

Количество хромосом и  
молекул ДНК в разные фазы  
митоза и мейоза

**Размножение – воспроизведение себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни.**

**Благодаря размножению происходит:**

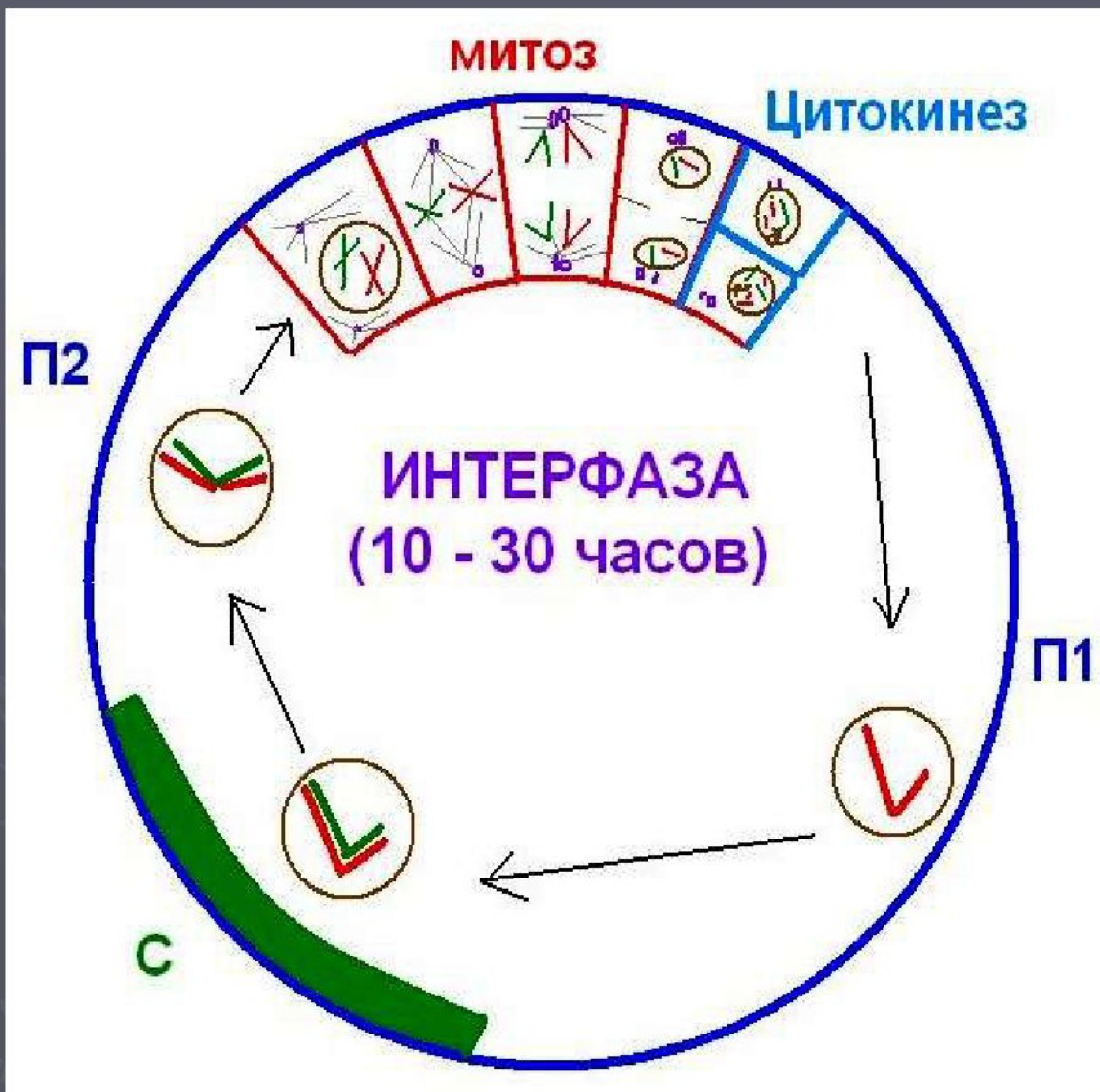
1. Передача наследственной информации.
2. Сохраняется преемственность поколений.
3. Поддерживается длительность существования вида.
4. Увеличивается численность вида и расширяется территория (ареал) проживания.

**В основе размножения лежит клеточное деление, обеспечивающее увеличение количества клеток и рост многоклеточного организма.**

# ВИДЫ РАЗМНОЖЕНИЯ



# Клеточный цикл



Период существования клетки от одного деления до другого называется **клеточным циклом**.

Клеточный цикл у растений продолжается от 10 до 30 часов. Деление ядра (митоз) занимает около 10% этого времени.

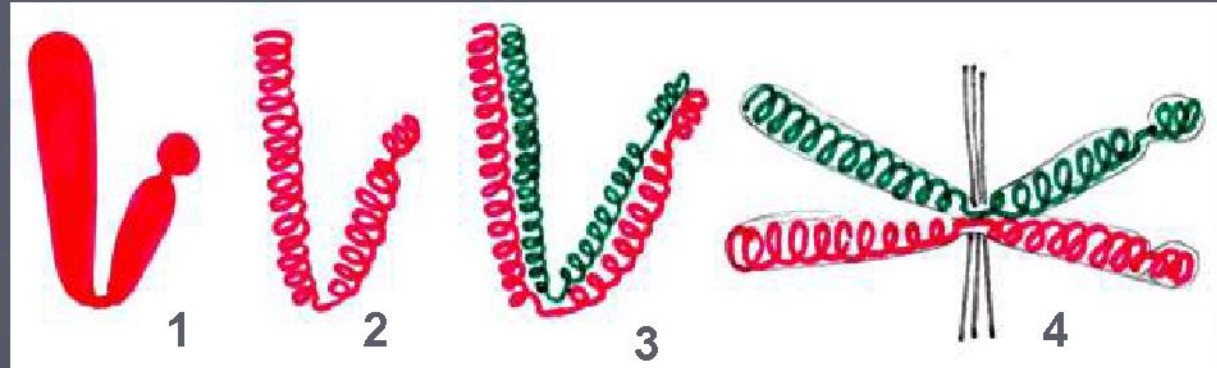
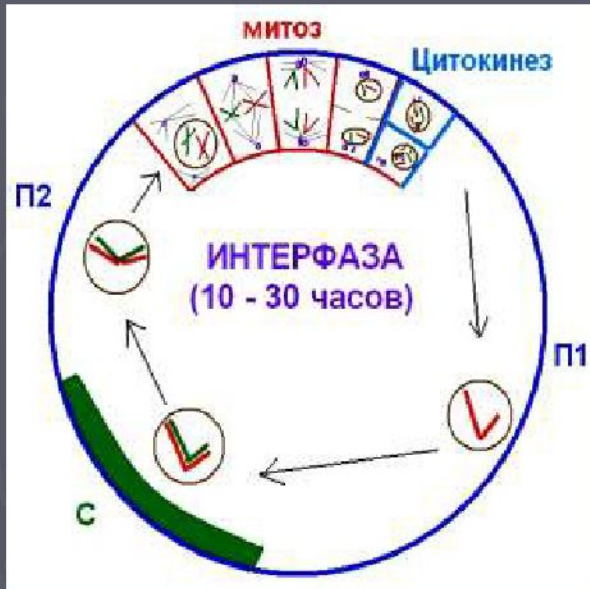
**П<sub>1</sub>** - пресинтетический период

