



МИТОЗ. МЕЙОЗ.

СТРОЕНИЕ ХРОМОСОМ. ХРОМОСОМНЫЙ НАБОР.

ХРОМОСОМЫ –

**дезоксирибонуклеопротеиды (ДНП),
состоящие из комплекса ДНК
(кодирует наследственную
информацию) и белков (структурная
и регуляторная функция);**

ФОРМЫ ХРОМОСОМ

The diagram consists of a main title 'ФОРМЫ ХРОМОСОМ' at the top. Two red arrows point downwards from the title to two separate boxes. The left box contains the text 'ИНТЕРФАЗНАЯ' and the right box contains 'МИТОТИЧЕСКАЯ'. A vertical line separates the two boxes, and a horizontal line is at the bottom of the diagram.

ИНТЕРФАЗНАЯ

МИТОТИЧЕСКАЯ

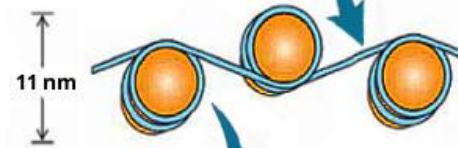
***ИНТЕРФАЗНАЯ* форма хромосомы**

- Каждая хромосома в интерфазе включает одну длинную двухцепочечную молекулу ДНК (т.е. состоит из одной хроматиды);
- В неделящихся клетках хромосомы находятся в деконденсированном (активном) состоянии, т.к. только в этом случае может считываться заложенная в них информация.

Структурная организация ДНК в хромосомах (уровни компактизации)



Участок двойной спирали ДНК



Нуклеосомный уровень

ДНК намотана на белковые "бусины" - белки - гистоны с образованием нуклеосомной нити.



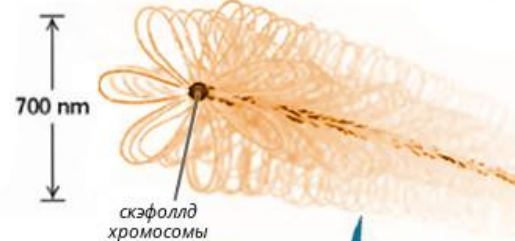
Соленоидный уровень

Скручивание нуклеосомной нити с образованием хроматинового волокна - фибриллы. Компактная укладка "бусин" по типу солениоида или супербида.



Петлевой уровень

Упаковка хроматиновых фибрилл петлями. Петли фиксируются специальным белковым матриксом (скэффолд).



Доменный уровень

Образование петельных доменов, которые своим основанием прикрепляются к белковому матриксу в SAR (scaffold attachment regions) областях - фрагментах ДНК с высоким содержанием А/Т пар нуклеотидов.



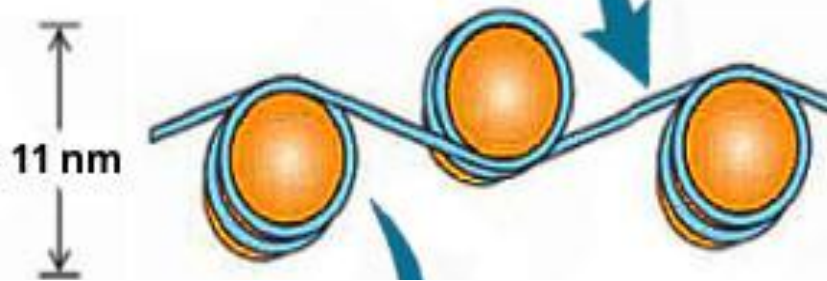
Хромосомный уровень

последний (высший) уровень компактизации ДНК. Митотическая хромосома, состоящая из двух хроматид.

Структурная организация ДНК в хромосомах (уровни компактизации)

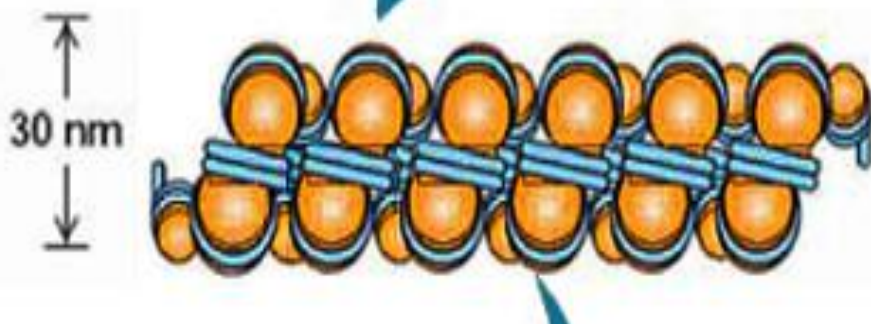


Участок двойной спирали ДНК



Нуклеосомный уровень

ДНК намотана на белковые "бусины" - белки - гистоны с образованием нуклеосомной нити.



Соленоидный уровень

Скручивание нуклеосомной нити с образованием хроматинового волокна - фибриллы. Компактная укладка "бусин" по типу соленоида или супербида.



Петлевой уровень

Упаковка хроматиновых фибрилл петлями. Петли фиксируются специальным белковым матриксом (скэффолд).



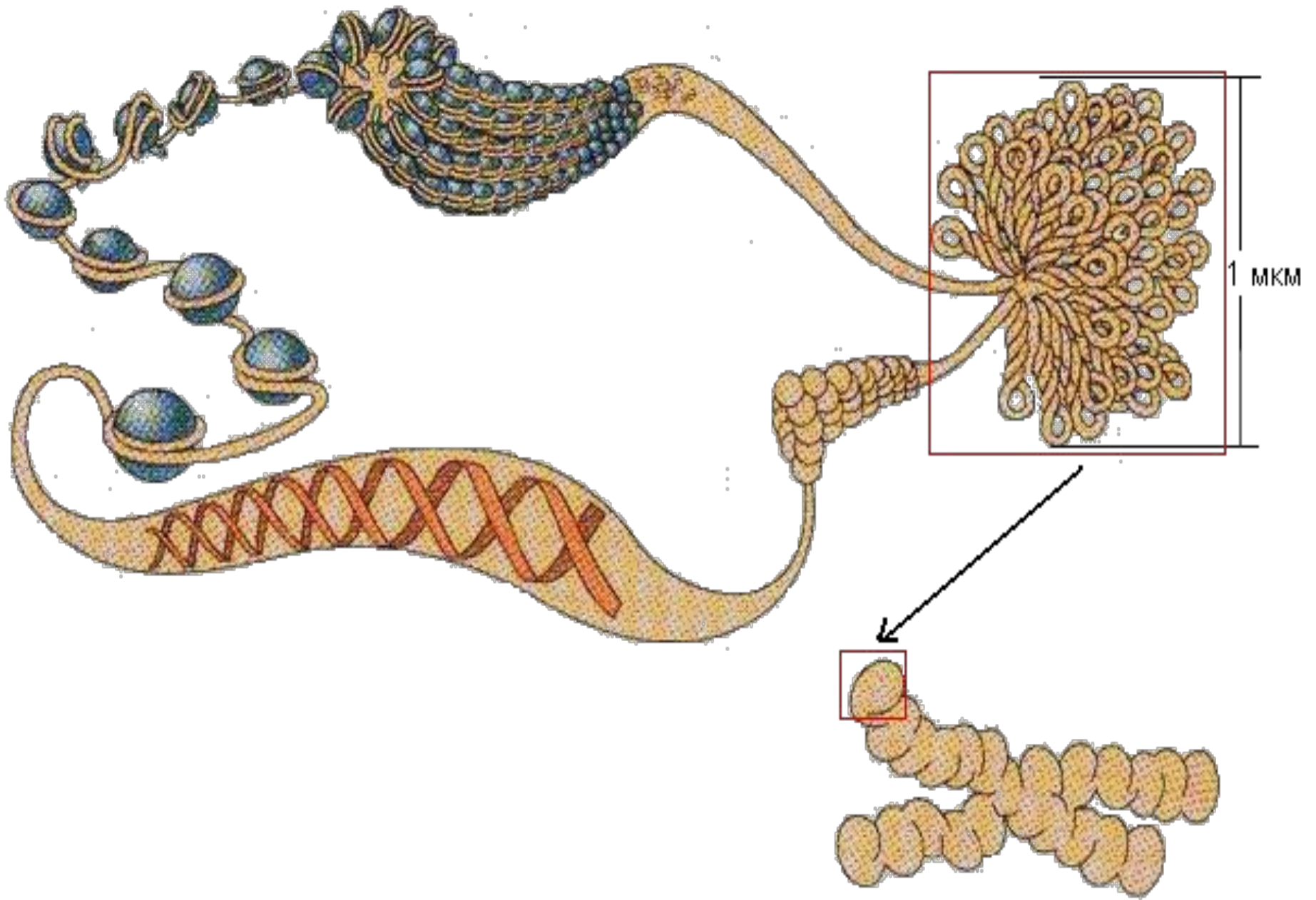
Доменный уровень

Образование петельных доменов, которые своим основанием прикрепляются к белковому матриксу в SAR (scaffold attachment regions) областях - фрагментах ДНК с высоким содержанием А/Т пар нуклеотидов.



Хромосомный уровень

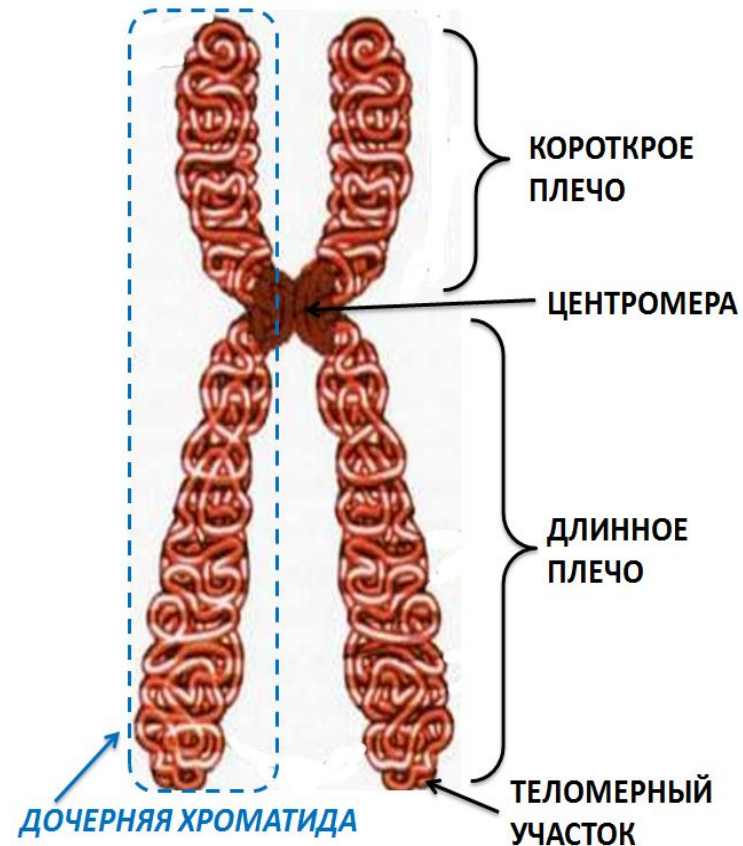
последний (высший) уровень компактизации ДНК. Митотическая хромосома, состоящая из двух хроматид.



МИТОТИЧЕСКАЯ

**(разбираем именно
метафазную)**

**Метафазная хромосома
состоит из двух
сестринских хроматид
(спирализованные
идентичные молекулы
ДНК, образовавшиеся в
результате
репликации);**

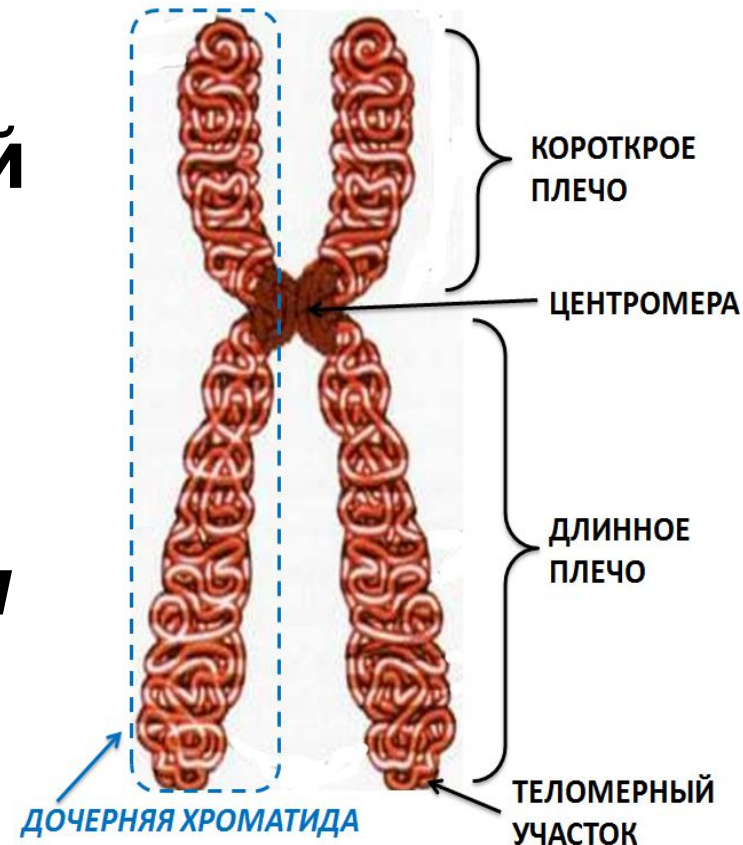


МИТОТИЧЕСКАЯ

Хроматиды соединяются *первичной перетяжкой (центромерой)*, к которой прикрепляются нити веретена деления;

Центромера делит хромосому на *короткое и длинное плечо*;

Конец хромосомы называется *теломером* (препятствует «слипанию» хромосом);



**Во время деления клетки
спирализацией достигается
плотная упаковка ДНК, что важно
для перемещения хромосом во
время митоза - конденсированное
(неактивное) состояние;**

ХРОМОСОМНЫЙ НАБОР –
это совокупность хромосом,
находящихся в ядре;

Тип клетки	Хромосомный набор	Характеристика
СОМАТИЧЕСКИЕ (все клетки организма, кроме половых: кожа, почки и проч.)	$2n$ двойной \ диплоидный	Хромосомы представлены парами (гомологичные хромосомы, принадлежащие к одной паре имеют одинаковые форму и размеры, определяют одни и те же признаки)
ПОЛОВЫЕ (сперматозоиды, яйцеклетки)	$1n$ одинарный \ гаплоидный	Хромосомы представлены в единственном числе и НЕ имеют гомологичной хромосомы

КАРИОТИП – совокупность признаков хромосомного набора соматической клетки (количество, размеры, форма);

• У человека:

ДИПЛОИДНЫЙ НАБОР ($2n$) содержит 46 хромосом (44 аутосомы и 2 половые хромосомы),

ГАПЛОИДНЫЙ ($1n$) — 23 хромосомы

ПРИМЕР ЗАДАНИЙ ЛИНИИ 3

В ядре соматической клетки тела человека в норме содержится 46 хромосом. Сколько хромосом содержится в оплодотворённой яйцеклетке? В ответ запишите только соответствующее число.

46

**Число хромосом в лейкоцитах —
клетках крови человека равно... В
ответ запишите только
соответствующее число хромосом.**

46

**Ядро соматической клетки лягушки
содержит 26 хромосом. Сколько
молекул ДНК содержит сперматозоид
лягушки? В ответ запишите только
соответствующее число.**

13

**Сколько аутосом содержится в
сперматозоиде у человека? В ответ
запишите только соответствующее
число.**

22

Определите число хромосом в соматических клетках плодовой мушки дрозофилы, если в её гаметах содержится 4 хромосомы. В ответ запишите только соответствующее число.

8

В соматической клетке тела рыбы 56 хромосом. Какой набор хромосом имеет яйцеклетка рыбы? В ответе запишите только количество хромосом.

28

Определите число хромосом в соматических клетках плодовой мушки дрозофилы, если в её гаметах содержится 4 хромосомы. В ответ запишите только соответствующее число.

8

**В соматической клетке спорофита
цветкового растения 24 хромосомы.
Сколько хромосом в микроспоре
этого растения? В ответе запишите
только число.**

12

**Кариотип собаки состоит из 78
хромосом. Сколько хромосом
содержит зрелый эритроцит собаки?
В ответе запишите только число..**

0

Кариотип шимпанзе составляет 48 хромосом. На сколько хромосом меньше содержится в яйцеклетках человека, чем в яйцеклетках шимпанзе? В ответе запишите только цифру.

*У шимпанзе $2n=48$, в яйцеклетке шимпанзе — 24 хромосомы ($1n=24$).
У человека - 46 хромосом ($2n=46$), в яйцеклетке - 23 хромосомы ($n=23$).
Резюме: в яйцеклетке человека (23 хромосомы) содержится **на одну хромосому меньше**, чем в яйцеклетке шимпанзе (24 хромосомы):
 $24-23=1$.*

1

Сколько половых хромосом содержит сперматозоид человека, если в гаплоидном наборе 23 хромосомы? В ответе запишите только соответствующее число.

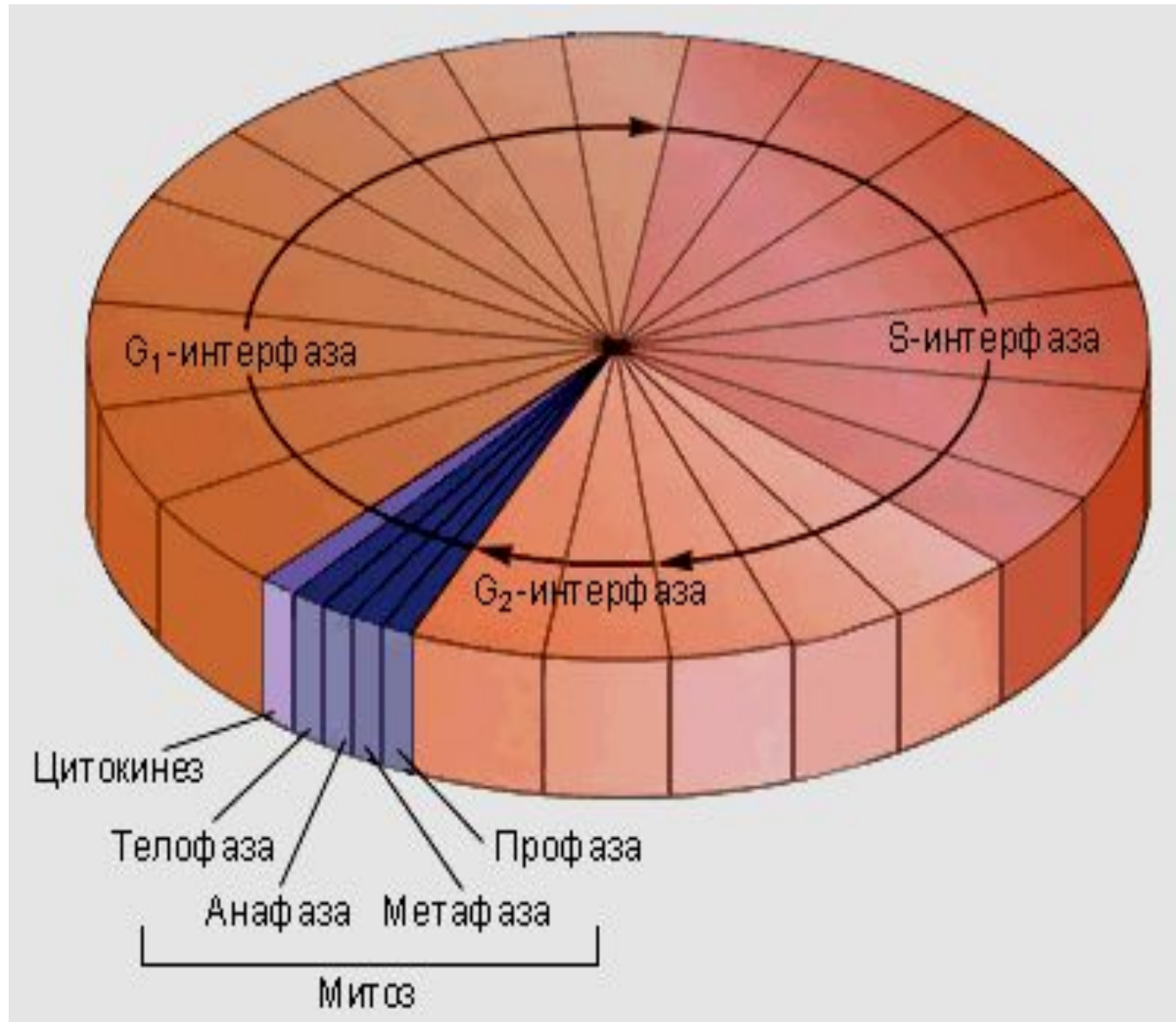
1

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ

**-существование клетки с момента
возникновения (в результате деления
материнской клетки) до
последующего деления или смерти;**

**Клеточный цикл =
интерфаза + деление клетки (митоз \
мейоз)**

Клеточный цикл с митозом

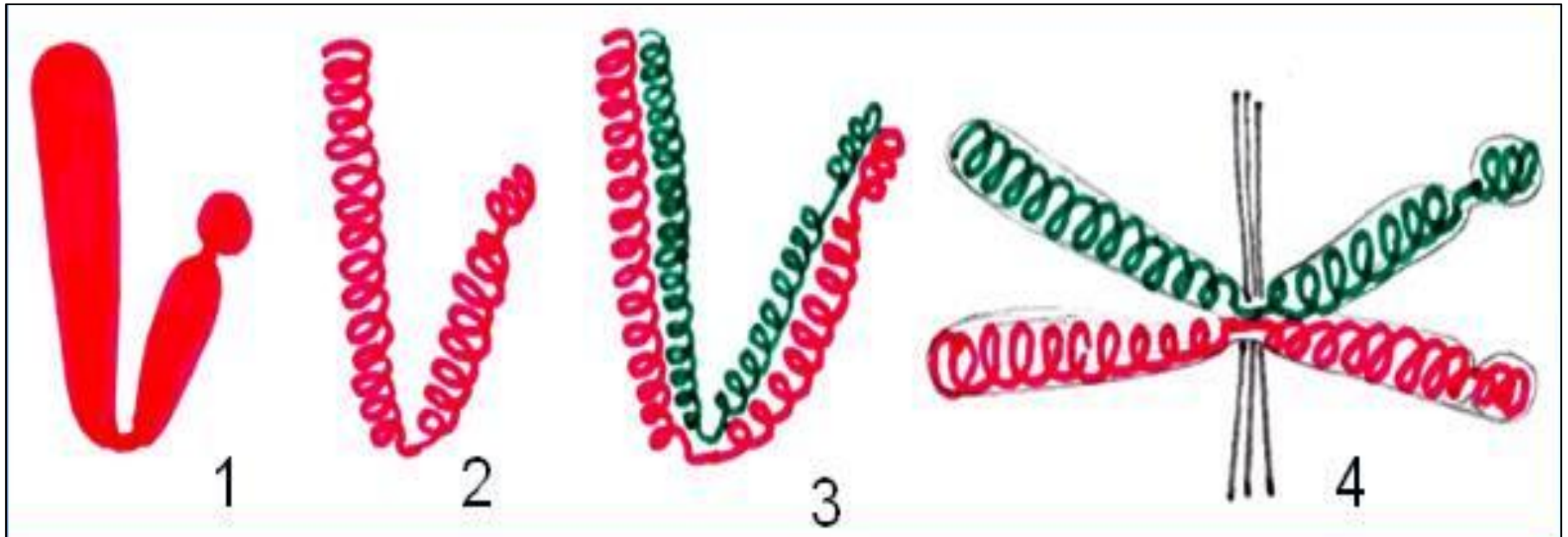


ИНТЕРФАЗА

Самая длительная фаза в клеточном цикле;

Клетка готовится к делению, накапливает БЖУ и удваивает все органоиды и центриоли, состоит из 3 периодов.

