

# Клетка как биологическая система

**Фролова Ольга Валерьевна,**  
*канд. биол. наук, доцент кафедры анатомии и физиологии  
человека и животных  
Института биологии  
Тюменский государственный университет  
o.v.frolova@mail.ru*



Единый государственный экзамен по БИОЛОГИИ

**Кодификатор**  
элементов содержания и требований к уровню  
подготовки выпускников образовательных  
организаций для проведения  
единого государственного экзамена  
по биологии

подготовлен Федеральным государственным бюджетным  
научным учреждением

«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

# Элементы содержания, проверяемые на ЕГЭ

## Раздел 2. Клетка как биологическая система

**2.1** Современная клеточная теория, ее основные положения, роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Развитие знаний о клетке. Клеточное строение организмов – основа единства органического мира, доказательство родства живой природы

**2.2** Многообразие клеток. Прокариоты и эукариоты. Сравнительная характеристика клеток растений, животных, бактерий, грибов

**2.3** Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека

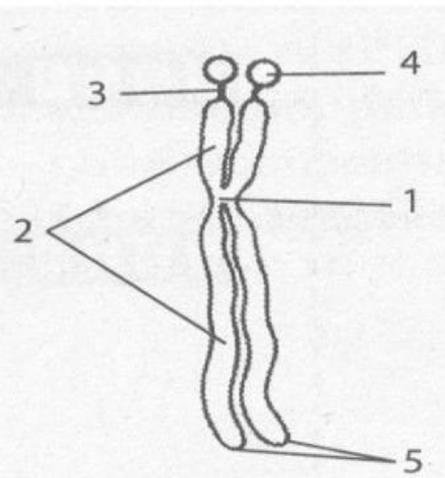
**2.4** Строение клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности

**2.5 (3)** Обмен веществ и превращения энергии – свойства живых организмов. Энергетический обмен и пластический обмен, их взаимосвязь. Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание. Фотосинтез, его значение, космическая роль. Фазы фотосинтеза. Световые и темновые реакции фотосинтеза, их взаимосвязь. Хемосинтез. Роль хемосинтезирующих бактерий на Земле

**2.6 (2)** Генетическая информация в клетке. Гены, генетический код и его свойства. Матричный характер реакций биосинтеза. Биосинтез белка и нуклеиновых кислот

**2.7 (1)** Клетка – генетическая единица живого. Хромосомы, их строение (форма и размеры) и функции. Число хромосом и их видовое постоянство. Соматические и половые клетки. Жизненный цикл клетки: интерфаза и митоз. Митоз – деление соматических клеток. Мейоз. Фазы митоза и мейоза. Развитие половых клеток у растений и животных. Деление клетки – основа роста, развития и размножения организмов. Роль мейоза и митоза

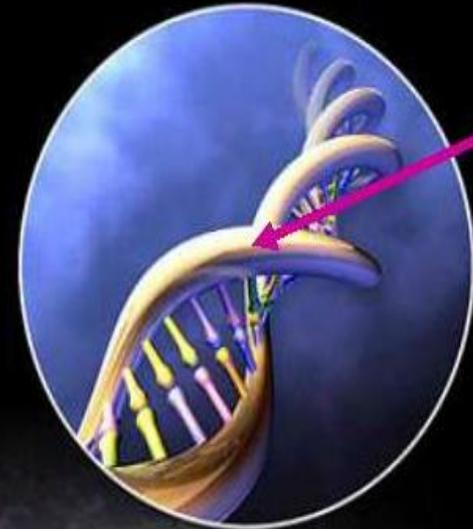
# Строение хромосомы



- 1 — центромера;
- 2 — плечи;
- 3 — вторичная перетяжка
- 4 — спутник;
- 5 — теломеры

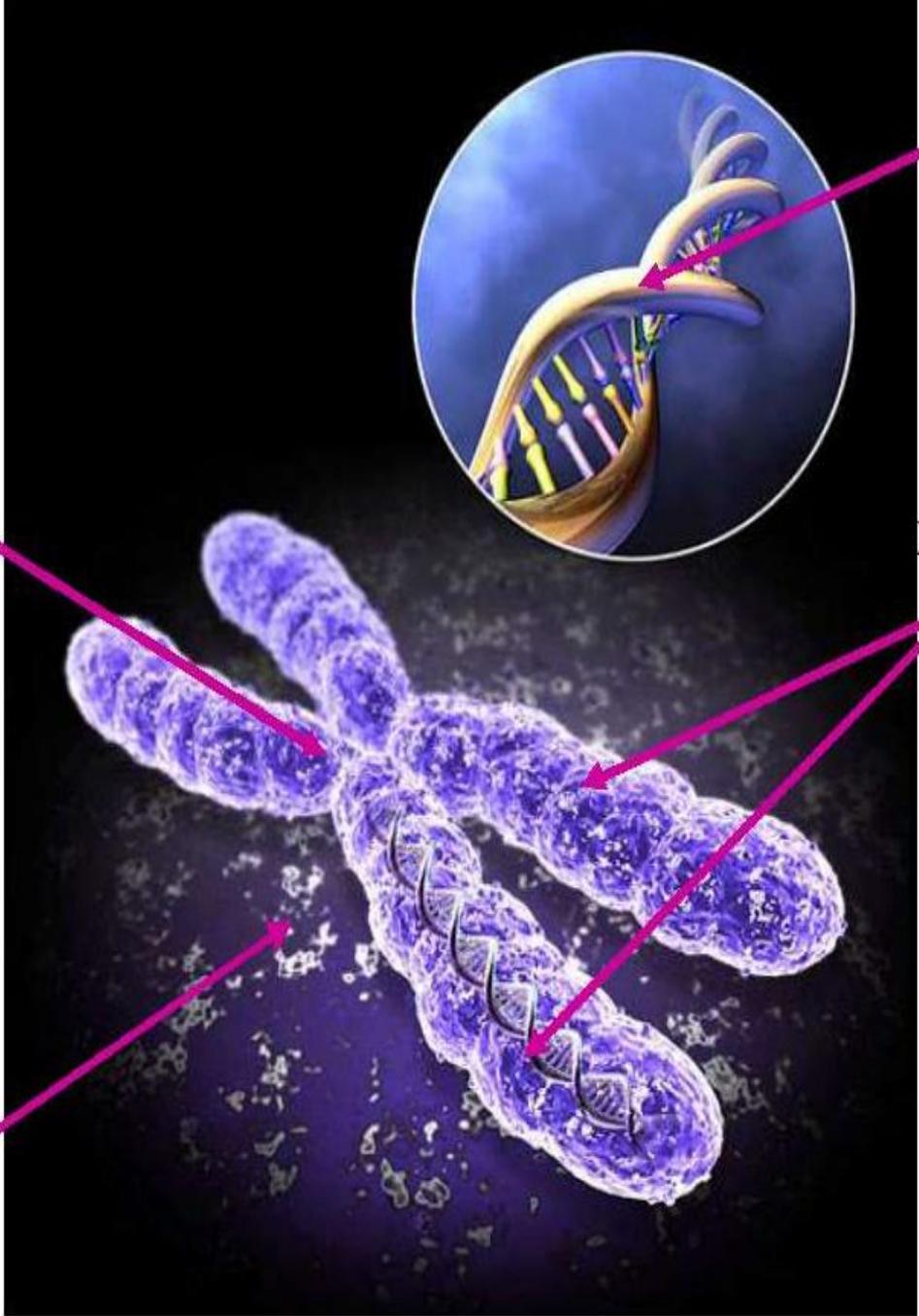
Центромера

Хромосома

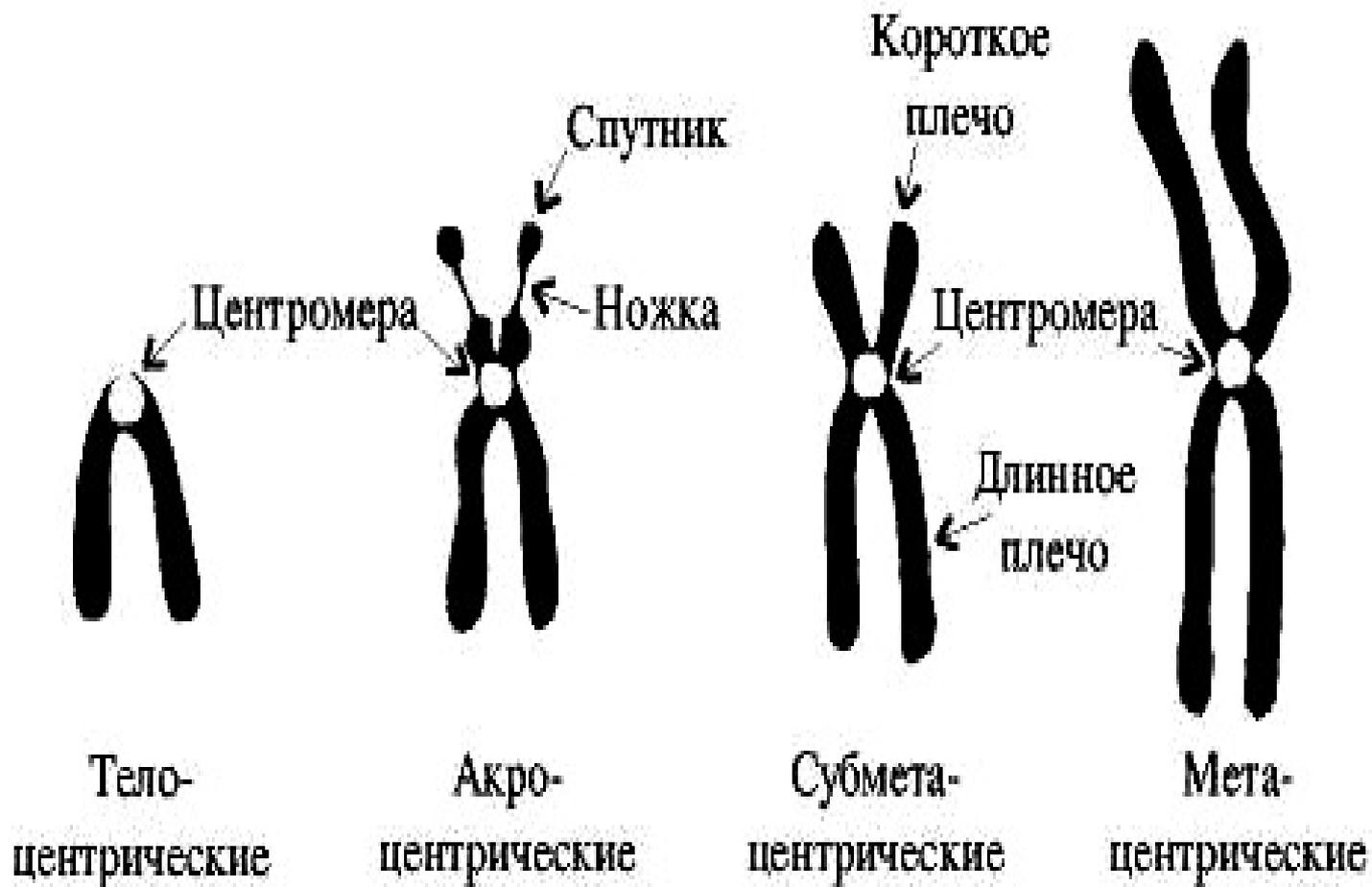


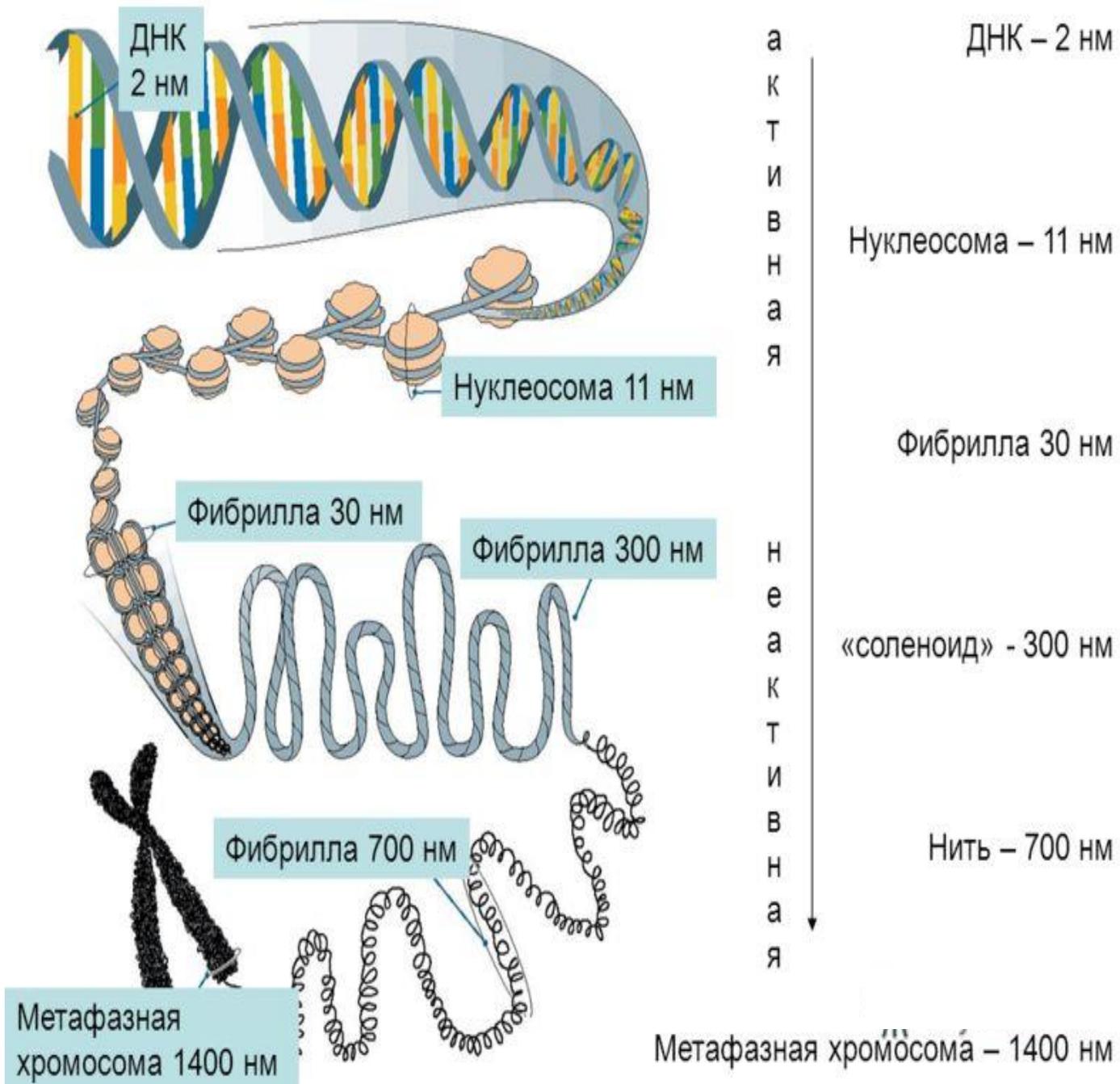
Хроматин

Хроматиды

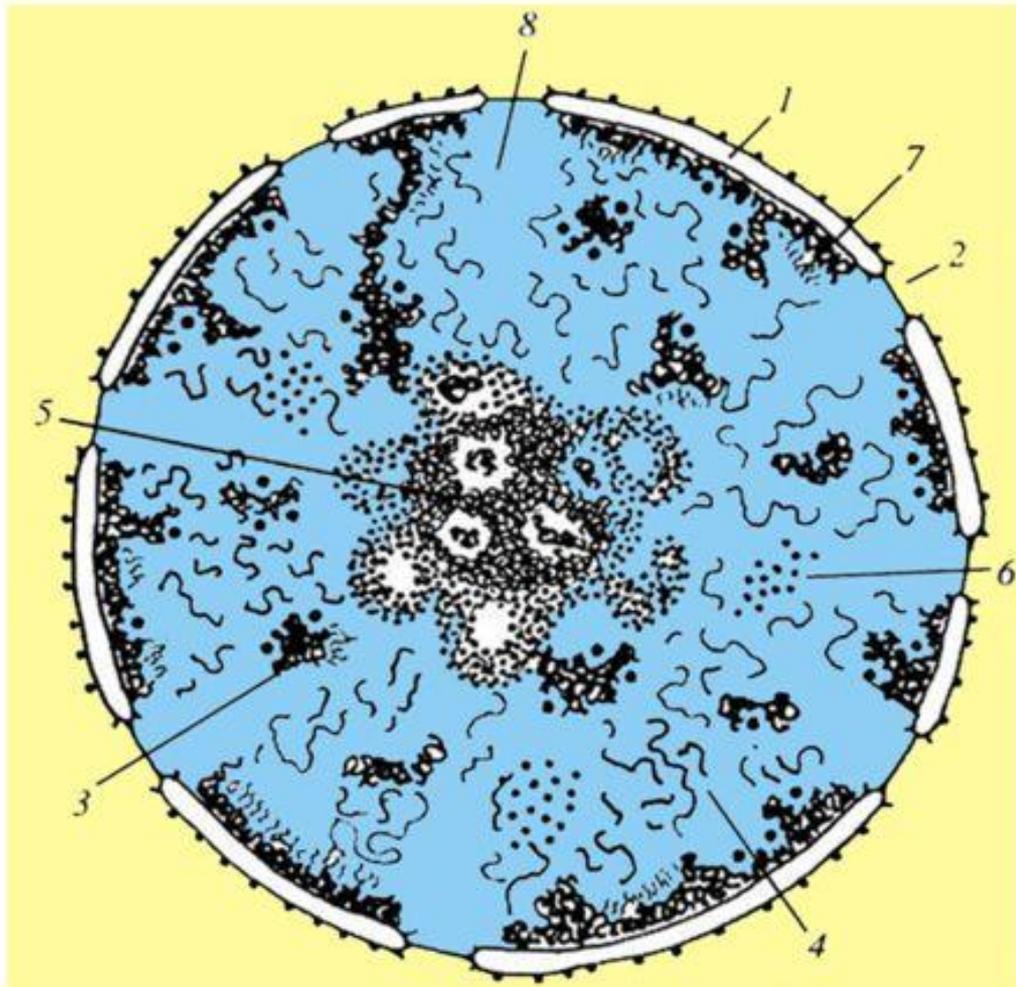


# Виды хромосом





# Схема строения клеточного ядра



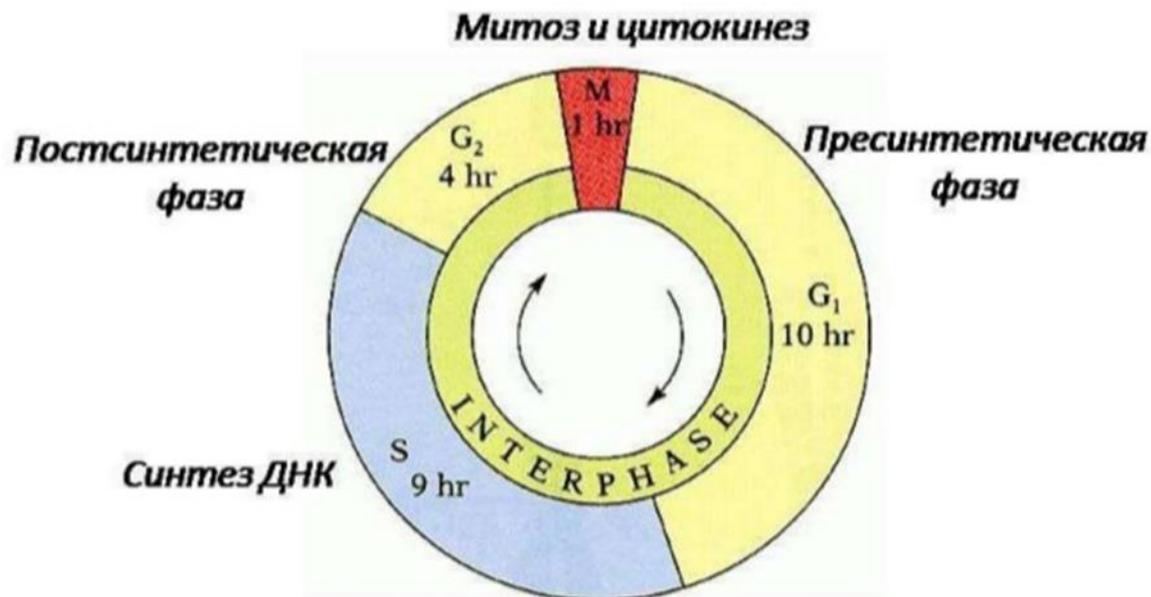
- 1 – ядерная оболочка (две мембраны – внутренняя и внешняя – и перинуклеарное пространство),
- 2 – ядерная пора,
- 3 – хроматин конденсированный,
- 4 – хроматин диффузный,
- 5 – ядрышко,
- 6 – гранулы,
- 7 – фибриллы,
- 8 – кариеоплазма

# Клеточный цикл

- Быстро делящиеся клетки взрослых организмов могут входить в клеточный цикл каждые 12-36 часов. Клеточный цикл эукариот состоит из двух периодов:
- Период клеточного роста, называемый – **интерфаза**, во время которого идет синтез ДНК и белков.
- Период клеточного деления, называется фаза М – **митоз и цитокинез**.