**С** - синтетический период

**П<sub>2</sub>** - постсинтетический период



# Строение хромосом в разные периоды клеточного цикла

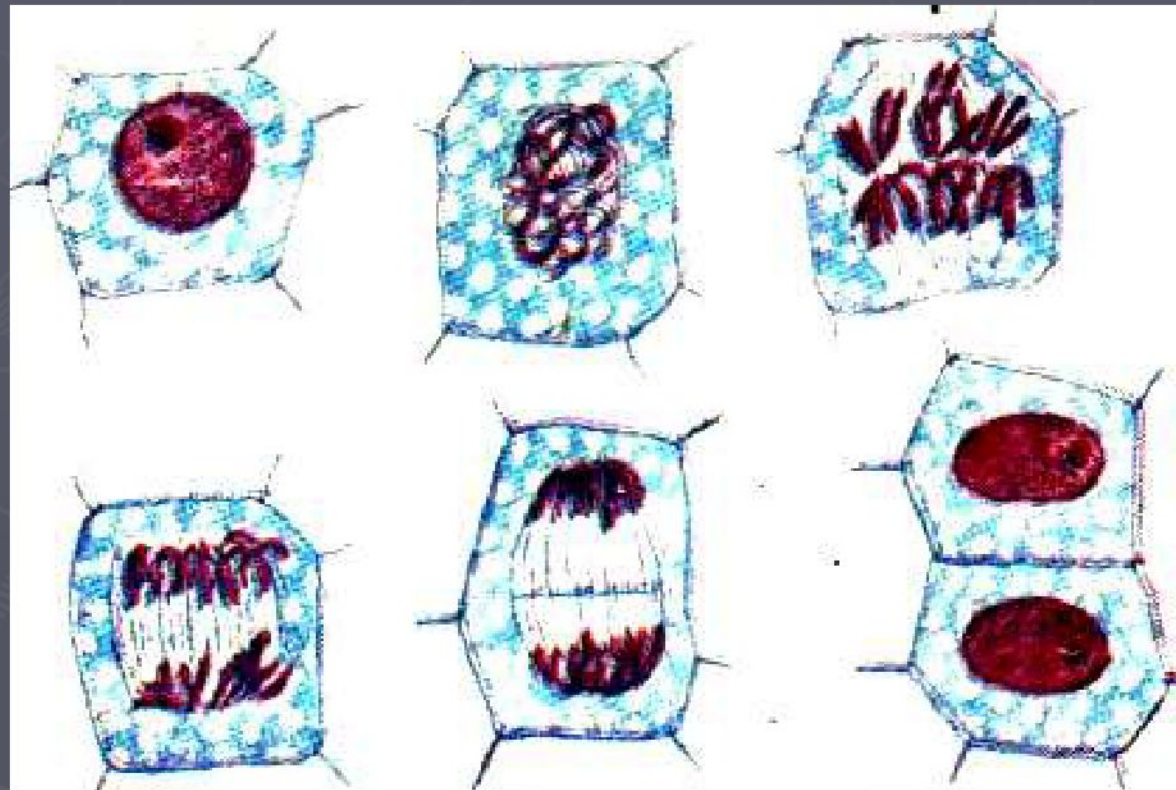


1,2 – предсинтетический период; 3 – синтетический и постсинтетический период; 4 – метафаза.

1. В предсинтетический период клетка **растет**: происходит синтез белка, РНК и увеличивается количество органических веществ.
2. В синтетический период происходит **репликация ДНК (удвоение)**. С этого момента каждая хромосома состоит из **двух хроматид**.
3. В постсинтетический период идет интенсивный **синтез белка и АТФ**, необходимых для деления клетки.

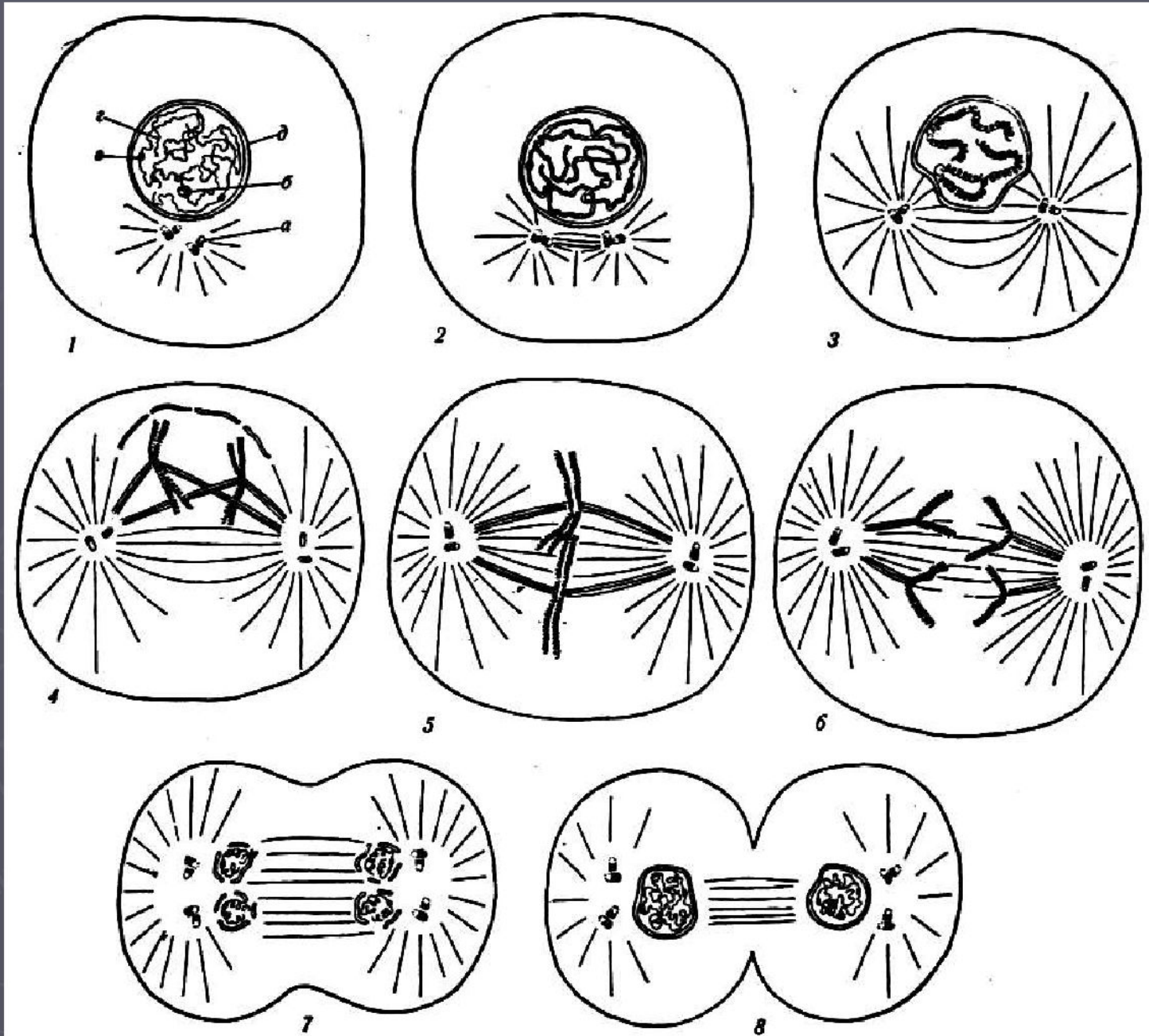
# МИТОЗ, ИЛИ НЕПРЯМОЕ ДЕЛЕНИЕ

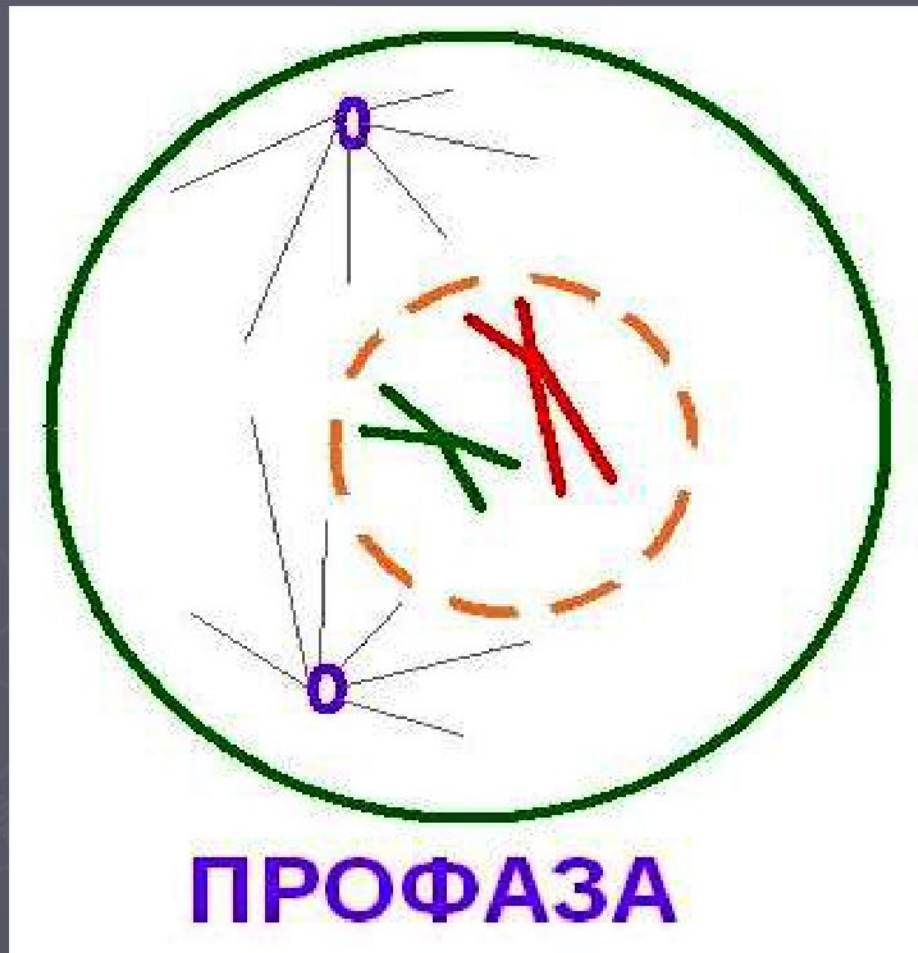
Митоз (лат. Mitos – нить) – такое деление клеточного ядра, при котором образуется два дочерних ядра с набором хромосом, идентичных родительской клетки.





