

Материал к консультации по  
биологии  
**«Подготовка к ЕГЭ по теме:  
«Деление клетки (митоз,  
мейоз)»**



**Подготовила:** Е.В. Кучеренко,  
учитель биологии высшей квалификационной  
категории МБОУ СОШ №23  
п.Красногорняцкий  
Октябрьского (с) района  
Ростовской области

2020 г.

# Типы деления клеток

**соматических**

**половых**

**Митоз**

**Амитоз**

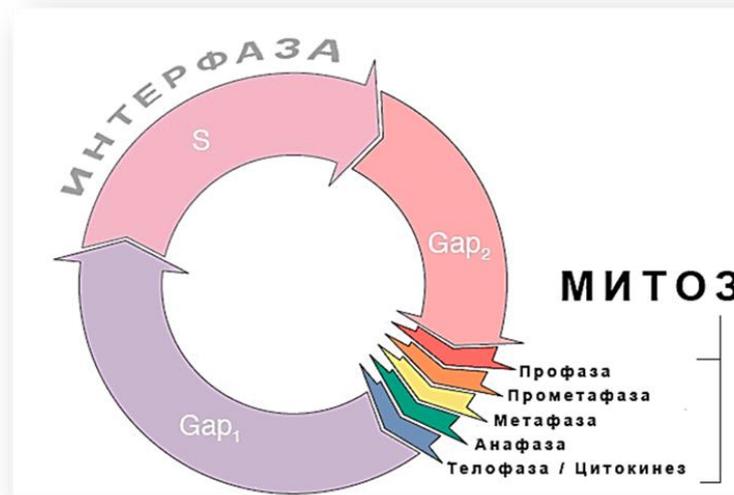
**Мейоз**

Непрямое деление, при котором дочерние клетки генетически идентичны материнской.

Прямое деление, при котором ядро делится перетяжкой, но дочерние клетки получают различный генетический материал.

Деление, в результате которого дочерние клетки получают уменьшенный в два раза генетический материал.

**Клеточный цикл** — это период существования клетки от момента её образования путем деления материнской клетки до собственного деления или гибели.



**Клеточный цикл состоит из двух периодов:**

- Период подготовки клетки к делению- **интерфаза.**
- Период клеточного деления — **МИТОЗ или мейоз.**

# Генетическая формула клетки

$n$  - число хромосом  
 $c$  - число ДНК



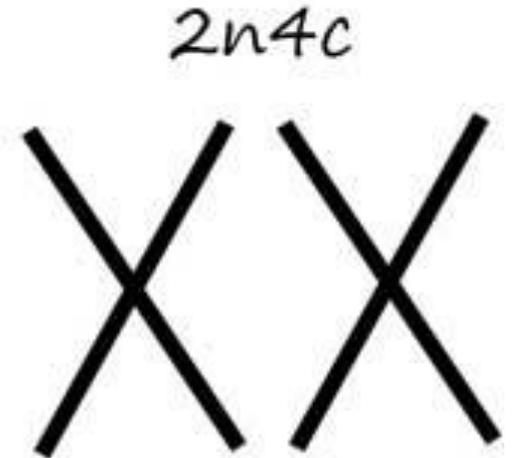
1 хромосома  
из  
1 хроматиды  
(ДНК)



2 хроматиды  
(ДНК)  
составляют  
1 хромосому



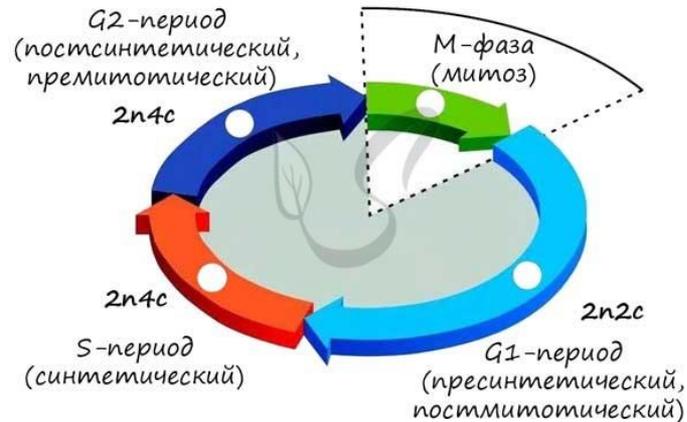
Каждая  
хромосома  
состоит из  
1 хроматиды (ДНК)



Каждая  
хромосома  
состоит из  
2 хроматид (ДНК)

# Интерфаза

Фазы клеточного цикла



## 1. Постмитотический период $G_1 - 2n2c$

- Интенсивно образуются рибосомы, синтезируется АТФ и все виды РНК, ферменты, делятся митохондрии, клетка растет.

## 2. Синтетический период $S - 2n4c$

- Длится 6-10 часов. Важнейшее событие этого периода - удвоение ДНК, вследствие которого к концу синтетического периода каждая хромосома состоит из двух хроматид. Активно синтезируются структурные белки ДНК - гистоны.

## 3. Премитотический период $G_2 - 2n4c$

- Короткий, длится 2-6 часов. Это время клетка тратит на подготовку к последующему процессу - делению клетки, синтезируются белки и АТФ, удваиваются центриоли.

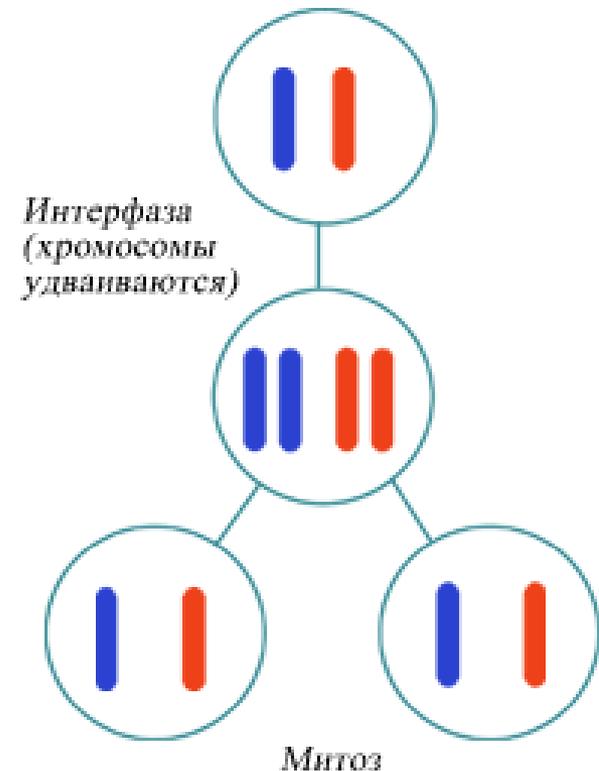
# МИТОЗ

Включает 2 процесса:

