



***Жизненный  
цикл клетки.  
Митоз.  
Мейоз.***



## *Жизненный цикл клетки*

- Жизненный цикл клетки – жизнь клетки от момента её появления в процессе деления материнской клетки и до её собственного деления, включая это деление, или гибели.
- В течение цикла клетка растет, видоизменяется так, чтобы успешно выполнять свои функции в организме (дифференцировка клетки), затем она выполняет свои функции в течение определенного времени, по истечении которого делится, образуя новые клетки.



## АПОПТОЗ

- Клетки многоклеточного организма не могут делиться бесконечно, т. к. ДНК клетки содержит особые «гены смерти», которые рано или поздно активируются. Это приводит к синтезу особых белков, которые убивают эту клетку: она сжимается, её органоиды и мембраны разрушаются. Такая «запрограммированная» клеточная смерть называется апоптозом.





- Обязательным компонентом каждого клеточного цикла является митотический цикл, который включает в себя подготовку клетки к делению и само деление.
- В жизненный цикл клетки входят и периоды покоя, когда клетка выполняет свои функции в организме. После них клетка должна перейти либо к митотическому циклу, либо к апоптозу.



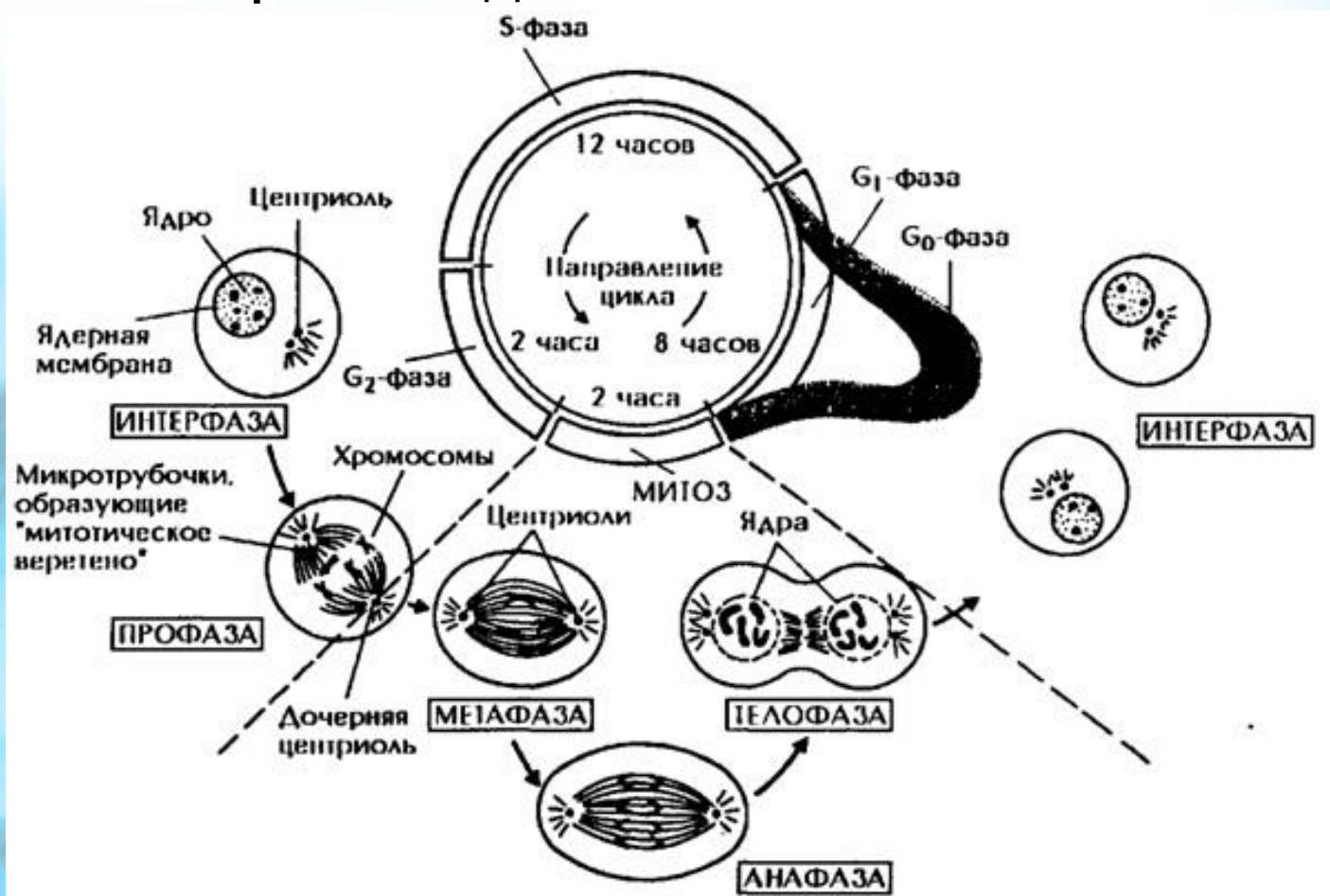
## Фазы клеточного цикла

Интерфаза – подготовка клетки к делению. Включает 3 периода.

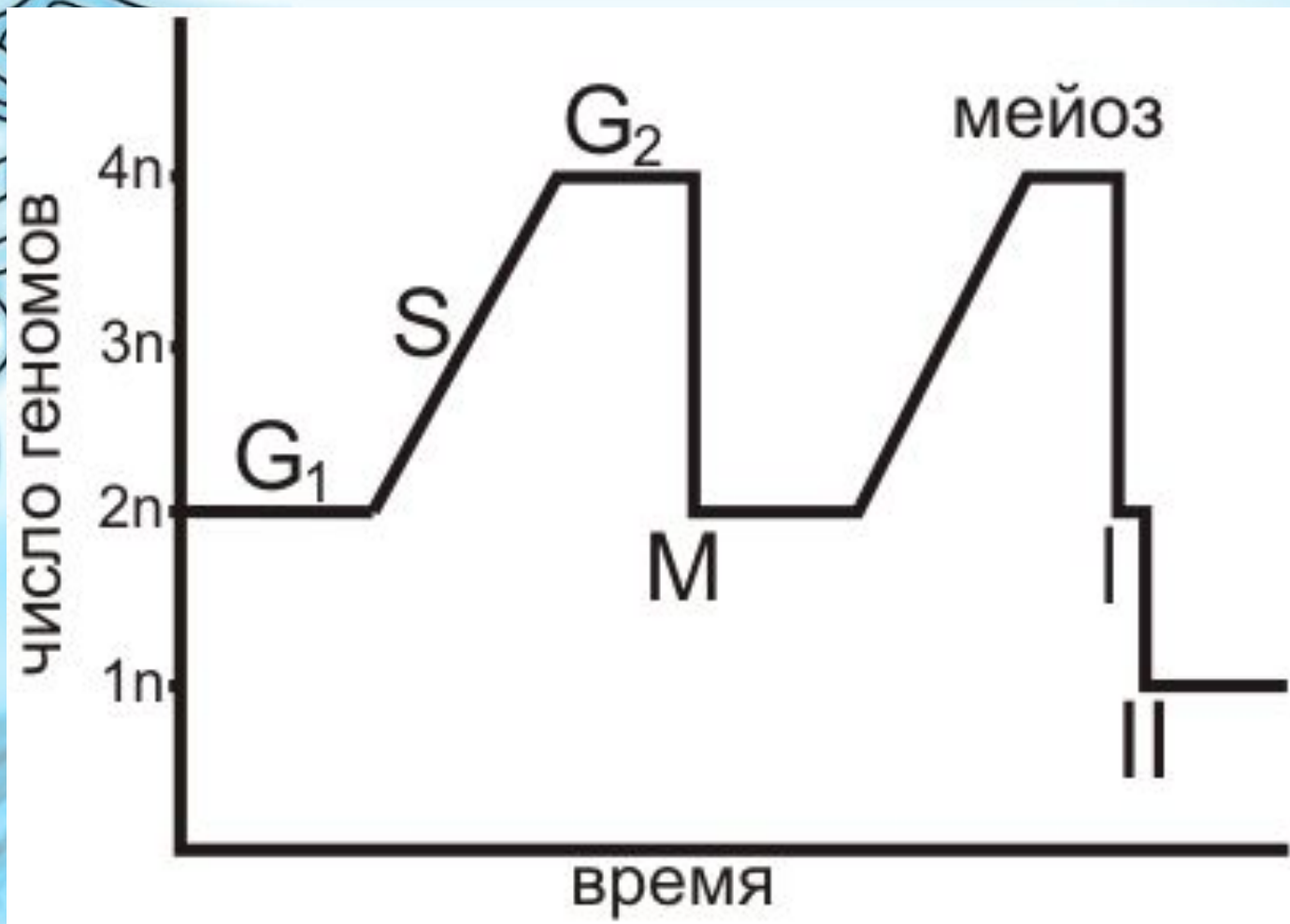
- Пресинтетический G1 – самый длительный период (от 2-3 ч до нескольких суток). Во время него клетка растет, накапливая энергию и вещества для последующего удвоения ДНК.
- Синтетический S – длится 6-10 ч. Удвоение ДНК, синтез белков, увеличение количества РНК. К концу хромосома состоит из 2 хроматид, соединенных в области центромеры. Удваиваются центриоли.



- Постсинтетический G<sub>2</sub> – длится 2-6 ч. Накапливается энергия для предстоящего митоза и синтезируются белки микротрубочек, формирующих веретено деления.

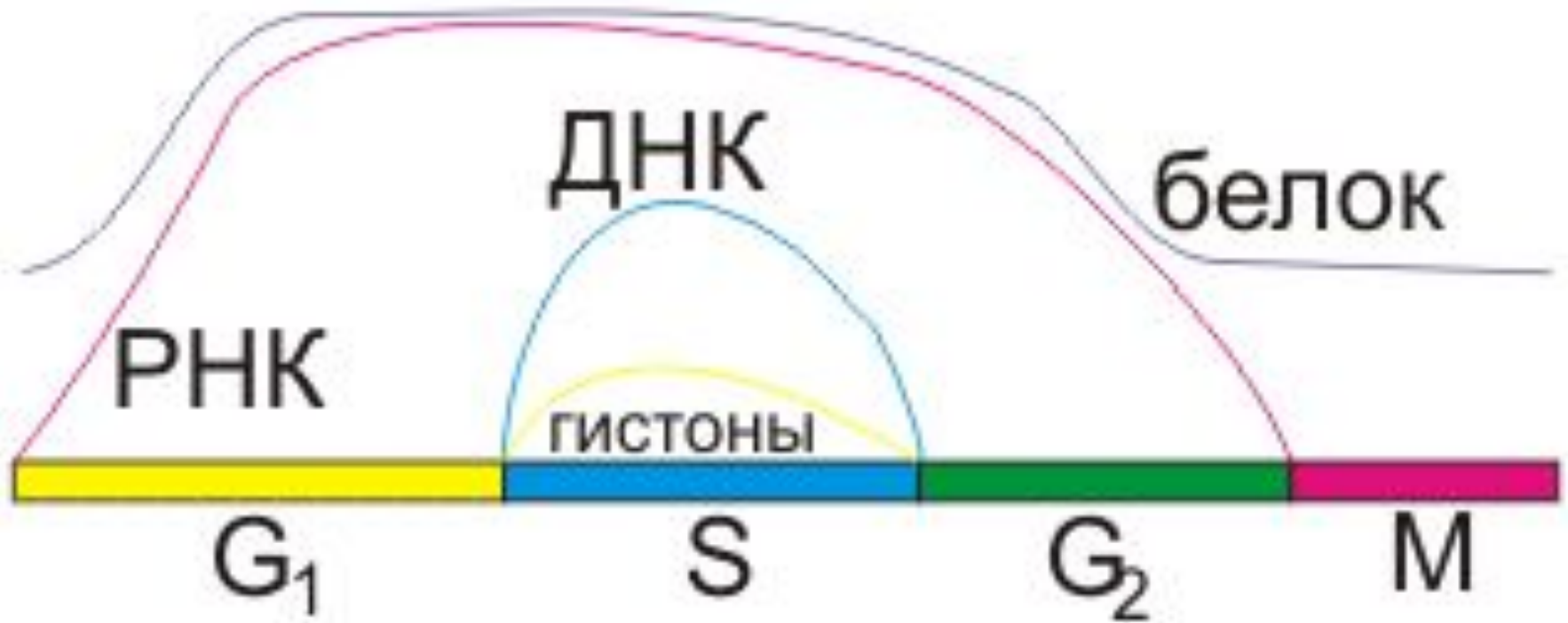






**Количество ДНК в клетке в различное время клеточного цикла. Римскими цифрами показано первое и второе деление мейоза.**

## Биосинтез в течение клеточного цикла



**ДНК** образуется во время репликации в **S-фазе**. **РНК** образуется во всех фазах клеточного цикла, кроме митоза. **Белок** образуется во всех фазах клеточного цикла, но в митозе уровень его биосинтеза снижается. **Гистоны** образуются в **S-фазе** в период синтеза ДНК.

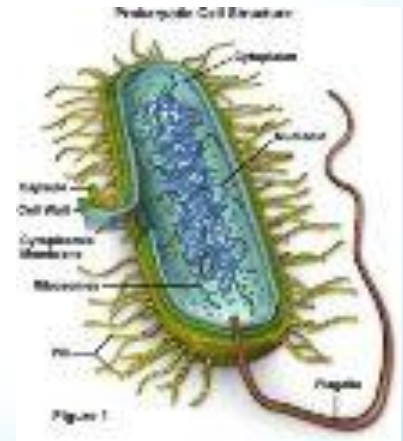


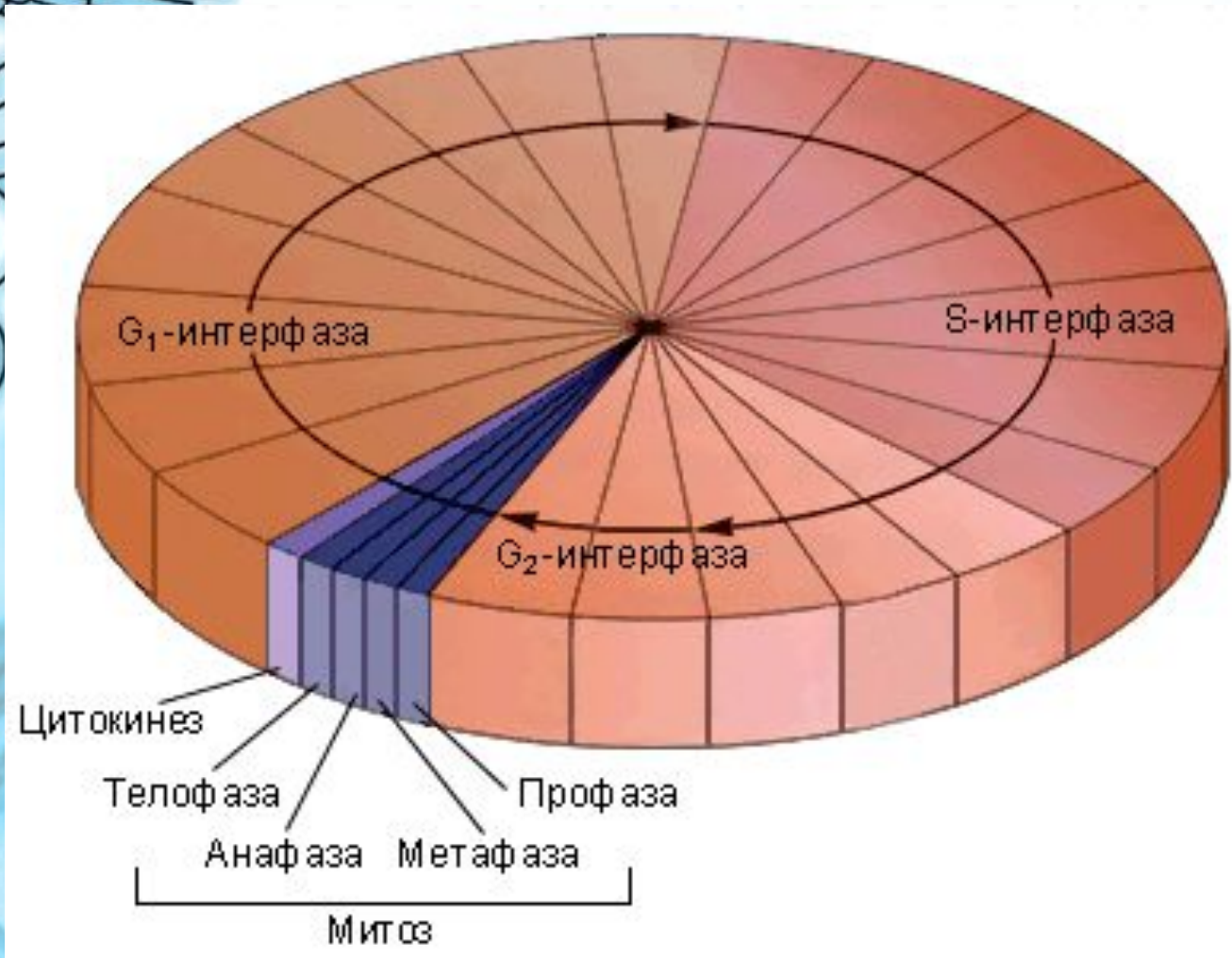
**Продолжительность жизненного цикла у  
разных клеток очень сильно различается**