# Общая схема митоза





**2n 4c**

n - количество  
хромосом

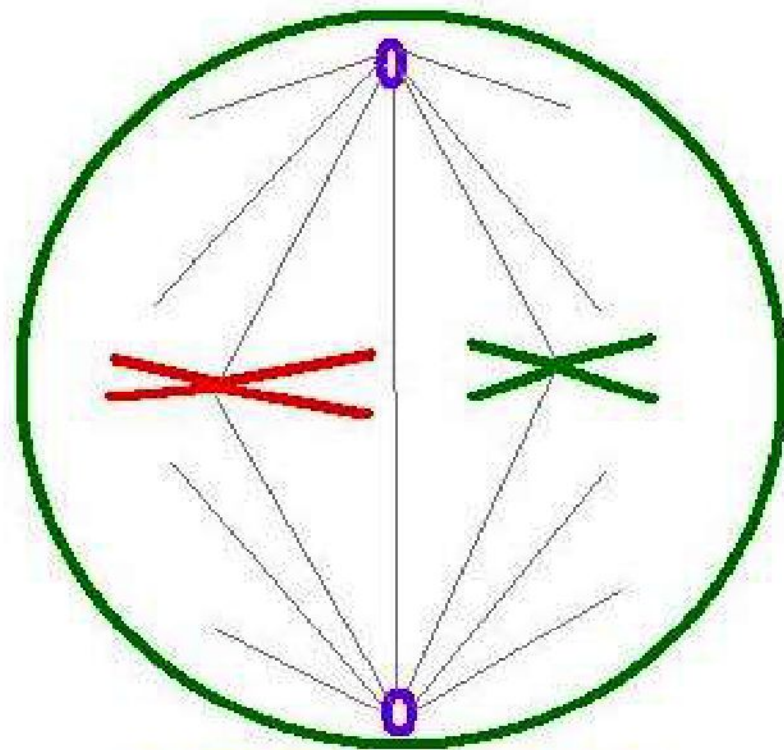
c - количество ДНК

Хромосомы, состоящие из 2-х хроматид,  
спирализуются и приобретают компактную форму.

Разрушается ядерная оболочка.

Формируется веретено деления



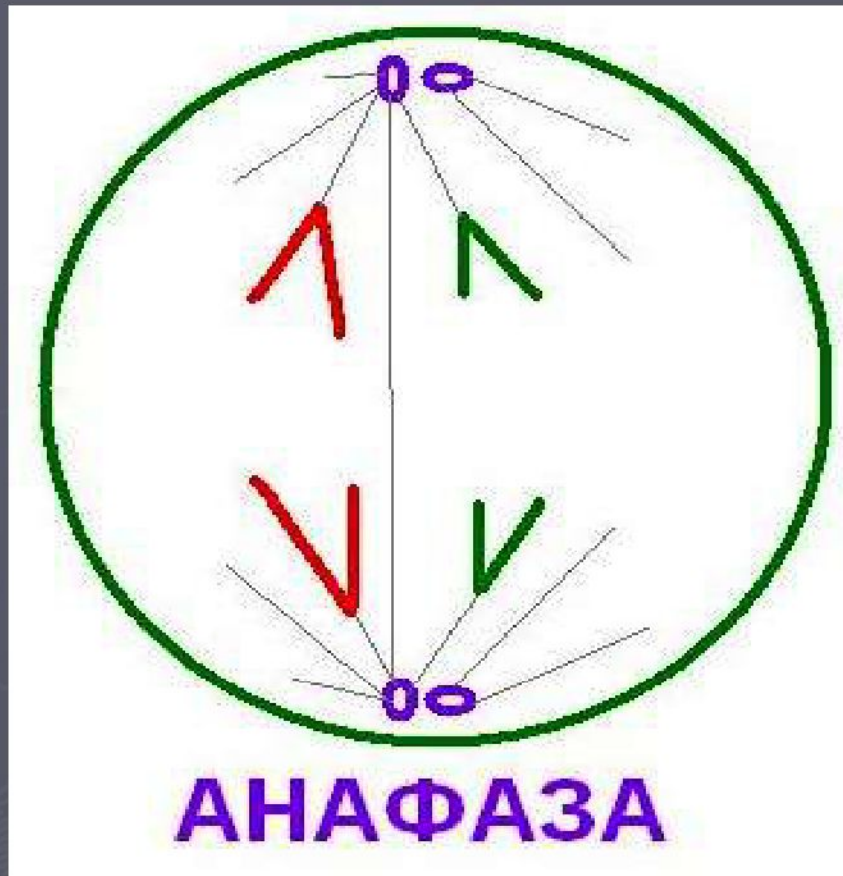


## МЕТАФАЗА

**2n 4c**

n - количество  
хромосом  
c - количество ДНК

Хромосомы перемещаются в середину клетки. Каждая из них состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Один конец веретена деления прикреплен к центромерам.



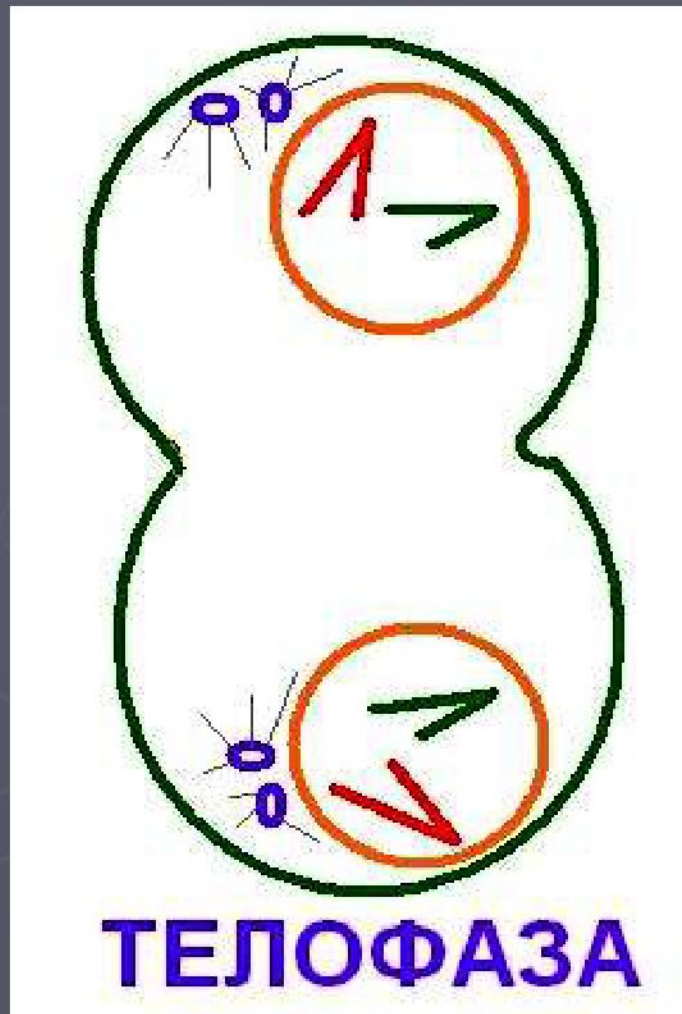
**4n 4c**

в целой клетке

**2n 2c**

у каждого полюса

Микротрубочки сокращаются, центромеры разделяются и хроматиды расходятся к полюсам клетки. Теперь хроматиды становятся самостоятельными хромосомами.