Интерфаза состоит из нескольких периодов:

- 1) G<sub>1</sub>-пресинтетической или фазы начального роста, во время которой идет синтез мРНК, белков, других компонентов;
- 2) S-синтетической фазы, во время которой идет удвоение ДНК и центриолей.
- 3) G<sub>2</sub>-постсинтетической, во время которой идет подготовка к митозу.



## Мейоз I

Мейоз состоит из 2 последовательных делений с короткой интерфазой между ними.

**Профаза I** — профаза первого деления очень сложная и состоит из 5 стадий:

**Лептонема** — упаковка хромосом, конденсация ДНК с образованием хромосом в виде тонких нитей (хромосомы укорачиваются).

**Зигонема** — происходит конъюгация — соединение гомологичных хромосом с образованием структур, состоящих из двух соединённых хромосом, называемых **тетрадами** или **бивалентами** и их дальнейшая компактизация.

**Пахинема** — (самая длительная стадия) — в некоторых местах гомологичные хромосомы плотно соединяются, образуя **хиазмы**. В них происходит кроссинговер — обмен участками гомологичных хромосом.

**Диплонема** — происходит частичная деконденсация хромосом, при этом часть генома может работать, происходят процессы транскрипции (образование РНК), трансляции (синтез белка); гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой. **Диакинез** — ДНК снова максимально конденсируется, синтетические процессы прекращаются, растворяется ядерная оболочка; центриоли расходятся к полюсам; гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой.

К концу профазы I центриоли мигрируют к полюсам клетки, формируются нити веретена деления, разрушаются ядерная мембрана и ядрышки.

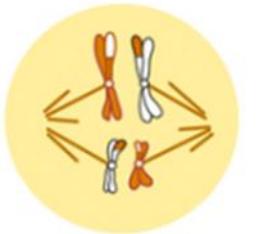
**Метафаза I** — бивалентные хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки.

**Анафаза I** — микротрубочки сокращаются, биваленты делятся, и хромосомы расходятся к полюсам. Важно отметить, что, из-за конъюгации хромосом в зиготене к полюсам расходятся целые хромосомы, состоящие из двух хроматид каждая, а не отдельные хроматиды, как в митозе.

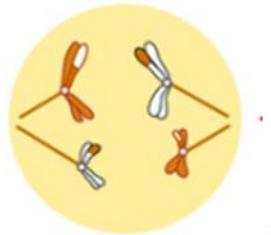
**Телофаза I** — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.



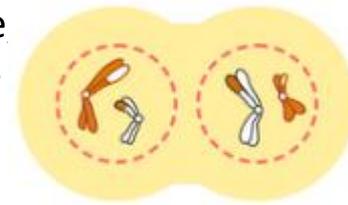
Профаза I



Метафаза I



Анафаза I



Телофаза I

Второе деление мейоза следует непосредственно за первым, без выраженной интерфазы: S-период отсутствует, поскольку перед вторым делением не происходит репликации ДНК.

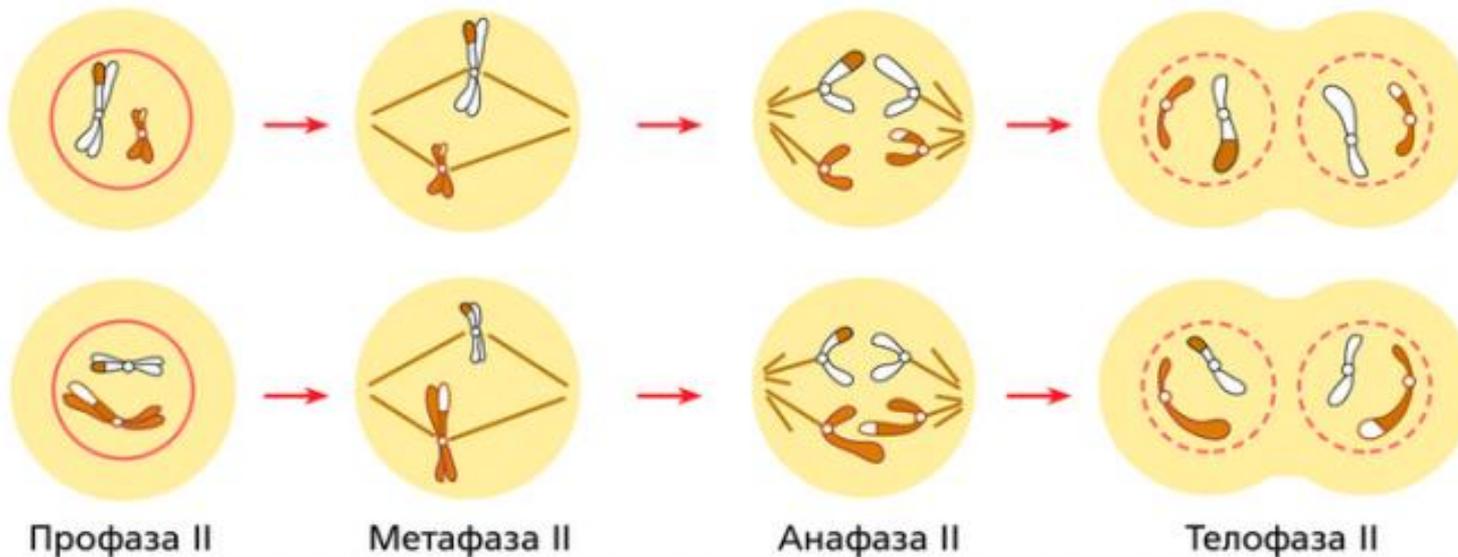
**Профаза II** — происходит конденсация хромосом, клеточный центр делится и продукты его деления расходятся к полюсам ядра, разрушается ядерная оболочка, образуется веретено деления, перпендикулярное первому веретену.

**Метафаза II** — **унивалентные хромосомы** (состоящие из двух хроматид каждая) располагаются на «экваторе» (на равном расстоянии от «полюсов» ядра) в одной плоскости, образуя так называемую метафазную пластинку

**Анафаза II** — униваленты делятся и **хроматиды** расходятся к полюсам.

**Телофаза II** — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.

Мейоз II



# Изменения числа хромосом, хроматид и относительного количества ДНК в мейозе

$n$  – число хромосом,  $h$  – число хроматид,  $c$  – отн. количество ДНК

Предмейотическая интерфаза	$2n:4h:4c$	◆ Лептотена
		◆ Зиготена
		◆ Пахитена
◆ Мейоз I	◆ Профаза I $2n:4h:4c$	◆ Диплотена
	◆ Метафаза I $2n:4h:4c$	◆ Диакинез
	◆ Анафаза I <u><math>n:2h:2c</math></u>	
	◆ Телофаза I $n:2h:2c$	
◆ Интеркинез	$n:2h:2c$	
	◆ Профаза II $n:2h:2c$	
◆ Мейоз II	◆ Метафаза II $n:2h:2c$	
	◆ Анафаза II <u><math>n:h:c</math></u>	
	◆ Телофаза II $n:h:c$	

Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетке семязачатка при образовании макроспоры в конце мейоза I и мейоза II. Объясните все возможные полученные результаты в каждом случае.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Схема решения задачи включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) в конце мейоза I число молекул ДНК – 28, число хромосом – 14;</li> <li>2) в конце мейоза II число молекул ДНК – 14, число хромосом – 14; <i>(только буквенночисленное обозначение (2n2c и др.) числа хромосом и молекул ДНК НЕВЕРНО!!!)</i></li> <li>3) в мейозе I происходит редукционное деление, поэтому число хромосом и ДНК уменьшается в 2 раза, хромосомы двухроматидные;</li> <li>4) в мейозе II в клетке расходятся сестринские хроматиды (хромосомы), поэтому число хромосом сохраняется, а число ДНК уменьшается в 2 раза <i>(термин «сестринские хроматиды» может быть замен на «однохроматидные» или «дочерние»)</i></li> </ol>	
<p>Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок</p>	<b>3</b>
<p>Ответ включает в себя два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<b>2</b>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два-три из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<b>1</b>
<p>Ответ неправильный</p>	<b>0</b>
<p>Максимальный балл</p>	<b>3</b>

Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетке семязачатка при образовании мегаспоры в профазе I мейоза и профазе II мейоза. Объясните все возможные полученные результаты в каждом потомстве.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Схема решения задачи включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) в профазе I мейоза число молекул ДНК – 56, число хромосом – 28;</li> <li>2) в профазе II мейоза число молекул ДНК – 28, число хромосом – 14;</li> <li>3) в профазе I мейоза число хромосом не изменяется, число ДНК удвоилось за счёт за счет репликации перед началом мейоза;</li> <li>4) в профазе II мейоза после редукционного деления мейоза I число хромосом и ДНК уменьшилось в два раза</li> </ol>	
<p>Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок</p>	<b>3</b>
<p>Ответ включает в себя два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<b>2</b>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два-три из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<b>1</b>
<p>Ответ неправильный</p>	<b>0</b>
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

Хромосомный набор соматических клеток овса равен 42. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в ядрах (клетках) семязачатка перед началом мейоза I и в метафазе мейоза II. Объясните все полученные результаты.

№ 39

- 1) Перед началом мейоза I происходит интерфаза (подготовительный этап перед делением клетки), в суммарном же перед интерфазой происходит редукция (удвоение) ДНК.
- 2) Исходя из предыдущего пункта можно смело сказать, что перед началом мейоза I хромосомный набор соматических клеток овса будет равен 42 (2n), а число молекул ДНК - 84 (4c).  
P.S. до интерфазы соматические клетки имеют 2n2c.
- 3) И.к. перед 2 делением мейоза не происходит подготовительного этапа, то количество ДНК и хромосомный набор останется без изменений, пока метафаза мейоза I. Хромосомный набор метафазы мейоза I равен n, а число ДНК - 2c.
- 4) Исходя из предыдущего пункта можно сказать, что в метафазе мейоза II хромосомный набор будет равен  $\frac{n}{2}$  ( $\frac{4n}{2}$ ), а число молекул ДНК - 42 (2c).

<p align="center"><b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (правильный ответ должен содержать следующие позиции)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Схема решения задачи включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) перед началом мейоза I число хромосом – 42, число молекул ДНК - 84;</li> <li>2) перед делением ДНК удваивается, каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид;</li> <li>3) в метафазе мейоза II число хромосом – 21, число молекул ДНК - 42;</li> <li>4) после редукционного деления мейоза I число хромосом и число молекул ДНК уменьшились в 2 раза</li> </ol>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	<p align="center">3</p>
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center">2</p>
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center">1</p>
<p>Ответ неправильный</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center"><i>Максимальный балл</i></p> <p align="center">3</p>

Внутреннее содержимое семязачатка представляет собой нуцеллус. В нуцеллусе семязачатка имеется одна археспориальная клетка ( $2n$ ), способная делиться путем мейоза (у некоторых растений археспорий многоклеточный). В результате мейоза из археспориальной клетки (материнской клетки мегаспор) образуется четыре гаплоидные мегаспоры ( $n$ ).

### Мейоз

*интерфаза -  $2n4c$*

*профаза1 -  $2n4c$*

*метафаза1 -  $2n4c$*

*анафаза1 -  $2n4c$*

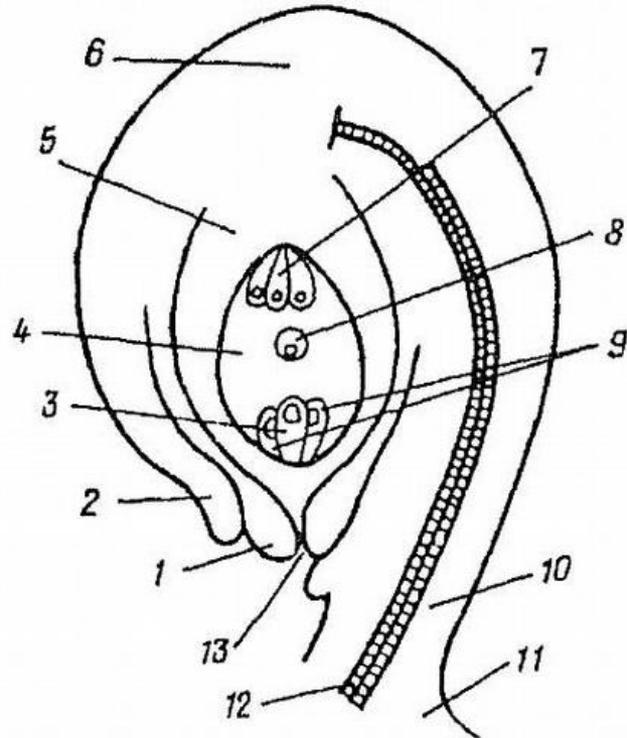
*телофаза1 -  $n2c$*

*профаза2 -  $n2c$*

*метафаза2 -  $n2c$*

*анафаза2 -  $2n2c$*

*телофаза2 -  $nc$*



Строение семязачатка:

1, 2 — внутренний и наружный интегументы; 3 — яйцеклетка; 4 — зародышевый мешок; 5 — нуцеллус; 6 — халаза; 7 — антиподы; 8 — вторичное ядро; 9 — синергиды; 10 — фуникулус; 11 — плацента; 12 — проводящий пучок; 13 — пыльцевход (микропиле)

- Ответ: 2 балла

# Ответ – 2 балла

ср 39

$$2n = 42; n = 21$$

1) Перед началом мейоза I

$$\begin{aligned} 2n &= 42 \\ 4c &= 84 \end{aligned}$$

2) Метафаза мейоза II

$$\begin{aligned} n &= 21 \\ 2c &= 42 \end{aligned}$$

3) 1. Так как в соматических клетках равно 4c, то в соматичекой соматической клетке будет 2n

2. Мейозу I предшествует интерфаза, в которой происходит удвоение массы ДНК в мейоз I

# Ответ – 1 балл

С6) (39)  
1) Соматической клетке овса = 42 диплоидный набор  
т.к. семязачаток, то  $42:2 = 21$  гаплоидный набор  
(сперматозоид)

2) Перед началом мейоза I: (митоз  $2n \rightarrow 4n$ )  
Перед началом мейоза I происходит митоз и  
в конце мейоза I мы получим дочернюю клетку  
уникальной, следовательно  $2n \rightarrow 2e$ , где  $n$  кол-во  
хромосом, а  $e$  кол-во ДНК. Следовательно в  
начале мейоза I  $2n = 42 \times 2$ ;  $2e = 42 \times 2 \text{ ДНК}$ .

В дальнейшем, в метафазе мейоза II кол-во хромосом  
равно  $n$ , а кол-во ДНК равно  $2e$ , следовательно  
в метафазе мейоза II  $n = 21 \times 2$ ;  $2e = 42 \text{ ДНК}$ .

В первом случае перед началом мейоза I  
было две диплоидные клетки  $2n \rightarrow 4n$ , в конце диплоидное образованное  
дочерние клетки имеют материнский,  
но с хромосомным набором в два раза  
 $2n \rightarrow 2e$ .

Во втором случае после первого диплоидного  
мейоза I мейозом хромосомный набор умень-  
шился еще в два раза!  $\Rightarrow n \rightarrow e$ , в конце  
мейоза два образованы 4 клетки (не).

# Ответ – 2 балла

39.

- 1) до начала деления -  $2n; 2c \rightarrow 42n, 42c$
- 2) в интерфазе перед мейозом I -  $2n; 2c \rightarrow 42n; 84c$   
В интерфазе происходит репликация ДНК  $\rightarrow$  количество молекул ДНК (с) увеличивается в 2 раза, количество хромосом (n) не изменяется.
- 3) В метафазе мейоза II -  $n; 2c; \rightarrow 21n; 42c$   
Двуххроматидные хромосомы выстраиваются в экваториальной части клетки; изменение количества ДНК и хромосом не происходит.

# Ответ – 2 балла

- 39) 1) Перед мейозом I происходит интерфаза, где идёт процесс репликации ДНК  $\Rightarrow$  набор будет  $2n 4c$  (42 хромосомы и 84 молекулы ДНК).  
2) В метафазе мейоза I будет набор  $1n 2c$  (21 хромосома и 42 молекулы ДНК), т.к. перед мейозом II ш. на обороте  $\rightarrow$

нет интерфаза, а в телофазе мейоза I набор становится  $1n 2c$ .  
3) Дана соматическая клетка с набором  $2n = 42$  хромосомы.

# Ответ – 2 балла

39. Перед началом мейоза I происходит удвоение молекул ДНК, поэтому кр. набор клеток перед началом деления: 2n4c, т.е. 42 кр., 84 ДНК.  
Все теломеры I в каждой клетке оказались равное число хромосом, т.к. гомологичные хромосомы отделились в разные клетки. Поэтому кр. набор в метафаза II: n2c, т.е. 21 кр., 42 ДНК

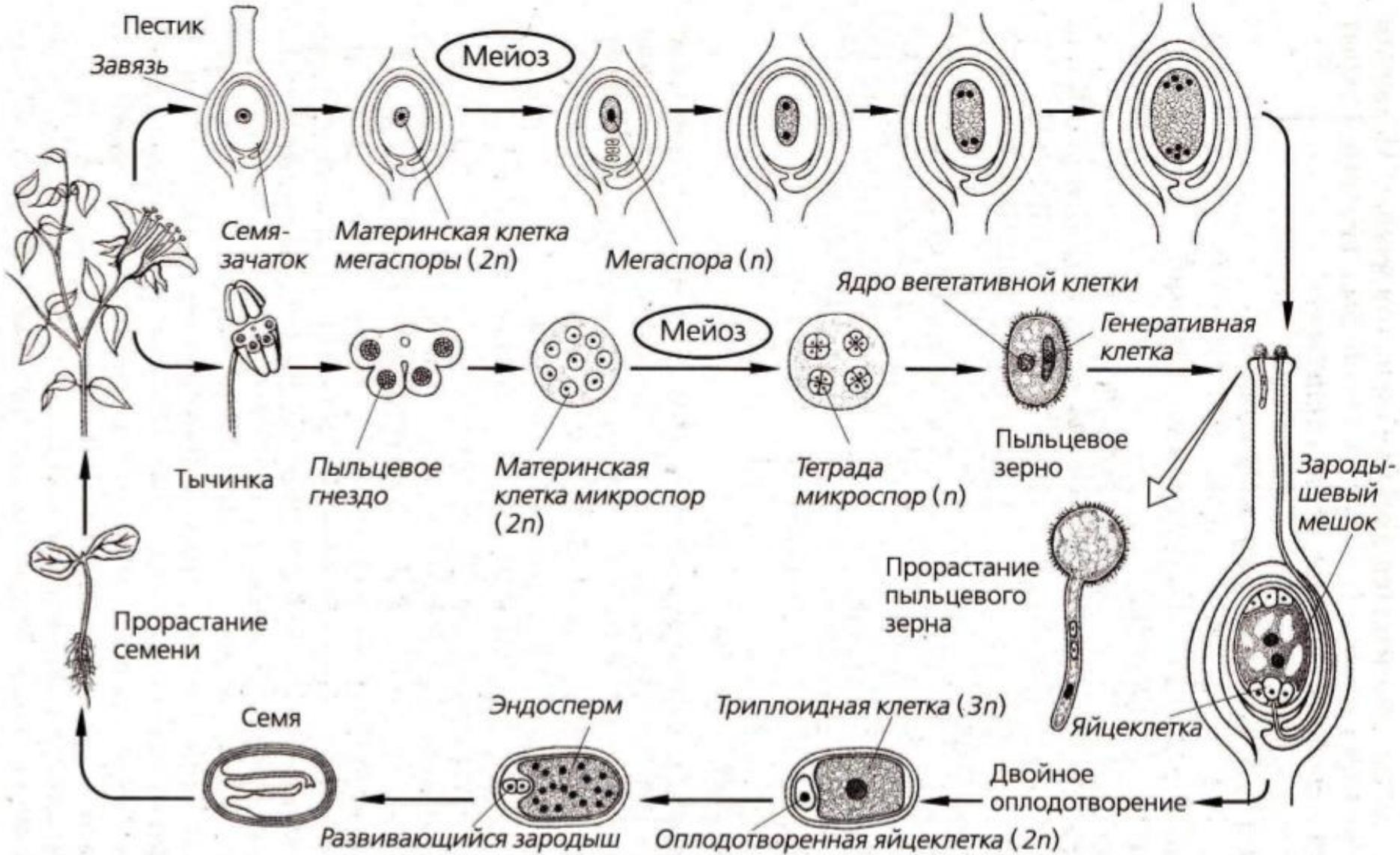
Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор ( $n$ ) и число молекул ДНК ( $c$ ) в клетке непосредственно перед мейозом I и профазе мейоза II. Объясните результаты в каждом случае (*нет цифровых значений!*).