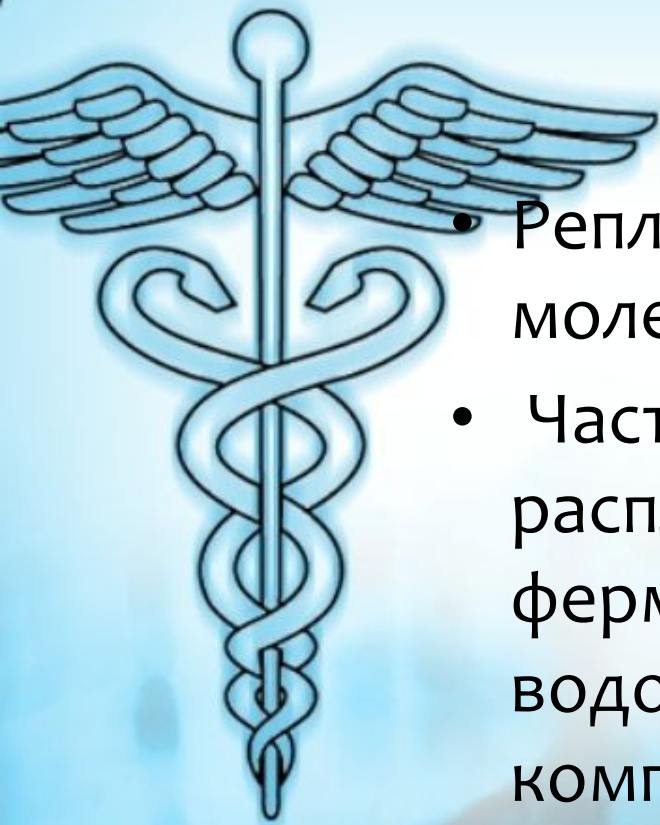


*у амебы – 36 часов*

*бактерии могут делиться  
каждые 20 минут*



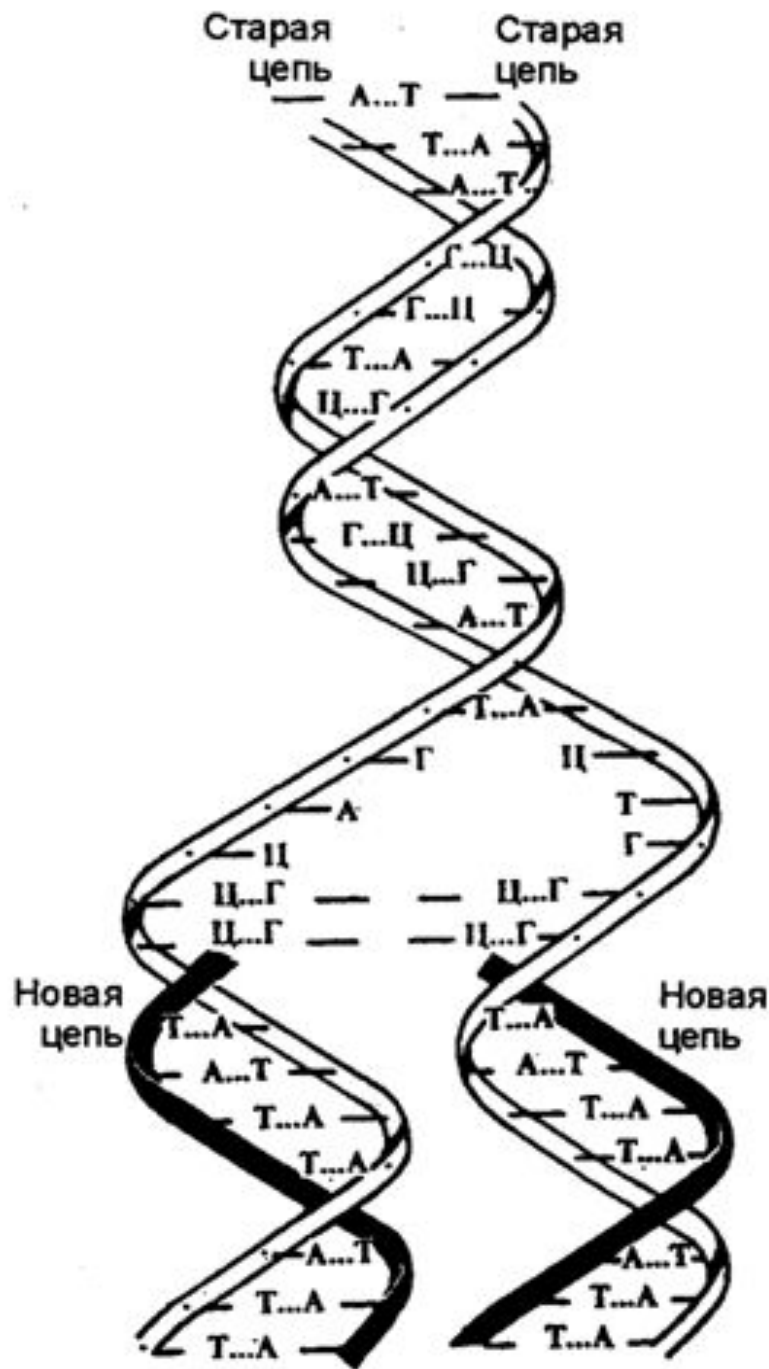




## Репликация ДНК

- Репликация (редупликация) – удвоение молекулы ДНК.
- Часть молекулы «материнской» ДНК расплетается на 2 нити с помощью фермента (происходит разрыв водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями).
- К каждому нуклеотиду фермент ДНК-полимераза подстраивает комплементарный ему нуклеотид.





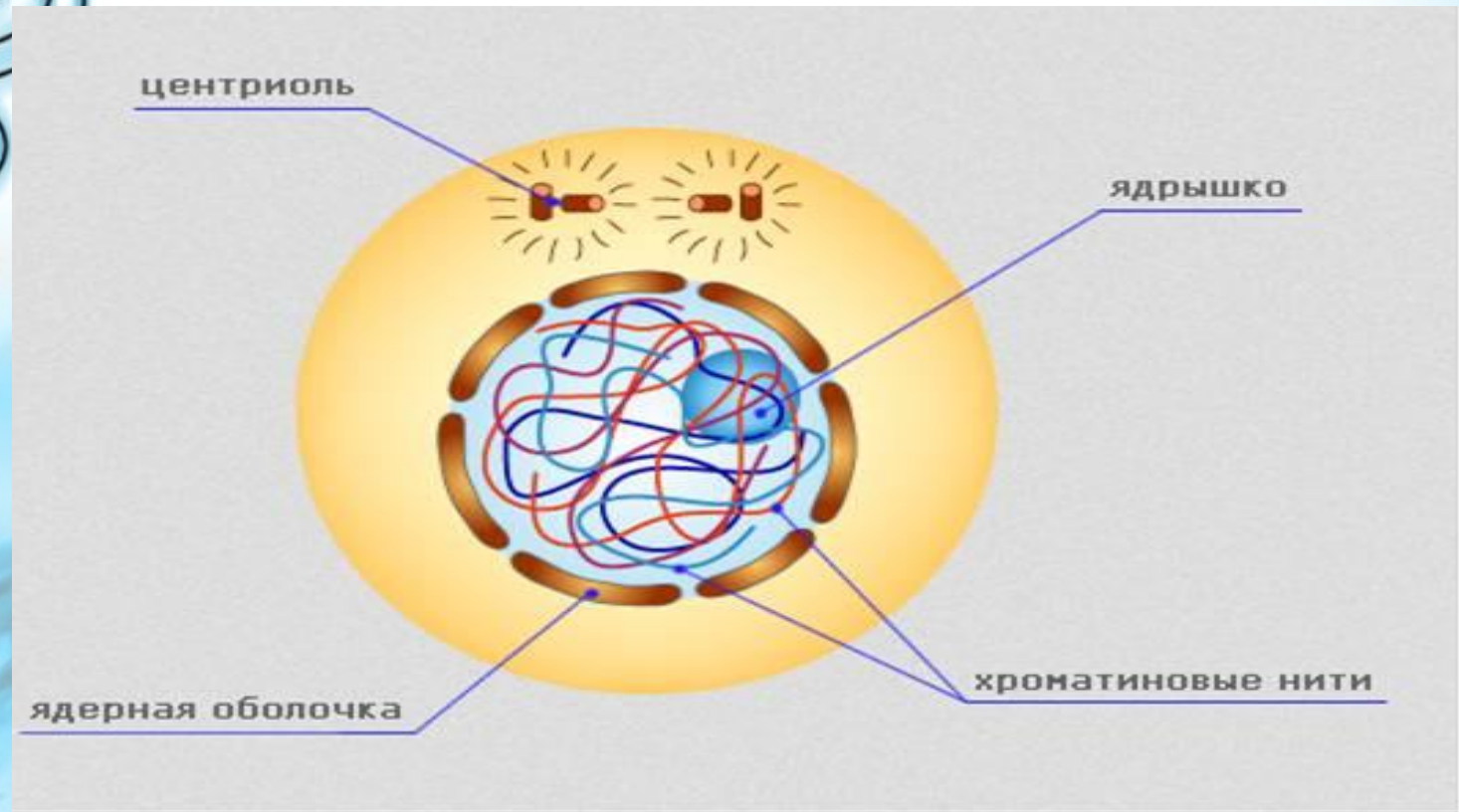
- Образуются 2 двуцепочечные молекулы ДНК, в состав каждой из которых входит 1 цепочка «материнской молекулы» и 1 новосинтезированная цепочка. Эти 2 молекулы ДНК абсолютно идентичны.



## МИТОЗ

- Митоз – процесс непрямого деления соматических клеток эукариот, в результате которого наследственный материал сначала удваивается, а затем равномерно распределяется между дочерними клетками.
- Митоз включает в себя 2 процесса: деление ядра (кариокинез) и деление цитоплазмы (цитокинез).

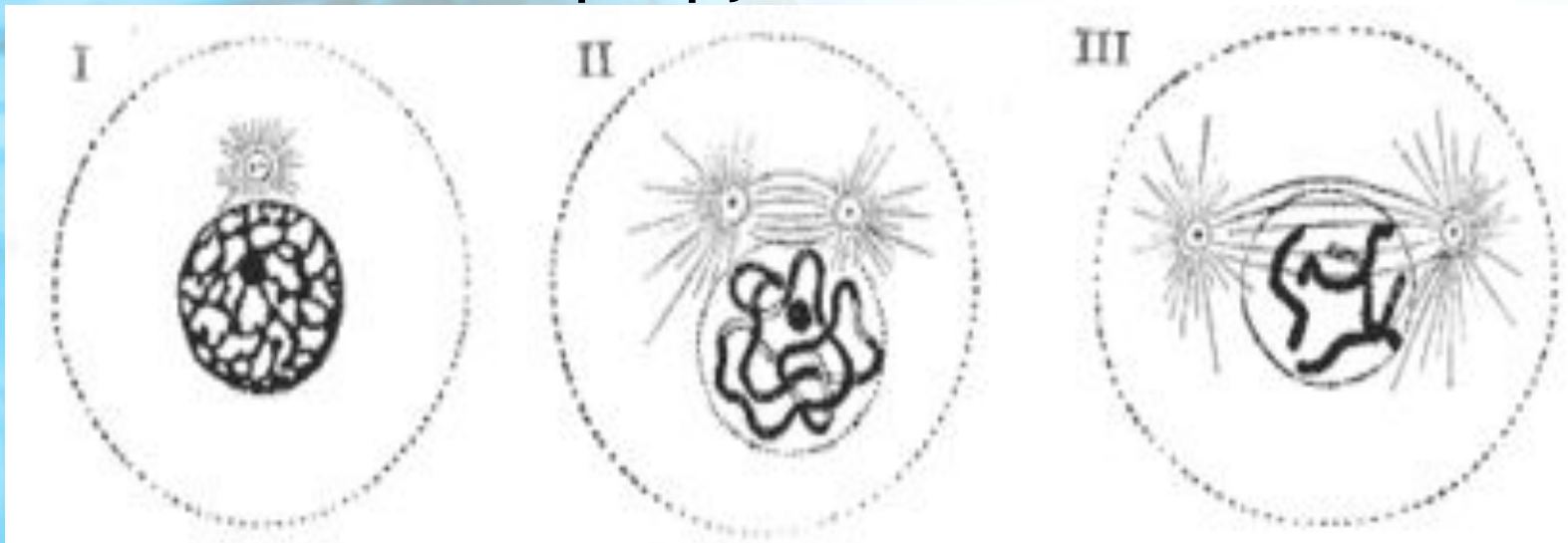
# Клетка перед митозом





# Фазы митоза

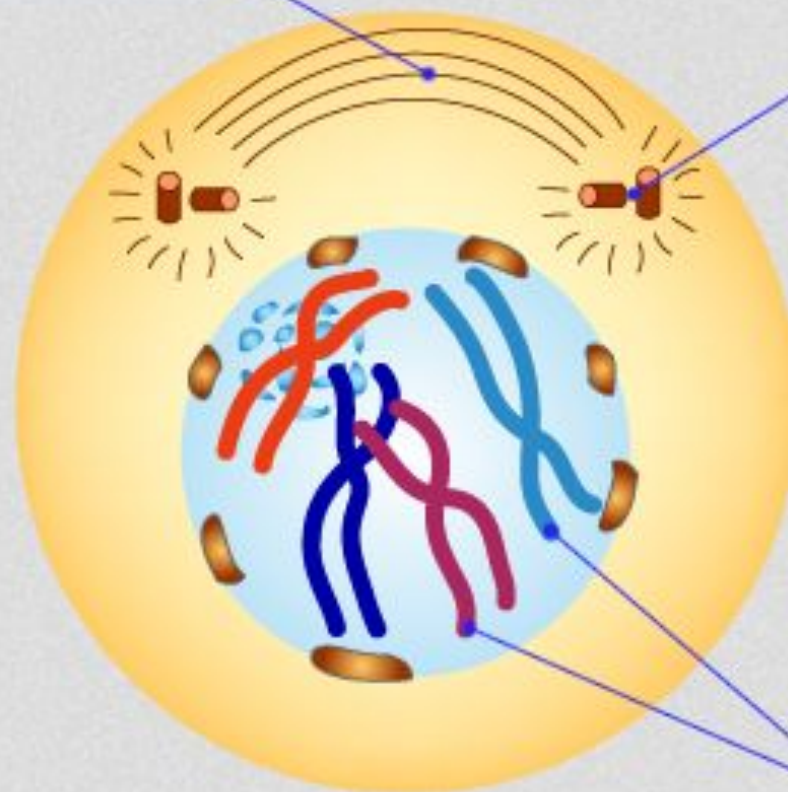
- **Профаза.** В ядре происходит спирализация ДНК. Хромосомы хорошо видны. Каждая хромосома состоит из 2 хроматид, объединенных в области центромеры. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Отходящие от них микротрубочки начинают образовывать веретено деления. Ядерная оболочка разрушается.





