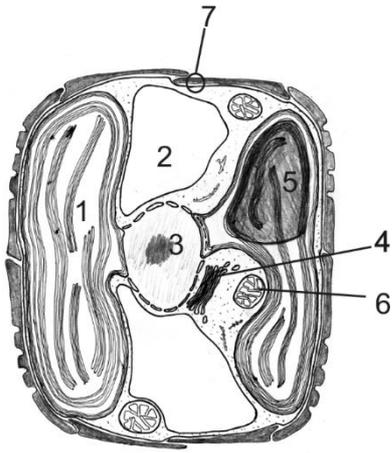


**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ОЛИМПИАДЫ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!»
2016-2017.**

10-11 КЛАССЫ.

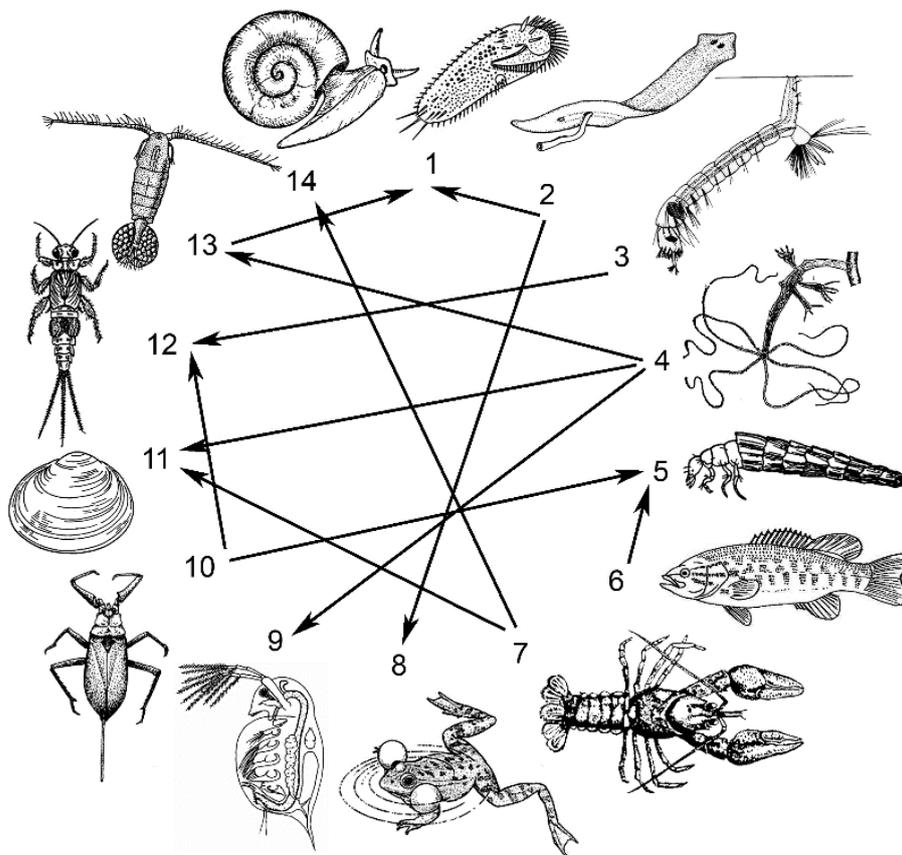
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 1. 10-11 класс.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ) Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – хлоропласт, 2 – вакуоль, 3 – ядро, 4 – аппарат Гольджи, 5 – пиреноид, 6 – митохондрия, 7 -клеточный покров.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



- А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.
- Б. Найдите на схеме всех ракообразных и запишите их номера.
- В. Найдите на схеме личинки насекомых.

ОТВЕТ:

НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ	РАКООБРАЗНЫЕ	ЛИЧИНКИ НАСЕКОМЫХ
А ПО 3 БАЛЛА ЗА КАЖДЫЙ ОТВЕТ	Б по 3 балла за каждый правильный ответ	В По 1 баллу за правильный ответ
2 -> 1	7	3
2 -> 8	9	5
3 -> 12	13	12
4 -> 11		
13 -> 1		

Задание 3. (максимальный балл 15). Вычислите, сколько граммов глюкозы содержится в плазме крови человека, который весит 70 кг и имеет значение гематокрита 45%? Считать, что концентрация глюкозы в плазме равна приблизительно 5 мМ.

РЕШЕНИЕ:

Школьники должны знать формулу глюкозы $C_6H_{12}O_6$ и могут сами посчитать ее молекулярную массу = 180 у.е., а также знают, что объем крови у человека массой 70 кг равен примерно 5 л (4,5 – 6,0 л)

1. Сначала рассчитаем объем плазмы, зная гематокрит:

$5 \text{ л} - (5 \text{ л} * 0,45) = 2,75 \text{ л}$ (или для 4,5-6,0 л = 2,475 – 3,3 л.)---5 баллов

2. Теперь сосчитаем, сколько граммов глюкозы содержится в 5 ммоль глюкозы:

$5 \text{ ммоль} * 180 \text{ г/моль} / 1000 = 900 \text{ мг}$ или 0,9 г. ----5 баллов

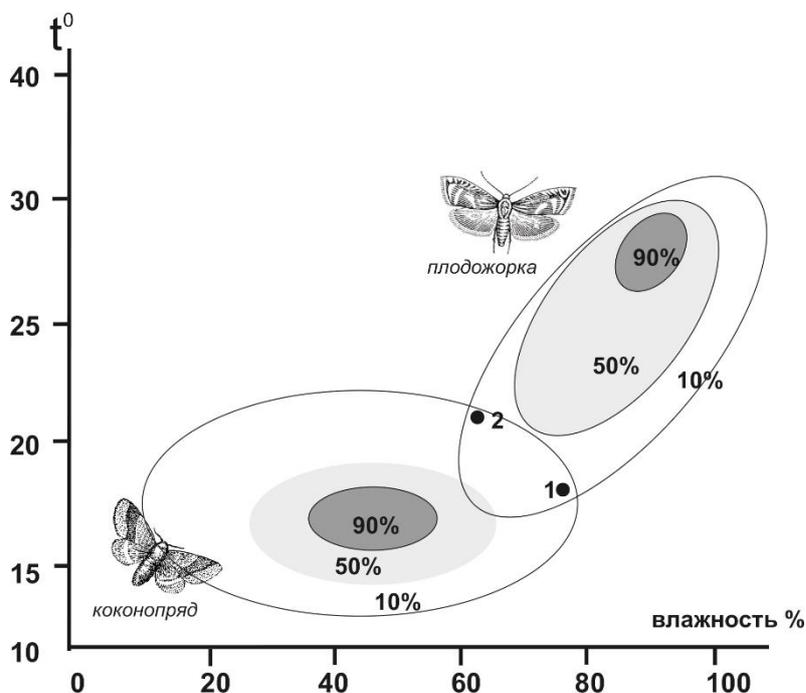
Т.е. в каждом литре плазмы содержится 0,9 г глюкозы

3. Зная объем плазмы, легко рассчитать массу глюкозы в нем:

$0,9 \text{ г} * 2,75 \text{ л} (2,475 - 3,3 \text{ л}) = 2,475 \text{ г} (2,2275 - 2,97 \text{ г})$ -----4 балла

Ответ: в плазме крови содержится 2,475 г глюкозы (возможные варианты: от 2,2275 до 2,97 г)

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости куколок бабочек коконопряда и яблоневой плодожорки. Определите лимитирующие факторы (температура и влажность) в точках 1 и 2 для популяций.



Ответ:

точка 1 – для плодожорки лимитирующим фактором является температура, а для коконопряда – влажность; - 4 балла

точка 2 – для плодожорки лимитирующим фактором является влажность, а для коконопряда – температура; - 4 балла

Задание 5. (максимальный балл 16) Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

CUGACCAAGGAAACUAUCUGAGACCGCUAGAGAGAGUAAGCAUGAGACGUAAGA

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин УУЦ фенилаланин УУА лейцин УУГ лейцин	УЦУ серин УЦЦ серин УЦА серин УЦГ серин	УАУ тирозин УАЦ тирозин УАА стоп УАГ стоп	УГУ цистеин УГЦ цистеин УГА стоп УГГ триптофан
Ц	ЦУУ лейцин ЦУЦ лейцин ЦУА лейцин ЦУГ лейцин	ЦЦУ пролин ЦЦЦ пролин ЦЦА пролин ЦЦГ пролин	ЦАУ гистидин ЦАЦ гистидин ЦАА глицин ЦАГ глицин	ЦГУ аргинин ЦГЦ аргинин ЦГА серин ЦГГ серин
А	АУУ изолейцин АУЦ изолейцин АУА изолейцин АУГ метионин	АЦУ треонин АЦЦ треонин АЦА треонин АЦГ треонин	ААУ аспарагин ААЦ аспарагин ААА лизин ААГ лизин	АГУ аргинин АГЦ аргинин АГА аргинин АГГ аргинин

Г	ГУУ	валин	ГЦУ	аланин	ГАУ	аспарагиновая кислота	ГГУ	глицин
	ГУЦ	валин	ГЦЦ	аланин	ГАЦ	аспарагиновая кислота	ГГЦ	глицин
	ГУА	валин	ГЦА	аланин	ГАА	глутаминовая кислота	ГГА	глицин
	ГУГ	валин	ГЦГ	аланин	ГАГ	глутаминовая кислота	ГГГ	глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

CUG ACC AAG GAA ACU AUC UGA GAC CGC UAG AGA GAG UAA GCA UGA GAC GUA AGA

Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

C UGA CCA AGG AAA CUA UCU GAG ACC GCU AGA GAG AGU AAG CAU GAG ACG UAA GA

Здесь сразу же мы попадаем на стоп-кодон, т.е. такой вариант тоже не удовлетворяет условию.

Проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

CU GAC CAA GGA AAC UAU CUG AGA CCG CUA GAG AGA GUA AGC AUG AGA CGU AAG A

Асп.к-та гли гли асп-н тир лей арг про лей глут.к-та арг вал арг мет арг арг лиз
Она не содержит стоп-кодонов, т.е. удовлетворяет условию. Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным триплетам. **Есть объяснения - 8 баллов**

Ответ: аспарагиновая к-та – глицин – глицин – аспарагин – тирозин – лейцин – аргинин – пролин – лейцин – глутаминовая к-та – аргинин – валин – аргинин – метионин – аргинин – аргинин – лизин --- правильная последовательность 8 баллов

Задание 6. (максимальный балл 20). В лепестках одного из видов растений обнаружены пигменты, которые обуславливают красный (**R**) и синий (**B**) цвет лепестков. За образование красного пигмента отвечает ген **R**, при этом растения с мутантным генотипом **rr** не могут синтезировать красный пигмент. У того же вида растений есть ген **B**, отвечающий за синтез синего пигмента, с мутантным аллелем **b**, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием фиолетовой окраски цветков. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют красного и синего пигментов и имеют кремовые цветки.