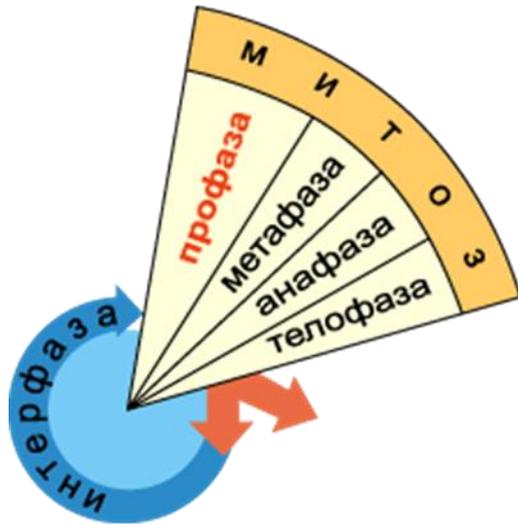
- 1) Кариокинез – деление ядра
- 2) Цитокенез – деление цитоплазмы

Подразделяют на 4 фазы:

- Профаза
- Метафаза
- Анафаза
- Телофаза

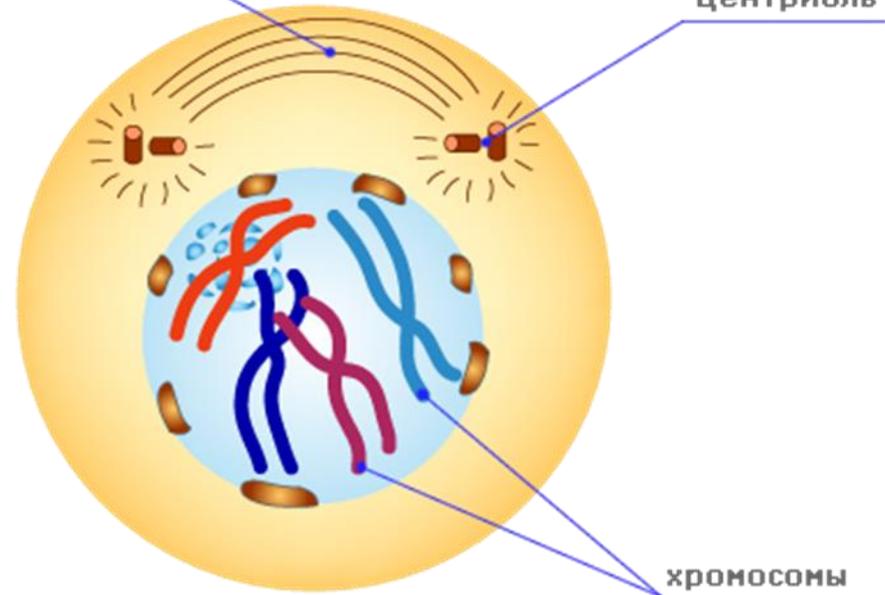


# Профаза



ахроматиновое веретено

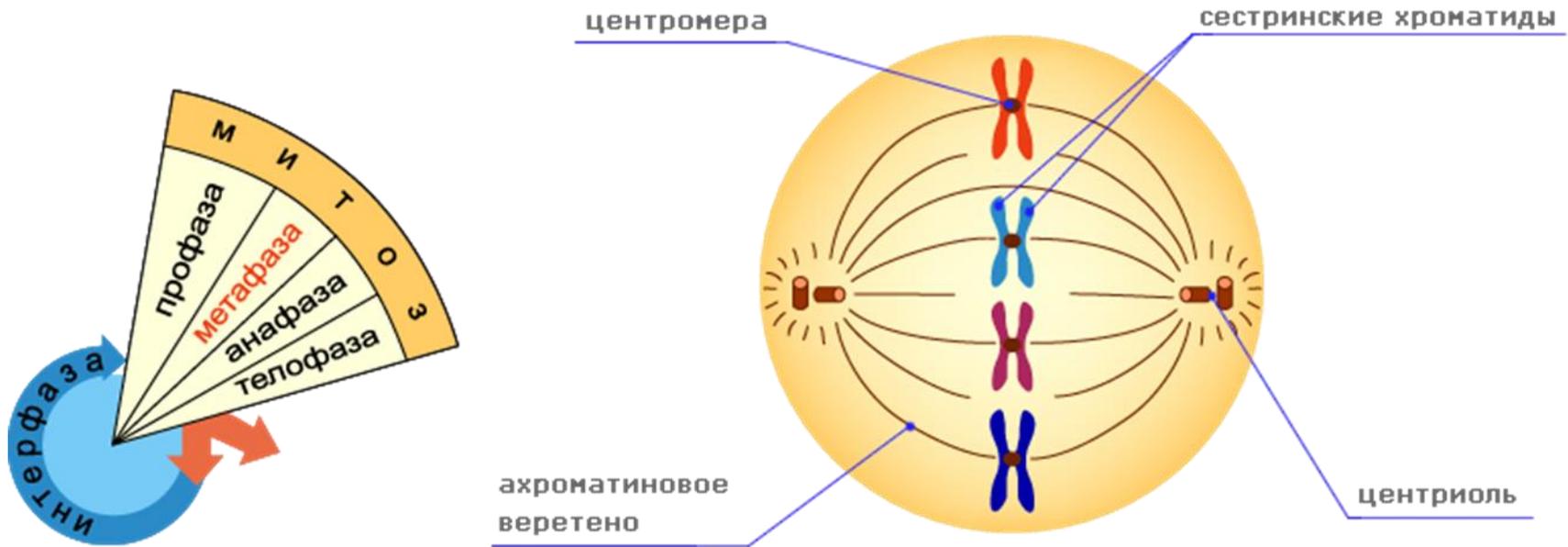
центриоль



## 1. Профаза - $2n4c$

- Бесформенный хроматин в ядре начинает собираться в четкие оформленные структуры - хромосомы - происходит это за счет спирализации ДНК.
- Оболочка ядра распадается, хромосомы оказываются в цитоплазме клетки
- Центриоли перемещаются к полюсам клетки, образуются центры веретена деления