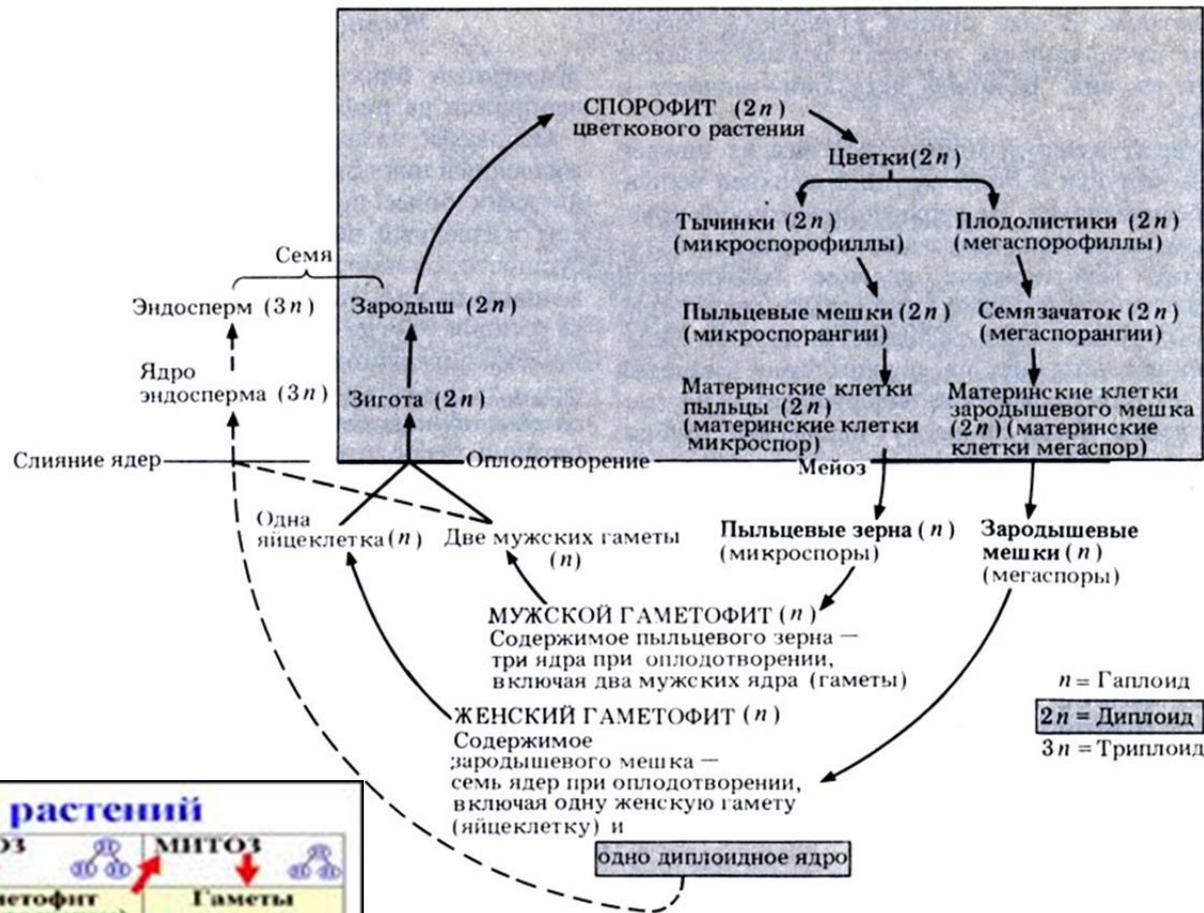
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	Баллы
<p>Схема решения задачи включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) перед мейозом I набор хромосом – <math>2n</math>; число ДНК – <math>4c</math>;</li> <li>2) в профазе мейоза II набор хромосом – <math>n</math>; число ДНК – <math>2c</math>;</li> <li>3) перед мейозом I происходит репликация ДНК, а число хромосом не меняется;</li> <li>4) в профазе мейоза II участвуют гаплоидные клетки, которые образовались в результате редукционного деления мейоза I, поэтому число хромосом и ДНК в 2 раза меньше.</li> </ol>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	3
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
	<i>Максимальный балл</i> 3

Какой хромосомный набор характерен для клеток зародышевого корешка и эндосперма семени пшеницы? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) в клетках зародышевого корешка диплоидный набор хромосом – <math>2n</math>;</p> <p>2) в эндосперме триплоидный набор хромосом – <math>3n</math>;</p> <p>3) клетки зародышевого корешка развиваются из зиготы (зародыша) в результате митоза;</p> <p>4) эндосперм образуется в результате двойного оплодотворения вторичной (центральной) клетки спермием, которая далее делится митозом</p>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	3
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

# Оплодотворение у покрытосеменных растений





### Схема образования гамет у растений

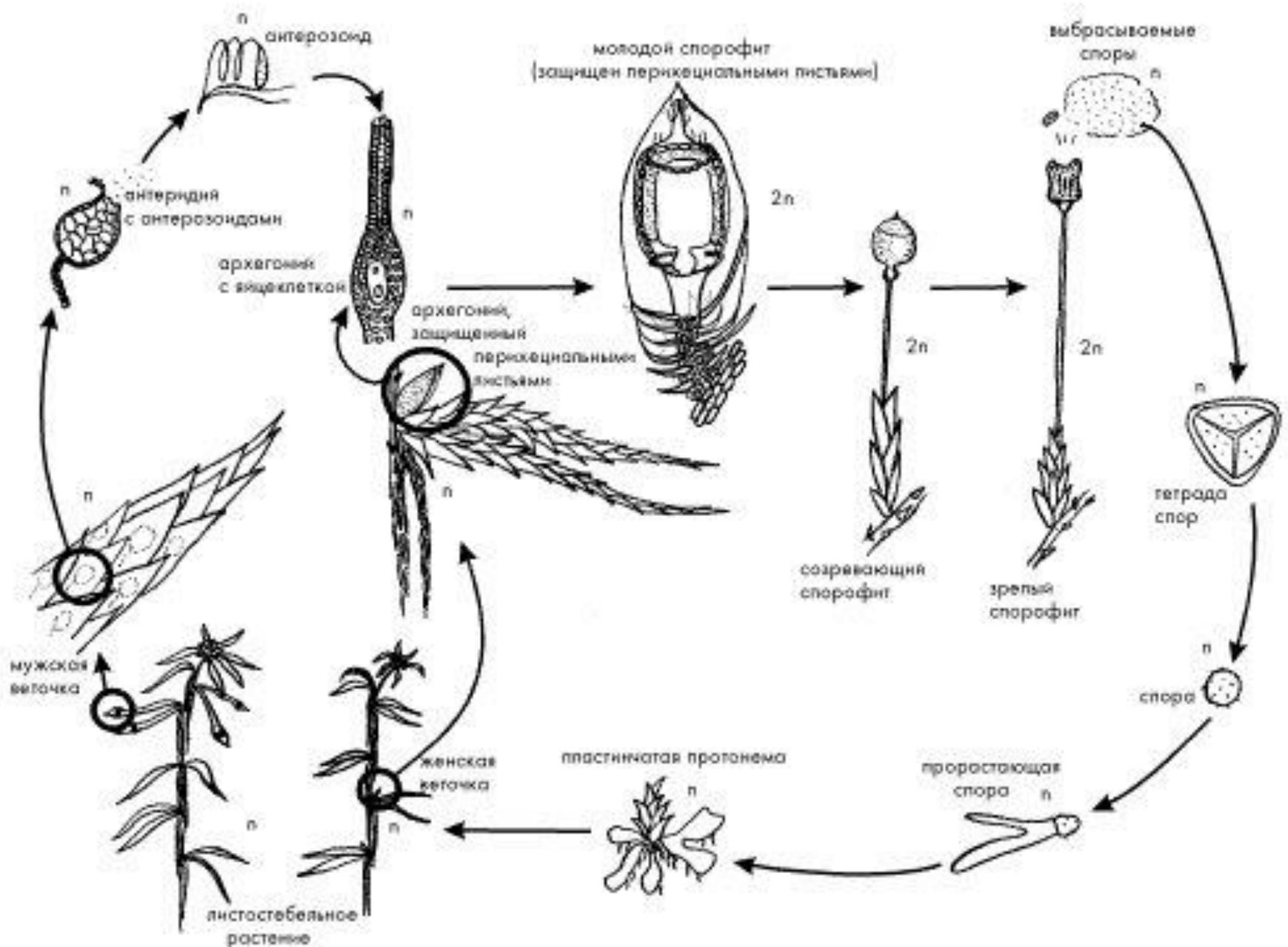
	Материнская клетка	МЕИОЗ	МИТОЗ	МИТОЗ
<b>Мхи</b>	Клетки спорофита (2n) (коробочки)	Спора (n)	Гаметофит (само растение)	Гаметы
<b>Папоротникообразные</b>	Клетки спорангия (2n)	Спора (n)	Гаметофит (заросток)	Гаметы
<b>Голосеменные мужские</b>	Клетки тыльщика 2n	Микроспора (n)	Мужской гаметофит (n) (пыльцевое зерно)	Гаметы спермии
<b>Голосеменные женские</b>	Клетки семязачатка 2n	Мегаспора (n)	Женский гаметофит (n) (семяножка)	Гаметы яйцеклетка
<b>Цветковые мужские</b>	Клетки тыльщика 2n	Микроспора (n)	Мужской гаметофит (n) (пыльцевое зерно)	Гаметы спермии
<b>Цветковые женские</b>	Клетки семязачатка 2n	Мегаспора (n)	Женский гаметофит (n) (зародышевый мешок)	Гаметы яйцеклетка

Споры образуются в результате мейоза

Гаметы — из гаплоидных клеток гаметофита в результате митоза

Какой хромосомный набор характерен для гамет и спор сфагнума? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) гаметы сфагнума имеют гаплоидный набор хромосом – <math>n</math>;</li> <li>2) споры сфагнума имеют гаплоидный набор хромосом – <math>n</math>;</li> <li>3) гаметы образуются путём митоза на гаметофите в органах полового размножения (антеридиях, архегониях) взрослого растения;</li> <li>4) споры развиваются из клеток спорангия в результате мейоза</li> </ol>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	3
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
	<i>Максимальный балл</i>



У хламидомонады преобладающим поколением является гаметофит. Определите хромосомный набор взрослого организма и его гамет. Объясните из каких исходных клеток развиваются взрослые особи и в результате какого деления формируются гаметы.

(39.)

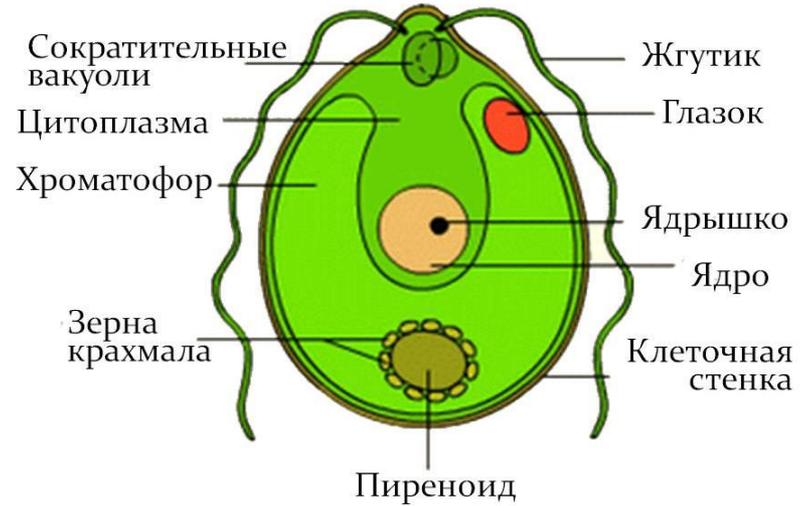
Взрослым организмом хламидомонады - гаметофит ( $n$ ) гаметофит (половое поколение). Гаметы хламидомонады гаметофит ( $n$ ). Взрослые особи развиваются из гаметофитных ( $n$ ) спор. Гаметы хламидомонады образуются в процессе митоза.

<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) хромосомный набор взрослого организма – <math>n</math> (гаплоидный);</li> <li>2) взрослый организм развивается из гаплоидной споры;</li> <li>3) хромосомный набор гамет – <math>n</math> (гаплоидный);</li> <li>4) гаметы образуются из клетки взрослого организма путём митоза.</li> </ol>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	3
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
	<i>Максимальный балл</i> 3

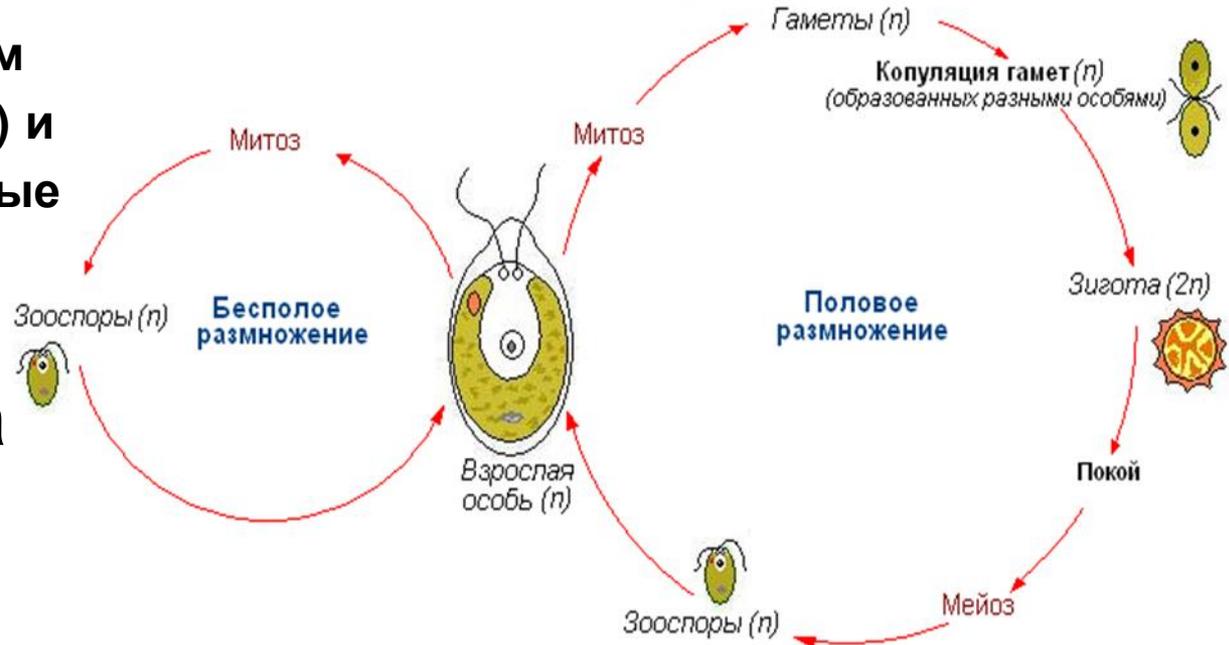
# Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta)

## Хламидоманада,

- ядро гаплоидное ( $n$ )
- хроматофор (чашеобразная пластида)
- сократительные вакуоли выводят воду
- глазок (стигма) обеспечивает фототаксис (движение на свет)
- типичный набор эукариотических органелл.
- размножается бесполом (благоприятные условия) и половым (неблагоприятные условия) путем.



### Жизненный цикл хламидомонады



**ОТВЕТ – 3 балла**

## Ответ – 3 балла

8

(39)

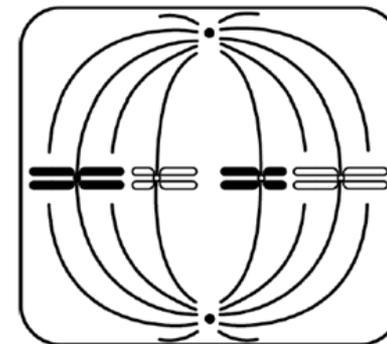
Хламидомонада — это организм, в котором преобладающим поколением является гамета, то хромосомная пара будет гаплоидной (у взрослого организма) и у гаметы. Взрослые особи образуются из зоспоро. Гаметы образуются в результате мейоза.

## Ответ – 3 балла

3А) Хламидомонада – это одноклеточная водоросль. Хромосомный набор взрослого организма всегда формируется  $1n$  ( $1n$  гаплоидный), потому что образуется в результате митоза из гаплоидной клетки. Имейте взрослый организм гаметоцитом.

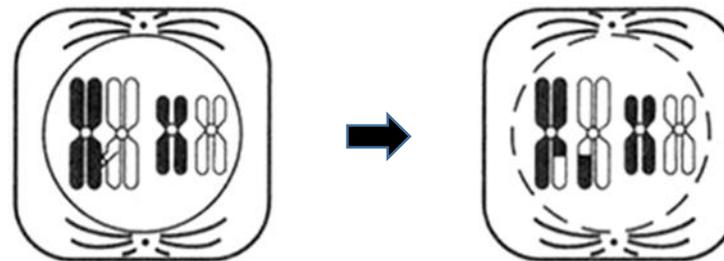
Гамета хламидомонады имеет гаплоидный набор хромосом (формула  $1n$ ), образуется в результате митоза из клетки гаплоидного гаметоцита.

Какие тип деления и фаза изображены на рисунке? Укажите набор хромосом ( $n$ ), число молекул ДНК ( $c$ ) в этой фазе. Ответ обоснуйте.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Метафаза митоза, так как хромосомы расположены в одной плоскости экватора; сформировано веретено деления;</li> <li>2) в клетке диплоидный (<math>2n</math>) набор хромосом, так как имеются пары гомологичных хромосом;</li> <li>3) число молекул ДНК – <math>4c</math>, так как каждая хромосома двуххроматидная и состоит из двух молекул ДНК</li> </ol>	
<p>Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок</p>	<b>3</b>
<p>Ответ включает в себя два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<b>2</b>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<b>1</b>
<p>Ответ неправильный</p>	<b>0</b>
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

Назовите тип и фазу деления клеток, изображенных на рисунках. Какие процессы они иллюстрируют? К чему приводят эти процессы?



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Тип и фаза деления: Мейоз - профаза I</li> <li>2) Процессы: кроссинговер, обмен гомологичными участками хромосом. Взаимный обмен участками между гомологичными (попарными) хромосомами</li> <li>3) Результат: новая комбинация аллелей генов, следовательно комбинативная изменчивость</li> </ol>	
<p>Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок</p>	<b>3</b>
<p>Ответ включает в себя два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<b>2</b>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<b>1</b>
<p>Ответ неправильный</p>	<b>0</b>
<i>Максимальный балл</i>	<b>3</b>

Определите фазу и тип деления диплоидной клетки, изображённой на рисунке. Какие процессы происходят в этой фазе? Дайте обоснованный ответ, приведите соответствующие доказательства.



<p align="center"><b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) профаза, митоз;</p> <p>2) в профазе хромосомы спирализованы, состоят из двух сестринских хроматид; образуются нити веретена деления; ядерная оболочка растворяется;</p> <p>3) гомологичные хромосомы лежат хаотично; биваленты не образуются, что характерно для митоза</p>	
<p>Ответ включает все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок</p>	<p align="center"><b>3</b></p>
<p>Ответ включает два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center"><b>2</b></p>
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает два из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center"><b>1</b></p>
<p>Ответ неправильный</p>	<p align="center"><b>0</b></p>
	<p align="right"><i>Максимальный балл</i></p> <p align="center"><b>3</b></p>

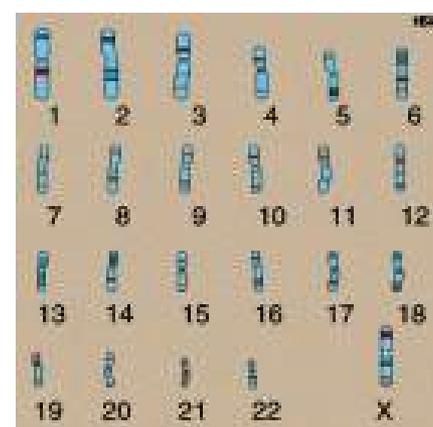
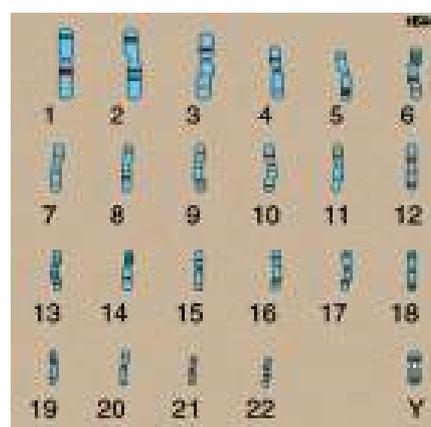
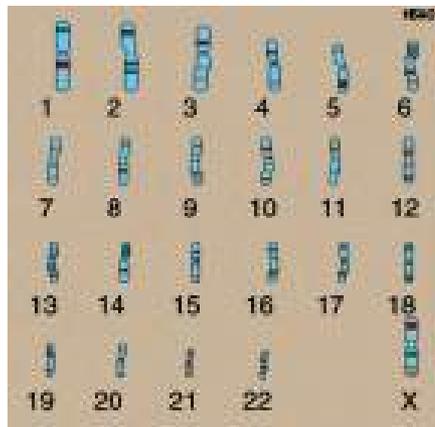
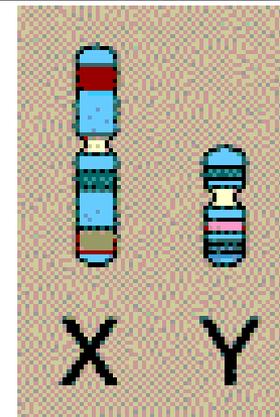
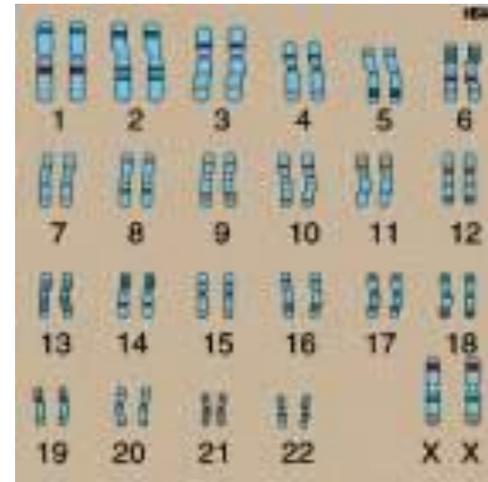
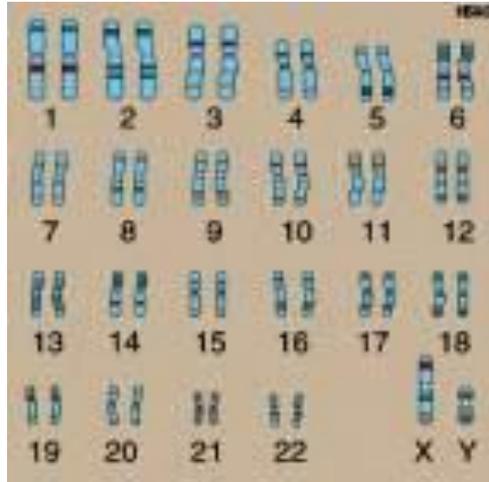
# Кариотип – это набор хромосом

Кариотип человека – 23 пары (22 пары аутосомы + 1 пара половые) хромосом (46 хромосом) в соматической клетке.