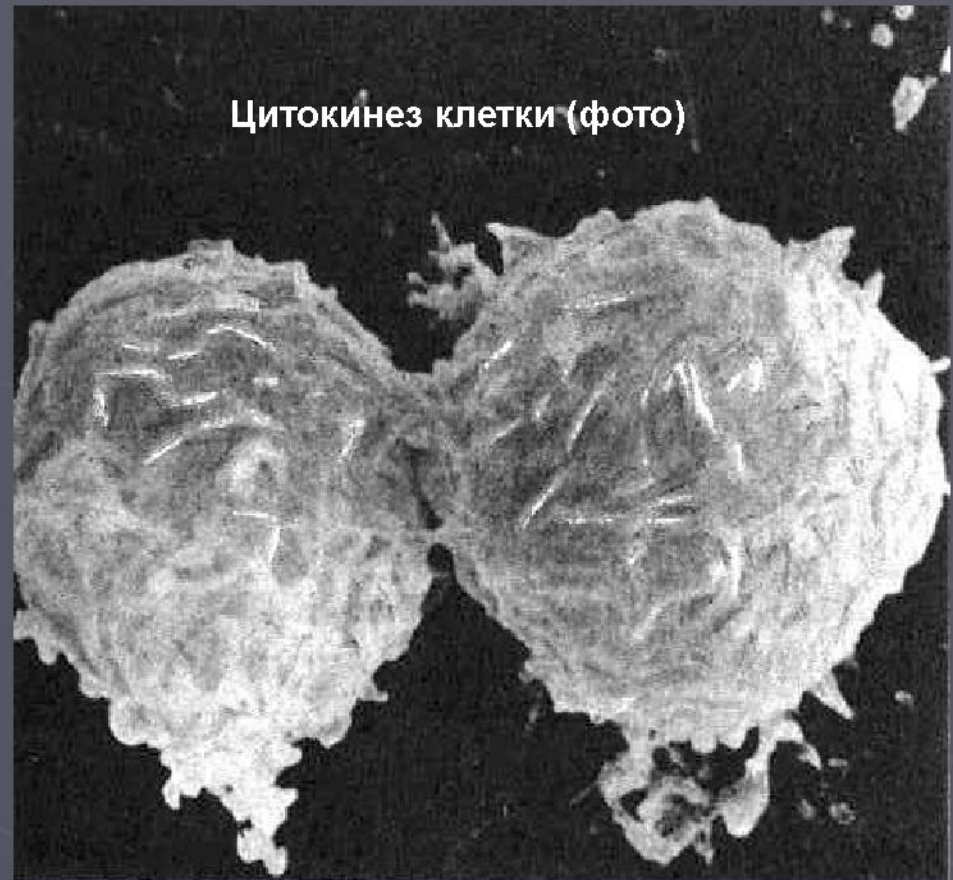
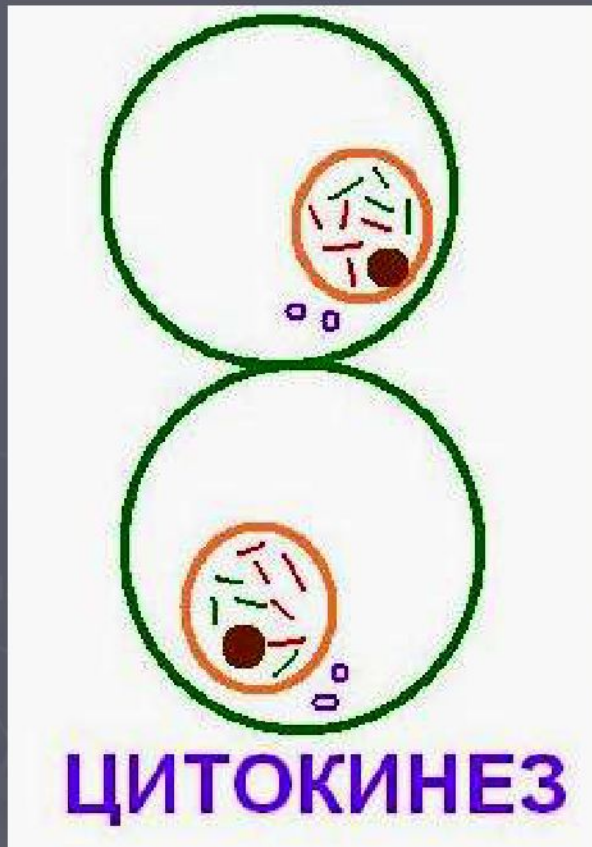
**2n 2c**

n - количество  
хромосом  
с - количество ДНК

Исчезает веретено деления. Формируются новые ядра. Хромосомы начинают раскручиваться. Вновь образуется ядрышко и ядерная оболочка.



# ЦИТОКИНЕЗ (деление цитоплазмы)



Образование двухмембранной перегородки по экватору клетки с последующим полным отделением дочерних клеток.  
У растений по экватору клетки формируется клеточная стенка.

# ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА

1. Приводит к увеличению числа клеток и обеспечивают рост многоклеточного организма.
2. Обеспечивает замещение изношенных или поврежденных тканей.
3. Сохраняет набор хромосом во всех соматических клетках.
4. Служит механизмом бесполого размножения, при котором создается потомство, генетически идентичное родителям.
5. Позволяет изучить кариотип организма (в метафазе).



# ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Половое размножение имеет преимущество по сравнению с бесполом, так как принимают участие два родителя.

♂ **спермий** (n) + ♀ **яйцеклетка** (n) = **зигота** (2n)

Зигота несет в себе наследственные признаки обоих родителей, что значительно увеличивает наследственную изменчивость потомков и повышает их возможность в приспособлении к условиям среды

Половое размножение связано с образованием в половых органах (**гонадах**) специализированных клеток – **гамет**, которые образуются в результате особого типа деления клеток – **мейоза**.





# МЕЙОЗ, ИЛИ РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ

Мейоз – процесс деления клетки, при котором число хромосом в клетке уменьшается вдвое.

В результате такого деления образуются гаплоидные ( $n$ ) половые клетки (гаметы) и споры.

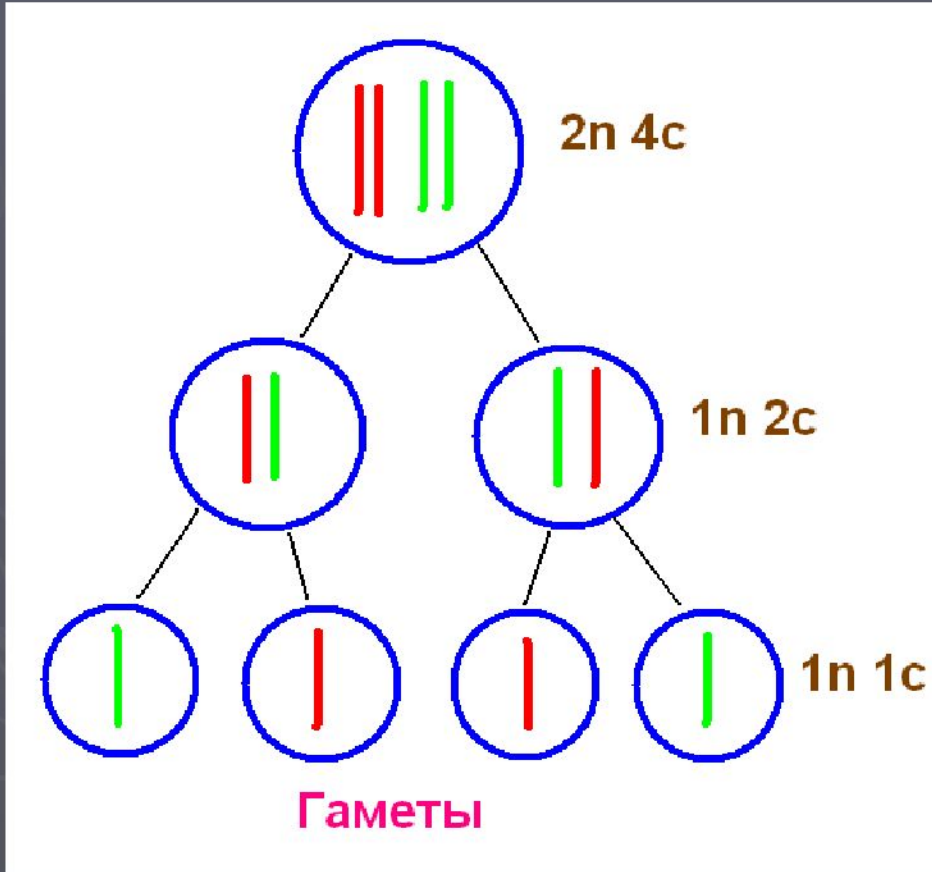


В зиготе после оплодотворения, что приводит к образованию зооспор у водорослей и мицелия грибов.

В половых органах, приводит к образованию гамет

У семенных растений приводит к образованию гаплоидного гаметофита

# МЕЙОЗ

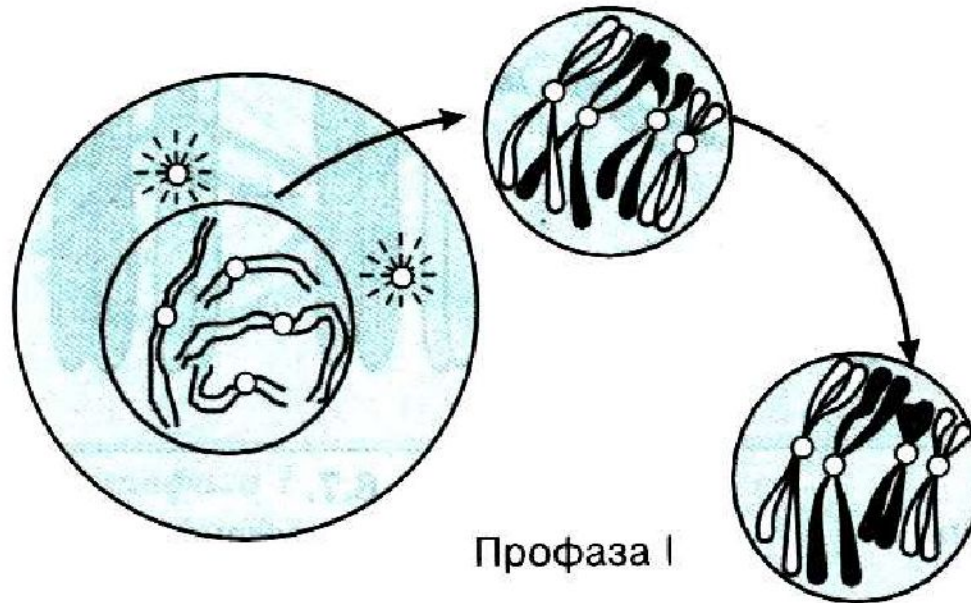


Мейоз состоит из двух последовательных делений – мейоза 1 и мейоза 2. Удвоение ДНК происходит только перед мейозом 1, а между делениями отсутствует интерфаза.