<p><i>Период интерфазы и набор хромосом</i></p>	<p><i>Происходящие процессы</i></p>
<p>1) Пресинтетический, G1 (2n2c)</p>	<p>Рост клетки, накопление энергии и веществ для предстоящей репликации ДНК;</p>
<p>2) Синтетический, S (2n4c)</p>	<p>Удвоение (репликация) ДНК, каждая хромосома состоит из 2х хроматид;</p>
<p>3) Пост-синтетический, G2 (2n4c)</p>	<p>Накопление энергии для деления клетки, синтез белков микротрубочек для веретена деления; Удвоение центриолей КЦ</p>



Строение хромосом в разные периоды клеточного цикла

**1,2 – пресинтетический период,
3 – синтетический,
4 – метафаза;**

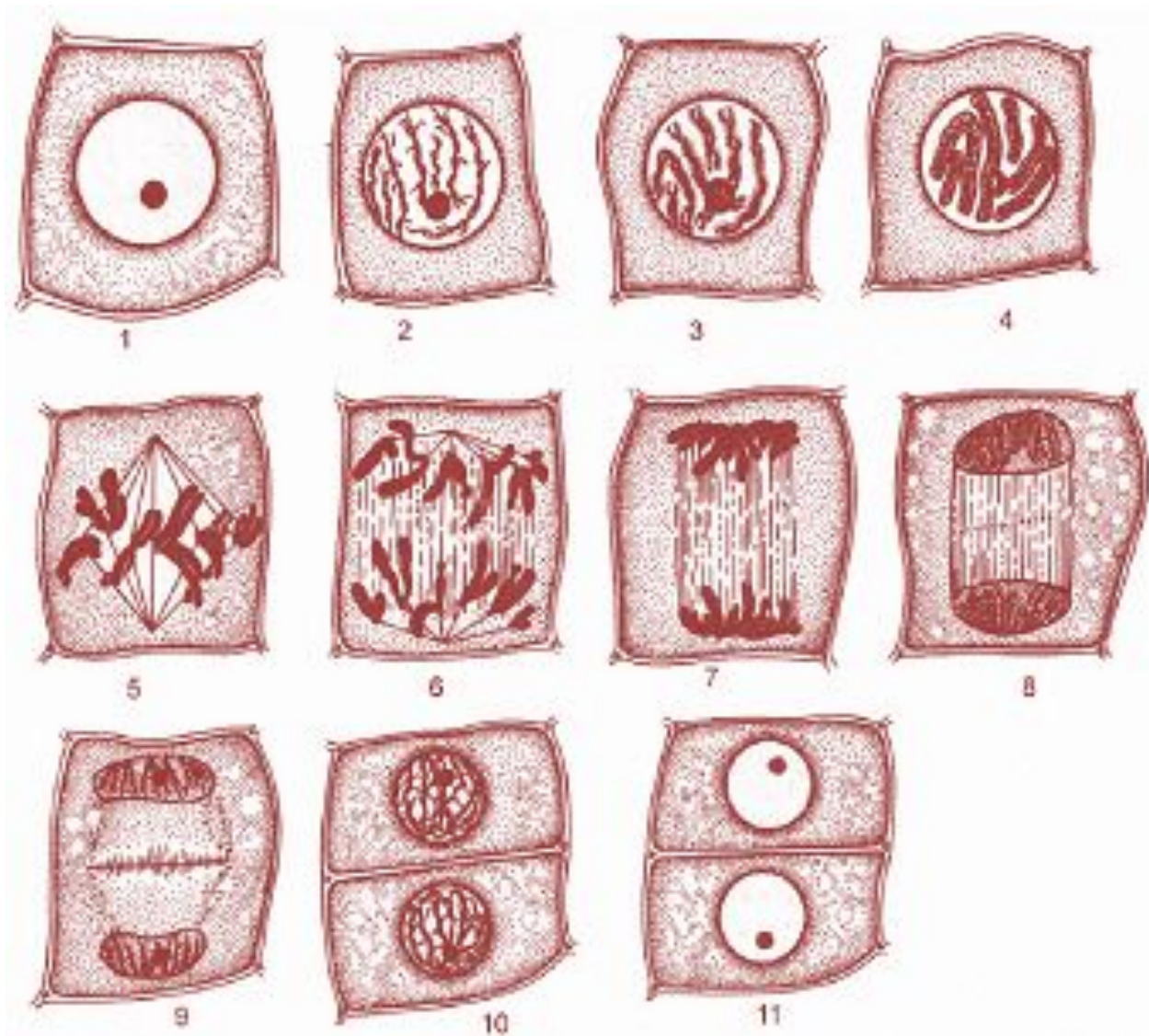
Клеточный цикл

Стадия	Происходящие процессы
G1 2n2c	Рост клетки, накопление энергии и веществ для предстоящего удвоения ДНК <i>пресинтетический</i>
S 2n4c	Удвоение ДНК (репликация), белков, увеличение количества РНК. К концу периода каждая хромосома состоит из двух хроматид <i>синтетический</i>
G2 2n4c	Накопление энергии для митоза, синтез белков микротрубочек для веретена деления <i>постсинтетический</i>
M	Деление клетки, в результате которого происходит равномерное распределение генетического материала между дочерними клетками. Состоит из двух стадий: деления ядра (кариокинеза) и деления цитоплазмы (цитокинеза).

ИНТЕРФАЗА

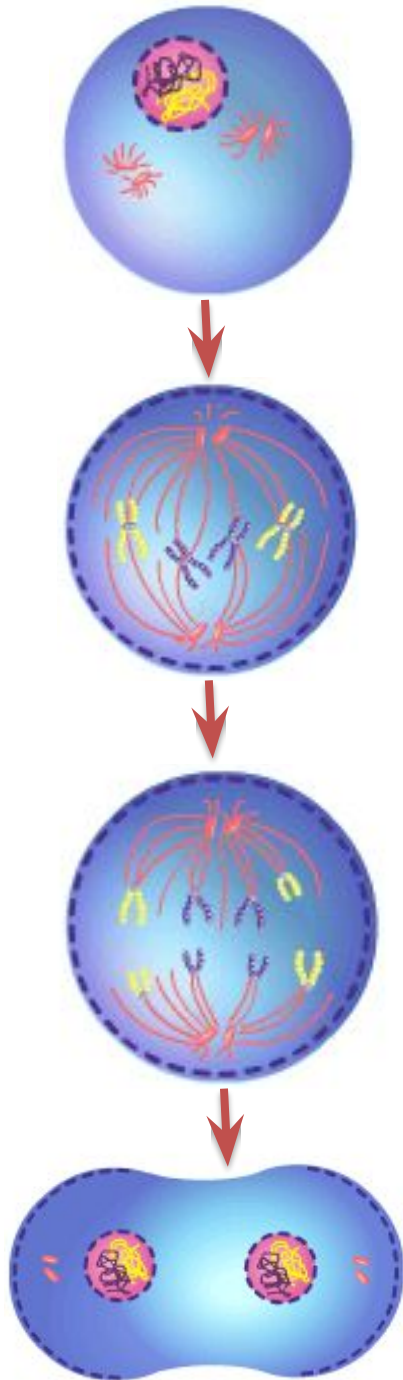
МИТОЗ

МИТОЗ



МИТОЗ

- * Непрямое деление, в результате получаются клетки идентичные материнским;
- * 1 материнская клетка ($2n$) → 2 дочерние клетки ($2n$)
- * Количество хромосом в клетках НЕ изменяется;
- * Количество клеток увеличивается в 2 раза;

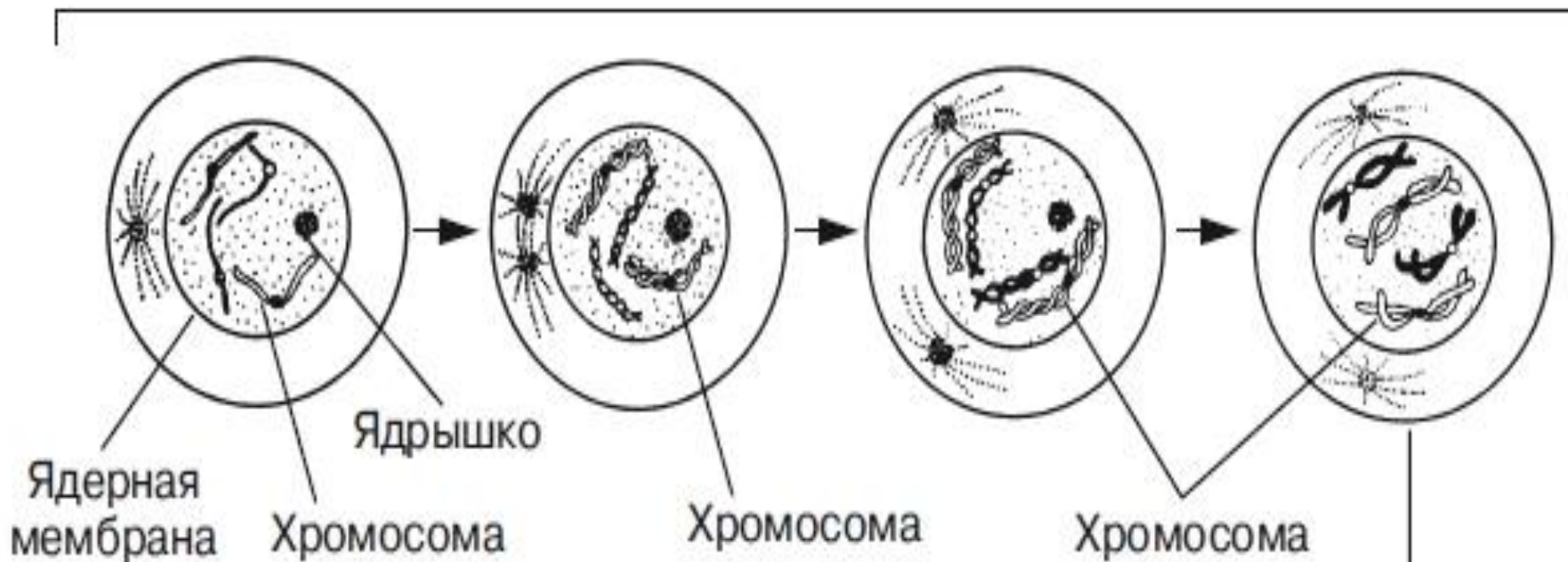


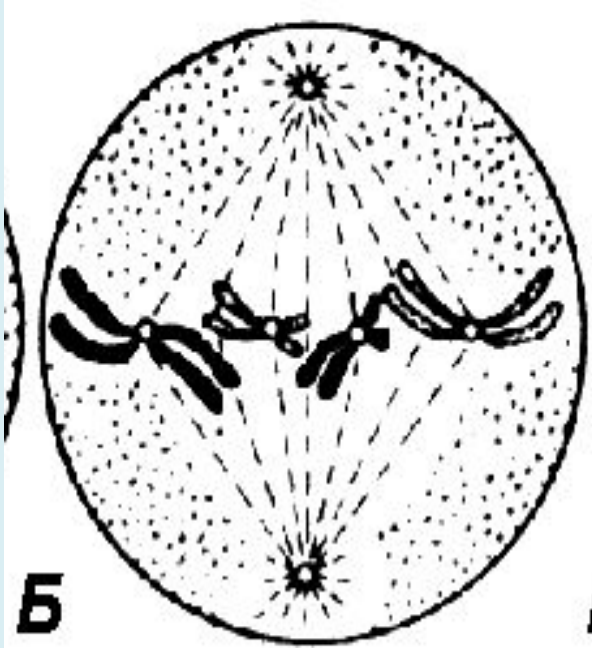
Фазы	Хромосомный набор
А) ПРОФАЗА	$2n4c$
Б) МЕТАФАЗА	$2n4c$
В) АНАФАЗА	$4n4c$
Г) ТЕЛОФАЗА	$2n2c$

Фазы	Хромосом-ный набор	Процессы
<p>А) ПРОФАЗ А</p> 	<p>2n4c</p>	<p>Спирализация двуххроматидных хромосом;</p> <p>Распадается ядерная оболочка;</p> <p>Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки;</p> <p>От центриолей</p>

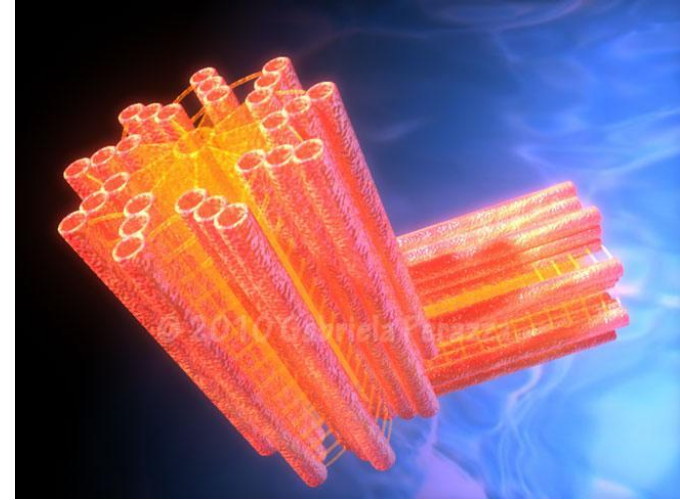
Схема митоза в клетках корешка лука лука (Профаза)

Профаза



Фазы	Хромосом-ный набор	Процессы
<p data-bbox="28 364 357 592">Б) МЕТАФА ЗА</p>  <p data-bbox="48 1149 106 1220">Б</p>	<p data-bbox="434 478 627 549">2n4c</p>	<p data-bbox="685 378 1806 1263">Нити веретена деления прикрепляются к центромерам хромосом; <i>Двуххроматидные хромосомы</i> выстраиваются по экватору клетки (метафазная пластинка);</p>

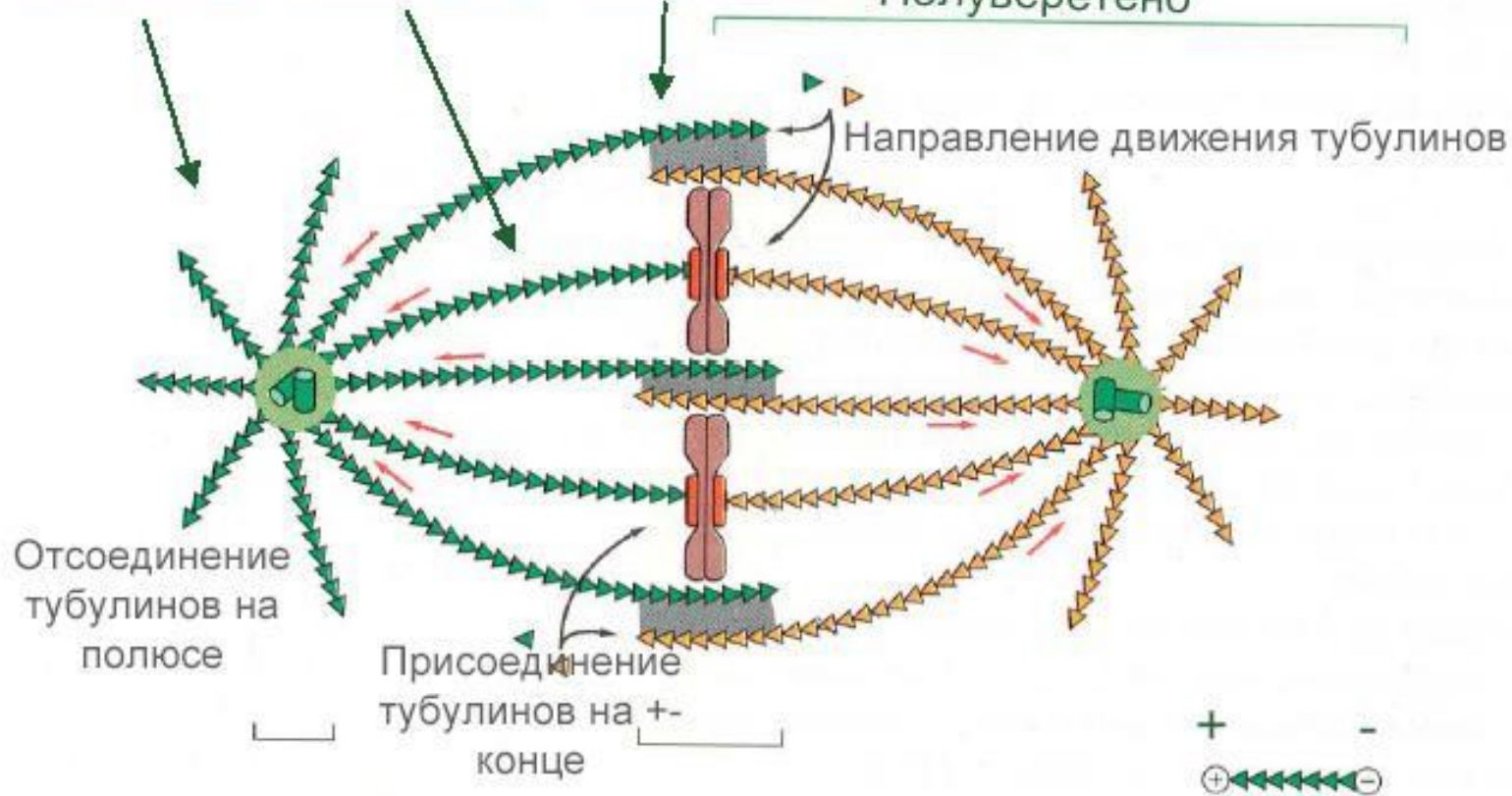
Веретено деления

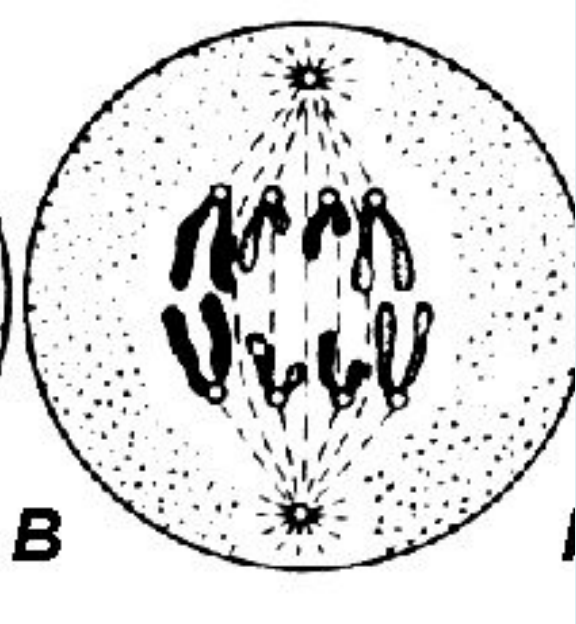


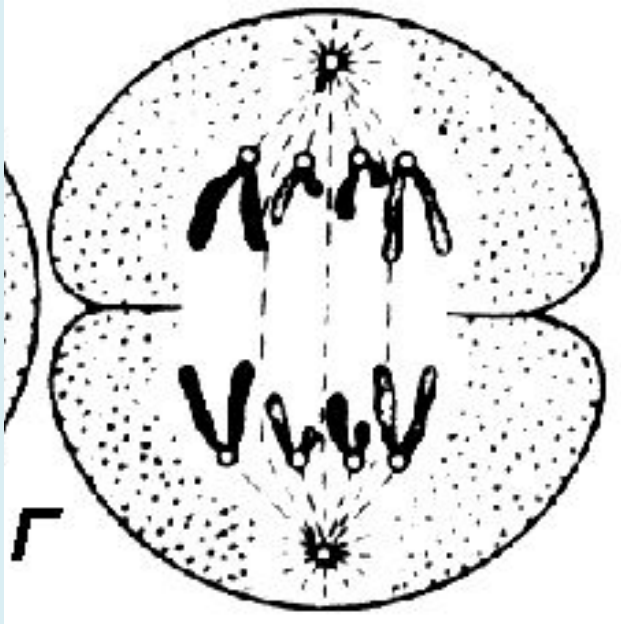
Микротрубочки:

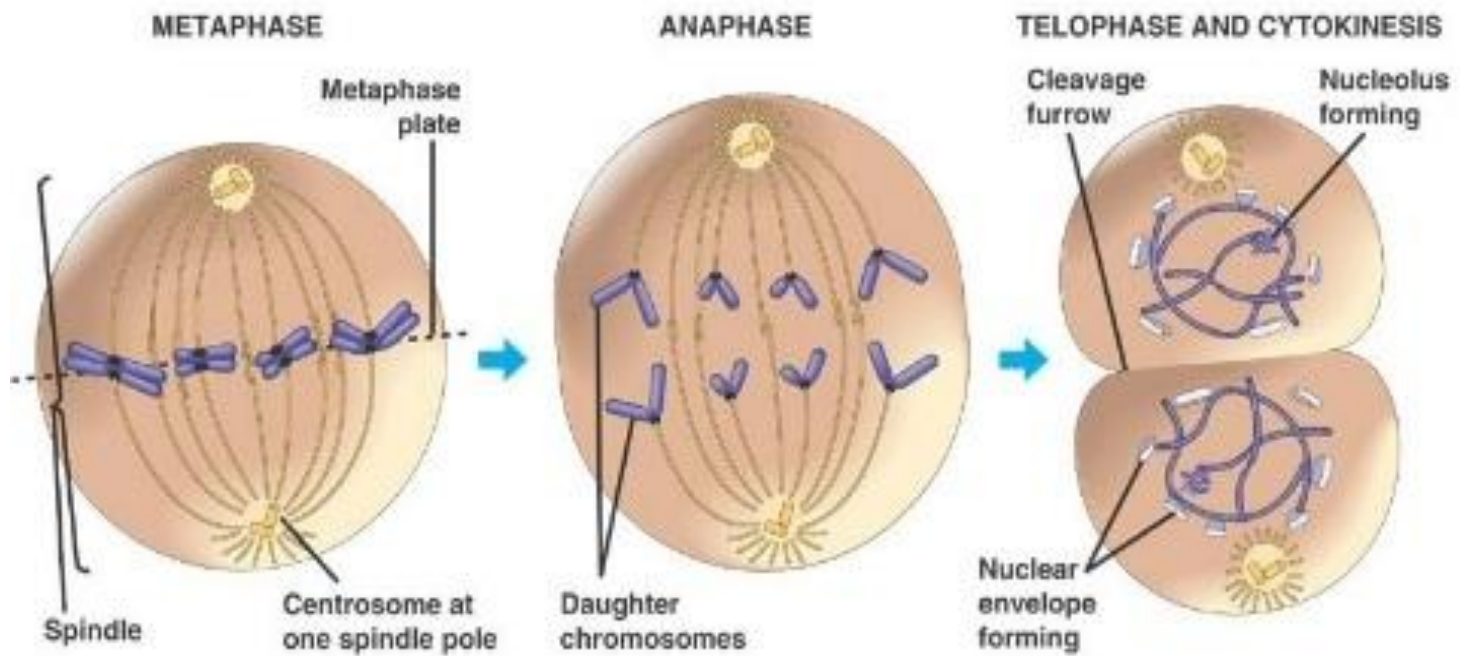
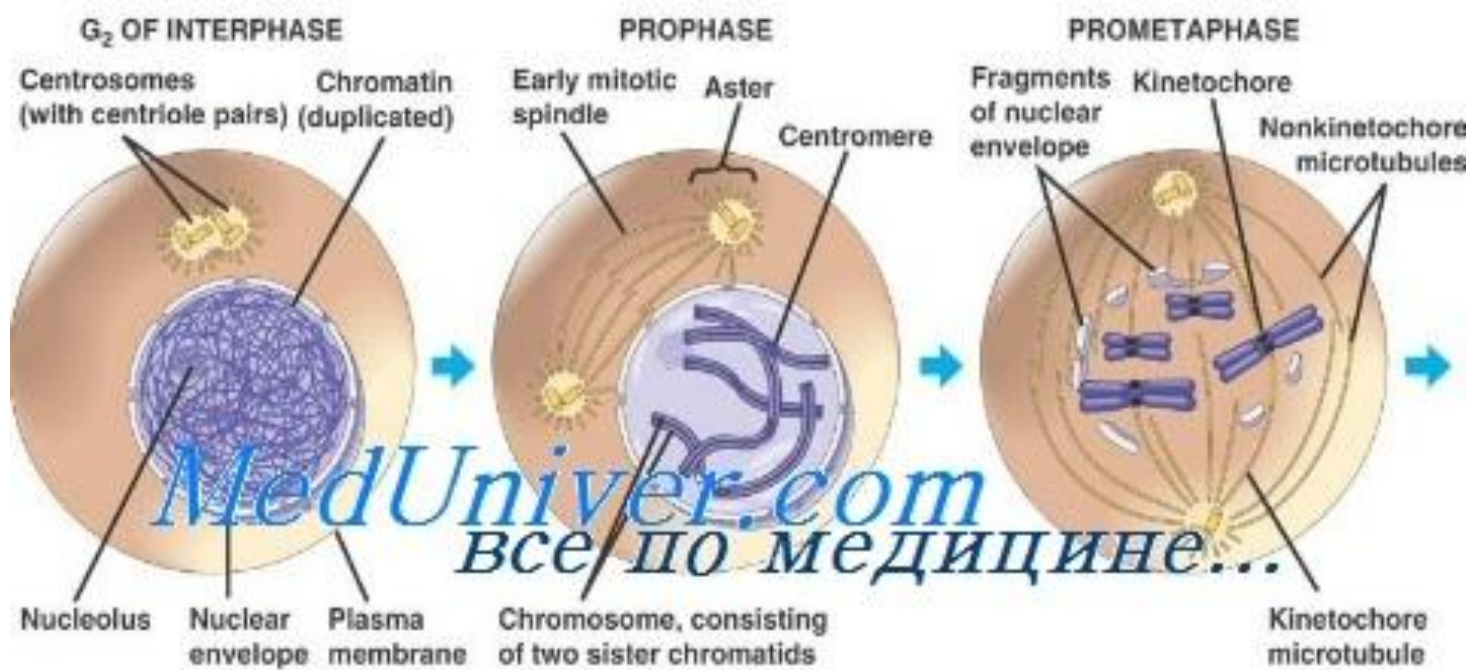
астральные кинетохорные полюсные

Полуверетено



Фазы	Хромосомный набор	Процессы
<p>В) АНАФАЗ А</p> 	<p>4n4c</p>	<p>Разделение центромер хромосом;</p> <p>Сестринские хроматиды отделяются друг от друга и расходятся к противоположным полюсам клетки за счет сокращения нитей веретена деления;</p>
<p><i>!!!У каждого полюса набор хромосом - 2n2c; С этого</i></p>		

Фазы	Хромосомный набор	Процессы
<p>Г) ТЕЛОФА ЗА</p> 	<p>$2n2c$</p>	<p>Дочерние хромосомы деспирализуются, вокруг них образуется ядерная оболочка.</p> <p>Исчезают нити веретена деления;</p> <p>Происходит <i>цитокинез</i> – деление цитоплазмы (у животной клетки – от краев к центру клетки, у растительной – от центра к краям клетки).</p>



БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА

- Обеспечивает генетическую стабильность ОРГАНИЗМА = постоянство числа хромосом в клеточных поколениях (так как дочерние клетки идентичны материнским);
Он отвечает за распределение генного материала в пределах особи.
- Лежит в основе бесполого размножения;
- Рост многоклеточного организма, увеличение численности одноклеточных организмов;
- Регенерация утраченных частей тела;
- Образование соматических клеток;

РАЗНОВИДНОСТИ МИТОЗА

АМИТО 3

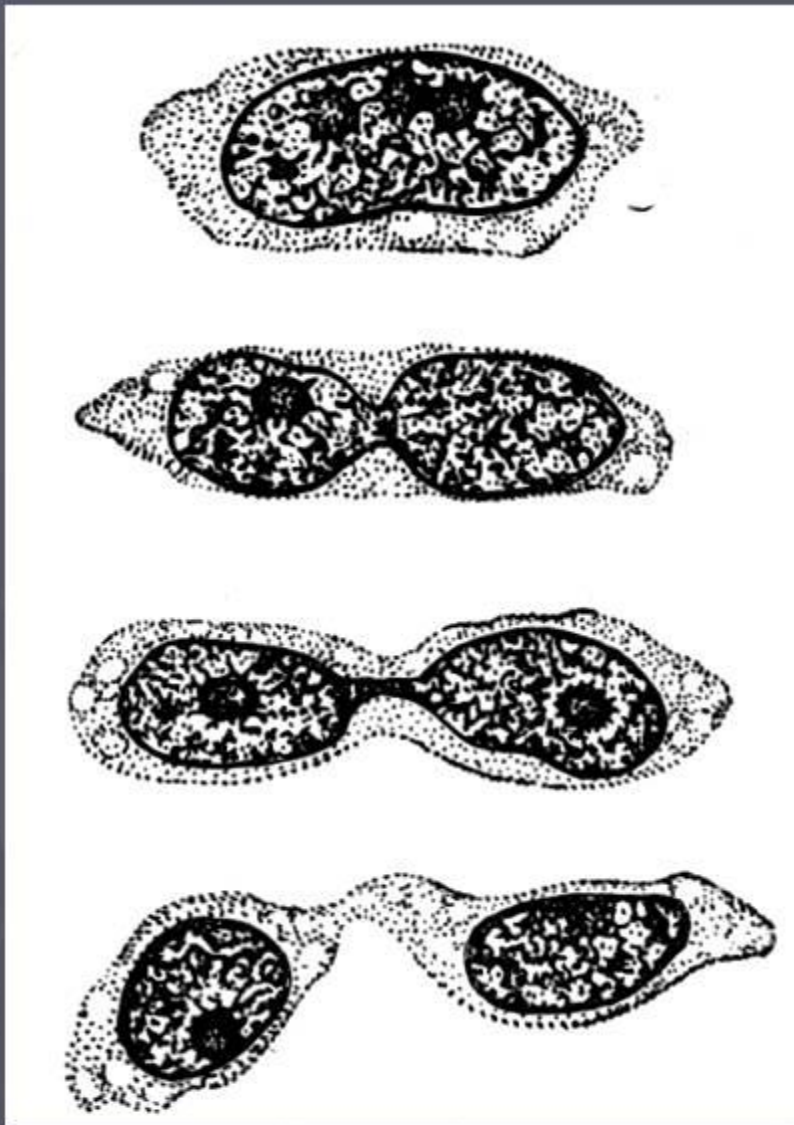
Прямое деление.

Интерфазное ядро делится путём перетяжки без образования веретена деления.

Норма: роговица глаза, хрящевые и печеночные клетки; Патология:

создающая опухоли

АМИТОЗ или прямое деление



- ▶ Амитоз – это деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования веретена деления.

- ▶ **Распространенность в природе:**

Норма

1. Амебы
2. Большое ядро инфузорий
3. Эндосперм
4. Клубень картофеля
5. Роговица глаза
6. Хрящевые и печеночные клетки

Патология

1. При воспалениях
2. Злокачественные новообразования

Значение:

экономичный (мало энергозатрат) процесс воспроизводства клеток

РАЗНОВИДНОСТИ МИТОЗА

Эндоми тоз	Удвоение хромосом без деления ядра (<i>образуются полиплоидные клетки</i>);
Полите ния	Множественное удвоение хроматид, которые не расходятся (<i>образуются гигантские политенные хромосомы</i>). <i>Пример: слюнные железы</i>

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ - МИТОЗ

ЗАДАНИЯ ЛИНИИ 3

Определите число хромосом в конце телофазы митоза в клетках эндосперма семени фасоли, если клетки листьев фасоли содержат 20 хромосом. В ответ запишите только соответствующее число хромосом.

ОТВЕТ: 30

**Конец телофазы – $2n2c$ (в диплоидных клетках, например в листе = 20 хромосом)
Эндосперм у цветковых триплоидный ($3n$)**

Все приведенные ниже признаки, кроме двух, можно использовать для описания процессов интерфазы клеточного цикла.

- 1) рост клетки**
- 2) расхождение гомологичных хромосом**
- 3) расположение хромосом по экватору клетки**
- 4) репликация ДНК**
- 5) синтез органических веществ**

Перечисленные ниже процессы, кроме двух, используются для характеристики интерфазы клеточного цикла.

- 1) образование веретена деления**
- 2) синтез АТФ**
- 3) репликация**
- 4) рост клетки**
- 5) кроссинговер**

Выберите три варианта. Какие структуры клетки претерпевают наибольшие изменения в процессе митоза?

- 1) ядро**
- 2) цитоплазма**
- 3) рибосомы**
- 4) лизосомы**
- 5) клеточный центр**
- 6) хромосомы**

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух,²⁵ используются для описания изображенного на рисунке процесса.

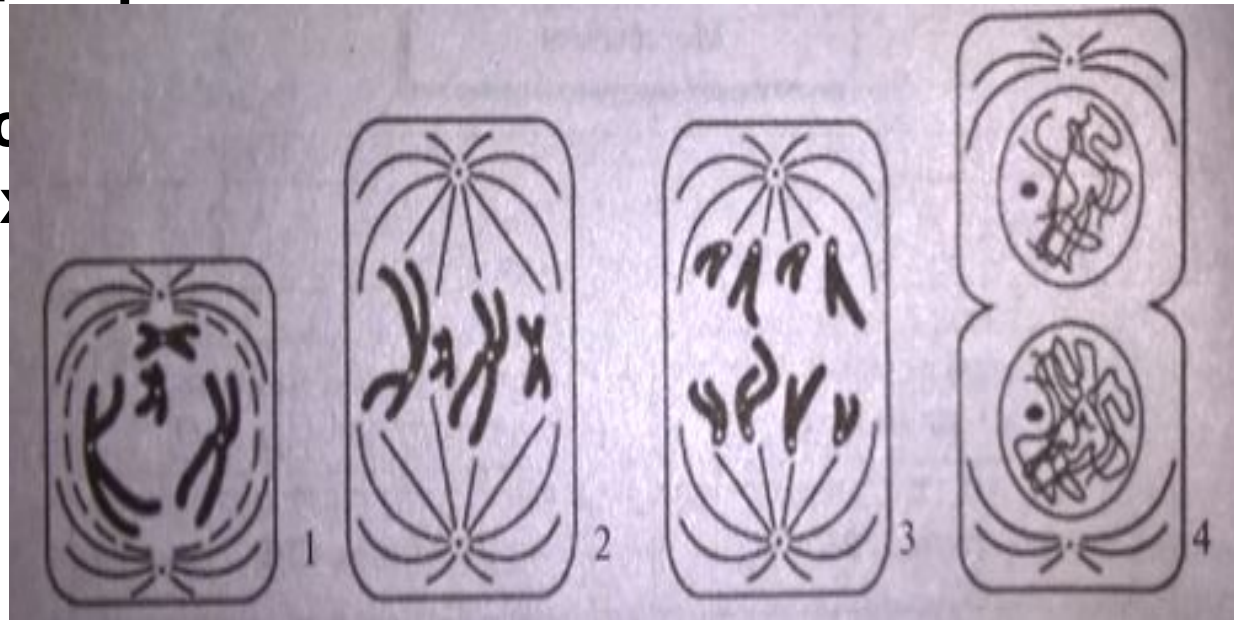
1) дочерние клетки имеют одинаковый с родительскими клетками набор хромосом

2) неравномерное распределение генетического материала между дочерними клетками

3) обеспечивает рост

4) образование двух дочерних клеток

5) прямое деление



Установите последовательность процессов, происходящих в ходе интерфазы и митоза. Запишите соответствующую последовательность цифр

- 1) спирализация хромосом, исчезновение ядерной оболочки**
- 2) расхождение сестринских хромосом к полюсам клетки**
- 3) образование двух дочерних клеток**
- 4) удвоение молекул ДНК**
- 5) размещение хромосом в плоскости экватора клетки**

415362

Установите последовательность процессов, происходящих в ходе митоза. Запишите соответствующую последовательность цифр.

- 1) нити веретена деления прикрепляются к каждой хромосоме**
- 2) формируется ядерная оболочка**
- 3) происходит удвоение центриолей**
- 4) синтез белков, увеличение числа митохондрий**
- 5) центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки**
- 6) хроматиды становятся самостоятельными хромосомами**

Выберите один, наиболее правильный вариант. В профазе митоза НЕ происходит

- 1) растворения ядерной оболочки**
- 2) формирования веретена деления**
- 3) удвоения хромосом**
- 4) растворения ядрышек**

214356

Установите правильную последовательность процессов, происходящих во время митоза. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) распад ядерной оболочки**
- 2) утолщение и укорочение хромосом**
- 3) выстраивание хромосом в центральной части клетки**
- 4) начало движения хромосом к центру**
- 5) расхождение хроматид к полюсам клетки**

4

Выберите один, наиболее правильный вариант. Деспирализация хромосом при делении клетки происходит в

- 1) профазе**
- 2) метафазе**
- 3) анафазе**
- 4) телофазе**

21221

Установите соответствие между процессами и фазами митоза: 1) анафаза, 2) телофаза.

А) образуется ядерная оболочка

Б) сестринские хромосомы расходятся к полюсам клетки

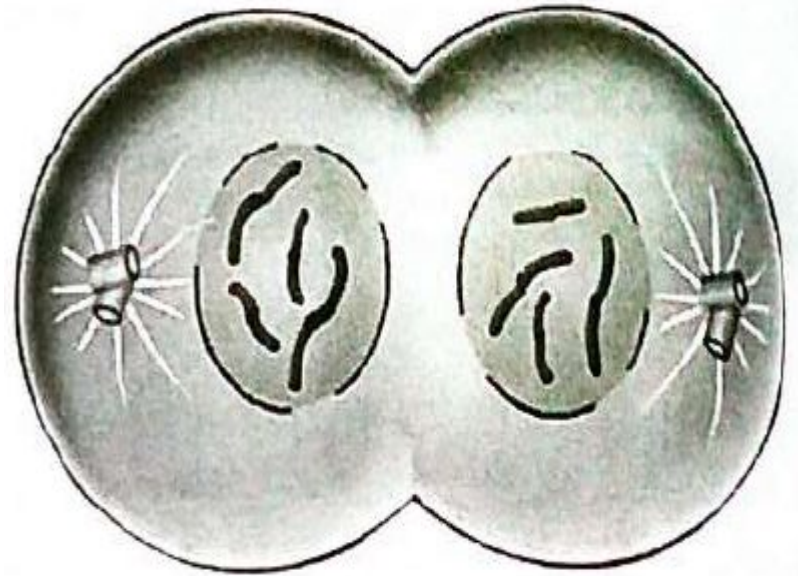
В) веретено деления окончательно исчезает

Г) хромосомы деспирализуются

Д) центромеры хромосом разъединяются

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, используются для описания изображенной на рисунке стадии жизненного цикла клетки. 25

- 1) исчезает веретено деления
- 2) хромосомы образуют экваториальную пластинку
- 3) вокруг хромосом у каждого полюса образуется ядерная оболочка
- 4) происходит разделение цитоплазмы
- 5) хромосомы спирализуются и становятся хорошо видимыми



312321

Установите соответствие между характеристиками и фазами деления клетки:

1) анафаза, 2) метафаза, 3) телофаза.

