

## ЕГЭ по биологии - 2021.

# Практикум "Решение задач по теме «Цитологические основы бесполого и полового размножения»"

Чередниченко Ирина Петровна,  
к.п.н, методист-эксперт Центра методической  
поддержки педагогов ГК «Просвещение»

Сарычева Наталья Юрьевна,  
к.б.н, старший научный сотрудник, доцент кафедры физиологии  
человека и животных Биологического факультета МГУ

# Что проверяют задания ЕГЭ по теме «Воспроизведение организмов»

Код раздела	Основные умения и способы действий
<b>1</b>	<b>ЗНАТЬ И ПОНИМАТЬ</b>
<b>1.3</b>	<b>сущность биологических процессов и явлений:</b>
1.3.2	митоз, мейоз, развитие гамет у цветковых растений и позвоночных ЖИВОТНЫХ
1.3.3	оплодотворение у цветковых растений и позвоночных животных; развитие и размножение, индивидуальное развитие организма (онтогенез)
<b>2</b>	<b>УМЕТЬ</b>
<b>2.3</b>	<b>решать задачи</b>
	разной сложности <b>по цитологии</b> , генетике (составлять схемы скрещивания), экологии, <u>ЭВОЛЮЦИИ</u>
<b>2.7.3</b>	<b>сравнивать (и делать выводы на основе сравнения):</b>
	митоз и мейоз, бесполое и половое размножение, оплодотворение у растений и животных, внешнее и внутреннее оплодотворение

# Слагаемые успеха в решении задач

---



Освоение полного объема знаний,  
умение их применить в новой ситуации



Освоение алгоритмов решения задач,  
включая анализ условия

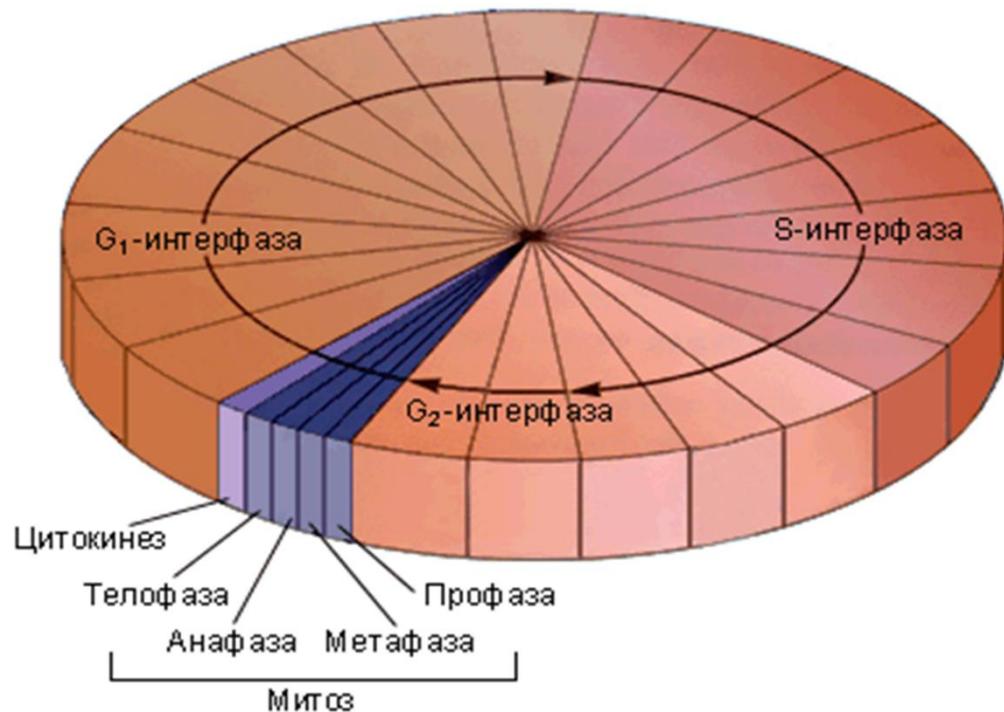


Изучение требований к оцениванию  
решения задачи

# На что обратить внимание?



## Клеточный цикл



### ИНТЕРФАЗА:

#### 1) Пресинтетический период ( $G_1$ ):

- подготовка к синтезу ДНК,
- образование РНК, белков, ферментов синтеза ДНК,
- увеличивается число органоидов.

Содержание хромосом ( $n$ ) и ДНК ( $c$ ) равно  **$2n2c$** .

#### 2) Синтетический период (S):

- репликация ДНК,
- образование двуххроматидных хромосом –  **$2n4c$** .

#### 3) Постсинтетический период ( $G_2$ ):

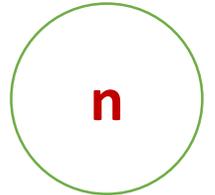
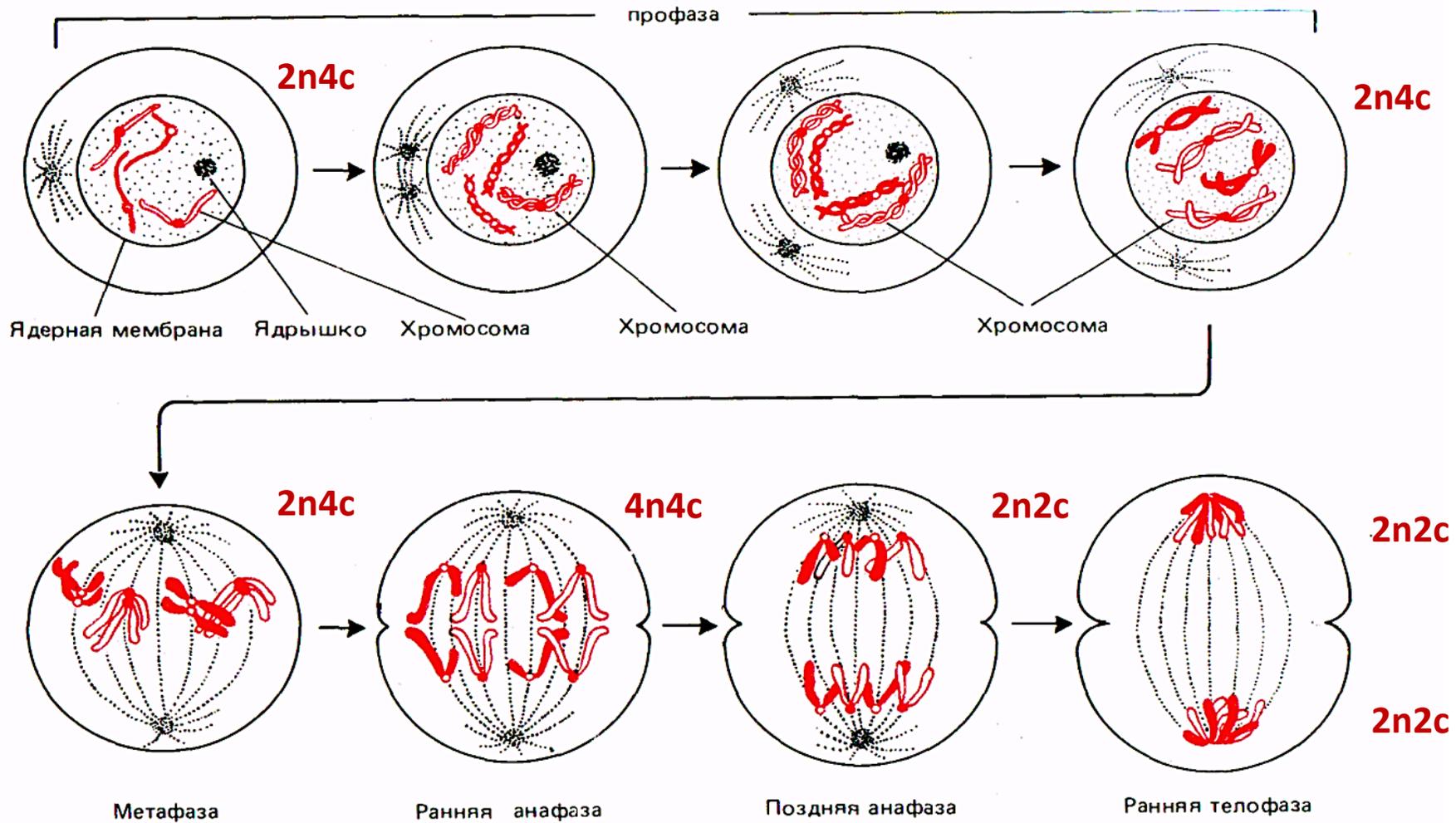
- удвоение центриолей,
- синтез белков,
- завершается рост.