Мужчина (диплоид, 2n)

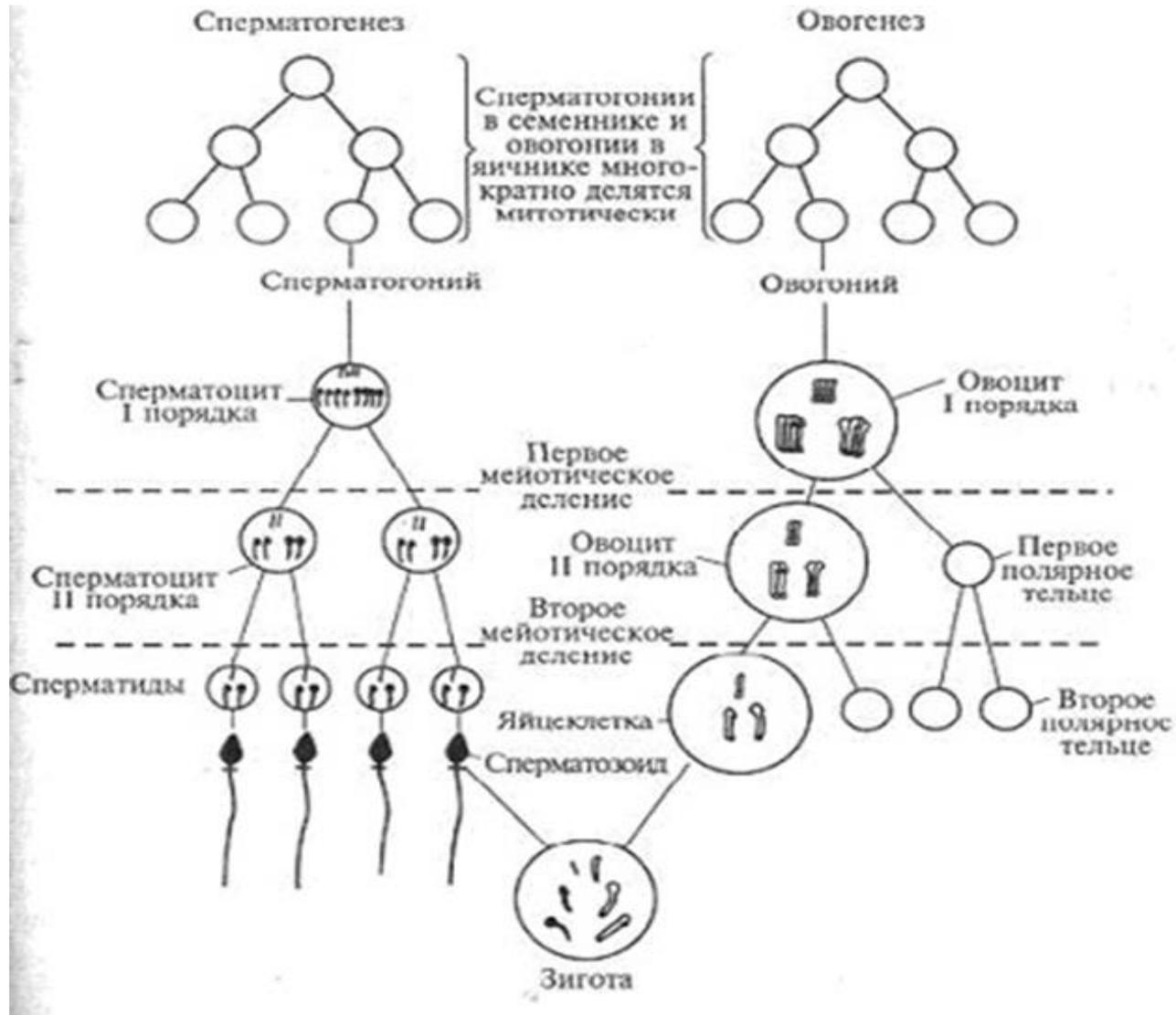
Женщина (диплоид, 2n)



Мужские половые клетки (гаплоид, n)

Женская половая клетка (гаплоид, n)

# Схема овогенеза и сперматогенеза



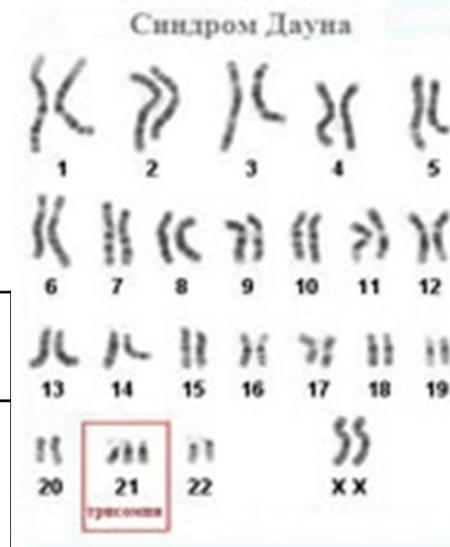
В кариотипе осла 62 хромосомы. Определите число хромосом в клетках при овогенезе у самки в зоне размножения и в конце зоны созревания гамет. Объясните, какие процессы происходят в этих зонах.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) в зоне размножения в клетках 62 хромосомы;</li> <li>2) в конце зоны созревания в клетках 31 хромосома;</li> <li>3) в зоне размножения диплоидные клетки делятся митозом;</li> <li>4) в конце зоны созревания диплоидная клетка делится мейозом, формируются одна яйцеклетка и три направительных (полярных) тельца</li> </ol>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	3
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

Кариотип одного из видов рыб составляет 56 хромосом. Определите число хромосом при сперматогенезе в клетках зоны роста и в клетках зоны созревания в конце первого деления. Объясните, какие процессы происходят в этих зонах.

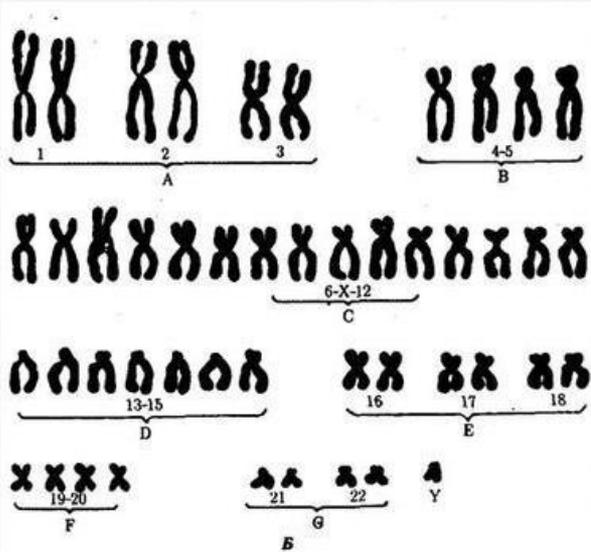
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) в зоне роста в клетках 56 хромосом;</p> <p>2) в конце зоны созревания в клетках 28 хромосом;</p> <p>3) в зоне роста диплоидные клетки только растут (увеличиваются или незначительно в размерах), деления не происходит;</p> <p>4) в клетках зоны созревания происходит мейоз, в конце первого деления которого клетки становятся гаплоидными и формируются четыре сперматоцита второго порядка</p>	
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	3
<p>Ответ включает два-три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает четыре названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два-три из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

Синдром Дауна у человека проявляется при трисомии по 21 паре хромосом. Объясните причины появления такого хромосомного набора у человека.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) При нарушении мейоза возникает не расхождение хромосом у женщин.</li> <li>2) Формируются аномальные клетки (XX) вместо нормальных гамет.</li> <li>3) При оплодотворении гамета с аномальным набором 21-й пары хромосом (XX) сливается с нормальным сперматозоидом, содержащим в ядре одну хромосому 21-й пары. В результате формируется зигота с набором хромосом по 21-й паре — XXX</li> </ol>	
<p>Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок</p>	<b>3</b>
<p>Ответ включает в себя два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<b>2</b>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<b>1</b>
<p>Ответ неправильный</p>	<b>0</b>
<p>Максимальный балл</p>	<b>3</b>

Синдром Патау  
(XX+13,XY+13)



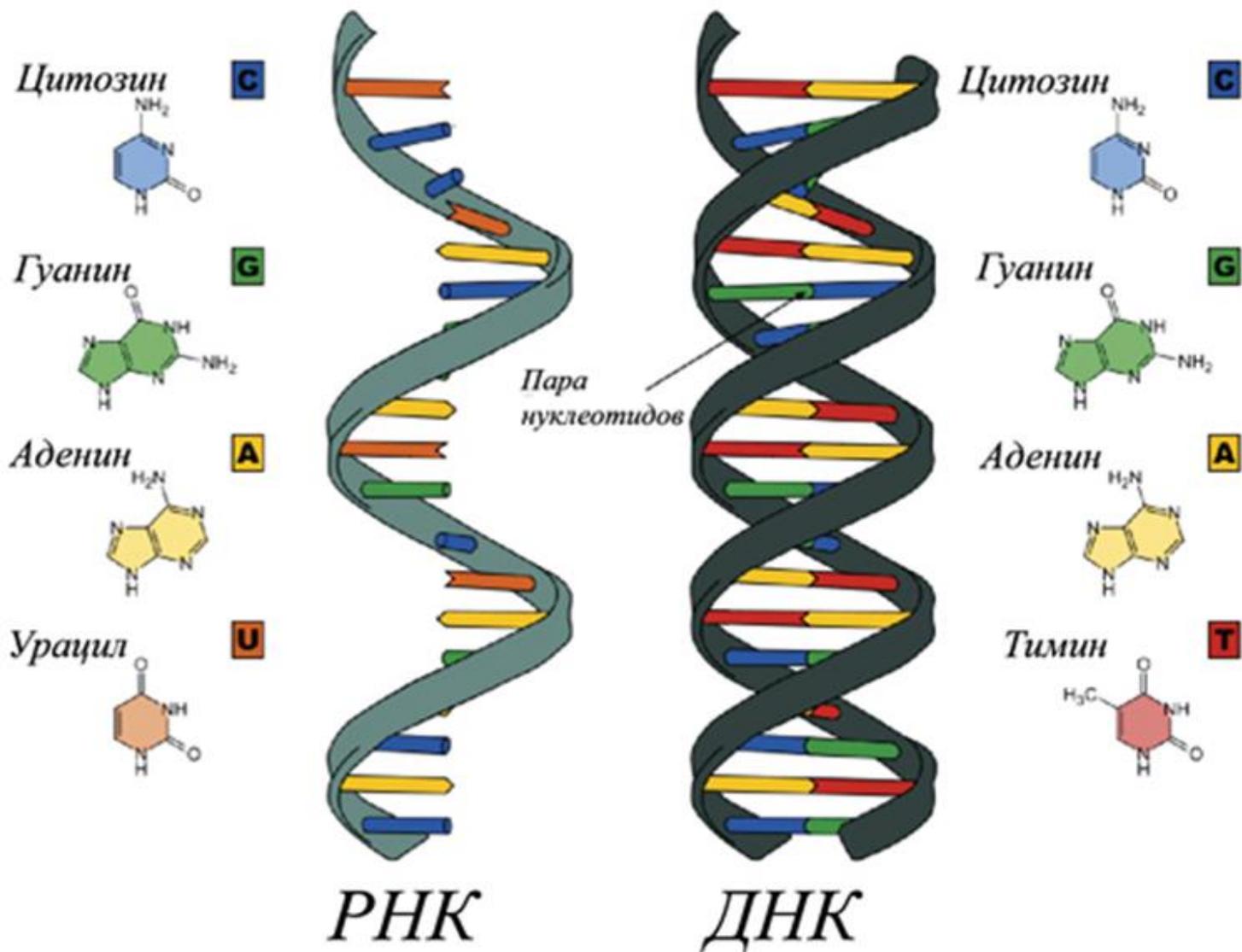
Синдром Эдвардса (XX+18,  
XY+18)

Синдром Клайнфельтера (47  
XXY)

Синдром полисомии по У  
хромосоме (47XYY)

Синдром Шерешевского-  
Тернера (45XO)

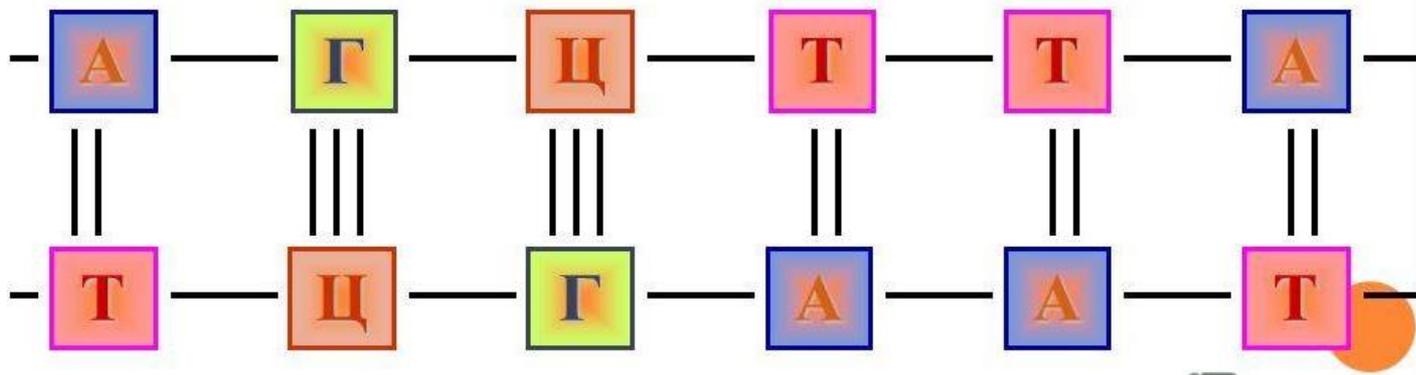
2.7. Генетическая информация в клетке. Гены, генетический код и его свойства. Матричный характер реакций биосинтеза. Биосинтез белка и

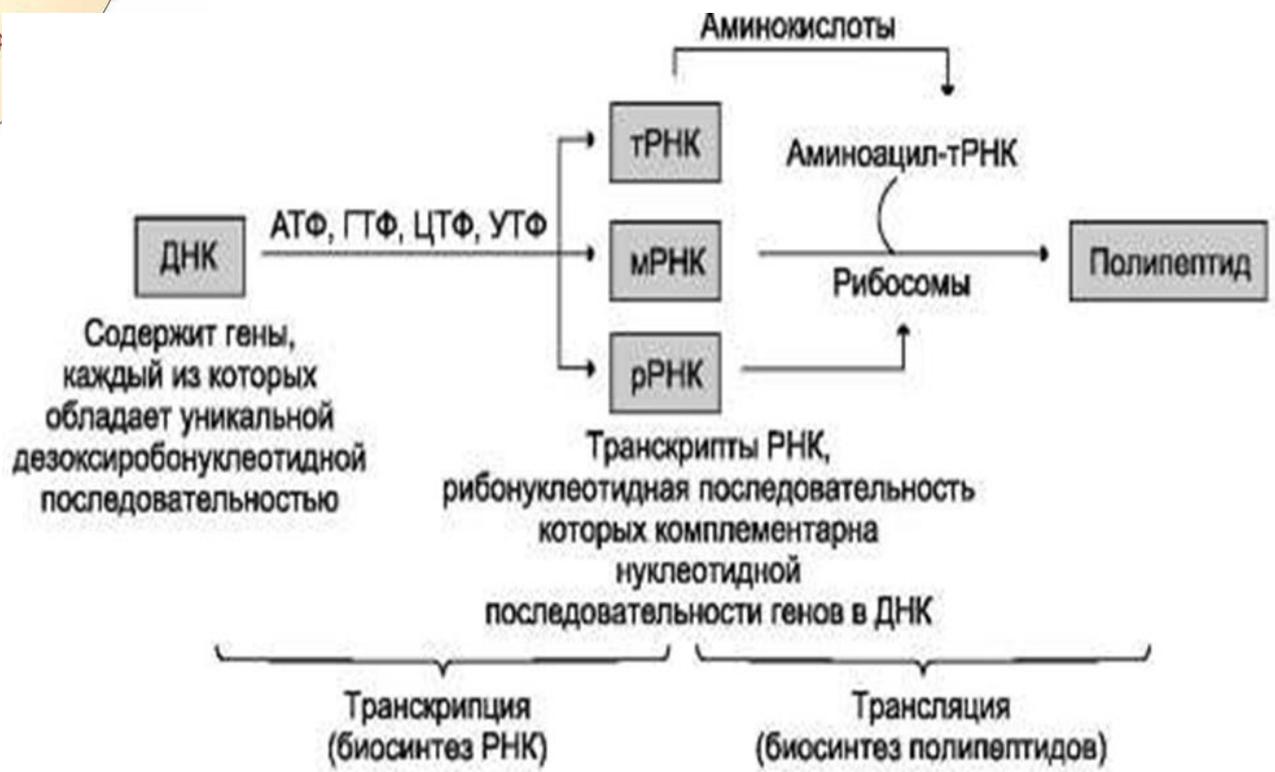
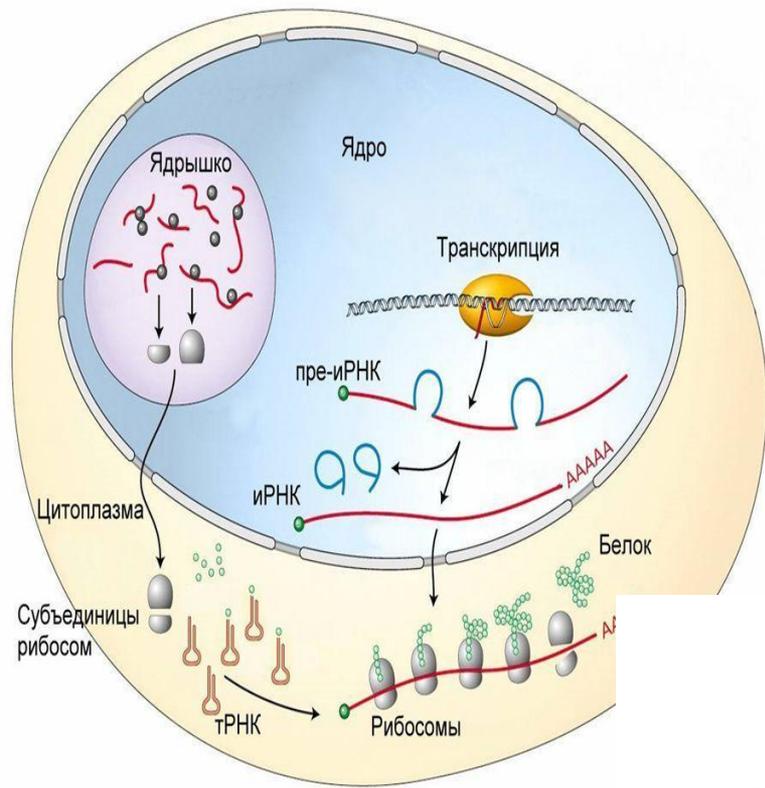