А) деспирализация хромосом

Б) число хромосом и ДНК $4n4c$

В) расположение хромосом по экватору клетки

Г) расхождение хромосом к полюсам клетки

Д) соединение центромер с нитями

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, можно использовать для описания процесса митоза.

- 1) лежит в основе бесполого размножения**
- 2) не прямое деление**
- 3) обеспечивает регенерацию**
- 4) редукционное деление**
- 5) увеличивается генетическое разнообразие**

Какие процессы происходят в клетке в период интерфазы?

- 1) синтез белков в цитоплазме**
- 2) спирализация хромосом**
- 3) синтез иРНК в ядре**
- 4) редупликация молекул ДНК**
- 5) растворение ядерной оболочки**
- 6) расхождение центриолей клеточного центра к полюсам клетки**

136



Рассмотрите рисунок. Укажите

(А) тип деления,

(Б) фазу деления,

(В) количество генетического материала в клетке.

1) митоз

2) мейоз II

3) метафаза

4)

анафаза

5) телофаза

6) $2n4c$

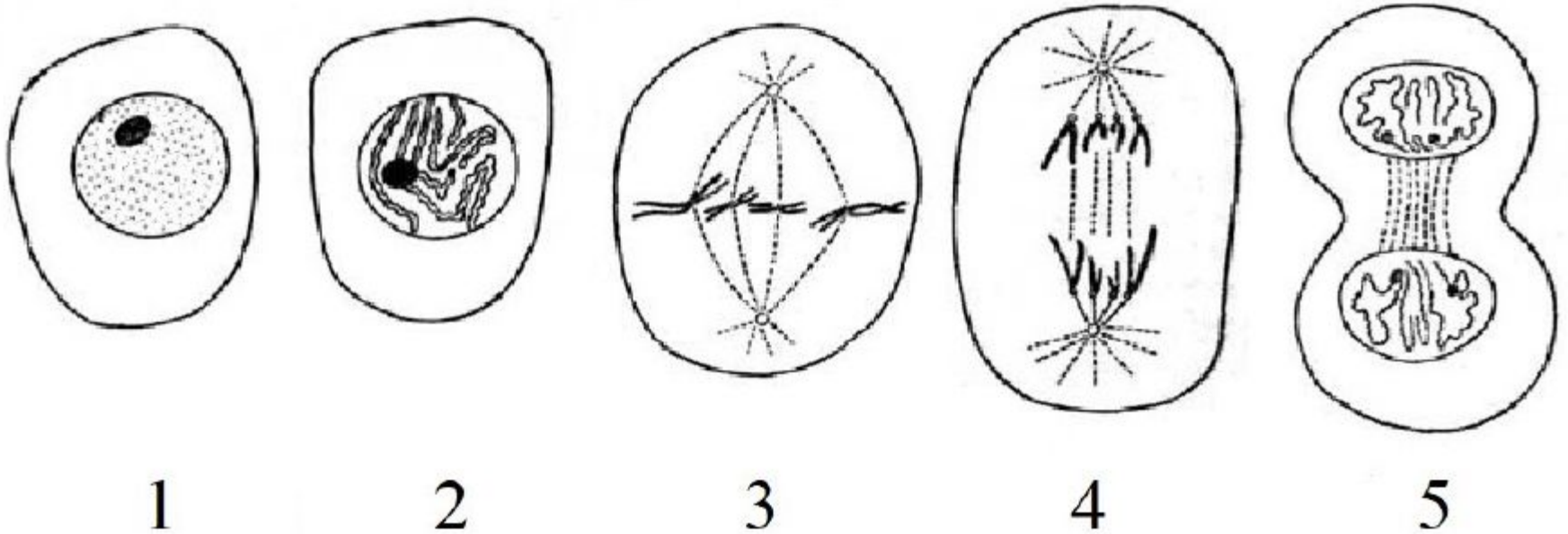
7) $4n4c$

8) $n2c$

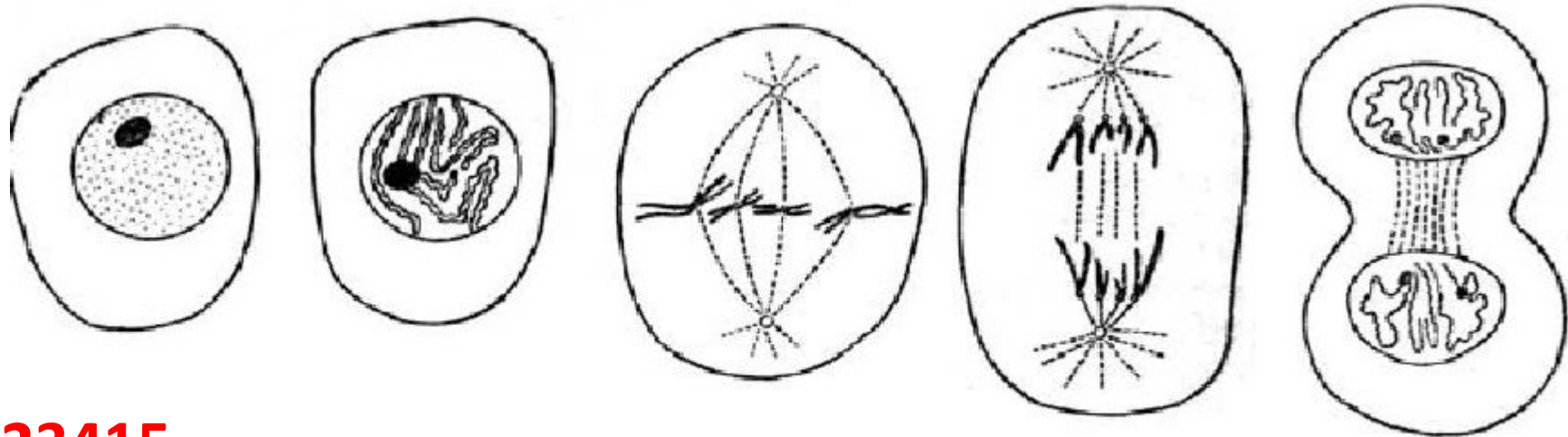
Какие процессы происходят в клетке в период интерфазы?

- 1) синтез белков в цитоплазме**
- 2) спирализация хромосом**
- 3) синтез иРНК в ядре**
- 4) редупликация молекул ДНК**
- 5) растворение ядерной оболочки**
- 6) расхождение центриолей клеточного центра к полюсам клетки**

4 - анафаза



Укажите фазу деления клетки, в которой количество хромосом и ДНК описывается формулой $4n4c$.



423415

1

2

3

4

5

Установите соответствие между признаками и фазами митоза, обозначенными цифрами на схеме: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИЗНАКИ

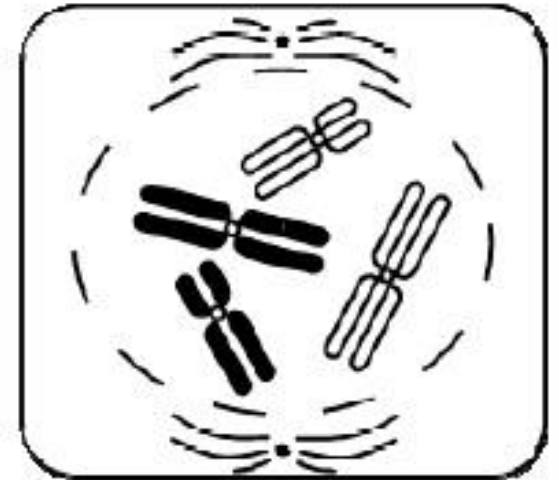
ФАЗЫ МИТОЗА

- | | |
|--|------|
| А) укорачиваются нити веретена деления | 1) 1 |
| Б) начинается конденсация хромосом | 2) 2 |
| В) образуется метафазная пластинка | 3) 3 |
| Г) хроматиды расходятся к полюсам клетки | 4) 4 |
| Д) происходит удвоение ДНК | 5) 5 |
| Е) образуются ядерные оболочки | |

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ФАЗУ И ТИП ДЕЛЕНИЯ ПО РИСУНКУ

ПРОФАЗА МИТОЗА

Хромосомы плавают в цитоплазме \ ядре – рисуют редко, т.к. не отличить от ранней профазы других типов деления.

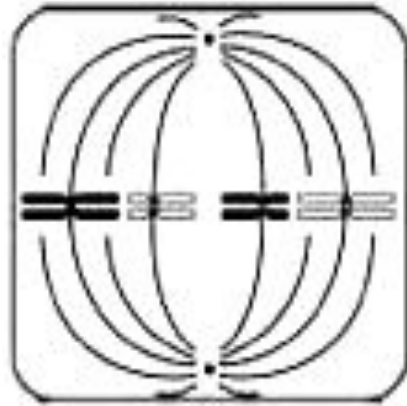
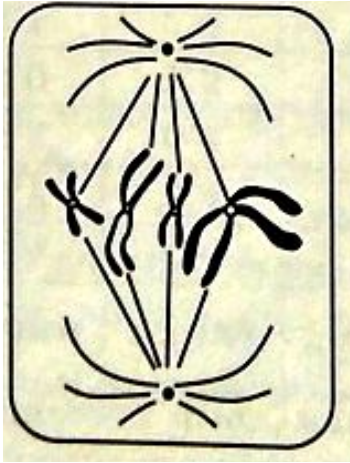


ПРОФАЗА МИТОЗА

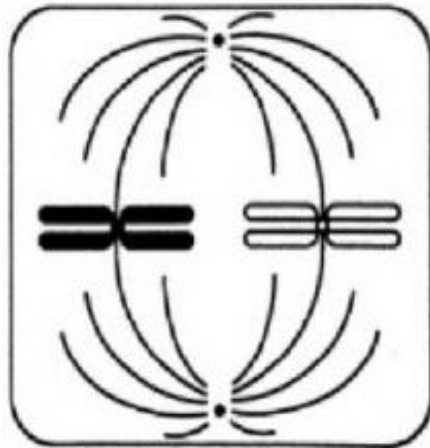


МЕТАФАЗА МИТОЗА

На экваторе расположены гомологичные хромосомы.



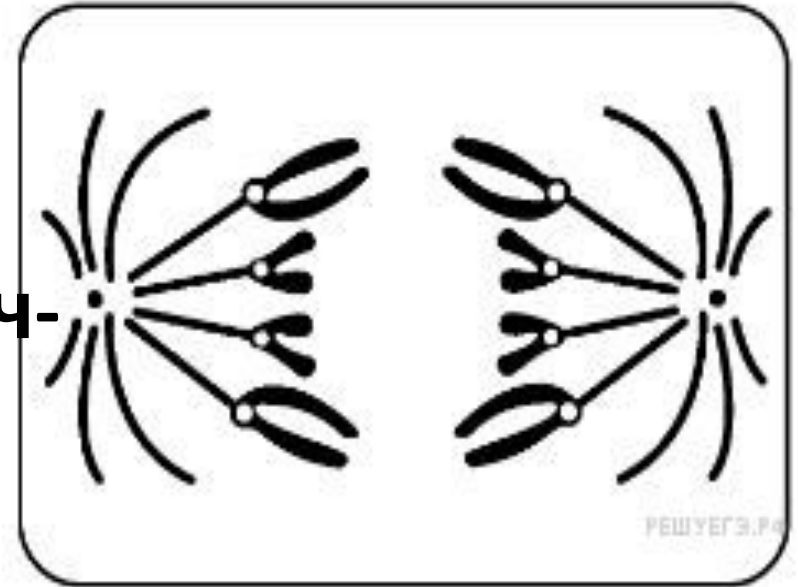
← 2 пары: 2 маленькие и 2 большие хромосомы



← 2 одинаковые по размеру хромосомы

АНАФАЗА МИТОЗА

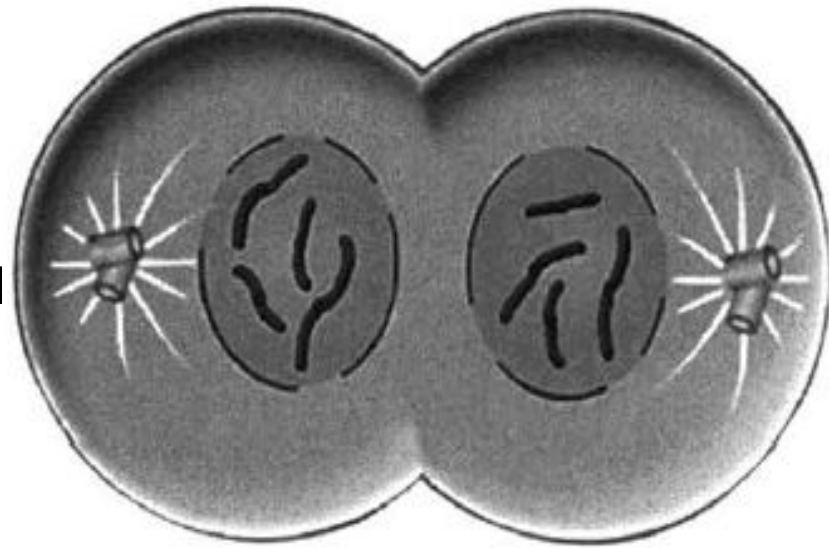
К полюсам расходятся хроматиды (от 2ух изначальных гомологичных хромосом, также отсутствует кроссинговер)


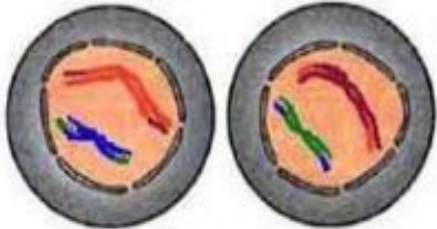

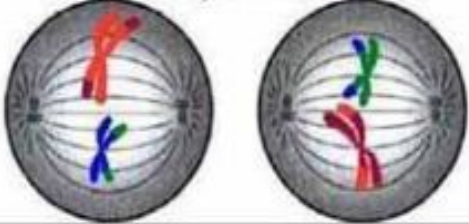

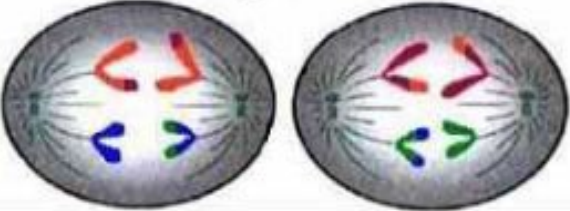




ТЕЛОФАЗА МИТОЗА

Поздняя Телофаза какого именно деления определить сложно, т.к. происходят одинаковые процессы (деспи-рализация хромосом, образование ядерной оболочки, цитокинез).

Есть в каждом ядре по 4 хроматиды, которые гомологичны (2 большие и 2 маленькие)



<i>Первое деление</i>	<i>Второе деление</i>
<p data-bbox="54 215 330 258"><i>Профаза I</i> $2n4c$</p> 	<p data-bbox="550 215 826 258"><i>Профаза II</i>, $1n2c$</p> 
<p data-bbox="34 522 340 565"><i>Метафаза I</i> $2n4c$</p> 	<p data-bbox="527 522 846 565"><i>Метафаза II</i> $1n2c$</p> 
<p data-bbox="48 801 320 843"><i>Анафаза I</i> $2n4c$</p> 	<p data-bbox="556 801 836 843"><i>Анафаза II</i> $2n2c$</p> 
<p data-bbox="42 1079 330 1122"><i>Телофаза I</i> $1n2c$</p> 	<p data-bbox="556 1079 846 1122"><i>Телофаза II</i> $1n1c$</p> 

МЕЙОЗ

МЕЙОЗ

- * Деление половых клеток в зоне созревания (*см. тему Гаметогенез*);
- * Из одной диплоидной клетки ($2n$) образуются 4 генетически различных гаплоидных клетки ($1n$);
- * Состоит из 2ух последовательных делений (мейоз 1 и мейоз 2).

Фазы МЕЙОЗА

Интерфаза

1ое деление мейоза

Профаза 1

Метафаза 1

Анафаза 1

Телофаза 1

Интеркинез

2ое деление мейоза

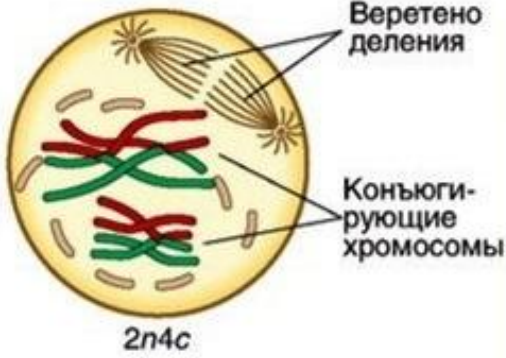
Профаза 2

Метафаза 2

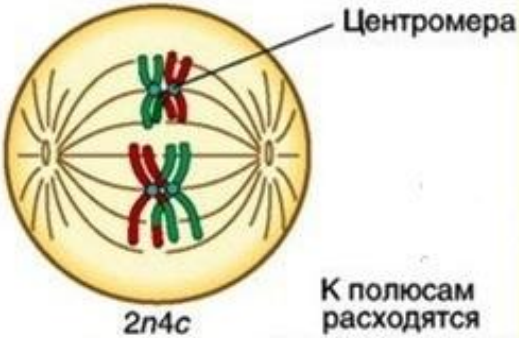
Анафаза 2

Телофаза 2

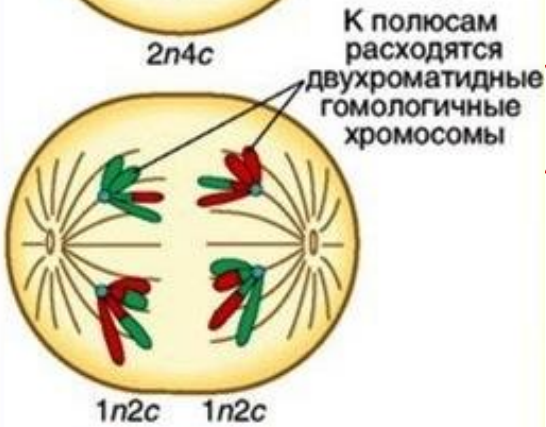
Профаза I



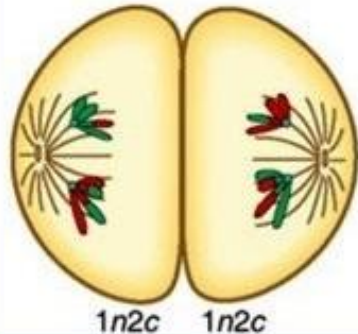
Метафаза I



Анафаза I



Телофаза I



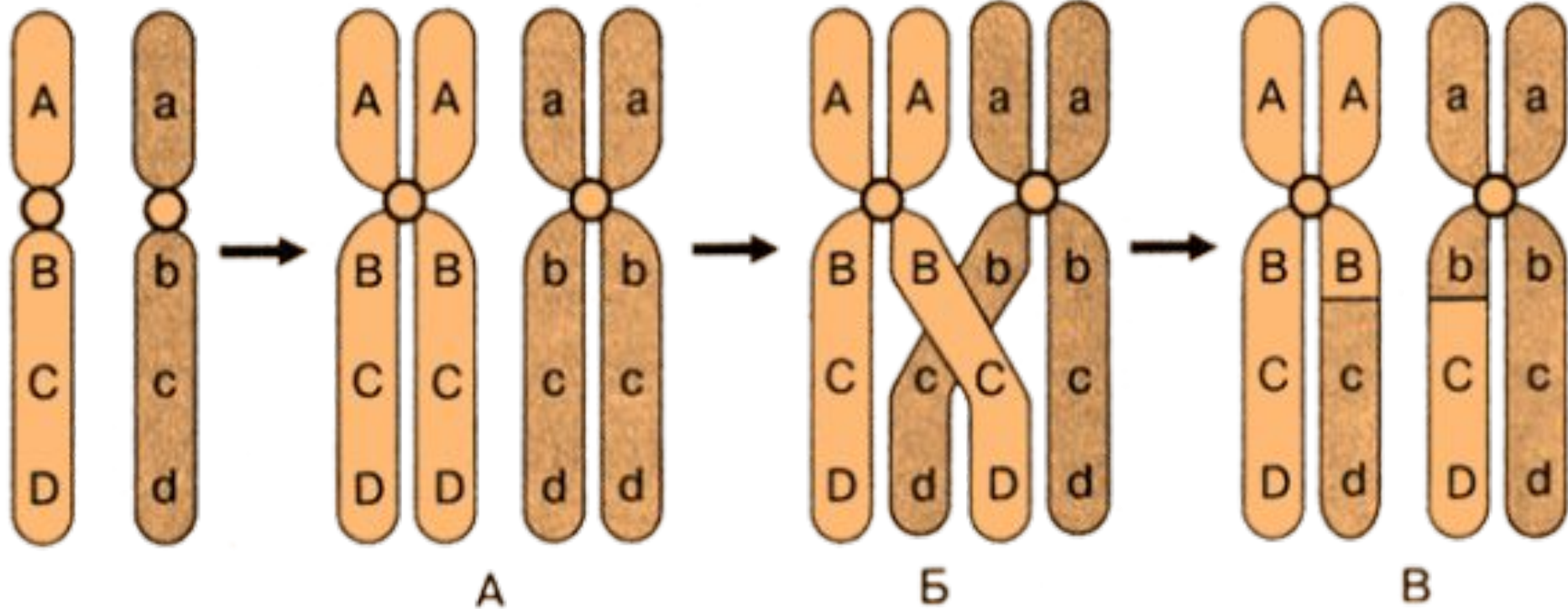
ПЕРВОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА (РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ)

