

**ЕГЭ**

**МИТОЗ -- МЕЙОЗ**

# ХРОМОСОМЫ

## СТРУКТУРА ХРОМОСОМЫ



## ТИПЫ ХРОМОСОМ



Палочковидная



Неравноплечая



Равноплечая

## Кариотип человека

**МУЖЧИНА**

**ЖЕНЩИНА**

Гомологичные хромосомы

Аутосомы

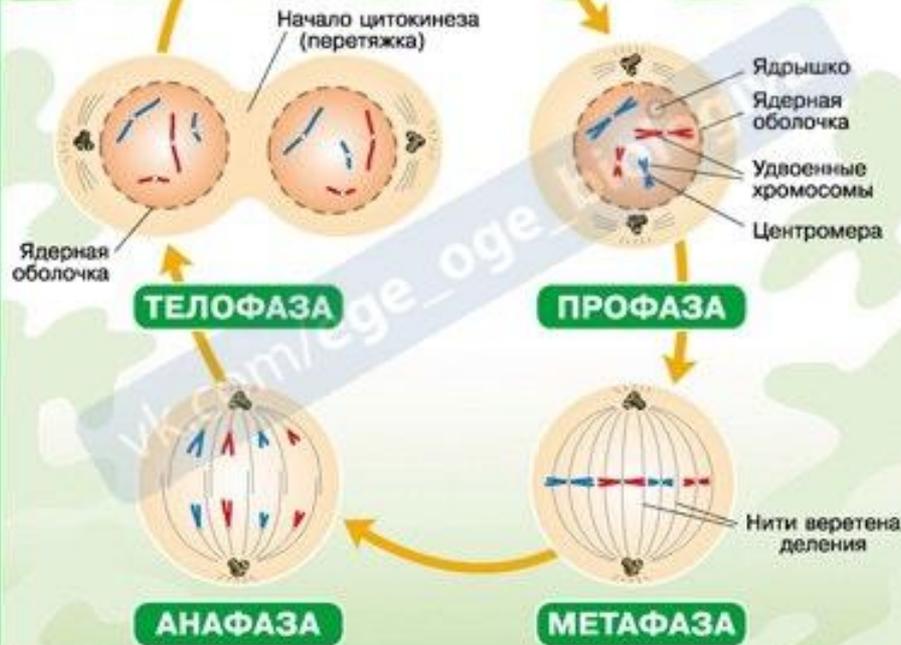
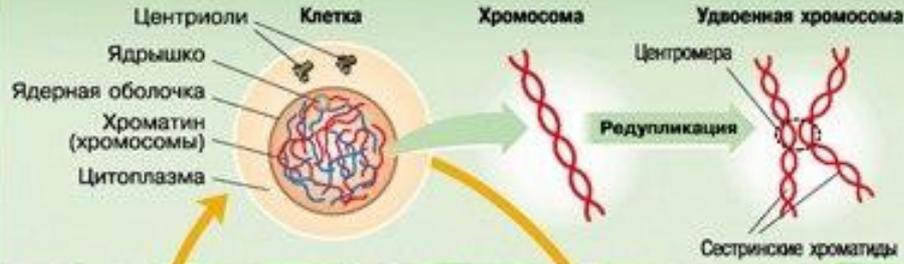


Негомологичные хромосомы

Половые хромосомы

# МИТОЗ

## ИНТЕРФАЗА — подготовка к митозу



### ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА

Генетическая стабильность

Регенерация

Бесполое размножение

Рост многоклеточного организма

Замещение отмерших клеток





# Теория



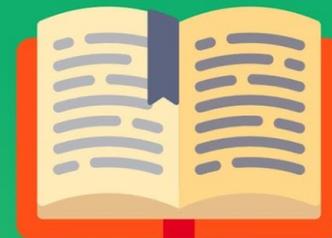
$c$  - кол-во нитей ДНК

$n$  - кол-во хромосом

(одно- и двуххроматидных)

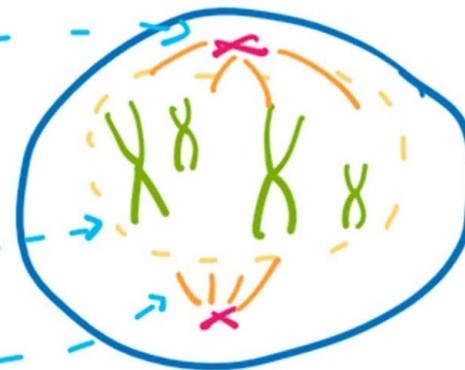


# Теория



## ПРОФАЗА $2n$ $4c$

- ДНК СПИРАЛИЗУЕТСЯ
- ЦЕНТРИОЛИ РАСХОДЯТСЯ  
К ПОЛЮСАМ
- ЯДРО РАСТВОРЯЕТСЯ
- ОБРАЗУЮТСЯ НИТИ  
ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕИИЯ



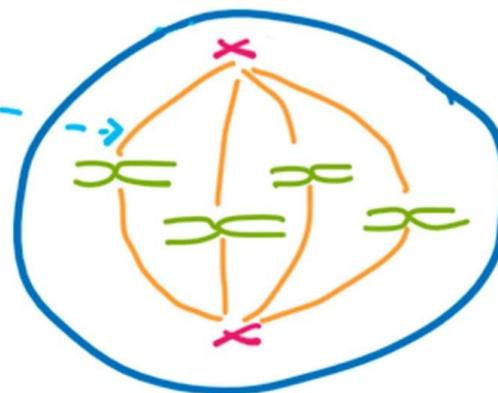


# Теория



МЕТАФАЗА  $2n$   $4c$

- ХРОМОСОМЫ  
ВЫСТРАИВАЮТСЯ  
ПО ЭКВАТОРУ И  
К НИМ ПРИСОЕДИ-  
НЯЮТСЯ  
НИТИ ВЕРЕТЕНА  
ДЕЛЕНИЯ





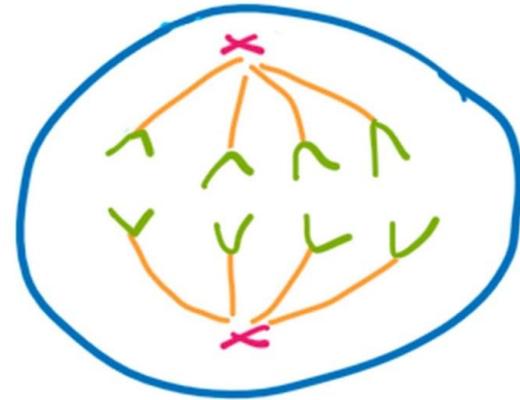
# Теория



АНАФАЗА  $2n \ 2c$

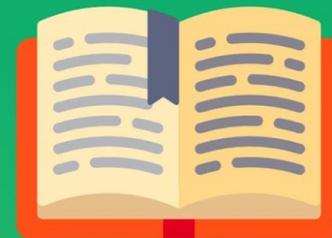
- ХРОМОСОМЫ  
РАЗДЕЛЯЮТСЯ  
И ПРИТЯГИВАЮТСЯ  
К ПОЛЮСАМ