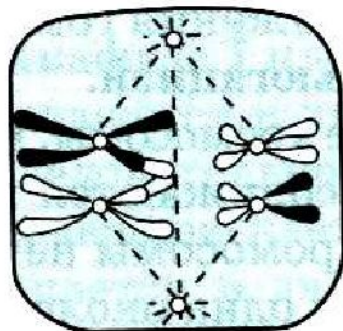
При первом делении расходятся гомологичные хромосомы и их число уменьшается вдвое, а во втором – хроматиды и образуются зрелые гаметы.

Особенностью первого деления является сложная и длительная по времени **профаза**.

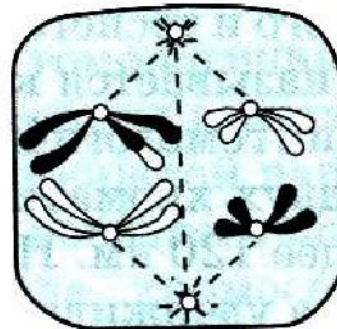
# МЕЙОЗ 1



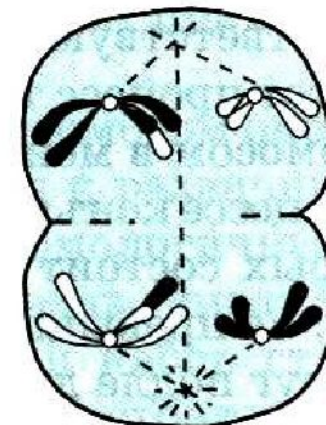
Профаза I



Метафаза I

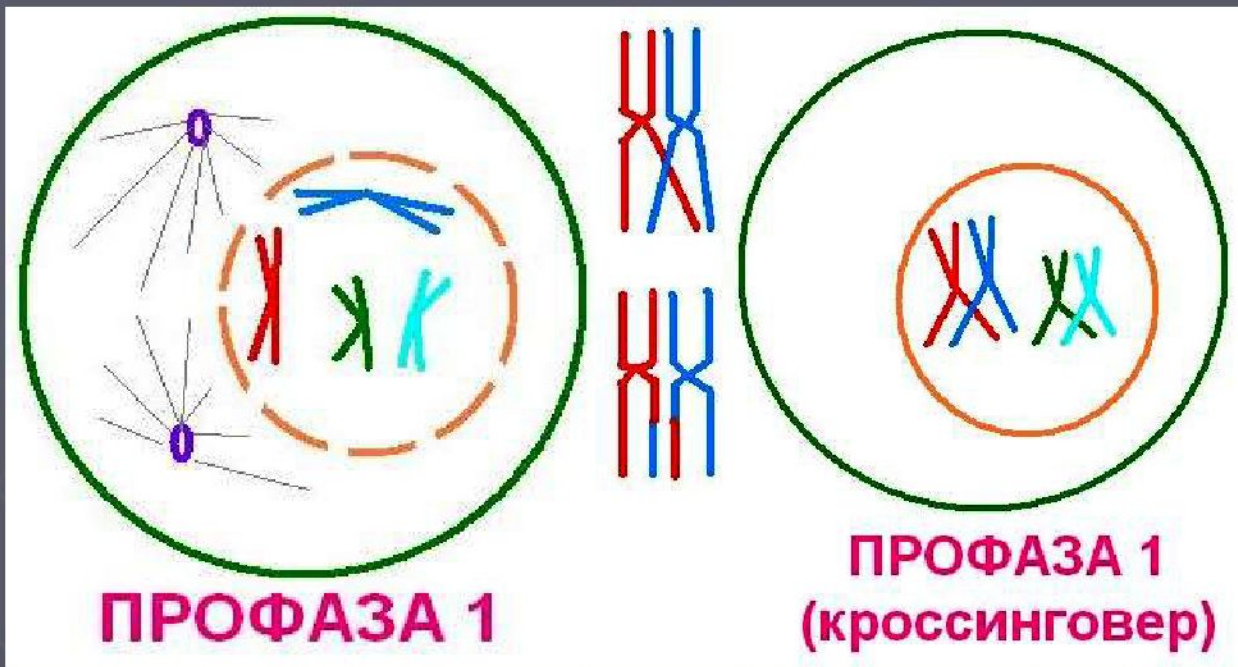


Анафаза I



Телофаза I





### Профаза 1 самая продолжительная

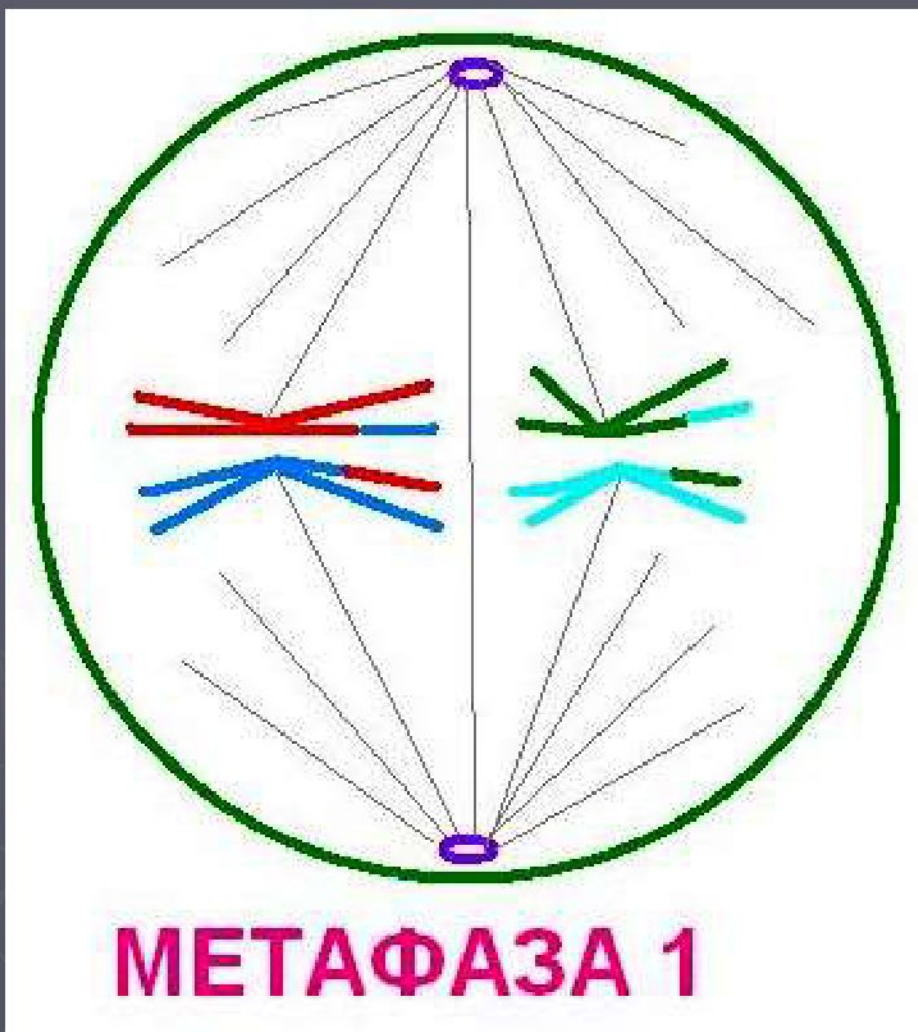
Хромосомы, состоящие из двух хроматид, спирализуются.

Начинает формироваться веретено деления.

Гомологичные хромосомы сближаются между собой (конъюгируют).

Центромеры соединяются и скрепляют 4 хроматиды, образуя биваленты.