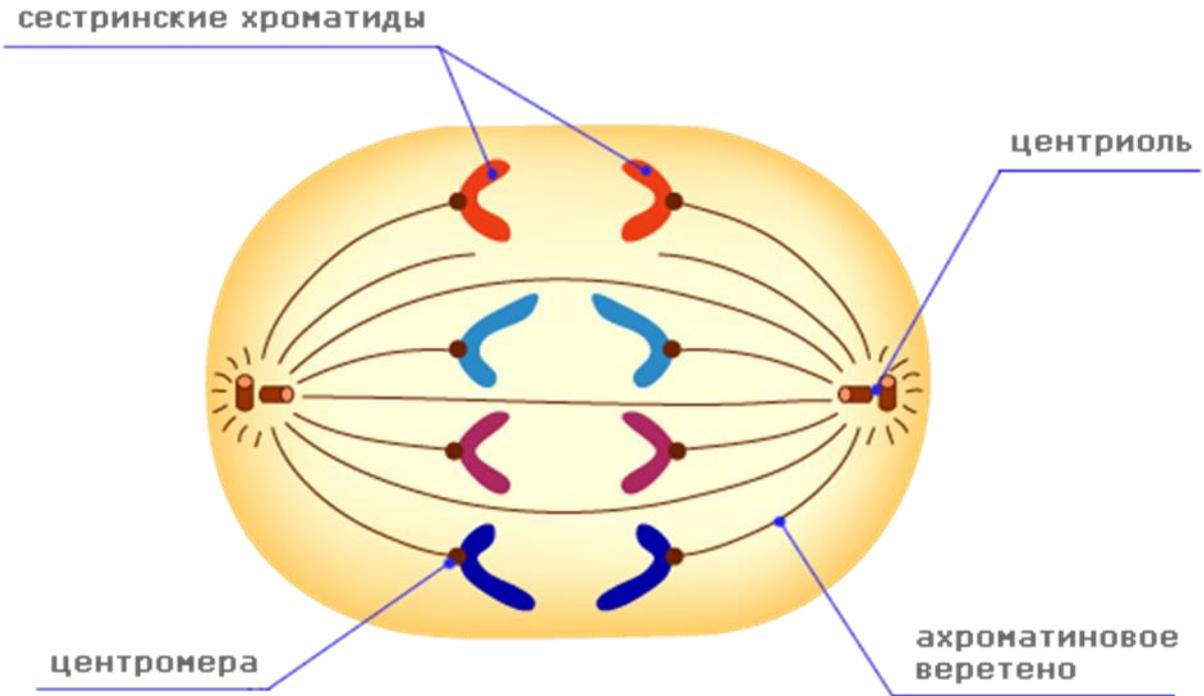
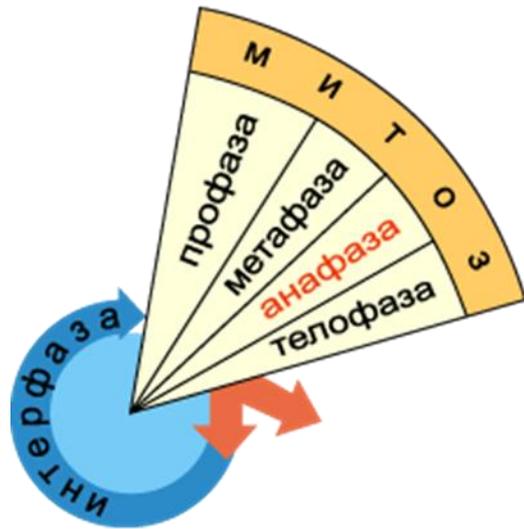
# Метафаза



## 2. Метафаза - $2n4c$

ДНК максимально спирализована в хромосомы, которые располагаются на экваторе клетки. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой (кинетохором). Нити веретена деления прикрепляются к центромерам хромосом (если точнее, прикрепляются к кинетохору центромеры).

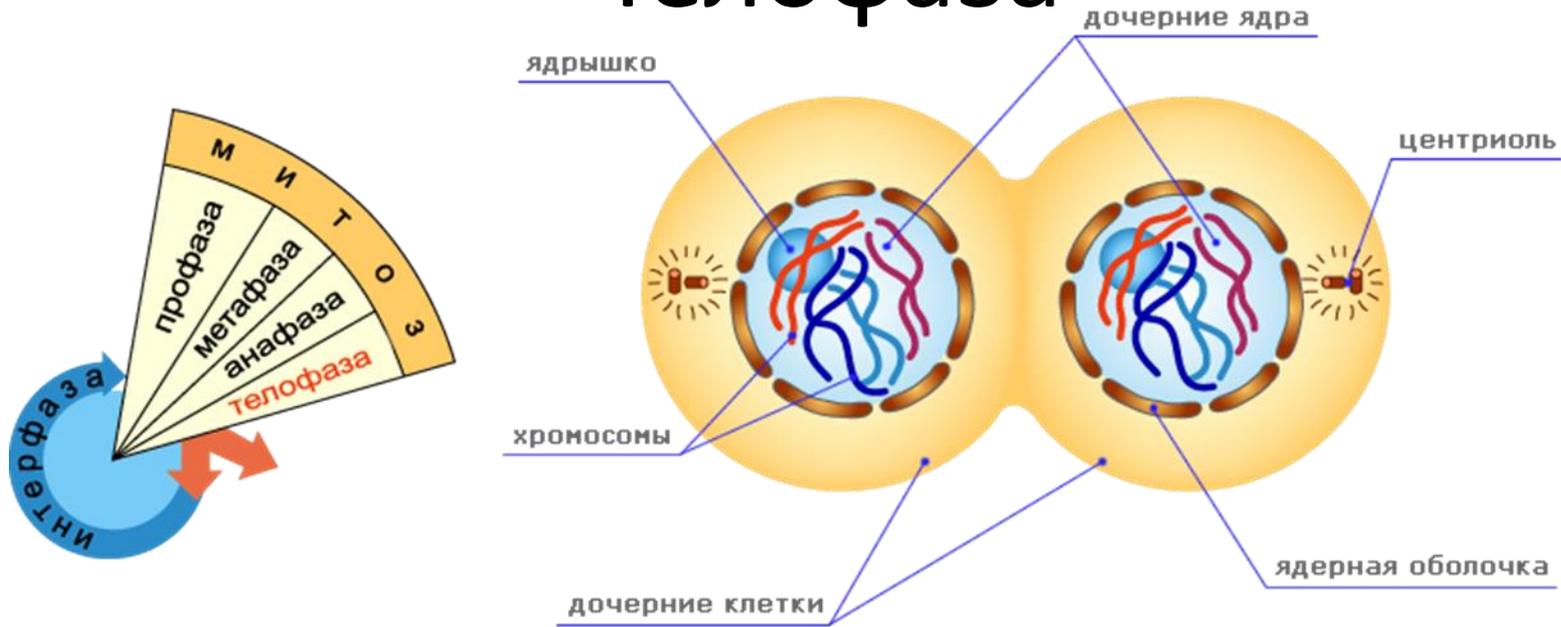
# Анафаза



3. Анафаза -  $4n4c$  ( $2n2c$  у каждого полюса)

Самая короткая фаза митоза. Хромосомы, состоящие из двух хроматид, распадаются на отдельные хроматиды. Нити веретена деления тянут хроматиды (синоним - дочерние хромосомы) к полюсам клетки.