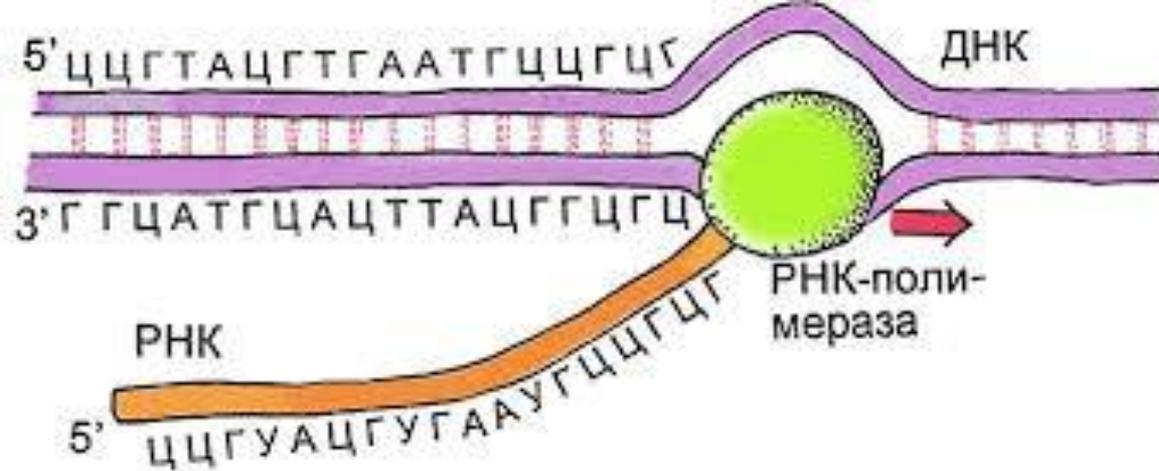
# Принцип комплементарности

В 1905 г. Эдвин Чаргафф обнаружил:

1. Число пуриновых оснований равно числу пиримидиновых оснований.
2. Число «А» = «Т», число «Г» = «Ц».
3.  $(A + T) + (G + C) = 100\%$

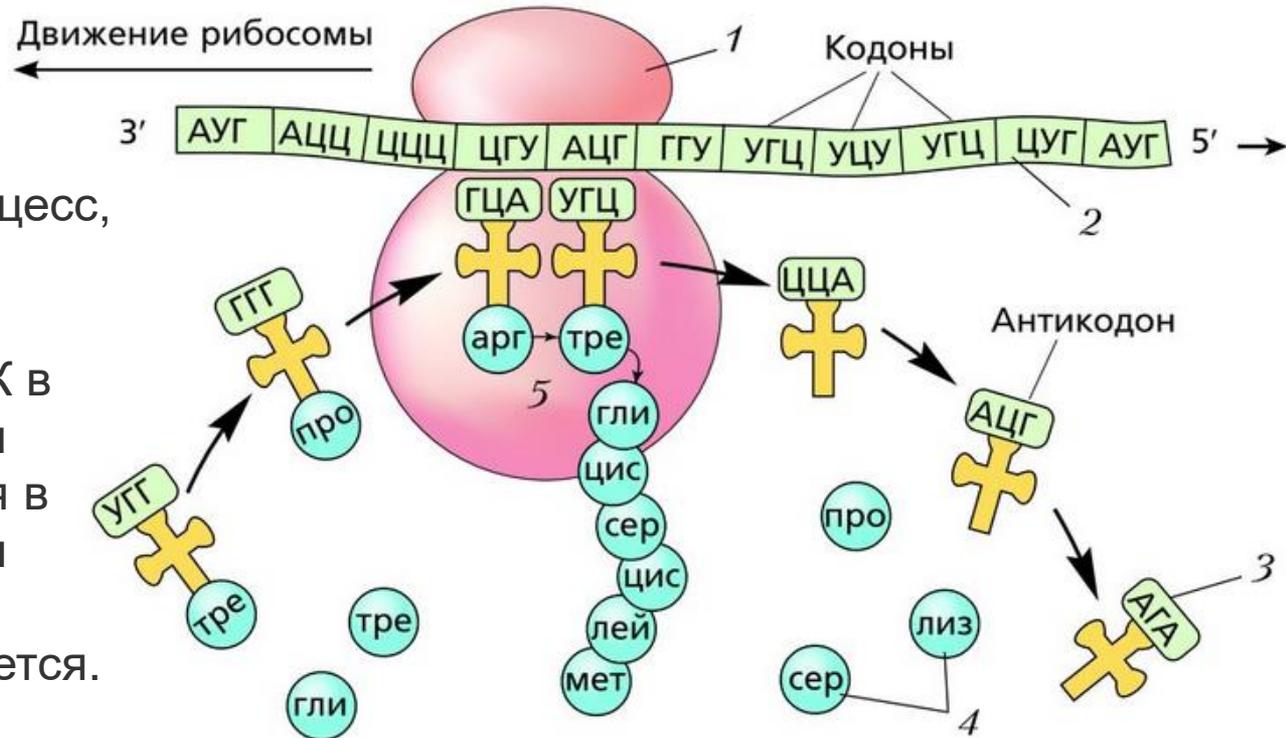






Процесс синтеза молекулы иРНК на одной цепи молекулы ДНК на основании принципа комплементарности называется **транскрипцией**

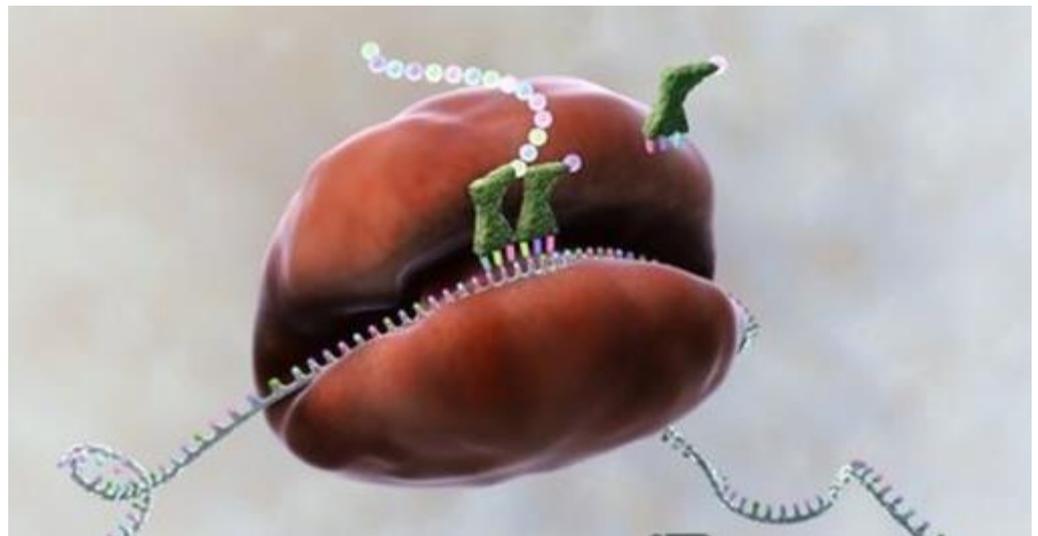
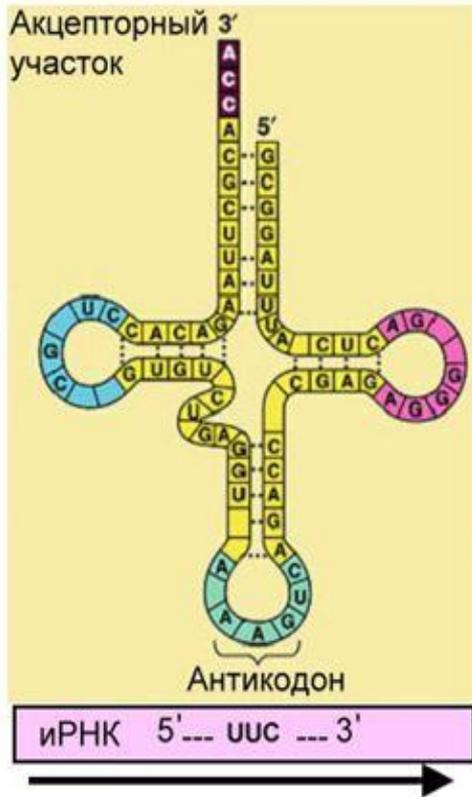
**Трансляция** – это процесс, в результате которого информация о структуре белка, записанная в иРНК в виде последовательности нуклеотидов, реализуется в виде последовательности аминокислот в молекуле белка, которая синтезируется.



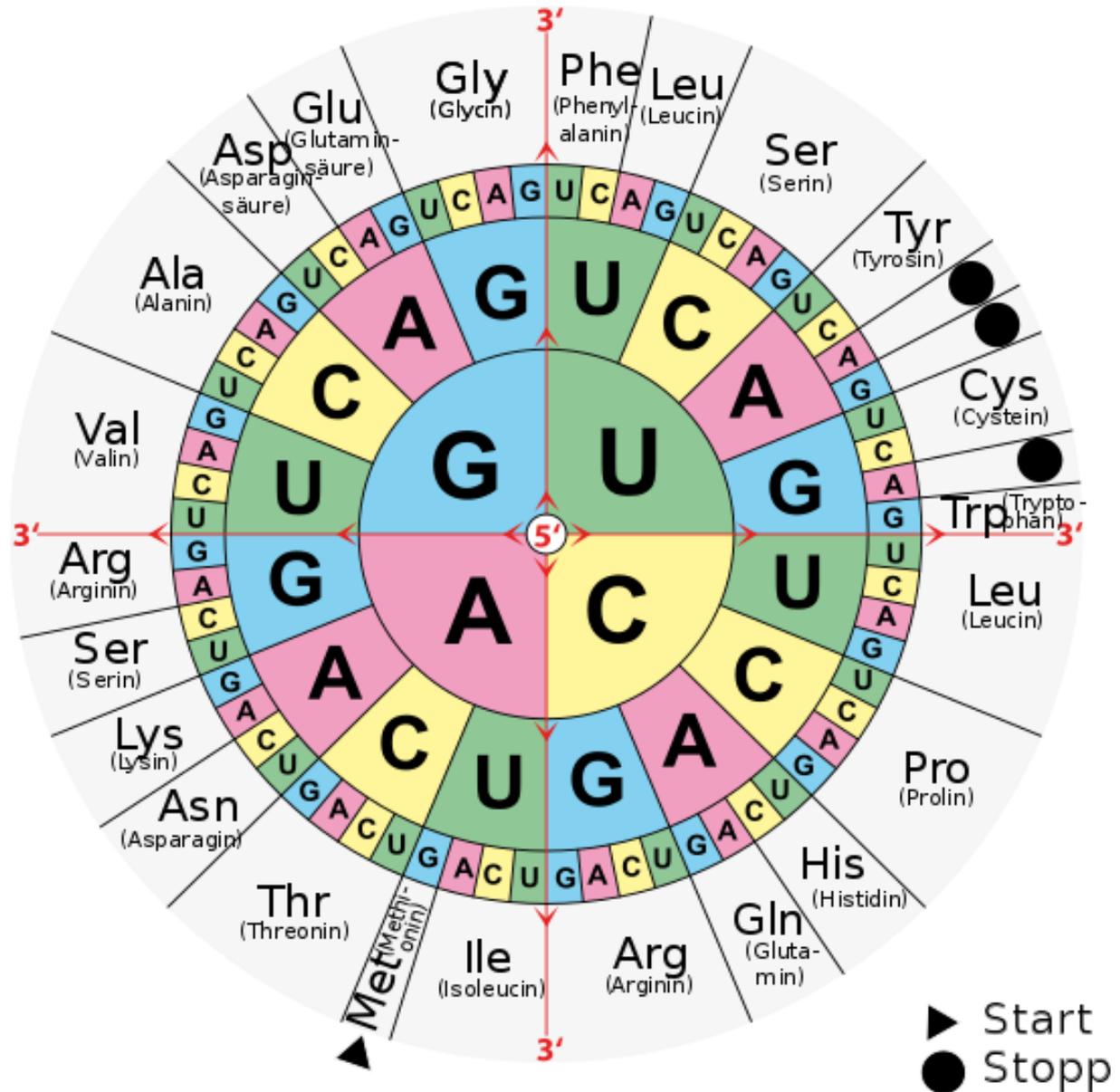
## Трансляция. тРНК

Для транспорта аминокислот к рибосомам используются *тРНК*.

В тРНК различают антикодонную петлю и акцепторный участок. В антикодонной петле РНК имеется антикодон, комплементарный кодовому триплету определенной аминокислоты, а акцепторный участок на 3'-конце способен с помощью фермента *аминоацил-тРНК-синтетазы* присоединять именно эту аминокислоту (с затратой АТФ) к участку *ССА*.

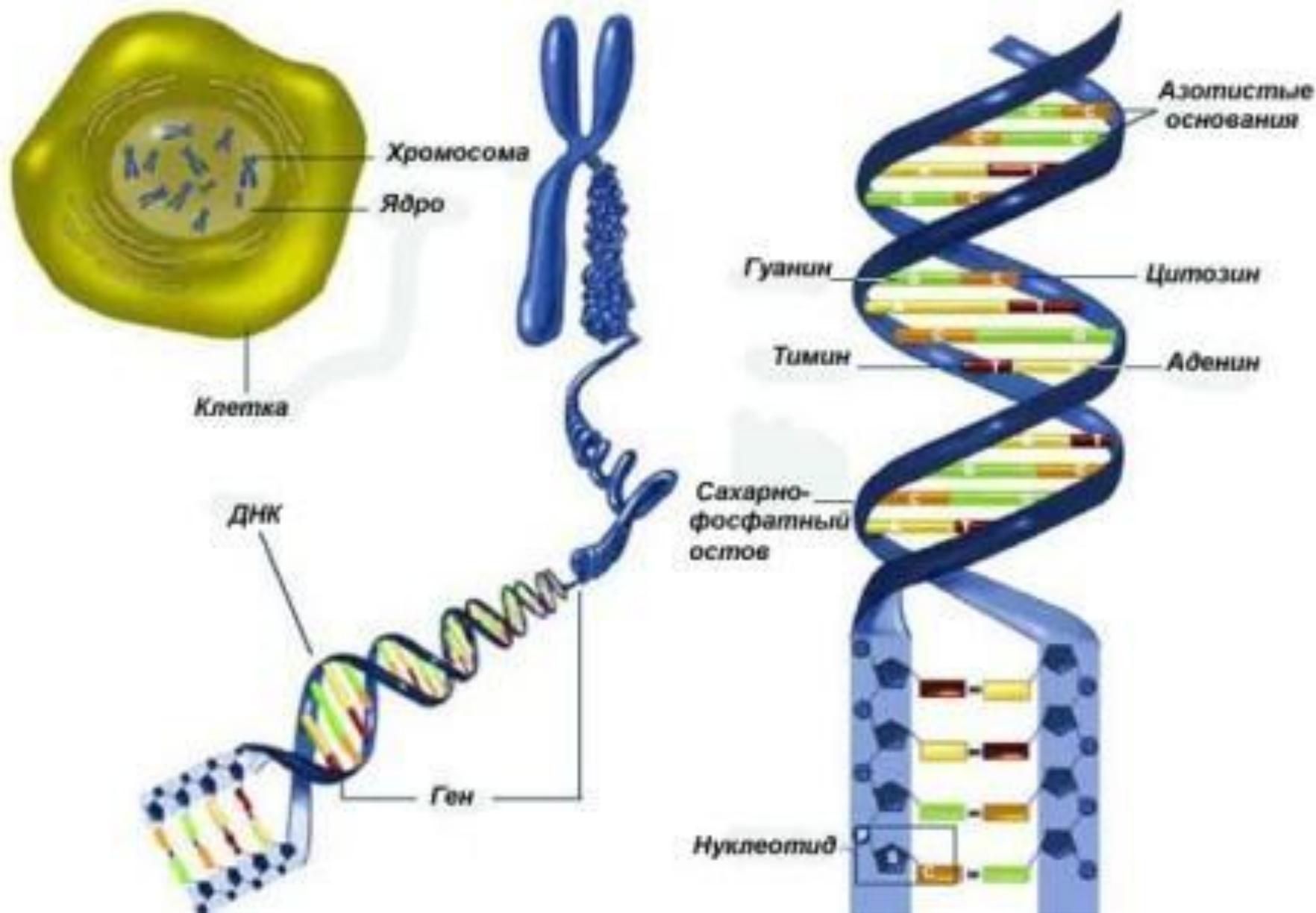


**Генетический код триплетен**, т.е. каждую аминокислоту кодируют три рядом стоящие нуклеотида (**кодон**). Триплеты УАА, УАГ и УГА являются **стоп-кодонами**.



# Свойства генетического кода

1. **Триплетность** — значащей единицей кода является сочетание трёх нуклеотидов (триплет или кодон).
2. **Непрерывность** — между триплетами нет знаков препинания, то есть информация считывается непрерывно.
3. **Неперекрываемость** — один и тот же нуклеотид не может входить одновременно в состав двух или более триплетов (не соблюдается для некоторых перекрывающихся генов вирусов, митохондрий и бактерий, которые кодируют несколько белков, считывающихся со сдвигом рамки).
4. **Однозначность (специфичность)** — определённый кодон соответствует только одной аминокислоте (однако, кодон UGA у *Euplotes crassus* кодирует две аминокислоты — цистеин и селеноцистеин)
5. **Вырожденность (избыточность)** — одной и той же аминокислоте может соответствовать несколько кодонов.
6. **Универсальность** — генетический код работает одинаково в организмах разного уровня сложности — от вирусов до человека (на этом основаны методы геной инженерии; есть ряд исключений, показанный в таблице раздела «Вариации стандартного генетического кода» ниже).
7. **Помехоустойчивость** — мутации замен нуклеотидов, не приводящие к смене класса кодируемой аминокислоты, называют **консервативными**; мутации замен нуклеотидов, приводящие к смене класса кодируемой аминокислоты, называют **радикальными**.
8. **Знаки препинания** — триплеты выполняют функцию знаков препинания.



В биосинтезе фрагмента молекулы белка участвовали последовательно пять молекул тРНК с антикодонами ЦАЦ, УУЦ, УЦА, ЦГГ, ГАА. Какие аминокислоты переносят эти молекулы? Определите последовательность фрагмента матрицы, на которой происходит синтез белка, и участка гена, в котором закодирована эта последовательность. Ответ поясните. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.

39.

Последовательность по принципу комплементарности  
 $A = T$  ;  $G = C$   
 $U$

последовательность на тРНК ЦАЦ, УУЦ, УЦА, ЦГГ, ГАА

1) на мРНК: ГУГ - ААГ - АГУ - ГЦЦ - ЦУУ

2) аминокислоты: вал - лиз - сер - ала - лей

3) последовательность на ДНК: ЦАЦ - ТТЦ - ТЦА - ЦГГ - ГАА

Ответ - 2

### Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Гли	Арг	А
	Лей	Про	Гли	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

#### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй – из верхнего горизонтального ряда и третий – из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

<p align="center"><b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)</p>	<p align="center"><b>Баллы</b></p>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) матрицей для синтеза белка служит иРНК: ГУГААГАГУГЦЦЦУУ,</p> <p>Фрагмент матрицы устанавливается по антикодонам тРНК по принципу комплементарности;</p> <p>1) аминокислоты, которые переносят тРНК: вал-лиз-сер-ала-лей; они определяются по кодонам на иРНК; <i>(обязательно указывать дефисы, как отображение пептидной связи между аминокислотами во фрагменте белка)</i></p> <p>2) фрагмент гена – это участок молекулы ДНК, фрагмент гена определяется по принципу комплементарности с иРНК: ЦАЦТТЦТЦАЦГГГАА <i>(«по принципу комплементарности» - обязательное пояснение)</i></p>	
<p>Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок</p>	<p align="center"><b>3</b></p>
<p>Ответ включает в себя два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center"><b>2</b></p>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center"><b>1</b></p>
<p>Ответ неправильный</p>	<p align="center"><b>0</b></p>
<p align="right"><i>Максимальный балл</i></p>	<p align="center"><b>3</b></p>

# Ответ - 2

39

ДНК ЦАЦ-ТТЦ-ТЦА-ЦГГ-ГАА  
и-РНК ГУГ ААГ АГУ ГЦЦ ЦЦУ  
Т-РНК ЦАЦ, УУЦ, УЦА, ЦГГ, ГАА  
Белок ВАИ-ПИЗ-СЕР-АНА-ПЕЙ

# Ответ - 3

39.

ТРИК ЦАЦ, УУЦ, УЦА, ЦГГ, ГАА

(ТРИК своими антикодонами присоединяется к мРНК, значит далее по принципу комплементарности строю мРНК)

мРНК ГУГ ААГ АГУ ГЦЦ ЦУУ

(далее строю ДНК) так на ней была закодирована последовательность мРНК)

ДНК ЦАЦ ТТЦ ТЦА ЦГГ ГАА

(далее по мРНК какому последовательности аминокислот, т.е. белок)

белок вал - мет - сер - ала - лей

# Ответ - 2

39. 1) сначала приведём антикодон тРНК в иРНК.

иРНК - ГХГ, ААГ, АГХ, ГЦЦ, ЦХУ

по таблице подбираем антикодон тРНК ⇒  
⇒ тРНК кодирует Вал, Ил, Сер, Ала, Лей.