[  $2n \ 2c$  - В КАЖДОЙ  
ПОЛОВИНЕ  
 $4n \ 4c$  - ВСЕГО ]



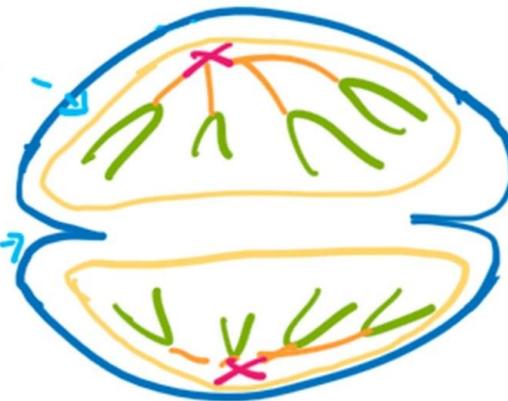


# Теория



## ТЕЛОФАЗА $2n$ $2c$

- ОБРАЗУЕТСЯ ЯДЕРНАЯ ОБЛОЧКА
- ДЕЛИТСЯ ЦИТОПЛАЗМА





# Теория



## ЗНАЧЕНИЯ МИТОЗА

- СОХРАНЕНИЕ НАБОРА ХРОМОСОМ ПРИ ДЕЛЕНИИ КЛЕТКИ
- РАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА
- РОСТ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ
- БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

# МЕЙОЗ I

## ПРОФАЗА I

1. РАЗРУШЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ
2. СПИРАЛИЗАЦИЯ ХРОМОСОМ
3. КОНЬЮГАЦИЯ И КРОССИНГОВЕР
4. РАСХОЖДЕНИЕ ЦЕНТРИОЛЕЙ
5. НАЧАЛО ОБРАЗОВАНИЯ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ
6. РАСТВОРЕНИЕ ЯДРЫШКА

2n4c

## МЕТАФАЗА I

1. ПАРЫ ГОМОЛОГИЧНЫХ ХРОМОСОМ ПО ЭКВАТОРУ
2. НИТИ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ ПРИКРЕПЛЯЮТСЯ К ЦЕНТРОМЕРАМ

2n4c

## АНАФАЗА I

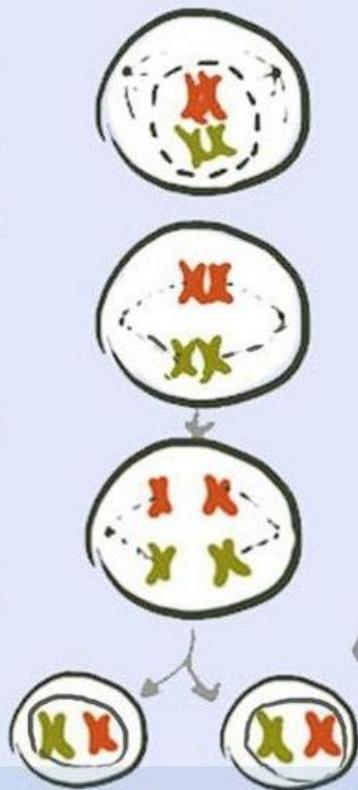
1. ГОМОЛОГИЧНЫЕ ХРОМОСОМЫ РАСХОДЯТСЯ К ПРОТИВОПОЛОЖНЫМ ПОЛЮСАМ КЛЕТКИ

2n4c

## ТЕЛОФАЗА I

1. НА КАЖДОМ ПОЛЮСЕ ВОКРУГ ХРОМОСОМ ОБРАЗУЮТСЯ ЯДРА
2. ДЕСПИРАЛИЗАЦИЯ ХРОМОСОМ

1n2c



# МЕЙОЗ II

## ПРОФАЗА II

1. РАЗРУШЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ
2. СПИРАЛИЗАЦИЯ ХРОМОСОМ
3. РАСХОЖДЕНИЕ ЦЕНТРИОЛЕЙ
4. НАЧАЛО ОБРАЗОВАНИЯ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ
5. РАСТВОРЕНИЕ ЯДРЫШКА

1n2c

## МЕТАФАЗА II

1. ХРОМОСОМЫ ПО ЭКВАТОРУ
2. НИТИ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ ПРИКРЕПЛЯЮТСЯ К ЦЕНТРОМЕРАМ

1n2c

## АНАФАЗА II

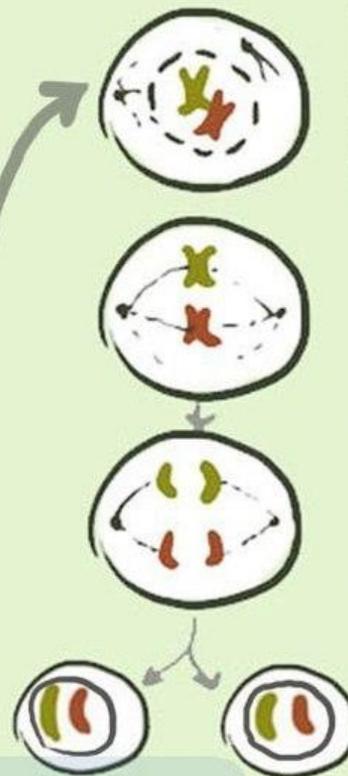
1. СЕСТРИНСКИЕ ХРОМАТИДЫ РАСХОДЯТСЯ К ПРОТИВОПОЛОЖНЫМ ПОЛЮСАМ КЛЕТКИ

2n2c

## ТЕЛОФАЗА II

1. НА КАЖДОМ ПОЛЮСЕ ВОКРУГ ХРОМОСОМ ОБРАЗУЮТСЯ ЯДРА
2. ДЕСПИРАЛИЗАЦИЯ ХРОМОСОМ

1n1c



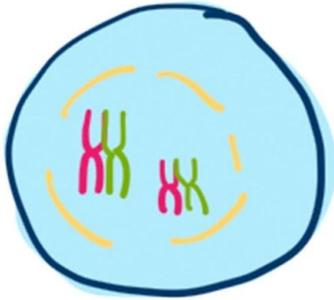
НЕ НУЖНО ЭТО ЗУБРИТЬ! НАУЧИТЕСЬ РИСОВАТЬ СХЕМУ - ПО НЕЙ ВСЕ ВИДНО!