# Телофаза



## 4. Телофаза - $2n2c$ .

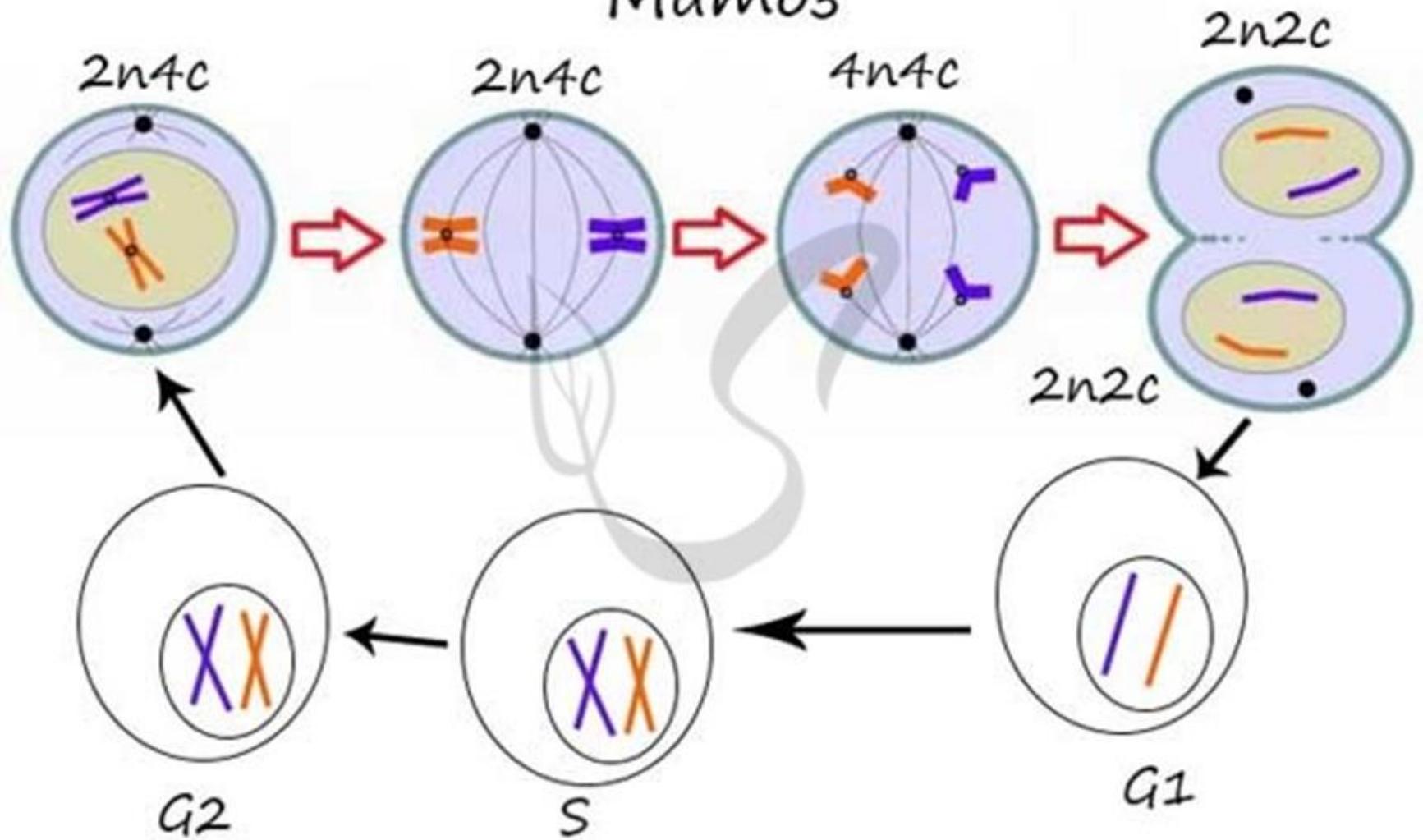
В этой фазе хроматиды (дочерние хромосомы) достигают полюсов клетки.

Начинается процесс деспирализации ДНК, хромосомы исчезают и становятся хроматином.

Появляется ядерная оболочка, формируется ядро. Разрушаются нити веретена деления

В телофазе происходит деление цитоплазмы - цитокинез (цитотомия), в результате которого образуются две дочерние клетки с набором  $2n2c$ . В клетках животных цитокинез осуществляется стягиванием цитоплазмы, в клетках растений - формированием плотной клеточной стенки (которая растет изнутри кнаружи).