Фаза, набор хромосом	Процессы
Профаза а 1 2n4c	<p>Распадается ядерная оболочка; Центриоли расходятся к полюсам клетки; Формируются нити веретена деления; Спирализуются двуххроматидные хромосомы;</p> <p><i>Гомологичные хромосомы сближаются (образуются биваленты) = конъюгация;</i></p> <p><i>И обмениваются гомологичными участками = кроссинговер (частота</i></p>

А – бивалент

Б – кроссинговер

В - рекомбинантные хромосомы



Фаза, набор
хромосом

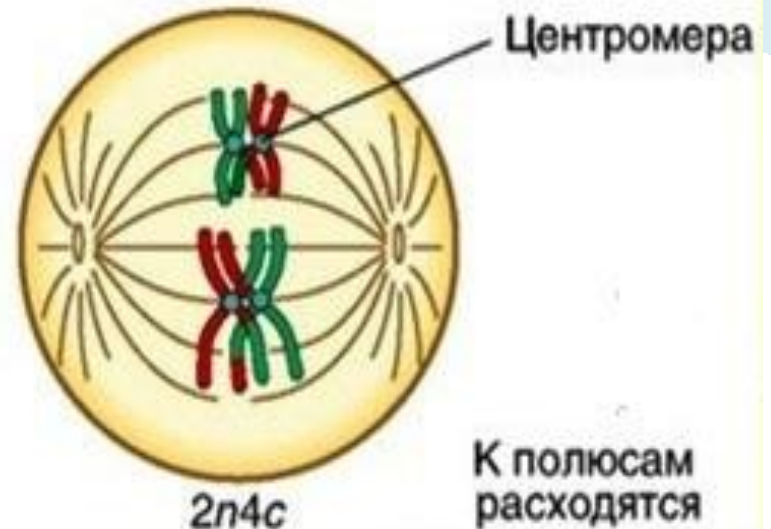
Процессы

Метафаза
за 1
 $2n4c$

Биваленты (состоящие из 2ух хромосом) выстраиваются по экватору клетки;

Нити веретена деления прикрепляются к центромерам хромосом;

Метафаза I

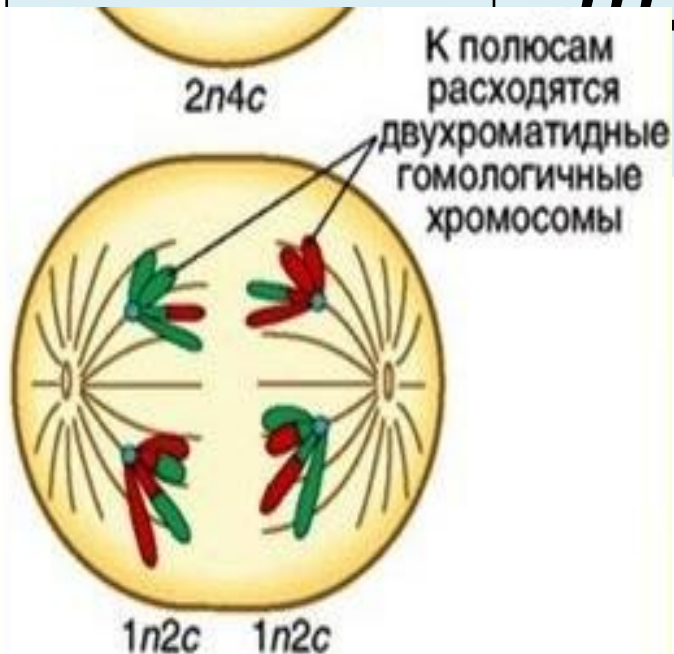


Фаза, набор
хромосом

Процессы

Анафаза
1 2n4c

**Случайное расхождение к
полюсам клетки
гомологичных (целых
двухроматидных) хромосом;
!!! каждого полюса набор
хромосом - 1n2c!!!**



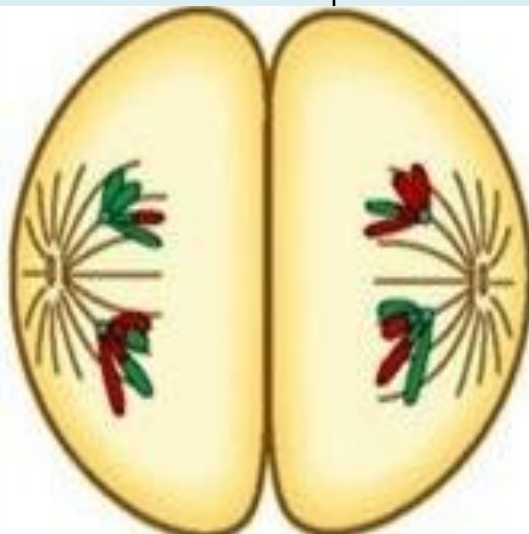
Фаза, набор
хромосом

Процессы

Телофаза
1 1n2c

Образование ядерной
мембраны вокруг хромосом;
Деление цитоплазмы, а
потом и клетки пополам – в
итоге образуются 2
диплоидные (1n) клетки;

Телофаза I



1n2c

1n2c

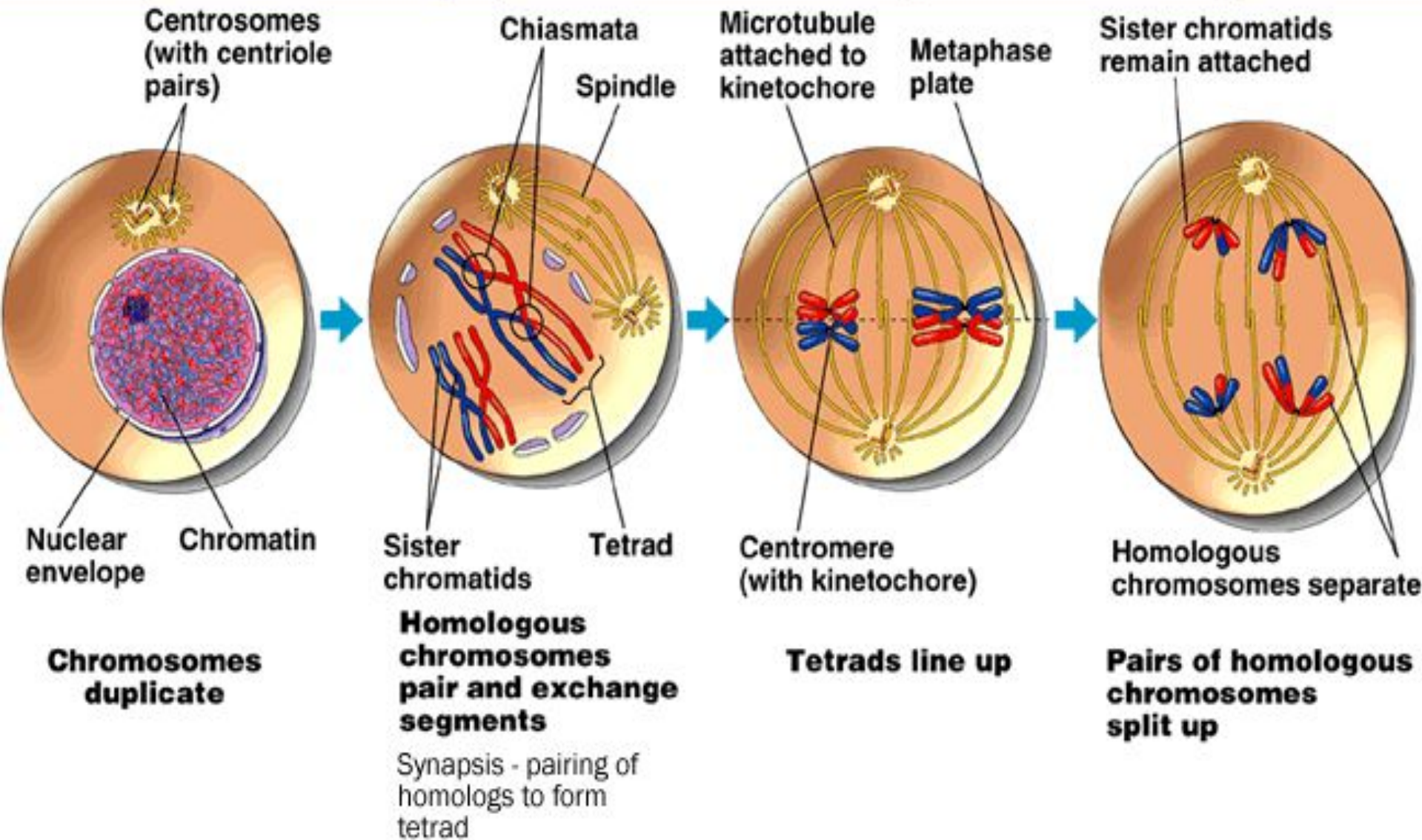
Meiosis I

interphase I

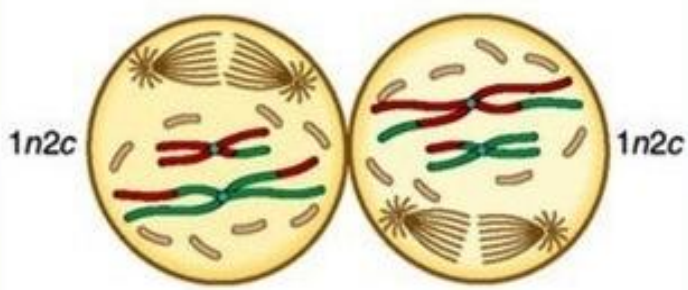
prophase I

metaphase I

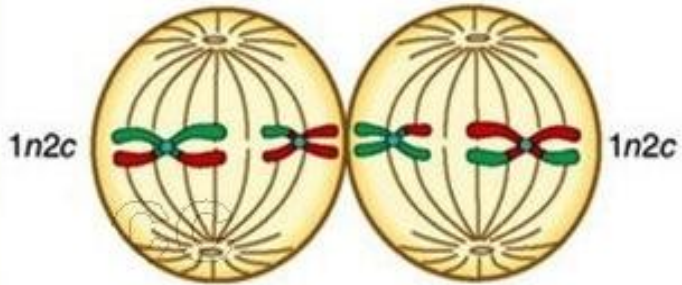
anaphase I



Профаза II

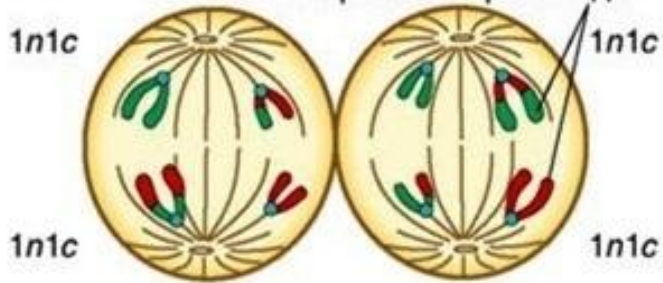


Метафаза II

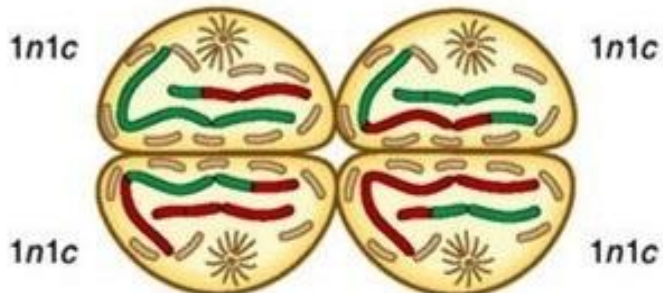


К полюсам расходятся сестринские хроматиды

Анафаза II



Телофаза II



ВТОРОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА (ЭКВАЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ)

ВТОРОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

- * Интерфаза перед мейозом 2 отсутствует (или очень короткая), репликации ДНК НЕТ;
- * Эквационное деление подобно митозу (отличается только набор хромосом);
- * В Профазе 2 НЕТ конъюгации и кроссинговера;

Фаза,
набор
хромосом

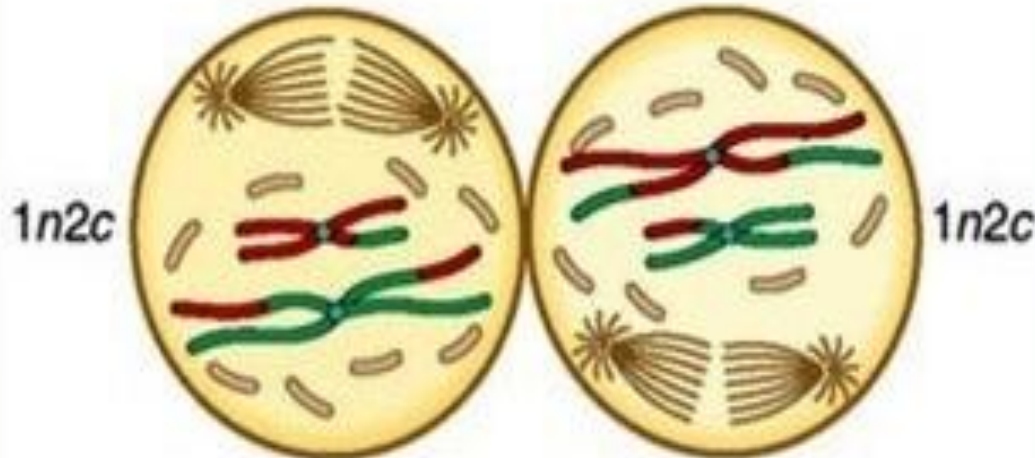
Процессы

Профаза
2
 $1n2c$

Распадается ядерная оболочка; Центриоли расходятся к полюсам клетки; Формируются нити

Я;

Профаза II



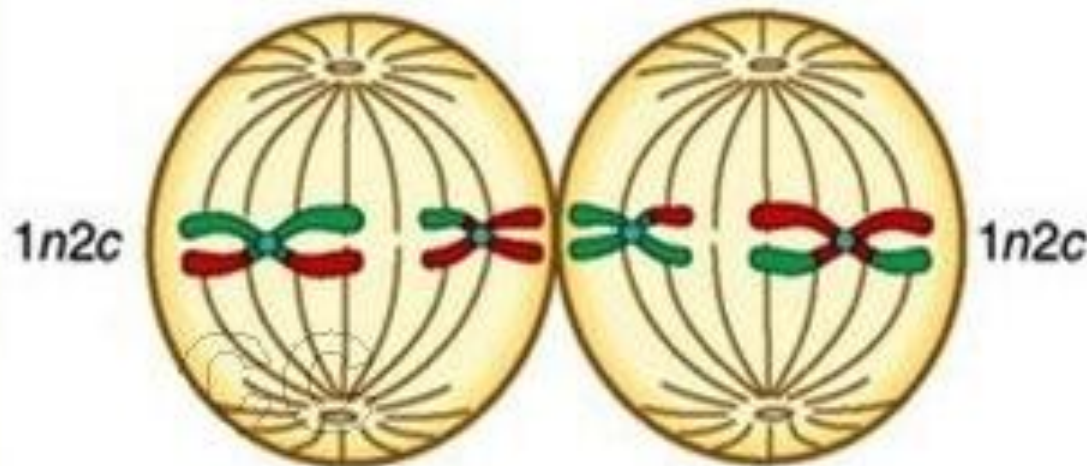
**Фаза,
набор
хромосом**

Процессы

**Метафаз
а 2
 $1n2c$**

**Двухроматидные хромосомы
выстраиваются по экватору
клетки (метафазная
пластинка);
Нити веретена деления**

Метафаза II



**К
СОМ;**

Фаза,
набор
хромосом

Процессы

Сестринские хроматиды
отделяются друг от друга и
расходятся к
противоположным полюсам
клетки;

Анафаза
2
 $2n2c$

Анафаза II



набор хромосом -
диплота каждая
получается
диплота хромосомой!!!

**Фаза,
набор
хромосом**

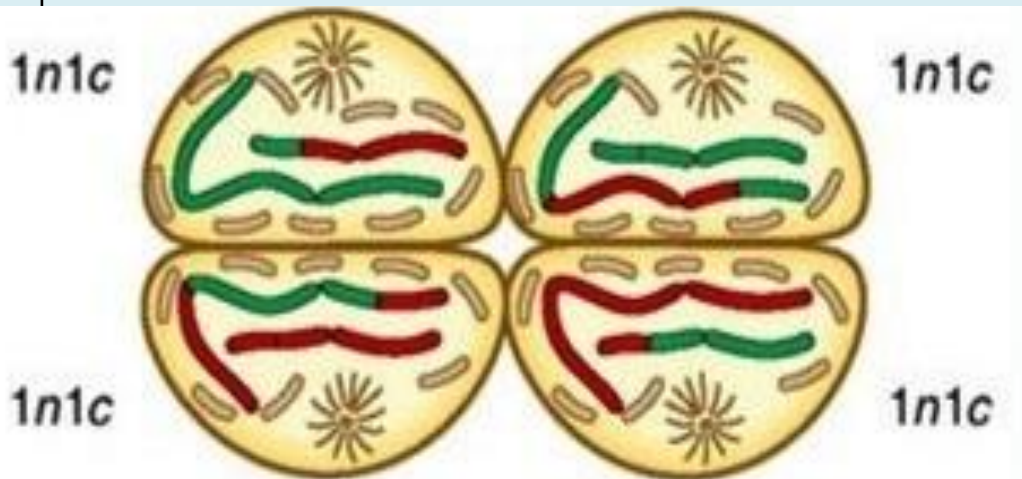
Процессы

**Телофаза
за 2
1n1c**

**Дочерние хромосомы
деспирализуются, вокруг них
образуется ядерная
оболочка.**

**Исчезают нити веретена
деления;**

Телофаза II

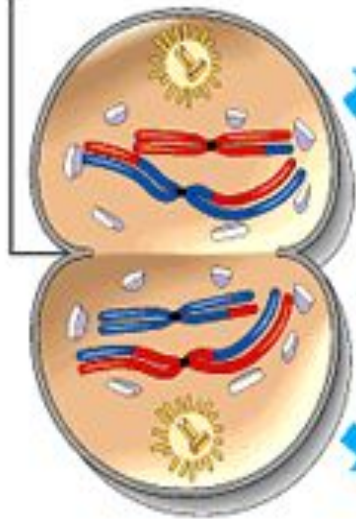


**ез;
ие**

Meiosis I

telophase & cytokinesis

Cleavage furrow



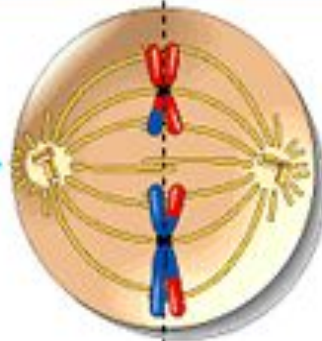
Meiosis II

prophase II

metaphase II

anaphase II

telophase II



Sister chromatids separate

Haploid daughter cells forming



Two haploid cells form; chromosomes are still double

During another round of cell division, the sister chromatids finally separate; four haploid daughter cells result, containing single chromosomes

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕЙОЗА

- **Основа полового размножения;**
- **Основа комбинативной изменчивости**
(за счет образования новых комбинаций генов при кроссинговере);
- **Образование половых клеток (гамет) у животных и спор у растений;**
- **Поддержание определенного и постоянного числа хромосом в поколениях;**
- **ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГЕНЕТИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ВИДА**