ахроматиновое веретено

центриоль



хромосомы

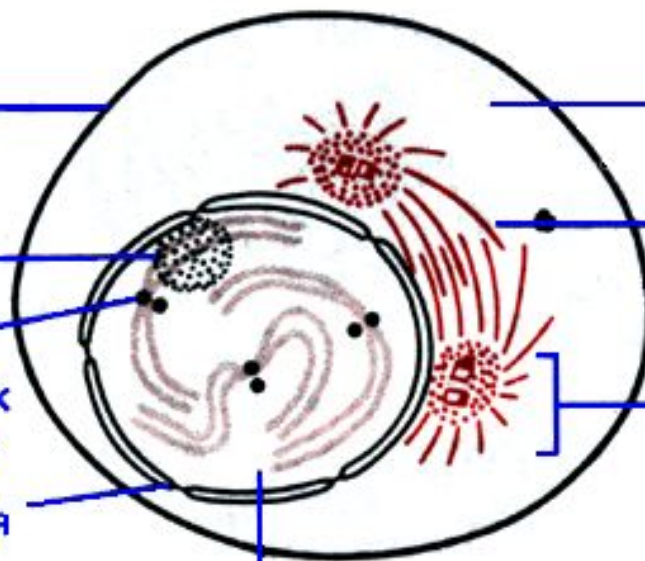
## ПРОФАЗА

Плазматическая мембрана

Распадающееся ядрышко

Центромера с прикрепленными к ней кинетохорами

Интактная ядерная оболочка



Цитоплазма

Образующееся биполярное веретено

Звезда, определяющая один из полюсов веретена

Конденсирующиеся хромосомы, в которых две хроматиды соединены центромерой

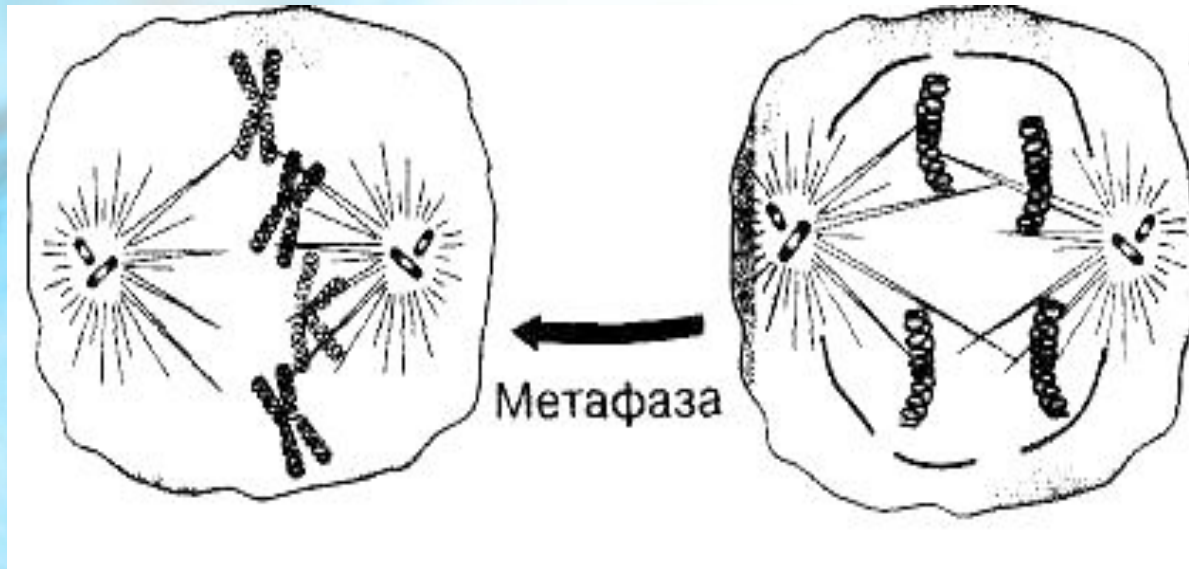
↓  
ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА  
РАСПАДАЕТСЯ

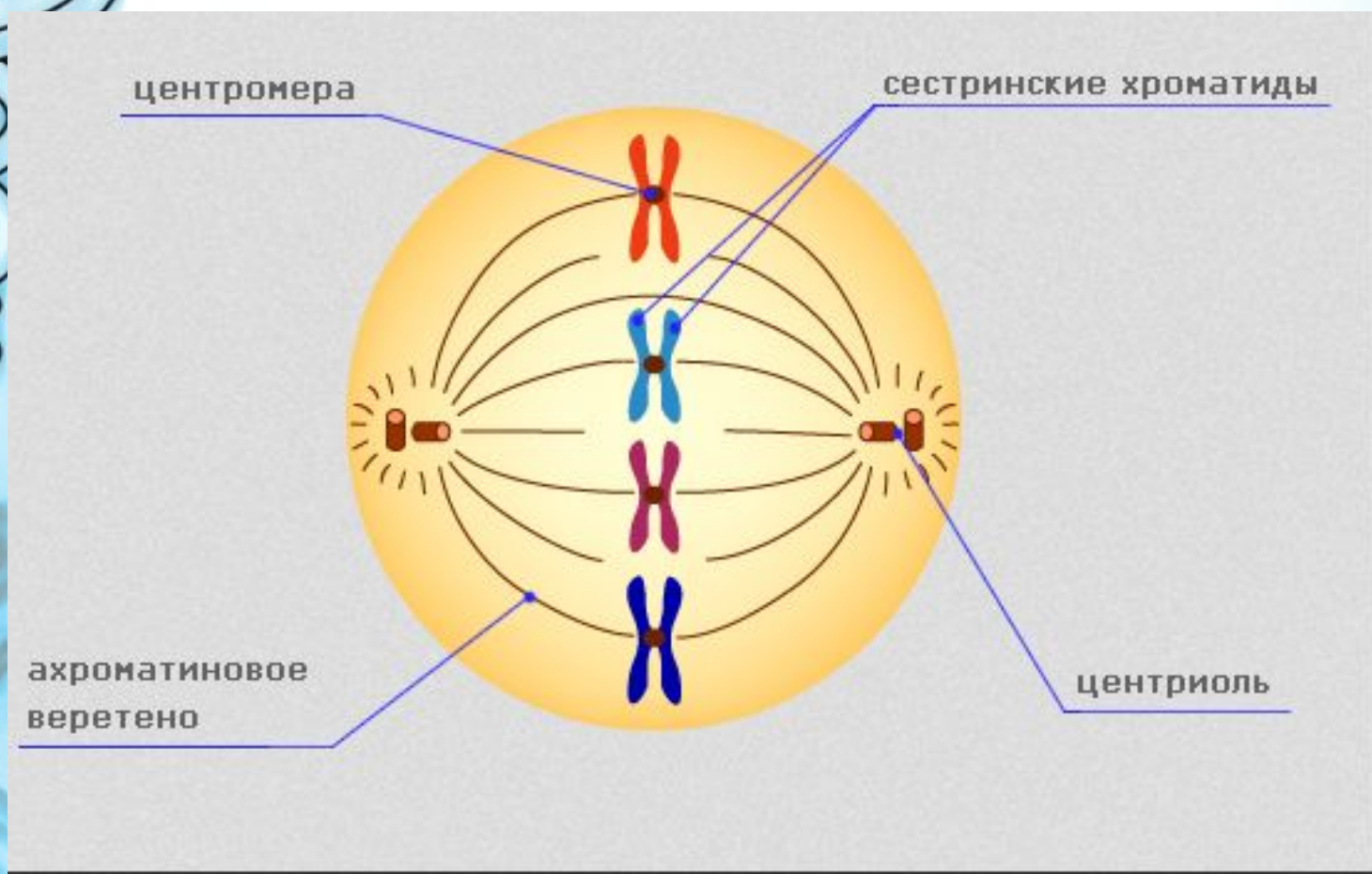
## ПРОМЕТАФАЗА





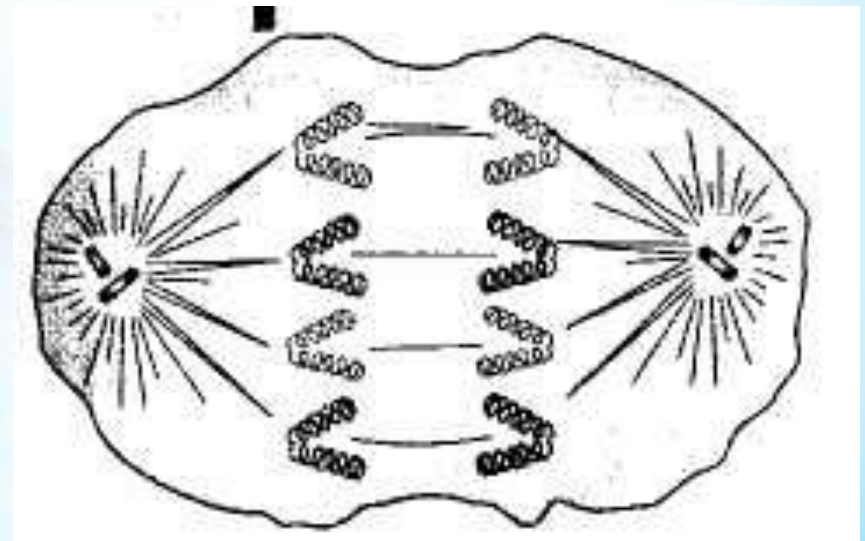
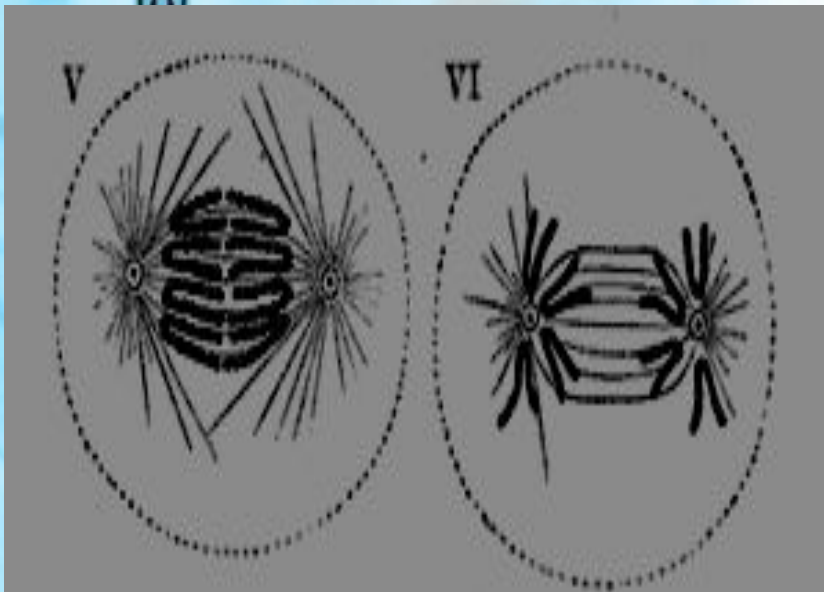
- **Метафаза.** Хромосомы располагаются по экватору клетки, образуя метафазную пластинку. Нити веретена деления от centrosом прикрепляются к центромере каждой хромосомы.







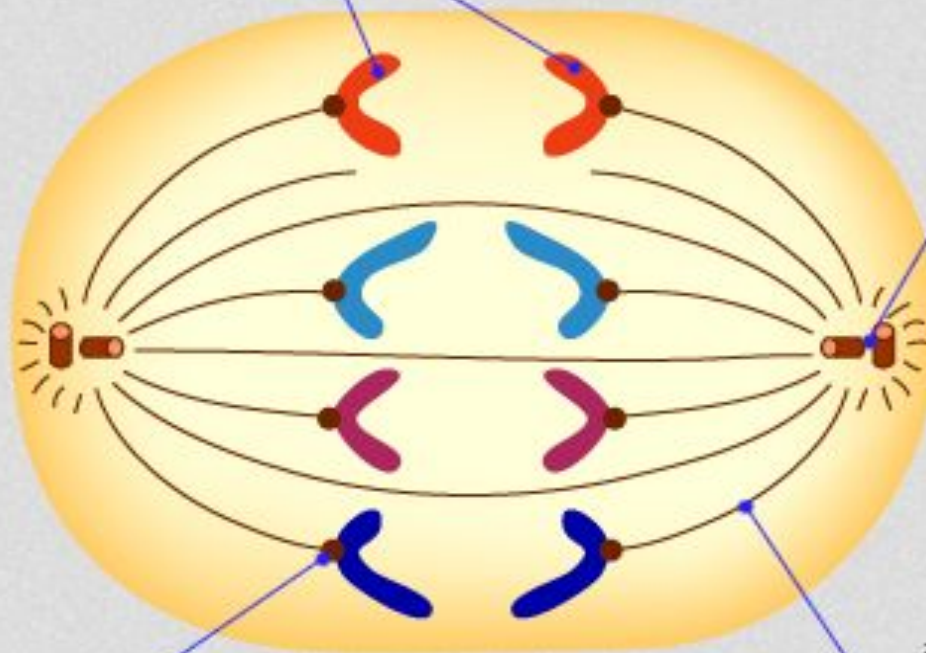
- **Анафаза.** Каждая хромосома продольно расщепляется на 2 идентичные хроматиды, которые расходятся к противоположным полюсам клетки. Микротрубочки укорачиваются.





сестринские хроматиды

центриоль



центромера

ахроматиновое  
веретено

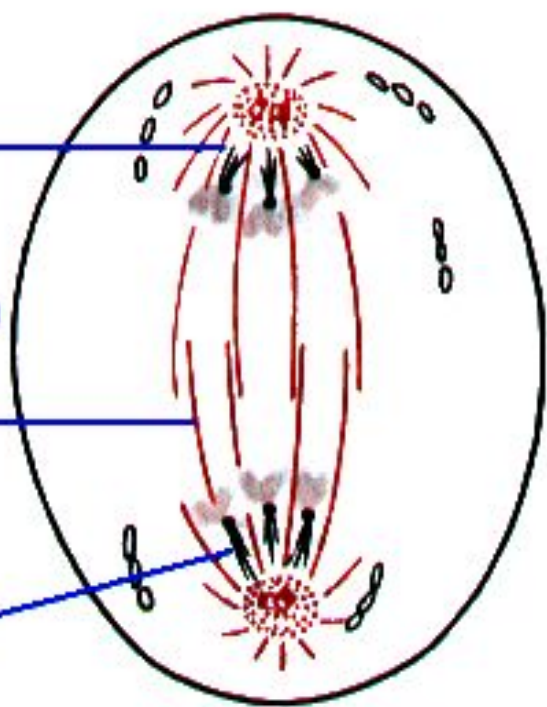


## АНАФАЗА

Кинетохорные микротрубочки укорачиваются, по мере того как хроматида движется к полюсу