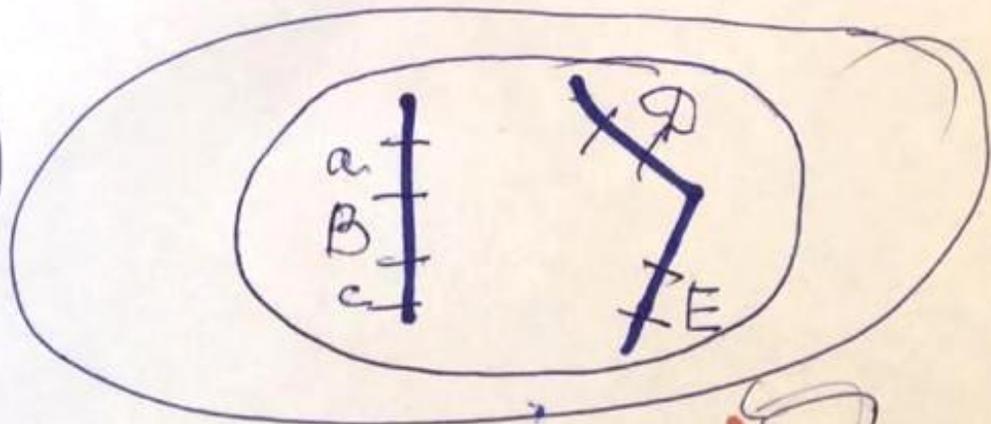
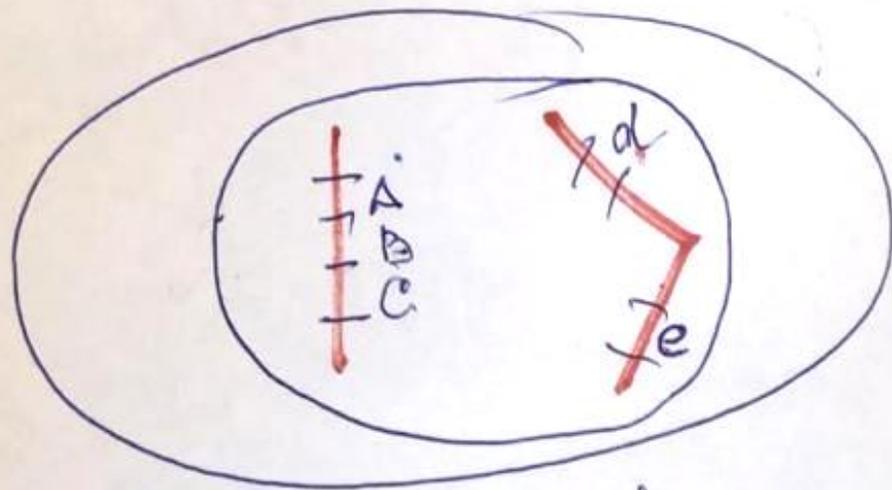
Содержание хромосом ( $n$ ) и ДНК ( $c$ ) равно  **$2n4c$** .



# На что обратить внимание?

## Митоз





↓ WC

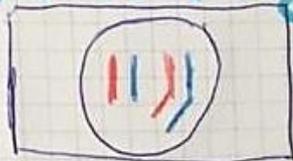
WC

h — κοιλ-βο XP  
 6 καρμωτουμε

c — κοιλ-βο μονε. DTK  
 6 XP  
 (= κοιλ-βο XPg)

# М и Т о з.

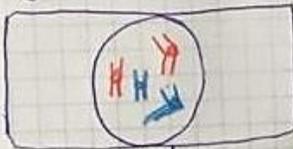
Начало  
И.



2n 2c  
n - кол-во ХР  
c - и- молекула ДНК

в 2-й период идет репликация - = хроматид  
целая ДНК.

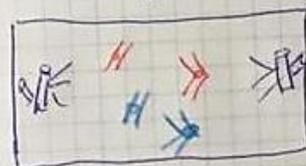
Концы  
И.



2n 4c

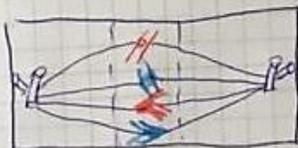
метод

проф.



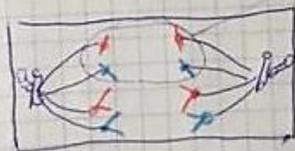
2n 4c

метаф.



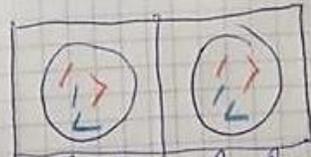
2n 4c

анаф.



4 хроматиды! и 4 молек. ДНК.  
начало анафазы,  
4n 4c  
у каждой хромосомы 2n 2c

телоф.



2n 2c    2n 2c

# Примеры задач



- ❑ Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число ДНК в клетках кончика корня перед началом митоза, в метафазе и в конце телофазы митоза. Поясните, какие процессы происходят в эти периоды и как влияют на изменение числа ДНК и хромосом.
  
- ❑ В клетках одного из видов пшеницы содержится 28 хромосом. Определите число хромосом и молекул ДНК при образовании пыльцы в тычинке на стадиях профазы мейоза I, профазы мейоза II и телофазы мейоза II. Объясните полученные результаты.
  
