующему после интерфазы митозу.

G₁-фаза завершается с началом S-фазы интерфазы.

G_1 -фаза и другие фазы клеточного цикла могут зависеть от факторов, таких как питательные вещества, температура и пространства для роста. Для синтеза мРНК и белков должно присутствовать достаточное количество аминокислот. Для роста клеток оптимальны физиологические температуры.

G_1 -фаза особенно важна для клеточного цикла, потому что в этот период клетка определяет, будет ли она делиться или покинет клеточный цикл. Если клетка остаётся неделящейся вместо перехода в S-фазу, она покидает G_1 -фазу и переходит в состояние «покоя», называемое G_0 -фазой. Вновь вернуться в G_1 -фазу из G_0 -фазы сложно, но возможно.

S-фаза

- Репликация ДНК. Теперь каждая хромосома будет состоять из 2 хроматид;
- Удвоение центриолей;
- Интенсивно синтезируются РНК и белки, связанные с ДНК (в том числе гистоны) — они необходимы для включения в состав новой хроматиды.

G2

G₂-фаза - постсинтетическая, или премитотическая. Во время этой фазы происходят интенсивные процессы биосинтеза, деление митохондрий и хлоропластов (у растений).

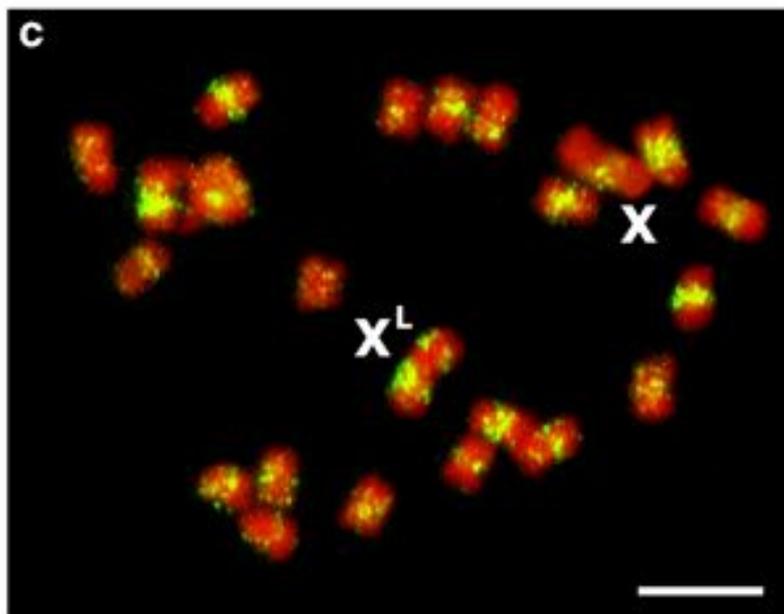
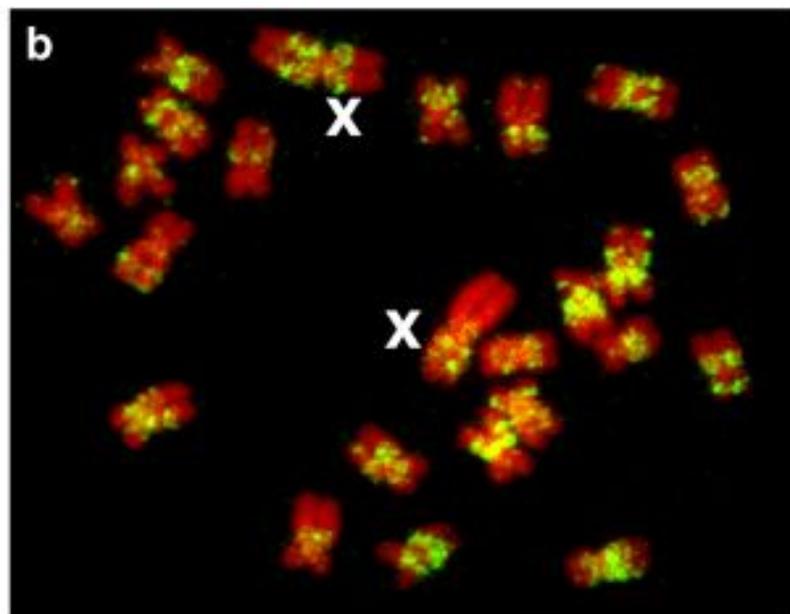
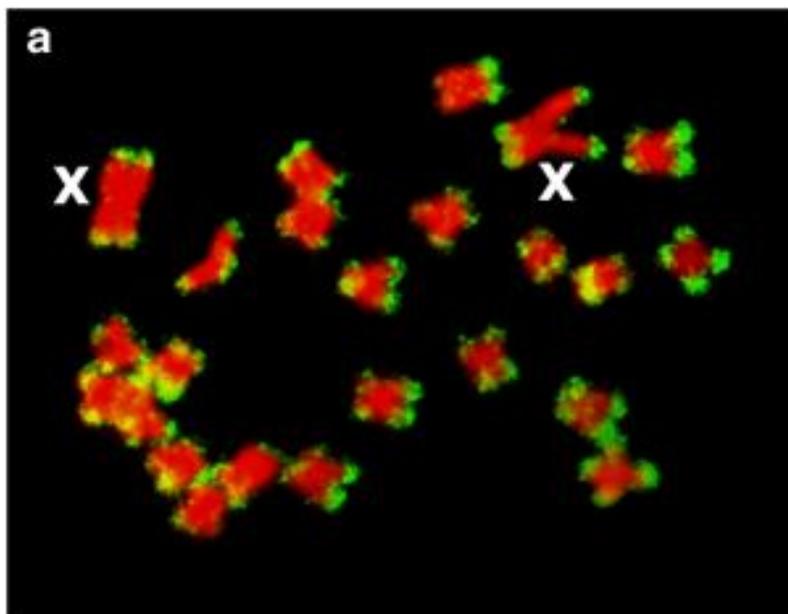
В периоде G2 клетка подготавливает строительный материал, необходимый для формирования аппарата деления (ахроматинового веретена) и запасает энергетические ресурсы (АТФ).

Закономерности репликации хромосом

Репликация ДНК и ее закономерности изучаются с помощью

бромдезоксимуридина -
синтетического нуклеозида,
аналога тимидина.

Добавляя БДУ к делящимся клеткам в разные периоды S-фазы, можно изучать закономерности репликации.



А – начало S-фазы

В – середина

С - конец

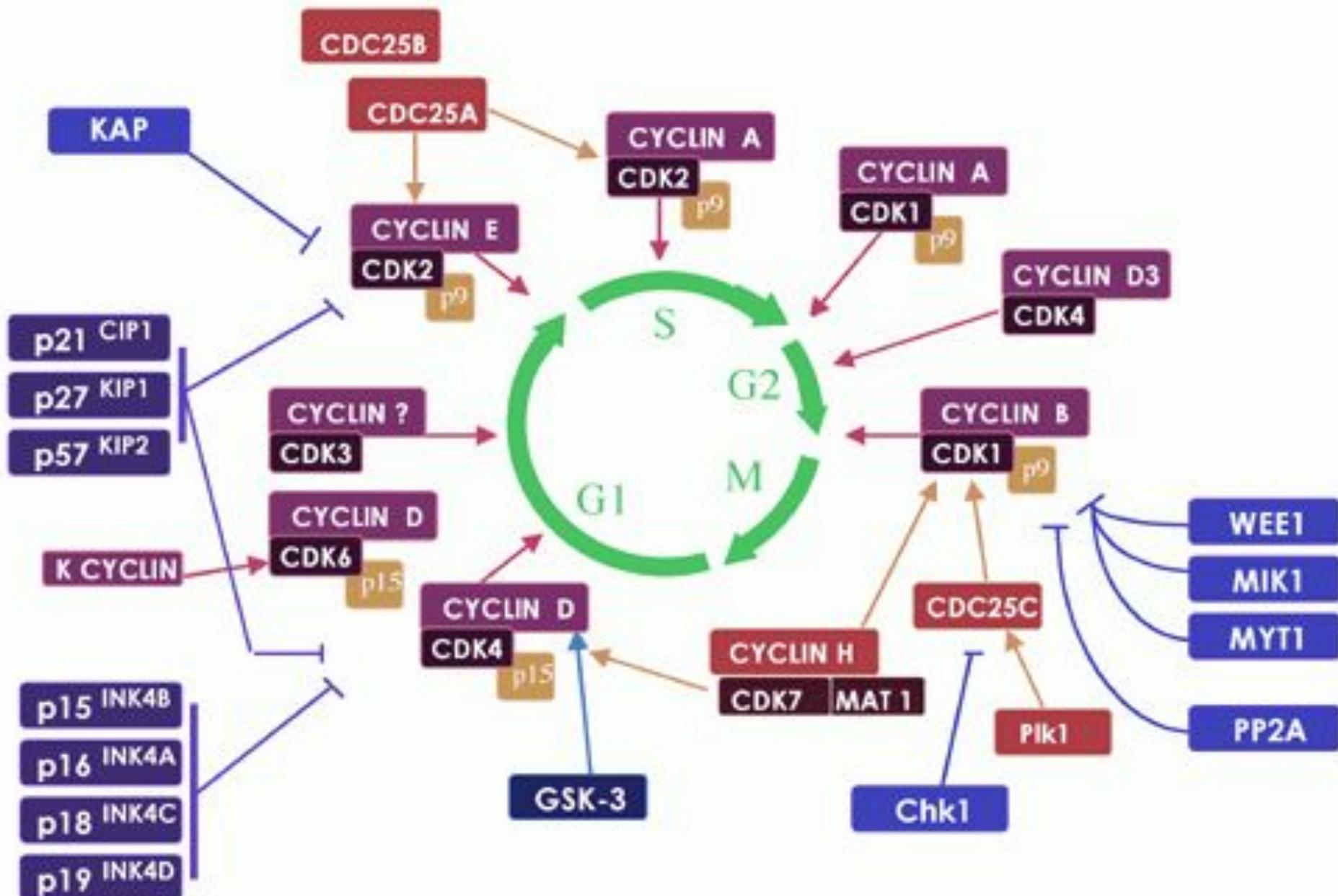
Прохождение клетки по всем периодам клеточного цикла строго контролируется специальными регуляторными молекулами, которые обеспечивают:

- 1) прохождение клетки по определенному периоду клеточного цикла и
- 2) переход из одного периода в другой.

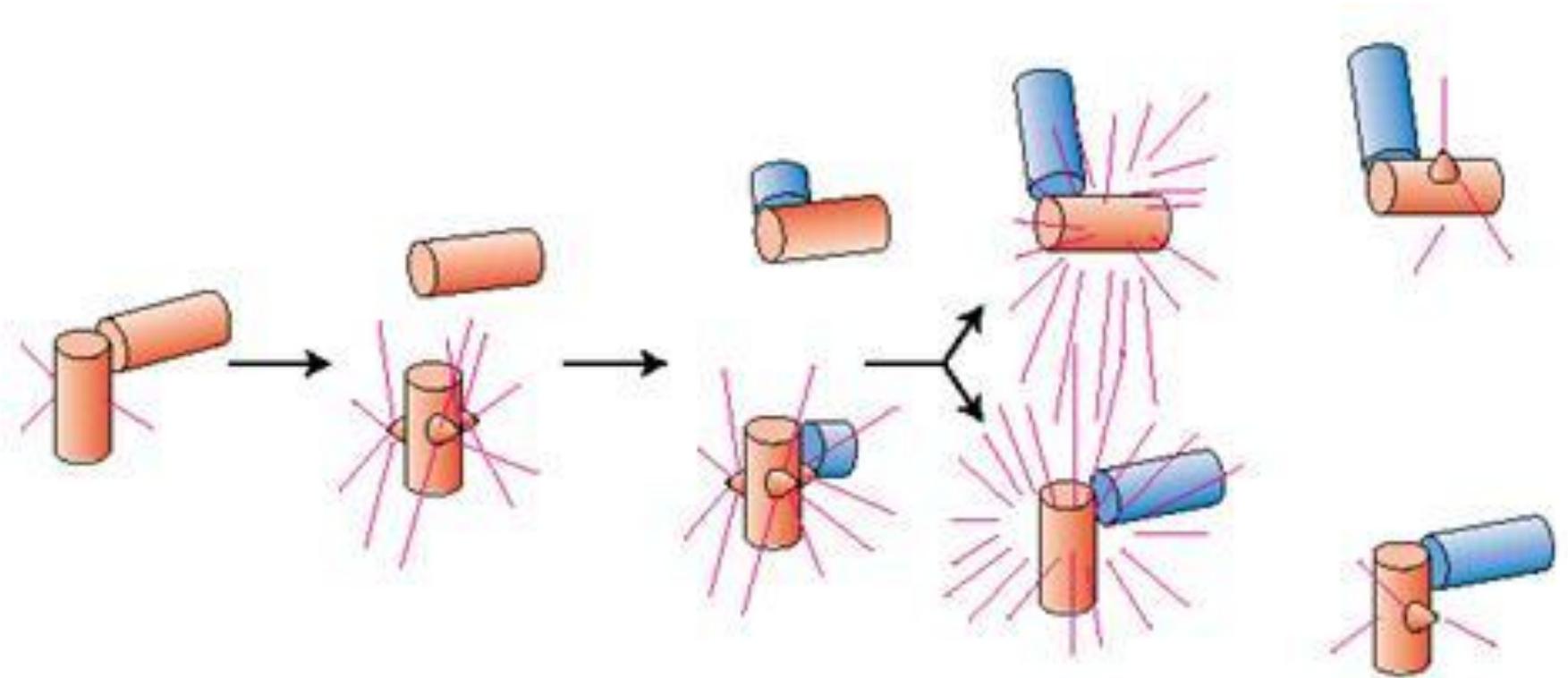
Одними из участников регуляторной системы являются циклин-зависимые протеинкиназы (cdc). Именно они регулируют активность генов, ответственных за прохождение клетки по тому или иному периоду клеточного цикла. Для работы циклин-зависимых протеинкиназ требуются специальные активаторы - циклины. Циклины присутствуют в клетках не постоянно, а то появляются, то исчезают, что обусловлено их синтезом и быстрым разрушением. Известно много типов циклинов. Синтез каждого циклина происходит в строго определенный период клеточного цикла. Таким образом, система "циклины — циклин-зависимые протеинкиназы" управляет движением клетки по клеточному циклу.