# Mum03

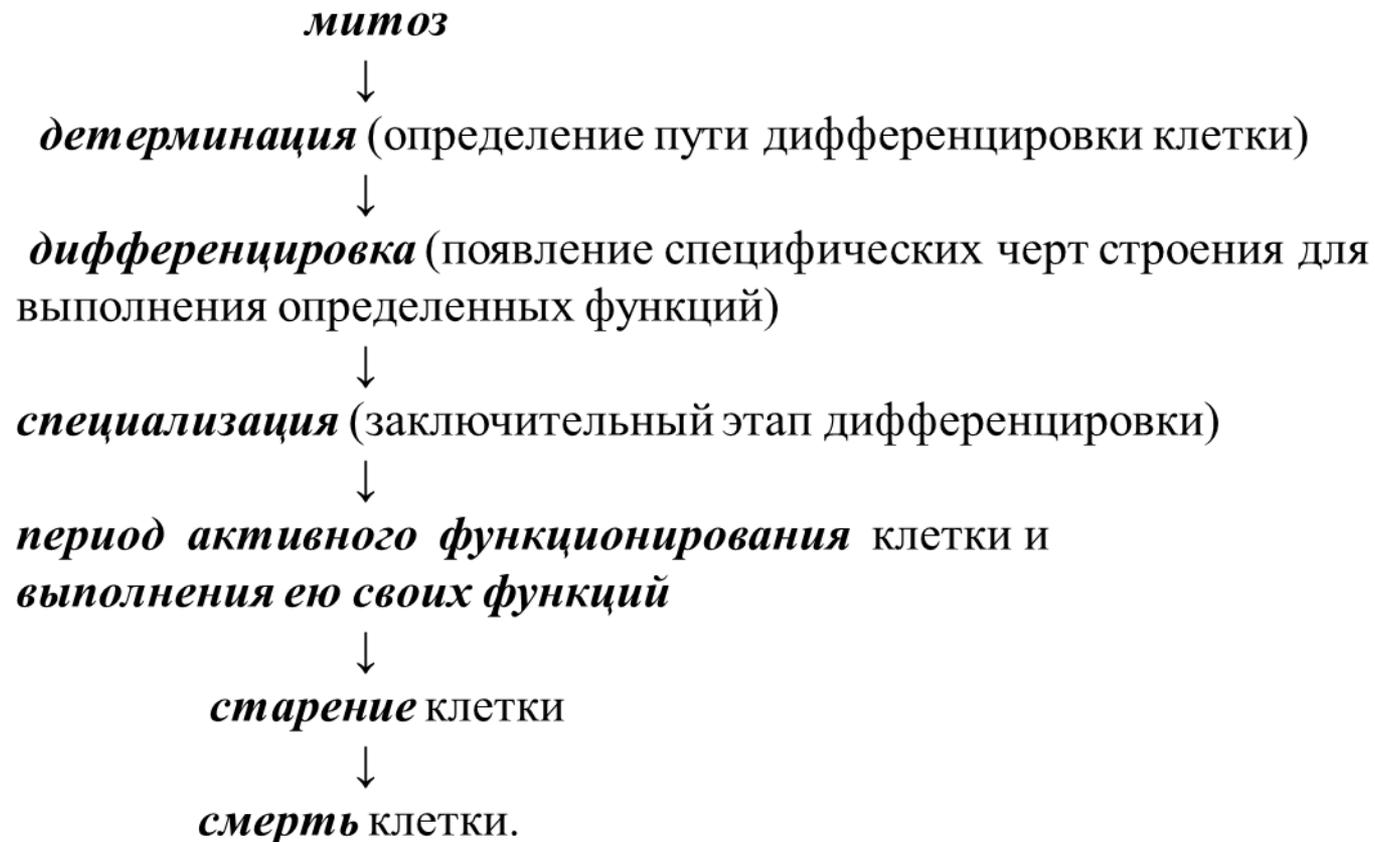


# ***Биологическое значение митоза***

- Митоз обеспечивает равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками.
- Обеспечивает рост и развитие многоклеточного организма лежит в основе регенерации и бесполого размножения организмов.
- Имеет универсальный характер, протекает одинаково у всех эукариот

**Необратимые постмитотические клетки** – это клетки делящиеся только в эмбриональном периоде, а затем полностью теряющие способность к делению. К ним относятся: нейроны, сердечные мышечные клетки, волокна скелетных мышц, клетки эпителия кожи (кроме базального слоя).

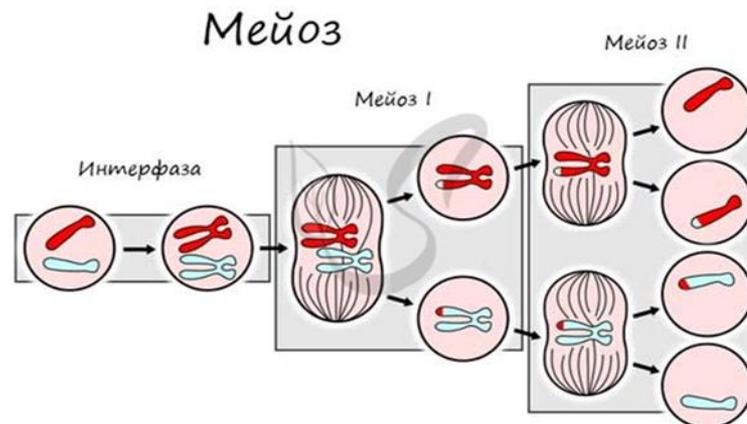
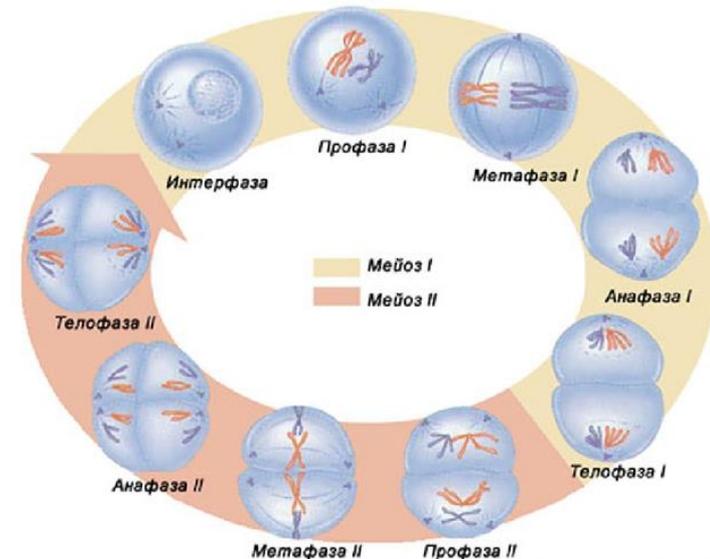
Жизненный цикл этих клеток включает следующие процессы:



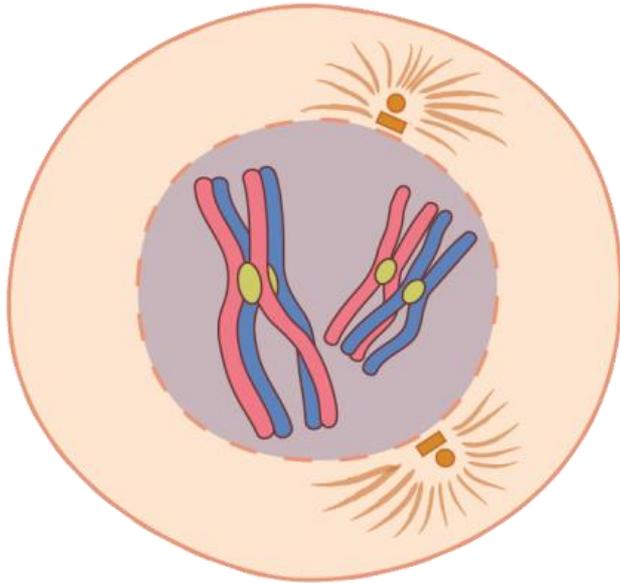
# Мейоз

Мейоз - способ деления клетки, при котором наследственный материал в них (число хромосом) уменьшается вдвое. Мейоз происходит в ходе образования половых клеток (гамет) у животных и спор у растений.

- В результате мейоза из диплоидных клеток ( $2n$ ) получаются гаплоидные ( $n$ ). Мейоз состоит из двух последовательных делений, между которыми практически отсутствует пауза. Удвоение ДНК перед мейозом происходит в синтетическом периоде интерфазы (как и при митозе).