- ❑ Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет  $6 \times 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в интерфазе, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ поясните.

КАРИОКИНЕЗ		
Интерфаза	Профаза	Метафаза
КАРИОКИНЕЗ		ЦИТОКИНЕЗ

**Рис. 57. Схема митоза в животной клетке**

риода идёт подготовка к удвоению ДНК, иначе последующее можно. В этот период в клетке увеличивается содержание обходимых для синтеза ДНК, количество органоидов — с их кратно на две клетки.

**Синтетический период (S-фаза)** — в этот период происходит удвоение, молекулы ДНК. С этого момента каждая хромосома хроматиды.

**Постсинтетический период (G<sub>2</sub>)** — длится от окончания чала митоза. За этот период завершается подготовка к удвоению центриоли, синтезируются белки, участвующие в делении.

На этом интерфаза заканчивается, и начинается сам четырёх последовательных фаз: **профаза**, **метафаза**, **анафаза** и **телофаза**. Длительность митоза составляет приблизительно Профаза. Хромосомы компактизируются и укорачиваются. Стоит на двух хроматид, соединённых в области центроме и ядрышки исчезают. К концу профазы центриоли расходятся и начинается образование веретена деления.

В метафазу хромосомы ещё больше компактизируются, и ложатся нити веретена деления, и хромосомы выстраиваются плоскости клетки (см. рис. 57).

В анафазе центромеры делится, и хроматиды разделяются нити веретена деления сестринские хроматиды расходятся. С этого момента их называют дочерними, каждая из хроматиды.

**Телофаза** характеризуется деспирализацией хромосом, которые становятся плохо различимыми. Формируются ядерные оболочки, вновь становятся заметными ядрышки. Нити веретена деления исчезают. После образования двух ядер начинается деление цитоплазмы (**цитокinesis**). Между новыми растительными клетками образуется перегородка, а в животными возникает поперечная перегородка, разделяющая дочерние клетки, и в животными возникает поперечная перегородка, разделяющая дочерние клетки, идентичные родительской, с диплоидным набором хромосом (табл. 7).

Таким образом, из одной родительской клетки при митозе образуются две одинаковые дочерние клетки, идентичные родительской, с диплоидным набором хромосом (табл. 7).

Биологическое значение митотического деления очень велико, поскольку:

- 1) митоз обеспечивает генетическую стабильность путём точного распределения генетического материала между дочерними клетками;
- 2) митоз обеспечивает постоянство строения клеток, а вместе с тем и постоянство строения органов и систем многоклеточных организмов;
- 3) митоз позволяет увеличить число клеток, благодаря чему происходит рост;
- 4) митоз позволяет замещать мертво клетки, обеспечивая регенерацию;
- 5) митоз — основа большинства способов бесполого, в частности вегетативного, размножения.

**Мейоз.** Во время процесса полового размножения происходит оогенез, т. е. сливание ядер мужской и женской половых клеток, называемых **гаметами**. Получившаяся в результате оогенеза клетка называется **зиготой**. Ядро зиготы содержит двойной (диплоидный) набор хромосом (2n4c), и, пройдя митозом, зигота даёт начало новому многоклеточному организму растения или животного. Но для того чтобы в зиготе получился двойной набор хромосом, необходимо, что-

Профаза I	Метафаза I — анафаза I	Телофаза I
Профаза II — метафаза II	Анафаза II	Телофаза II

**Рис. 58. Схема мейоза**

**В кариотипе лука содержится 16 хромосом. Определите число хромосом и ДНК в анафазе митоза в клетках эндосперма, если у него триплоидный набор хромосом. Ответ поясните.**