# Теория

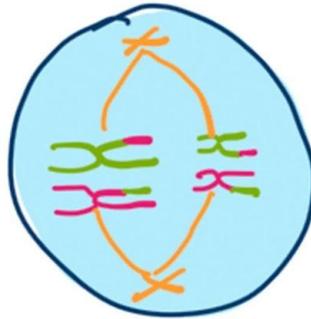


## ПРОФАЗА I



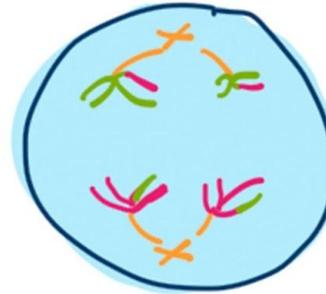
- РАСТВОРЯЕТСЯ ЯДРО
- ДНК СПИРАЛИЗУЕТСЯ (ОБРАЗ-СЯ ХРОМОСОМЫ)
- КОНЬЮГАЦИЯ
- КРОССИНГОВЕР

## МЕТАФАЗА I



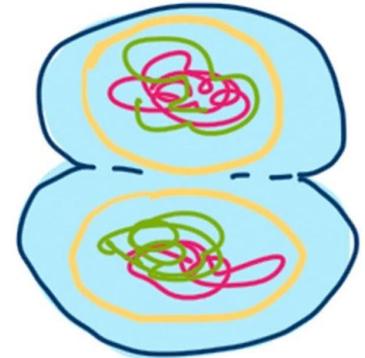
- ХРОМОСОМЫ НА ЭКВАТОРЕ
- К НИМ ПРИКРЕПЛЕНЫ НИТИ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ

## АНАФАЗА I



- ЦЕЛЫЕ ХРОМОСОМЫ РАСХОДЯТСЯ

## ТЕЛОФАЗА I



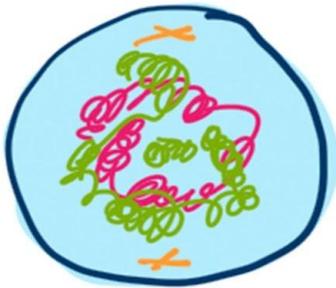
- ОБРАЗ-СЯ ЯДРО
- ДНК РАСПУТЫВАЕТСЯ



# Теория

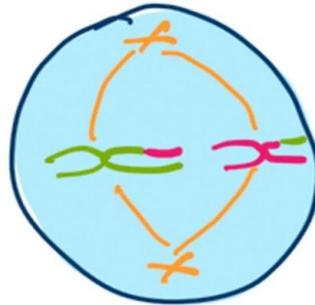


## ПРОФАЗА I



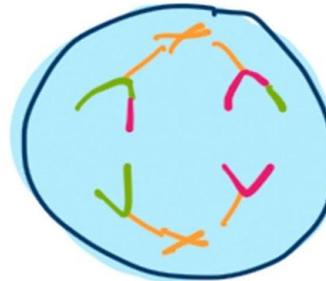
- ЯДРО РАСТВОРАЕТСЯ
- АНК СПИРАЛИЗУЕТСЯ (ОБРАЗ-СЯ ХРОМОСОМЫ)

## МЕТАФАЗА I



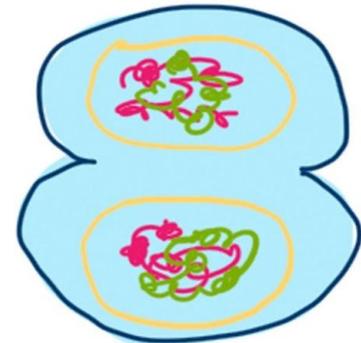
- ХРОМОСОМЫ ВЫСТРАИВАЮТСЯ ПО ЭКВАТОРУ
- К НИМ ПРИКР-СЯ НИТИ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ

## АНАФАЗА I



- ХРОМОСОМЫ РАЗРЫВАЮТСЯ И ТЯГУТСЯ К ПОЛЮСАМ

## ТЕЛОФАЗА II



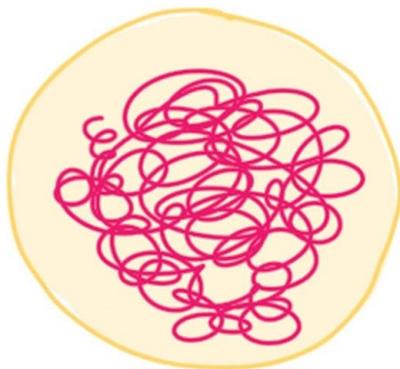
- ОБРАЗ-СЯ ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА
- АНК АЕСПИРАЛИЗ-СЯ



# Теория



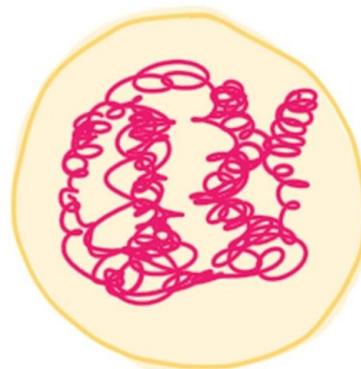
ДЕСПИРАЛИЗОВАННАЯ  
ДНК ХРОМОСОМ  
НЕ ВИДИМО