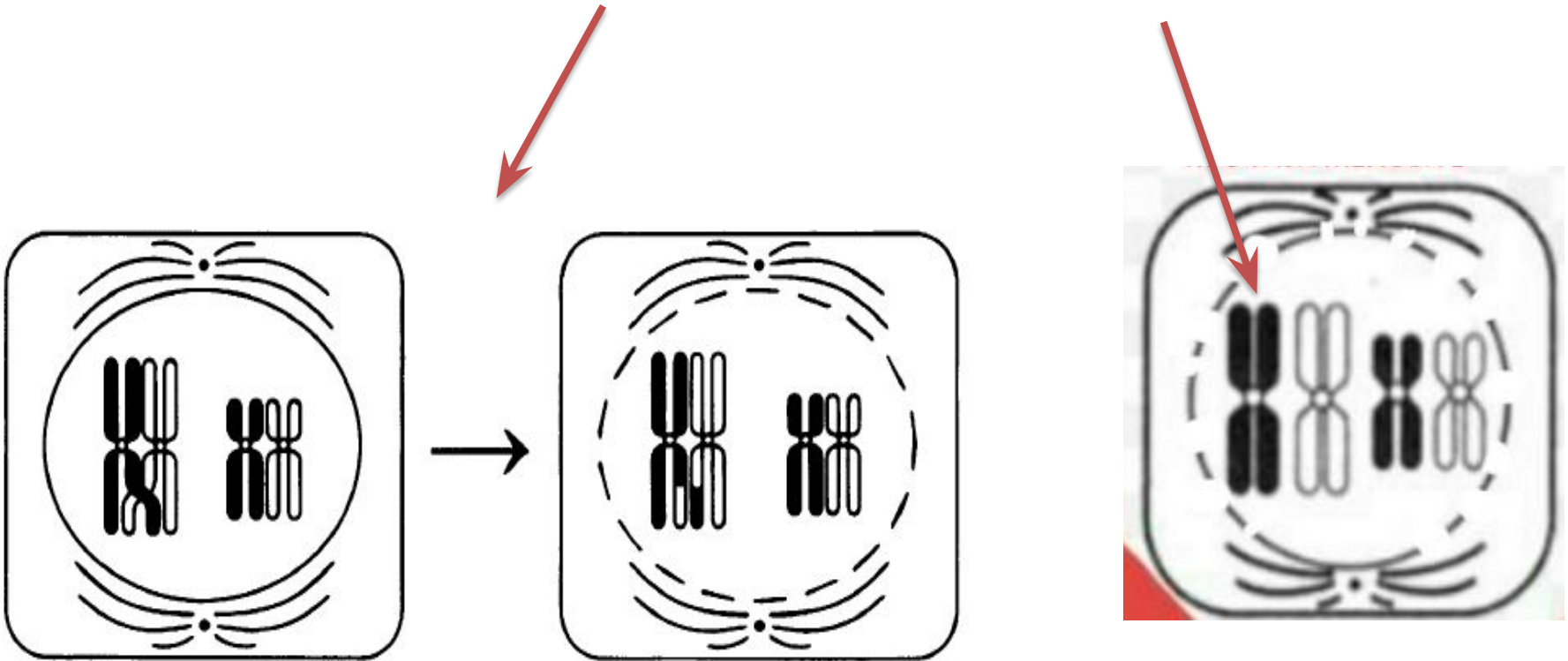
РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ К ЛЕКЦИИ

**КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ФАЗУ И
ТИП ДЕЛЕНИЯ ПО
РИСУНКУ**

1 ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

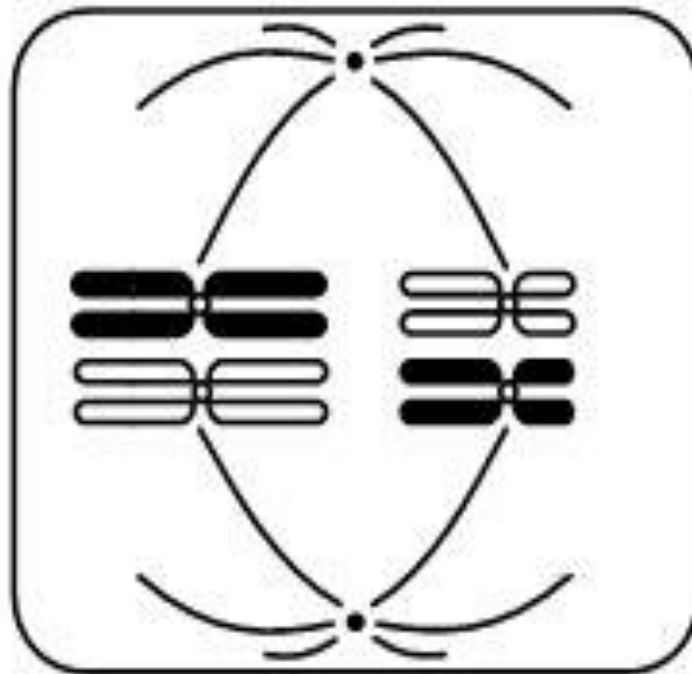
ПРОФАЗА 1

Показаны процессы конъюгации и кроссинговера или видны биваленты



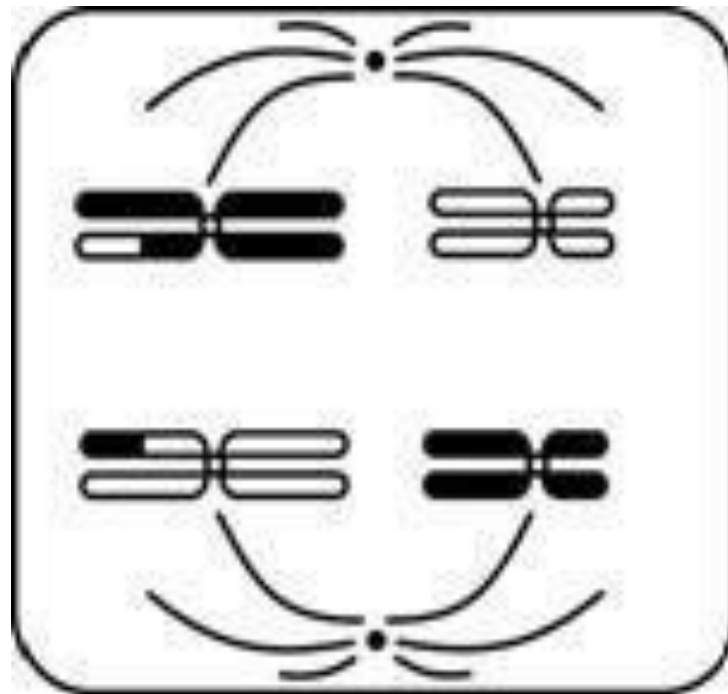
МЕТАФАЗА 1

**Биваленты (пары хромосом)
расположены по центру (экватору
клетки)**



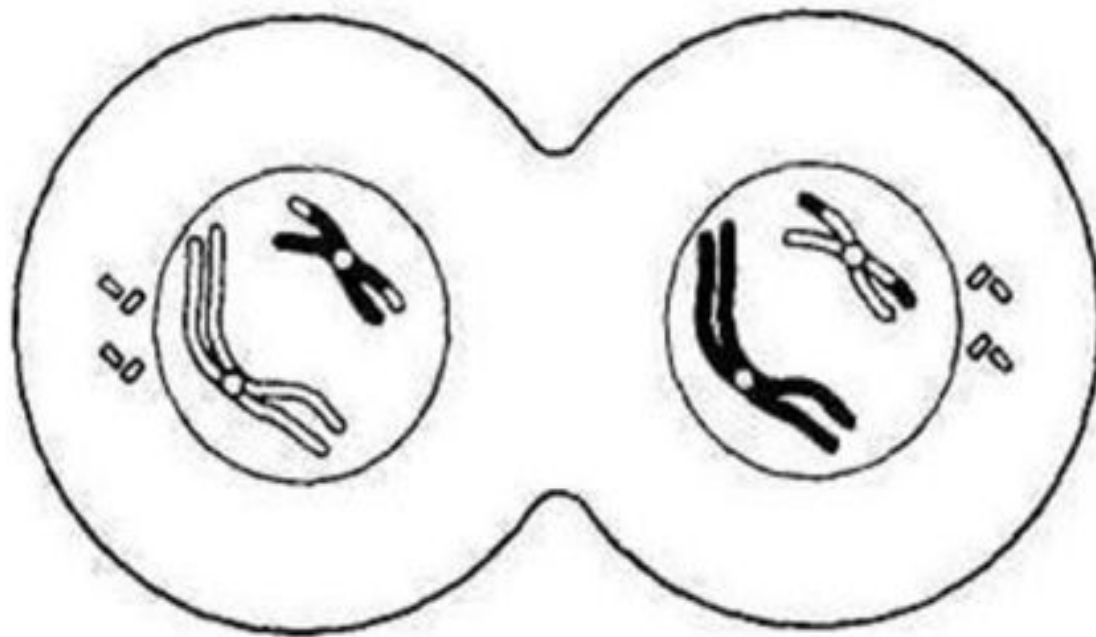
АНАФАЗА 1

К полюсам расходятся (экватор пустой)
целые негомологичные хромосомы;



ТЕЛОФАЗА 1

Происходит цитокинез, образование ядерной оболочки, для определения будут нарисованы хромосомы со «следами» кроссинговера.



2 ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

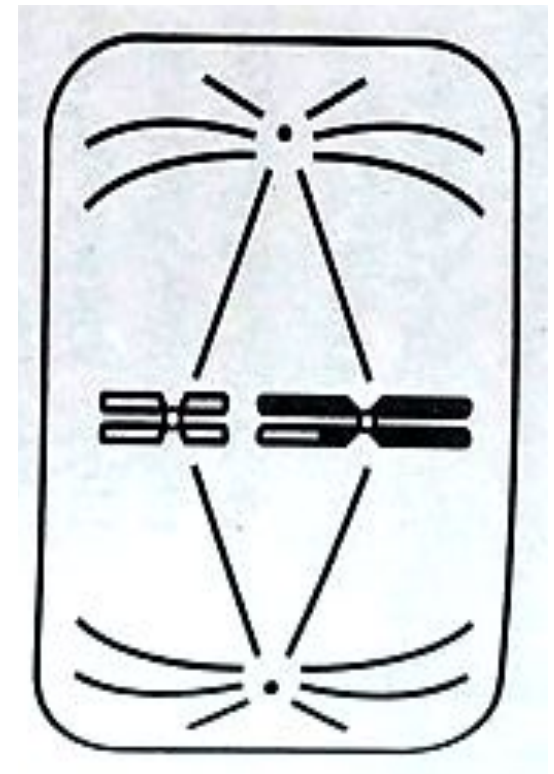
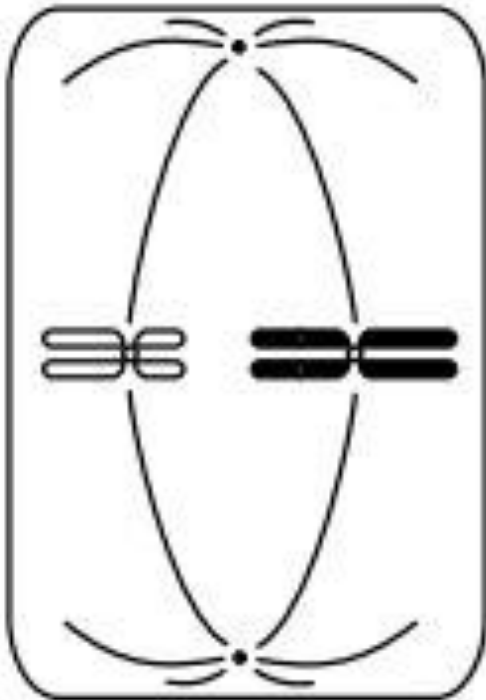
ПРОФАЗА 2

Негомологичные хромосомы со следами кроссинговера находятся в ядре, еще НЕ прикрепляются к нитям веретена деления



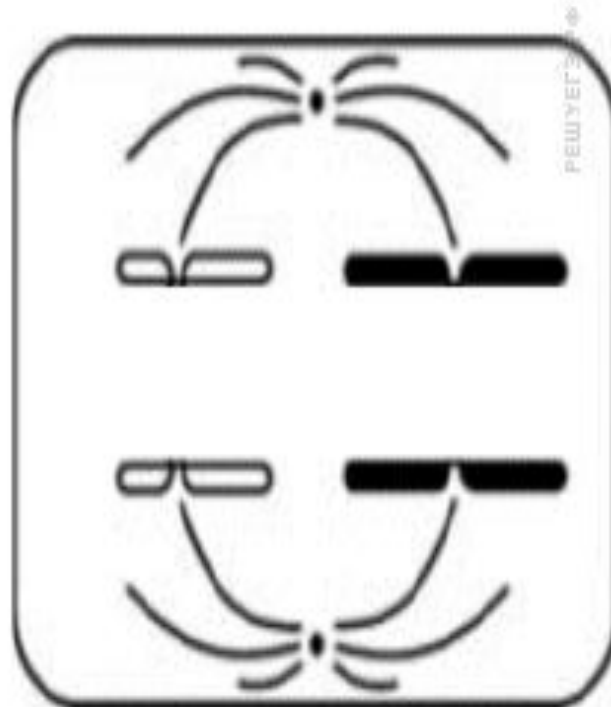
МЕТАФАЗА 2

Негомологичные хромосомы (разная окраска и размер), видны «следы» кроссинговера выстроены по экватору;



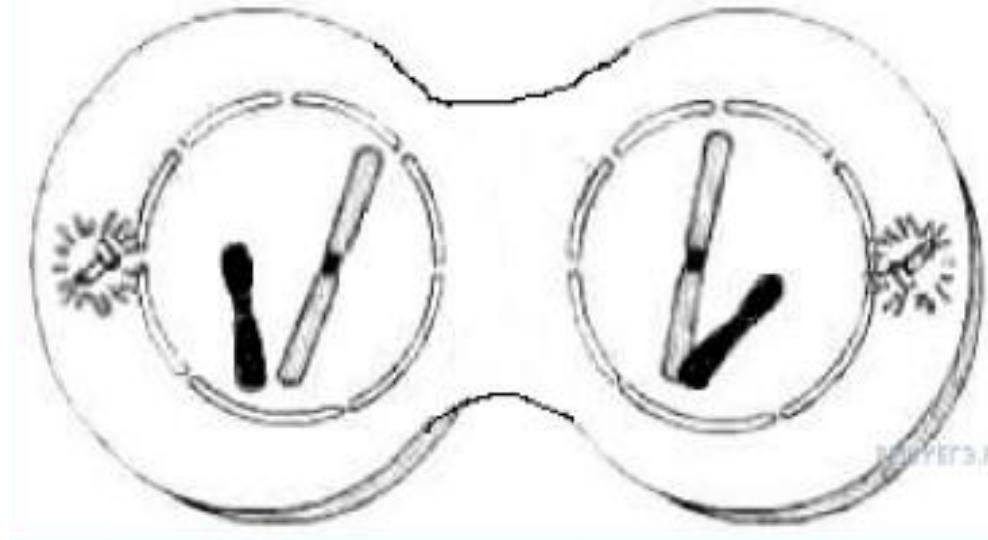
АНАФАЗА 2

К полюсам расходятся негомологичные хромосомы (нет попарно одинаковых по размеру хромосом, например, 2 маленьких и 2 больших);



ТЕЛОФАЗА 2

Происходит цитокинез , две хромосомы имеют по одной хроматиде, представлены одной парой (нет гомологичной пары);



РАЗЛИЧИЯ МИТОЗА И МЕЙОЗА

МИТОЗ

**Образуются
соматические клетки**

**Лежит в основе
бесполого
размножения**

Состоит из 1 деления

**Нет конъюгации и
кроссинговера**

МЕЙОЗ

Образуются гаметы

**Лежит в основе
полового
размножения**

**Состоит из 2х
последовательных
делений**

**Есть конъюгация и
кроссинговер
(профаза 1)**

МИТОЗ

В метафазе -
двухроматидные
хромосомы
выстраиваются по
экватору;

В анафазе расходятся
хроматиды к
полюсам клетки;

Итог: образуются 2
диплоидные клетки

МЕЙОЗ

В метафазе 1 –
биваленты
(состоящие из 2ух
хромосом)
выстраиваются по
экватору;

В анафазе 1
расходятся
гомологичные
хромосомы к
полюсам клетки;

Итог: образуются 4
гаплоидные ($1n$),

Установите соответствие между
способами деления клеток и их
особенностями:

1) митоз, 2) мейоз.

А) редукционное деление

Б) обеспечивает рост, регенерацию

**В) дочерние клетки идентичны
родительской**

**Г) образуются четыре гаплоидные
клетки**

**Д) увеличивает генетическое
разнообразие**

Установите соответствие между типом деления клеток и биологическим значением:

121112

- 1) митоз, 2) мейоз.**
- А) генетическая стабильность**
 - Б) комбинативная изменчивость**
 - В) регенерация**
 - Г) рост организма**
 - Д) бесполое размножение**
 - Е) половое размножение**

Установите соответствие между характеристиками процесса и способами деления клетки: 1) МИТОЗ, 2) МЕЙОЗ.

- А) образуются клетки с хромосомным набором nc**
- Б) к полюсам расходятся двуххроматидные хромосомы**
- В) происходит конъюгация и кроссинговер**
- Г) число хромосом остается неизменным**
- Д) по окончании процесса образуются четыре дочерние клетки**
- Е) редукция числа хромосом**

Все приведённые ниже признаки, кроме двух, можно использовать для описания процессов, которые происходят в профазе первого деления мейоза.

1) образование двух ядер

2) расхождение гомологичных хромосом

3) сближение гомологичных хромосом

4) обмен участками гомологичных хромосом

5) скручивание хромосом

Чем профаза первого деления мейоза отличается от профазы митоза? В ответ запишите цифры двух верных вариантов из пяти предложенных.

- 1) исчезает ядерная оболочка**
- 2) происходит спирализация хромосом**
- 3) происходит конъюгация хромосом**
- 4) хромосомы располагаются**

беспорядочно

Установите соответствие между **31322**
характеристиками и фазами деления
клетки:

- 1) метафаза митоза,
- 2) анафаза митоза,
- 3) профаза I мейоза.

А) обмен участками хромосом

Б) выстраивание хромосом по экватору
клетки

В) формирование веретена деления

Г) набор хромосом и число молекул ДНК
в клетке – $4n4c$

Выберите три отличия первого деления мейоза от второго

136

- 1) на экваторе клетки располагаются пары гомологичных хромосом**
- 2) отсутствует телофаза**
- 3) происходит конъюгация и кроссинговер хромосом**
- 4) отсутствует конъюгация и кроссинговер хромосом**
- 5) к полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды**
- 6) к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы**

Установите последовательность **21534**
процессов, происходящих в ходе
мейоза

- 1) расположение пар гомологичных хромосом в экваториальной плоскости**
- 2) конъюгация, кроссинговер гомологичных хромосом**
- 3) расположение в плоскости экватора и расхождение сестринских хромосом**
- 4) образование четырёх гаплоидных ядер**
- 5) расхождение гомологичных хромосом**

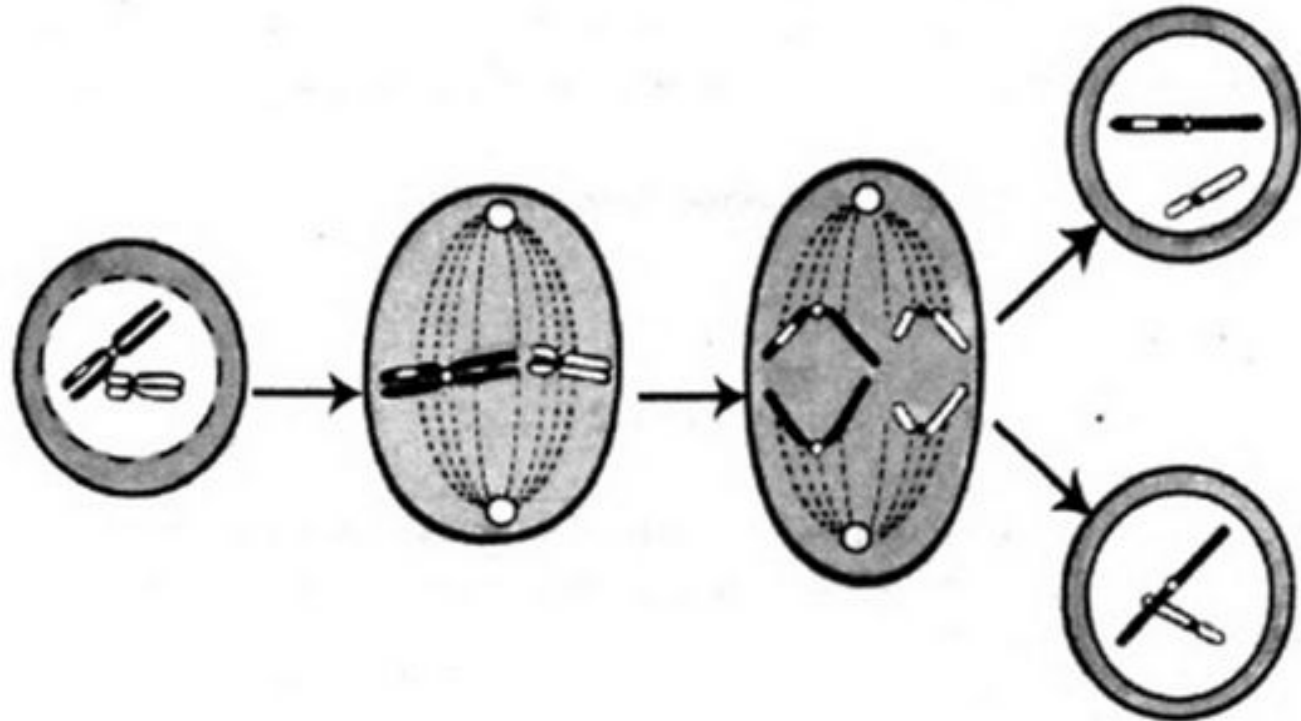
Рассмотрите рисунок с изображением клеточного деления и определите

(А) его вид,

(Б) набор хромосом в клетке, изображенной слева, и

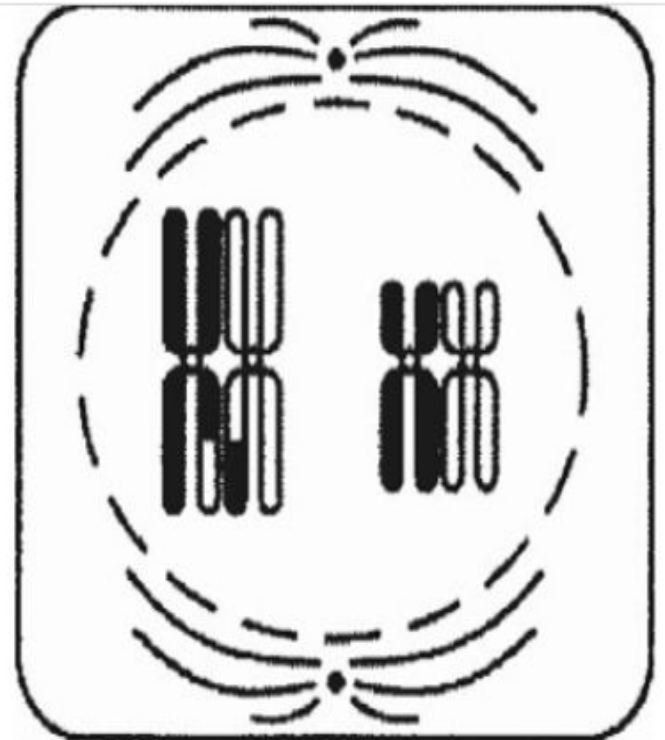
(В) какие специфические клетки образуются у животных в результате такого деления.