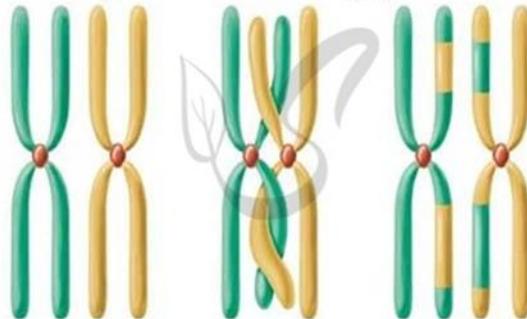
# Профаза 1



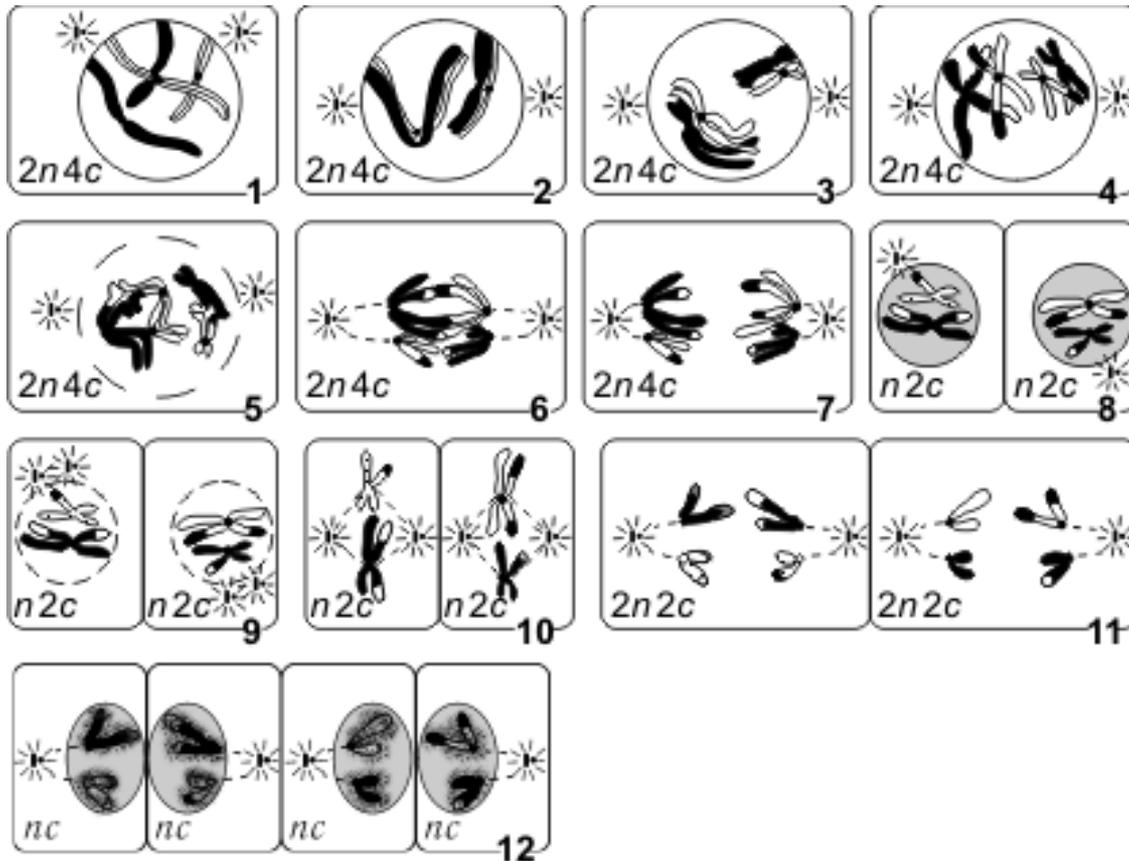
- Конъюгация - сближение гомологичных хромосом друг с другом. В результате конъюгации образуются комплексы, состоящие из двух хромосом - биваленты .

- После конъюгации становится возможен следующий процесс - кроссинговер, в ходе которого происходит обмен участками между гомологичными хромосомами, возникают рекомбинации генов, что создает уникальный материал для эволюции, последующего естественного отбора. Кроссинговер приводит к генетическому разнообразию потомства.

**Кроссинговер**  
- обмен участками между хромосомами



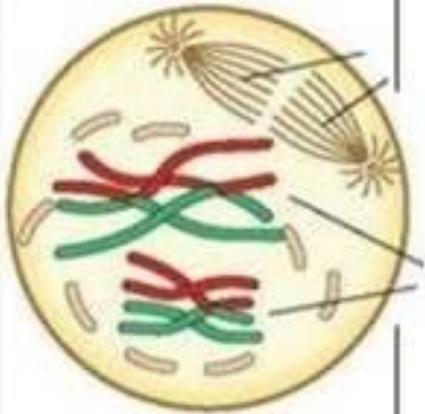
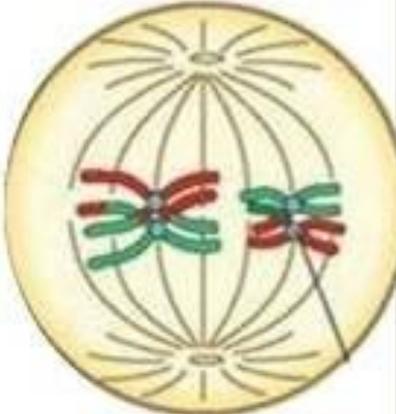
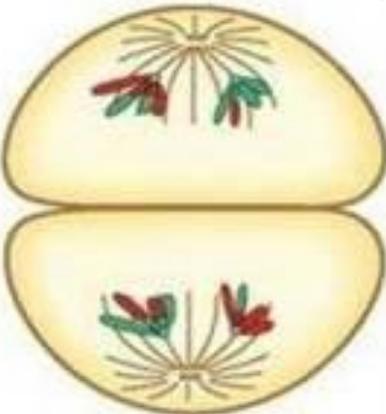
# Профаза 1



Профаза 1 подразделяется на стадии:

**лептотена** (завершение репликации ДНК),  
**зиготена** (конъюгация гомологичных хромосом, образование бивалентов),  
**пахитена** (кроссинговер, рекомбинация генов),  
**диплотена** (выявление хиазм, 1 блок овогенеза у человека),  
**диакинез** (терминализация хиазм).

1 — лептотена; 2 — зиготена; 3 — пахитена; 4 — диплотена;  
5 — диакинез; 6 — метафаза 1; 7 — анафаза 1; 8 — телофаза 1;  
9 — профаза 2; 10 — метафаза 2; 11 — анафаза 2; 12 — телофаза 2.