ИНТЕРФАЗА



СПИРАЛИЗОВАННАЯ  
ДНК  
ВИДНЫ ХРОМОСОМЫ



ПРОФАЗА

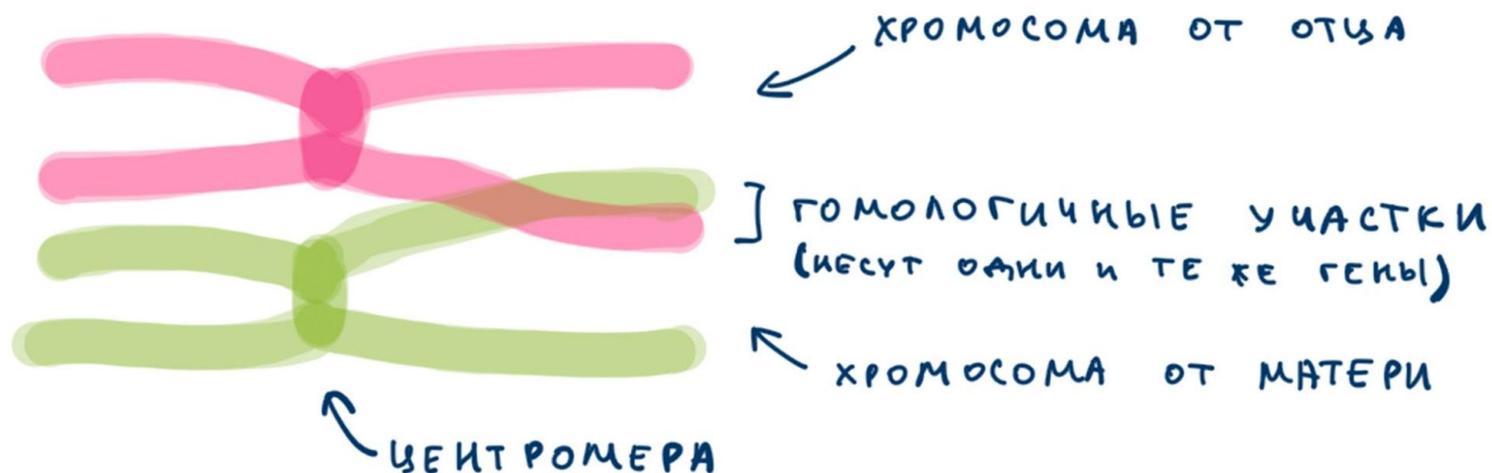
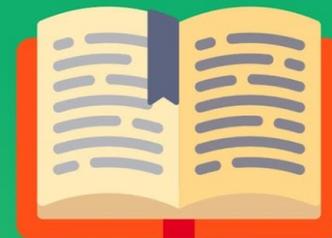
←  
ДЕСПИРАЛИЗАЦИЯ  
В ТЕЛОФАЗЕ



МЕТАФАЗА,  
АНАФАЗА



# Теория



**КОНЪЮГАЦИЯ** — СБЛИЖЕНИЕ

**КРОССИНГОВЕР** — ОБМЕН ГОМОЛОГИЧЕСКИМИ  
crossing over =) УЧАСТКАМИ

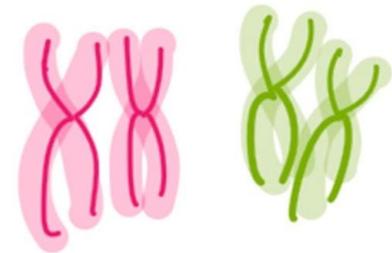


# Теория



## ЗНАЧЕНИЯ МЕЙОЗА

- ОБРАЗОВАНИЕ ГАПЛОИДНЫХ КЛЕТОК, ЧТОБЫ ПРИ СЛИЯНИИ ОНИ ОБРАЗОВАЛИ ДИПЛОИДНЫЕ КЛЕТКИ
- ПЕРЕКОМБИНАЦИЯ ПРИЗНАКОВ ВО ВРЕМЯ КРОССИНГОВЕРА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМБИНАТИВНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ





# Теория



[КОЛИЧЕСТВО ХРОМОСОМ ( $n$ ) и АУК ( $c$ )]

## РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ

ПРОФАЗА I	$2n4c$
МЕТАФАЗА I	$2n4c$
АНАФАЗА I	$4n4c$
ТЕЛОФАЗА I	$1n2c$

## ЭКВАЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ

ПРОФАЗА II	$1n2c$
МЕТАФАЗА II	$1n2c$
АНАФАЗА II	$2n2c$
ТЕЛОФАЗА II	$1n1c$

# ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

## МИТОЗ

## МЕЙОЗ

ИНТЕРФАЗА

2n

ХРОМОСОМЫ 2n

ХРОМОСОМЫ

УДВОЕНИЕ ХРОМОСОМ

ПРОФАЗА

ХРОМАТИДЫ

ХРОМАТИДЫ

КОНЬЮГАЦИЯ ХРОМОСОМ (КРОССИНГОВЕР)

МЕТАФАЗА

РАСПОЛОЖЕНИЕ В ПЛОСКОСТИ ЭКВАТОРА

удвоенных хромосом пар удвоенных хромосом

АНАФАЗА

РАСХОЖДЕНИЕ К ПОЛЮСАМ

хроматид удвоенных хромосом

Первое деление

2n

2n

Второе деление (митотическое)