Удлиняющаяся полюсная микротрубочка

Укорачивающаяся кинетохорная микротрубочка



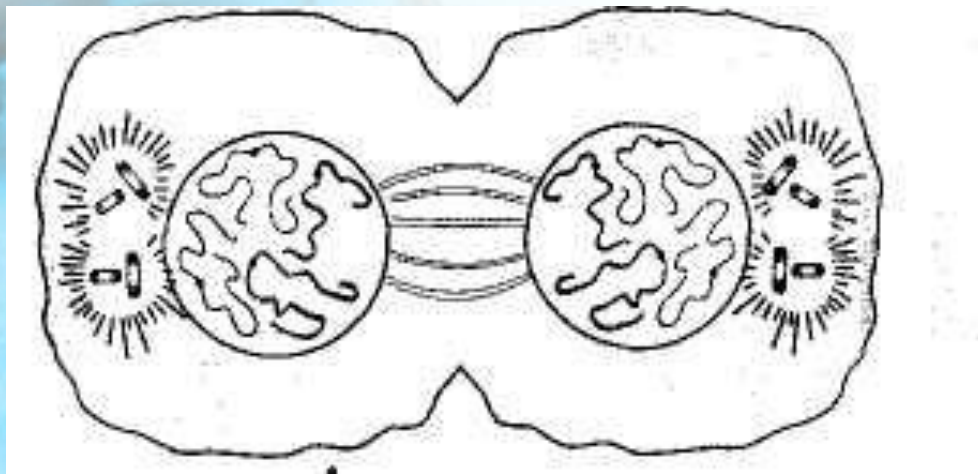
Полюсы раздвигаются

↓  
ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА ВОССТАНАВЛИВАЕТСЯ

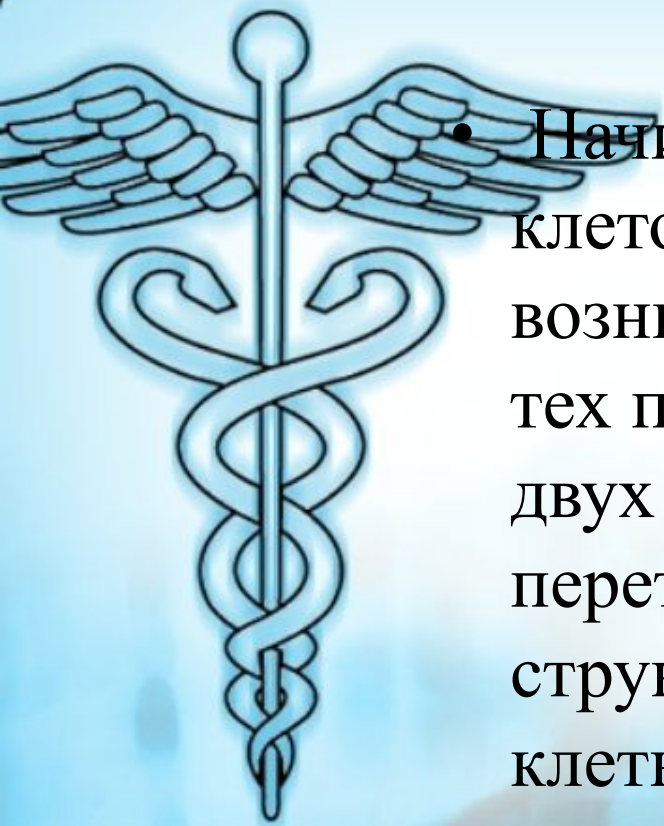
## ТЕЛОФАЗА



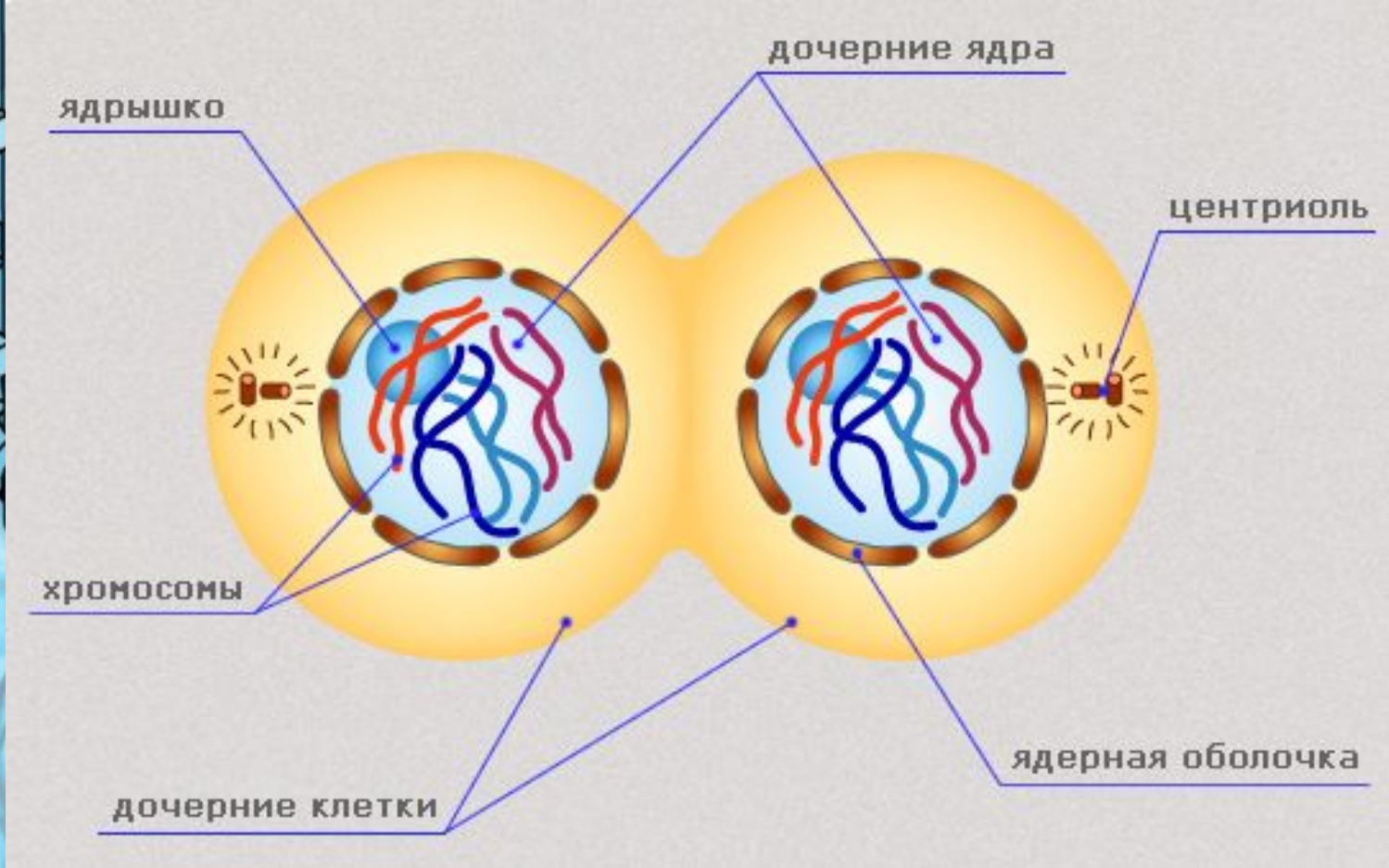
- **Телофаза.** Дочерние хромосомы деспирализуются у полюсов клетки и становятся доступными для транскрипции. Начинается синтез белков. Формируются ядерные оболочки и ядрышки. Нити веретена деления распадаются.





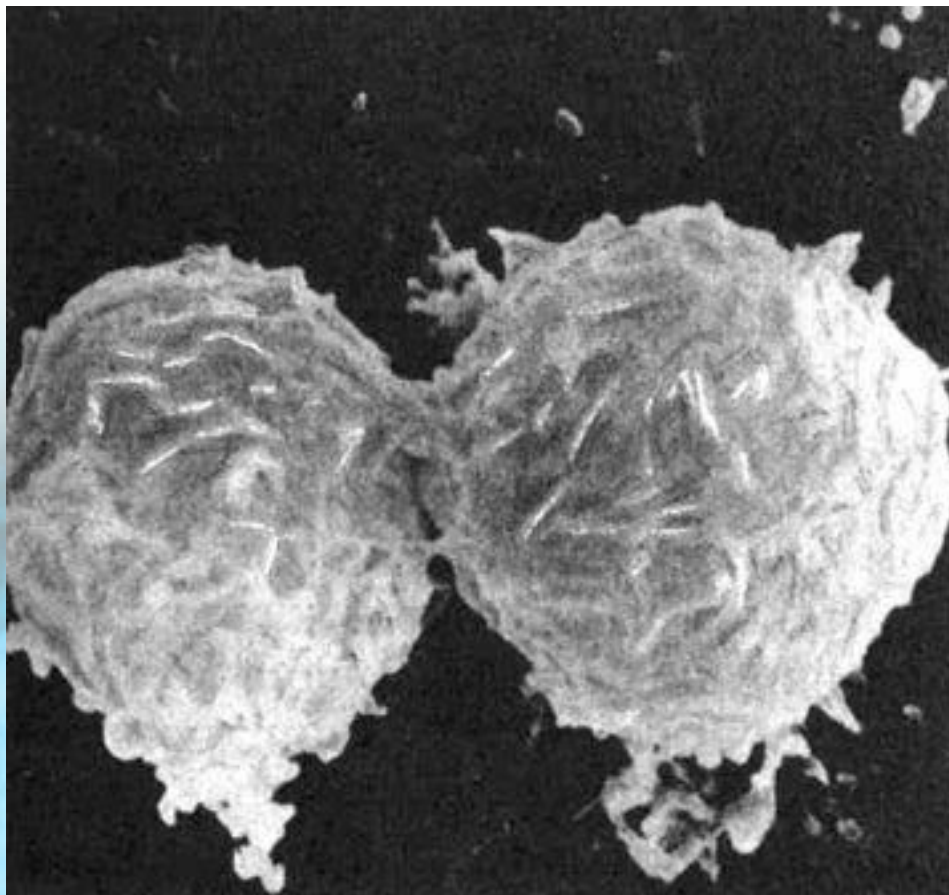


- Начинается цитокинез. У животных клеток в экваториальной плоскости возникает перетяжка. Она углубляется до тех пор, пока не происходит разделения двух дочерних клеток. В образовании перетяжки важную роль играют структуры цитоскелета. Растительные клетки не могут так делиться, т.к. имеют жесткую клеточную стенку. В них образуется внутриклеточная перегородка.
- С момента разделения дочерних клеток каждая из них вступает в интерфазу нового клеточного цикла.





## Цитокинез клетки (фото)



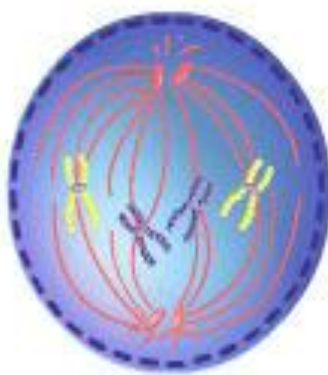




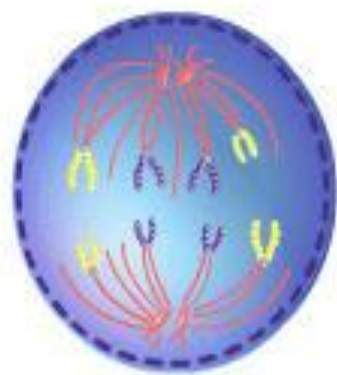
Профаза



Метафаза



Анафаза

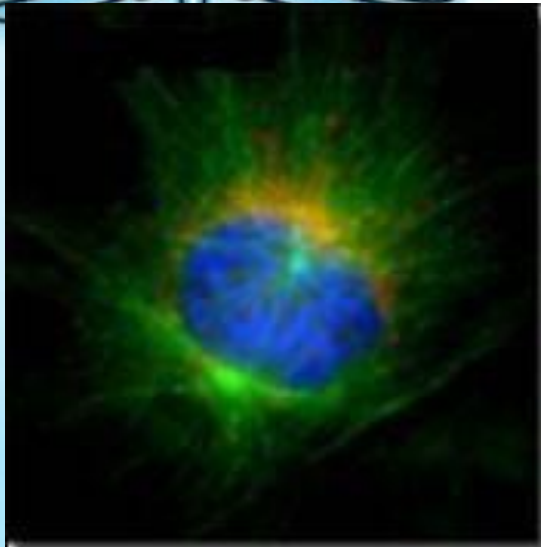


Телофаза

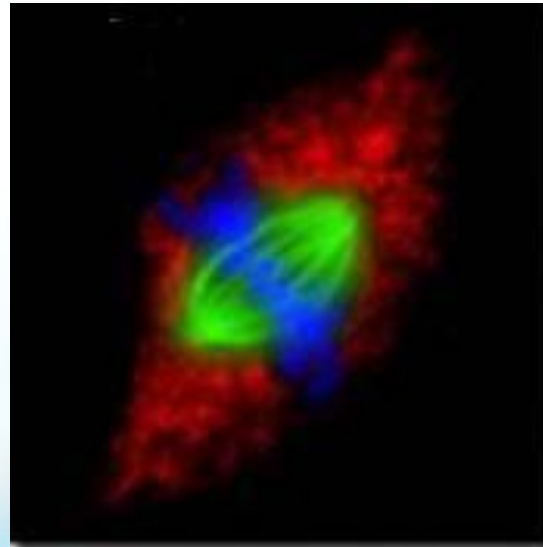




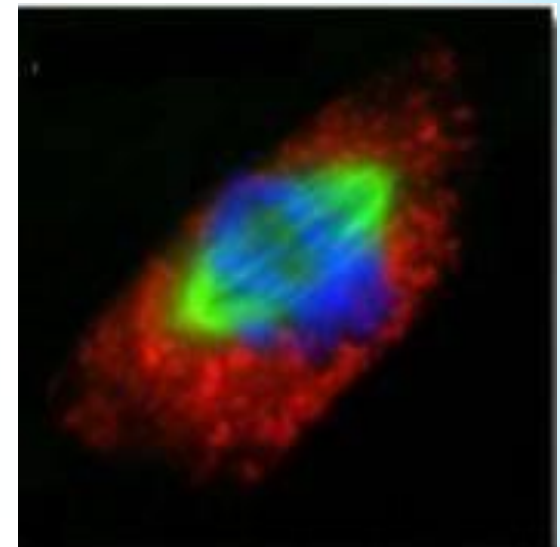
# Фазы митоза



Профаза

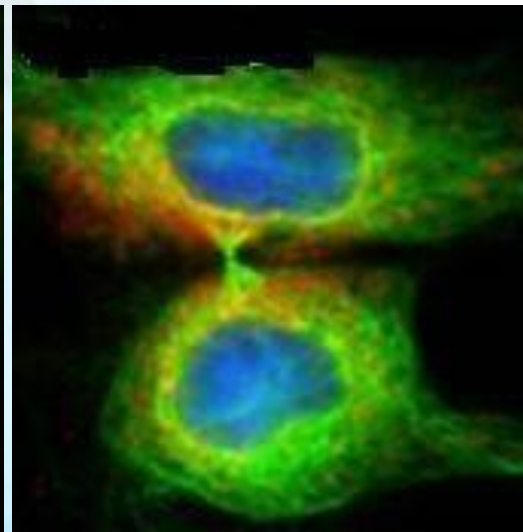
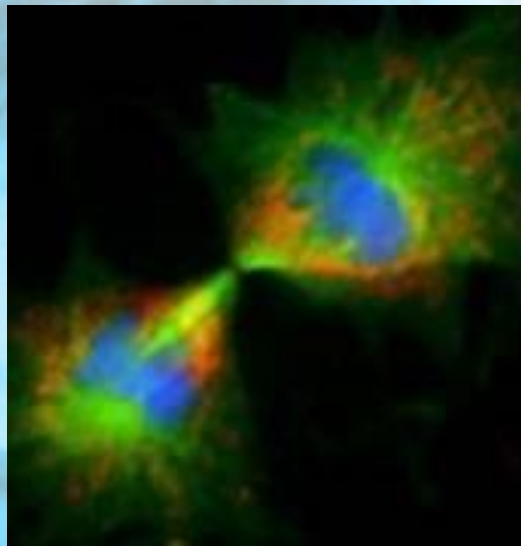


Метафаза



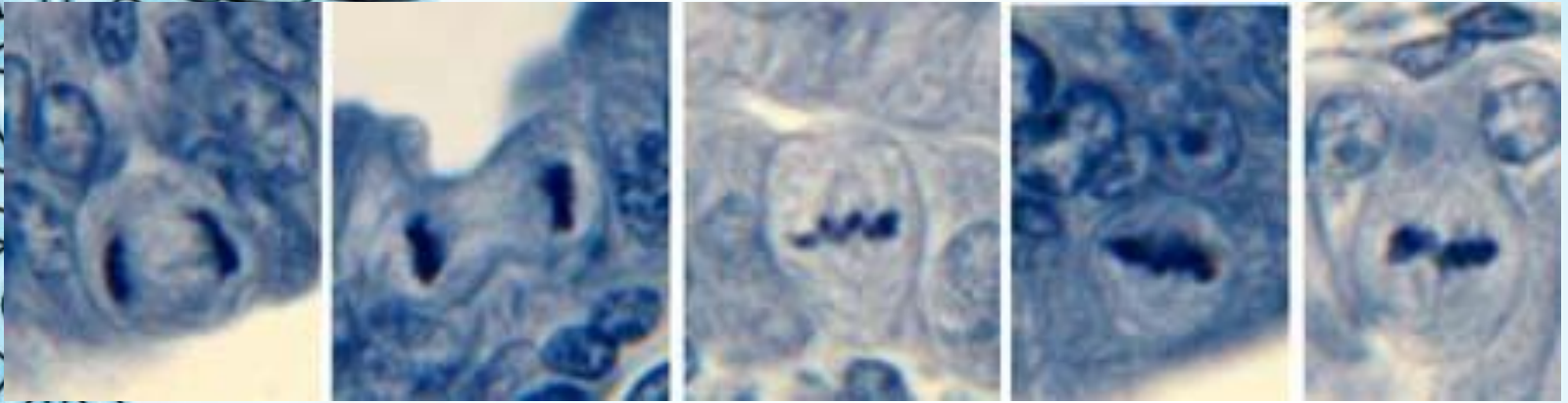
Анафаза

Телофаза 1

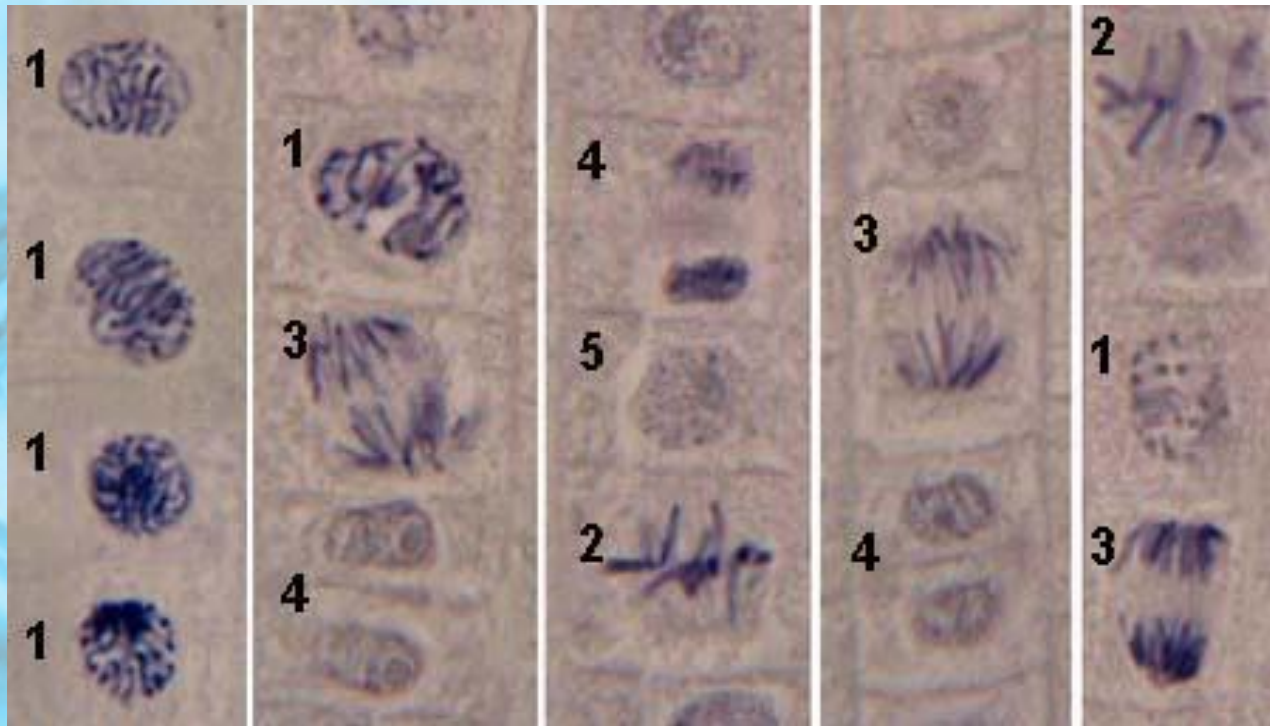


Телофаза 2  
цитокинез

# Митоз животной клетки



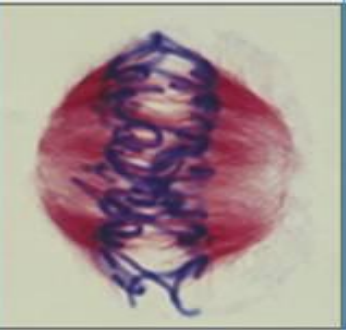
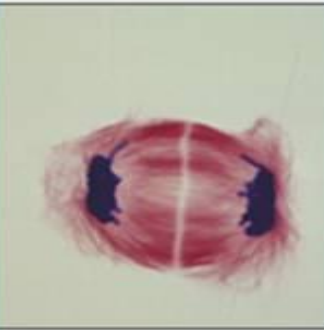


# Митоз растительной клетки







ПРОФАЗА	МЕТАФАЗА	АНАФАЗА	ТЕЛОФАЗА
			

## МИТОЗ В КЛЕТКАХ КОРЕШКА ЛУКА



# Видео

Ìèòîç.mp4

Mitose.mp4



## Значение митоза

- В результате митоза образуются две дочерние клетки, содержащие столько же хромосом, сколько их было в материнской клетке, т.е. образуются клетки, идентичные родительской.
- Митоз необходим для нормального развития и роста многоклеточного организма.