- 1) митоз
- 2) транскрипция
- 3) диплоидный
- 4) мейоз
- 5) прямое
- 6) гаплоидный
- 7) гамета
- 8) соматическая



Все перечисленные ниже признаки, **кроме двух**, используются для описания изображённой на рисунке стадии жизненного цикла клетки. **45**

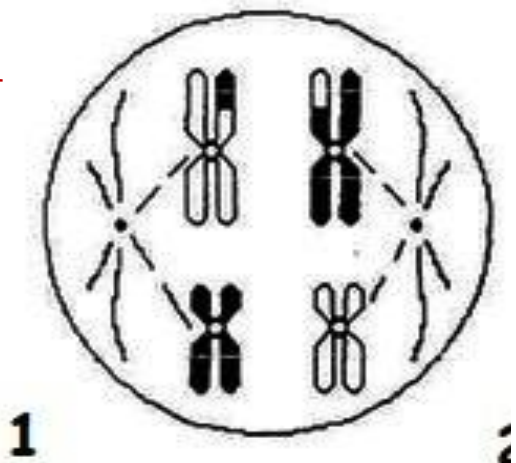
- 1) Происходит спирализация ДНК
- 2) Образуются биваленты
- 3) Каждая хромосома состоит из двух хроматид
- 4) Хромосомы образуют метафазную пластинку
- 5) В клетке содержится удвоенный набор хромосом



***РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ К
ЛЕКЦИИ***

**САМ. РАБ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ФАЗЫ
МИТОЗА \ МЕЙОЗА ПО
РИСУНКУ**

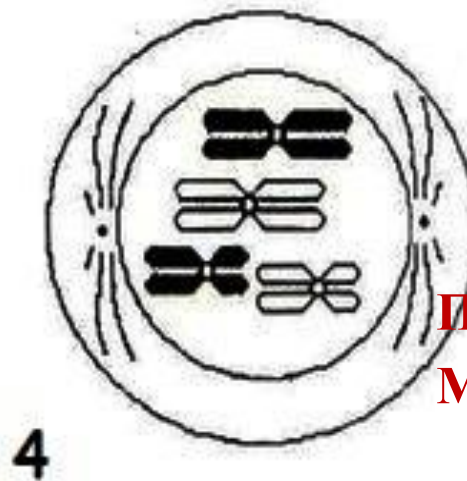
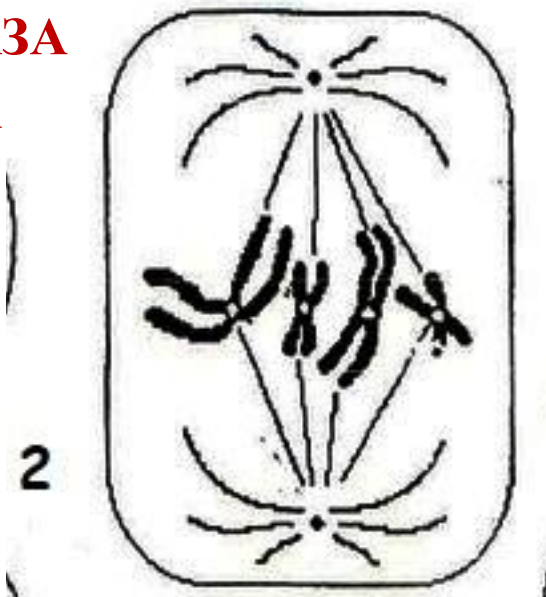
**АНАФАЗА
МЕЙОЗА 1**



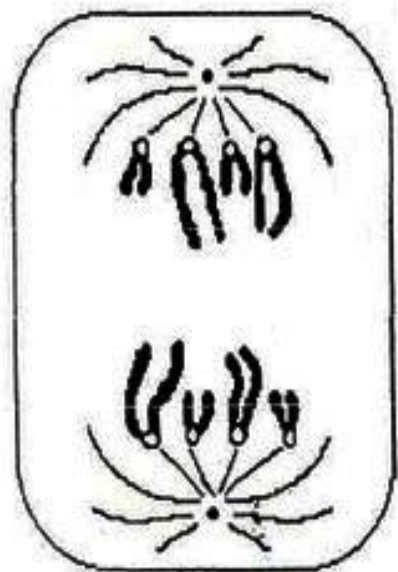
**МЕТАФАЗА
МЕЙОЗА 2**



**МЕТАФАЗА
МИТОЗА**

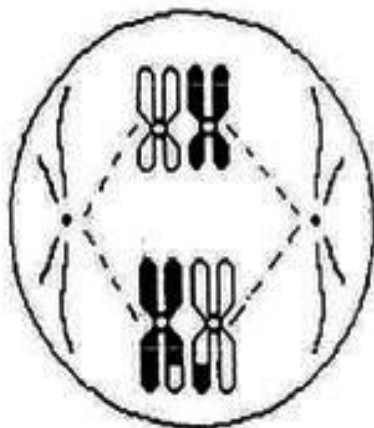


**ПРОФАЗА
МИТОЗА**



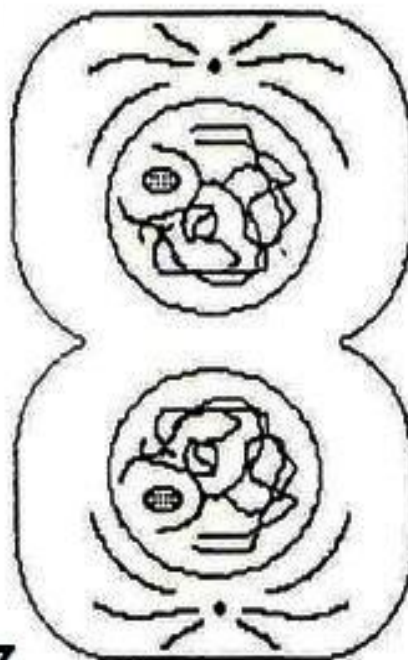
5

**АНАФАЗ
А
МИТОЗА**



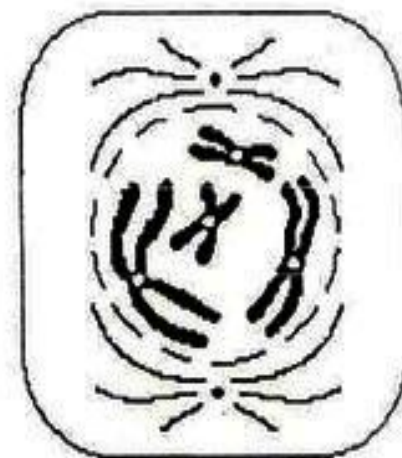
6

**МЕТАФА
ЗА
МЕЙОЗА
1**



7

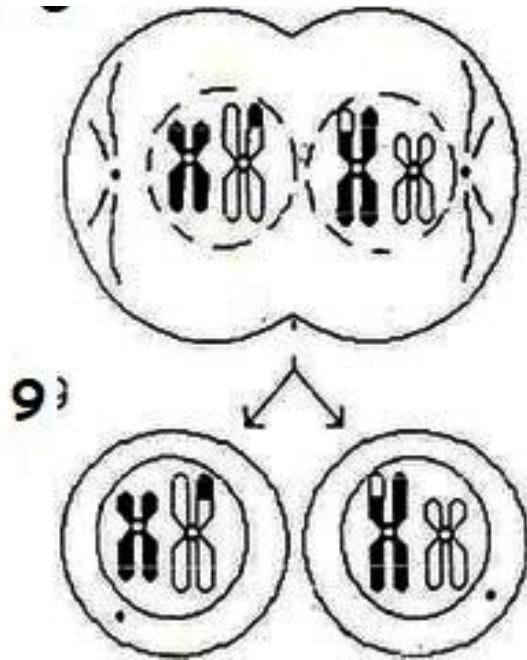
**ТЕЛОФА
ЗА
МИТОЗА**



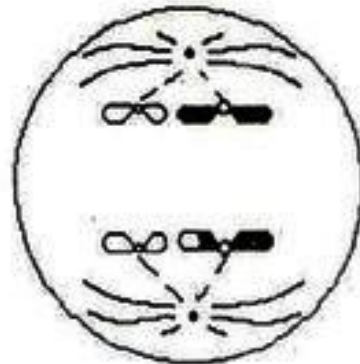
8

**ПРОФАЗ
А
МИТОЗА**

**АНАФАЗА
МЕЙОЗА 2**

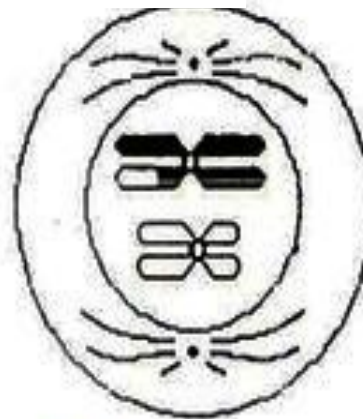


**ТЕЛОФАЗА
МЕЙОЗА 1**

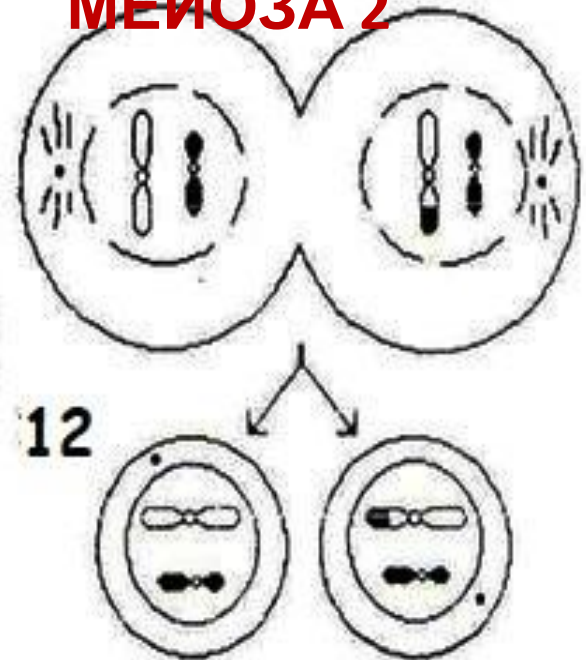


10

**ТЕЛОФАЗА
МЕЙОЗА 2**



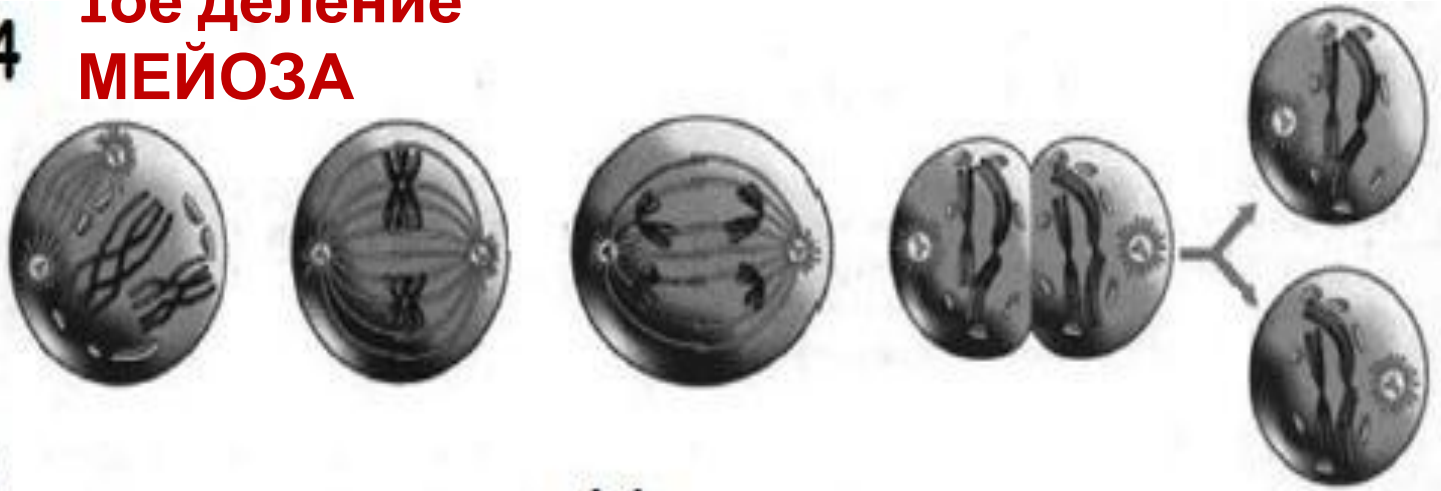
11



12

**ПРОФАЗА
МЕЙОЗА 2**

14 1ое деление
МЕЙОЗА

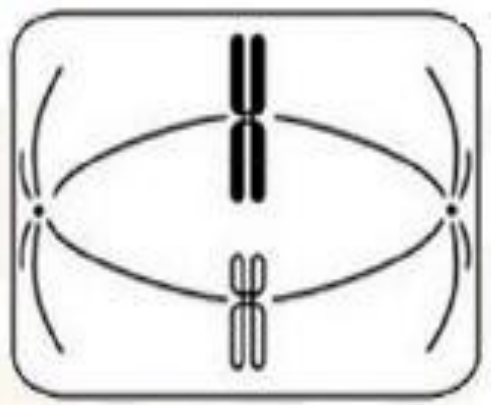


15



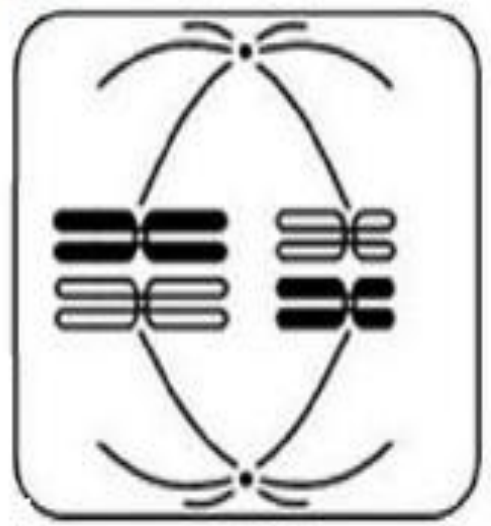
**ТЕЛОФАЗ
А
МИТОЗА**

16



**МЕТАФА
ЗА
МЕЙОЗА
2**

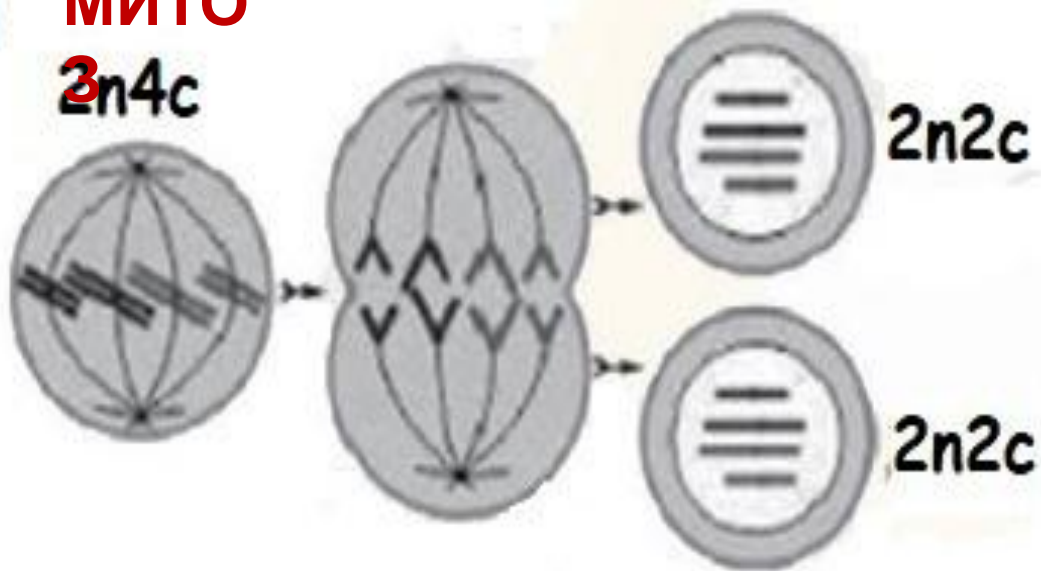
17



**МЕТАФАЗА
МЕЙОЗА 1**

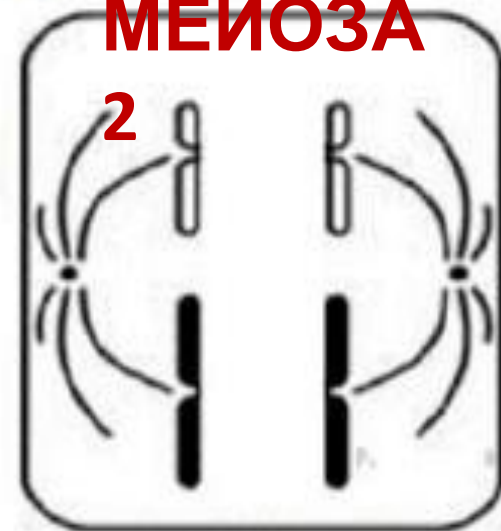
18 МИТО

3
 $2n4c$



19 АНАФАЗ

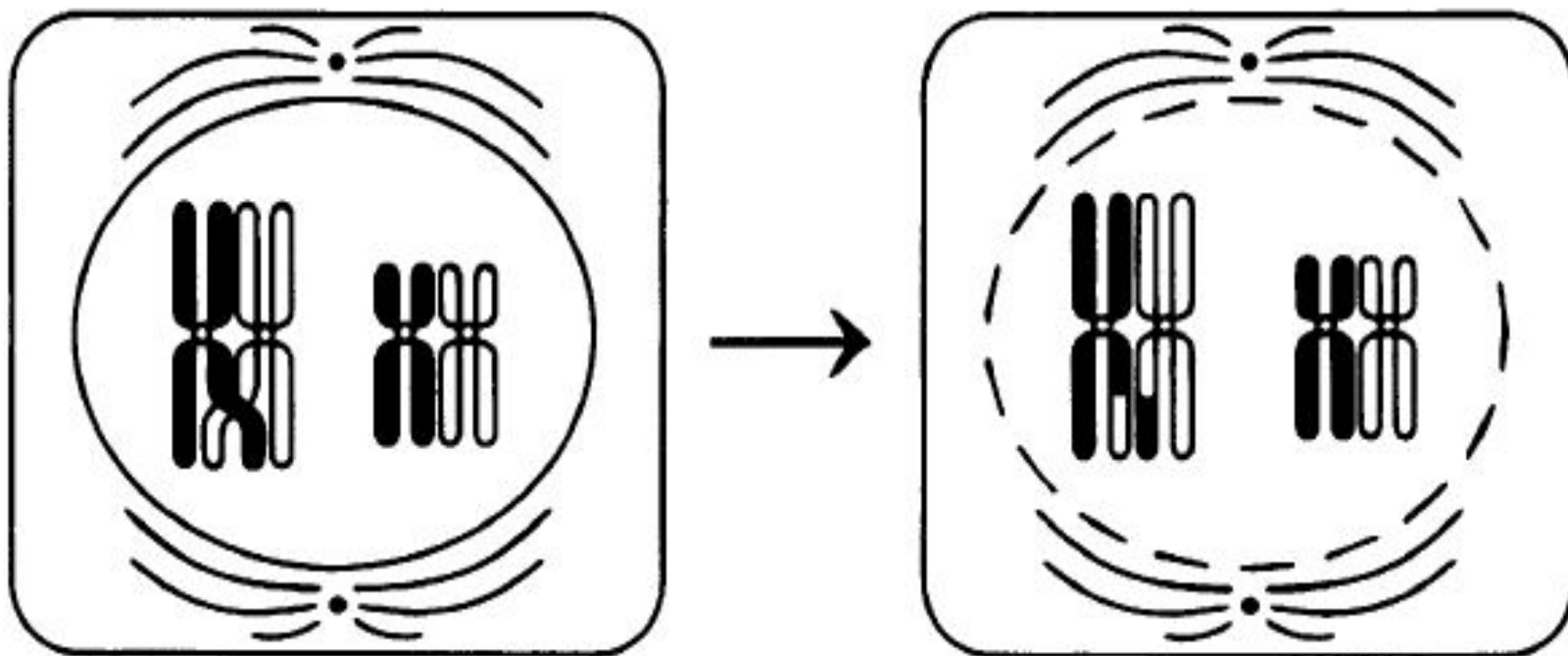
2
А
МЕЙОЗА



РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ К ЛЕКЦИИ

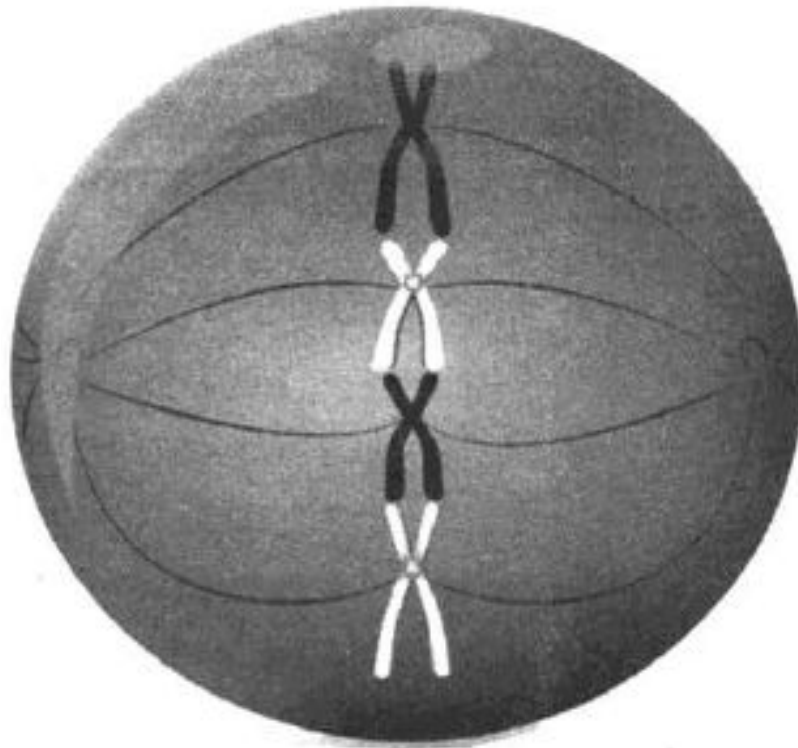
**ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ
2 ЧАСТИ С РИСУНКАМИ**