А. Скрестили растение из чистой линии с красными цветками и растение из чистой линии с синими цветками. Все потомки первого поколения имели фиолетовые цветки. Во втором

поколении были получены растения с кремовыми, фиолетовыми, красными и синими цветками. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской цветков во втором поколении?

Б. Одно из растений второго поколения с фиолетовыми цветками опылили пылью с одного из растений второго поколения с красными цветками. В результате было получено третье поколение: 25 растений с фиолетовыми цветками, 24 растения с красными цветками, 7 растений с синими цветками и 8 растений с кремовыми цветками. Каковы были в этом скрещивании генотипы родителей? От какой части растений третьего поколения с фиолетовыми цветками при самоопылении можно получить растения с кремовыми цветками?

Решение.

А. 8 баллов. Так как исходные растения из чистых линий, они гомозиготны, т.е. растение с **красными цветками** имеет генотип **RRbb**, а растение с **синими цветками** – **rrBB**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrBb**, поэтому цветки у них **фиолетовые**. Они образуют 4 типа гамет: **RB, Rb, rB, rb** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**. (**фиолетовые : красные : синие : кремовые**)

Б. 12 баллов. Растение с фиолетовыми цветками, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrBb**. Оно образует четыре типа гамет: **RB, Rb, rB и rb**. Второй родитель имеет красные цветки, следовательно он гомозиготен по рецессивному аллелю синего пигмента и имеет хотя бы один доминантный аллель красного пигмента. Т.к. в потомстве произошло расщепление по красному пигменту, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **Rrbb**. Он образует гаметы двух типов: **Rb и rb**. Составим решётку Пеннета:

	RB	Rb	rB	rb
Rb	RRBb фиолетовые	RRbb красный	RrBb фиолетовые	Rrbb красный
rb	RrBb фиолетовые	Rrbb красный	rrBb синий	rrbb кремовый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Из трех генотипов растений с фиолетовыми цветками в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrBb** и один **RRBb**. Кремовые цветки у растений, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т.е. получатся только при самоопылении первых (**RrBb**). Следовательно, потомков с кремовыми цветками дадут $\frac{2}{3}$ гибридов третьего поколения с фиолетовыми цветками.

Ответ:

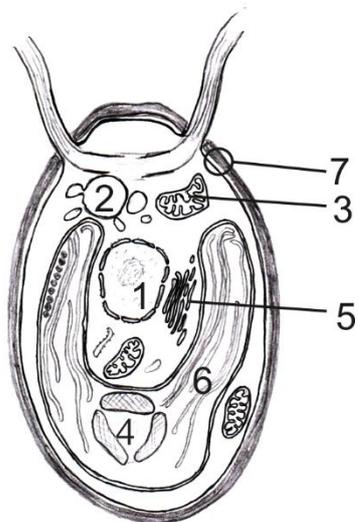
А. фиолетовые:красные:синие:кремовые=9:3:3:1

Б. фиолетовый – RrBb, красный – Rrbb.

$\frac{2}{3}$ гибридов третьего поколения дадут потомков с кремовыми цветками.

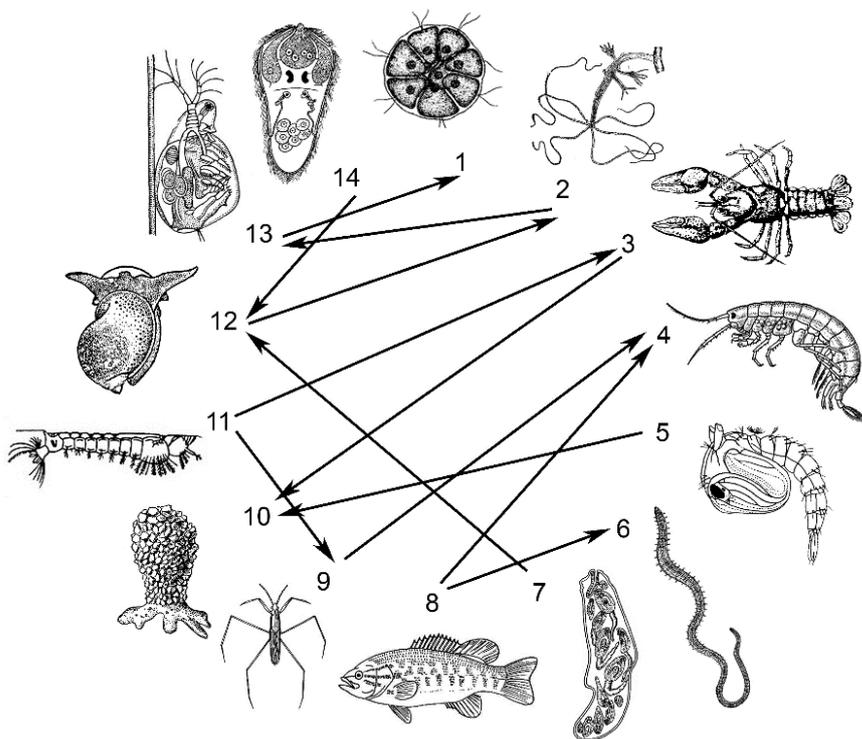
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 2.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – ядро, 2 – сократительная вакуоль, 3 – митохондрия, 4 – пиреноид, 5 – аппарат Гольджи, 6 – хлоропласт, 7 – клеточный покров.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.

Б. Найдите на схеме пары «паразит-хозяин» и запишите их номера (сначала номер паразита, затем номер хозяина).

В. Найдите на схеме разные стадии развития одного и того же организма и запишите их номера.

ОТВЕТ:

НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ	ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН	СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ОДНОГО ВИДА
А По 3 балла за каждый верный Всего 18	Б По 3 балла за каждый Всего 6	В 3 балла
11 -> 9 5 -> 10 12 -> 2 11 -> 3 3 -> 10 9 -> 4	7 – 12 14 – 12	7, 14

Задание 3. (максимальный балл 15) После еды концентрация глюкозы в плазме крови повысилась в 4 раза. Вычислите, сколько граммов глюкозы поступило в плазму крови в результате приема пищи, принимая вес человека за 70 кг, содержание глюкозы в крови 5 мМ и значение гематокрита 45%?

РЕШЕНИЕ: Школьники должны знать формулу глюкозы $C_6H_{12}O_6$ и могут сами посчитать ее молекулярную массу = 180 у.е.

*Объем клеток крови в составе 5 л крови составляет $5 \text{ л} * 0,45 = 2,25 \text{ л}$.
Значит, объем плазмы крови = $5 \text{ л} - 2,25 \text{ л} = 2,75 \text{ л}$*

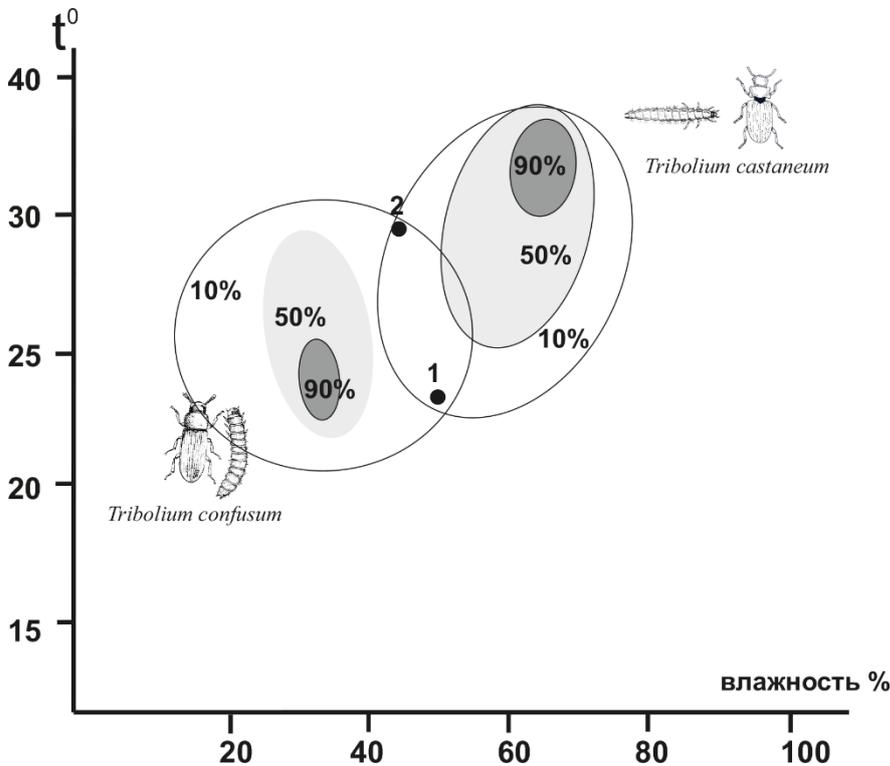
*В таком объеме плазмы крови содержится следующее количество глюкозы:
 $2,75 \text{ л} * 5 \text{ ммоль/л} * 180 \text{ грамм/моль} = 2,475 \text{ г}$ глюкозы.*

*После еды масса глюкозы стала в 4 раза больше или: $2,475 \text{ г} * 4 = 9,9 \text{ г}$*

Значит, в плазму крови поступило $9,9 \text{ г} - 2,475 \text{ г} = 7,425 \text{ г}$

Ответ: после еды в плазму крови поступило 7,425 граммов глюкозы.

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку) На графике нанесены кривые выживаемости личинок булавоусого хрущака *Tribolium castaneum* и малого хрущака *Tribolium confusum*. Определите лимитирующие факторы (температура и влажность) в точках 1 и 2 для популяций.