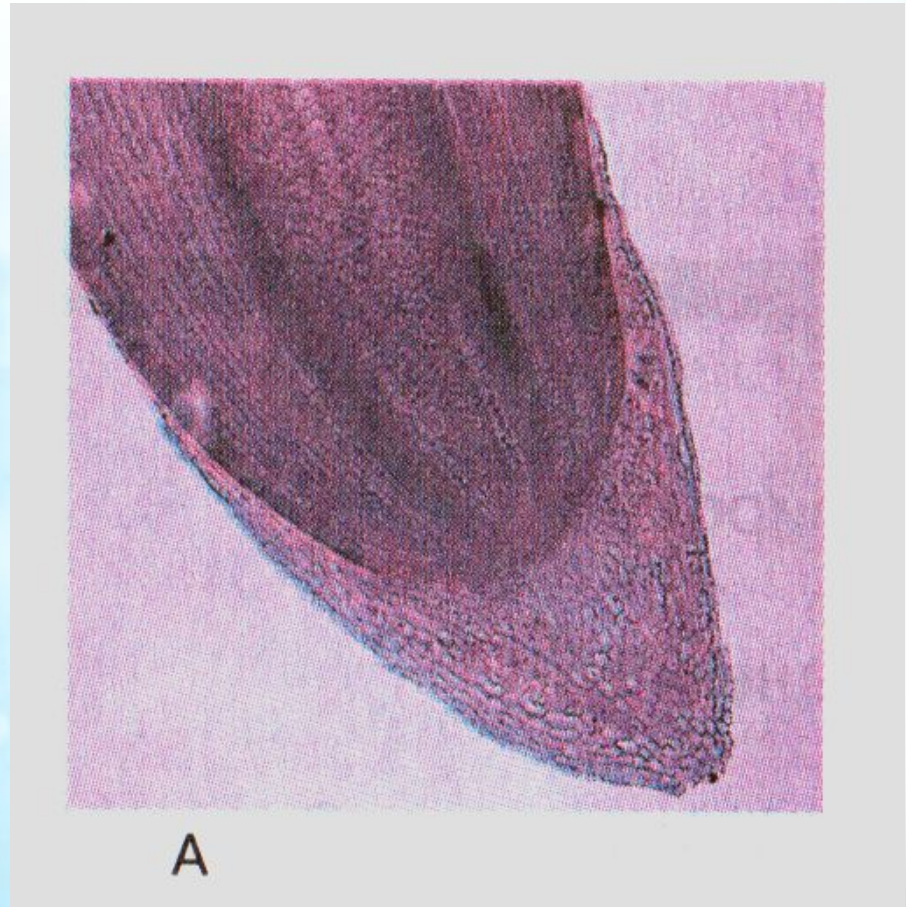




**Митоз обеспечивает такие важные процессы жизнедеятельности, как:**

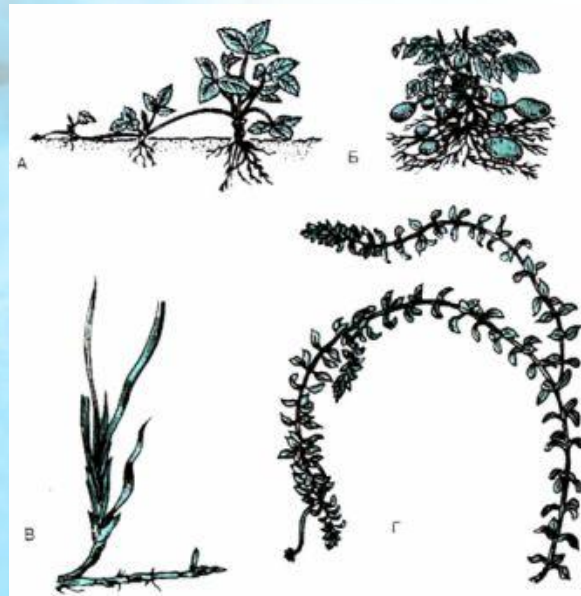
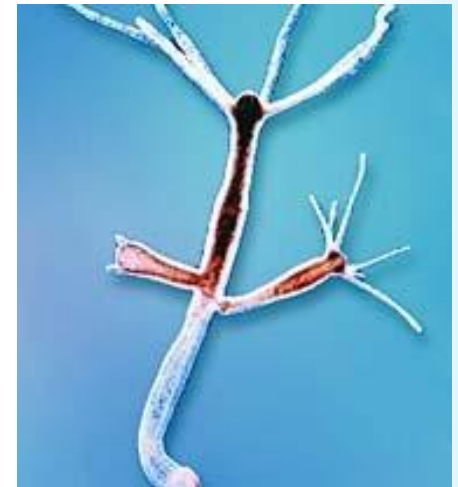
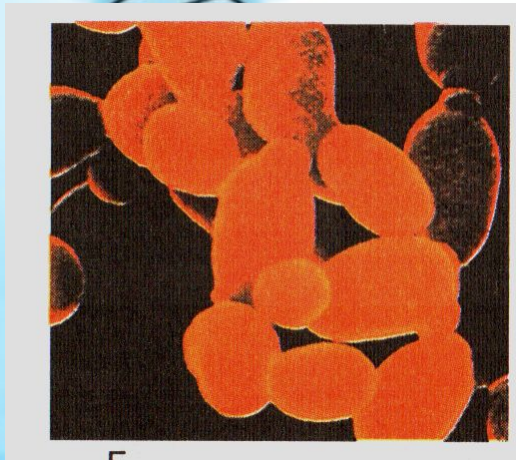
- **Рост.**

**Рост (кончик корня)**





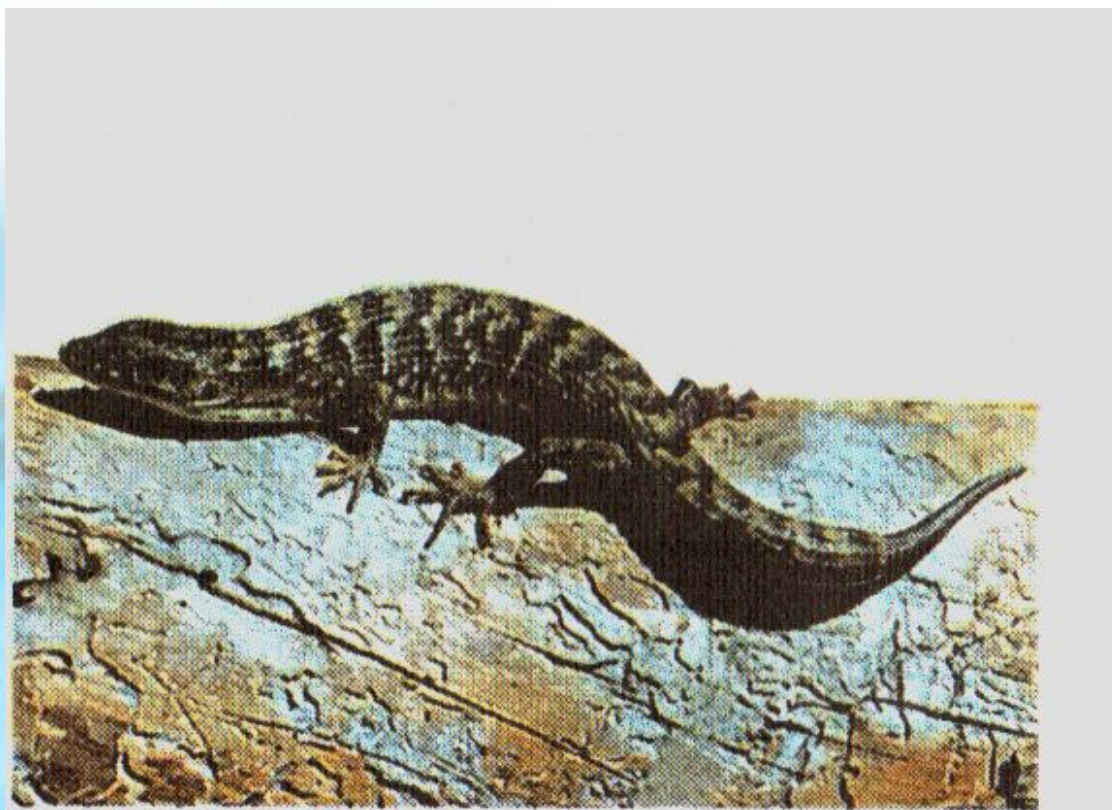
• Вегетативное размножение  
(почкование дрожжей, гидры)







- Восстановление органов и тканей (регенерация)







- Эмбриональное развитие



Так выглядит эмбрион человека в возрасте шести недель при нормальном ходе митоза.

## Амитоз



- Амитоз – прямое деление клеток – встречается относительно редко. При амитозе ядро начинает делиться без видимых предварительных изменений. При этом не обеспечивается равномерное распределение ДНК между дочерними клетками, т.к. при амитозе ДНК не спирализуется и хромосомы не образуются. Амитоз часто встречается в отмирающих тканях, клетках опухолей.



**Клетки, делящиеся амитозом**





# Мейоз

- Мейоз – особый вид деления клеток, при котором число хромосом в дочерних клетках становится гаплоидным. Это необходимо для сохранения постоянства числа хромосом при половом размножении.
- Мейоз состоит из редукционного и эквационного делений, которым предшествует однократная репликация ДНК. Интерфаза мейоза аналогична интерфазе митоза.



## Интерфаза

Продолжительность различна у разных видов. Происходит репликация органелл, клетка увеличивается в размерах. Репликация ДНК и гистонов в основном заканчивается в премейотической интерфазе, но часто захватывает и профазу I. Каждая хромосома представлена теперь парой хроматид, соединенных центромерой. Хромосомный материал окрашивается, но из всех структур четко видны только ядрышки.



# Редукционное деление

## Профаза I

- **Лептотена.** В эту стадию хромосомы представлены еще как тонкие нити, но к концу начинается спирализация.
- **Зиготена.** Начинается конъюгация гомологичных хромосом. Образуются биваленты (тетрады), состоящие из 4 сестринских хроматид.
- **Пахитена.** Происходит кроссинговер.





- **Диплотена.** Конъюгировавшие хромосомы разделяются, хромосомы бивалента отодвигаются друг от друга но продолжают быть связаны хиазмами – местами, где произошел кроссинговер.



**Диакинез.** Ядерная оболочка и ядрышки исчезают. Сестринские хроматиды соединены центромерой, несестринские – хиазмами. Миграция центриолей и образования веретена деления, разрушение ядрышек и ядерной мембраны, а затем образование нитей веретена деления.

- **Метафаза I. Хромосомы**

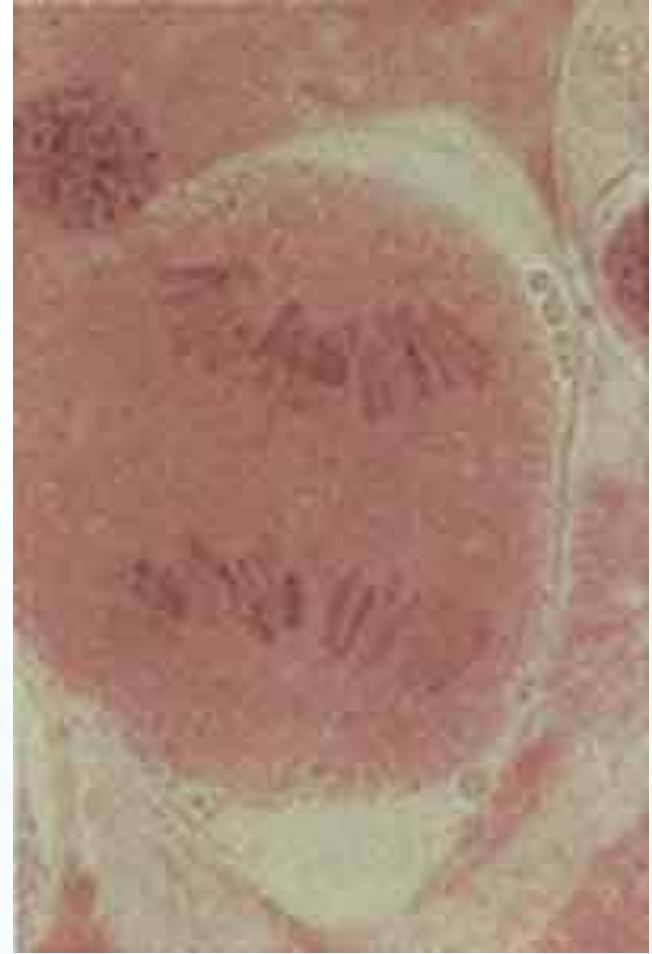
выстраиваются по экватору веретена деления, образуя метафазную пластинку. Центромеры обращены к полюсам.

- **Анафаза I.** Нити веретена деления сокращаются, гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки, где формируются гаплоидные наборы хромосом. Возникают хромосомные рекомбинации, повышающие степень изменчивости потомков.

**Метафаза I**



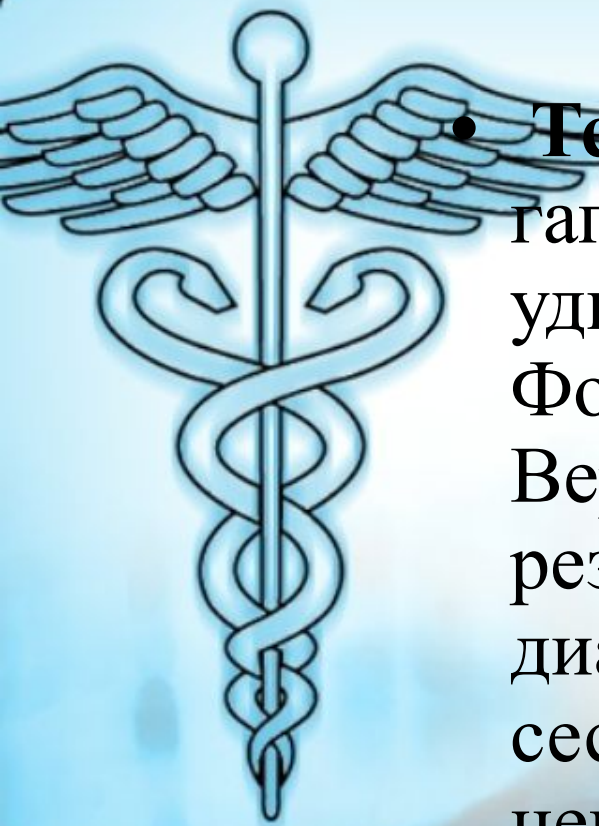
## Телофаза I



## Анафаза I



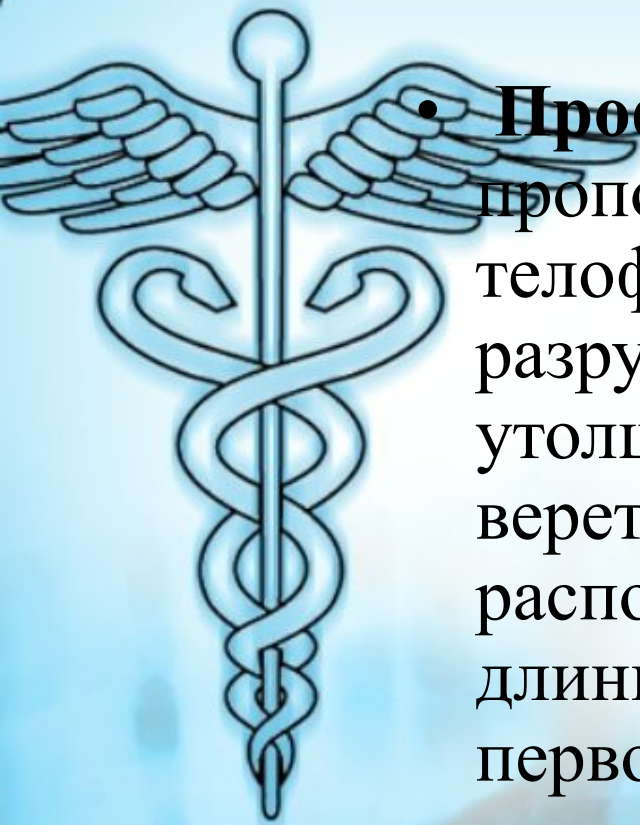




- **Телофаза I.** Формируются клетки с гаплоидным набором хромосом и удвоенным количеством ДНК. Формируется ядерная оболочка. Веретено разрушается. В конце в результате цитокинеза формируется диада. В каждую клетку попадают 2 сестринские хроматиды, соединенные центромерой.
- **Интерфаза II.** Обычно наблюдается только в животных клетках. Репликации ДНК не происходит, остальные процессы, характерные для интерфазы, идут.