чтобы превратить иРНК в ДНК воспользуемся  
правилом комплементарности ⇒

⇒ ДН А-Т, Г-Ц, „У“ заменяем на Т  
получим ДНК (ЦАЦ, ТТЦ, ТЦА, ЦГГ, ГАА)

39)

1) Антикодон т-РНК кодирующий аминокислоту лизин и м-РНК (фрагменту матрицы для синтеза белка):

т-РНК: ЦАЦ УУЦ УЦА ЦГГ ГАА

м-РНК: ГУГ ААГ АГУ ГЦЦ ЦУУ

2) т.к. м-РНК является матрицей для синтеза белка, то с помощью машины генетического кода определим последовательность аминокислот.

м-РНК: ГУГ ААГ АГУ ГЦЦ ЦУУ

белок: вал - лиз - сер - ала - лей

3) т.к. фрагмент молекулы ДНК является матрицей для синтеза белка, то последовательность фрагмента участка гена будет:

м-РНК: ГУГ ААГ АГУ ГЦЦ ЦУУ

ДНК : ЦАЦ ТТЦ ТЦА ЦГГ ГАА

# Ответ - 3

- 39 - антикодон т-РНК : ЦАЦ, УУЦ, УЦА, ЦГГ, ГАА

По принципу комплементарности (или правилу Чаргаффа) строим цепь и-РНК, определив последовательность фрагмента матрицы, на которой происходит синтез белка, и участок гена, в котором закодирована эта последовательность.

и-РНК : ГУГ ААГ АГУ ГЦЦ ЦУУ

ФНК : ЦАЦ ТТЦ ТЦА ЦГГ ГАА

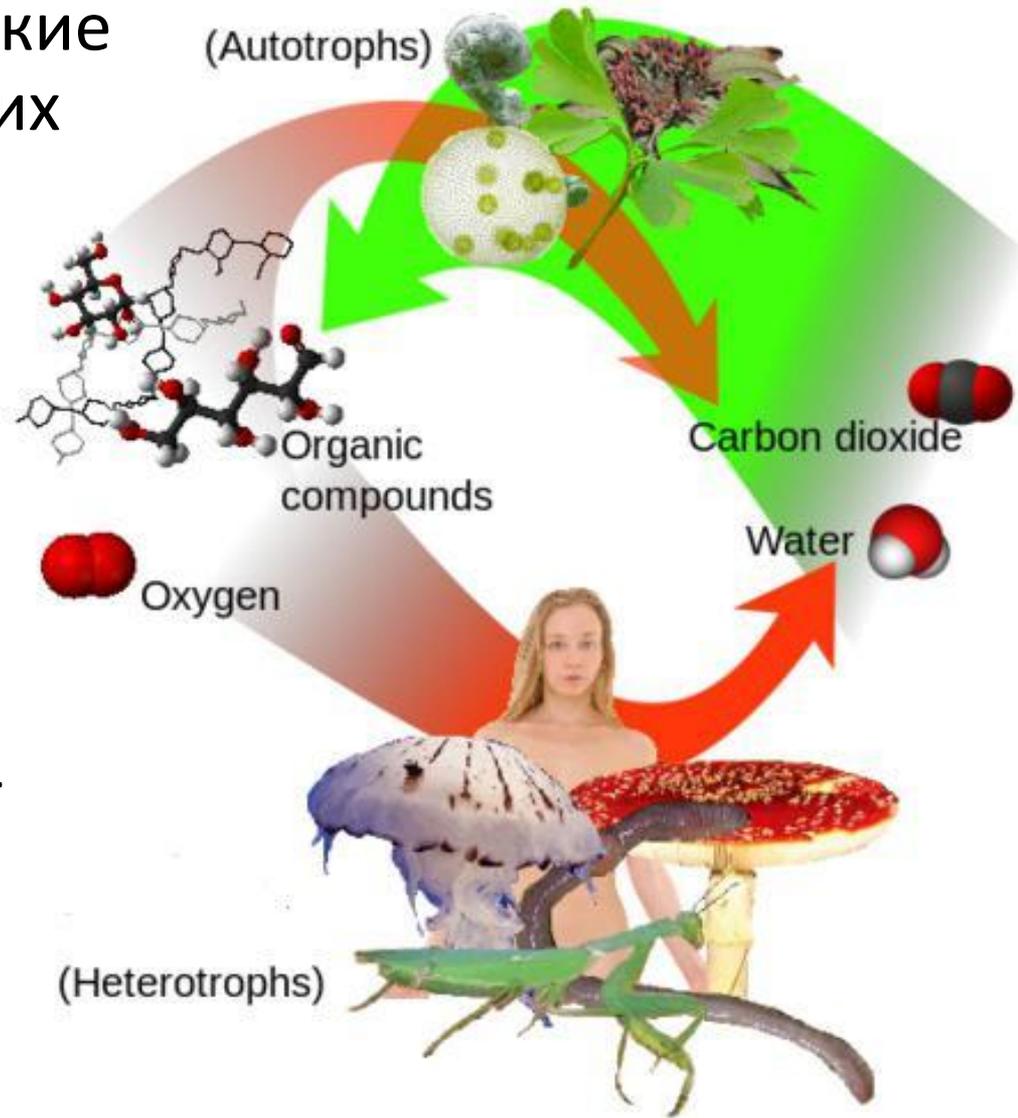
Находим последовательность аминокислот по таблице генетического кода : вал - лей - сер - ала - лей

2.8 Обмен веществ и превращения энергии – свойства живых организмов. Энергетический обмен и пластический обмен, их взаимосвязь. Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.

**Автотрофы** — организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических (почвы, воды и воздуха). Источником углерода является углекислый газ.

**Фототрофы** (растения, цианобактерии) получают необходимую энергию от Солнца (фотоны,  $h\nu$ )

**Хемотрофы** (бактерии) — от химических реакций неорганических соединений (метан, сероводород).



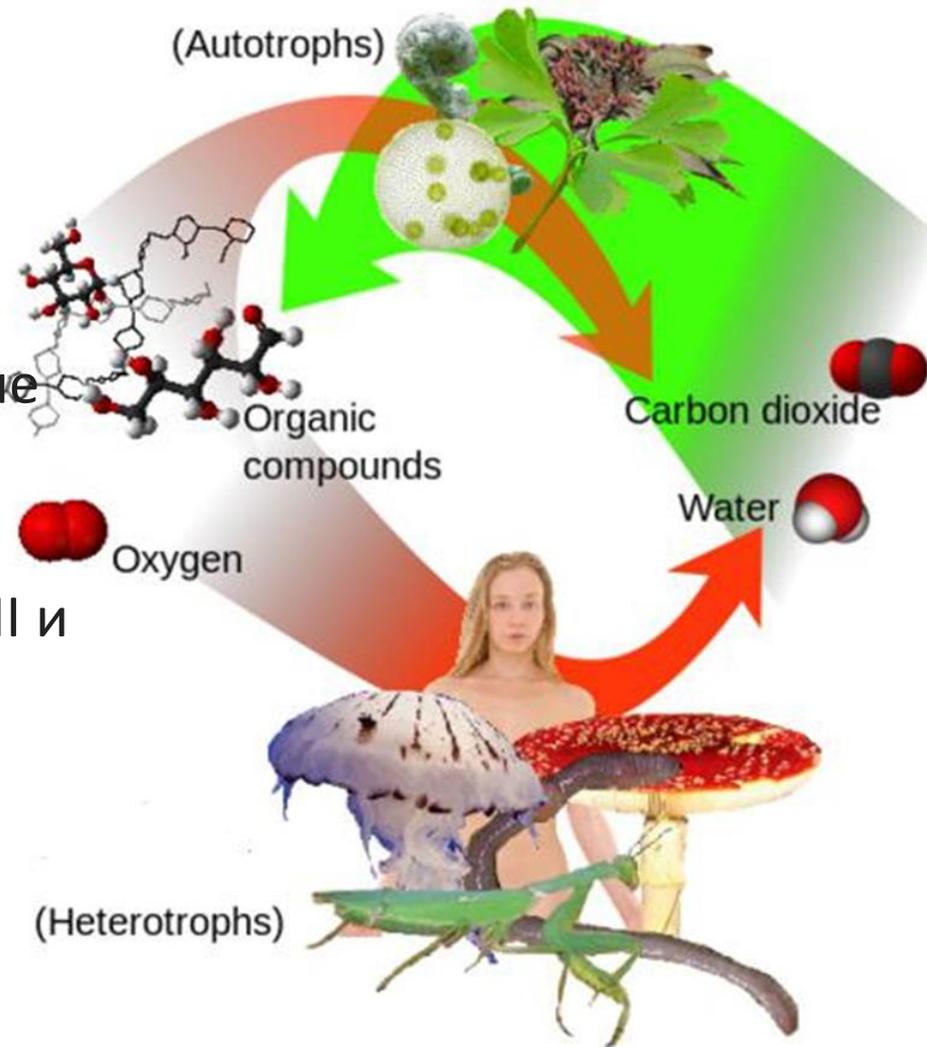
**Гетеротрофы** — это организмы, которые не способны синтезировать **органические** **вещества** из **неорганических** путём **фотосинтеза** или **хемосинтеза**.

Для своей жизнедеятельности им требуются экзогенные органические вещества, то есть произведённые другими организмами.

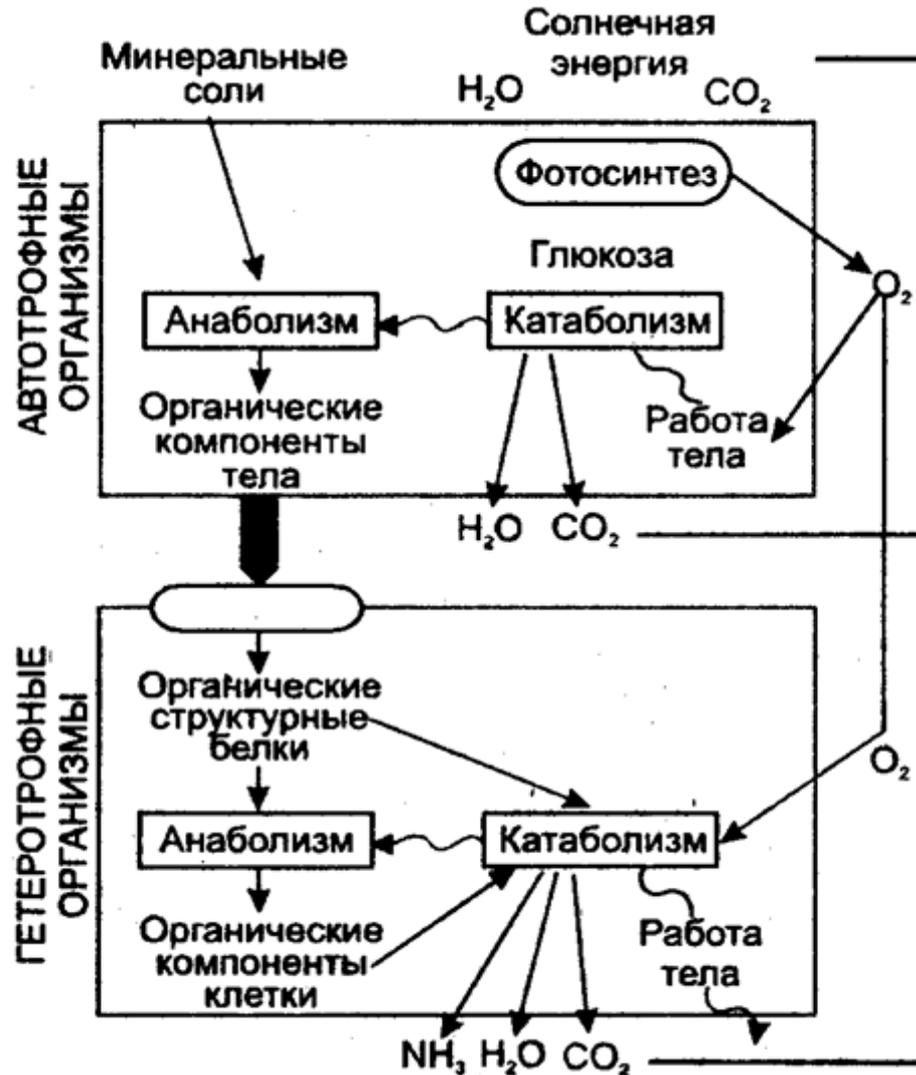
Гетеротрофы — это **консументы** (I, II и III порядков) и **редуценты**.

Гетеротрофами — это почти все животные и некоторые растения.

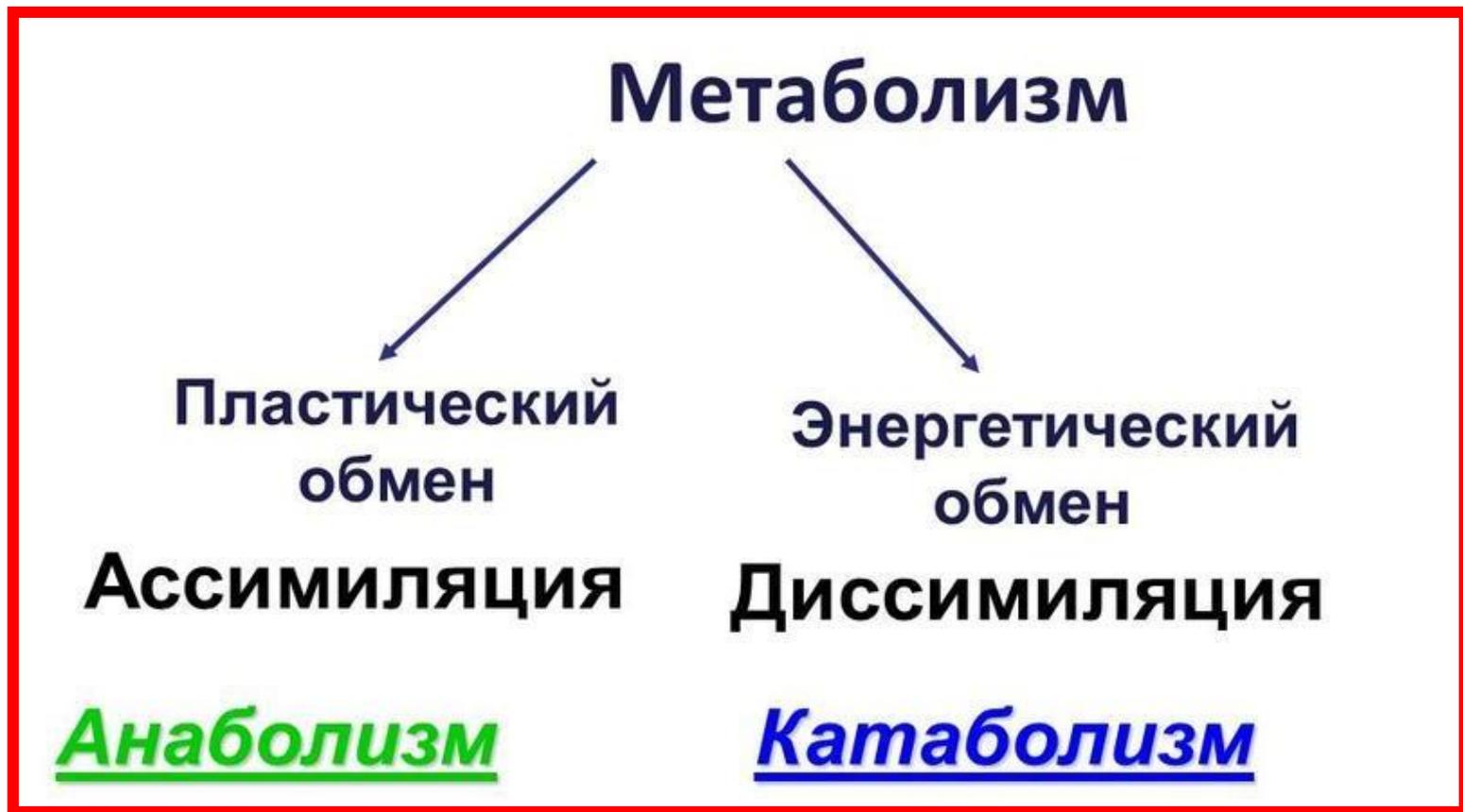
По способу получения пищи гетеротрофы делятся: **голозойных** (животные) и **голофитных** (бактерии, многие **протисты**, грибы, растения).



# Взаимодействие автотрофных и гетеротрофных организмов



**Метаболизм** – это процесс обмена веществ в организме.

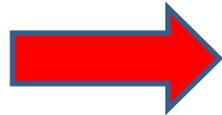


**Метаболизм** — это высоко  
скоординированная деятельность  
клетки, при которой происходит  
кооперативное взаимодействие  
многих мультиферментных систем  
*(см. далее)* (метаболические пути)

для того, чтобы:

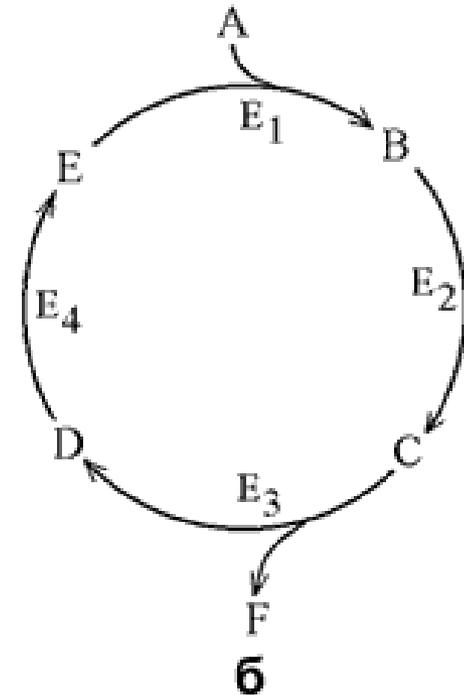
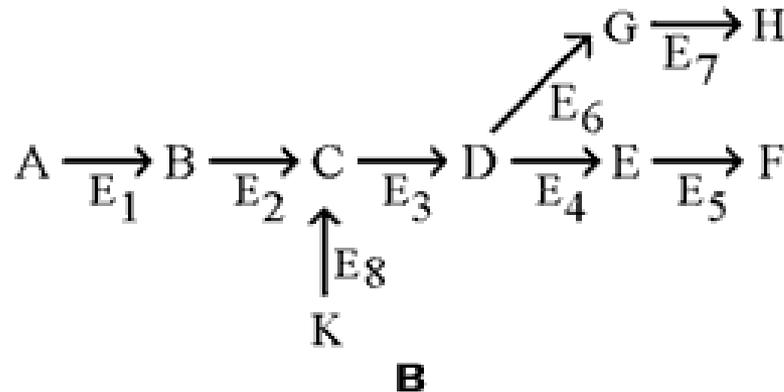
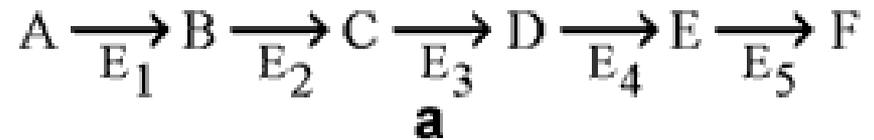
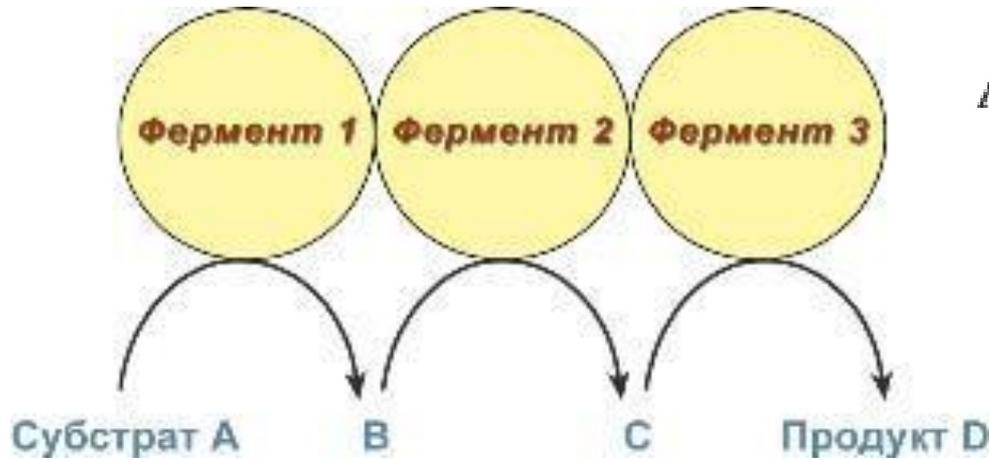
СМ. СЛЕД.