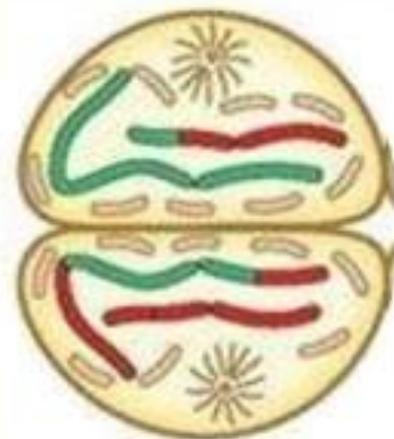
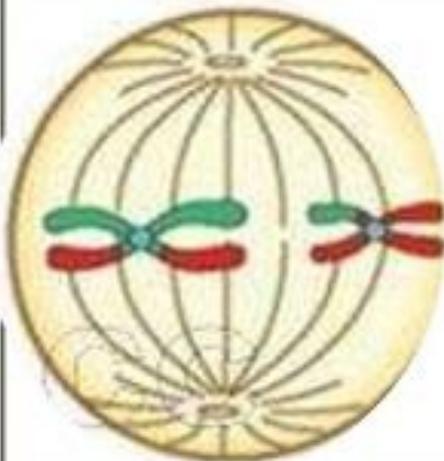
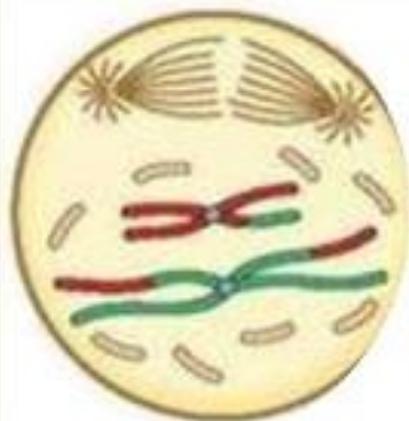
1.Профаза I	2.Метафаза I	3.Анафаза I	4.Телофаза I
			
<b>2n 4c</b>	<b>2n 4c</b>	<b>2n 4c</b>	<b>1n 2c</b>
<p>Гомологичные хромосомы соединяются попарно — конъюгируют и обмениваются идентичными участками. Происходит кроссинговер.</p>	<p>Гомологичные хромосомы попарно выстраиваются (это биваленты) над и под плоскостью экватор</p>	<p>К полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы, состоящие из 2-х сестринских хроматид. Набор хромосом у каждого полюса в 2 раза меньше</p>	<p>Образуются 2 клетки или 2 ядра с гаплоидным набором хромосом. Клетка приступает ко II делению (без интерфазы)</p>

1.Профаза II

2.Метафаза II

3.Анафаза II

4.Телофаза II



$1n\ 2c$

$1n\ 2c$

$2n\ 2c$

$1n\ 1c$

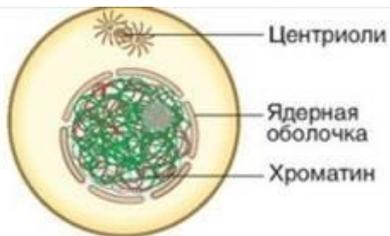
Как при митозе

Как при митозе

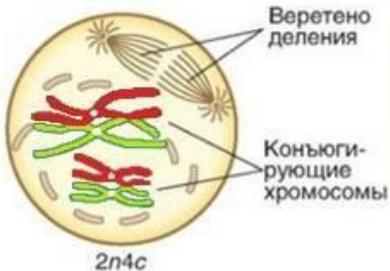
Как при митозе

Образуются 4  
клетки-гаметы  
(споры у  
растений) с  
гаплоидным  
набором  
хромосом

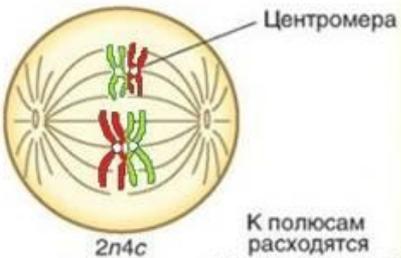
Интерфаза



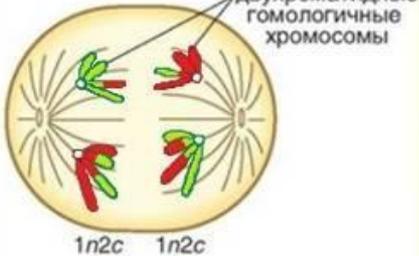
Профаза I



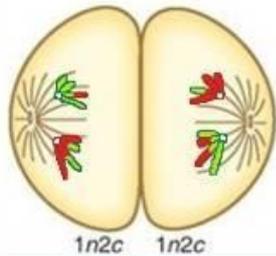
Метафаза I



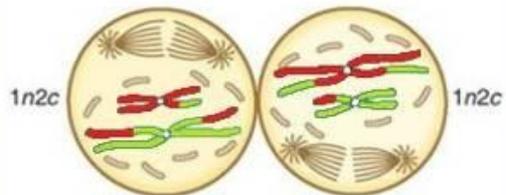
Анафаза I



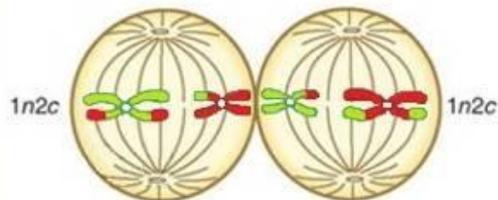
Телофаза I



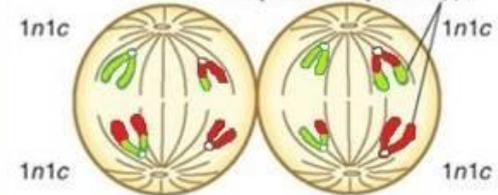
Профаза II



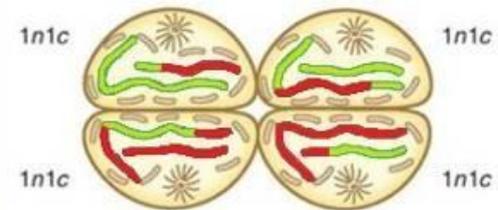
Метафаза II



Анафаза II



Телофаза II

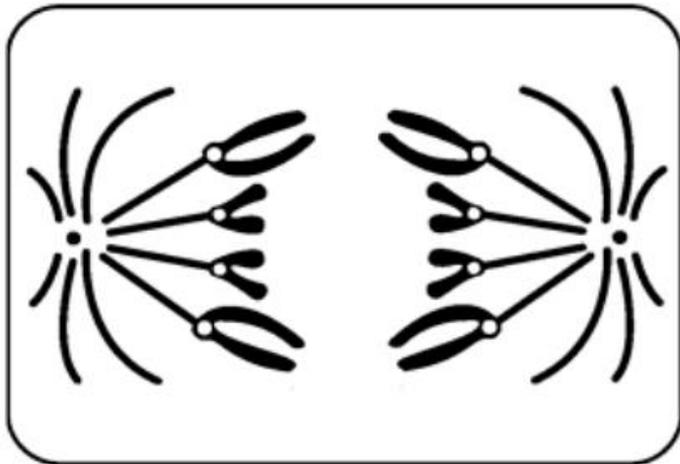


# ***Биологическое значение мейоза***

- Обеспечение механизма полового размножения, при котором сохраняется постоянство числа хромосом у вида.
- Мейоз является основой комбинативной изменчивости благодаря кроссинговеру (профаза I) и независимому расхождению гомологичных хромосом (анафаза I и II).
- Кроссинговер и случайное расхождение хромосом и хроматид в анафазах I и II создают новые комбинации генов и являются одной из причин наследственной изменчивости организмов, благодаря которой возможна эволюция живых организмов.