Регуляция клеточного цикла

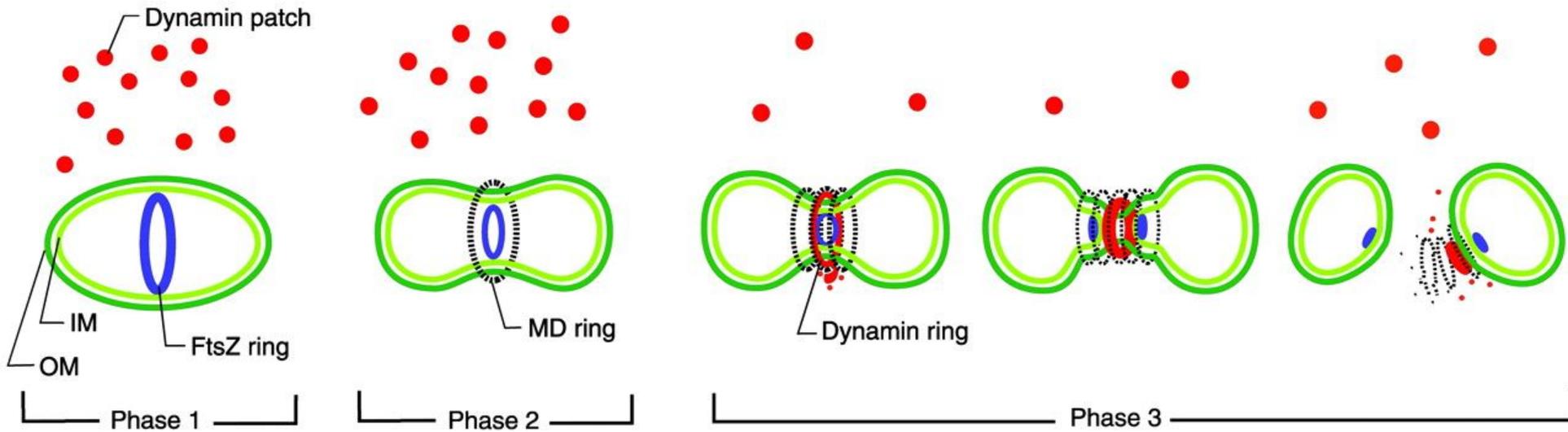
Период клеточного цикла	Регулирующие белки
G1-период	cdk2 + циклин D1, cdk5 + циклин D3
R-пункт периода G1	cdc2 + циклин C
Переход из G1- в S-период	cdk2 + циклин E
Переход из S- в G2-период	cdk2 + циклин A
Переход из G2-периода в митоз (M-период)	cdc2 + циклин B
Циклин H + cdk7 необходим для фосфорилирования и активации cdc2 в комплексе с циклином B	



Клеточный центр способен удваиваться — каждая из центриол достраивает возле себя дочернюю.



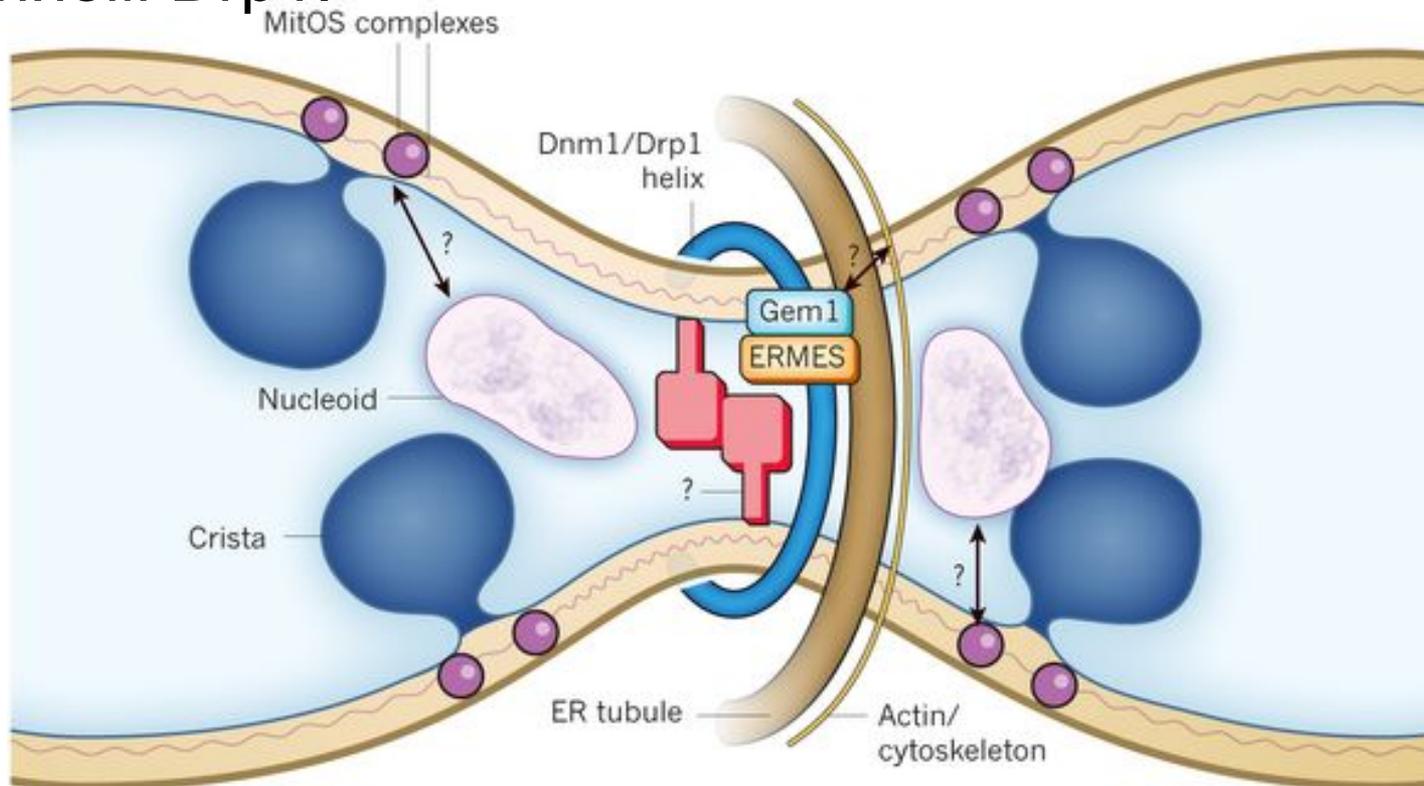
Деление митохондрий у красных водорослей



При исследованиях деления митохондрий красных водорослей был обнаружен белок FtsZ, принадлежащий к семейству бактериальных белков, участвующих в делении клетки. FtsZ в митохондриях начинает формировать кольца незадолго до разделения генетического материала. Они располагаются на внутренней стороне мембраны, в матриксе митохондрий и включают различные белки, помимо FtsZ. Сокращаясь, кольца приводят к разделению органеллы на две дочерних. Для осуществления функции FtsZ необходима энергия ГТФ.

Помимо внутреннего кольца, формирующего перетяжку, в этот процесс вовлечены внешние кольца. Они строятся за счёт белков, синтезируемых клеткой-хозяином. Одним из наиболее изученных компонентов внешнего кольца являются белки семейства динаминов. Семейство динаминов объединяет белки, взаимодействующие с микротрубочками. Они участвуют в эндоцитозе, формировании везикул, транспорте и взаимодействии органелл. В начале деления динамин окружает наружное кольцо, которое выстраивается из различных белков в месте формирования перетяжки. Он обеспечивает сокращение кольца и разделение органелл.

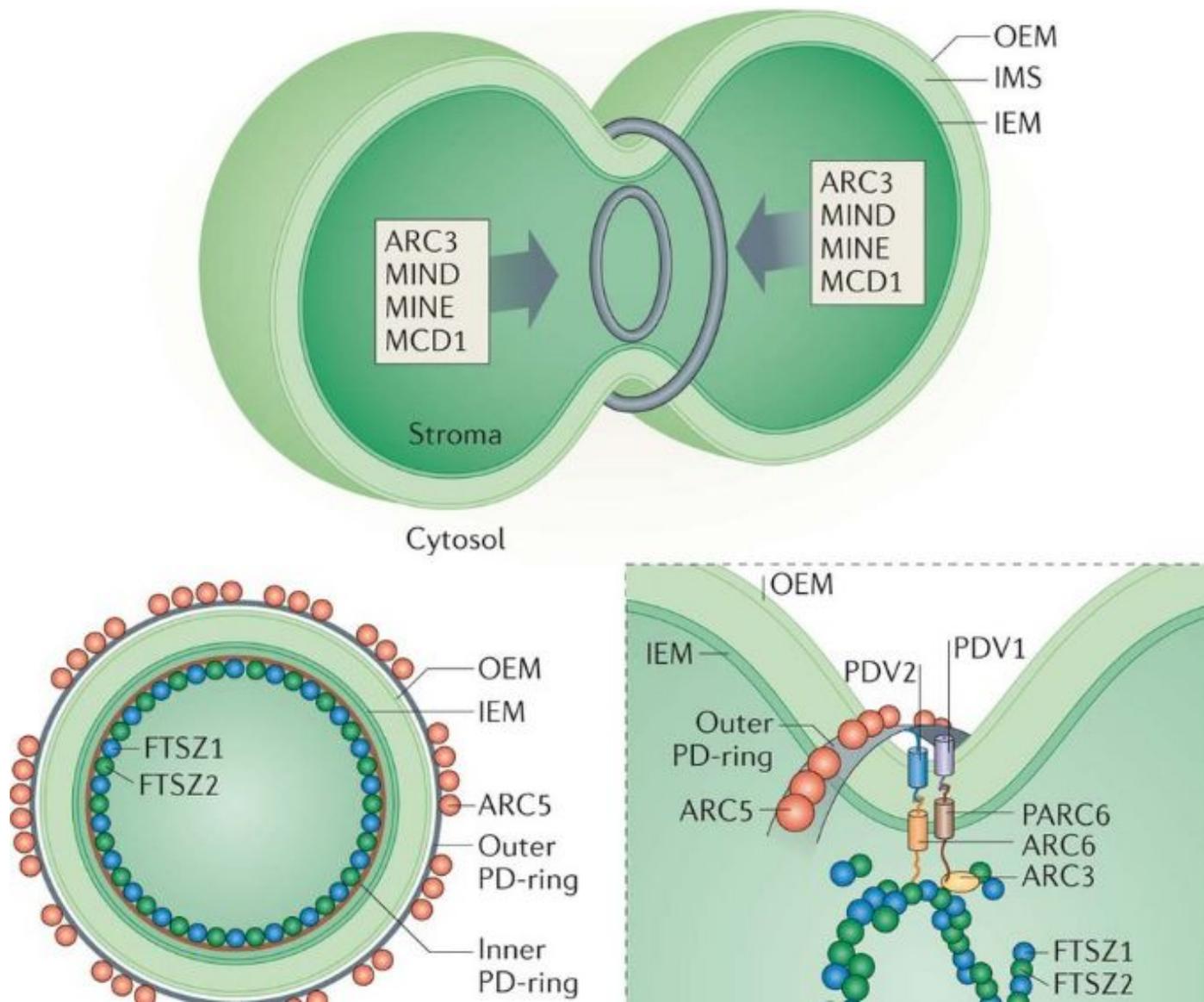
Ген FtsZ был потерян в ходе эволюции, его нет уже у ряда простейших, а также у грибов, высших растений и животных. Эта последовательность не переместилась в ядро, а была полностью утрачена и выполнение функции FtsZ взяли на себя белки хозяина, в том числе, динамин, который у человека описан под названием Drp1.