Ответ:

точка 1 – для личинок булавоусого хрущака *Tribolium castaneum* лимитирующим фактором является температура, а для малого хрущака *Tribolium confusum* – нет факторов; (4 балла)

точка 2 – для личинок булавоусого хрущака *Tribolium castaneum* лимитирующим фактором является влажность, а для малого хрущака *Tribolium confusum* – температура (4 балла)

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

UGGACUAAUGCCGCACCAUAGUCUGGUACUUAGGAAUCUAGUAGAUCGACAAUA

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
--	---	---	---	---

У	УУУ фенилаланин УУЦ фенилаланин УУА лейцин УУГ лейцин	УЦУ серин УЦЦ серин УЦА серин УЦГ серин	УАУ тирозин УАЦ тирозин УАА стоп УАГ стоп	УГУ цистеин УГЦ цистеин УГА стоп УГГ триптофан
Ц	ЦУУ лейцин ЦУЦ лейцин ЦУА лейцин ЦУГ лейцин	ЦЦУ пролин ЦЦЦ пролин ЦЦА пролин ЦЦГ пролин	ЦАУ гистидин ЦАЦ гистидин ЦАА глицин ЦАГ глицин	ЦГУ аргинин ЦГЦ аргинин ЦГА серин ЦГГ серин
А	АУУ изолейцин АУЦ изолейцин АУА изолейцин АУГ метионин	АЦУ треонин АЦЦ треонин АЦА треонин АЦГ треонин	ААУ аспарагин ААЦ аспарагин ААА лизин ААГ лизин	АГУ аргинин АГЦ аргинин АГА аргинин АГГ аргинин
Г	ГУУ валин ГУЦ валин ГУА валин ГУГ валин	ГЦУ аланин ГЦЦ аланин ГЦА аланин ГЦГ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота ГАЦ аспарагиновая кислота ГАА глутаминовая кислота ГАГ глутаминовая кислота	ГГУ глицин ГГЦ глицин ГГА глицин ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

UGG ACU AAU GCC GCA CCA **UAG** UCU GGU ACU **UAG** GAA UCU AGU AGA UCG ACA AUA

Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

U GGA CUA AUG CCG CAC CAU AGU CUG GUA CUU AGG AAU CUA GUA GAU CGA CAA UA

Гли лей мет про гист гист арг лей вал лей арг асп-н лей вал асп к-та сер гли
Последовательность не содержит стоп-кодонов, т.е. такой вариант удовлетворяет условию.

Для проверки проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

UG GAC **UAA** UGC CGC ACC AUA GUC UGG UAC UUA GGA AUC **UAG UAG** AUC GAC AAU A

Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным во втором разбиении триплетам.

Есть объяснения - 8 баллов

Ответ: глицин – лейцин – метионин – пролин – гистидин – гистидин – аргинин – лейцин – валин – лейцин – аргинин – аспарагин – лейцин – валин – аспарагиновая кислота – серин – глицин. **правильная последовательность 8 баллов**

Задание 6. (максимальный балл 20). У крыс доминантный аллель гена **R** вызывает чёрный цвет шерсти. Доминантный аллель другого гена **A** вызывает жёлтый цвет шерсти. Гены находятся на разных хромосомах. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием серого окраски шерсти. При взаимодействии двух рецессивных аллелей в гомозиготном состоянии возникает кремовая окраска.

А. Скрестили самца из чистой линии с чёрным цветом шерсти и самку из чистой линии с жёлтым цветом шерсти. Все потомки первого поколения были серого цвета. Во втором поколении были получены крысы чёрного, серого, жёлтого и кремового цвета. В каком соотношении присутствовали крысы с разной окраской шерсти во втором поколении?

Б. Из второго поколения взяли серого самца и желтую самку. От них было получено потомство (третье поколение), в котором было 14 желтых, 15 серых, 5 черных и 6 кремовых крыс. Какими были генотипы самца и самки в этом скрещивании? Какая часть серых самок третьего поколения при скрещивании с кремовыми самцами будет иметь в потомстве кремовых крысят?

Решение.

А. 8 баллов. Так как исходные животные из чистых линий, они гомозиготны, т.е. животное с чёрной шерстью имеет генотип **RRaa**, а животное с жёлтой шерстью – **rrAA**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrAa**, поэтому шерсть у них серая. Они образуют 4 типа гамет: **RA, Ra, rA, ra** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. 12 баллов. Животное с серой шерстью, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrAa**. Оно образует четыре типа гамет: **RA, Ra, rA и ra**. Второй родитель имеет жёлтую шерсть, следовательно он гомозиготен по рецессивному аллелю чёрного цвета и имеет хотя бы один доминантный аллель жёлтого цвета шерсти. Т.к. в потомстве произошло расщепление по жёлтому цвету шерсти, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **rrAa**. Он образует гаметы двух типов: **rA и ra**. Составим решётку Пеннетта:

	RA	Ra	rA	ra
rA	RrAA серый	RrAa серый	rrAA жёлтый	rrAa жёлтый
ra	RrAa серый	Rraa чёрный	rrAa жёлтый	rraa кремовый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Кремовый цвет шерсти у животных, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т е получается только при условии, что они получили от матери гены **r** и **a** (от кремового отца они получают только рецессивные аллели). Из трех генотипов животных с серой шерстью в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrAa** и один **RrAA**. Кремовых крысят дадут только первые (**RrAa**). Следовательно, потомков с кремовой шерстью дадут **2/3** серых самок третьего поколения, скрещенных с кремовыми самцами.

Ответ:

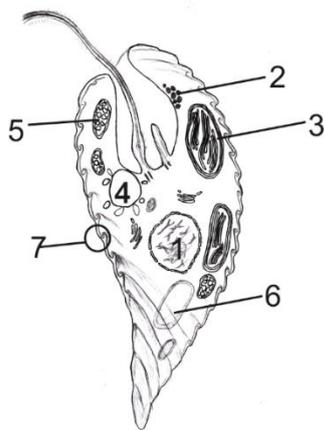
А. серые:чёрные:жёлтые:кремовые=9:3:3:1

Б. серый самец – RrYy, жёлтая самка – rrYy.

2/3 серых самок третьего поколения.

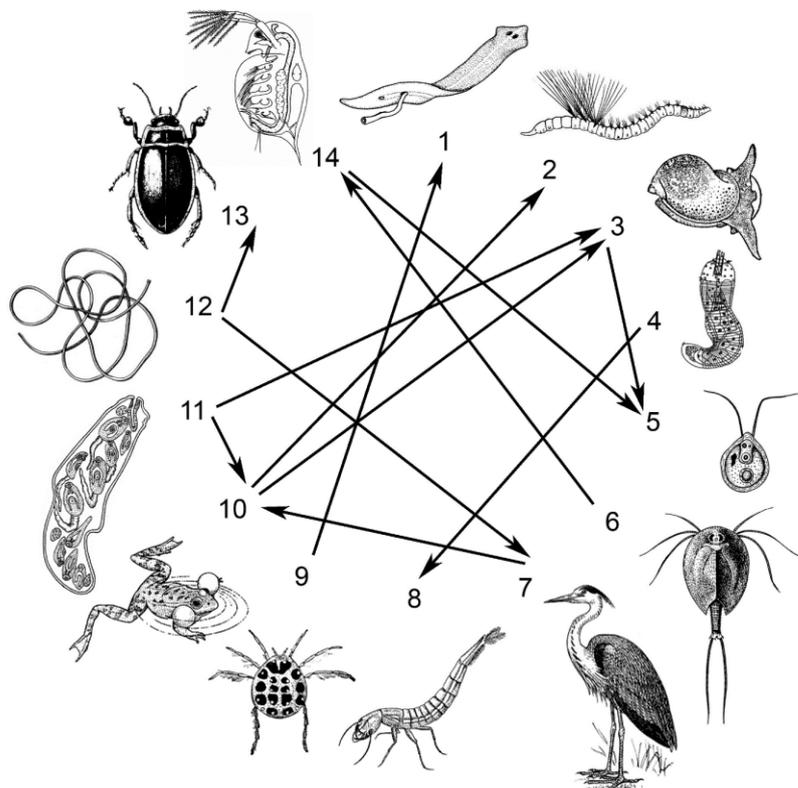
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 3.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 –ядро, 2 – глазок, 3 – хлоропласт, 4 – сократительная вакуоль, 5 –митохондрия, 6 – запасной продукт (парамил), 7 -клеточный покров.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.

Б. Найдите на схеме разные стадии развития одного и того же организма и запишите их номера.

В. Найдите на схеме пары «паразит-хозяин» и запишите их номера (сначала номер паразита, затем номер хозяина)

НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ А По 3 балла за каждый ответ	СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ОДНОГО ВИДА Б По 3 балла за каждый ответ	ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН В По 3 балла за каждый ответ
12 → 7 3 → 5 11 → 10 9 → 1	4, 12 8, 13	11 – 3 12 – 13 4 – 8

Задание 3. (максимальный балл 15). На Дне донора студенты сдавали кровь: юноши - 450 мл, а девушки - 250 мл. Сколько эритроцитов отдал в среднем каждый парень и каждая девушка (для упрощения считаем, что содержание эритроцитов в единице объема крови у них одинаково)?