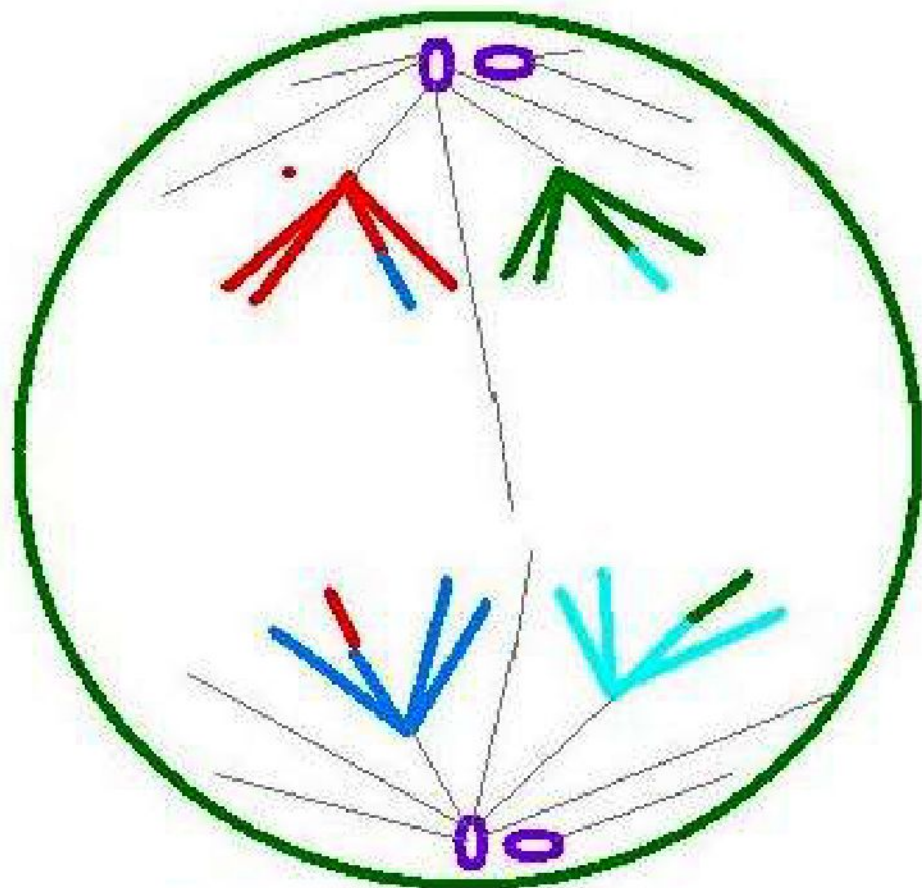
Между гомологичными хромосомами происходит кроссинговер (обмен гомологичными участками). Разрушается ядерная мембрана.



**2n 4c**

Биваленты хромосом располагаются в экваториальной плоскости.

К центромерам присоединяются нити веретена деления.



**АНАФАЗА 1**

**2n 4c**

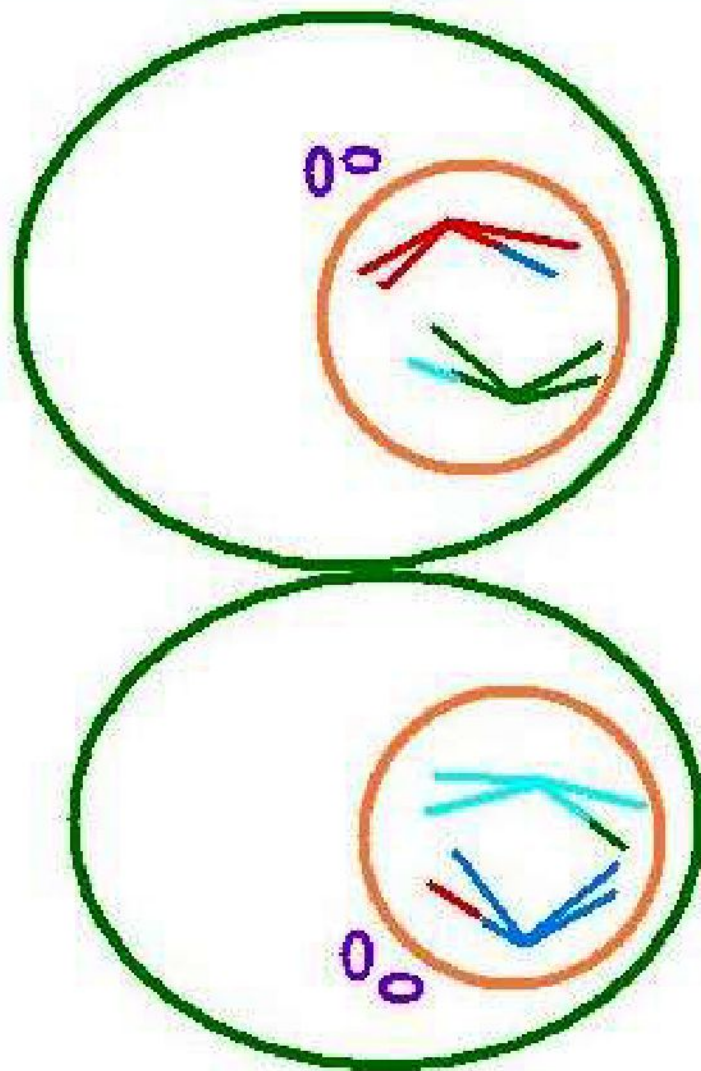
в целой клетке

**n 2c**

у каждого полюса

Гомологичные хромосомы, состоящие из двух сестринских хроматид, расходятся к полюсам клетки.



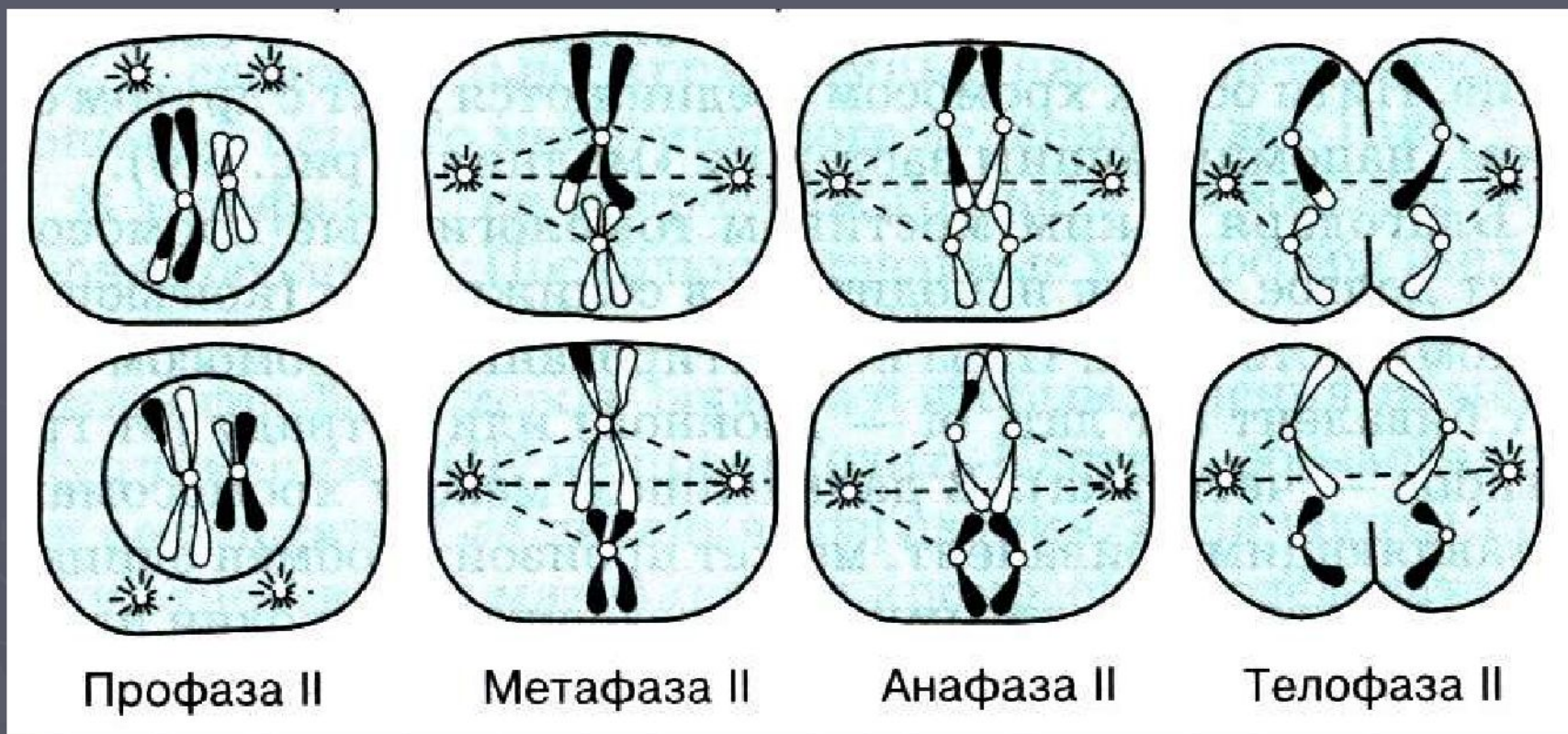


## ТЕЛОФАЗА 1

**n 2c**

Образуются две клетки, имеющие гаплоидный набор хромосом, состоящих из 2-х хроматид.