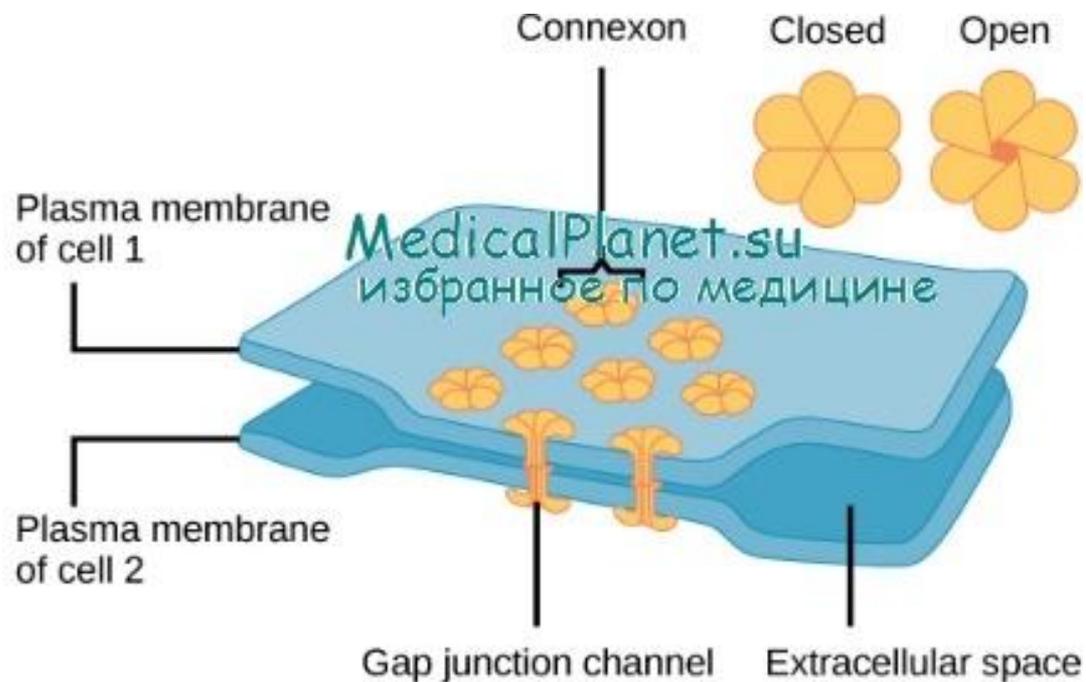
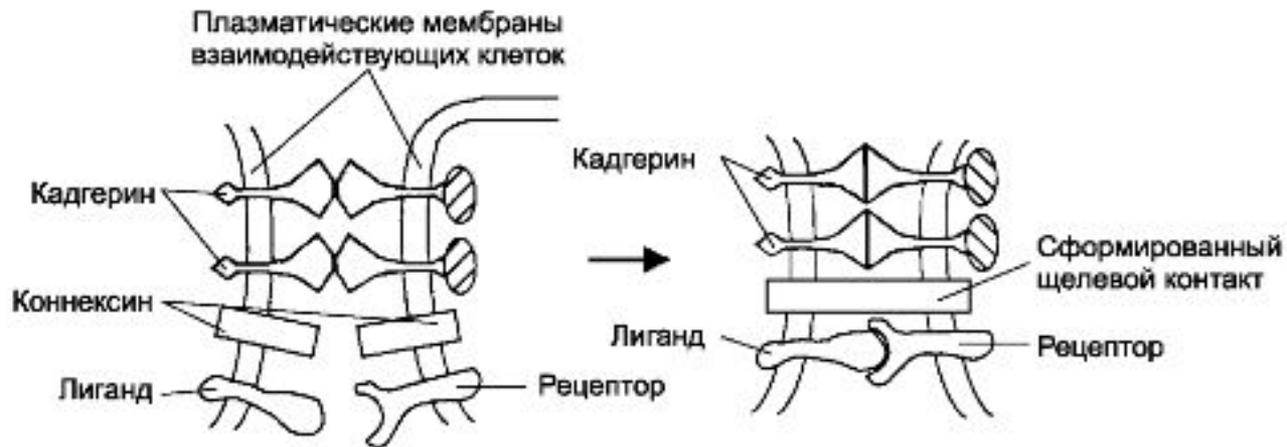
Пластиды



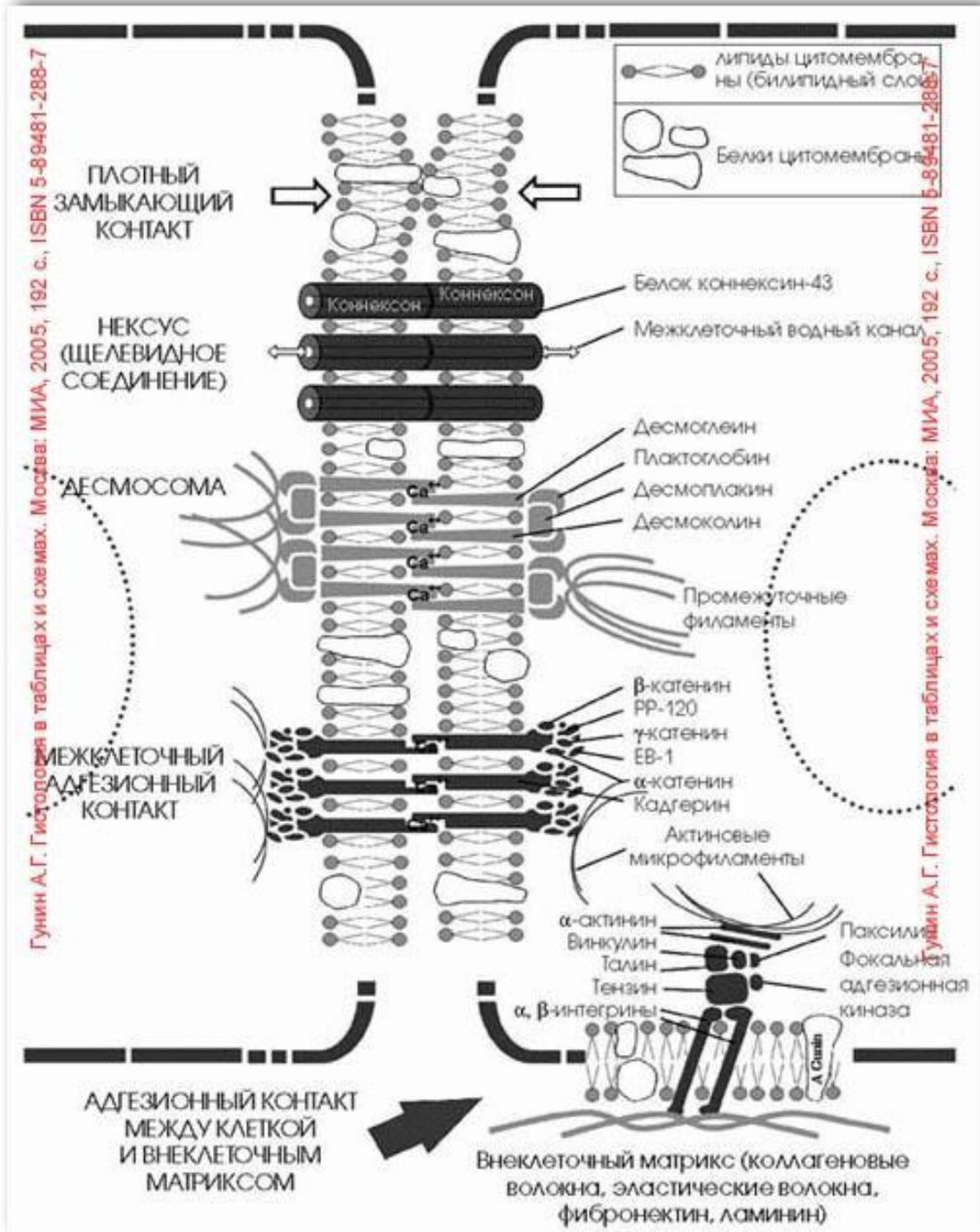
Деление пластид



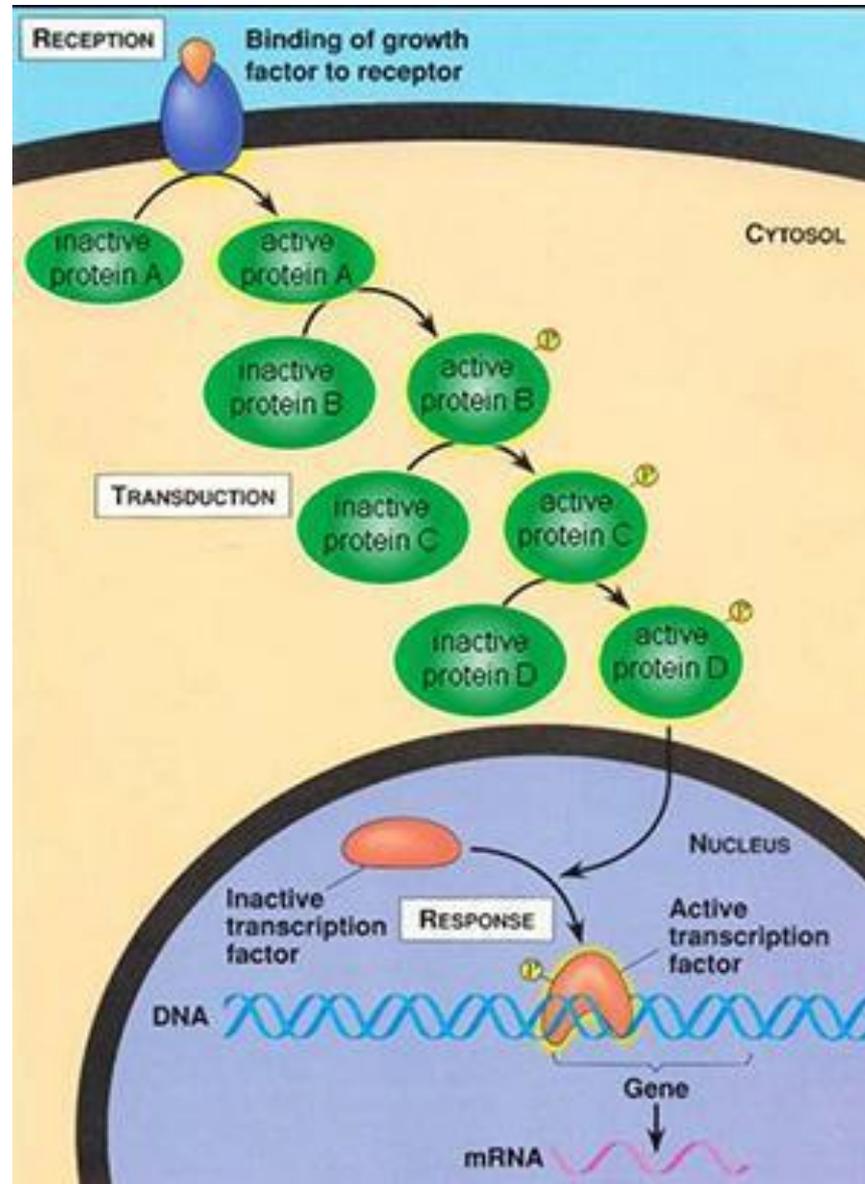
Взаимодействие клеток



Клеточные контакты



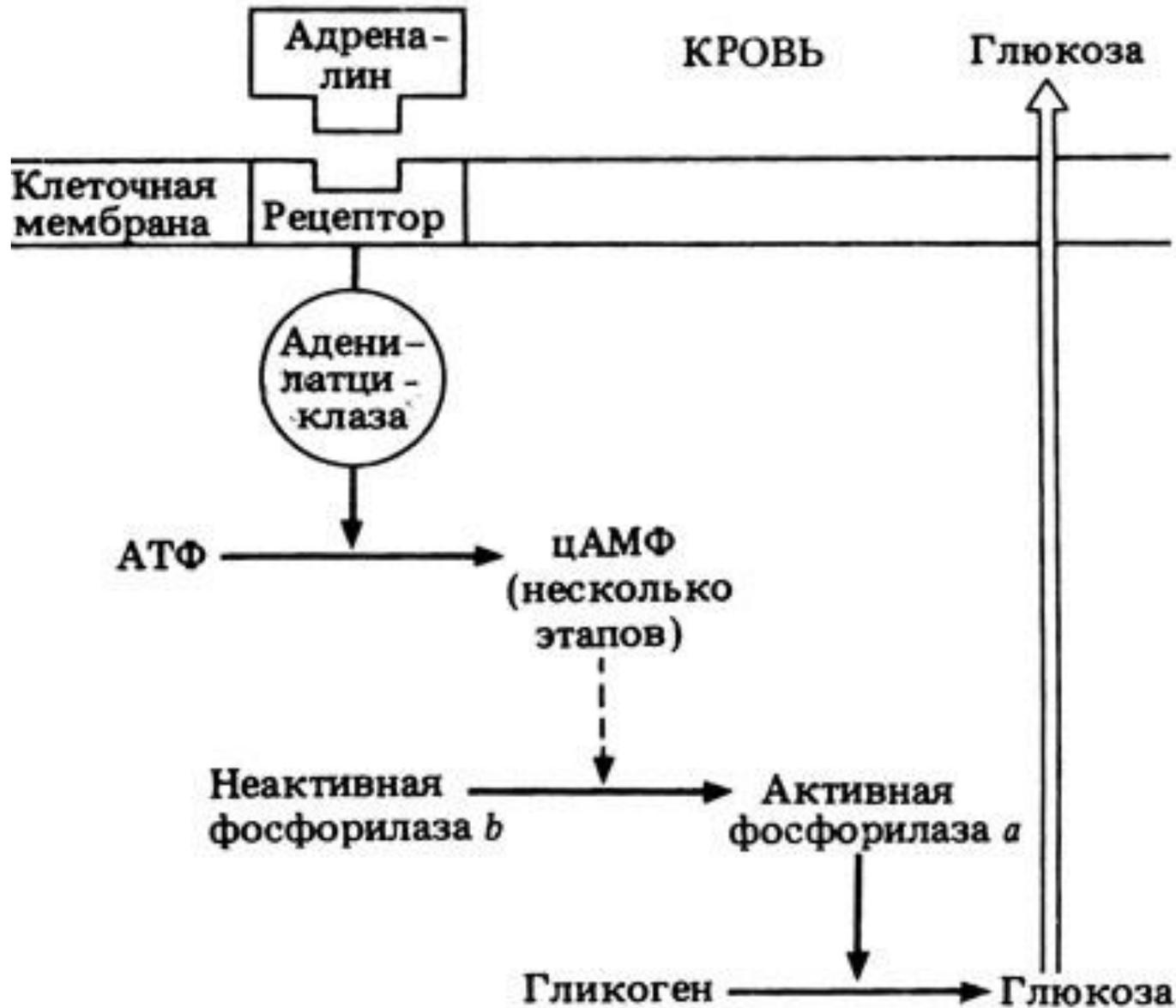
Сигнальная трансдукция



Клеточный ответ на действие гормонов и цитокинов

Гормоны — биологически активные вещества органической природы, вырабатываемые в специализированных клетках желёз внутренней секреции, поступающие в кровь, связывающиеся с рецепторами клеток-мишеней и оказывающие регулирующее влияние на обмен веществ и физиологические функции. Примеры: адреналин, тироксин, андрогены, эстрогены.