1n

1n

1n

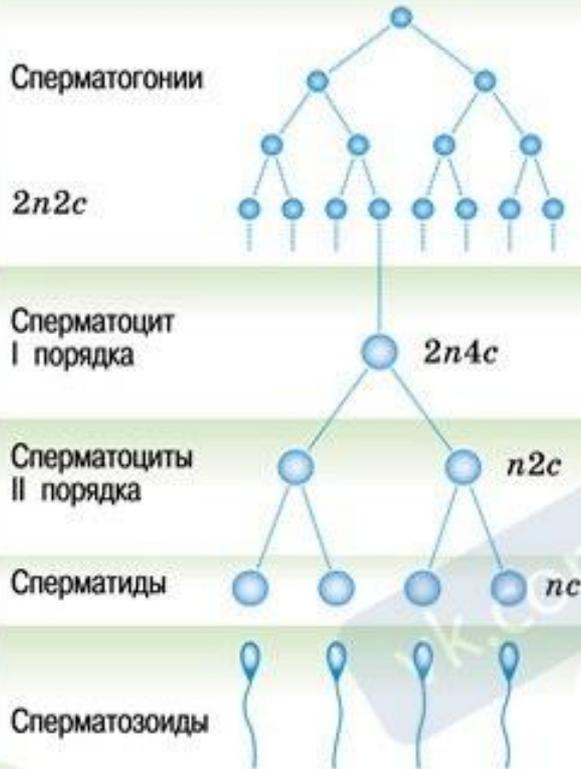
1n

ДОЧЕРНИЕ КЛЕТКИ



# ГАМЕТОГЕНЕЗ

## Сперматогенез



### Фаза формирования

### Фаза размножения

Митотические деления

### Фаза роста

Рост клетки и удвоение ДНК

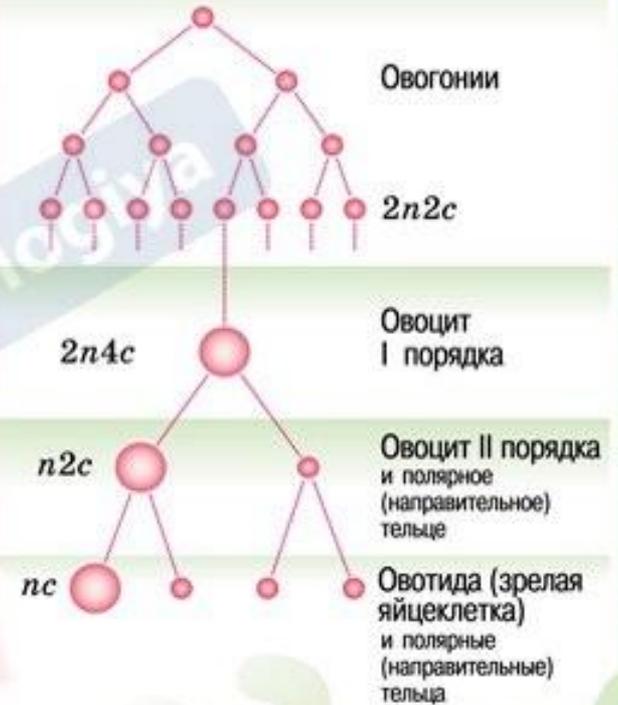
### Фаза созревания

Мейоз

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Зигота  $2n2c$

## Овогенез



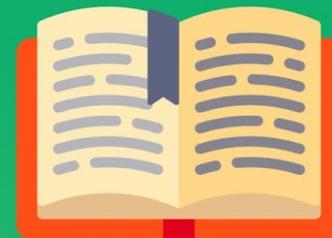
дрофа

Автор: И. В. Аверин  
 Ответственный редактор: И. А. Маркина  
 Художественный редактор: М. Г. Муравьев  
 Редактор: Ю. В. Зинченко  
 Корректор: Л. А. Мельникова

Издательство «Дрофа»  
 119034, Москва, Бумажный пер. 15  
 Тел.: (495) 794-0100  
 Факс: (495) 794-0101  
 E-mail: drofa@drofa.ru  
 www.drofa.ru



# Теория



## ГАМЕТОГЕЗ

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ  
ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

♂ СПЕРМАТОГЕЗ

♀ ООГЕЗ

ОБЩИЕ СТАДИИ:

**РАЗМНОЖЕНИЕ** - увеличение числа предшественников половых клеток  
сперматогонии и овогонии

**РОСТ** - увеличение массы, удвоение ДНК  
сперматоциты и овоциты I порядка

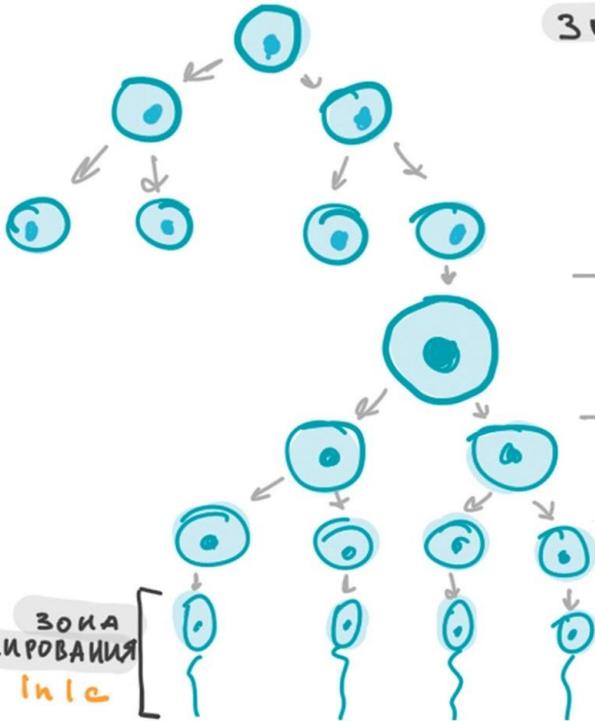
**СОЗРЕВАНИЕ** - мейоз  
после I деления - сперматоциты и овоциты II порядка  
после II деления - сперматиды и яйцеклетка