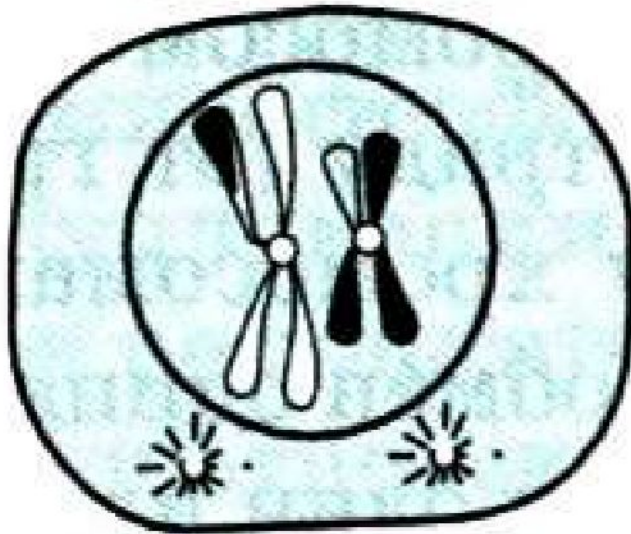
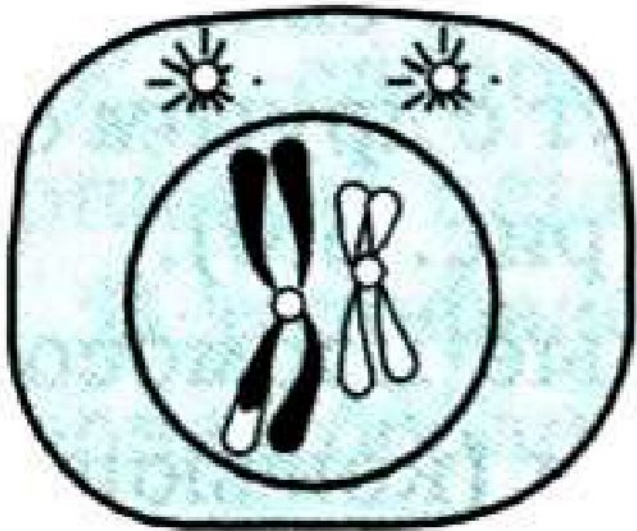
# МЕЙОЗ 2



Второе мейотическое деление идет по типу митоза. В анафазе 2 к полюсам расходятся хроматиды, которые и становятся дочерними хромосомами. Из каждой исходной клетки в результате мейоза образуется четыре клетки с гаплоидным набором хромосом.



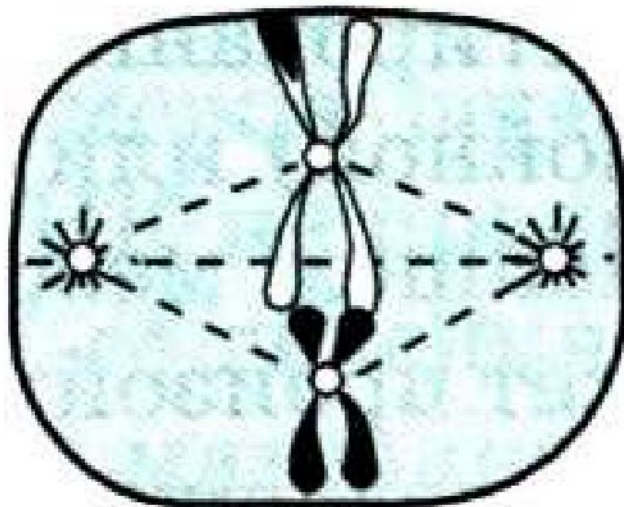
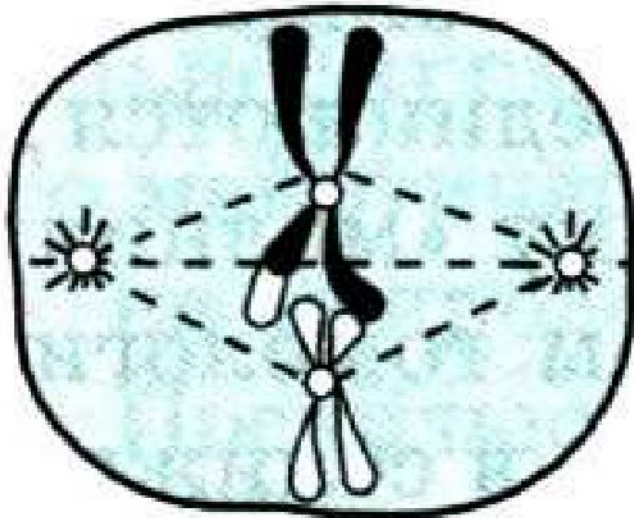
**n 2c**



**Профаза II**

Две дочерние клетки начинают деление, подобное митозу: ядрышки и ядерные мембраны разрушаются, появляются нити веретена, которые одним своим концом прикрепляются к центромере.

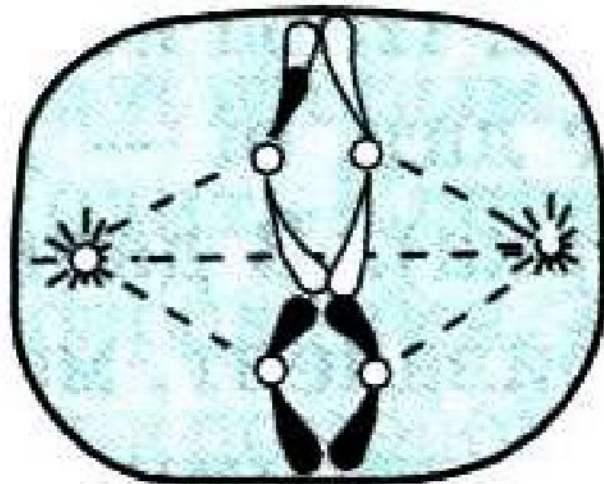
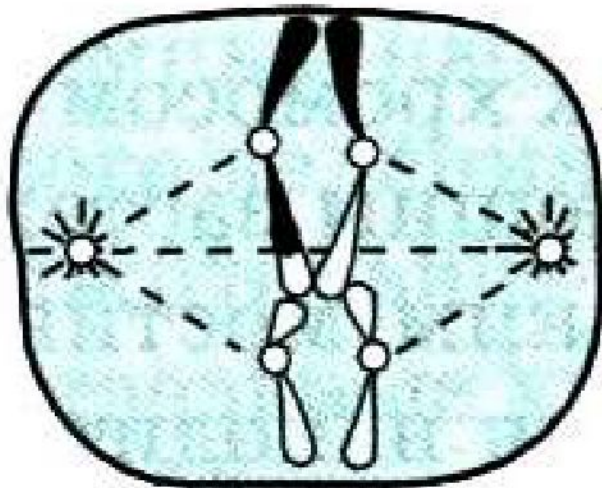




Метафаза II

**n 2c**

Гомологичные хромосомы, состоящие из 2-х хроматид, располагаются в экваториальной плоскости.



Анафаза II

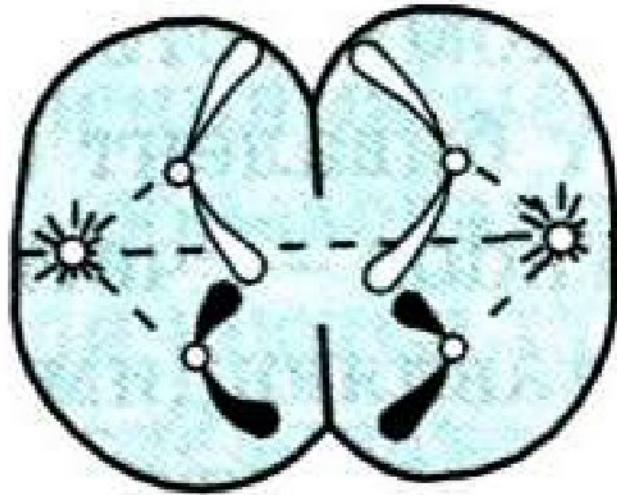
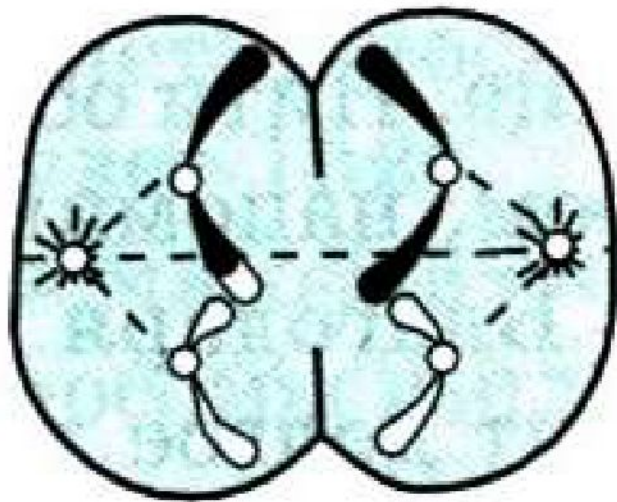
**$2n$   $2c$**

в целой клетке

**$nc$**

у каждого полюса

Центромеры делятся и сестринские хроматиды расходятся к разным полюсам клетки.