РЕШЕНИЕ:

(школьники должны знать, что в 1 мкл крови содержится 5 млн эритроцитов.)

$$450 \text{ мл} = 450\,000 \text{ мкл}$$

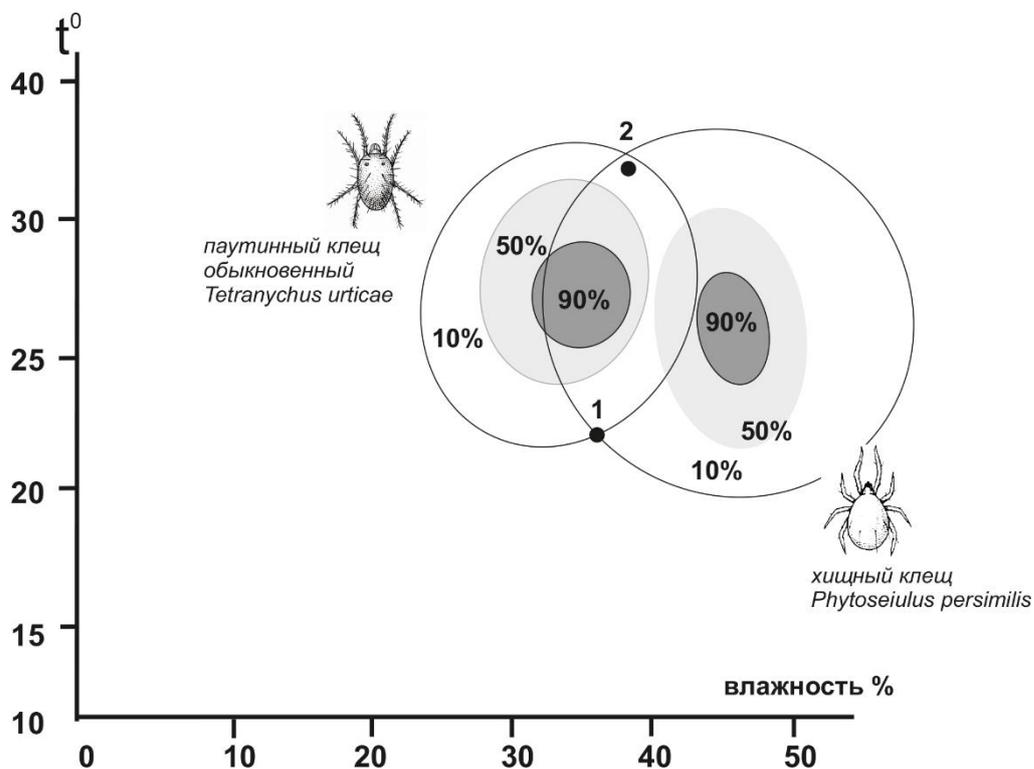
$$250 \text{ мл} = 250\,000 \text{ мкл}$$

$$\text{Количество эритроцитов в 1 случае (юноши) равно } 5 \text{ млн/мкл} * 450\,000 \text{ мкл} = 2,25 \text{ трлн (или } 2250\,000\,000\,000)$$

$$\text{Во 2 случае (девушки) равно: } 5 \text{ млн/мкл} * 250\,000 \text{ мкл} = 1,25 \text{ трлн (или } 1250\,000\,000\,000)$$

Ответ 2,25 трлн и 1,25 трлн эритроцитов.

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости паутиного клеща обыкновенного *Tetranychus urticae* и хищного клеща *Phytoseiulus persimilis*. Определите лимитирующие факторы (температура и влажность) в точках 1 и 2 для популяций клещей.



Ответ:

точка 1 – для паутинного клеща обыкновенного *Tetranychus urticae* лимитирующим фактором является температура, а для хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* – нет лимитирующих факторов; (4 балла)

точка 2 – для паутинного клеща обыкновенного *Tetranychus urticae* лимитирующим фактором является температура, и для хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* – температура (4 балла)

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

AUGACUACAUGCAUAAGGUGAGGGGGAGUAAGAAUAAGACGGUGACUACAGCUU

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин УУЦ фенилаланин УУА лейцин УУГ лейцин	УЦУ серин УЦЦ серин УЦА серин УЦГ серин	УАУ тирозин УАЦ тирозин УАА стоп УАГ стоп	УГУ цистеин УГЦ цистеин УГА стоп УГГ триптофан

Ц	ЦУУ лейцин	ЦЦУ пролин	ЦАУ гистидин	ЦГУ аргинин
	ЦУЦ лейцин	ЦЦЦ пролин	ЦАЦ гистидин	ЦГЦ аргинин
	ЦУА лейцин	ЦЦА пролин	ЦАА глицин	ЦГА серин
	ЦУГ лейцин	ЦЦГ пролин	ЦАГ глицин	ЦГГ серин
А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

AUG ACU ACA UGC AUA AGG UGA GGG GGA GUA AGA AUA AGA CGG UGA CUA CAG CUU

Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

A UGA CUA CAU GCA UAA GGU GAG GGG GAG UAA GAA UAA GAC GGU GAC UAC AGC UU

Здесь также мы видим стоп-кодоны, т.е. такой вариант тоже не удовлетворяет условию.

Проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

AU GAC UAC AUG CAU AAG GUG AGG GGG AGU AAG AAU AAG ACG GUG ACU ACA GCU U

Асп.к-та тир мет гист лиз вал арг гли арг лиз асп-н лиз трео вал трео трео ала
Она не содержит стоп-кодонов, т.е. удовлетворяет условию. Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным триплетам. **Есть объяснения - 8 баллов**

Ответ: аспарагиновая к-та – тирозин – метионин – гистидин – лизин – валин – аргинин – глицин – аргинин – аспарагин – лизин – треонин – валин – треонин – треонин – аланин. **правильная последовательность 8 баллов**

Задание 6. (максимальный балл 20). В лепестках одного из видов растений обнаружены пигменты, которые обуславливают красный (**R**) и жёлтый (**Y**) цвет лепестков. За образование красного пигмента отвечает ген **R**, при этом растения с мутантным генотипом **rr** не могут синтезировать красный пигмент. У того же вида растений есть ген **Y**, отвечающий за синтез жёлтого пигмента, с мутантным аллелем **y**, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием оранжевой окраски цветков. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют красного и жёлтого пигментов и имеют кремовые цветки.

А. Скрестили растение из чистой линии с красными цветками и растение из чистой линии с жёлтыми цветками. Все потомки первого поколения имели оранжевые цветки. Во втором поколении были получены растения с кремовыми, оранжевыми, красными и желтыми цветками. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской цветков во втором поколении?

Б. (10 баллов) Одно из растений второго поколения с оранжевыми цветками опылили пыльцой с одного из растений второго поколения с красными цветками. В результате было получено третье поколение: 32 растения с оранжевыми цветками, 34 растения с красными цветками, 12 растений с жёлтыми цветками и 11 растений с кремовыми цветками. Каковы были в этом скрещивании генотипы родителей? Какова вероятность того, что в потомстве растения третьего поколения с оранжевыми цветками при самоопылении появятся растения с кремовыми цветками?

Решение.

А. 8 баллов Так как исходные растения из чистых линий, они гомозиготны, т.е. растение с красными цветками имеет генотип **RRyy**, а растение с жёлтыми цветками – **rrYY**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrYy**, поэтому цветки у них оранжевые. Они образуют 4 типа гамет: **RY, Ry, rY, ry** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. 12 баллов Растение с оранжевыми цветками, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrYy**. Оно образует четыре типа гамет: **RY, Ry, rY и ry**. Второй родитель имеет красные цветки, следовательно он гомозиготен по рецессивному аллелю жёлтого пигмента и имеет хотя бы один доминантный аллель красного пигмента. Т.к. в потомстве произошло расщепление по красному пигменту, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **Rryy**. Он образует гаметы двух типов: **Ry и ry**. Составим решётку Пеннета:

	RY	Ry	rY	ry
Ry	RRYy оранжевый	RRyy красный	RrYy оранжевый	Rryy красный
ry	RrYy оранжевый	Rryy красный	rrYy жёлтый	rryy кремовый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Из трех генотипов растений с оранжевыми цветками в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrYy** и один **RRYy**. Кремовые цветки у растений, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т е получатся только при самоопылении первых (**RrYy**). Следовательно, потомков с кремовыми цветками дадут $\frac{2}{3}$ гибридов третьего поколения с оранжевыми цветками.

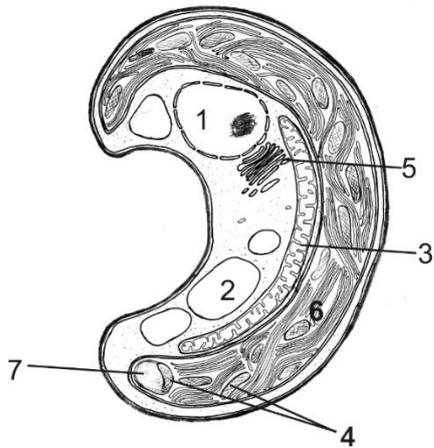
Ответ:

А. оранжевые:красные:жёлтые:кремовые=9:3:3:1

Б. оранжевый – RrYy, красный – Rryy.

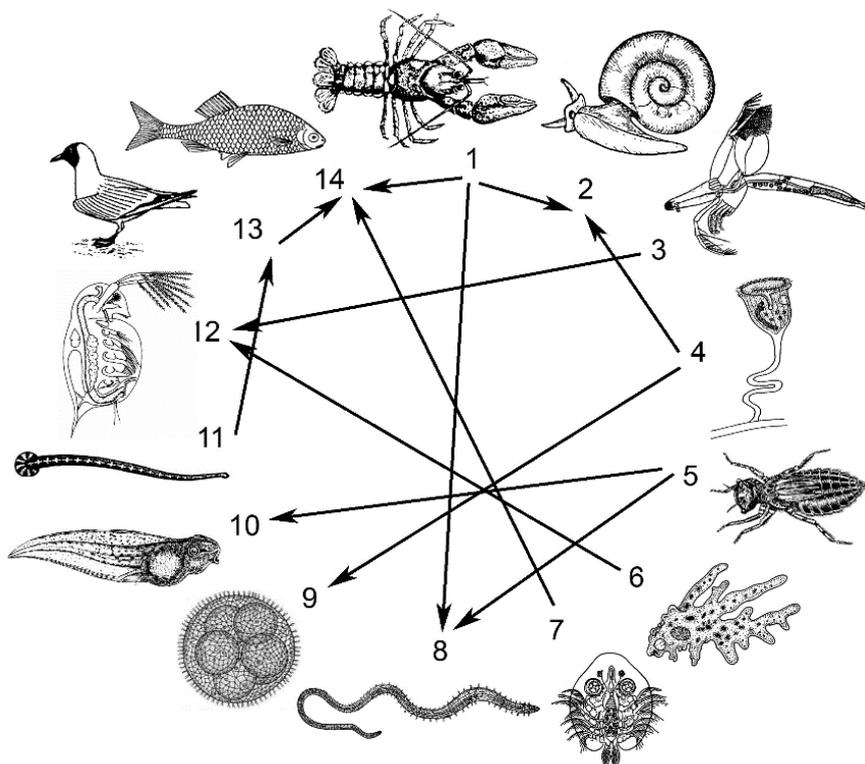
$\frac{2}{3}$ гибридов третьего поколения с оранжевыми цветками.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – ядро, 2 – вакуоль, 3 – митохондрия, 4 – запасной продукт - крахмал, 5 – аппарат Гольджи, 6 – хлоропласт, 7 – пиреноид.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.

Б. Найдите на схеме всех ракообразных и запишите их номера.