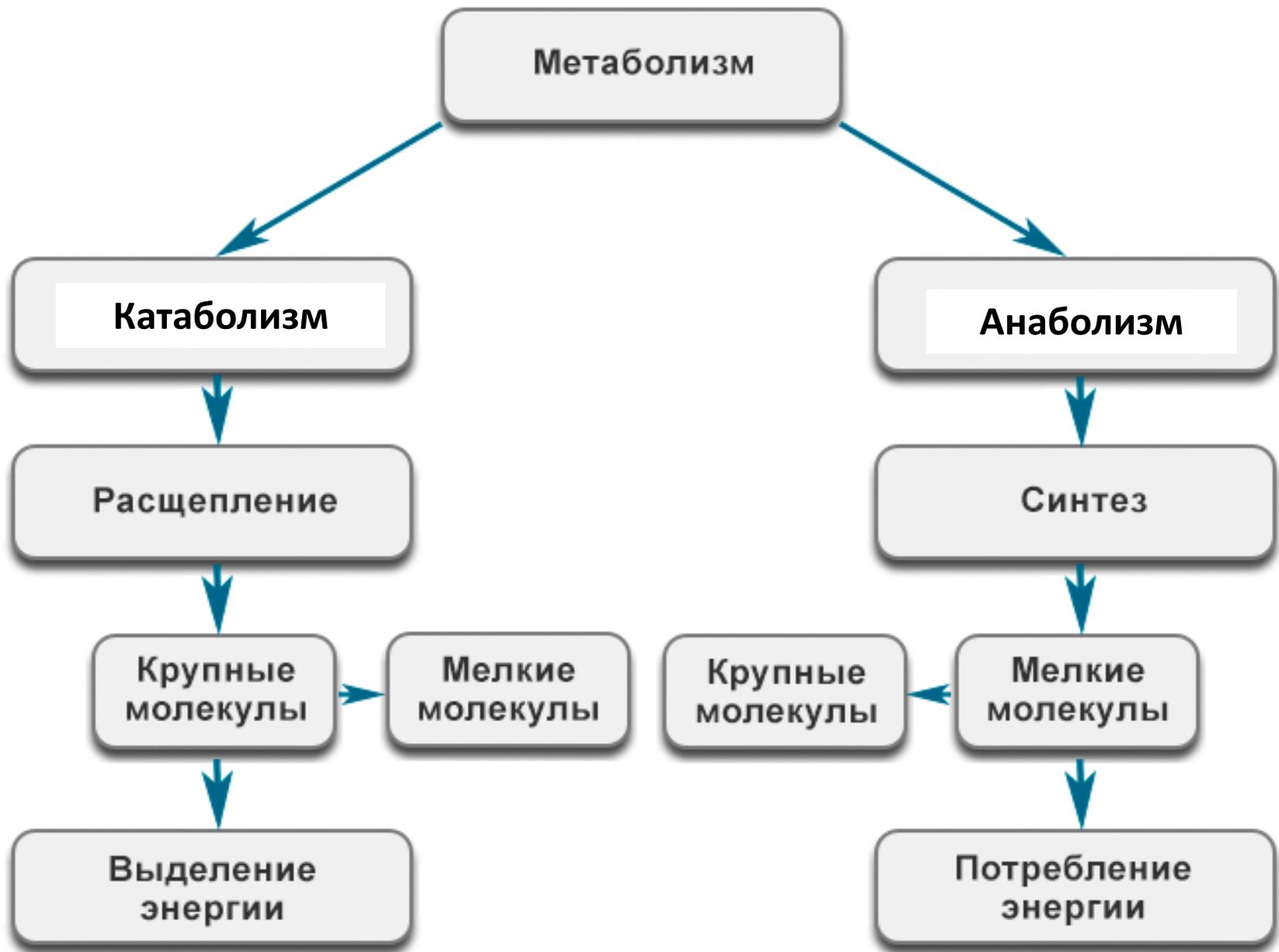
СЛАЙД



# Основа катаболизма и анаболизма –

**мультиферментные системы** (от 2 до 20 ферментов):  
линейные (а, гликолиз), циклические (б, цикл Кребса), разветвленные (в).





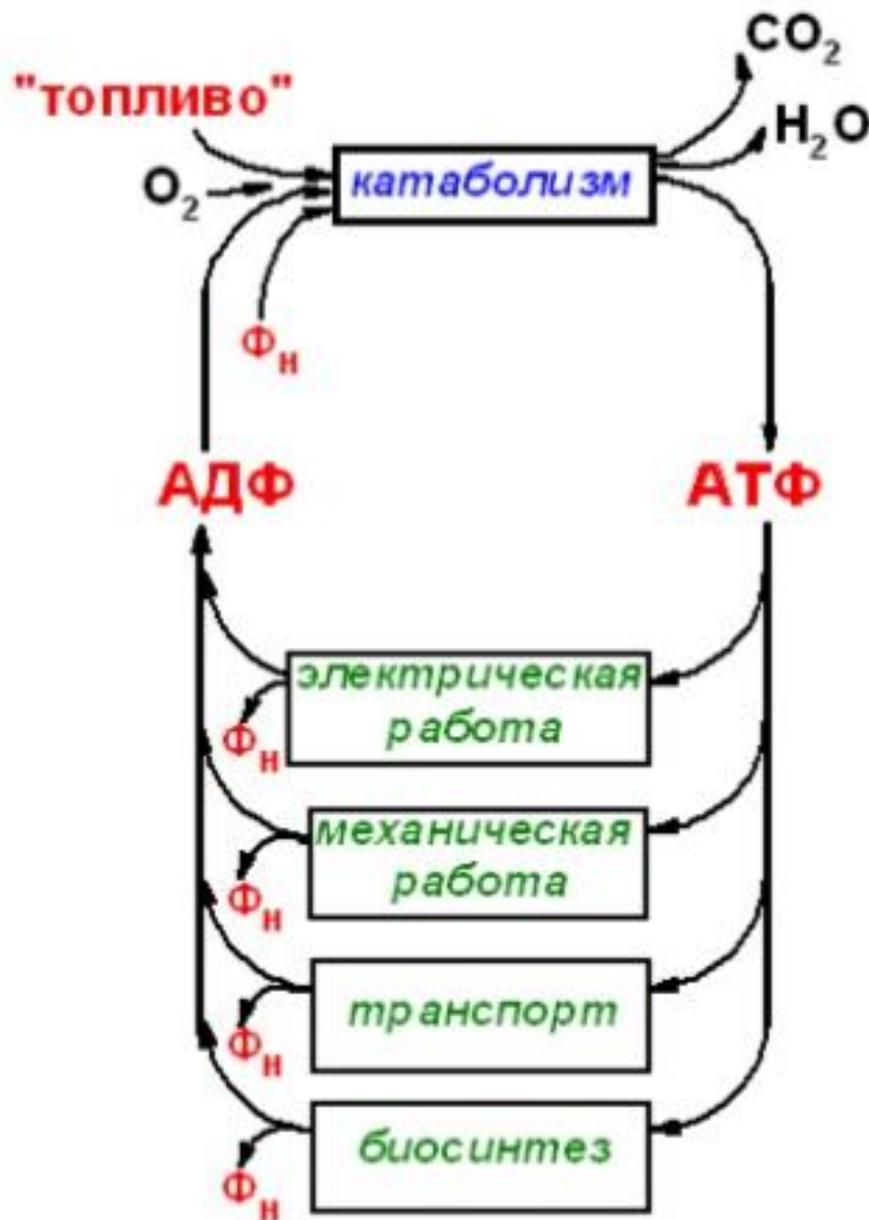
- **Катаболизм** – это совокупность ферментативных реакций расщепления сложных биорганических веществ (белки, углеводы, липиды) до простых предшественников (аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты), а в дальнейшем и их до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NH}_3$ .
- Реакции идут с высвобождением энергии ( $\text{ATP}$ ,  $\text{NADH}\cdot\text{H}^+$ ) – экзэрганический процесс.

- **Анаболизм** – это совокупность ферментативных реакций биосинтеза сложных биорганических веществ (белки, углеводы, липиды) из простых предшественников (низкомолекулярные органические кислоты (гетеротрофы) и  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NH}_3$  (автотрофы)).
- Реакции идут с затратой энергии (АТФ,  $\text{NADPH}_2$ ) – эндэрганический процесс.



# Этапы аэробного катаболизма (клеточное дыхание)

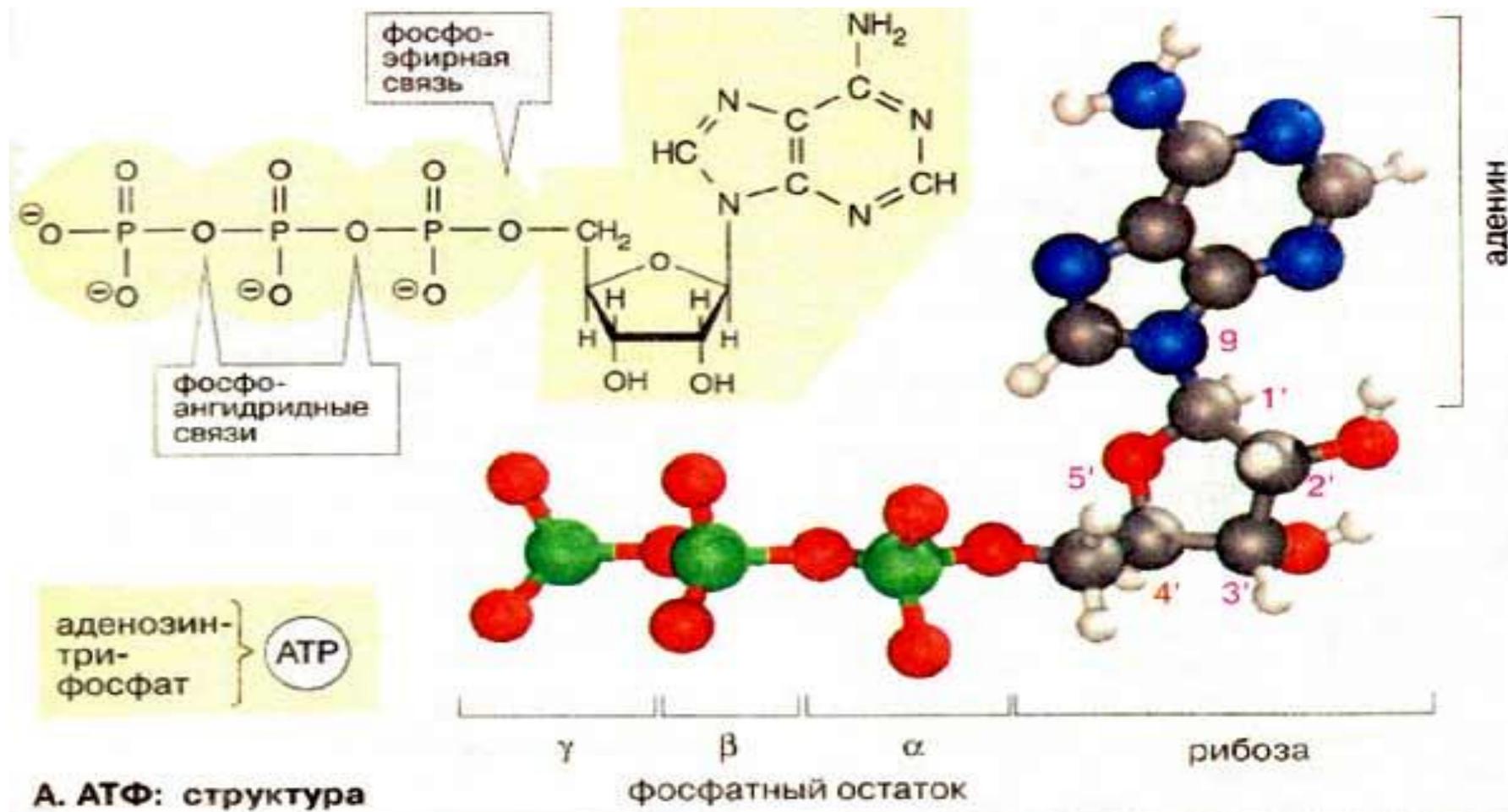




**Образование и  
использование  
полезной  
энергии**

---

# Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)



$$\Delta G^{\circ} = -7,3 \text{ ккал/моль}$$

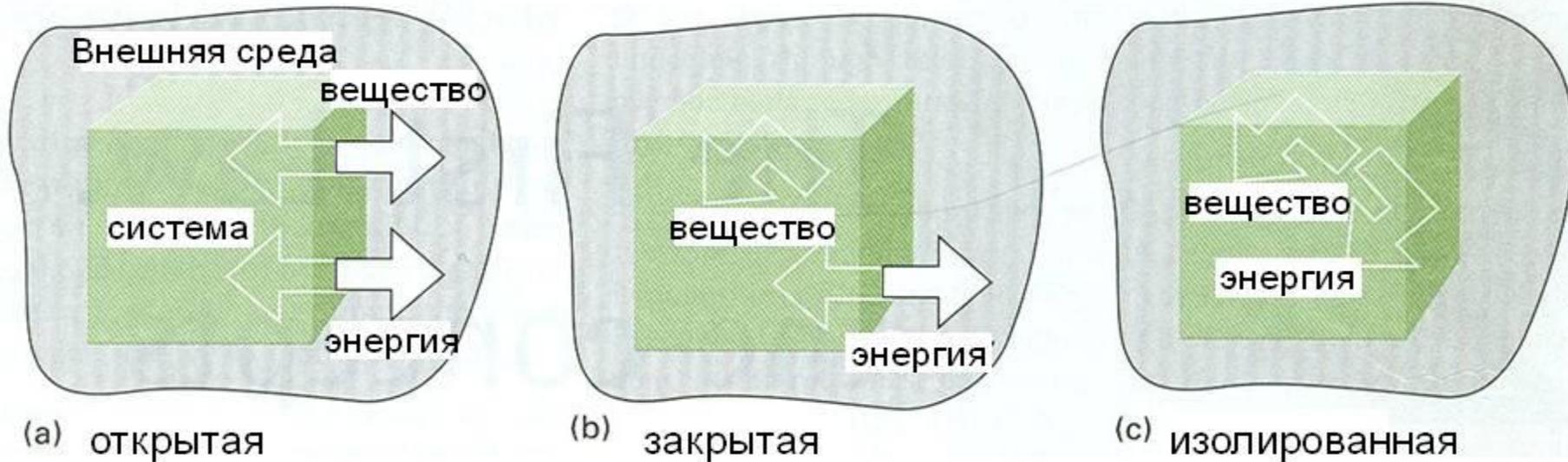
1 кал = 4,1868 Дж

# **Характеристика масштабов энергообеспечения организма человека (за 24 часа).**

- потребляет 140 кг O<sub>2</sub>;**
- синтезирует 40 кг АТФ;**
- перекачивает через мембраны 0,5 кг протонов;**
- генераторы  $\Delta\mu\text{H}^+$  поддерживают напряженность электрического поля на митохондриальной мембране в несколько сотен кВ/см<sup>2</sup>**

**Зачем нам столько  
АТФ?**

# Типы термодинамических систем



Энергия системы - это ее способность совершать работу

**Какая мы  
термодинамическая  
система?**

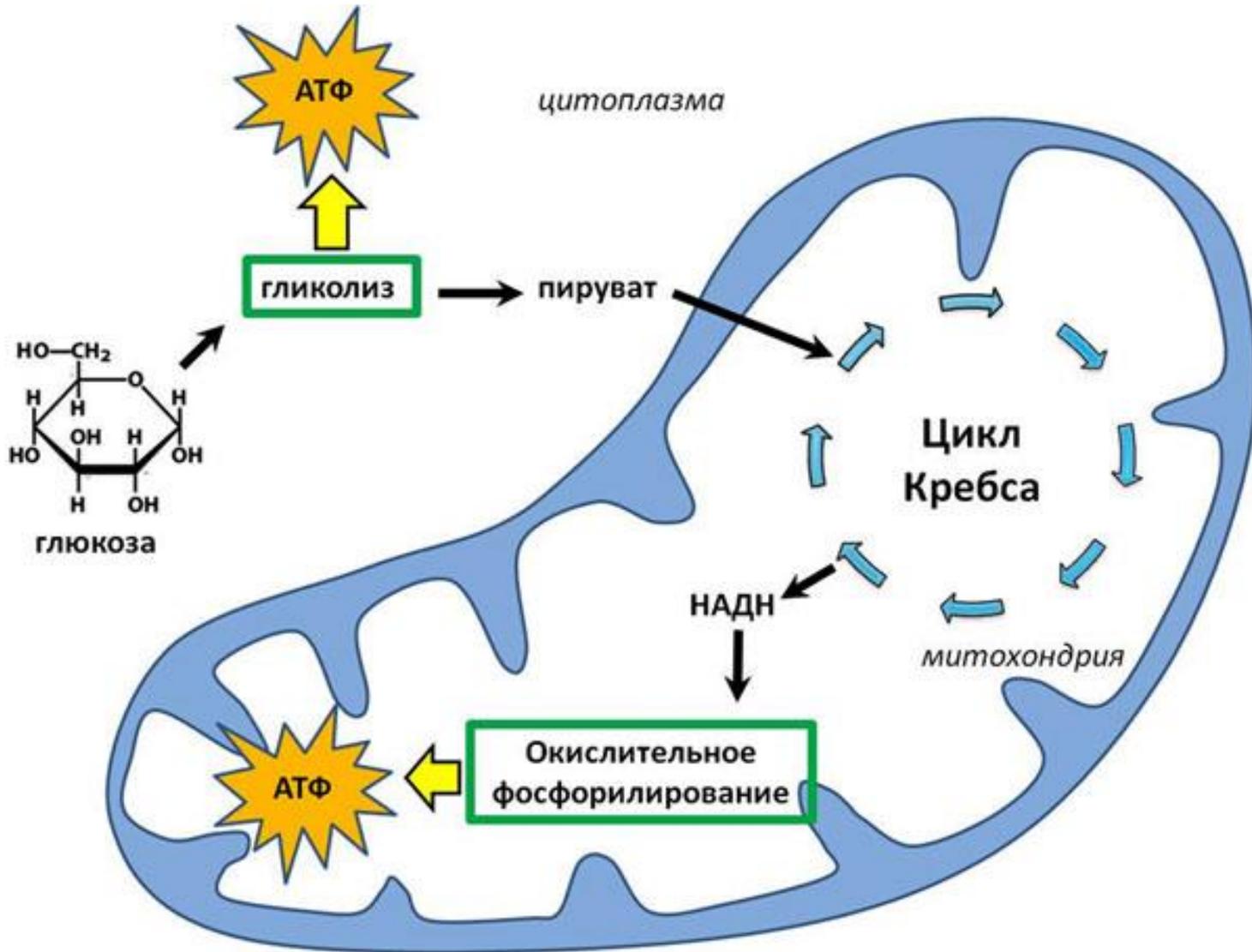
**Открытая**  
***(пока живая)***

Наша (гетеротрофов)

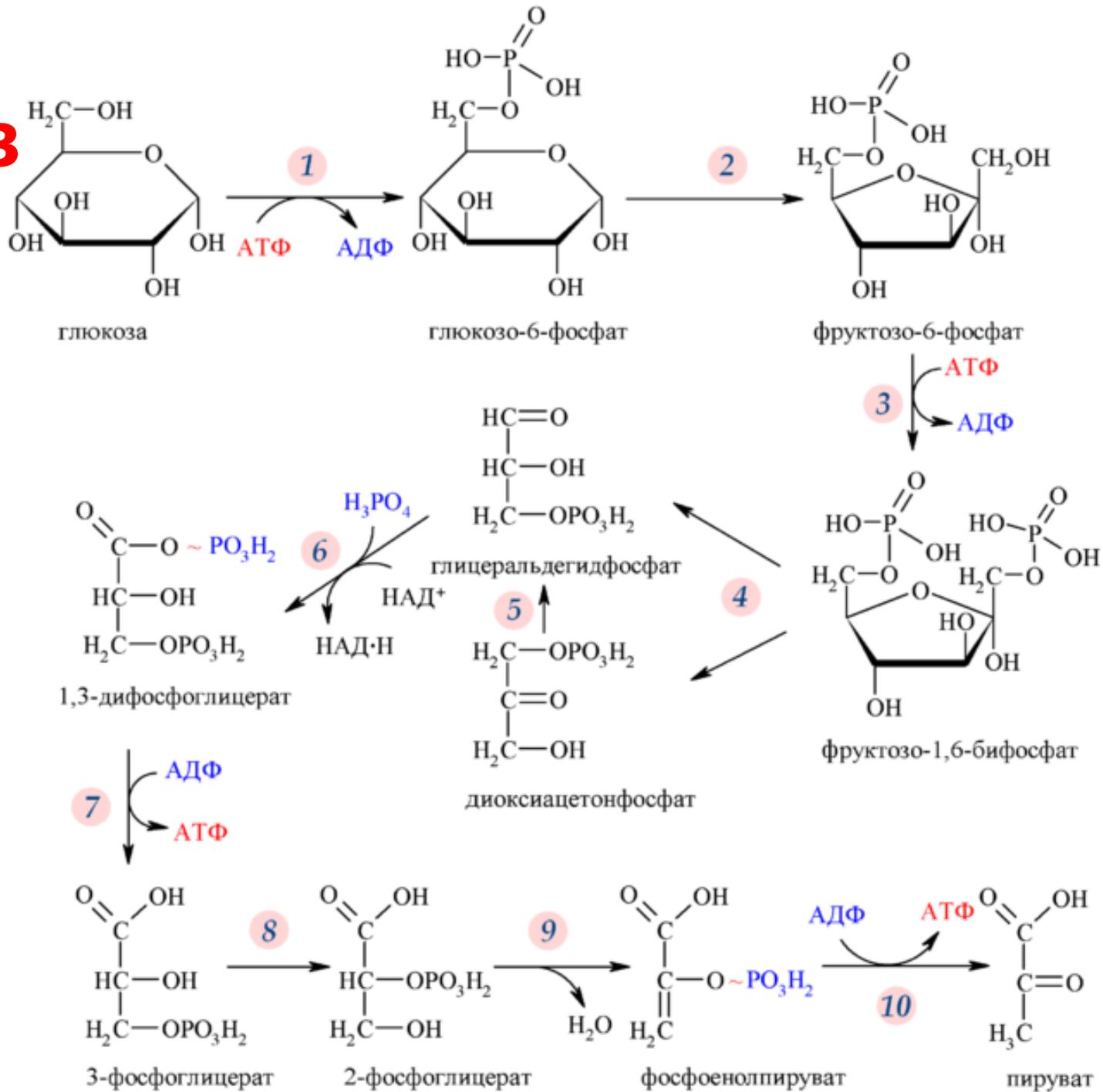
ДЕВИЗ:

**«Мы едим для  
того, чтобы  
жить!»**

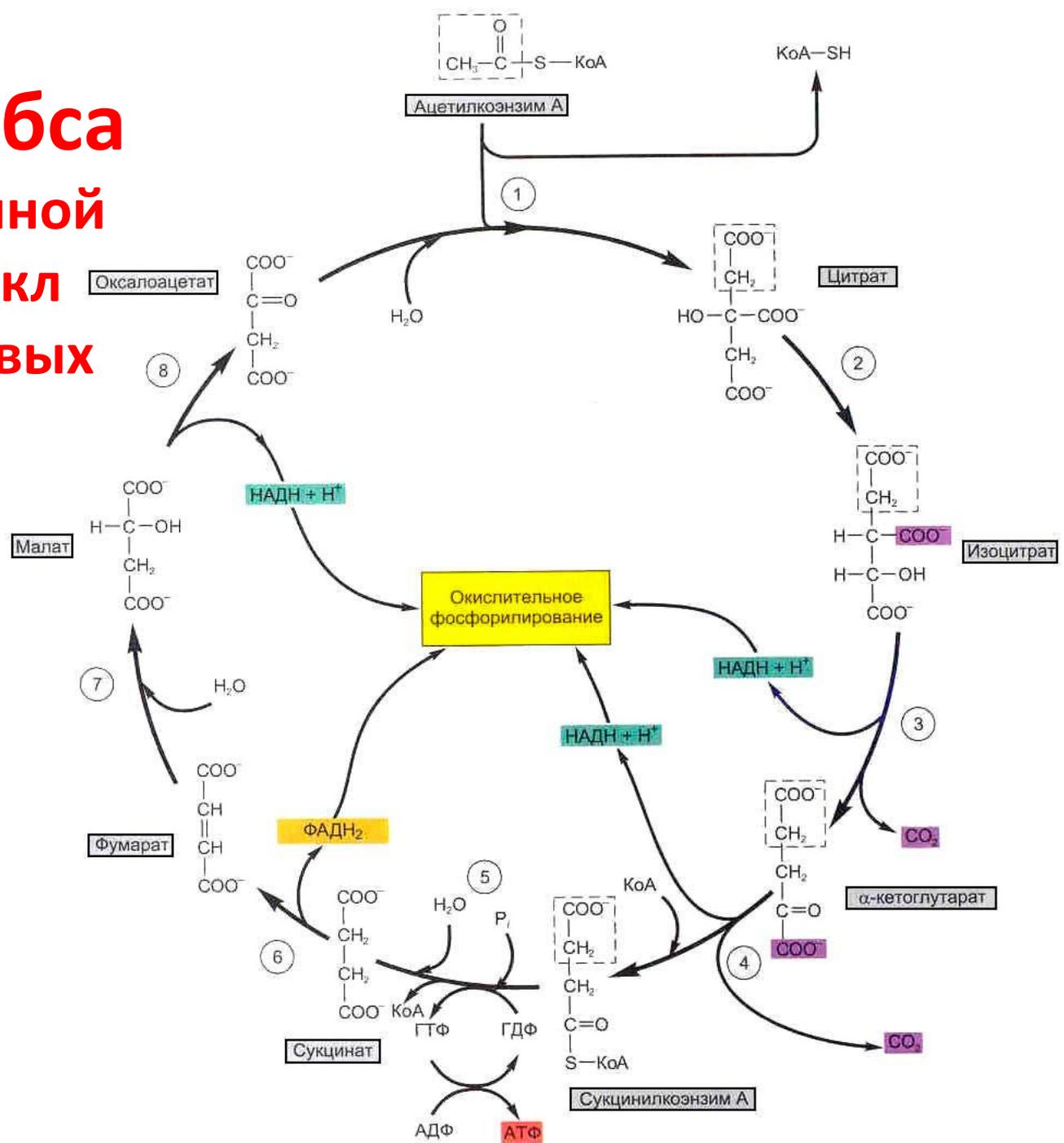
# Метаболизм глюкозы (пример)

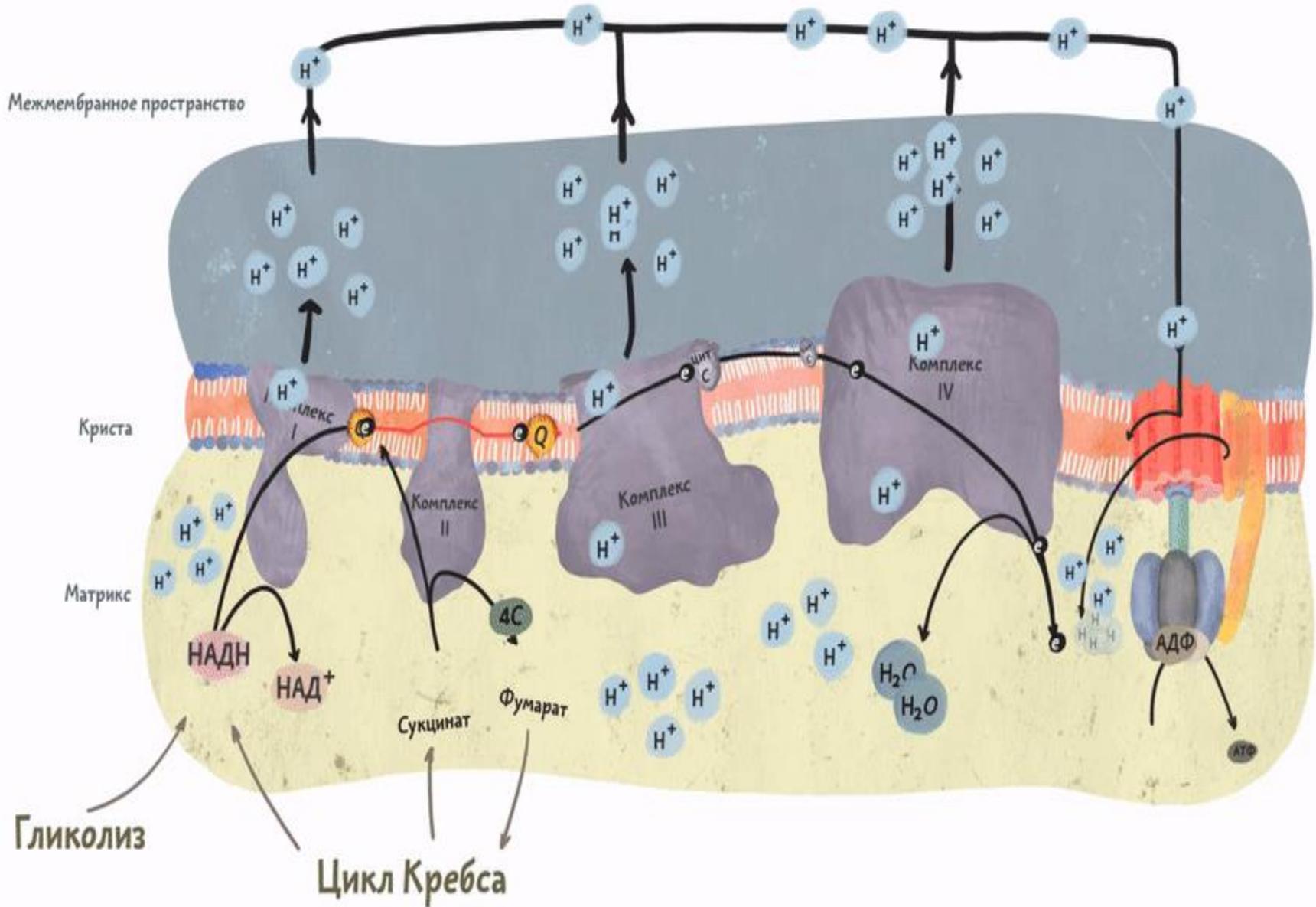


# Гликолиз



# Цикл Кребса (цикл лимонной ислоты, цикл трикарбоновых кислот)





Межмембранное пространство

Криста

Матрикс

Гликолиз

Цикл Кребса

НАДН

НАД<sup>+</sup>

Сукцинат

Фумарат

4С

H<sub>2</sub>O  
H<sub>2</sub>O

АДФ

АТФ

H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>  
H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

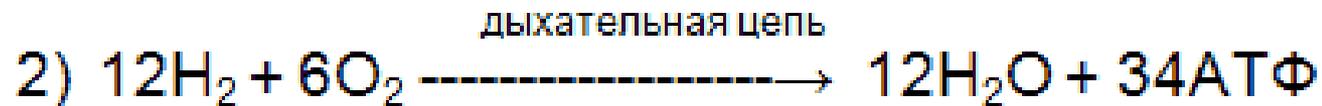
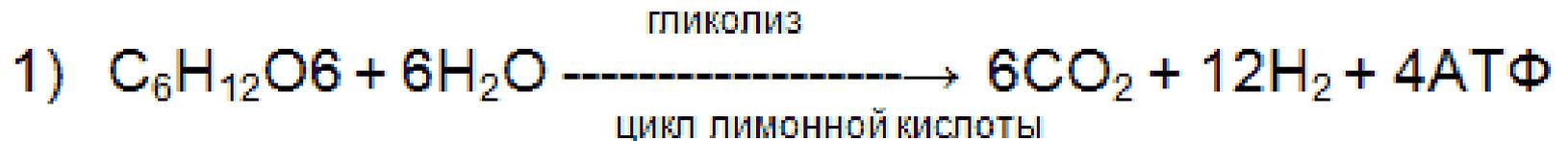
H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

# Суммарное уравнение расщепления глюкозы



1)+ 2)



В процессе гликолиза образовались 112 молекул пировиноградной кислоты (ПВК). Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образуется при полном окислении глюкозы в клетках эукариот? Ответ поясните.

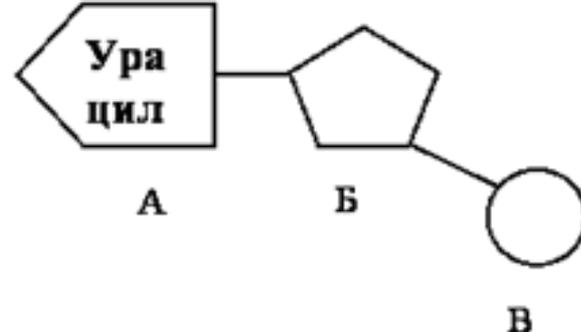
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) В процессе гликолиза при расщеплении 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы пировиноградной кислоты и выделяется энергия, которой хватает на синтез 2 молекул АТФ</li> <li>2) Если образовалось 112 молекулы пировиноградной кислоты, то, следовательно расщеплению подверглось <math>112 : 2 = 56</math> молекул глюкозы</li> <li>3) При полном окислении в расчете на одну молекулу глюкозы образуется 38 молекул АТФ. Следовательно, при полном окислении 56 молекулы глюкозы образуется <math>38 \times 56 = 2128</math> молекул АТФ</li> </ol>	
<p>Ответ включает три названных выше элемента и не содержит биологических ошибок</p>	<b>3</b>
<p>Ответ включает в себя два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<b>2</b>
<p>Ответ включает в себя один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, <b>ИЛИ</b> ответ включает в себя два из названных выше элементов. Но содержит биологические ошибки</p>	<b>1</b>
<p>Ответ неправильный</p>	<b>0</b>
<p><i>Максимальный балл</i></p>	<b>3</b>

- В диссимиляцию вступило 15 молекул глюкозы. Определите количество АТФ после гликолиза, после энергетического этапа, и суммарный эффект диссимиляции.
- 1) после гликолиза: образуется 2 молекулы АТФ, а так как вступило 15 молекул глюкозы  $15 \times 2 = 30$  молекул АТФ
- 2) после энергетического этапа (клеточное дыхание сопряженное с окислительным фосфорилированием, происходящее с участием внутренней мембраны митохондрий): при окислении двух молекул пировиноградной кислоты образуется 36 молекул АТФ. В энергетический этап вступило 15 молекул глюкозы, которые расщепились до 30 молекул пировиноградной кислоты, следовательно, энергетический выход составит:  $15 \times 36 = 540$  молекул АТФ
- 3) суммарный эффект диссимиляции (полное аэробное расщепление глюкозы в процессе клеточного дыхания): при расщеплении 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы АТФ в гликолизе и 36 молекул АТФ в энергетическом этапе, следовательно, всего 38 молекул АТФ. Так как окислялось 15 молекул глюкозы:  $15 \times 38 = 570$  молекул АТФ

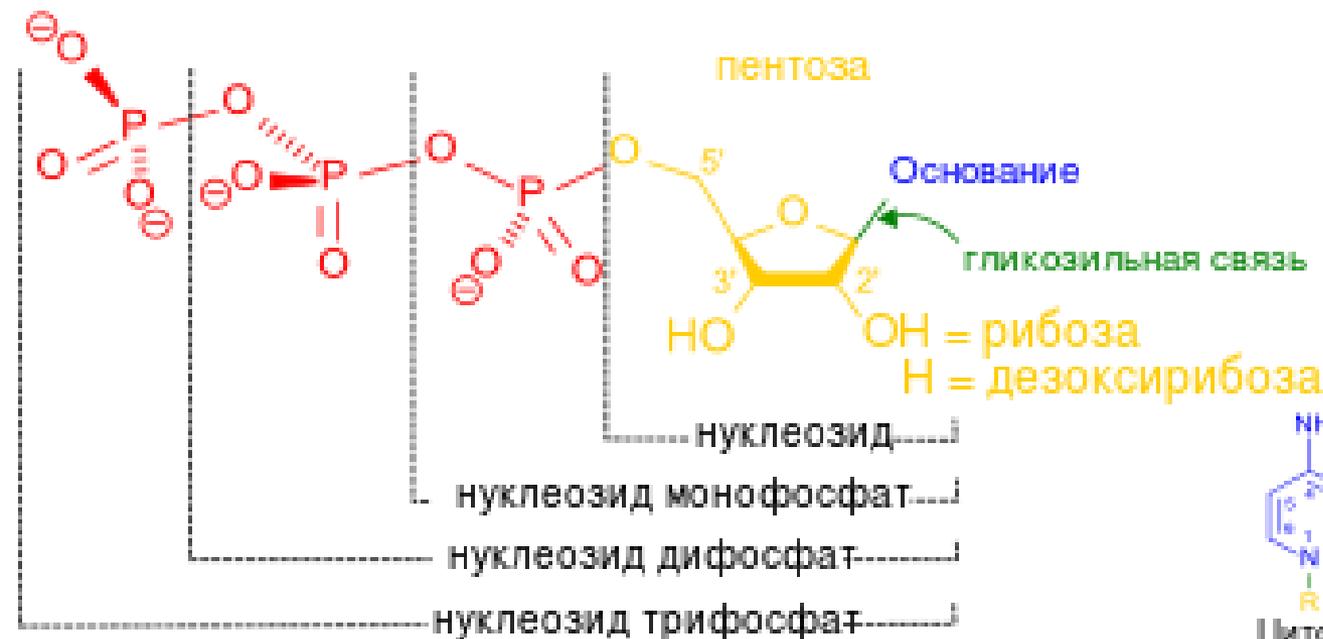
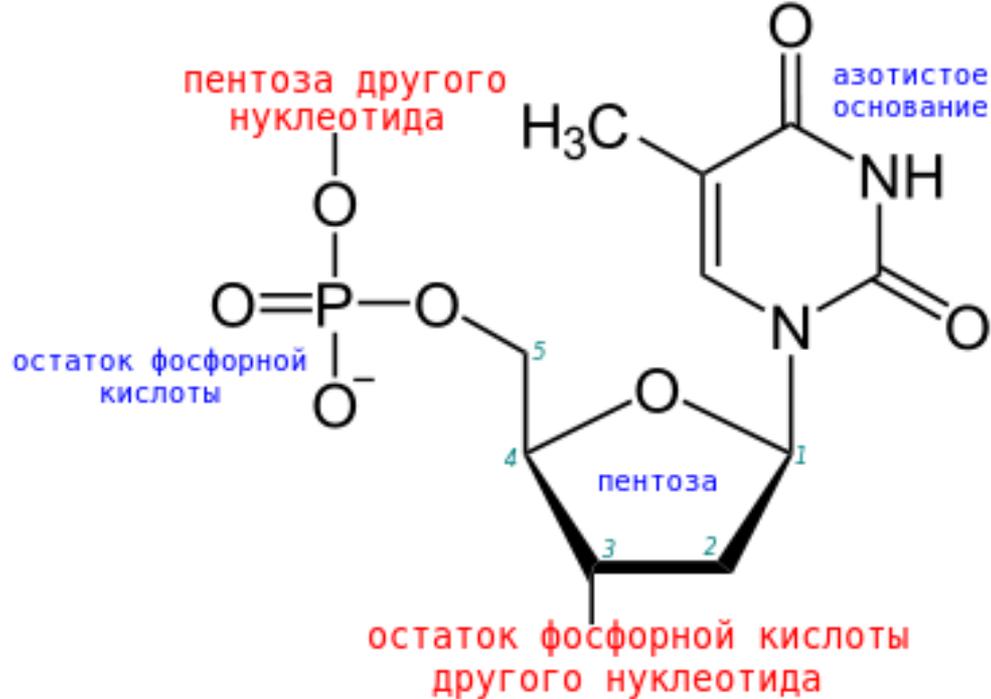
К каким последствиям приведет снижение активности ферментов, участвующих в кислородном этапе энергетического обмена животных?

<p align="center"><b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)</p>	<p align="center">Баллы</p>
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) реакции полного биологического окисления будут идти слабо, и в клетке будет преобладать процесс бескислородного окисления — гликолиз. Молекул АТФ синтезируется меньше, что приведет к недостатку энергии в клетке и организме. В клетке и организме будут накапливаться продукты неполного окисления, которые могут привести к их гибели;</p> <p>2) из-за недостатка молекул АТФ замедлятся процессы пластического обмена.</p>	
<p>Ответ включает все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок</p>	<p align="center">2</p>
<p>Ответ включает один из названных выше элементов, <b>ИЛИ</b> ответ включает два названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	<p align="center">1</p>
<p>Ответ неправильный</p>	<p align="center">0</p>
<p align="right"><i>Максимальный балл</i></p>	<p align="center">2</p>

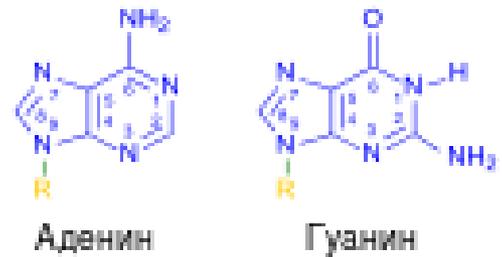
1. Строение молекулы какого мономера изображено на представленной схеме?
2. Что обозначено буквами А, Б, В?
3. Назовите виды биополимеров, в состав которых входит данный мономер



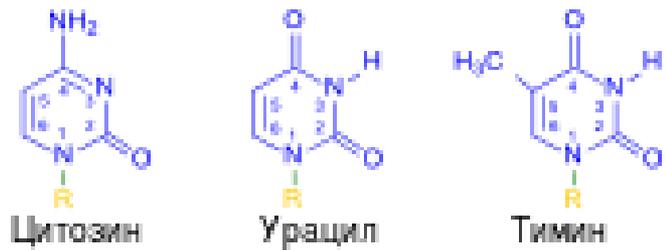
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) молекула урацилового нуклеотида (рибонуклеотида);</li> <li>2) урацил – азотистое основание, рибоза – углевод, остаток фосфорной кислоты;</li> <li>3) данный мономер входит в состав всех видов РНК (иРНК, тРНК, рРНК).</li> </ol>	
<p>Ответ включает все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок</p>	3
<p>Ответ включает два из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает три названных выше элемента, но содержит биологические ошибки</p>	2
<p>Ответ включает один из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает два из названных выше элементов, но содержит биологические ошибки</p>	1
<p>Ответ неправильный</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3



### Пурины



### Пиримидины



## Митоз

интерфаза -  $2n4c$

профаза -  $2n4c$

метафаза -  $2n4c$

анафаза -  $4n4c$

телофаза -  $2n2c$

## Мейоз

интерфаза -  $2n4c$

профаза1 -  $2n4c$

метафаза1 -  $2n4c$

анафаза1 -  $2n4c$

телофаза1 -  $n2c$

профаза2 -  $n2c$

метафаза2 -  $n2c$

анафаза2 -  $2n2c$

телофаза2 -  $nс$