# Примерные задания.

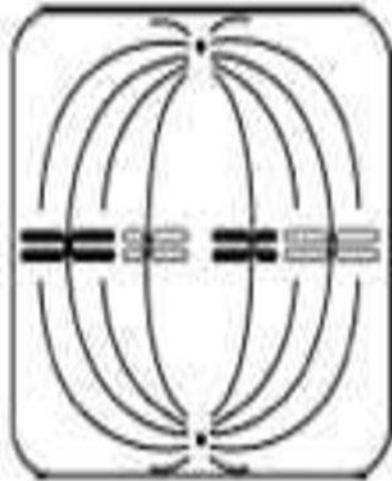
Определите тип и фазу деления клетки, изображенной на рисунке. Ответ обоснуйте. Какие процессы происходят в этой фазе?



На рисунке изображена анафаза, поскольку происходит расхождение хромосом. Поскольку расходятся одинарные (однохроматидные) хромосомы, то это не может быть анафаза I мейоза. Поскольку в клетке имеются пары хромосом (пара больших и пара маленьких), то это не может быть анафаза II мейоза, в которой хромосомы непарные. Следовательно, на рисунке изображена анафаза митоза.

# Примерные задания.

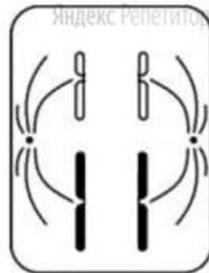
Какое деление и какая его фаза изображены на рисунке?  
Укажите набор хромосом ( $n$ ),  
число молекул ДНК ( $c$ ) в этот период. Ответ обоснуйте.



- 1) митоз
- 2) метафаза — заканчивается формирование веретена деления: хромосомы выстраиваются по экватору клетки, образуется метафазная пластинка
- 3) Набор хромосом и число молекул ДНК:  $2n4c$  – в интерфазе в синтетический период:
- происходит удвоение (репликация, редупликация) ДНК.

# Примерные задания.

Рассмотрите рисунок с изображением деления ядра исходной диплоидной клетки и укажите тип и фазу деления, количество генетического материала в клетке в эту фазу и происходящий процесс.



Для каждой ячейки, обозначенной буквой, выберите соответствующий термин или процесс из предложенного списка.

Тип деления и фаза	Количество генетического материала	Процесс
_____ (А)	_____ (Б)	_____ (В)

**Список терминов и процессов**

1. анафаза митоза
2. анафаза I мейоза
3. анафаза II мейоза
4.  $2n4c$
5.  $2n2c$
6.  $4n4c$
7. гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки
8. сестринские хроматиды расходятся к полюсам клетки

В ответ запишите последовательность цифр, соответствующую буквам АБВ.

# Примерные задания.

Установите последовательность процессов, происходящих при мейотическом делении клетки.

- 1) образование двух клеток с гаплоидным набором хромосом
- 2) расхождение гомологичных хромосом
- 3) конъюгация с возможным кроссинговером гомологичных хромосом
- 4) расположение в плоскости экватора и расхождение сестринских хромосом
- 5) расположение пар гомологичных хромосом в плоскости экватора клетки
- 6) образование четырех гаплоидных ядер

# Примерные задания.

**Установите соответствие.**

Процессы

- А) спирализация хромосом
- Б) интенсивный обмен веществ
- В) удвоение центриолей
- Г) расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки
- Д) редупликация ДНК
- Е) увеличение количества органоидов клетки

Стадии жизненного цикла клетки

- 1) интерфаза
- 2) митоз

## Примерные задания.

- **Задача №1.**
- Хромосомный набор соматических клеток речного рака равен 116. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток в профазе митоза, в метафазе митоза и телофазе митоза. Поясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.
- Хромосомный набор в профазе  $2n\ 4c$ , число ДНК  $116 \cdot 2 = 232$
- Метафаза:  $2n\ 4c$  (116 хромосом и 232 ДНК)
- Телофаза:  $2n\ 2c$ , (116 хромосом и 116 ДНК)

# Примерные задания.

## Задача.

- Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка перед началом мейоза, в конце телофазы мейоза 1 и телофазы мейоза 2. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменения числа ДНК и хромосом.

### Ответ:

- 1) Перед началом мейоза хромосомный набор в клетках двойной ( $2n$ )-28 хромосом, в интерфазе происходит удвоение молекул ДНК, поэтому число молекул ДНК- 56 молекул ( $4c$ ).  
2) В первом делении мейоза расходятся гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, поэтому в конце телофазы мейоза 1 хромосомный набор в клетках одинарный ( $n$ )-из 14 хромосом, число молекул ДНК-  $2c$  (28 молекул ДНК).  
3) Во втором делении мейоза расходятся хроматиды, поэтому в конце телофазы 2 мейоза хромосомный набор в клетках одинарный ( $n$ )-14 хромосом, число молекул ДНК равно 14 молекулам ( $1c$ ).

### При решении задач на определение числа хромосом и числа молекул ДНК нужно помнить:

- 1) До начала мейоза в интерфазе происходит удвоение ДНК, поэтому число хромосом  $2n$ , число ДНК- $4c$ .
- 2) В профазе, метафазе 1, анафазе 1 -  $2n$   $4c$  - так как деления клетки не происходит.
- 3) в телофазе - остается  $2c$ , так как после расхождения гомологичных хромосом в клетках остается гаплоидный набор, но хромосомы двуххроматидные.
- 4) В профазе 2, метафазе 2 так же как и телофазе 1 -  $2c$ .
- 5) Особое внимание обратить на анафазу 2, так как после расхождения хроматид число хромосом увеличивается в 2 раза (хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все в одной клетке)  $2n$   $2c$
- 6) в телофазе 2 -  $nc$  (в клетках остаются однохроматидные хромосомы).