Действие адреналина

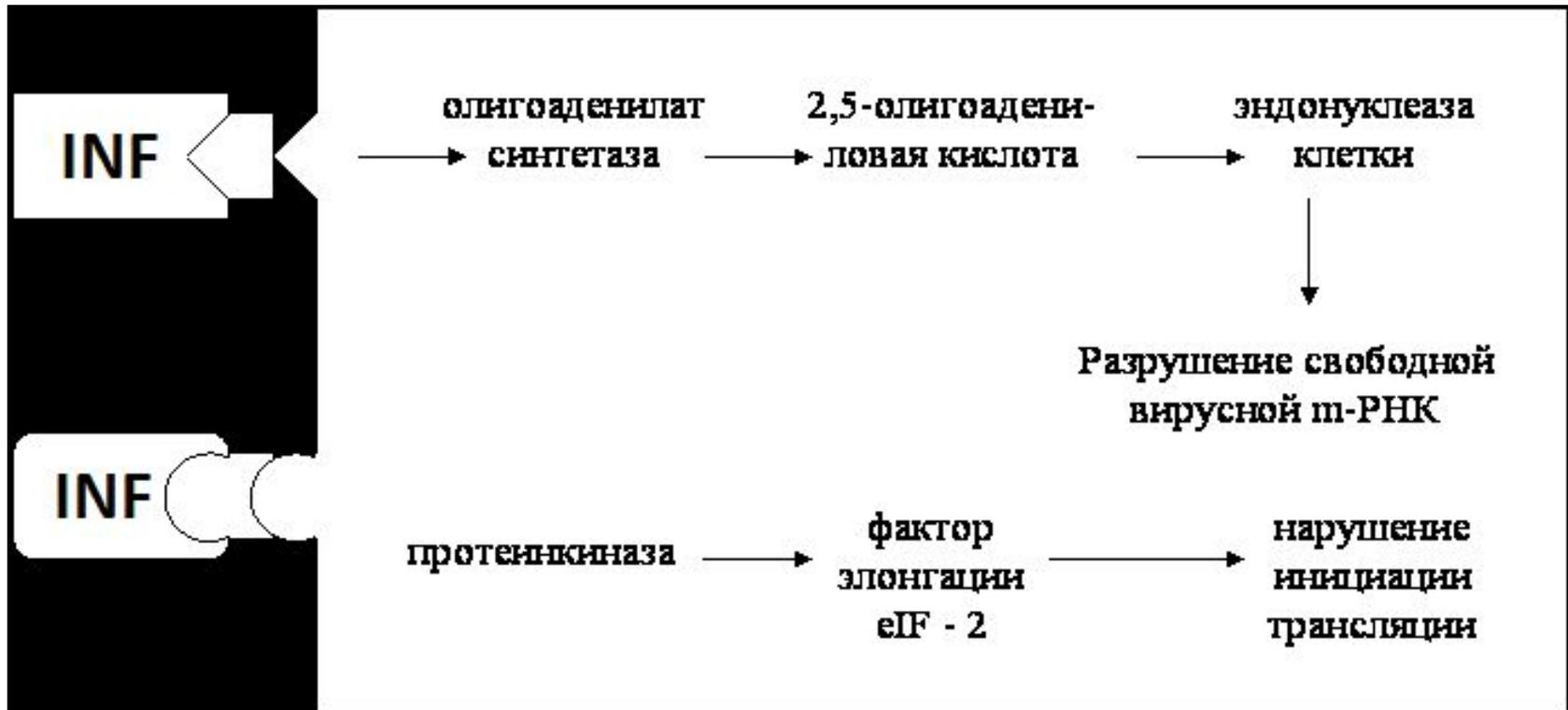


Цитокины — большая и разнообразная группа небольших по размерам (молекулярная масса от 8 до 80 кДа) белковых молекул, участвующих в межклеточной передаче сигналов преимущественно в иммунной системе. Примеры: интерлейкины , интерфероны , фактор некроза опухоли (TNF).

В отличие от классических гормонов, действующих на отдельные определенные органы-мишени, цитокины оказывают влияние на множественные клетки и на множественные органы.

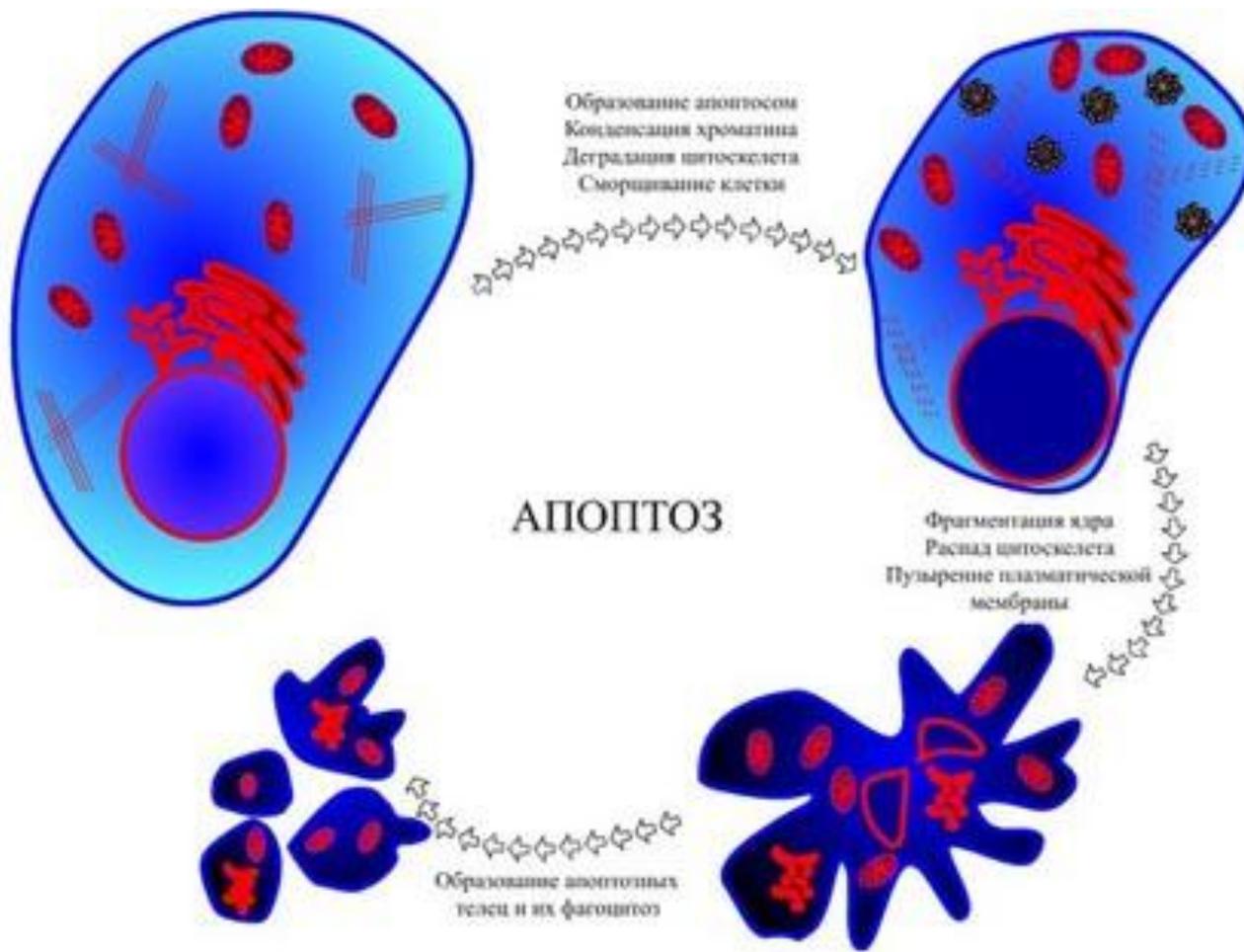
Существенной особенностью цитокинов, в отличие от гормонов, является одинаковый, разный или даже противоположный результат их воздействия для разных клеток. Т.е. конечный результат воздействия цитокина зависит не от его типа, а от внутренней программы клетки-мишени, от ее индивидуальных задач.