В. Найдите на схеме пары «паразит-хозяин» и запишите их номера (сначала номер паразита, затем номер хозяина)

НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ А по 3 балла за каждый правильный ответ	РАКООБРАЗНЫЕ Б По 3 балла за каждый правильный ответ	ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН В 3 балла за все
11 → 13 4 → 2 4 → 9 6 → 12	1 3 7 12	7 – 14 11- 14

Задание 3. (максимальный балл 15). Рассчитайте среднюю массу эритроцита, приняв значение гематокрита равным 45%, а его плотность и плотность крови считаем равными 1,0. Остальные показатели стандартные и должны быть вам известны.

РЕШЕНИЕ. При гематокрите 45% и плотности крови равной 1,0 масса эритроцитов равна: 5 л = 5 кг, $5 \text{ кг} * 0,45 = 2,25 \text{ кг}$

Количество эритроцитов в 5 л крови: 5 л – это 5 000 000 мкл крови.

В каждом микролитре крови содержится 5 млн эритроцитов.

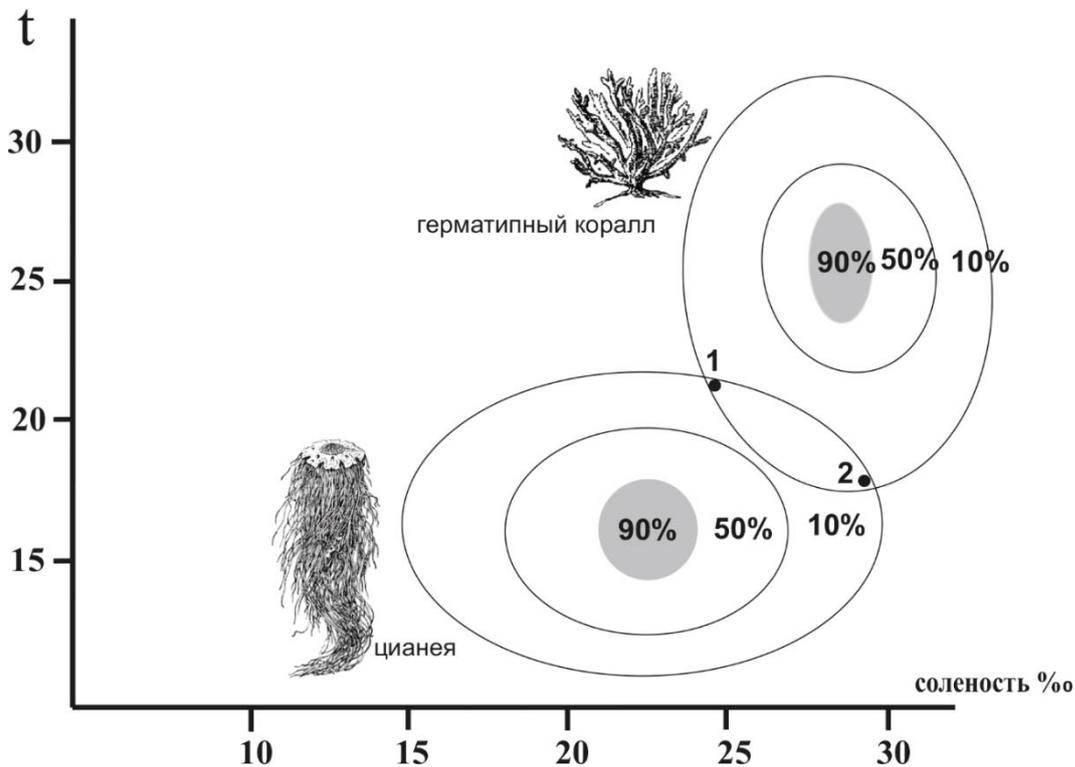
*Значит в 5 л содержится $5\,000\,000 \text{ мкл} * 5\,000\,000 \text{ эритроцитов/мкл} = 25 \text{ трлн}$ эритроцитов.*

Так как 25 трлн эритроцитов весит 2,25 кг, то 1 эритроцит имеет массу: $2,25 \text{ кг} / 25 \text{ трлн} = 2250 \text{ г} / 25 \text{ трлн} = 0,00000000009 \text{ г}$ или 90 пикограммов

Ответ: эритроцит имеет массу приблизительно 90 пикограммов (можно округлить до 100 пг).

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости герматипного кораллового полипа и сцифоидной медузы цианеи.

Определите лимитирующие факторы (температура и соленость) в точках 1 и 2 для популяций этих животных.



Ответ:

точка 1 – для медузы лимитирующим фактором является температура, а для коралла – соленость;

точка 2 – для медузы лимитирующим фактором является соленость, и для коралла – температура.

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

ACUGAUGGUCAGUAGCAUAGGUCGUCGUGAAGUCUGGUACGUCGGCAUCGAGGCA

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин	УЦУ серин	УАУ тирозин	УГУ цистеин
	УУЦ фенилаланин	УЦЦ серин	УАЦ тирозин	УГЦ цистеин
	УУА лейцин	УЦА серин	УАА стоп	УГА стоп
	УУГ лейцин	УЦГ серин	УАГ стоп	УГГ триптофан
Ц	ЦУУ лейцин	ЦЦУ пролин	ЦАУ гистидин	ЦГУ аргинин
	ЦУЦ лейцин	ЦЦЦ пролин	ЦАЦ гистидин	ЦГЦ аргинин
	ЦУА лейцин	ЦЦА пролин	ЦАА глицин	ЦГА серин
	ЦУГ лейцин	ЦЦГ пролин	ЦАГ глицин	ЦГГ серин

А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

ACU GAU GGU CAG UAG CAU AGG UCG UCG UGA AGU CUG GUA CGU CGG CAU CGA GGC A
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

A CUG AUG GUC AGU AGC AUA GGU CGU CGU GAA GUC UGG UAC GUC GGC AUC GAG GCA
Лей мет вал арг арг изолей гли арг арг глут к-та вал трип тир вал гли илей глук к-та ала
Последовательность не содержит стоп-кодонов, т.е. такой вариант удовлетворяет условию.

Для проверки проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

AC UGA UGG UCA GCA GCA UAG GUC GUC GUG AAG UCU GGU ACG UCG GCA UCG AGG CA
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным во втором разбиении триплетам.

Есть объяснения - 8 баллов

Ответ: лейцин – метионин – валин – аргинин – аргинин – изолейцин – глицин – аргинин – аргинин - глутаминовая кислота – валин – триптофан – тирозин – валин – глицин – изолейцин – глутаминовая кислота – аланин. *правильная последовательность 8 баллов*

Задание 6. (максимальный балл 20). У крыс доминантный аллель гена А вызывает жёлтый цвет шерсти. Доминантный аллель другого гена R вызывает чёрный цвет шерсти. Гены находятся на разных хромосомах. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием серого окраски шерсти. При взаимодействии двух рецессивных аллелей в гомозиготном состоянии возникает кремовая окраска.

А. Скрестили самца из чистой линии с жёлтым цветом шерсти и самку из чистой линии с чёрным цветом шерсти. Все потомки первого поколения были серого цвета. Во втором поколении были получены крысы чёрного, серого, жёлтого и кремового цвета. В каком соотношении присутствовали крысы с разной окраской шерсти во втором поколении?

Б. Из второго поколения взяли серого самца и чёрную самку. От них было получено потомство (третье поколение), в котором было 17 чёрных, 19 серых, 7 жёлтых и 6 кремовых крыс. Какими были генотипы самца и самки в этом скрещивании? Какая часть

серых самок третьего поколения при скрещивании с кремовыми самцами будет иметь в потомстве кремовых крысят.

Решение.

А. 8 баллов. Так как исходные животные из чистых линий, они гомозиготны, т.е. животное с чёрной шерстью имеет генотип **RRaa**, а животное с жёлтой шерстью – **rrAA**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrAa**, поэтому шерсть у них серая. Они образуют 4 типа гамет: **RA, Ra, rA, ra** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. 12 баллов. Животное с серой шерстью, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrAa**. Оно образует четыре типа гамет: **RA, Ra, rA и ra**. Второй родитель имеет чёрную шерсть, следовательно он гомозиготен по рецессивному аллелю жёлтого цвета и имеет хотя бы один доминантный аллель чёрного цвета шерсти. Т.к. в потомстве произошло расщепление по чёрному цвету шерсти, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **Rraa**. Он образует гаметы двух типов: **Ra и ra**. Составим решётку Пеннета:

	RA	Ra	rA	ra
Ra	RRAa серый	RRaa чёрный	RrAa серый	Rraa чёрный
ra	RrAa серый	Rraa чёрный	rrAa жёлтый	rraa кремовый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Кремовый цвет шерсти у животных, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т е получается только при условии, что они получили от матери гены **r** и **a** (от кремового отца они получают только рецессивные аллели). Из трех генотипов животных с серой шерстью в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrAa** и один **RrAA**. Кремовых крысят дадут только первые (**RrAa**). Следовательно, потомков с кремовой шерстью дадут 2/3 серых самок третьего поколения, скрещенных с кремовыми самцами.

Ответ:

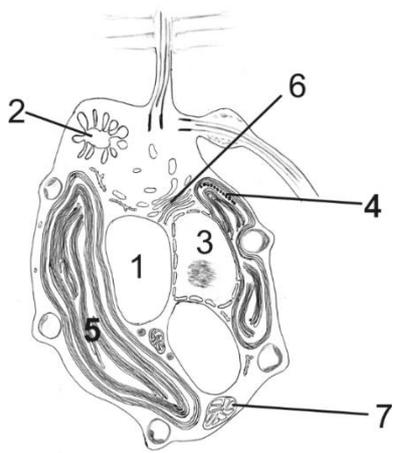
А. серые:чёрные:жёлтые:кремовые=9:3:3:1

Б. серый самец – RrAa, жёлтая самка – rrAa.