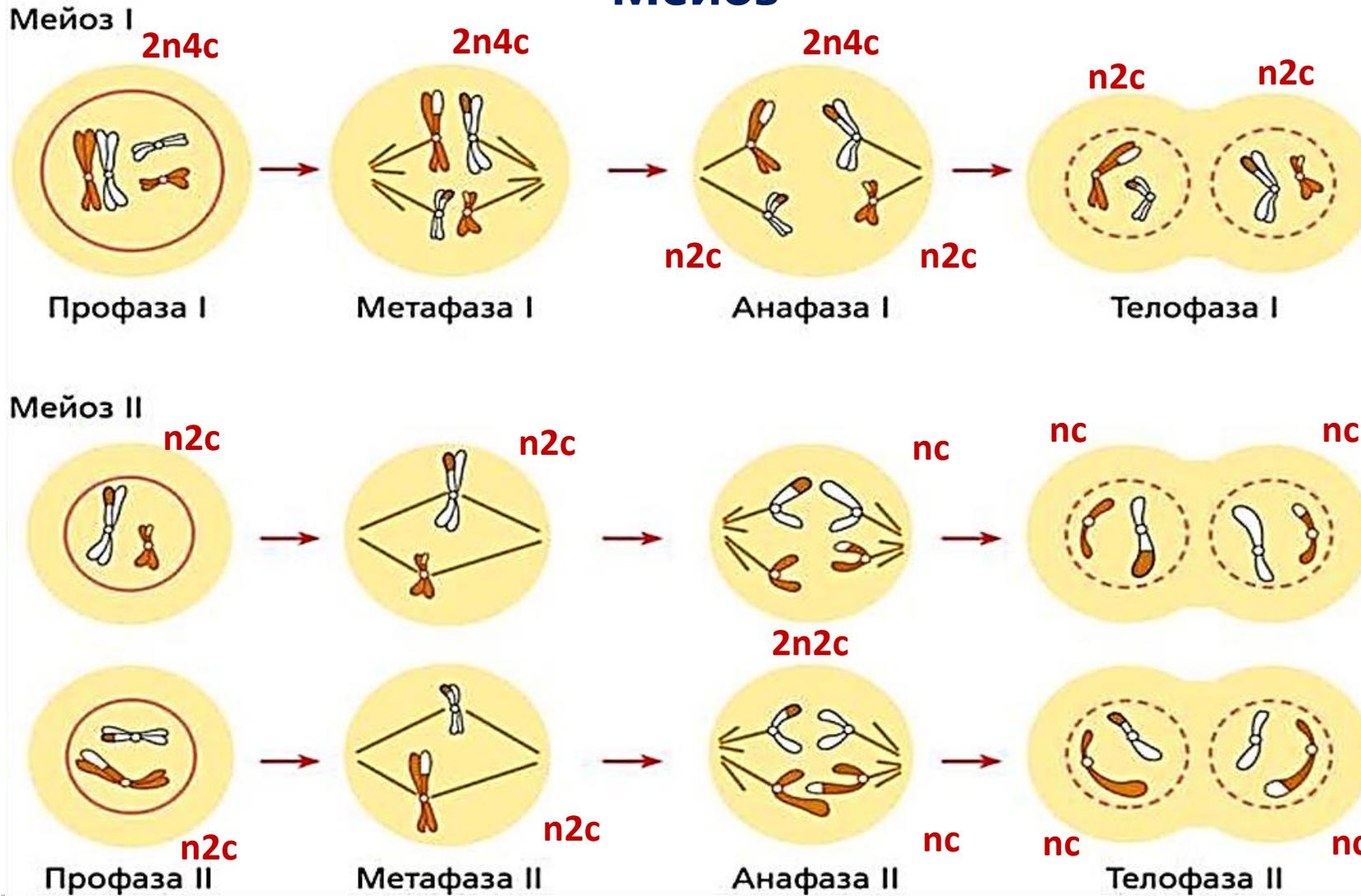
### **Решение:**

- 1) Кариотип – полный набор хромосом соматических клеток -  $2n2c$ , у лука - 16 хромосом, 16 ДНК
- 2) Так как в клетках эндосперма триплоидный набор хромосом -  $3n3c$ , значит число хромосом - 24, число молекул ДНК - 24
- 3) В синтетическом периоде интерфазы происходит удвоение молекул ДНК, число хромосом не меняется - 24 хромосомы, 48 ДНК ( $3n6c$ )
- 4) Число хромосом в начале анафазы митоза в клетках эндосперма -  $6n6c$  (48 хромосом, 48 ДНК), так как после расхождения хроматид число хромосом увеличивается в 2 раза (хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все в одной клетке); в конце анафазы -  $3n3c$  (24 хромосом, 24 ДНК), так как после расхождения к полюсам клетки каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой, состоящей из одной ДНК

# На что обратить внимание?



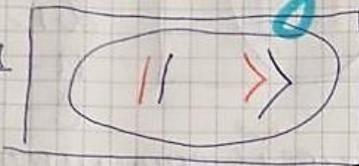
## Мейоз



**Интеркинез**  
(короткая интерфаза)

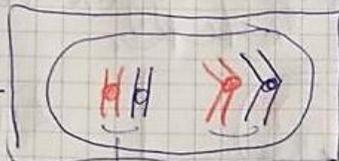
# Мейоз

Начало М. I



2n 2c

Концы М. I

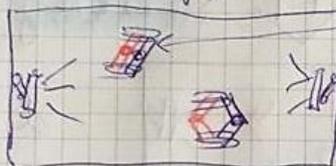


2n 4c

М. II

2 хр., но 4 хроматиды = мал. ДНК

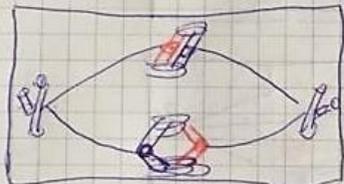
проф. I



дигаметы в → как бы газели в кель. цвет Фроссманов

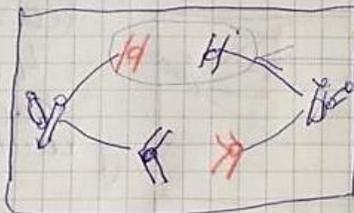
2n 4c

метаф. I



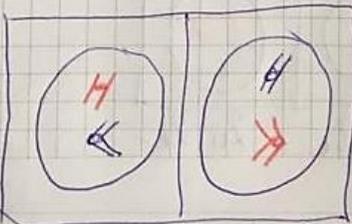
2n 4c

анаф. I

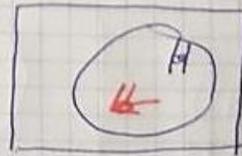
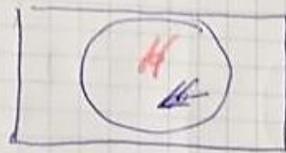


начало: 2n 4c  
концы: у каждого по n 2c

телоф. I



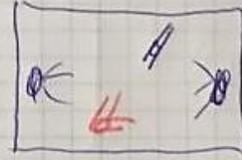
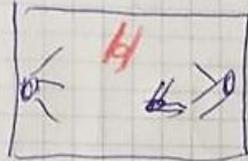
n 2c    n 2c



и-2:  
неб. убоенна  
и 2c

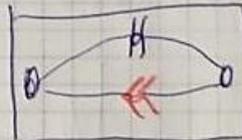
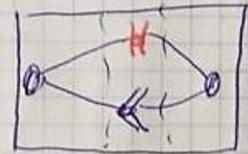
и-и

ураф 2



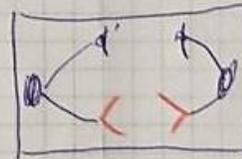
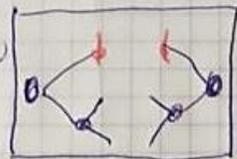
и 2c

мебаф 2



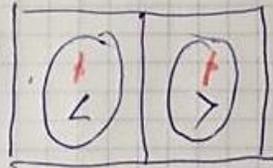
и 2c

акаф 2

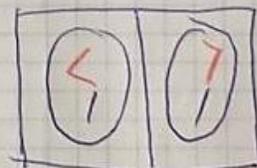


карапо:  
2 и 2c  
келес:  
у номинатов  
но не

Текот 2



не не



не не

Общая масса всех молекул ДНК в хромосомах растения в пресинтетический период интерфазы одной **соматической клетки** составляет около  $6 \times 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядрах клеток в конце телофазы мейоза I и мейоза II. Объясните полученные результаты.