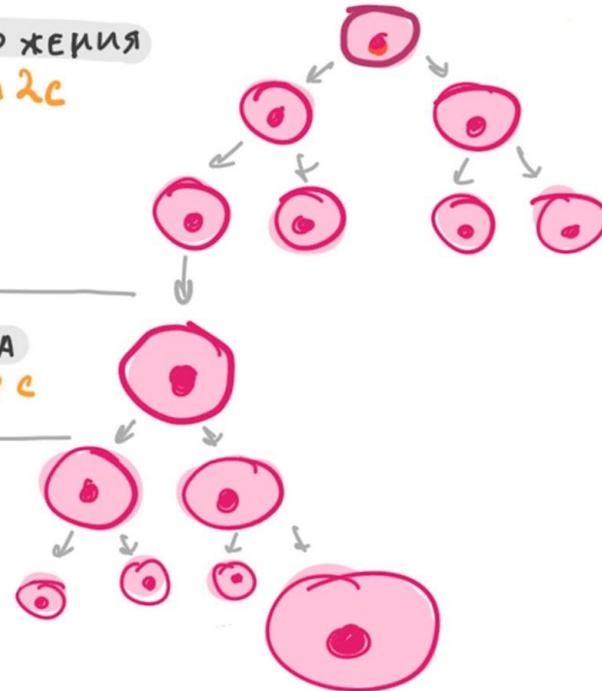
# Теория



## СПЕРМАТОГЕНЕЗ



## ОВОГЕНЕЗ



ЗОНА РАЗМНОЖЕНИЯ

2n2c

МИТОЗ

ЗОНА РОСТА

2n4c

ЗОНА

СОЗРЕВАНИЯ

1n1c

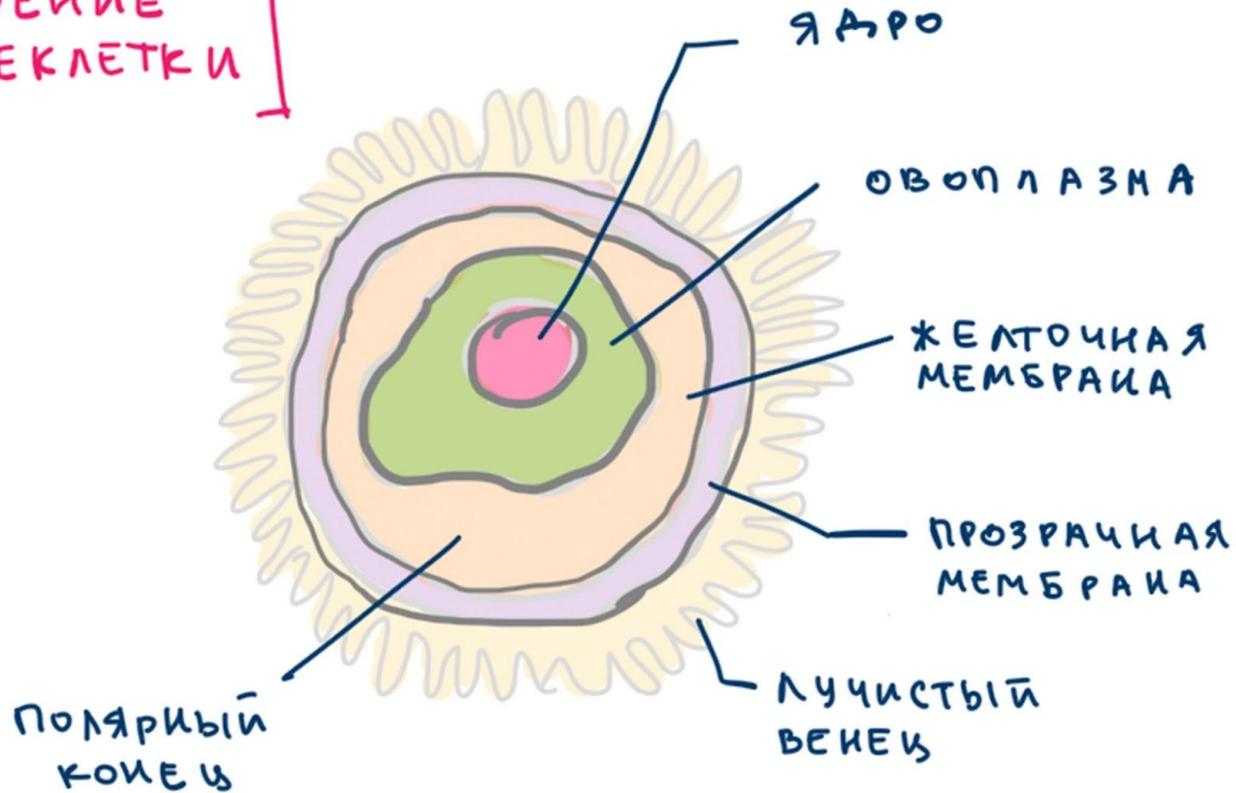
МЕЙОЗ



# Теория

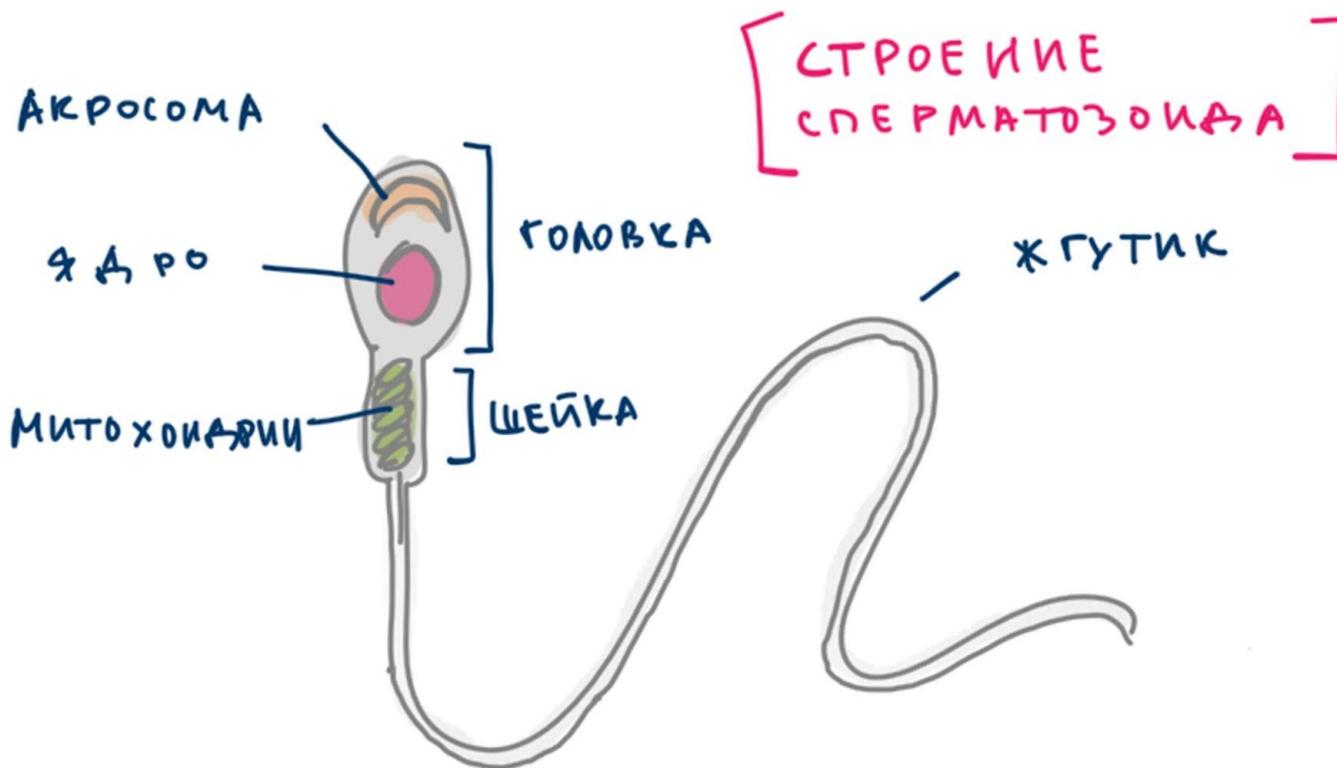
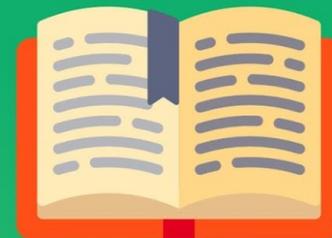


[ СТРОЕНИЕ  
ЯЙЦЕКЛЕТКИ ]