2/3 серых самок при скрещивании с кремовыми самцами

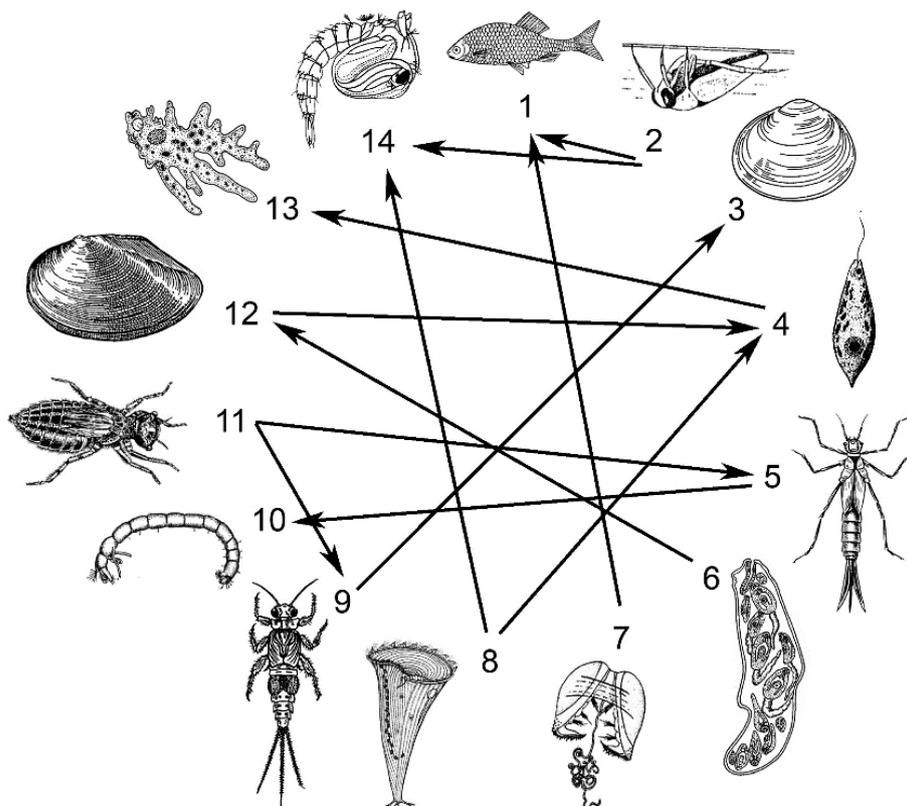
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 5. 10-11 класс.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – вакуоль, 2 – сократительная вакуоль, 3 – ядро, 4 – глазок, 5 – хлоропласт, 6 - аппарат Гольджи, 7 - митохондрия.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



- А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.
- Б. Найдите на схеме всех одноклеточных и запишите их номера.
- В. Найдите на схеме разные стадии развития одного и того же организма и запишите их номера.

НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ А По 4 балла за каждый верный ответ	ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ Б По 3 балла за каждый верный ответ	СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ОДНОГО ВИДА В 2 балла
8 → 14	4	7, 12
6 → 12	8	
4 → 13	13	
9 → 3		

Задание 3. (максимальный балл 15). Отношение объема крови к массе тела у млекопитающих составляет постоянную величину (с небольшими вариациями в зависимости от условий обитания, которыми мы в данной задаче учитывать не будем). Опираясь на известные вам среднестатистические значения массы тела человека и объема его крови, рассчитайте объем крови в теле лабораторной крысы массой 250 г, домашнего кота массой 5 кг, собаки массой 25 кг, слона массой 5 тонн и синего кита массой 140 тонн.

Решение. Общеизвестные данные относительно массы тела «среднего» человека и объема крови в его теле составляют 70 (75) кг и 5 л крови.

Соответственно отношение объема (упрощенно можно считать и массы) крови к массе тела составляет 5 л (кг) / 70 (75) кг = 0,071 (0,067) или 7,1% (6,7%).

Следовательно, объем крови:

*у крысы равен $250 \text{ г} * 0,071 (0,067) = 17,75 (16,75) \text{ мл}$*

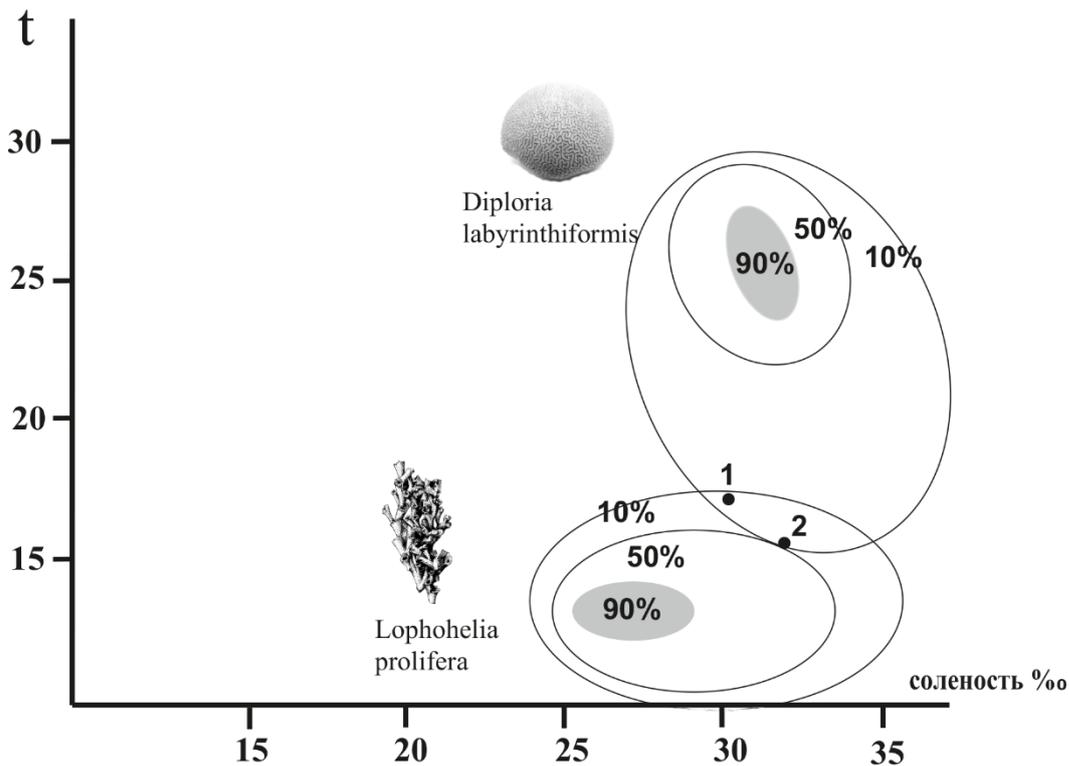
*у кошки: $5000 \text{ г} * 0,071 (0,067) = 355 (335) \text{ мл}$*

*у собаки: $25 \text{ кг} * 0,071 (0,067) = 1,775 (1,675) \text{ л}$*

*у слона: $5000 \text{ кг} * 0,071 (0,067) = 355 (335) \text{ л}$*

*у синего кита: $160 \text{ т} * 0,071 (0,067) = 11360 (10720) \text{ л}$ (или более 10 тонн крови).*

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости полипа *Diploria labyrinthiformis* и *Lophohelia prolifera*. Определите лимитирующие факторы (температура и соленость) в точках 1 и 2 для популяций этих животных.



Ответ:

точка 1 – для коралла Lophohelia prolifera лимитирующим фактором является температура, а для коралла Diploria labyrinthiformis нет лимитирующих факторов;

точка 2 – для Diploria labyrinthiformis лимитирующим фактором является температура, и для коралла Lophohelia prolifera нет лимитирующих факторов.

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

GAUACAGAUGAAACUAACUGAGACCGCUAGAGAGAGUAAGCAUGAGACGUACGA

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин УУЦ фенилаланин УУА лейцин УУГ лейцин	УЦУ серин УЦЦ серин УЦА серин УЦГ серин	УАУ тирозин УАЦ тирозин УАА стоп УАГ стоп	УГУ цистеин УГЦ цистеин УГА стоп УГГ триптофан
Ц	ЦУУ лейцин ЦУЦ лейцин ЦУА лейцин ЦУГ лейцин	ЦЦУ пролин ЦЦЦ пролин ЦЦА пролин ЦЦГ пролин	ЦАУ гистидин ЦАЦ гистидин ЦАА глицин ЦАГ глицин	ЦГУ аргинин ЦГЦ аргинин ЦГА серин ЦГГ серин

А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

GAU ACA GAU GAA ACU AAC UGA GAC CGC UAG AGA GAG UAA GCA UGA GAC GUA CGA
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

G AUA CAG AUG AAA CUA ACU GAG ACC GCU AGA GAG AGU AAG CAU GAG ACG UAC GA
Изолей гли мет лиз лей трео глут к-та трео ала арг глут к-та арг лиз гист глут к-та трео тир
Последовательность не содержит стоп-кодонов, т.е. такой вариант удовлетворяет условию.

Для проверки проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

GA UAC AGA UGA AAC UAA CUG AGA CCG CUA GAG AGA GUA AGC AUG AGA CGU ACG A
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным во втором разбиении триплетам.

Есть объяснения - 8 баллов

Ответ: изолейцин – глицин – метионин – лизин – лейцин – треонин – глутаминовая кислота – треонин – аланин – аргинин – глутаминовая кислота – аргинин – лизин – гистидин – глутаминовая кислота – треонин – тирозин.

правильная последовательность 8 баллов

Задание 6. (максимальный балл 20). В лепестках одного из видов растений обнаружены пигменты, которые обуславливают розовую (R) и голубую (B) окраску цветков. За образование розового пигмента отвечает ген R, при этом растения с мутантным генотипом rr не могут синтезировать розовый пигмент. У того же вида растений есть ген B, отвечающий за синтез голубого пигмента, с мутантным аллелем b, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием сиреневой окраски цветков. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют розового и голубого пигментов и имеют кремовые цветки.

А. Скрестили растение из чистой линии с розовыми цветками и растение из чистой линии с голубыми цветками. Все потомки первого поколения имели сиреневые цветки. Во втором поколении были получены растения с кремовыми, розовыми, сиреневыми и голубыми цветками. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской цветков во втором поколении?

Б. Одно из растений второго поколения с сиреневыми цветками опылили пылью с одного из растений второго поколения с розовыми цветками. В результате было получено третье поколение: 42 растения с сиреневыми цветками, 41 растение с розовыми цветками, 13 растений с голубыми цветками и 11 растений с кремовыми цветками. Каковы были в этом скрещивании генотипы родителей? От какой части растений третьего поколения с сиреневыми цветками при самоопылении можно получить растения с кремовыми цветками?

Решение.