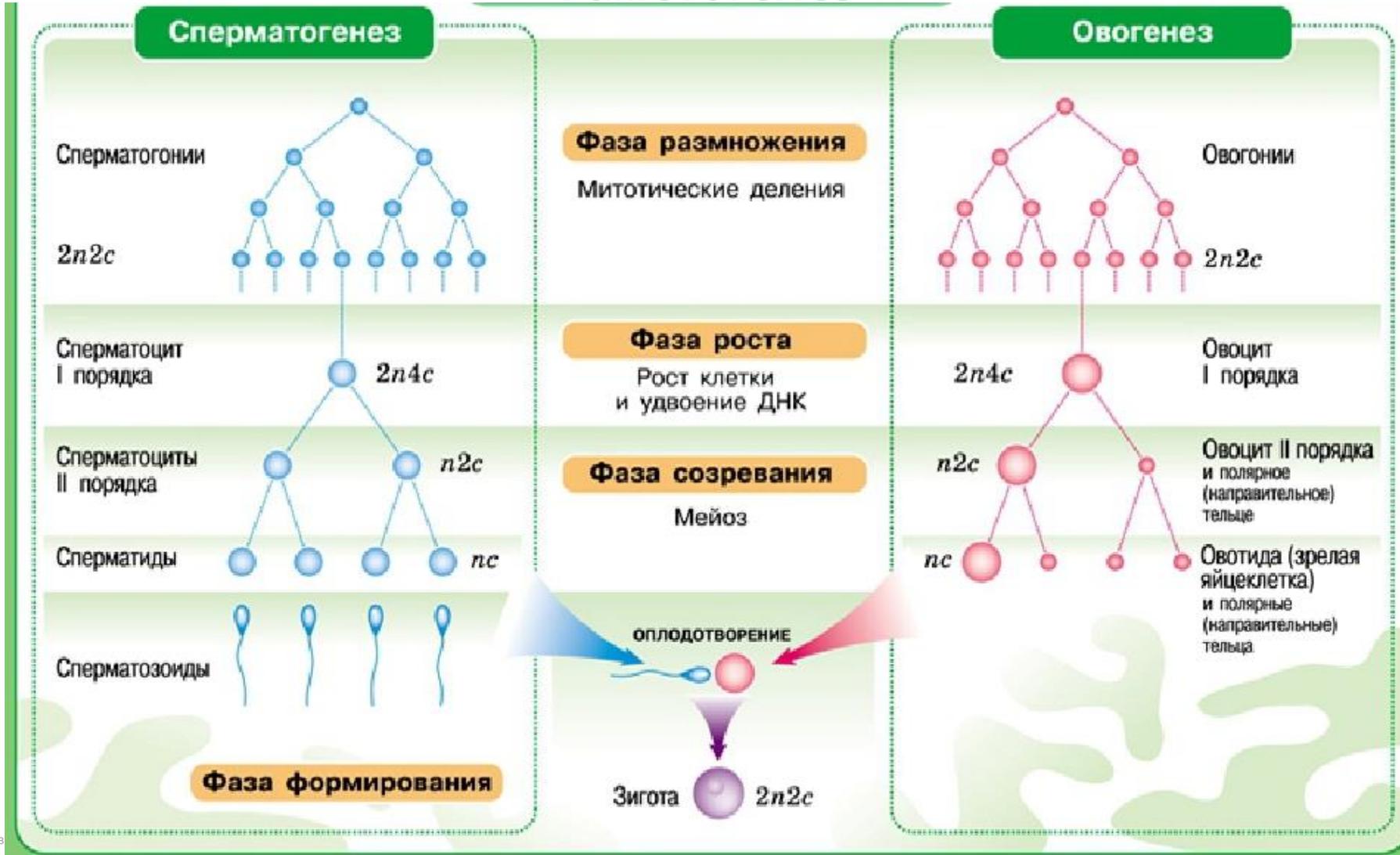
### Решение:

- 1) В телофазе мейоза I набор каждой из двух образующихся клеток -  $n2c$  - масса молекул ДНК равна  $12 \times 10^{-9}$  мг / 2 =  $6 \times 10^{-9}$  мг
- 2) В синтетическом периоде интерфазы количество ДНК удваивается, набор клетки вступающей в мейоз -  $2n4c$ , то есть она содержит  $12 \times 10^{-9}$  мг ДНК; мейоз I - редукционное деление, в анафазе мейоза I биваленты распадаются на двуххроматидные хромосомы, поэтому к концу мейоза I число хромосом и молекул ДНК становится в два раза меньше, набор каждой из двух образующихся клеток -  $n2c$ , то есть масса ДНК в каждой  $6 \times 10^{-9}$  мг
- 3) В телофазе мейоза II набор клетки -  $nc$ , масса всех молекул ДНК -  $3 \times 10^{-9}$  мг
- 4) Мейоз II - эквационное деление, в анафазе мейоза II хромосомы распадаются на дочерние хроматиды (однохроматидные хромосомы), поэтому к концу мейоза II набор клетки -  $nc$ , количество хромосом не изменяется по сравнению с исходным набором в мейозе II, а масса ДНК уменьшается в два раза -  $nc$ , то есть масса всех молекул ДНК -  $3 \times 10^{-9}$  мг