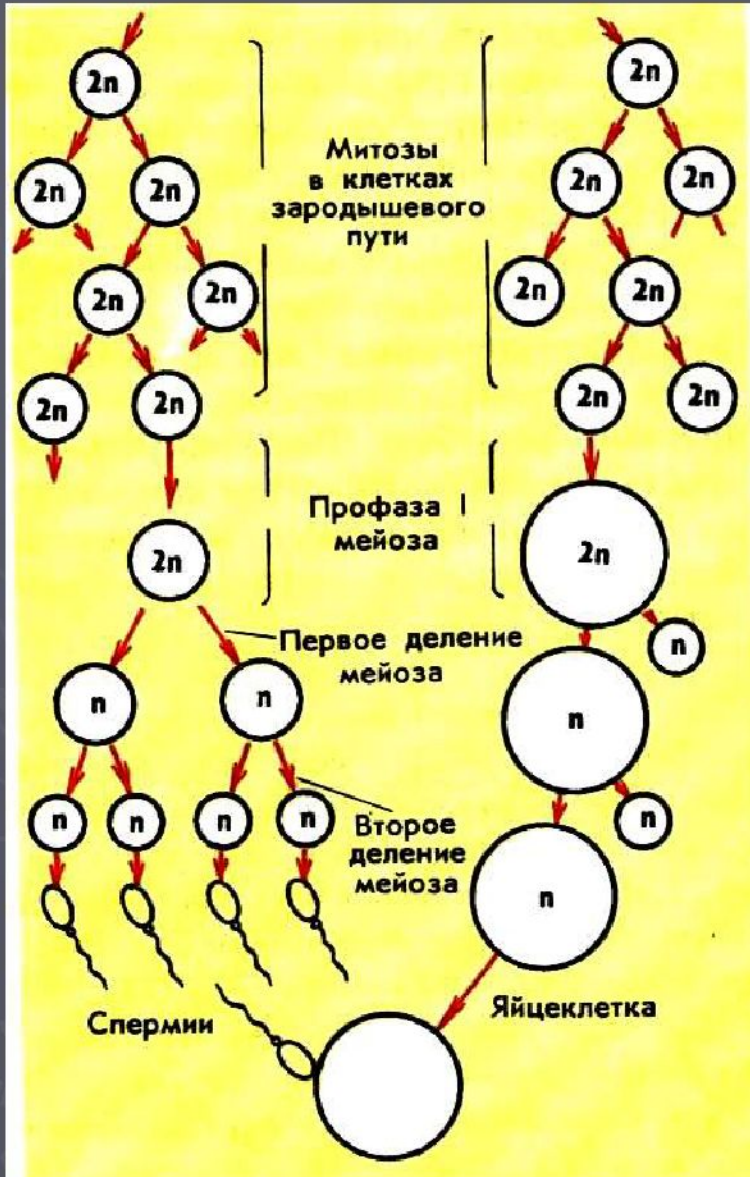
Телофаза II

**nc**

Формируются новые ядра. Начинается раскручивание хромосом. Разрушается веретено деления. Делится клеточное содержимое. В итоге образуются четыре гаплоидные клетки - гаметы.



# ГАМЕТОГЕНЕЗ



## ГАМЕТОГЕНЕЗ

**Сперматогенез** ♂  
(в семенниках)

**Овогенез** ♀  
(в яичниках)

**Период размножения**  
(МИТОЗ)

В репродуктивный период

В эмбриональный период

**Период роста**  
(интерфаза)

Незначительный  
Сперматид 1-го  
порядка

Длительный период  
Ооцит 1-го  
порядка

**Период созревания**  
(мейоз)

Первое и второе  
мейотическое  
деление

Первое и второе  
неравномерное  
мейотическое  
деление

**4 сперматозоида**

**1 яйцеклетка**

# Значение мейоза

1. Происходит поддержание числа хромосом из поколения в поколение. Зрелые гаметы получают гаплоидное число ( $n$ ) хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное число хромосом.
2. Образуется большое количество новых комбинаций генов при кроссинговере и слиянии гамет (комбинативная изменчивость), что дает новый материал для эволюции (потомки отличаются от родителей).
3.  $\text{♂ } (n) + \text{♀ } (n) = \text{зигота } (2n) \rightarrow \text{новый организм } (2n)$

# Вопрос №1

Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор ( $n$ ) и число молекул ДНК ( $c$ ) в клетке в профазе мейоза-1 и метафазе мейоза-2. Объясните результаты в каждом случае.



### *Вопрос №1*

Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор ( $n$ ) и число молекул ДНК ( $c$ ) в клетке в профазе мейоза-1 и метафазе мейоза-2. Объясните результаты в каждом случае.

### *Элементы ответа:*

- 1) перед началом деления клетки молекулы ДНК удваиваются, но количество хромосом не меняется,
- 2) в профазе мейоза-1 набор хромосом –  $2n$ ; число молекул ДНК –  $4c$ ;
- 3) деление мейоза-1 редукционное, поэтому в метафазе мейоза-2 в клетке число хромосом и ДНК в 2 раза меньше, поэтому хромосом –  $n$ , молекул ДНК –  $2c$

## Вопрос №2

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг.

Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в клетке, образующейся при овогенезе в метафазе мейоза-1 и мейоза-2.

## *Вопрос №2*

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в клетке, образующейся при овогенезе в метафазе мейоза-1 и мейоза-2.

*Элементы ответа:*

- 1) Перед началом деления в процессе репликации число ДНК удваивается и общая масса ДНК равна  $2 \cdot 6 \cdot 10^{-9} = 12 \cdot 10^{-9}$  мг.
- 2) В метафазе мейоза-1 масса ДНК не изменяется и равна  $12 \cdot 10^{-9}$  мг.
- 3) Перед началом мейоза-2 клетка содержит уже гаплоидный набор хромосом, поэтому в метафазе мейоза-2 масса ДНК равна  $12 \cdot 10^{-9} : 2 = 6 \cdot 10^{-9}$  мг



# Вопрос №3

В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое количество хромосом и молекул ДНК содержится в клетках в телофазе мейоза-1 и мейоза-2.

### *Вопрос №3*

В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом.  
Определите, какое количество хромосом и молекул ДНК содержится в клетках в телофазе мейоза-1 и мейоза-2.

### *Элементы ответа:*

- 1) перед началом деления молекулы ДНК удваиваются, но количество хромосом не меняется. Каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид: число хромосом – 8, молекул ДНК – 16;
- 2) деление мейоза-1 редукционное, поэтому в телофазе мейоза-1 в клетке число хромосом – 4, молекул ДНК – 8;
- 3) в телофазе мейоза-2, из каждой клетки образуются две клетки, каждая из которых содержит 4 хромосомы и 4 молекулы ДНК.

# Вопрос №4

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг.

Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в клетке, образующейся при овогенезе в телофазе мейоза-1 и мейоза-2.



#### *Вопрос №4*

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в клетке, образующейся при овогенезе в телофазе мейоза-1 и мейоза-2.

#### *Элементы ответа:*

- 1) перед началом деления в процессе репликации число ДНК удваивается и общая масса ДНК равна  $2 \cdot 6 \cdot 10^{-9} = 12 \cdot 10^{-9}$  мг;
- 2) первое деление мейоза редукционное, число хромосом становится в 2 раза меньше, поэтому в телофазе мейоза-1 масса ДНК равна  $12 \cdot 10^{-9} : 2 = 6 \cdot 10^{-9}$  мг;
- 3) после мейоза-2 каждая клетка содержит однохроматидные хромосомы гаплоидного набора, поэтому в телофазе мейоза-2 масса ДНК равна  $6 \cdot 10^{-9} : 2 = 3 \cdot 10^{-9}$  мг

# Вопрос №5

В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое количество хромосом и молекул ДНК содержится в клетках при образовании гамет в анафазе мейоза-1 и мейоза-2.

### *Вопрос №5*

В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое количество хромосом и молекул ДНК содержится в клетках при образовании гамет в анафазе мейоза-1 и мейоза-2.

### *Элементы ответа:*

- 1) Перед началом деления молекулы ДНК удваиваются. Каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид: число хромосом – 8, молекул ДНК – 16.
- 2) В анафазе мейоза-1 число хромосом и молекул ДНК не меняется, поэтому в целой клетке число хромосом – 8, молекул ДНК – 16.
- 3) После мейоза-1 число хромосом и ДНК уменьшено вдвое, поэтому в анафазе мейоза-2 после расхождения сестринских хроматид в целой клетке число хромосом – 8, молекул ДНК – 8.



Благодарю за внимание!