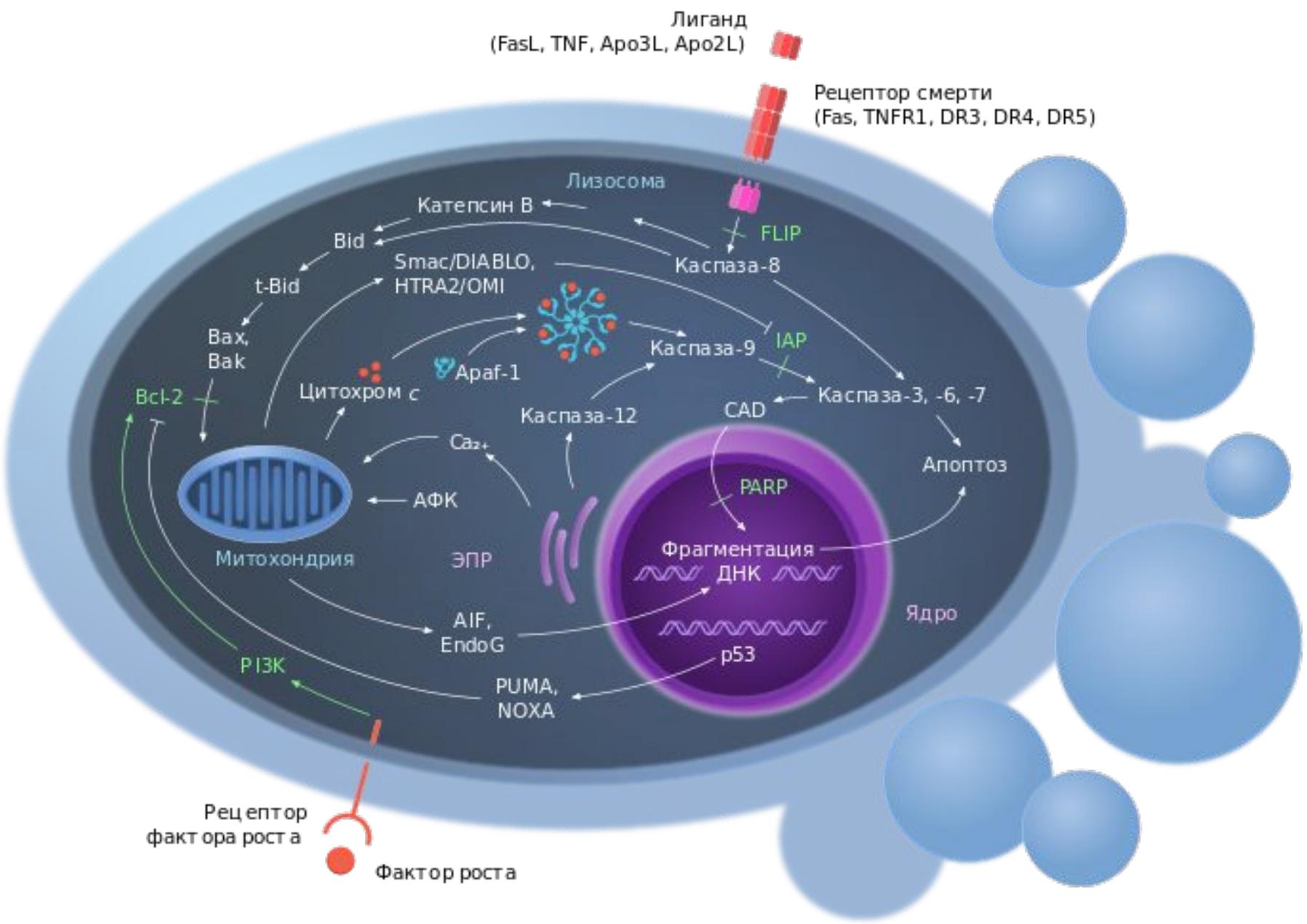
Действие интерферона



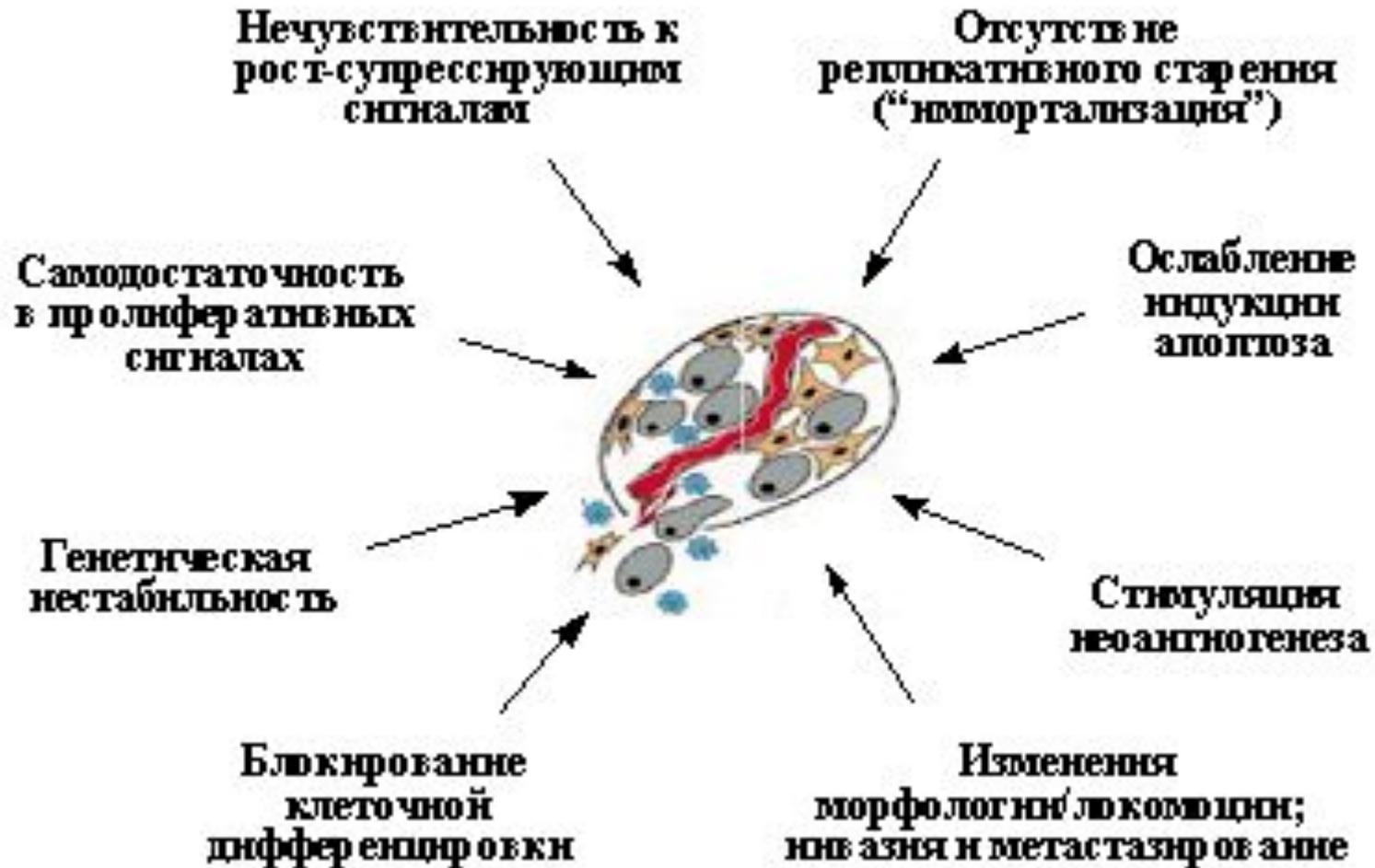
АПОПТОЗ

Апоптоз - регулируемый процесс программируемой клеточной гибели, в результате которого клетка распадается на отдельные апоптотические тельца, ограниченные плазматической мембраной. Фрагменты погибшей клетки обычно очень быстро фагоцитируются макрофагами либо соседними клетками, минуя развитие воспалительной реакции. Одной из основных функций апоптоза является уничтожение дефектных (повреждённых, мутантных, инфицированных) клеток.

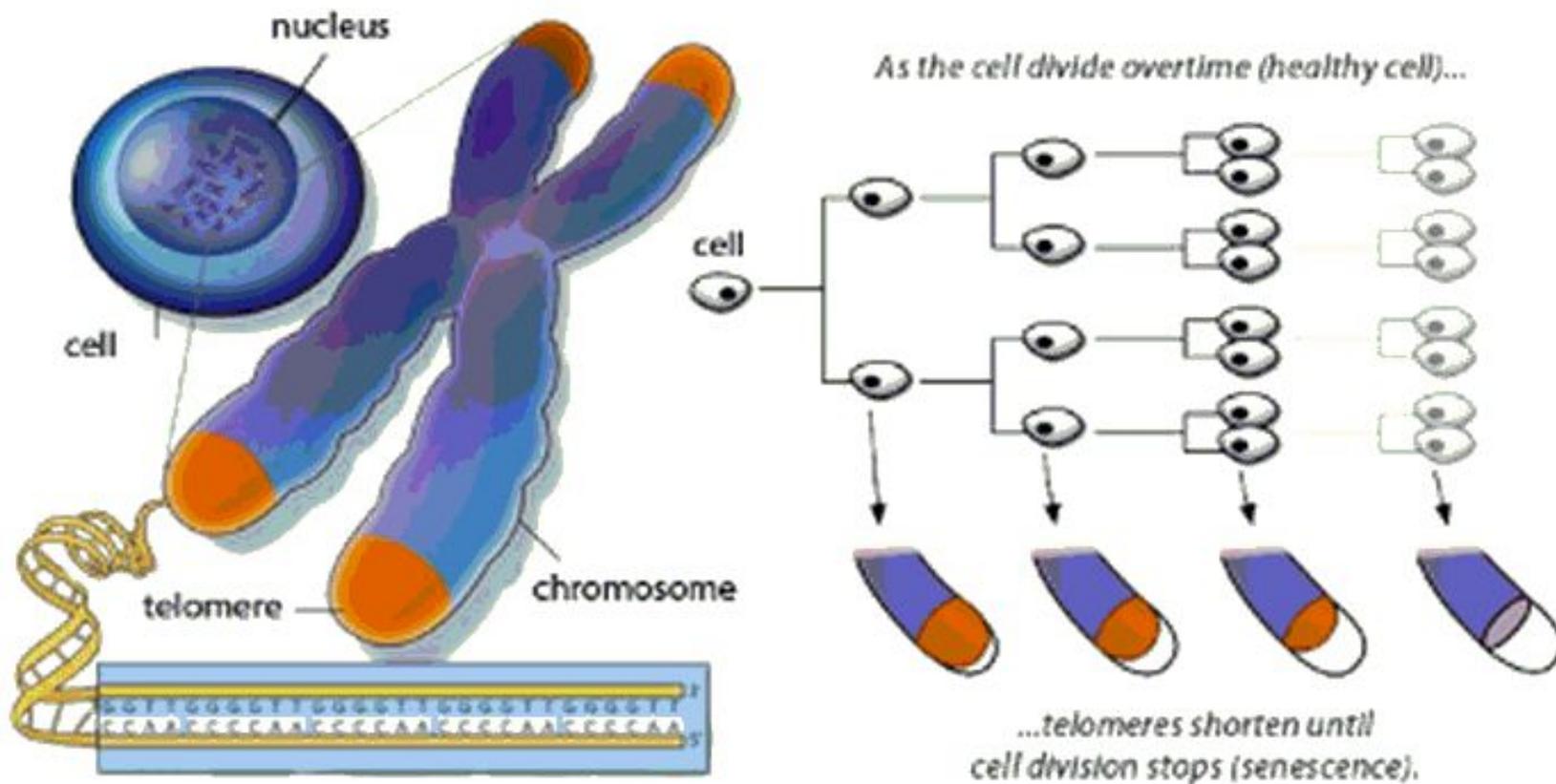




Особенности опухолевых клеток



Предел Хайфлека – около 50-70 делений



Особенности метаболизма опухолевой клетки

1. Возрастает активность рибонуклеотидредуктазы и снижается катаболизм пиримидинов и пуринов, увеличивается синтез ДНК и РНК;
2. Повышается скорость анаэробного гликолиза и увеличивается продукция лактата. Характерная для многих опухолей повышенная секреция лактата получила название "**эффект Варбурга**". Преимущественный анаэробный гликолиз является, по-видимому, не внутренне присущим опухолевым клеткам свойством, а скорее следствием быстрого роста при слабой обеспеченности сетью кровеносных сосудов.
3. В изоферментном спектре различных белков и ферментов возрастает содержание фетальных форм. Так, в углеводном обмене это фосфофруктокиназа, не ингибирующаяся АТФ и цитратом, изофермент гексокиназы, характеризующийся чрезвычайно высоким сродством к глюкозе, и очень активная лактатде-гидрогеназа.

Появление эмбриональных белков и ферментов

Клетки синтезируют, а иногда и секретируют в кровь эмбриональные белки и антигены, такие как α -фетопротейн, карциноэмбриональный антиген и многие другие.

В них появляется характерный для эмбриональных тканей высокоактивный фермент **теломераза**.

MEIOSIS I: Homologous chromosomes separate

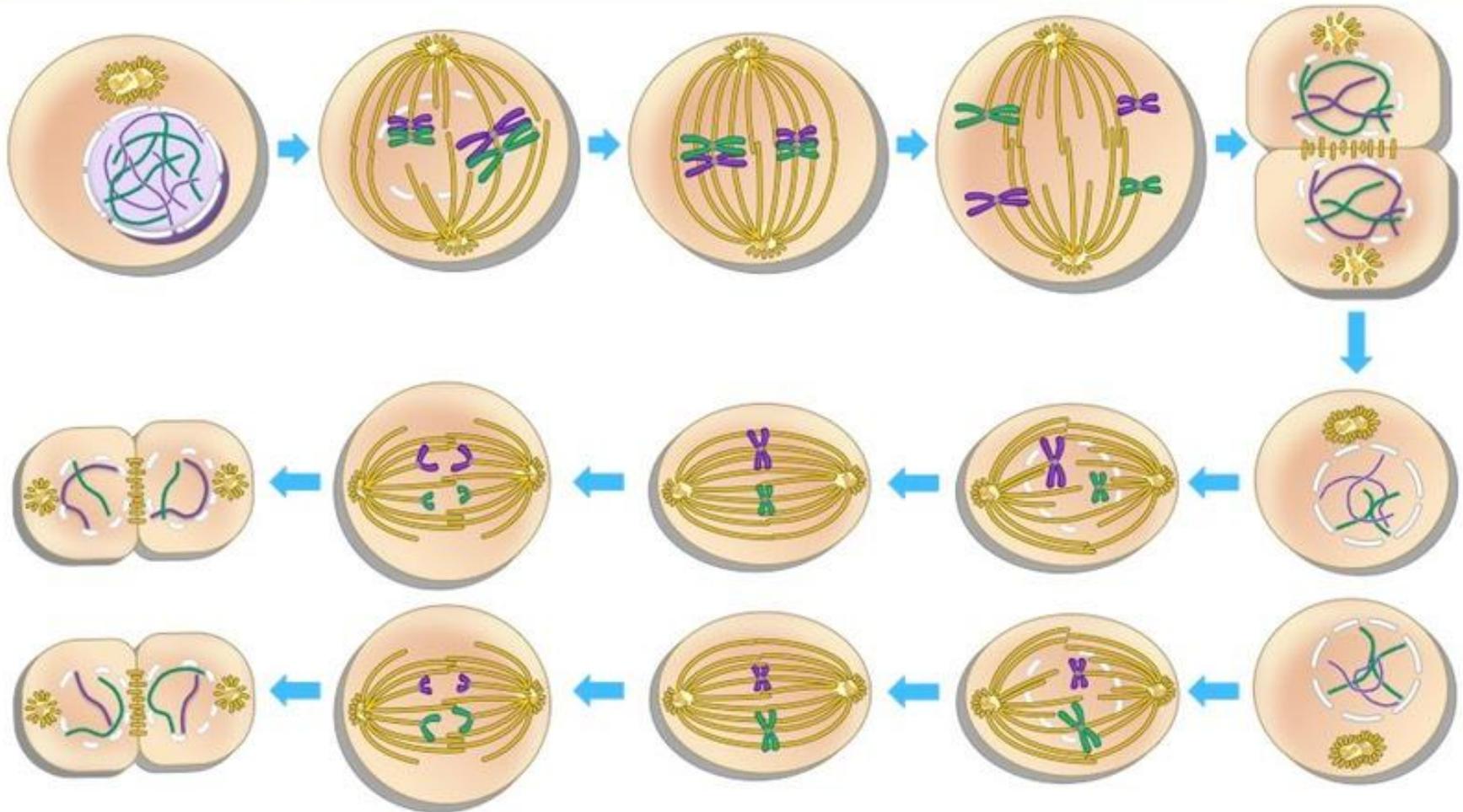
INTERPHASE

PROPHASE I

METAPHASE I

ANAPHASE I

**TELOPHASE I
+ CYTOKINESIS**



**TELOPHASE II
+ CYTOKINESIS**

ANAPHASE II

METAPHASE II

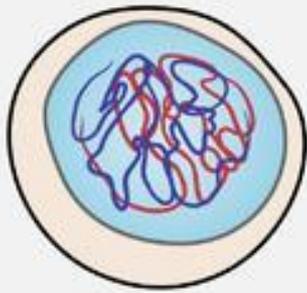
PROPHASE II

INTERKINESIS

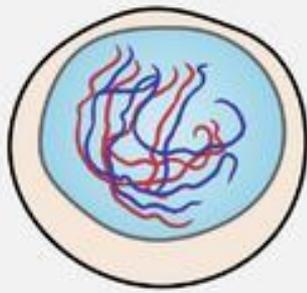
MEIOSIS II: Sister chromatids separate

Профаза I мейоза

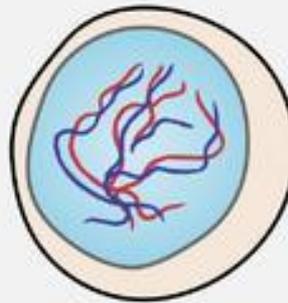
Лептотена



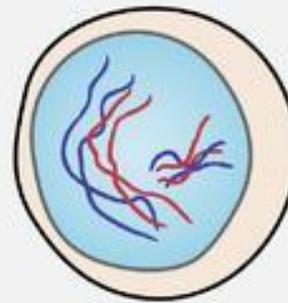
Зиготена



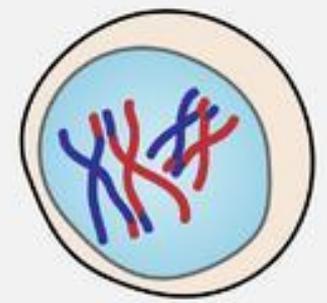
Пахитена



Диплотена

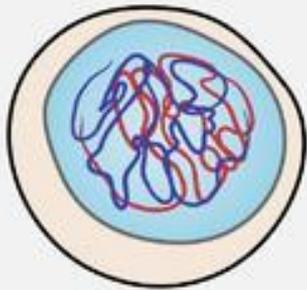


Диакинез

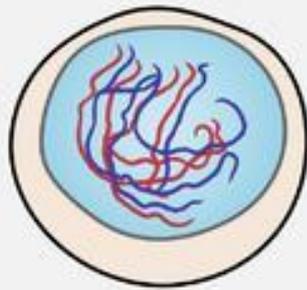


Лептотена - конденсация ДНК с образованием хромосом в виде тонких нитей.