# На что обратить внимание?



## Гаметогенез

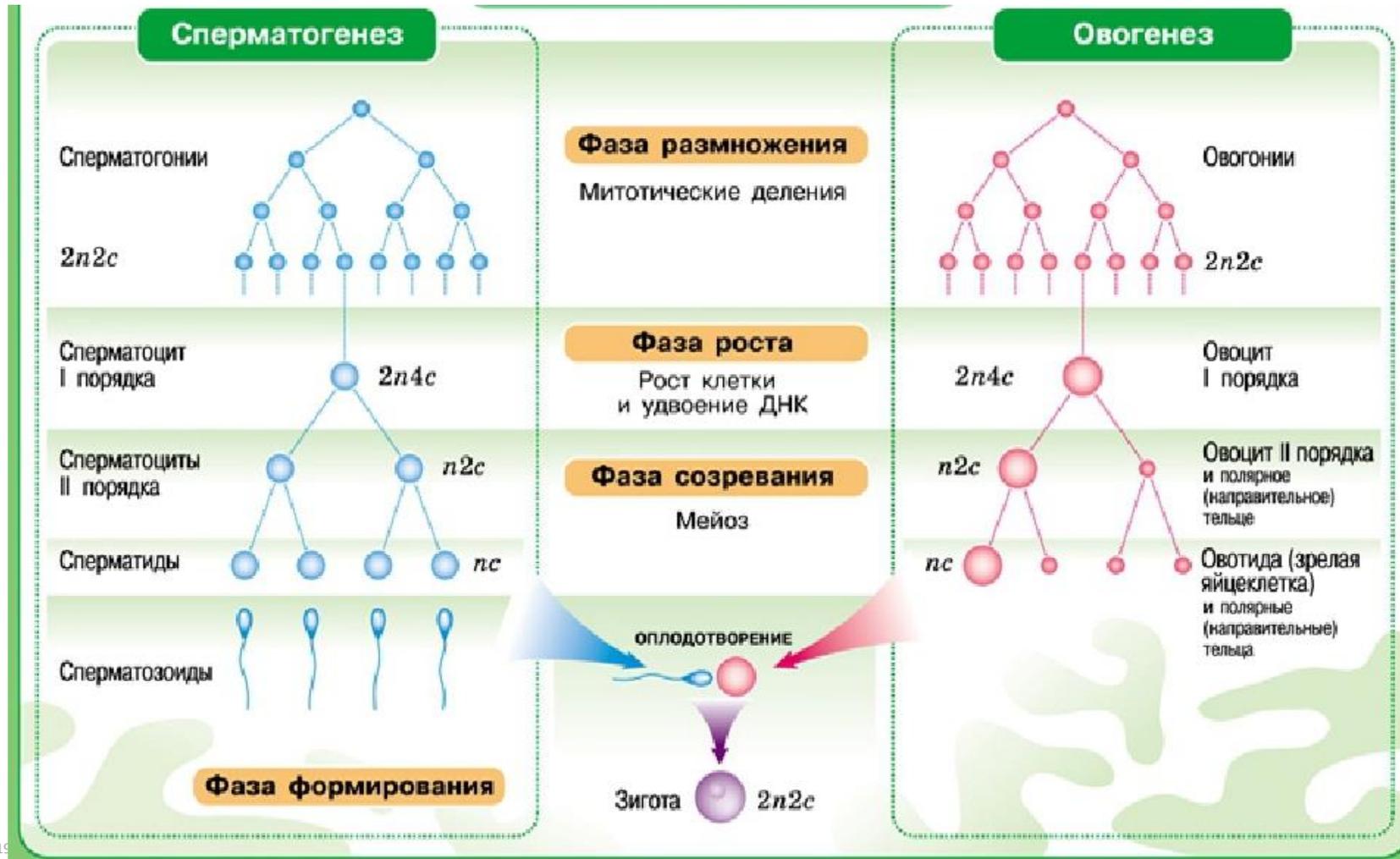


## Сравнение сперматогенеза и овогенеза

Стадия	Сперматогенез	Овогенез
Размножение (митоз) $2n2c$	размножение первичных половых клеток (гоноцитов) начинается с периода полового созревания и продолжается всю жизнь самца: сперматогонии	гоноциты закладываются в период эмбриогенеза самки; их размножение заканчивается к рождению: овогонии
Рост (интерфаза) $2n4c$	незначительный рост клетки: сперматоциты I порядка	значительный рост клетки: овоциты I порядка
Созревание — мейоз I ( $n2c$ )	в профазе I конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер: 2 сперматоцита II порядка	в профазе I конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер: 1 овоцит II порядка и редукционное тельце
— мейоз II ( $nc$ )	из каждого сперматоцита 2 порядка образуются 2 сперматиды	из овоцита II порядка образуется 1 яйцеклетка и 1 редукционное тельце. Первое редукционное тельце образует 2 редукционных тельца
Формирование $nc$	из сперматиды формируется сперматозоид	стадия отсутствует

В первичной половой клетке самки кролика 44 хромосомы. Сколько хромосом и молекул ДНК будет содержать овоцит в фазе роста, яйцеклетка и направительные тельца в конце фазы созревания овогенеза.

## Гаметогенез

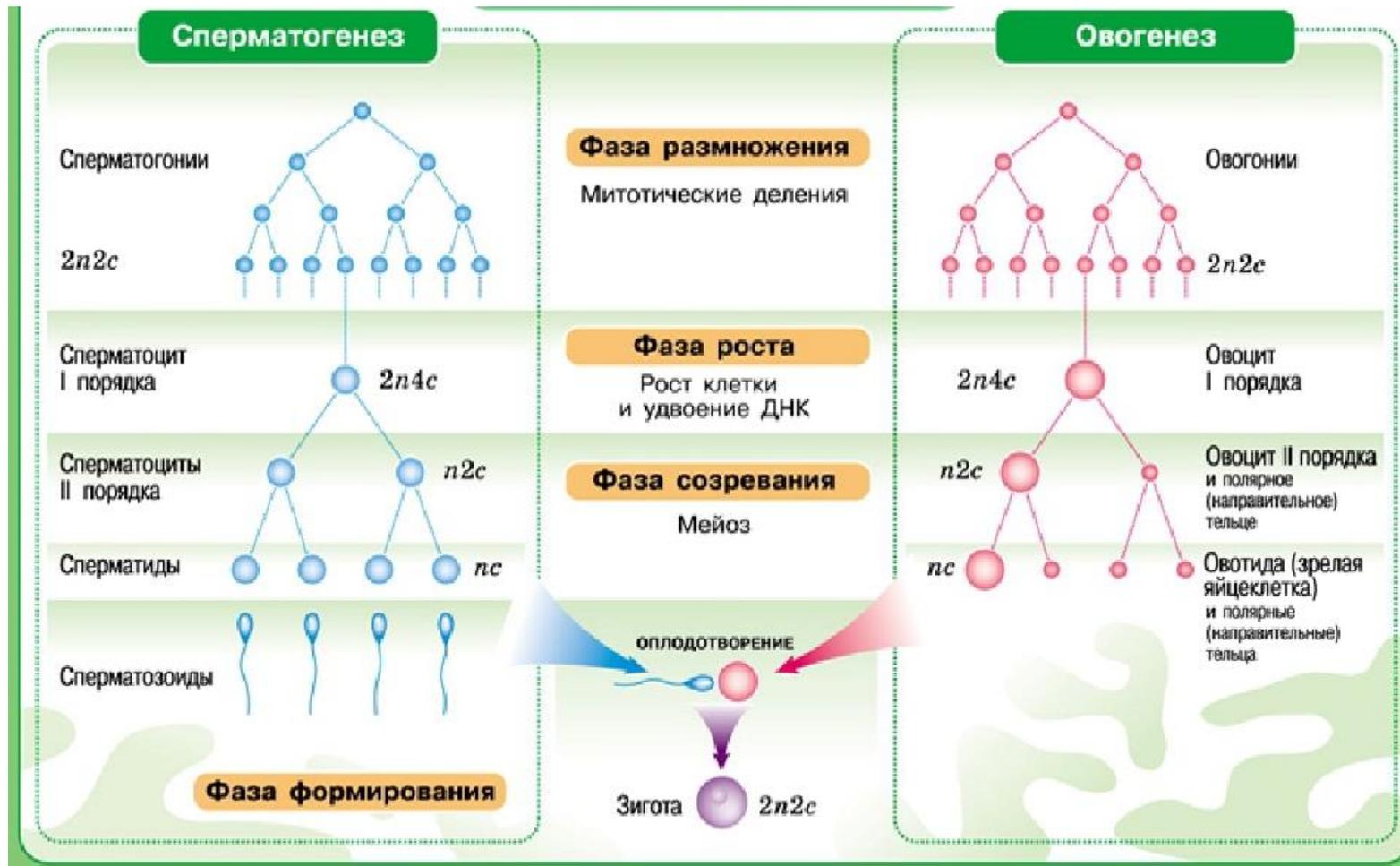


## Решение:

- 1) Первичная половая клетка – соматическая клетка - оогоний —  $2n2c$  – 44 хромосомы, молекул ДНК — 44;
- 2) Ооцит I порядка в стадии роста (интерфаза перед мейозом I) — 44 хромосомы, молекул ДНК — 88;
- 3) Перед началом деления число хромосом не изменяется, а число ДНК удвоилось за счёт репликации —  $2n4c$ ;
- 4) Яйцеклетка и направительные тельца в конце фазы созревания (мейоза II) — 22 хромосомы, молекул ДНК — 22
- 5) Прошло два последовательных деления мейоз I (редукционное деление): число хромосом становится в 2 раза меньше, но каждая хромосома состоит из двух молекул ДНК (сестринских хроматид) —  $n2c$ , и мейоз II (эквационное деление): к полюсам клетки расходятся хроматиды, каждая из которых состоит из одной молекулы ДНК -  $nc$

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 ядре **при овогенезе** перед началом деления, в конце телофазы мейоза I и мейоза II. Объясните полученные результаты.