# Теория





# Теория



## ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДОВ ГАМЕТОГЕНЕЗА

### СПЕРМАТОГЕНЕЗ

#### ФАЗА РАЗМНОЖЕНИЯ

ОТ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ  
СТАДИИ ДО  
ПОЛОВОЙ ЗРЕЛОСТИ

#### РОСТ, СОЗРЕВАНИЕ, ФОРМИРОВАНИЕ

ПЕРИОДИЧЕСКИ  
НА ПРОТЯЖЕНИИ  
ВСЕЙ ЖИЗНИ

### ОВОГЕНЕЗ

#### РАЗМНОЖЕНИЕ

ИНИЦИАЛЬНАЯ СТАДИЯ  
ЭМБРИОНА

#### РОСТ

ОТ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ  
СТАДИИ ДО ПОЛОВОЙ  
ЗРЕЛОСТИ

#### СОЗРЕВАНИЕ

ЕЖЕМЕСЯЧНО



# Теория



## ГАМЕТОГЕНЕЗ



- ПРОИСХОДИТ ТОЛЬКО В ГОНАДАХ  
(В СЕМЕЯНИКАХ И ЯИЧНИКАХ)
- ЗРЕЛЫЕ ГАМЕТЫ ДИПЛОИДНЫ
- ОСНОВНОЕ СОБЫТИЕ - МЕЙОЗ
- АКТИВНО В ПЕРИОД ПОЛОВОЗРЕЛОСТИ



# ЗАДАЧИ



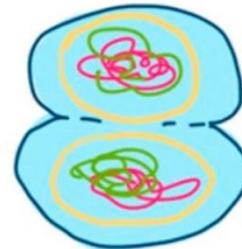
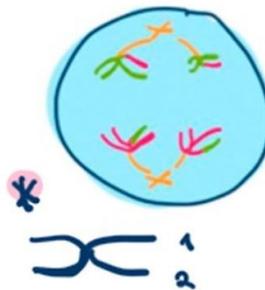
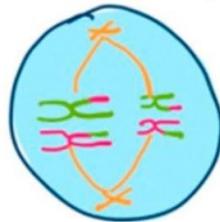
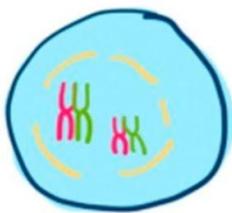
# Практика



→ ВЫБРАТЬ ЛИШНЕЕ

Приведенные ниже признаки, **кроме двух**, можно использовать для описания процессов **первого деления мейоза**. Определите два признака, «выпадающих» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

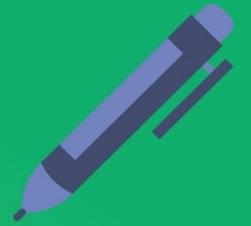
1. образование двух гаплоидных ядер - **ДА**, во **II** делении уже 4 клетки \*
2. расхождение однохроматидных хромосом к противоположным полюсам клетки - **НЕТ**, они **двухром** \*
3. образование четырех клеток с набором  $n$  - **НЕТ**, набор  $n2c$
4. обмен участками гомологичных хромосом - **ДА**, **кроссинговер**
5. спирализация хромосом - **ДА**, это происходит в профазе любого деления



ОТВЕТ: 23



# Практика



→ ВЫБРАТЬ ЛИШНЕЕ

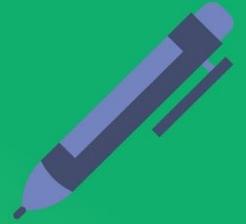
Все приведенные ниже признаки, **кроме двух**, можно использовать для характеристики определения процессов и биологического значения мейоза. Определите два признака, «выпадающих» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

1. образование клеток с удвоенным числом хромосом - **ИЕТ**
2. образование гаплоидных клеток - **ДА!**
3. образование бивалентов **ДА (БИВАЛЕНТЫ - ДВЕ ХРОМОСОМЫ В КРОССИГОВЕРЕ)**
4. появление новых комбинаций генов - **ДА, ЗА СЧЕТ КРОССИГОВЕРА**
5. появление большего числа соматических клеток - **ИЕТ, ОБРАЗУЮТСЯ ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ**

ОТВЕТ: 15



# Практика



Установите соответствие между характеристиками и делениями мейоза: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А. делению предшествует интерфаза **1** - МЕЖДУ I и II ДЕЛЕНИЕМ ИНТЕРФАЗЫ НЕТ
- Б. образуются четыре дочерние клетки **2** - ПОСЛЕ I ДЕЛЕНИЯ ИХ ТОЛЬКО 2
- В. перед делением отсутствует репликация **2** - РЕПАКАЦИЯ ПРОИСХОДИТ В ИНТЕРФАЗЕ (СМ. П. 1)
- Г. происходит кроссинговер **1** - В ПРОФАЗЕ I
- Д. образуются две гаплоидные клетки **1** - ПОТОМ ОНИ ДЕЛЯТСЯ ЕЩЕ РАЗ И ПОЛУЧАЕТСЯ 4.

## ДЕЛЕНИЯ МЕЙОЗА

1. Первое деление
2. Второе деление

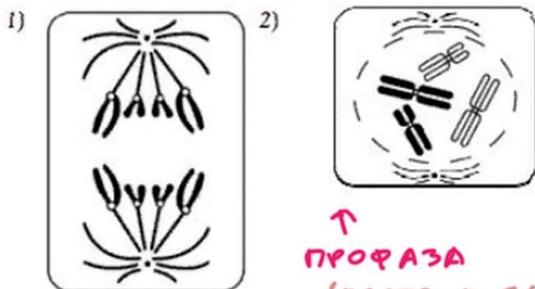
ОТВЕТ: 12211



# Практика



Установите соответствие между процессами и стадиями клеточного деления: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



НА КАРТИКАХ - МИТОЗ, Т.К. НАБОР ДИПЛОИДИЙ. БУДЬ ЭТО МЕЙОЗОМ, В 1 КАРТИКЕ БЫЛО БЫ РАСХОЖДЕНИЕ ЦЕЛЫХ ХРОМОСОМ, А НА 2 - КРОССИНГОВЕР.