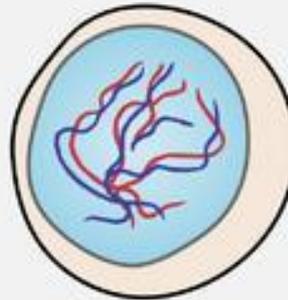
Лептотена



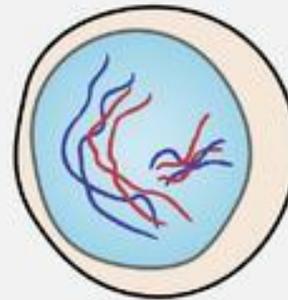
Зиготена



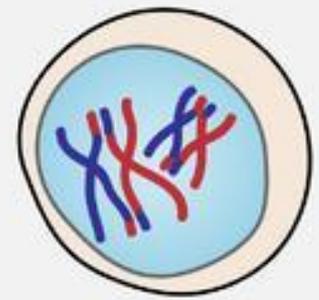
Пахитена



Диплотена

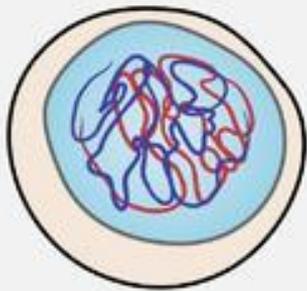


Диакинез

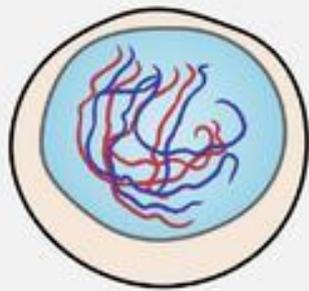


Зиготена - происходит конъюгация — соединение гомологичных хромосом с образованием структур, состоящих из двух соединённых хромосом, называемых тетрадами или бивалентами и их дальнейшая компактизация.

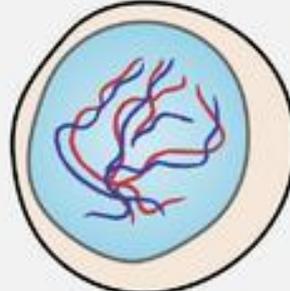
Лептотена



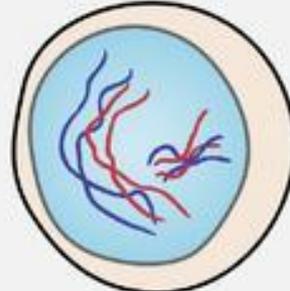
Зиготена



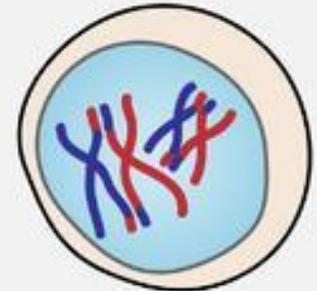
Пахитена



Диплотена

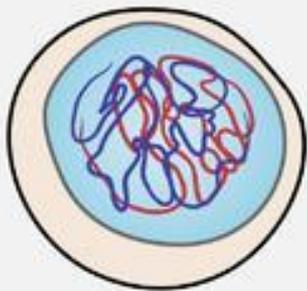


Диакинез

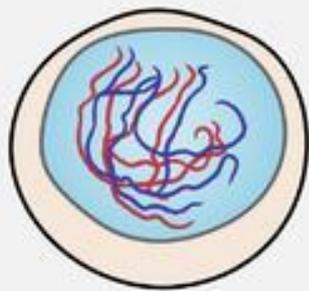


Пахитена — в некоторых местах гомологичные хромосомы плотно соединяются, образуя хиазмы. В них происходит кроссинговер — обмен участками между гомологичными хромосомами.

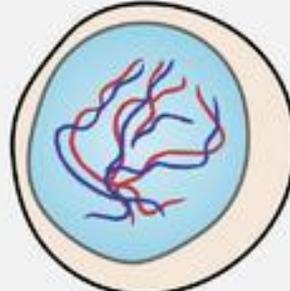
Лептотена



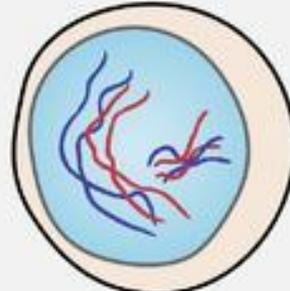
Зиготена



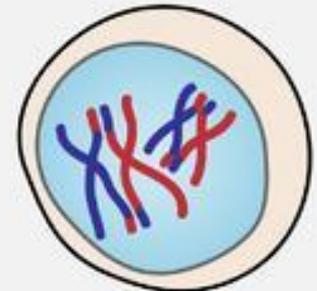
Пахитена



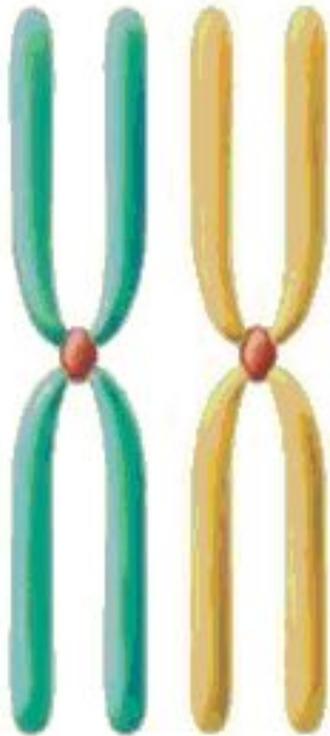
Диплотена



Диакинез



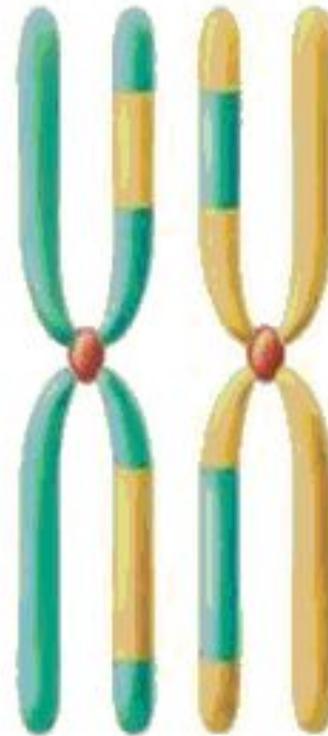
Кроссинговер



homologous
chromosome
pair

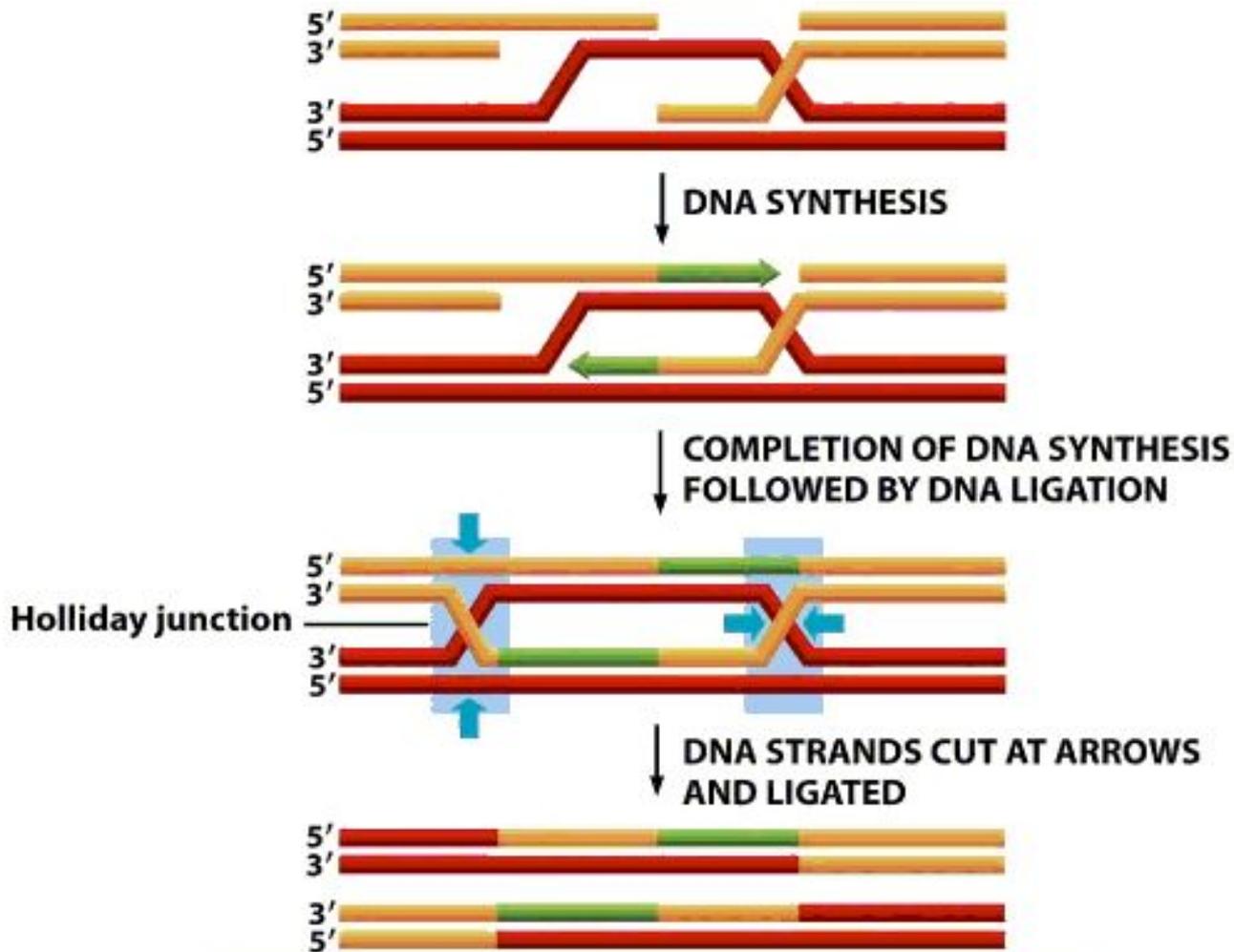


As the chromosomes
move closer together,
synapsis occurs.



Chromatids break,
and genetic information
is exchanged.

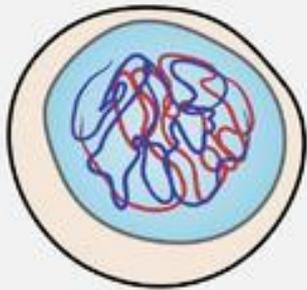
Механизм кроссинговера



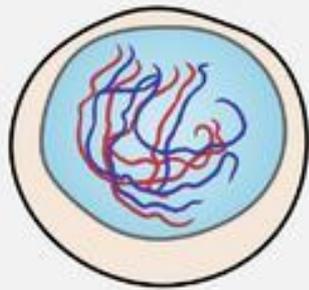
NET RESULT: CHROMOSOMES WITH CROSSOVER

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

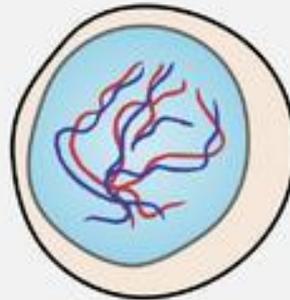
Лептотена



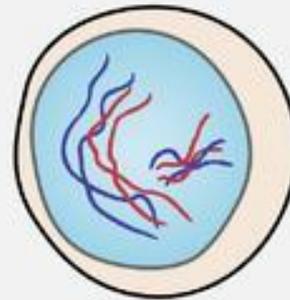
Зиготена



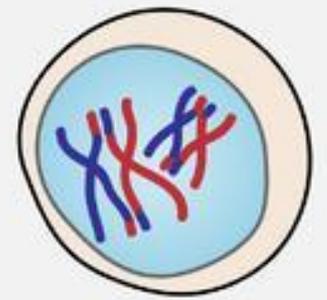
Пахитена



Диплотена

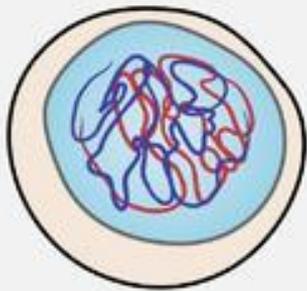


Диакинез

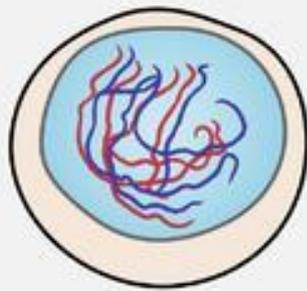


Диакинез — ДНК снова максимально конденсируется, синтетические процессы прекращаются, распадается ядерная оболочка; центриоли расходятся к полюсам; гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.