## Гаметогенез



## Решение:

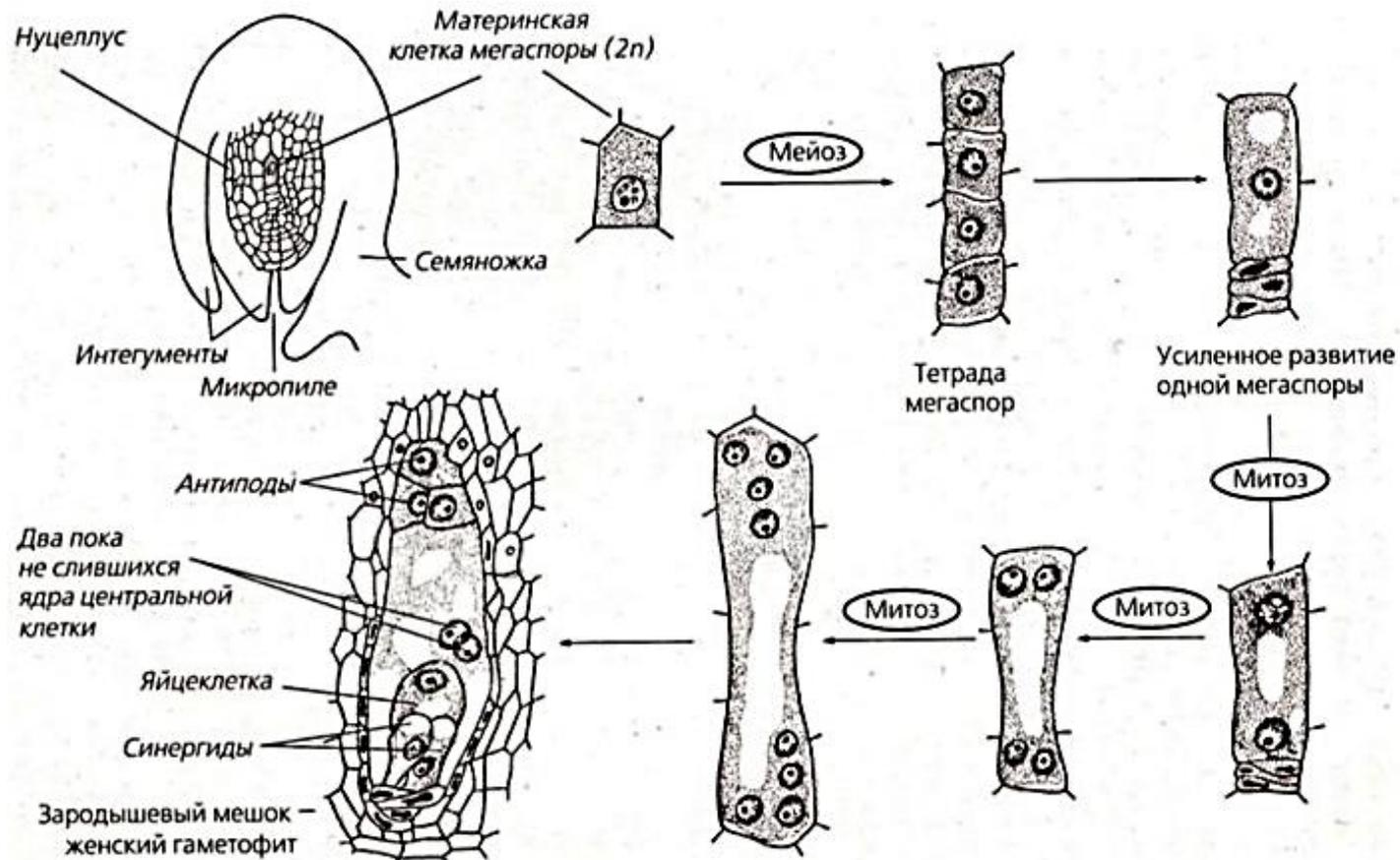
1) перед началом деления в процессе репликации число ДНК удваивается и масса ДНК равна  $2 \times 6 \cdot 10^{-9} = 12 \cdot 10^{-9}$  мг;

2) первое деление мейоза редукционное, число хромосом становится в 2 раза меньше, но каждая хромосома состоит из двух молекул ДНК (сестринских хроматид), поэтому в телофазе мейоза I масса ДНК равна  $12 \cdot 10^{-9} : 2 = 6 \cdot 10^{-9}$  мг;

3) после мейоза II каждое ядро в клетке содержит однохроматидные хромосомы гаплоидного набора, поэтому в телофазе мейоза II масса ДНК равна  $6 \cdot 10^{-9} : 2 = 3 \cdot 10^{-9}$  мг.

**Ответ:** масса ДНК перед началом деления  $12 \cdot 10^{-9}$  мг, в конце телофазы мейоза I -  $6 \cdot 10^{-9}$  мг, в конце телофазы мейоза II -  $3 \cdot 10^{-9}$  мг

Хромосомный набор **соматических клеток** пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из **клеток семязачатка** перед началом мейоза, в анафазе мейоза I и в анафазе мейоза II. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.



## Решение:

- 1) Клетки семязачатка (часть спорофита) содержат диплоидный набор хромосом 28 ( $2n2c$ ).
- 2) Перед началом мейоза в S-периоде интерфазы – происходит удвоение ДНК, число хромосом не меняется: 28 хромосом, 56 ДНК ( $2n4c$ ).
- 3) В анафазе мейоза I – к полюсам клетки расходятся хромосомы, состоящие из двух хроматид. Генетический материал клетки будет ( $2n4c = n2c+n2c$ ) – 28 хромосом, 56 ДНК .
- 4) В мейоз II вступают 2 дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом ( $n2c$ ) – 14 хромосом, 28ДНК (интерфаза короткая, удвоение ДНК не происходит)
- 5) В анафазе мейоза II – к полюсам клетки расходятся хроматиды. После расхождения хроматид число хромосом увеличивается в 2 раза (хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все в одной клетке) – ( $2n2c= nc+nc$ ) – 28 хромосом, 28ДНК

## Завершаем цикл вебинаров, посвященных подготовке к ЕГЭ по биологии 2021г

**3.06.2021**

**с 15:30-16:30 (по московскому времени)**

**вебинар на тему: «ЕГЭ по биологии 2021. Причины и следствия: как различать и устанавливать между ними взаимосвязь»**

**Ведущий:**

**Чередниченко Ирина Петровна, к.п.н, методист-эксперт ГК «Просвещение», автор методических пособий**

**Ссылка на вебинар: <https://uchitel.club/events/priciny-i-sledstviya-kak-razlicat-i-ustanavlivat-mezdu-nimi-vzaimosvyaz/>**