↑  
ПРОФАЗА

(РАСТВОРЕНИЕ ЯДРА, РАСХОЖДЕНИЕ ЦЕНТРИОЛЕЙ)

ПРОЦЕССЫ

← АНАФАЗА (РАЗРЫВ ХРОМОСОМ. НЕ ТЕЛОФАЗА, Т.К. ЕЩЕ НЕТ ЯДЕР)

А. разрушение ядерной оболочки 2 - ЯДРО РАЗРУШИТСЯ В САМОМ НАЧАЛЕ

Б. спирализация хромосом 2 - ЧТОБЫ БЫЛИ ЧЕТКО ВИДНЫ ХРОМОСОМЫ

В. расхождение хроматид к полюсам клетки 1 - РАЗРЫВАЮТСЯ И РАСХОДЯТСЯ В АНАФАЗЕ

Г. образование однохроматидных хромосом 1 - Т.К. ОНИ РАЗОРВАЛИСЬ

Д. расхождение центриолей к полюсам клетки 2 - ПРОФАЗА

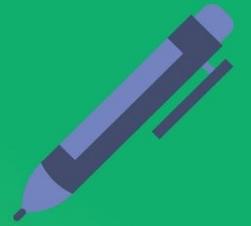
ОТВЕТ: 22112

1. 1

2. 2



# Практика



Установите соответствие между характеристикой гаметогенеза и его видом; к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## ХАРАКТЕРИСТИКА

А. образуется одна крупная половая клетка **1** ЯЙЦЕКЛЕТКА

Б. образуются направительные клетки **1** 3 ШТУКИ

В. формируется много мелких гамет **2** СПЕРМАТОЗОИДЫ

Г. питательные вещества запасаются в одной из четырёх клеток **1** -

Д. образуются подвижные гаметы **2** СПЕРМАТОЗОИДЫ  
С ХВОСТИКОМ

## ВИД ГАМЕТОГЕНЕЗА

1. овогенез

2. сперматогенез

**ОТВЕТ: 11212**

## ♂ СПЕРМАТОГЕНЕЗ:

- СПЕРМАТОЗОИДОВ МНОГО
- ОНИ МЕЛКИЕ
- И ПОДВИЖНЫЕ

## ♀ ОВОГЕНЕЗ:

- 1 ЯЙЦЕКЛЕТКА
- 4 НАПРАВИТ. ТЕЛЬЦА
- ЯЙЦЕКЛЕТКА КРУПНАЯ
- В НЕЙ МНОГО ПИТ В-В



# Практика



Установите соответствие между процессами и способом деления клетки: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## ПРОЦЕССЫ

- А. происходит деление соматических клеток **1** - В МЕЙОЗЕ ДЕЛЯТСЯ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК
- Б. хромосомный набор уменьшается вдвое **2** - В МИТОЗЕ ОН НЕ МЕНЯЕТСЯ
- В. образуется новое сочетание генов **2** - В РЕЗУЛЬТАТЕ КРОССИНГОВЕРА
- Г. происходят конъюгация и кроссинговер **2** - В ПРОФАЗЕ I
- Д. по экватору клетки располагаются биваленты **2** - ПАРА ГОМОЛОГИЧЕСКИХ ХРОМОСОМ ВО ВРЕМЯ КРОССИНГОВЕРА

## СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ

1. митоз
2. мейоз

ОТВЕТ: 12222



# Практика



Установите соответствие между характеристикой процессов и способом деления клетки: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## ПРОЦЕССЫ

- А. образование половых клеток у млекопитающих **2 - МЕЙОЗ (НЕ ТОЛЬКО У МЛЕКОПИТ.)**
- Б. рост организма **1 - МИТОЗ, Т.К. НАДО СОХРАНИТЬ ЧИСЛО ХРОМОСОМ**
- В. деление зиготы **1 - ТО ЖЕ, ЧТО РОСТ**
- Г. конъюгация и кроссинговер **2 - В ПРОРАЗЕ I**
- Д. уменьшение числа хромосом вдвое **2 - В МЕЙОЗЕ, Т.К. В МИТОЗЕ ЧИСЛО ХРОМОСОМ НЕ МЕНЯЕТСЯ**

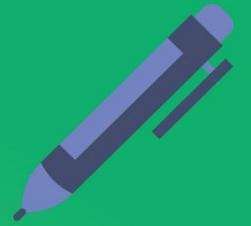
## СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ

1. митоз
2. мейоз

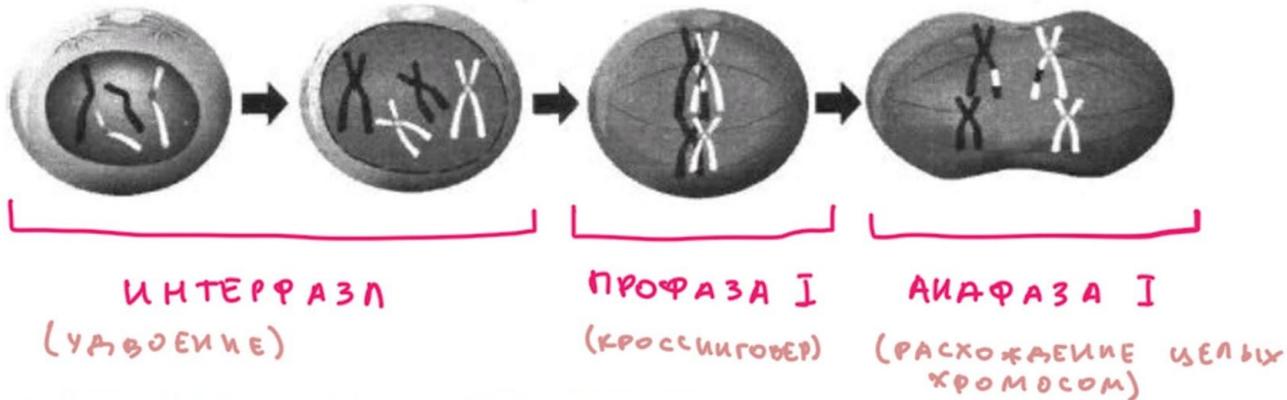
**ОТВЕТ: 2 1 1 2 2**



# Практика



Все перечисленные ниже признаки характерны для описания этапов деления клетки изображенных на рисунке. Определите два признака, «выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.



1. диплоидный набор хромосом в исходной клетке — АА, т.к. это мейоз I
2. кроссинговер — АА
3. расхождение дочерних хроматид — **НЕТ, ЦЕЛЫХ ХРОМОСОМ**
4. однохроматидные хромосомы в биваленте — **НЕТ, В БИВАЛЕНТЕ ХРОМОСОМЫ ВСЕГДА ДВУХВАЛЕНТНЫЕ**
5. двухполосное веретено деления — АА  
ОНО **ВСЕГДА ДВУХПОЛЮСНОЕ**

ОТВЕТ: 34