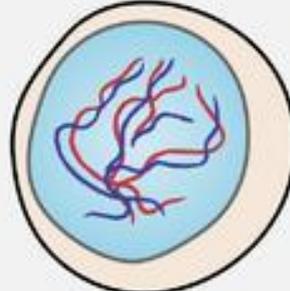
Лептотена



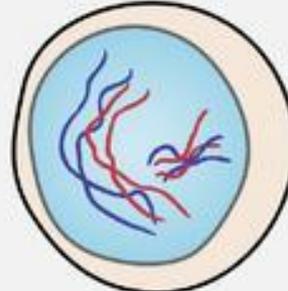
Зиготена



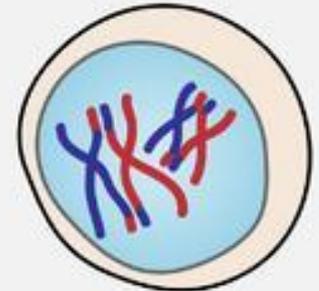
Пахитена



Диплотена



Диакинез



Метафаза I — бивалентные хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки.

Анафаза I — микротрубочки сокращаются, биваленты делятся, и хромосомы расходятся к полюсам. Важно отметить, что, из-за конъюгации хромосом в зиготене, к полюсам расходятся целые хромосомы, состоящие из двух хроматид каждая, а не отдельные хроматиды, как в митозе.

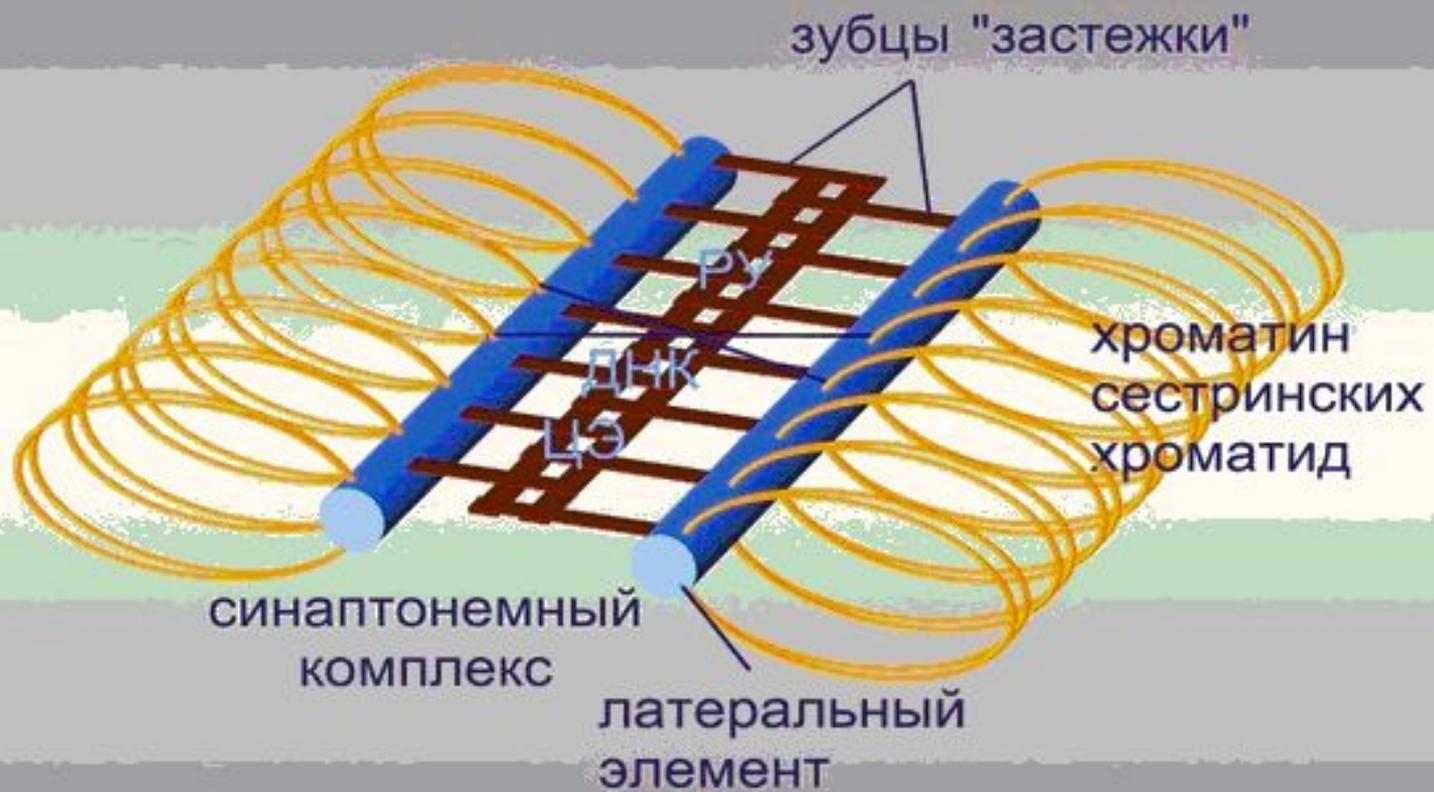
Телофаза I — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.

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

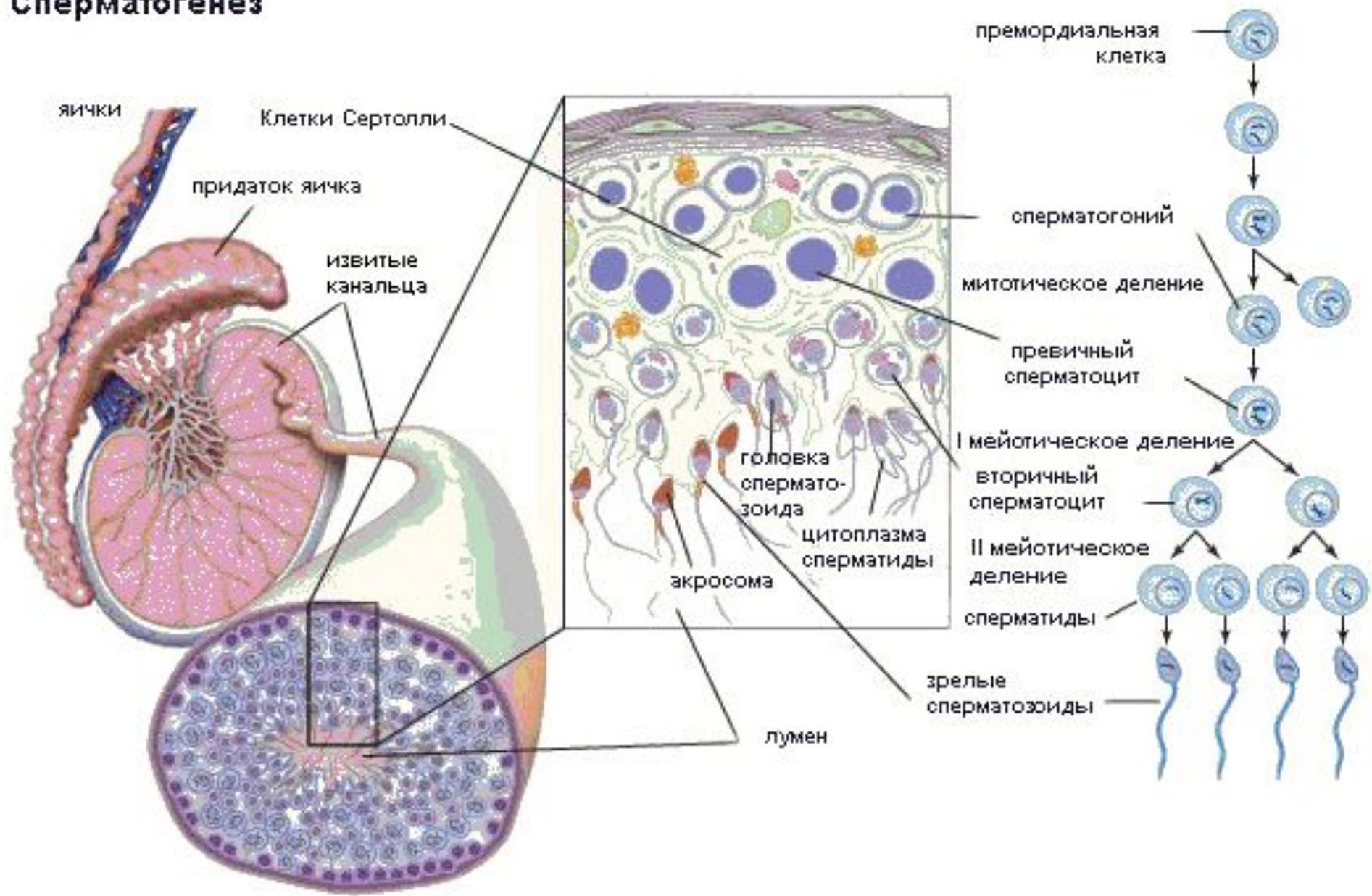
Синаптонемный комплекс

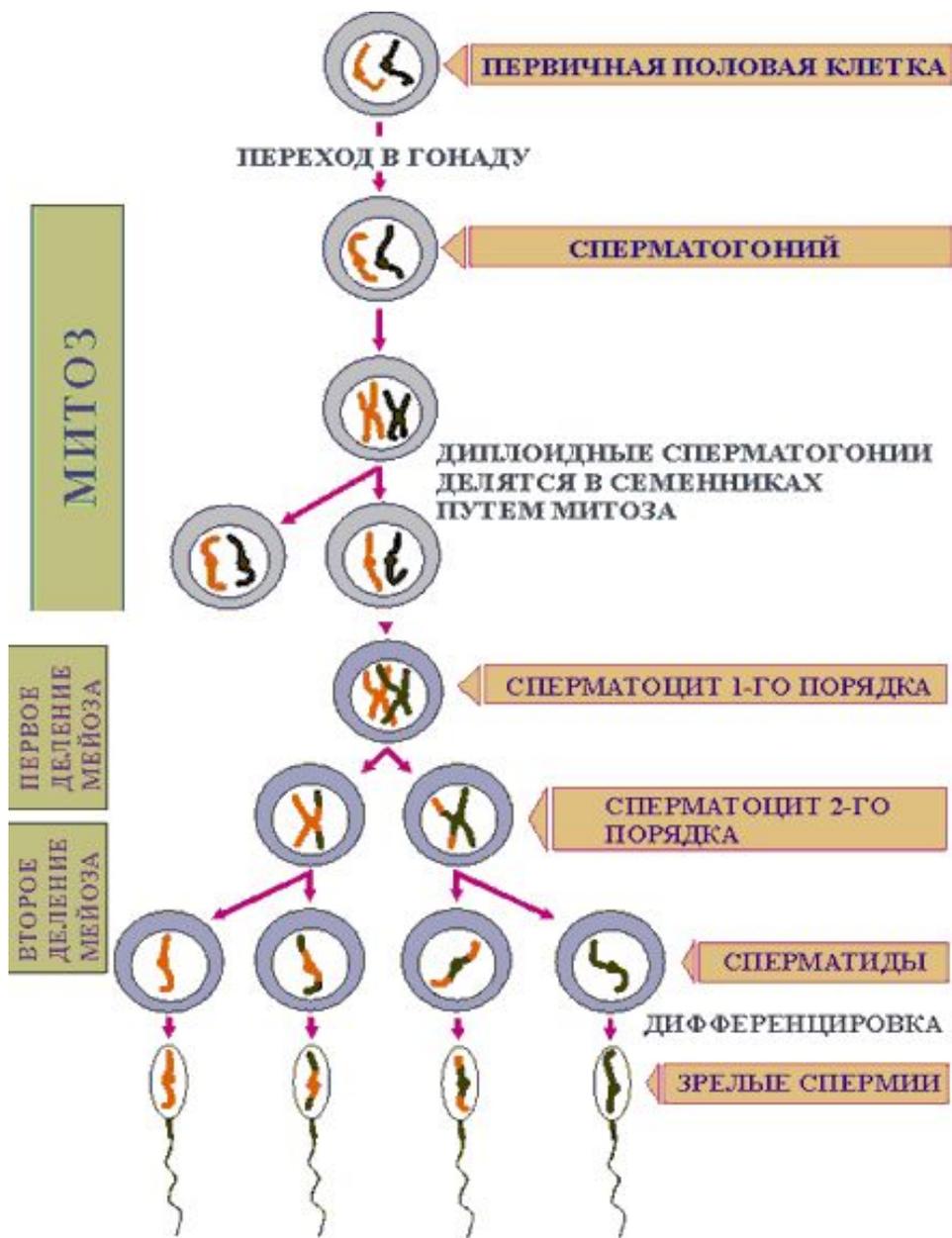
Синаптонемный комплекс (СК) — белковый комплекс, формирующийся между гомологичными хромосомами (двумя парами сестринских хроматид) в ходе мейоза.