**8.06.2021**

**с 14:00 - 15:00 (по московскому времени)**

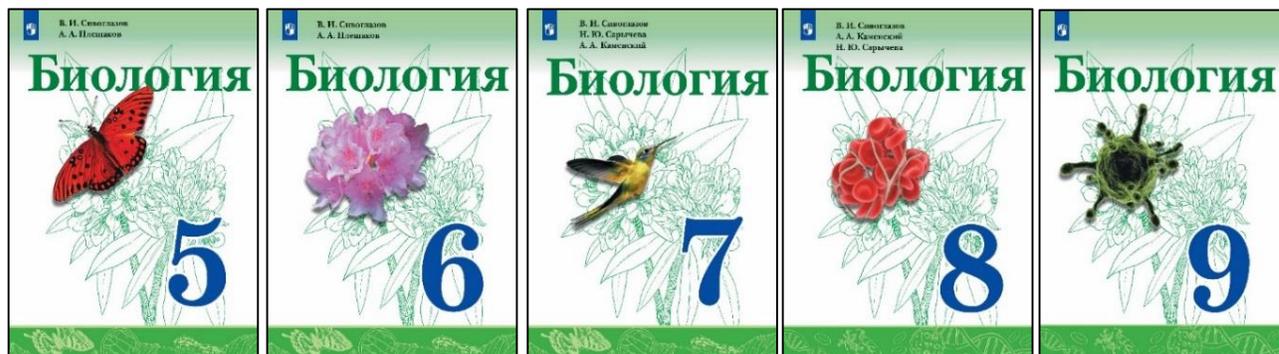
**вебинар на тему: «Финальная подготовка к ЕГЭ по биологии: чему уделить особое внимание»**

**Ведущий:**

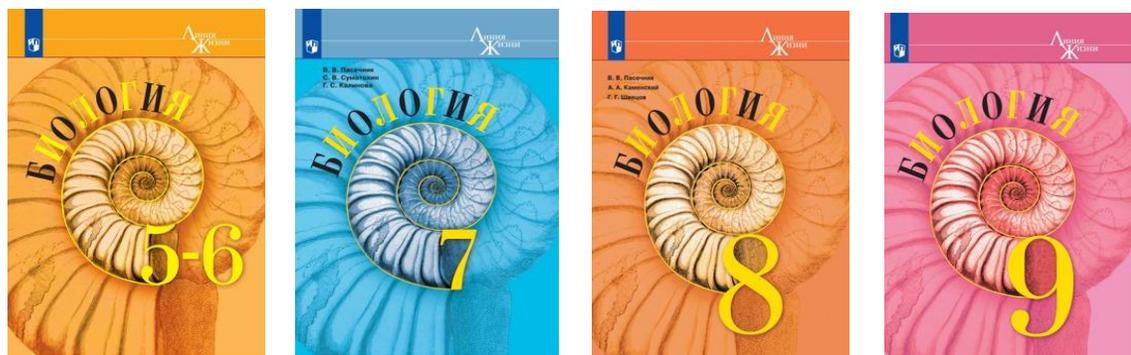
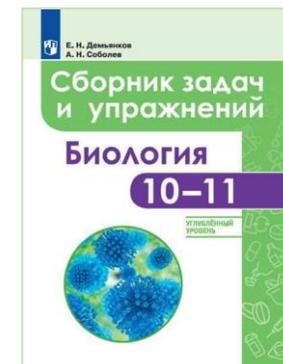
**Чередниченко Ирина Петровна, к.п.н, методист-эксперт ГК «Просвещение», автор методических пособий**

**Зарегистрироваться на вебинар вы сможете на сайте издательства: <https://prosv.ru/webinars>**

# Какие учебники и пособия использовать?

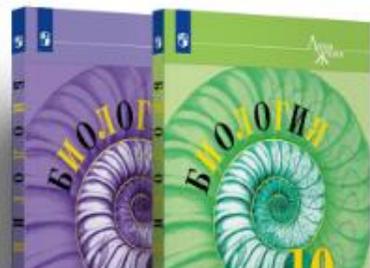


СЕРИЯ «ЗАДАЧНИКИ»





УМК Биология "Линия жизни" (5-9)



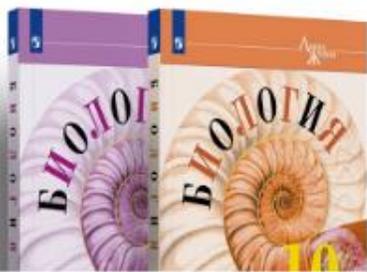
УМК Биология "Линия жизни" (10-11) Базовый уровень



УМК Биология. Сивоглазов В. И. (10-11) Базовый уровень



УМК Биология. Беляев Д.К. и др. (10-11) Базовый уровень



УМК Биология "Линия жизни" (10-11) Углублённый уровень



УМК Биология. Сивоглазов В. И. (5-9)



УМК Биология. Под ред. Шумного В.К. (10-11) Углублённый уровень

# Сервисы для педагогов на сайте Группы компаний «Просвещение» prosv.ru

Каталог



[catalog.prosv.ru](http://catalog.prosv.ru)

Горячая линия



[vopros@prosv.ru](mailto:vopros@prosv.ru)

Рабочие  
программы



[prosv.ru](http://prosv.ru)

Презентации и рекламные  
материалы



[prosv.ru/reklama/](http://prosv.ru/reklama/)

Материалы для подготовки к  
участию в международных  
исследованиях



[prosv.ru/pages/pisa.html](http://prosv.ru/pages/pisa.html)



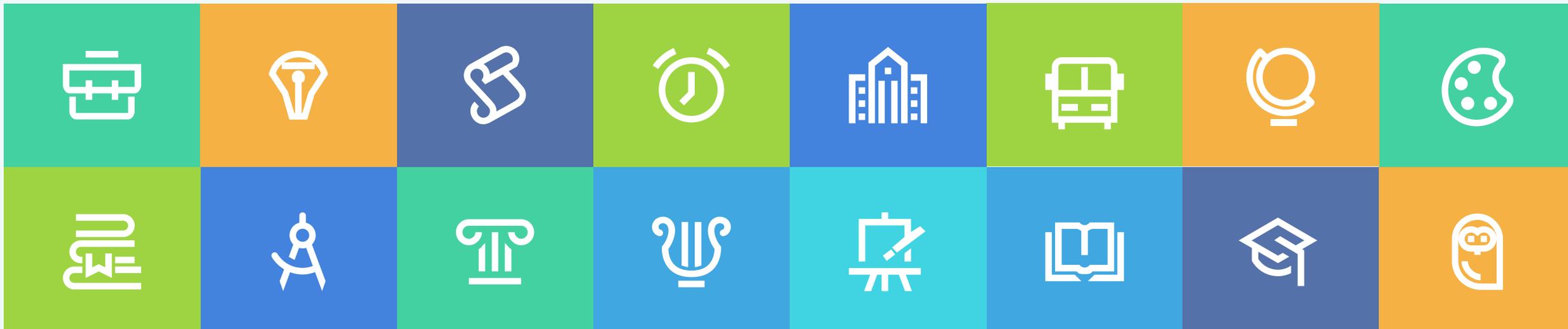
[vopros@prosv.ru](mailto:vopros@prosv.ru)



[shop.prosv.ru](http://shop.prosv.ru)



[academy.prosv.ru](http://academy.prosv.ru)



Группа компаний «Просвещение»

Адрес: 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3, подъезд 8, бизнес-центр «Новослободский»

Горячая линия: [vopros@prosv.ru](mailto:vopros@prosv.ru)

Методист-эксперт Центра методической поддержки педагогов и образовательных организаций, к.п.н:

Чередниченко Ирина Петровна

E-mail: [ICherednichenko@prosv.ru](mailto:ICherednichenko@prosv.ru)