7. Назовите тип и фазу деления изображённых на рисунке клеток. Ответ обоснуйте.



- 1) тип — мейоз; фаза — профазы I;
- 2) для профазы характерны разрушение ядерной оболочки, формирование веретена деления (расхождение центриолей);
- 3) для мейоза характерны конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер.

8. Какое деление и какая его фаза изображены на рисунке: Укажите набор хромосом и число молекул ДНК в этот период. Ответ обоснуйте.



- 1) метафаза митоза, так как гомологичные хромосомы расположены в одной плоскости экватора; сформировано веретено деления;
- 2) в клетке диплоидный ($2n$) набор хромосом, так как имеются гомологичные хромосомы;
- 3) число молекул ДНК — $4c$, так как каждая хромосома двухроматидная и состоит из двух молекул ДНК

9. Определите тип и фазу деления исходной диплоидной клетки, изображённой на схеме. Обоснуйте свой ответ.

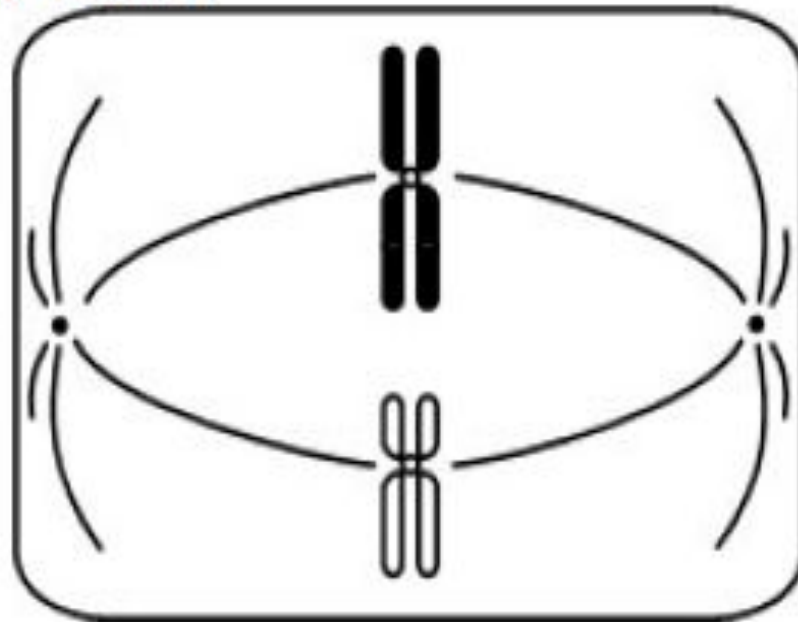


1) Профаза митоза;

2) $2n4c$ (диплоидный набор хромосом, гомологичные хромосомы состоят из 2ух хроматид); Нет кроссинговера;

3) Признаки профазы: Распадается ядерная оболочка; Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки; От центриолей образуются нити веретена деления; Спирализация двуххроматидных хромосом;

10. Определите тип и фазу деления исходной диплоидной клетки, изображённой на схеме. Обоснуйте свой ответ.

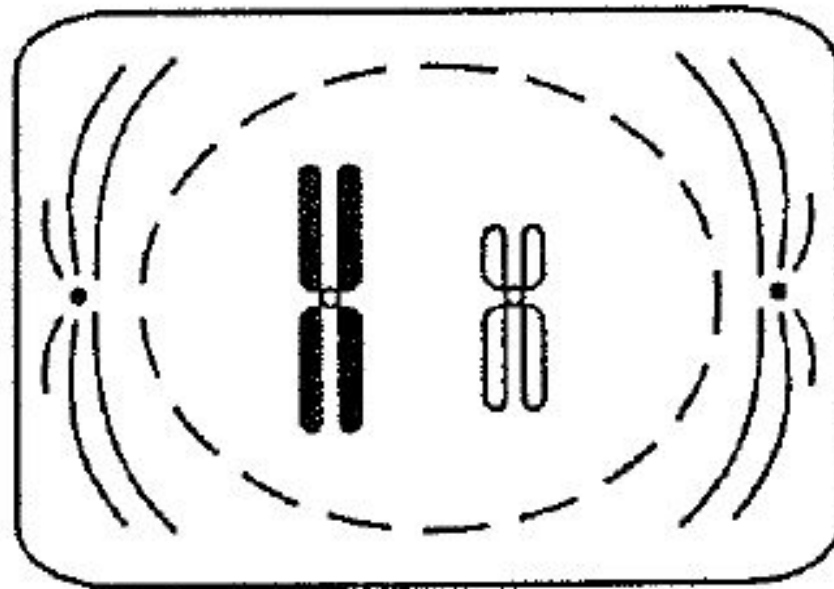


1) на рисунке изображена метафаза мейоза 2

2) это метафаза, поскольку хромосомы выстроены по экватору клетки.

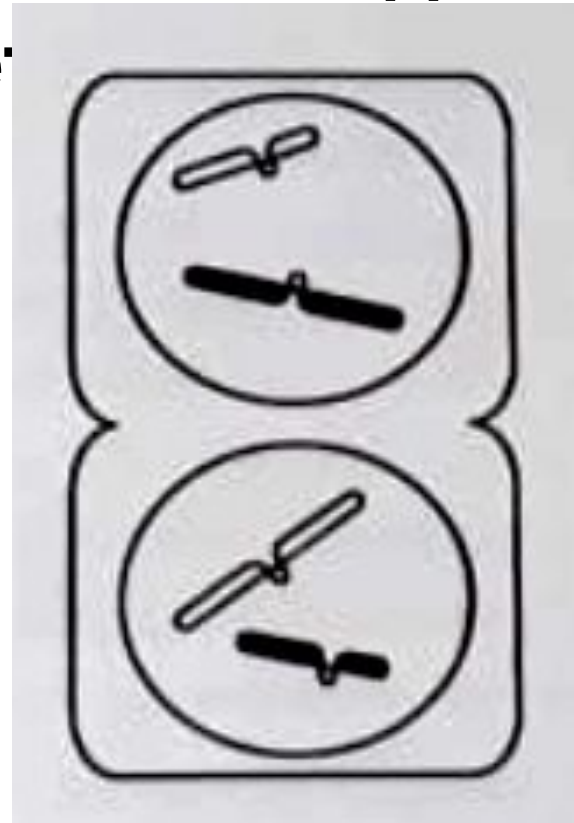
3) это второе деление мейоза, поскольку отсутствуют гомологичные хромосомы, а клетка исходно была диплоидной

13. Назовите тип и фазу деления исходной ГАПЛОИДНОЙ клетки, изображённой на схеме. Ответ обоснуйте. Какое биологическое значение имеет этот тип деления клетки?



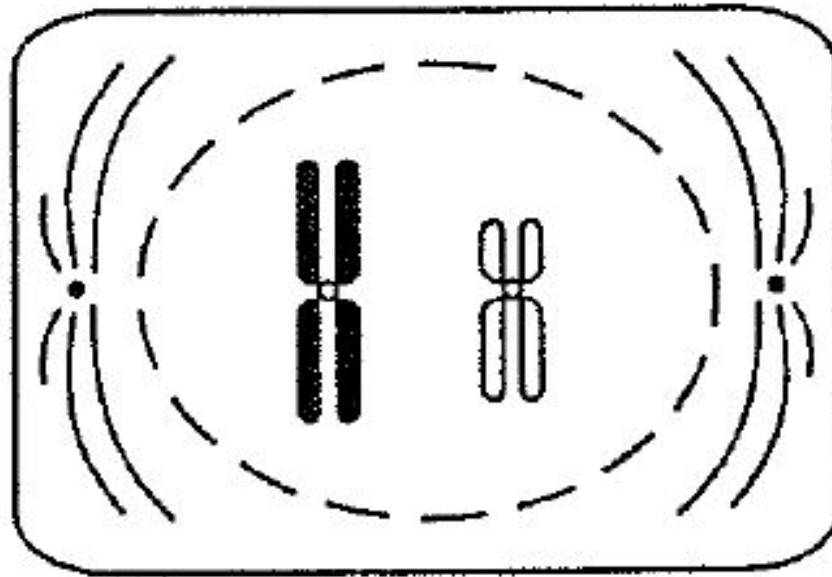
- 1) Тип деления клетки – митоз; фаза – профаза.
- 2) Это митоз, т.к. исходная клетка гаплоидная (а у таких клеток мейоз не происходит);
- 3) Фазу деления определяем по исчезновению ядерной оболочки, спирализации хромосом и формированию веретена деления;
- 4) Значение митоза: обеспечение постоянства числа хромосом в клеточных поколениях (так как дочерние клетки идентичны материнским);

14. Назовите тип и фазу деления исходной ДИПЛОИДНОЙ клетки, изображённой на схеме? Ответ обоснуйте. Какое биологическое значение имеет этот типа деления



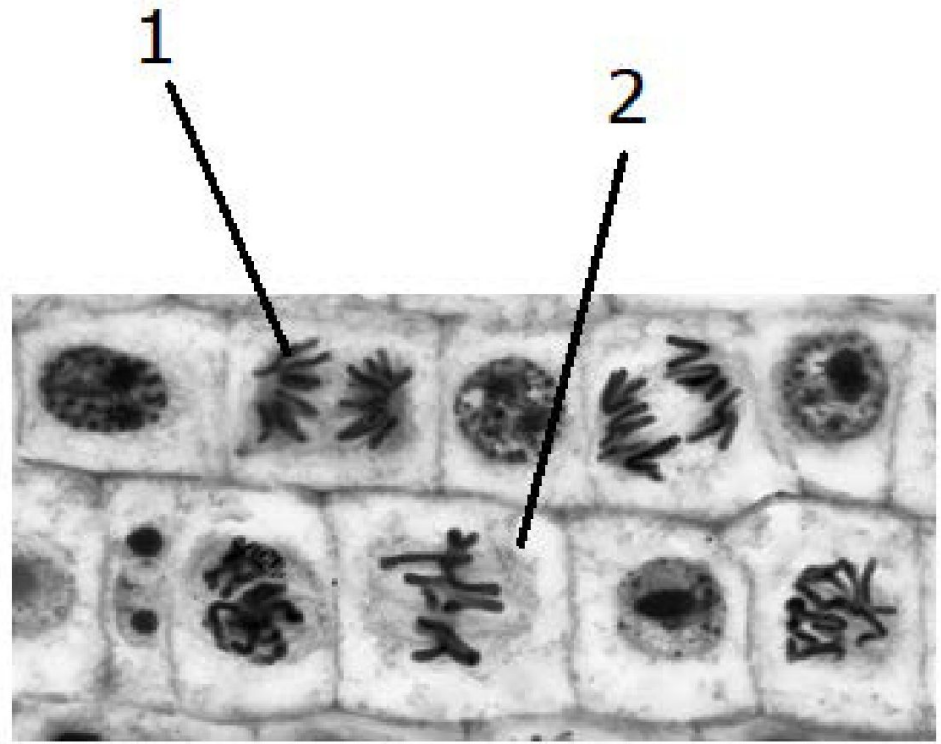
- 1) Тип деления клетки – мейоз (второе деление), фаза – телофаза 2.
- 2) Мейоз, т.к. в 2ух ядрах находится гаплоидный набор хромосом (отсутствуют гомологичные хромосомы), а исходная клетка была диплоидная;
- 3) Телофаза 2, т.к. сформировались два ядра и начинается деление цитоплазмы (цитокинез);
- 5) хранение постоянства кариотипа (хромосомного набора) в ряду поколений при половом размножении;
- 6) Увеличение генетич. Разнообразия клеток (комбинативная изменчивость)

15. Назовите тип и фазу деления исходной ДИПЛОИДНОЙ клетки, изображённой на схеме? Ответ обоснуйте. Какое биологическое значение имеет этот типа деления клетки?



- 1) Тип деления клетки – мейоз (второе деление), фаза – профаза 2.
- 2) Это мейоз, т.к. в клетке находится гаплоидный набор хромосом, а исходная клетка была диплоидной (на рисунке видны гомологичные хромосомы (большая и маленькая));
- 3) Фазу деления определяем по исчезновению ядерной оболочки, спирализации хромосом и формированию веретена деления;
- 4) Значение мейоза: 1. Основа полового размножения; 2. Основа комбинативной изменчивости (за счет образования новых комбинаций генов при кроссинговере);
5. Поддержание определенного и постоянного числа хромосом в поколениях;

16. Рассмотрите световую микрофотографию клеток корня репчатого лука. Назовите фазы митоза, в которых находятся клетки, обозначенные цифрами 1 и 2. Обоснуйте свои выводы. Срез какой зоны корня был взят для приготовления препарата? Ответ



- 1) 1 – анафаза;
- 2) в анафазе митоза хромосомы (хроматиды) расходятся к противоположным полюсам клетки;
- 3) 2 – метафаза;
- 4) в метафазе хромосомы выстраиваются на экваторе клетки;
- 5) срез зоны деления корня;
- 6) в зоне деления находится образовательная ткань корня (верхушечная меристема), клетки которой постоянно делятся.

ЗАДАЧИ ПО ЦИТОЛОГИИ (ЛИНИЯ 27)

Тема: Митоз и мейоз

1

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах в пресинтетический период интерфазы одной соматической клетки человека составляет около $6 \cdot 10^9$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядрах клеток при овогенезе в конце телофазы мейоза 1 и мейоза 2. Объясните полученные результаты.

Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах в пресинтетический период интерфазы одной соматической клетки человека составляет

- 1) в телофазе мейоза I масса молекул ДНК равна: $12 \cdot 10^9 : 2 = 6 \cdot 10^9$ мг
- 2) перед делением молекулы ДНК удваиваются, а мейоз I — редукционное деление, поэтому число и масса молекул ДНК становятся в 2 раза меньше
- 3) в телофазе мейоза II масса молекул ДНК равна: $6 \cdot 10^9 : 2 = 3 \cdot 10^9$ мг
- 4) после мейоза II ядро каждой клетки содержит гаплоидный набор хромосом, состоящих из одной молекулы ДНК, поэтому масса ДНК уменьшается

ДАНО: В S1 периоде интерфазы $2n2c$ $2c = 6 \cdot 10$

1) В телоф M1 набор хромосом $1n2c$, следовательно количество ДНК равно $6 \cdot 10$

Перед делением в интерфазе молекулы ДНК удваиваются в S периоде интерф. А мейоз1 – это редукционное деление, где количество ДНК и хромосом уменьшается в 2 раза.

2) В телоф M2 набор хром $1n1c$, следовательно количество ДНК равно $3 \cdot 10$
Так как в анафазе мейоза 2 к полюсам расходятся хроматиды, состоящие из 1 молекулы ДНК, следовательно масса ДНК в дочерней клетке уменьшится в 2 раза

2

**Хромосомный набор соматических клеток вишни равен 32. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка в анафазе I и в конце телофазы I мейоза.
Объясните все полученные результаты.**

Дано: $2n2c = 32$ хромосомы и 32 молекулы ДНК

- 1) в анафазе I мейоза ($2n4c$) – 32 хромосомы, 64 молекулы ДНК;
- 2) в анафазе к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы, но число хромосом и молекул ДНК не меняется, так как клетка ещё не разделилась;
- 3) в телофазе I мейоза ($n2c$) – 16 хромосом, 32 молекулы ДНК;
- 4) произошло редукционное деление, образовалось две клетки с гаплоидным набором хромосом, но каждая хромосома состоит ещё из двух сестринских хроматид.

3

Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28.

Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня в метафазе и конце телофазы митоза. Объясните все полученные результаты.

- 1) в метафазе число хромосом – 28;
- 2) в метафазе митоза число ДНК – 56;
- 3) хромосомы двуххроматидные (содержат по 2 молекулы ДНК);
- 4) перед делением происходит репликация ДНК;
- 5) в телофазе число хромосом – 28;
- 6) в телофазе митоза молекул ДНК – 28;
- 7) в телофазе хромосомы однохроматидные (число ДНК и хромосом равно)

За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл

4

У дрозофилы в соматических клетках 8 хромосом. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках при гаметогенезе после первого и второго делений мейоза. Объясните все полученные результаты.

- 1) после первого деления мейоза число хромосом – 4;
- 2) после первого деления мейоза число молекул ДНК – 8;
- 3) мейоз I – редукционное деление (расхождение гомологичных хромосом в разные ядра);
- 4) в мейозе I расходятся удвоенные (двуххроматидные) хромосомы;
- 5) после второго деления мейоза число хромосом – 4;
- 6) после второго деления мейоза число молекул ДНК – 4;
- 7) расхождение однохроматидных хромосом в разные ядра

За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл

5

В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое количество хромосом и молекул ДНК содержится при гаметогенезе в ядрах перед делением в интерфазе и в конце телофазы мейоза 1. Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК

- 1) перед началом деления число хромосом — 8, молекул ДНК — 16; в конце телофазы мейоза I число хромосом — 4, молекул ДНК — 8;
- 2) перед началом деления молекулы ДНК удваиваются, но число хромосом не меняется (каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид);
- 3) мейоз – редукционное деление, поэтому число хромосом и молекул ДНК уменьшается в 2 раза

**ДАННАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ДОПОЛНЕНИЕМ К
ЛЕКЦИЯМ КАТЕРИНЫ ЛУКОМСКОЙ – РЕПЕТИТОРА ОГЭ И
ЕГЭ ПО БИОЛОГИИ**

**!Обязательно соблюдение авторских прав: нельзя
распространять, продавать и передавать материалы без
разрешения автора-составителя
Лукомской Екатерины Игоревны!**

**ВК СТРАНИЦА ДЛЯ ПОГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ ПО
БИОЛОГИИ: <https://vk.com/idbiorepetitor>**

**ЮТУБ КАНАЛ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ И ОГЭ ПО
БИОЛОГИИ:**

https://www.youtube.com/channel/UCxPzpxcfMmyo3FEy_dsXybA



**Ютуб канал:
Екатерина Лукомская**



**ВКонтакте:
vk.com/idbiorepetitor**