Синаптонемный комплекс предположительно является связующим звеном между хромосомами во время спаривания (синапсиса).



Сперматогенез

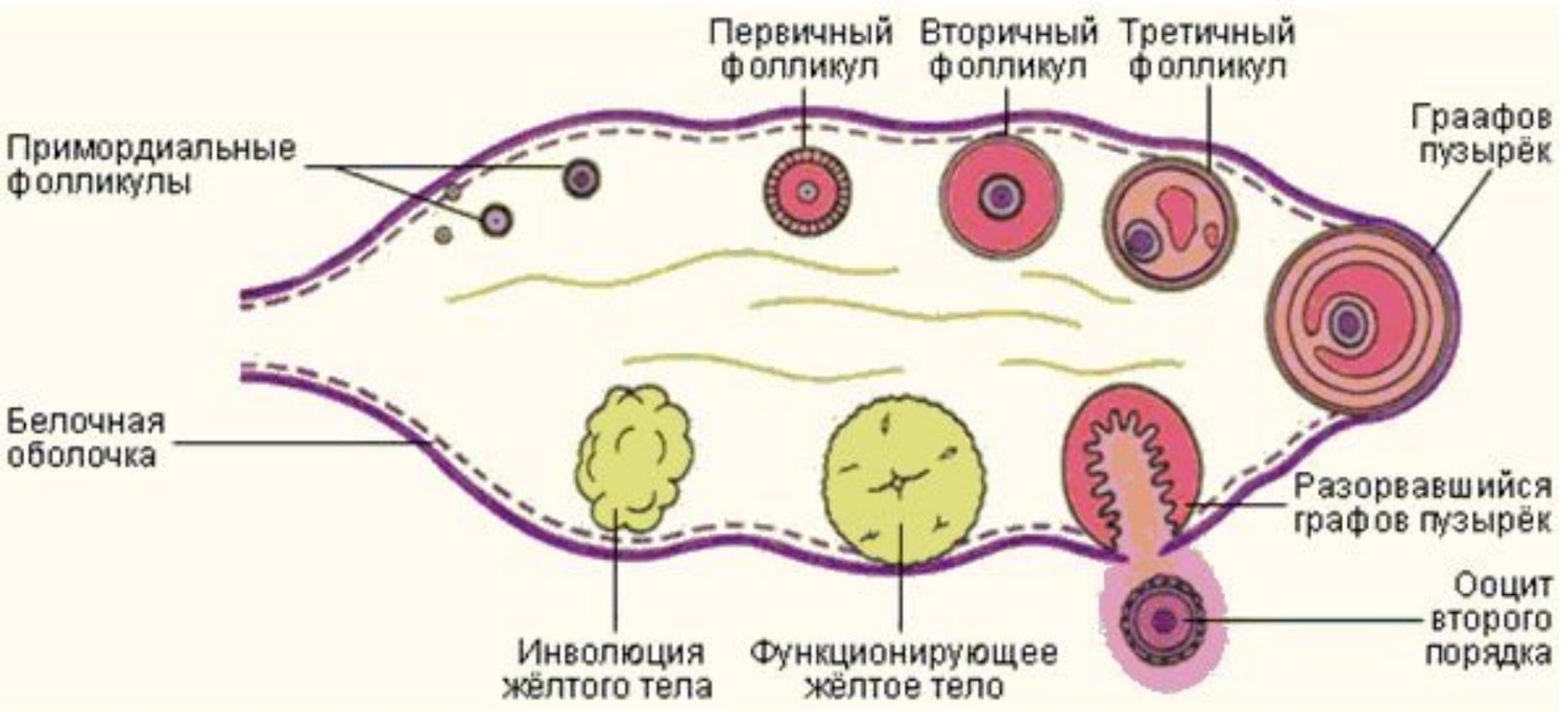


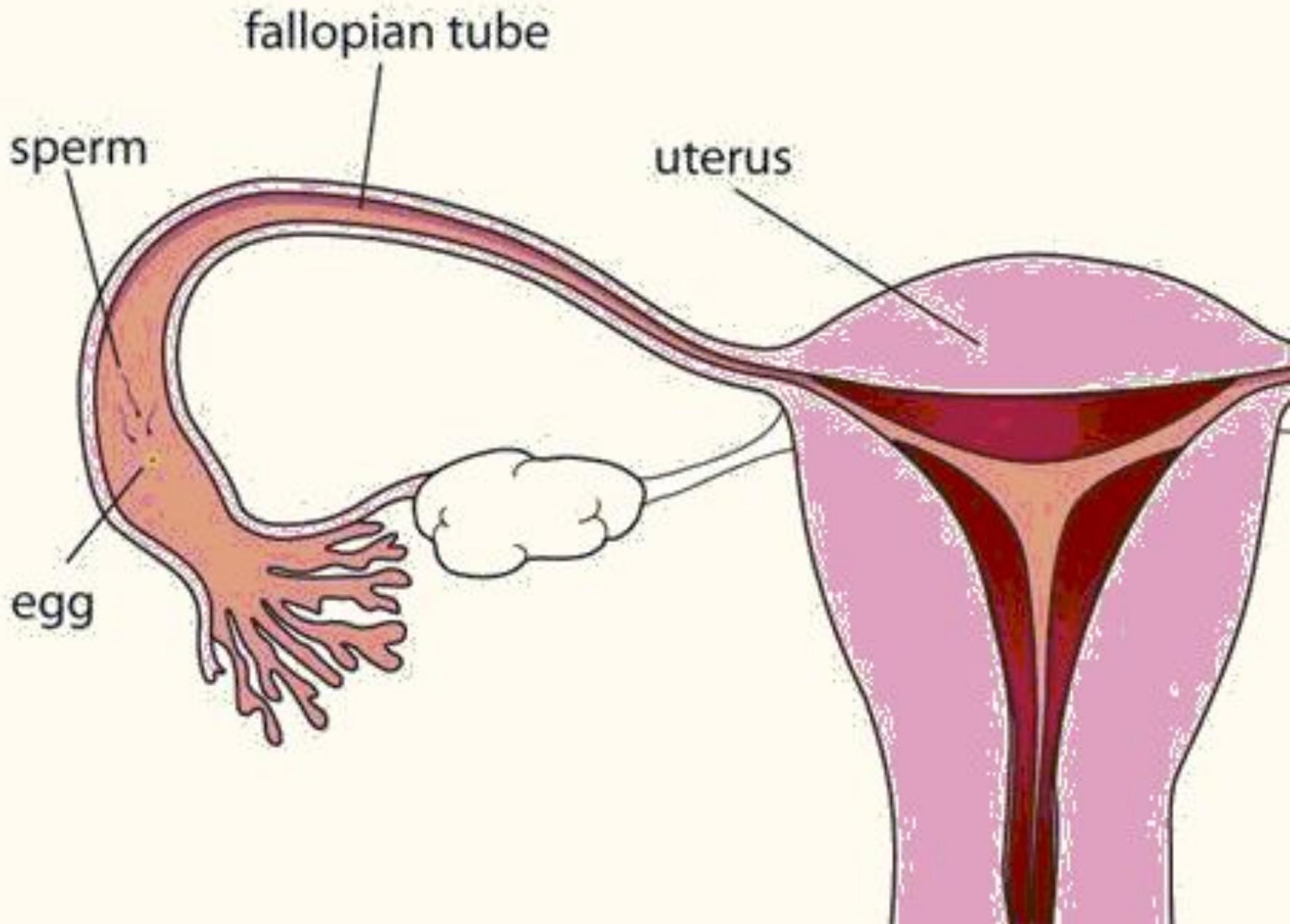


**Длительность:
73-75 дней**



Выход ооцита из фолликула

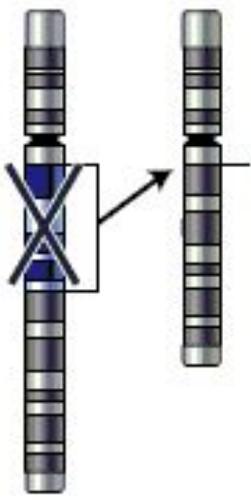




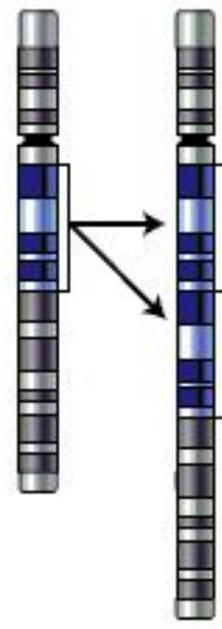
Хромосомные перестройки

- Делеции**
- Инсерции**
- Дупликации**
- Инверсии**
- Транслокации**

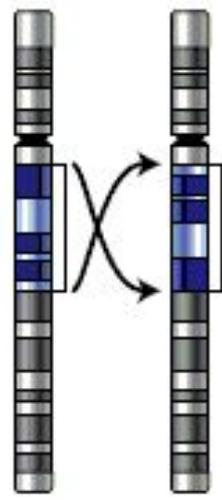
Deletion



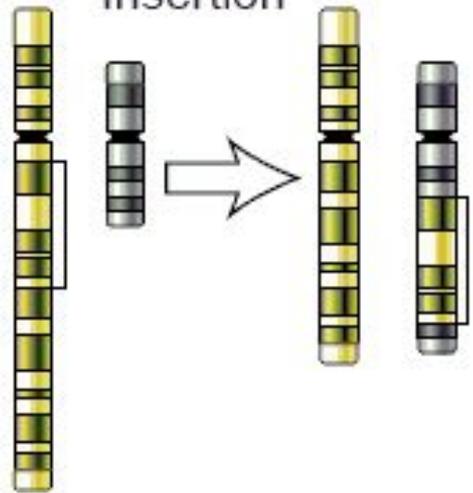
Duplikation



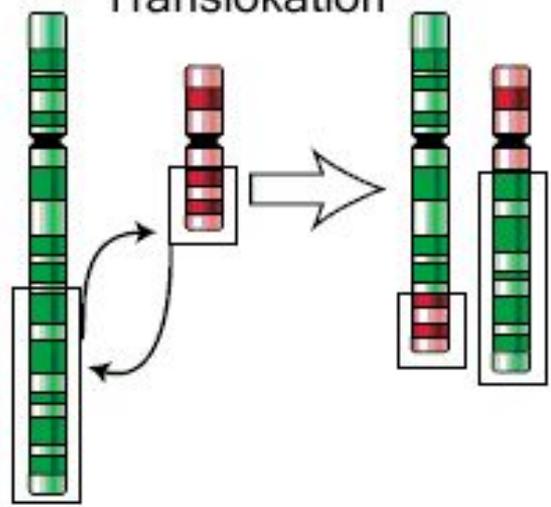
Inversion



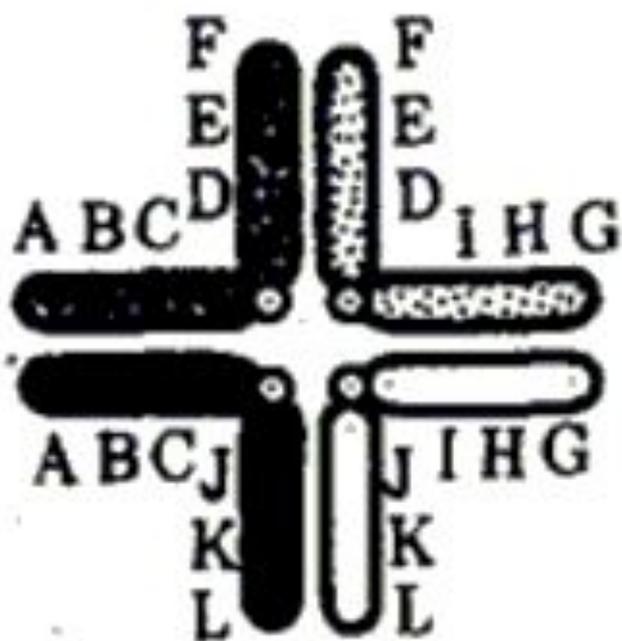
Insertion



Translokation



Изменения структуры хромосом в предшественниках гамет сопровождаются нарушением процесса конъюгации гомологов в мейозе и их последующего расхождения. Так, делении или дупликации участка одной из хромосом сопровождаются при конъюгации образованием петли гомологом, имеющим избыточный материал. Реципрокная транслокация между двумя негомологичными хромосомами приводит к образованию при конъюгации не бивалента, а квадривалента, в котором хромосомы образуют фигуру креста благодаря притягиванию гомологичных участков, расположенных в разных хромосомах. Участие в реципрокных транслокациях большего числа хромосом с образованием поливалента сопровождается формированием еще более сложных структур при конъюгации.



Образование при конъюгации квадриллента из двух пар хромосом, несущих реципрокную транслокацию

Конъюгация и последующее расхождение структур, образованных измененными хромосомами, приводит к появлению новых хромосомных перестроек. В результате гаметы, получая неполноценный наследственный материал, не способны обеспечить формирование нормального организма нового поколения. Причиной этой является нарушение соотношения генов, входящих в состав отдельных хромосом, и их взаимного расположения.

Однако, несмотря на неблагоприятные, как правило, последствия хромосомных мутаций, иногда они оказываются совместимыми с жизнью клетки и организма и обеспечивают возможность эволюции структуры хромосом, лежащей в основе биологической эволюции. Так, небольшие по размеру деления могут сохраняться в гетерозиготном состоянии в ряду поколений. Менее вредными, чем деления, являются дупликации, хотя большой объем материала в увеличенной дозе (более 10% генома) приводит к гибели организма.

Конъюгация при инверсиях