А. 8 баллов. Так как исходные растения из чистых линий, они гомозиготны, т.е. растение с розовыми цветками имеет генотип **RRbb**, а растение с голубыми цветками – **rrBB**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrBb**, поэтому цветки у них фиолетовые. Они образуют 4 типа гамет: **RB, Rb, rB, rb** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. 12 баллов. Растение с сиреневыми цветками, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrBb**. Оно образует четыре типа гамет: **RB, Rb, rB и rb**. Второй родитель имеет розовые цветки, следовательно он гомозиготен по рецессивному аллелю голубого пигмента и имеет хотя бы один доминантный аллель розового пигмента. Т.к. в потомстве произошло расщепление по розовому пигменту, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **Rrbb**. Он образует гаметы двух типов: **Rb и rb**. Составим решётку Пеннетта:

	RB	Rb	rB	rb
Rb	RRBb сиреневый	RRbb розовый	RrBb сиреневый	Rrbb розовый
rb	RrBb сиреневый	Rrbb розовый	rrBb голубой	rrbb кремовый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Из трех генотипов растений с сиреневыми цветками в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrBb** и один **RRBb**. Кремовые цветки у растений, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т.е. получатся только при самоопылении первых (**RrBb**). Следовательно, потомков с кремовыми цветками дадут 2/3 гибридов третьего поколения с сиреневыми цветками.

Ответ:

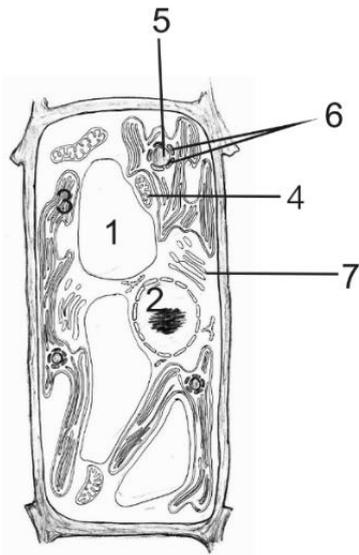
А. сиреневые:розовые:голубые:кремовые=9:3:3:1

Б. сиреневый – RrBb, розовый – Rrbb.

2/3 гибридов третьего поколения с сиреневыми цветками

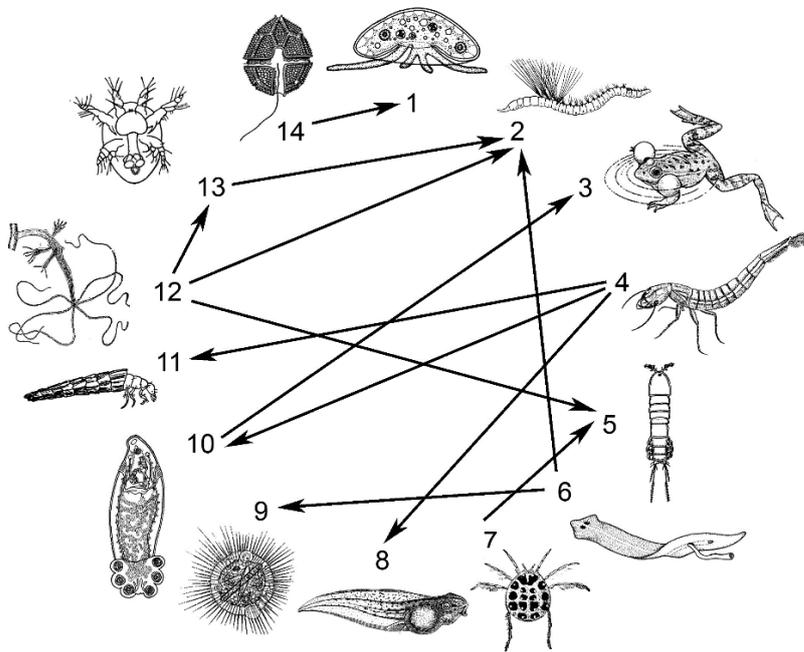
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 6. 10-11 класс.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – вакуоль, 2 – ядро, 3 – хлоропласт, 4 – митохондрия, 5 – пиреноид, 6 – запасной продукт - крахмал, 7 - аппарат Гольджи.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.

Б. Найдите на схеме всех одноклеточных и запишите их номера

В. Найдите на схеме разные стадии развития одного и того же организма и запишите их номера.

Ответ:

НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ А по 3 балла за каждый правильный ответ	ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ Б по 3 балла за каждый правильный ответ	СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ОДНОГО ВИДА В по 3 балла за каждый правильный ответ
14 → 1 13 → 2 6 → 9 4 → 10	1 9 14	3, 8 13, 5

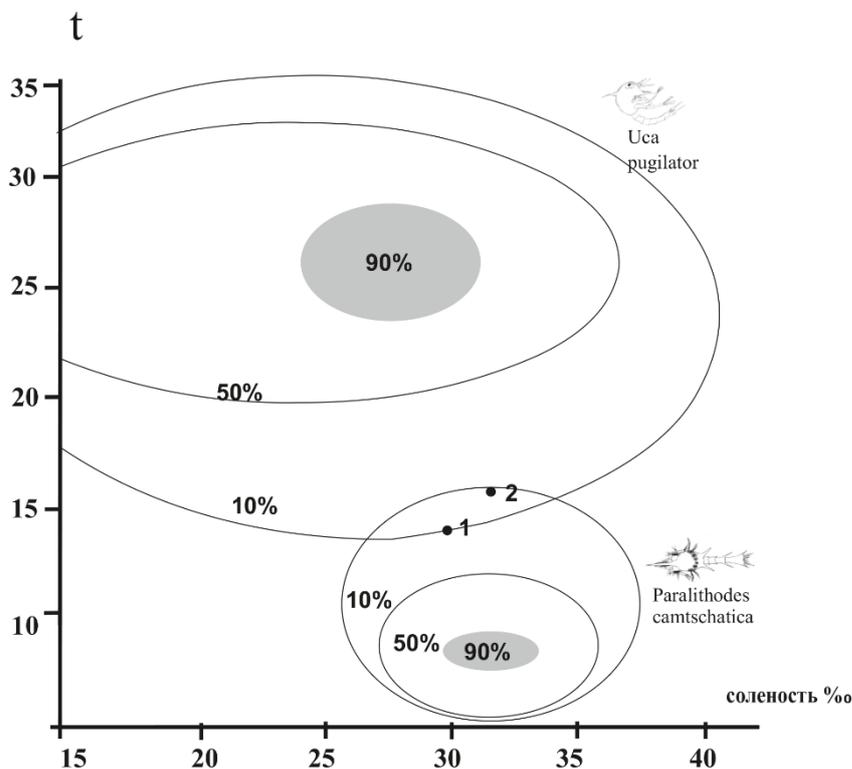
Задание 3. (максимальный балл 15). Скорость клубочковой фильтрации в почках человека равна 125 мл/мин, а скорость образования вторичной мочи - 2 мл/мин. Сколько граммов глюкозы реабсорбируется в почках за 1 час, если человек в течение нескольких часов до проведения обследования не ел сладкого? Считать, что концентрация глюкозы в плазме равна приблизительно 5 мМ.

Решение.

Для ответа на этот вопрос необходимо знать концентрацию глюкозы в крови (в норме - около 5 мМ) и то, что вся глюкоза, попавшая в составе плазмы в первичную мочу, реабсорбируется обратно в кровь. Далее нужно перевести значение скорости клубочковой фильтрации из «мл/мин» в «мл/час»: $125 \cdot 60 = 7500$ мл/час. Молекулярная масса глюкозы равна 180, значит 5 ммоль глюкозы - это 0,9 г, а весовая концентрация глюкозы в крови - 0,9г/л. Осталось умножить весовую концентрацию глюкозы на объем первичной мочи: $7,5 \text{ л} \cdot 0,9 \text{ г/л} = 6,75 \text{ г}$ глюкозы.

Ответ: за 1 час в почках реабсорбируется 6,75 глюкозы.

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости личинок манящего краба *Uca pugilator* и личинок камчатский краба *Paralithodes camtschatica*. Определите лимитирующие факторы (температура и соленость) в точках 1 и 2 для популяций этих личинок.



Ответ:

точка 1 – для личинок манящего краба лимитирующим фактором является температура по нижнему пределу, а для личинок камчатского краба лимитирующих факторов нет;

точка 2 – для личинок камчатского краба лимитирующих фактором будет температура по верхнему пределу, а для манящего краба лимитирующих факторов нет.

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

UAUACGUAUGCCGCACCAUAGUCUGGUACUAGGAAUCUAGUAGAUCGACAAUA

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин	УЦУ серин	УАУ тирозин	УГУ цистеин
	УУЦ фенилаланин	УЦЦ серин	УАЦ тирозин	УГЦ цистеин
	УУА лейцин	УЦА серин	УАА стоп	УГА стоп
	УУГ лейцин	УЦГ серин	УАГ стоп	УГГ триптофан
Ц	ЦУУ лейцин	ЦЦУ пролин	ЦАУ гистидин	ЦГУ аргинин
	ЦУЦ лейцин	ЦЦЦ пролин	ЦАЦ гистидин	ЦГЦ аргинин
	ЦУА лейцин	ЦЦА пролин	ЦАА глицин	ЦГА серин
	ЦУГ лейцин	ЦЦГ пролин	ЦАГ глицин	ЦГГ серин

А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

UAU ACG UAU GCC GCA CCA **UAG** UCU GGU ACU **UAG** GAA UCU AGU AGA UCG ACA AUA
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

U AUA CGU AUG CCG CAC CAU AGU CUG GUA CUU AGG AAU CUA GUA GAU CGA CAA UA
Изолей арг мет прол гист гист арг лей вал лей арг асп-н лей вал асп. к-та сер гли
Последовательность не содержит стоп-кодонов, т.е. такой вариант удовлетворяет условию.

Для проверки проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

UA UAC GUA UGC CGC ACC AUA GUC UGG UAC UUA GGA AUC **UAG UAG** AUC GAC AAU A
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным во втором разбиении триплетам.

Есть объяснения - 8 баллов

Ответ: изолейцин – аргинин – метионин - пролин – гистидин – гистидин – аргинин – лейцин – валин – лейцин – аргинин – аспарагин – лейцин – валин – аспарагиновая кислота – серин – глицин **правильная последовательность 8 баллов**

Задание 6. (максимальный балл 20). В лепестках одного из видов растений обнаружены пигменты, которые обуславливают жёлтую (**Y**) и красную (**R**) окраску цветков. При этом за образование жёлтого пигмента отвечает ген **Y**, а растения с мутантным генотипом **yy** не могут синтезировать жёлтый пигмент. У того же растения есть ген **R**, отвечающий за синтез красного пигмента, с мутантным аллелем **r**, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием оранжевой окраски цветков. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют пигментов и имеют неокрашенные (белые) цветки.