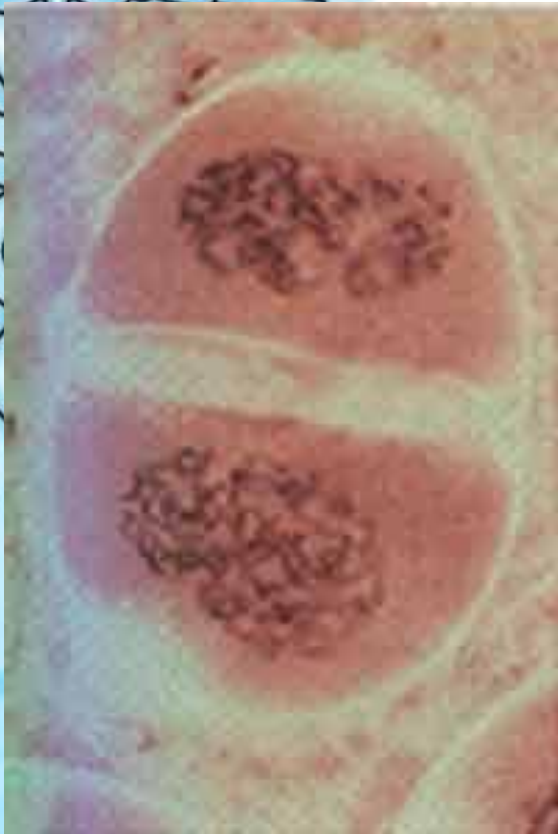


**Интеркинез (интерфаза) между I и II делениями мейоза**



- **Профаза II.** Продолжительность обратно пропорциональна продолжительности телофазы I. Ядрышки и ядерные мембраны разрушаются, а хроматиды укорачиваются и утолщаются. Центриоли образуют нити веретена деления. Хроматиды располагаются таким образом, что их длинные оси перпендикулярны оси веретена первого деления мейоза.
- **Метафаза II.** Центромеры ведут себя как двойные структуры. Они организуют нити веретена, направленные к обоим полюсам, и таким образом выстраиваются по экватору веретена.





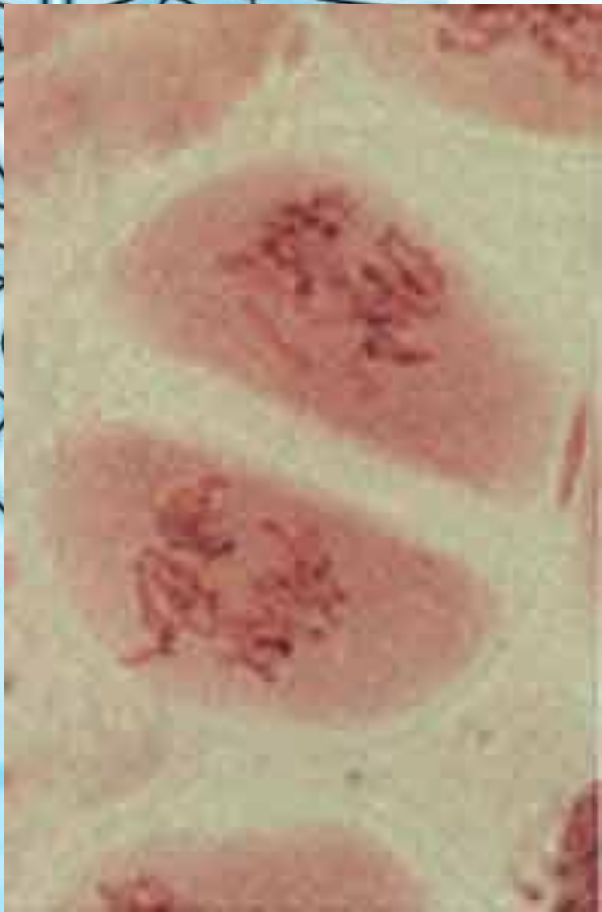
**Профаза II**

**Метафаза II**



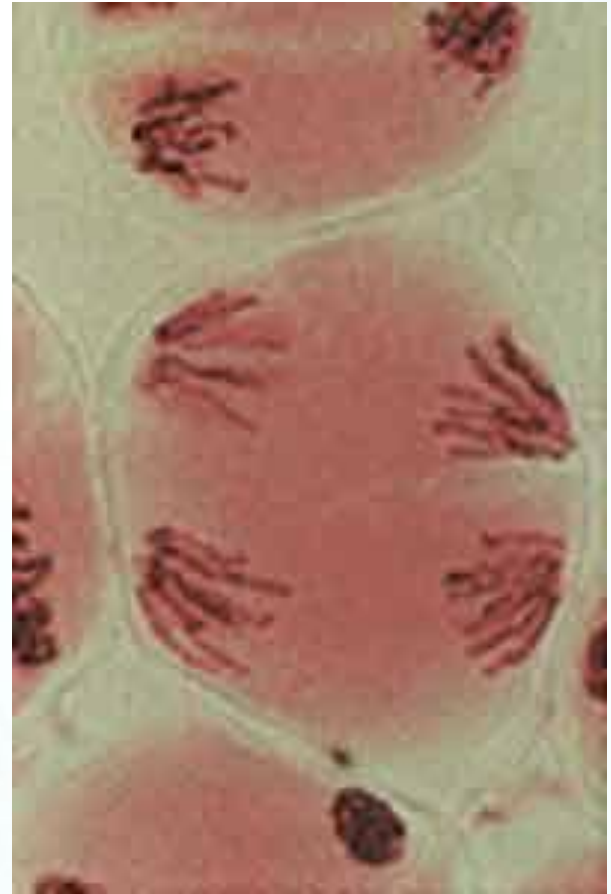


- **Анафаза II.** Центромеры делятся, и нити веретена деления растаскивают их к противоположным полюсам. Центромеры тянут за собой отделившиеся друг от друга хроматиды, которые теперь называют хромосомами.
- **Телофаза II.** Очень схожа с телофазой митоза. Хромосомы деспирализуются, растягиваются и после этого плохо различимы. Нити веретена исчезают, а центриоли реплицируются. Вокруг каждого гаплоидного набора хромосом образуется ядерная мембрана. В результате дальнейшего цитокинеза образуются четыре гаплоидных клетки.



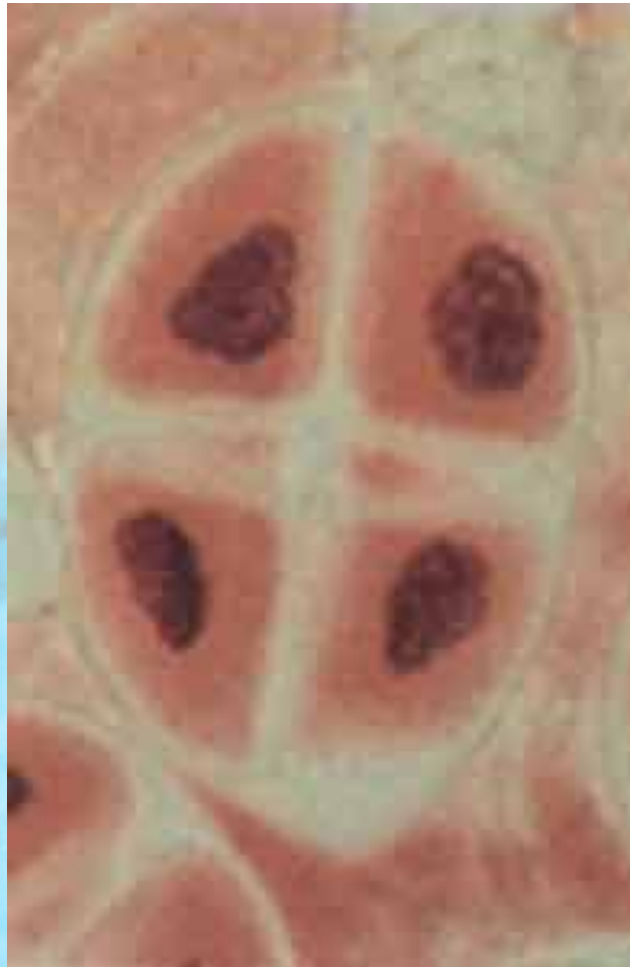
**Анафаза II**

**Телофаза II**

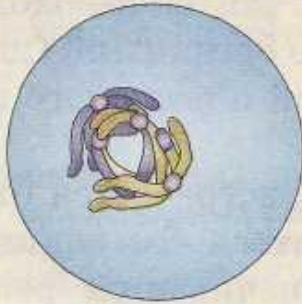




# Цитокинез II-го деления мейоза

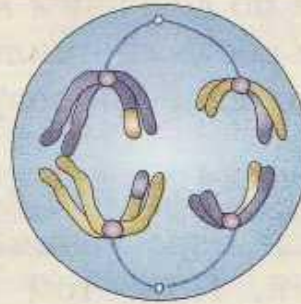


### Профаза I



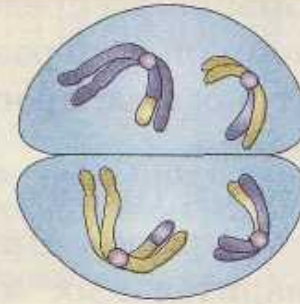
Попарное распределение  
гомологичных хромосом.  
Перекрест хромосом.  
Обмен гомологичными  
участками

### Метафаза I — анафаза I



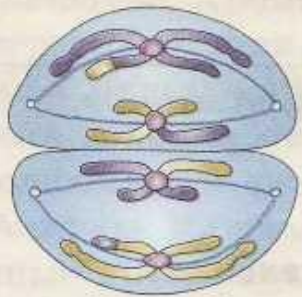
Попарное размещение  
и последующее разде-  
ление гомологичных  
хромосом, расхождение  
их к полюсам

### Телофаза I



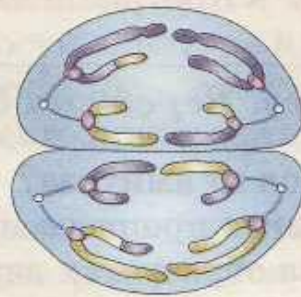
Образование клеток, име-  
ющих гаплоидный набор  
удвоенных хромосом

### Профаза II — метафаза II



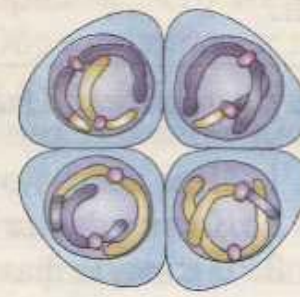
Расположение хромосом  
обеих клеток в эквато-  
риальных плоскостях

### Анафаза II



Разделение хроматид и  
их перемещение к полю-  
сам

### Телофаза II



Образование новых ядер-  
ных мембран и ядер.  
Деление цитоплазмы

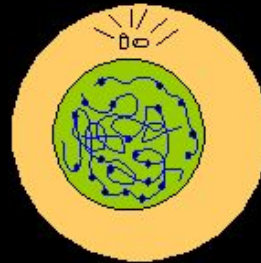




## División I de la meiosis



Interfase I



Leptoteno



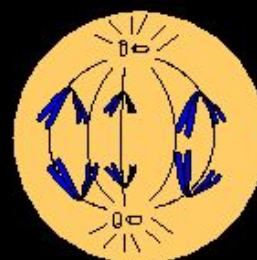
Zigoteno



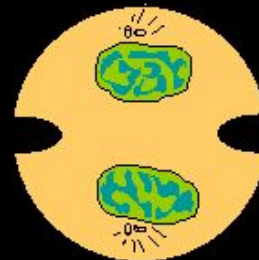
Diploteno



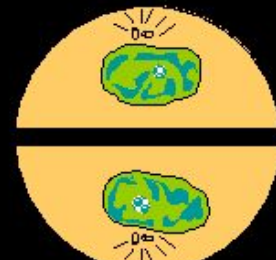
Metafase I



Anafase I

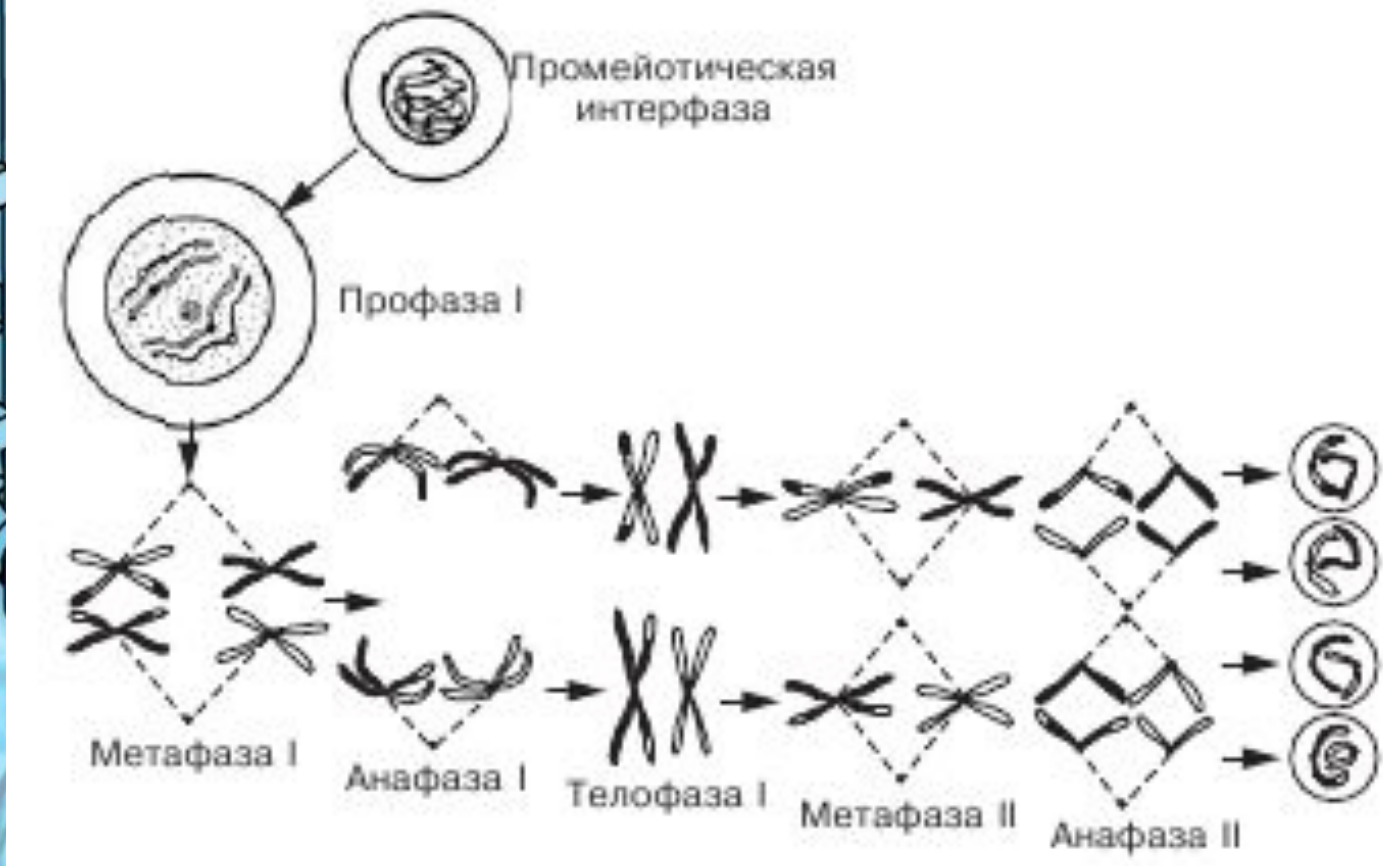


Telofase I



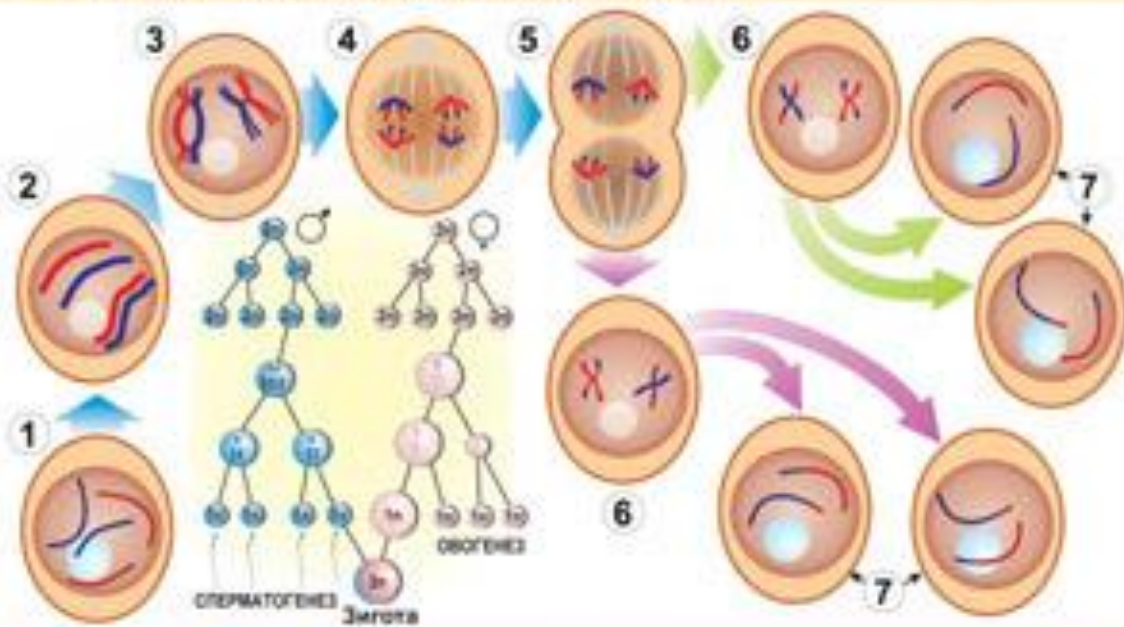
Interfase II







ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ 1  
**10** МЕЙОЗ – ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК





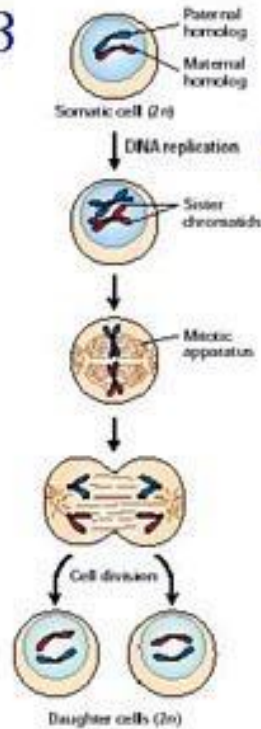
# Видео

Ìãéîç.mp4

Meiose.mp4



# МИТОЗ



репликация  
ДНК

Деление  
клетки

Дочерние клетки  
(2n)

# МЕЙОЗ

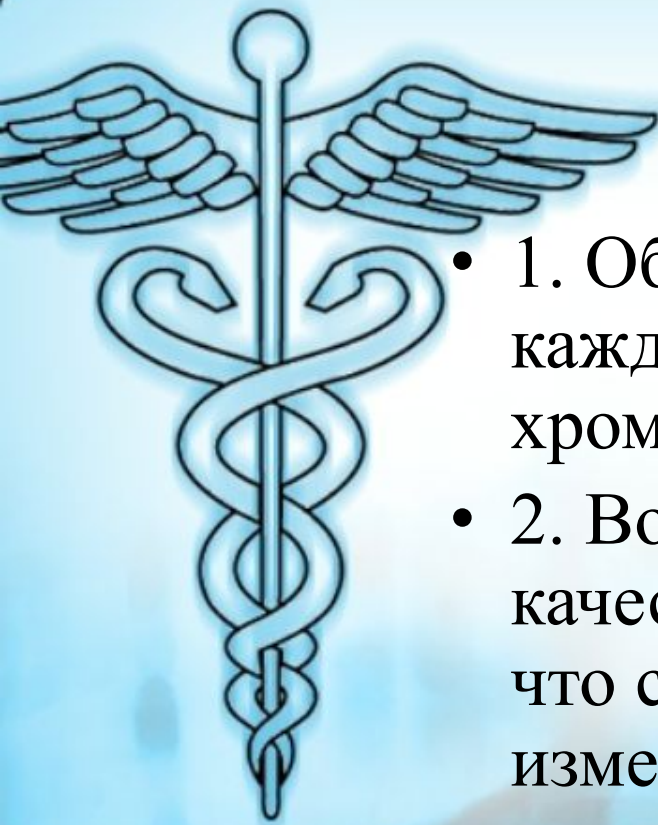


кроссинговер

Первое  
мейотическое  
деление клетки

Второе  
мейотическое  
деление клетки

Гаметы (1n)



# Значение мейоза

- 1. Обеспечивается постоянный для каждого вида полный диплоидный набор хромосом и постоянное количество ДНК.
- 2. Возникает большое количество качественно различных половых клеток, что способствует наследственной изменчивости.
- 3. Нарушение процесса мейоза приводит к тяжелым нарушениям в развитии организма или к его гибели.
- Нарушения мейоза у человека могут привести к таким патологиям, как болезнь Дауна, идиотия.



# Гаметогенез

- Гаметогенез – процесс формирования половых клеток – гамет.
- Яйцеклетки – женские гаметы, сперматозоиды – мужские.
- Оогенез – формирование яйцеклеток.
- Сперматогенез – формирование сперматозоидов.
- Между этими процессами много общего, в них выделяют несколько фаз.

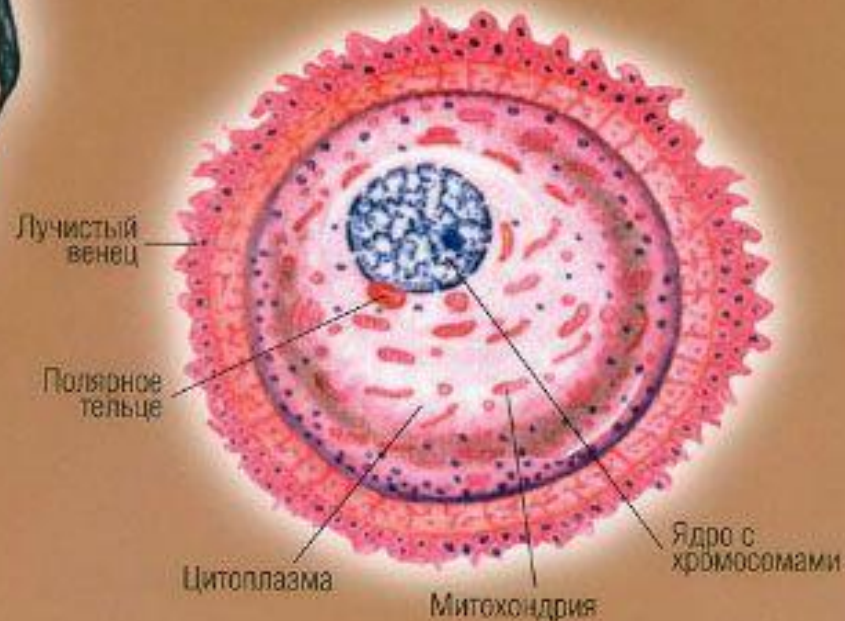




## СПЕРМАТОЗОИД



## ЯЙЦЕКЛЕТКА





## Фаза размножения

- Первичные половые клетки многократно делятся митозом, сохраняя диплоидный набор хромосом в ядрах, - увеличивается число будущих гамет.
- У самцов млекопитающих этот процесс идет с момента наступления половой зрелости до глубокой старости. У самок – только в период внутриутробного развития плода.



## Фаза роста

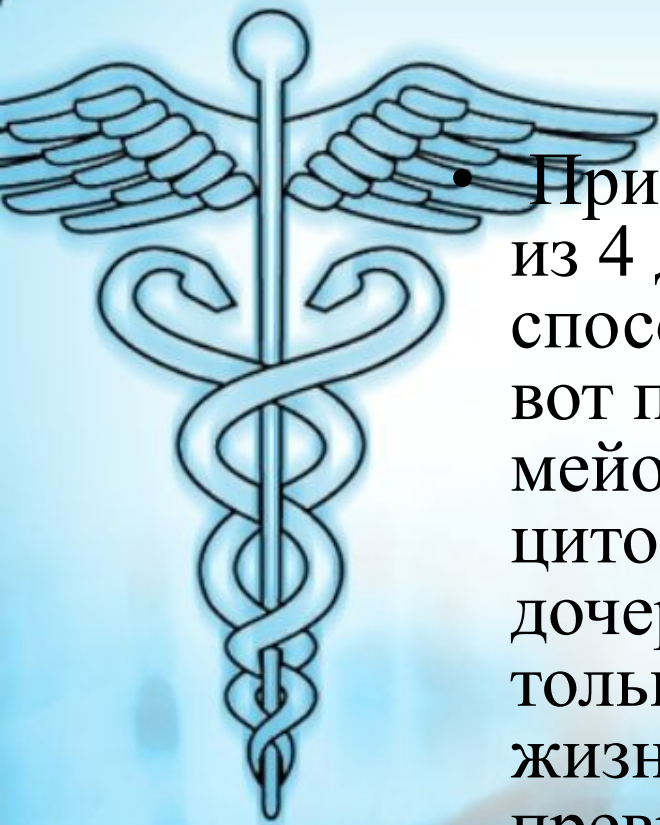
- Будущие сперматозоиды и яйцеклетки увеличиваются в размерах, происходит репликация ДНК, запасаются вещества, необходимые для последующих делений.

## Фаза созревания

Будущие гаметы делятся мейозом, в результате из каждой диплоидной клетки получается 4 гаплоидных.



# Особенности



- При образовании сперматозоидов каждая из 4 дочерних клеток полноценна и способна оплодотворить яйцеклетку. А вот при созревании яйцеклеток мейотическое деление протекает иначе: цитоплазма распределяется между дочерними клетками неравномерно, только 1 из 4 клеток становится жизнеспособной яйцеклеткой, остальные превращаются в направительные тельца, которые затем гибнут. Смысл образования направительных телец в уменьшении числа зрелых способных к оплодотворению яйцеклеток – в результате зрелая яйцеклетка имеет достаточное количество питательных веществ.



## Фаза формирования

- В сперматогенезе выделяют еще одну, заключительную фазу – фазу формирования. Ее сущность заключается в том, что у сперматозоидов возникают специфические приспособления, в частности жгутик, и они приобретают подвижность.

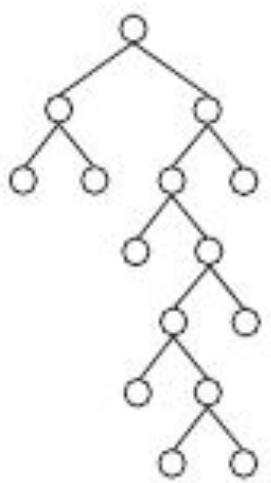


- В момент деления половые клетки особенно чувствительны к действию разных вредных факторов : радиации, химических веществ (алкоголь, наркотики, яды). Особенно опасны неблагоприятные воздействия для яйцеклеток. Ведь эти клетки начинают формироваться еще в эмбрионе, и их запас не может пополняться в течение жизни. С каждым повреждающим воздействием на яйцеклетки растет вероятность появления генетических отклонений у потомства.

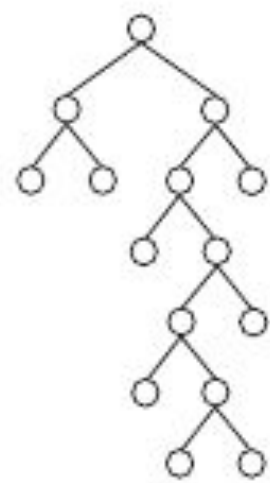




Спермато-  
гонии  
(2n, 2c)



Стадия  
размножения



Овогонии  
(2n, 2c)

Сперматоцит  
1-го порядка  
(2n, 2c)

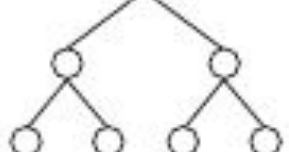


Стадия роста



Ооцит  
1-го порядка  
(2n, 2c)

Сперматоцит  
2-го порядка  
(1n, 2c)

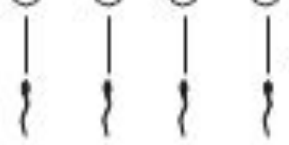


Стадия  
созревания

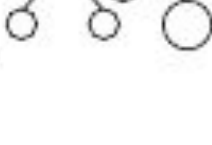


Ооцит  
2-го порядка  
(1n, 2c)

Сперматиды  
Зрелые  
сперматозоиды  
(1n, 2c)



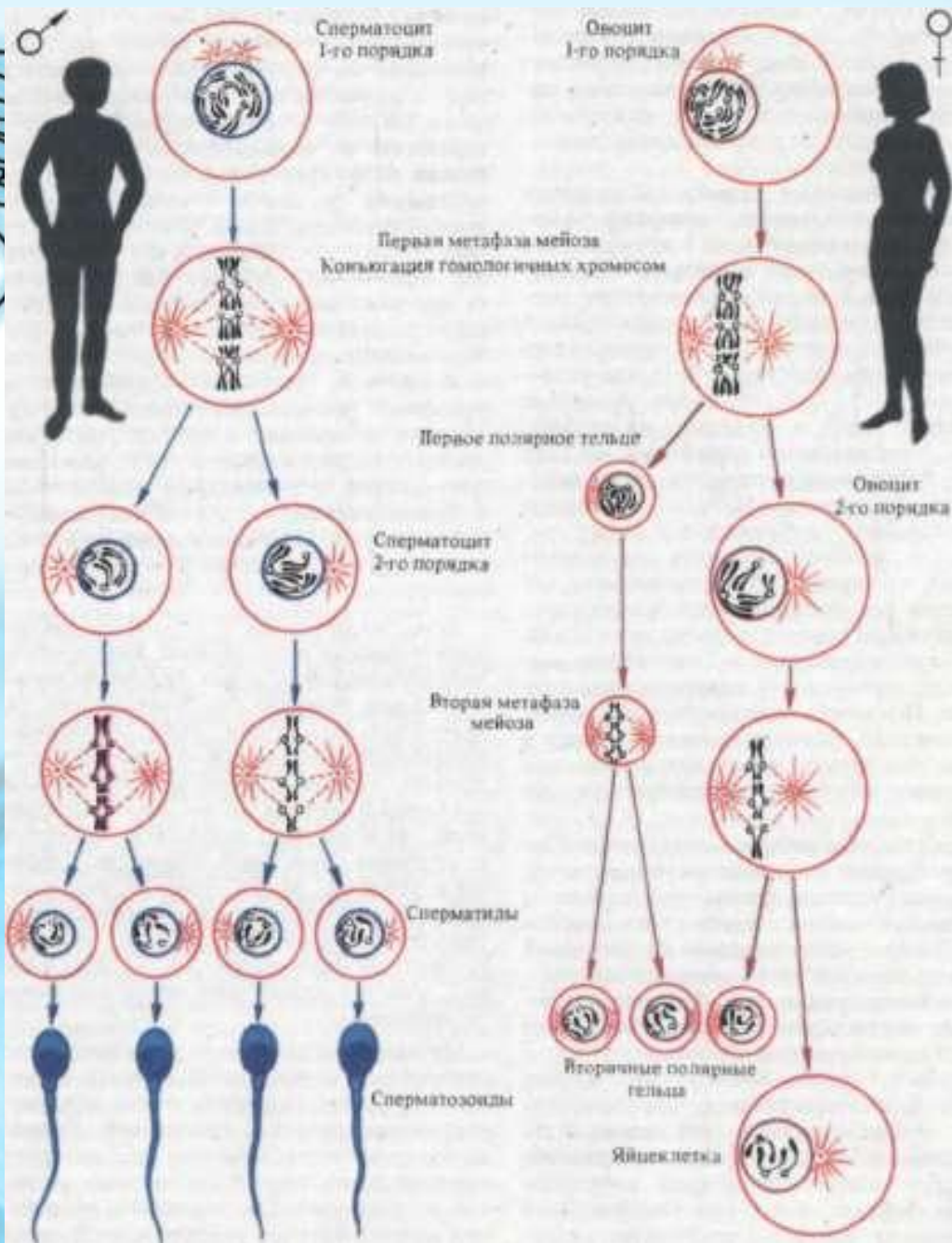
Стадия  
формирования



Зрелая  
яйцеклетка  
(1n, 1c)

а

б





## Тесты

1. Период жизни клетки от деления до деления называется:
- 1) интерфаза;
  - 2) митоз;
  - 3) мейоз;
  - 4) клеточный цикл

Ответ: 4





2. Собственно митозу предшествует:

- 1) деление ядра;
- 2) удвоение хромосом;
- 3) цитокинез;
- 4) гаметогенез;

Ответ: 2



3. Митозом не делятся:

- 1) клетки кожи человека;
- 2) гаметы;
- 3) нервные клетки;
- 4) дрожжевые клетки;

**Ответ: 2**



4. Результатом митоза не является:

- 1) сохранение наследственных признаков в дочерних клетках;
- 2) рост организма;
- 3) генетическое разнообразие организмов;
- 4) заживление ран;

**Ответ: 3**





5. Количество хромосом в соматических клетках человека после митоза равно:

- 1) 23;
- 2) 46;
- 3) 92;
- 4) 44;

**Ответ: 2**



6. Наиболее длительной фазой в жизненном цикле клетки является:

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) интерфаза;

**Ответ: 4**



7. В результате митоза образуется ядро:
- 1) зиготы домашней мухи;
  - 2) яйцеклетки коровы;
  - 3) сперматозоида окуня;
  - 4) клетки стебля гороха;

**Ответ: 4**





8. Цитокинез – это:

- 1) расхождение хромосом;
- 2) деление цитоплазмы;
- 3) образование веретена деления;
- 4) удвоение хромосом;

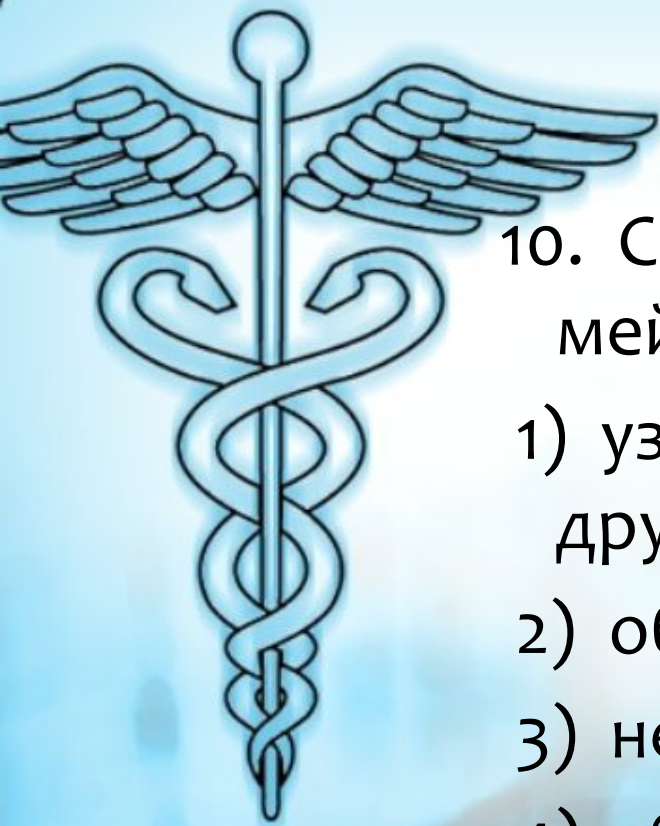
**Ответ: 2**



9. Первое деление мейоза заканчивается образованием:

- 1) гамет;
- 2) гаплоидных ядер;
- 3) диплоидных клеток;
- 4) клеток разной ploидности;

**Ответ: 3**



10. Смысл конъюгации и кроссинговера в мейозе заключается в:

- 1) узнавании гомологичных хромосом друг друга;
- 2) обмену гомологичными участками;
- 3) независимом расхождении хромосом;
- 4) сближении хромосом для совместного попадания в гамету.

**Ответ: 2**





11. Какие процессы протекают в яйцеклетках активнее, чем в сперматозоидах?

- 1) биосинтез белка;
- 2) накопление запасных веществ;
- 3) синтез жиров и углеводов;
- 4) все указанные процессы;

**Ответ: 3**



12. При удвоении 4 хромосом число хроматид в них равно:

- 1) 6;
- 2) 8;
- 3) 12;
- 4) 16.

**Ответ: 4**

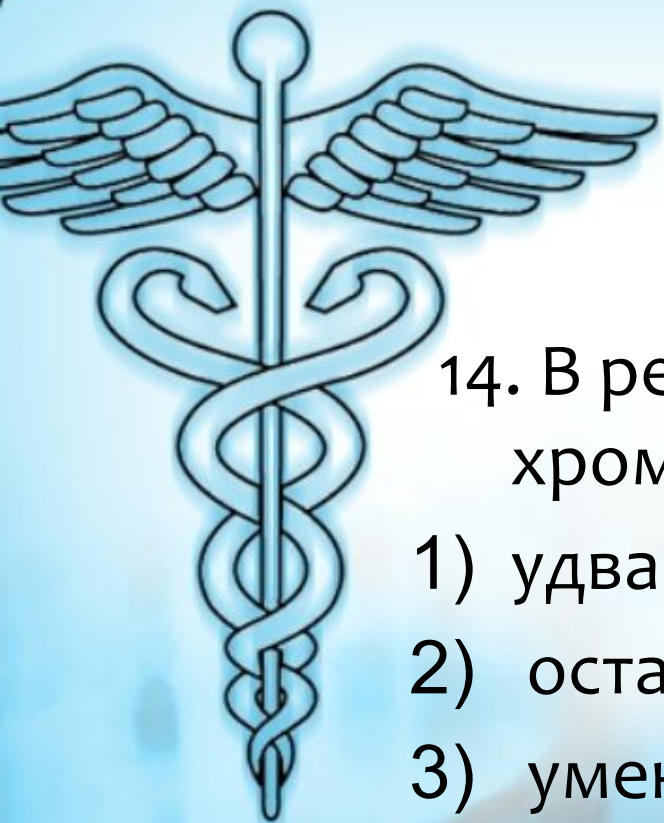


13. Пара гомологичных хромосом в метафазе митоза содержит ДНК в количестве:

- 1) две молекулы;
- 2) четыре молекулы;
- 3) восемь молекул;
- 4) одну молекулу.

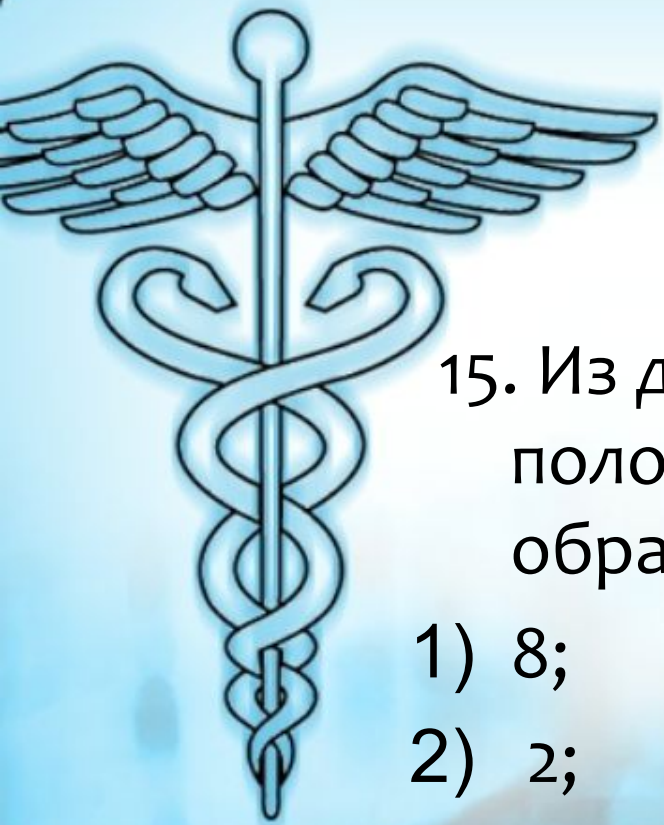
**Ответ: 2**





14. В результате мейоза количество хромосом в образовавшихся клетках:
- 1) удваивается;
  - 2) остается прежним;
  - 3) уменьшается вдвое;
  - 4) утраивается.

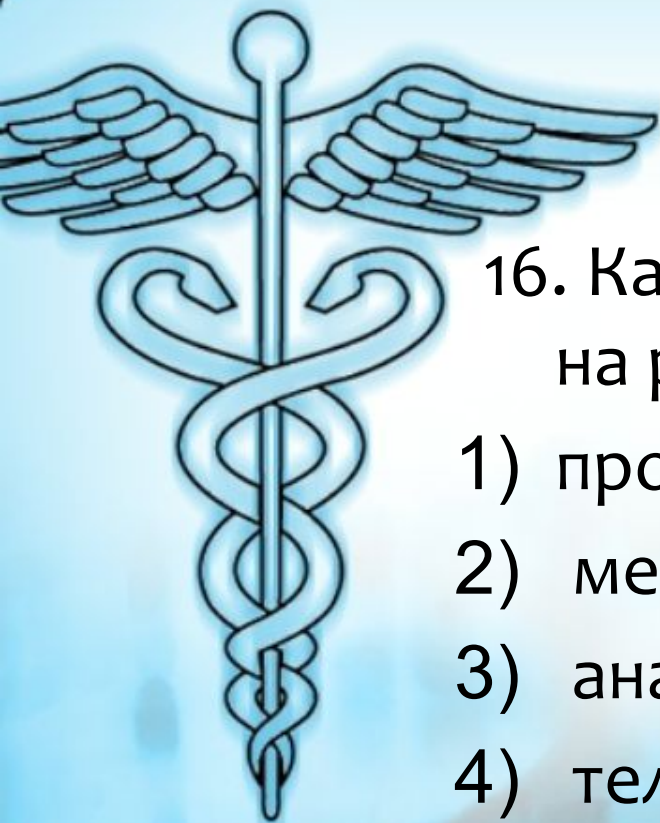
**Ответ: 3**



15. Из двух диплоидных первичных половых клеток в результате овогенеза образуется полноценных гамет:

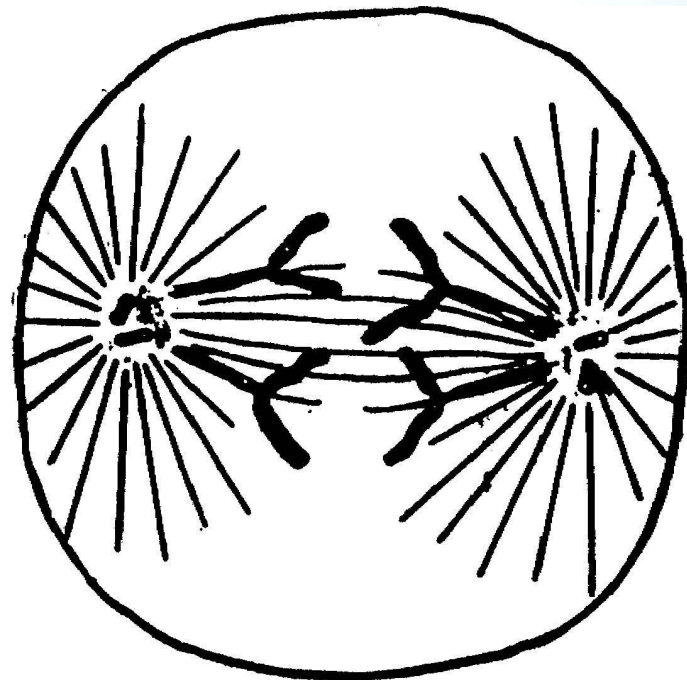
- 1) 8;
- 2) 2;
- 3) 6;
- 4) 4.

**Ответ: 2**



16. Какая фаза деления клетки изображена на рисунке?

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.



**Ответ: 3**





17. Выберите три признака, характерные для мейоза.

- А) происходит два деления исходной клетки;
- Б) протекает в яичниках и семенниках многих животных;
- В) сохраняется материнский хромосомный набор;
- Г) происходит кроссинговер;
- Д) делению подвергаются соматические клетки;
- Е) распространен среди простейших, растений, грибов.

**Ответ: АБГ**



18. Распределите события в соответствии с фазами клеточного цикла.

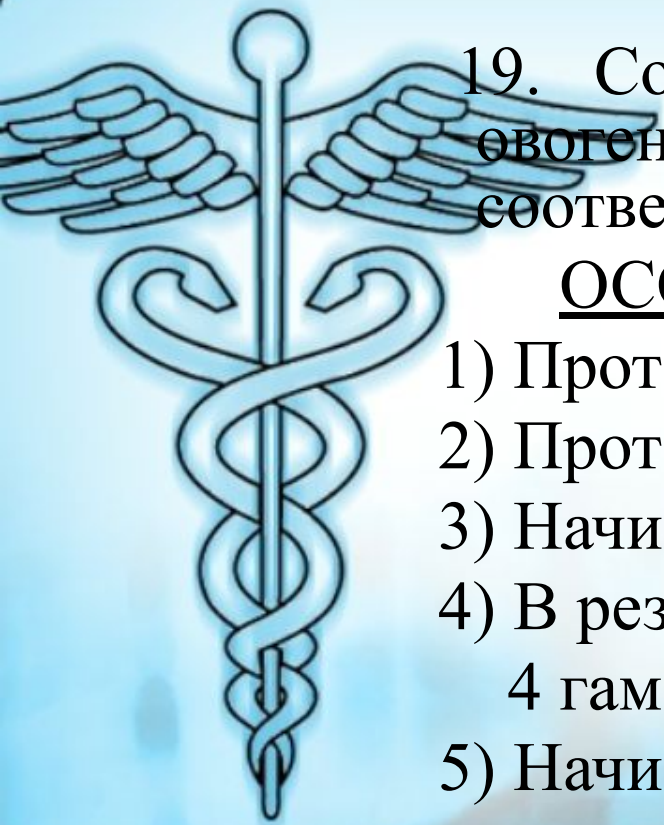
СОБЫТИЯ

- 1) Синтез белков и удвоение хромосом;
- 2) Расположение хромосом по экватору, образование веретена деления;
- 3) Образование новых ядер;
- 4) Расхождение хромосом к полюсам;
- 5) Спирализация хромосом, исчезновение ядерной мембраны

ФАЗЫ МИТОЗА

- А) Профаза
- Б) Метафаза
- В) Анафаза
- Г) Телофаза
- Д) Интерфаза

**Ответ: ДБГВА**



19. Соотнесите особенности спермато- и овогенеза, проставив около каждой цифры соответствующую букву.

ОСОБЕННОСТИ

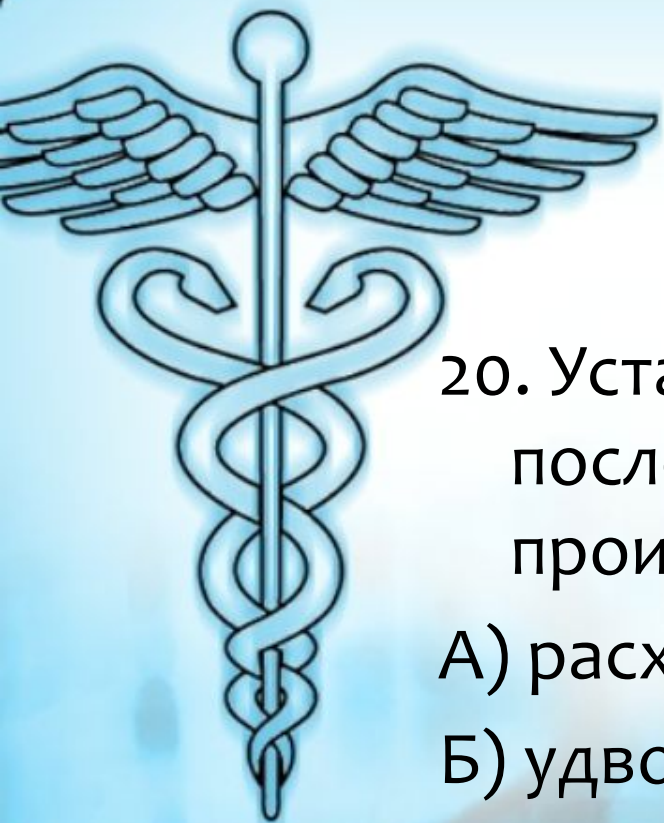
ПРОЦЕСС

- 1) Протекает в семенниках;
- 2) Протекает в яичниках;
- 3) Начинается у эмбриона;
- 4) В результате образуется 4 гаметы;
- 5) Начинается в подростковом возрасте;
- 6) Завешается образованием одной полноценной гаметы.

- А) сперматогенез;
- Б) овогенез;

**Ответ: АББААБ**





20. Установите, в какой последовательности в митозе происходят процессы.

- А) расхождение сестринских хроматид;
- Б) удвоение молекулы ДНК;
- В) расположение хромосом в плоскости экватора;
- Г) деление цитоплазмы.

**Ответ: БВАГ**



21. Биологическое значение мейоза состоит в:

- 1) сохранении кариотипа вида при половом размножении;
- 2) образовании клеток с удвоенным числом хромосом;
- 3) образовании гаплоидных клеток;
- 4) рекомбинации участков негомологичных хромосом;
- 5) новых комбинациях генов;
- 6) появлении большего числа соматических клеток.

**Ответ: 135**