А. Скрестили растение из чистой линии с жёлтыми цветками и растение из чистой линии с красными цветками. Все потомки первого поколения имели оранжевые цветки. Во втором поколении были получены растения с белыми, оранжевыми, красными и жёлтыми цветками. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской цветков во втором поколении?

Б. Одно из растений второго поколения с оранжевыми цветками опылили пыльцой с одного из растений второго поколения с жёлтыми цветками. В результате было получено третье поколение:

28 растений с оранжевыми цветками, 9 растения с красными цветками, 27 растений с жёлтыми цветками и 10 растений с белыми цветками. Каковы были в этом скрещивании генотипы родителей? От какой части растений третьего поколения с оранжевыми цветками при самоопылении можно получить растения с белыми цветками?

Решение.

А. Так как исходные растения из чистых линий, они гомозиготны, т.е. растение с красными цветками имеет генотип **RRyy**, а растение с жёлтыми цветками – **rrYY**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrYy**, поэтому цветки у них оранжевые. Они образуют 4 типа гамет: **RY, Ry, rY, ry** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. Растение с оранжевыми цветками, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrYy**. Оно образует четыре типа гамет: **RY, Ry, rY и ry**. Второй родитель имеет жёлтые цветки, следовательно, он гомозиготен по рецессивному аллелю красного пигмента и имеет хотя бы один доминантный аллель жёлтого пигмента. Т.к. в потомстве произошло расщепление по жёлтому пигменту, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **rrYy**. Он образует гаметы двух типов: **rY и ry**. Составим решётку Пеннета:

	RY	Ry	rY	ry
rY	RrYY оранжевый	RrYy оранжевый	rrYY жёлтый	rrYy жёлтый
ry	RrYy оранжевый	Rryy красный	rrYy жёлтый	rryy белый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Из трех генотипов растений с оранжевыми цветками в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrYy** и один **RrYY**. Белые цветки у растений, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т. Е. получатся только при самоопылении первых (**RrYy**). Следовательно, потомков с белыми цветками дадут 2/3 гибридов третьего поколения с оранжевыми цветками.

Ответ:

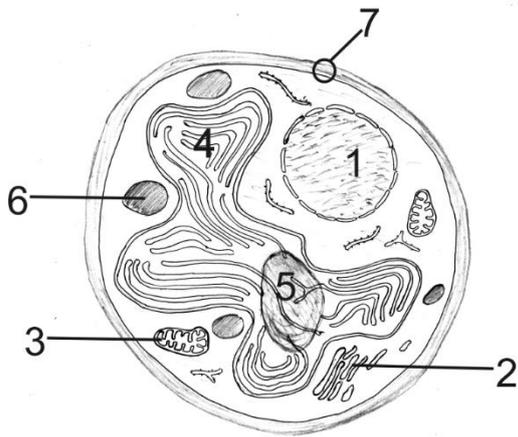
А. оранжевые:красные:жёлтые:белый - 9:3:3:1

Б. оранжевый – RrYy, жёлтый – rrYy.

2/3-гибридов третьего поколения с оранжевыми цветками.

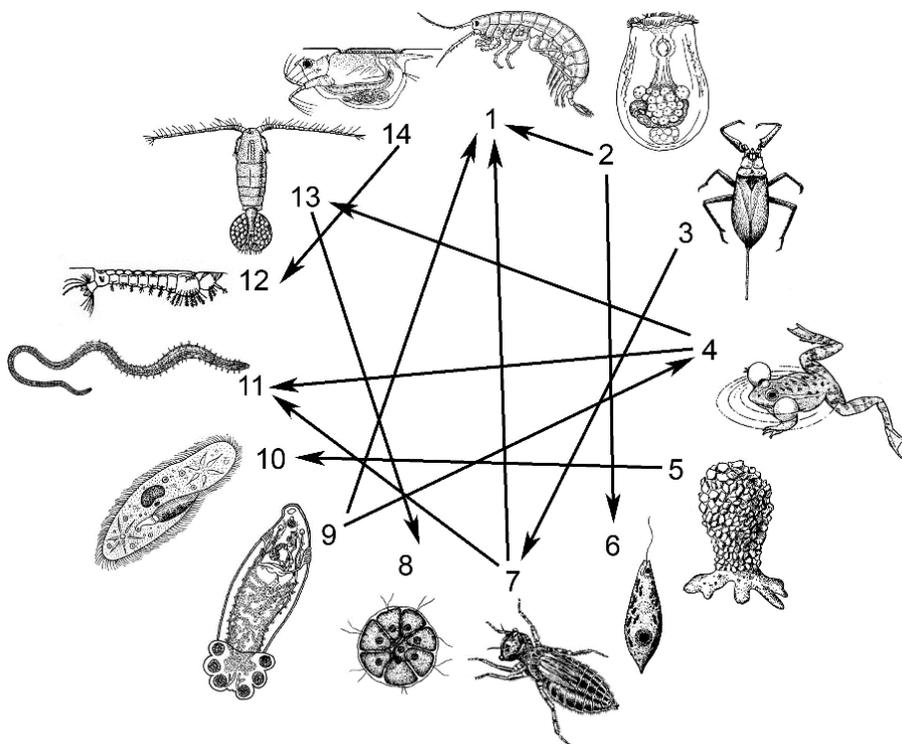
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 7. 10 – 11 класс.

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – ядро, 2 – аппарат Гольджи, 3 – митохондрия, 4 – хлоропласт, 5 – пиреноид, 6 – запасной продукт – багрянквый крахмал, 7 – клеточные покровы (мембрана +клеточная стенка).

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.

Б. Найдите на схеме всех одноклеточных и запишите их номера

В. Найдите на схеме пары «паразит-хозяин» и запишите их номера (сначала номер паразита, затем номер хозяина).

Ответ:

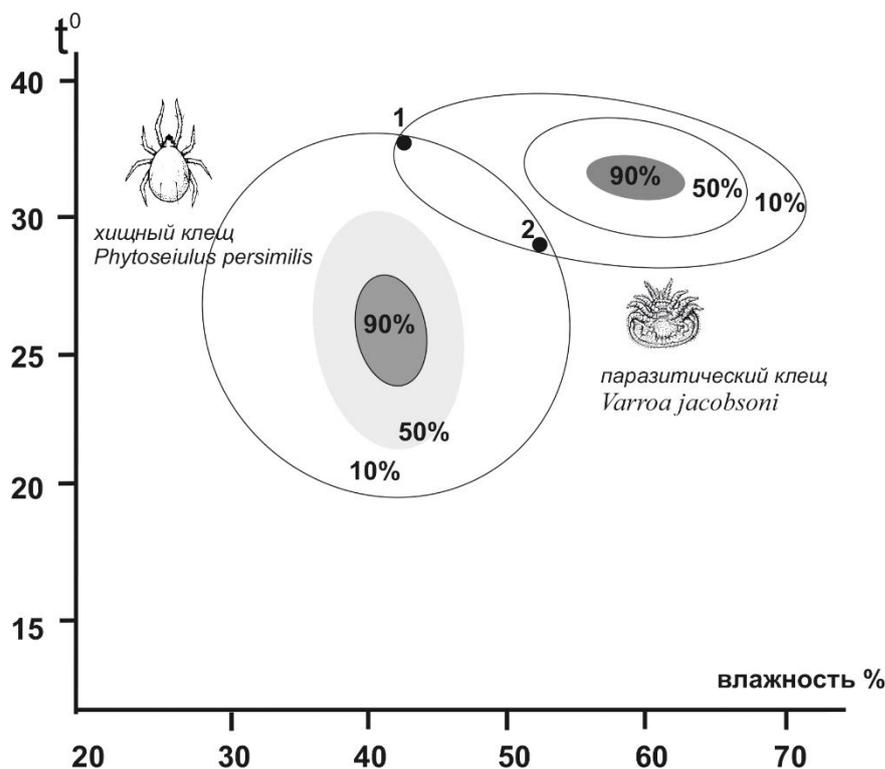
НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ А По 3 балла за каждый правильный ответ	ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ Б По 2 балла за каждый правильный ответ	ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН В 4 балла
2 → 1 4 → 13 2 → 6 14 → 12 9 → 1	5 6 8 10	9 – 4

Задание 3. (максимальный балл 15). Для определения скорости клубочковой фильтрации в почках человека врачи используют вещество инулин, которое беспрепятственно проходит через почечный фильтр, не реабсорбируется и не секретуруется в канальцах нефрона. За час у человека образовалось 75 мл вторичной мочи, содержащей 50 мг/мл инулина. Какова средняя концентрация инулина в плазме крови в течение прошедшего часа, если скорость клубочковой фильтрации в почках этого человека составляет - 125 мл/мин.

РЕШЕНИЕ. *Общая масса инулина во вторичной моче равна общей массе инулина в первичной моче, т.к. инулин не абсорбируется из почечных канальцев обратно в кровь. Общая масса инулина во вторичной моче равна: $75 \text{ мл} * 50 \text{ мг/мл} = 3750 \text{ мг}$. Теперь легко посчитать среднюю концентрацию инулина в первичной моче: $3750 \text{ мг} / (125 \text{ мл/мин} * 60 \text{ мин}) = 0,5 \text{ мг/мл}$. Первичная моча по составу низкомолекулярных компонентов идентична плазме крови, следовательно, и средняя концентрация инулина в плазме крови также равна $0,5 \text{ мг/мл}$.*

Ответ: 0,5 мг/мл

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости клеща *Varroa jacobsoni* паразита пчел и хищного клеща *Phytoseiulus persimilis*. Определите лимитирующие факторы (температура и влажность) в точках 1 и 2 для популяций клещей.



Ответ:

точка 1 – для клеща Varroa jacobsoni лимитирующим фактором является влажность, а для хищного клеща Phytoseiulus persimilis – температура;

точка 2 – для клеща Varroa jacobsoni лимитирующим фактором является температура, и для хищного клеща Phytoseiulus persimilis – влажность.

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

GUGACUACAUGCAUAAGGUGAGGGGGAGUAAGAAUAAGACGGUGACUACAGCUU

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин	УЦУ серин	УАУ тирозин	УГУ цистеин
	УУЦ фенилаланин	УЦЦ серин	УАЦ тирозин	УГЦ цистеин
	УУА лейцин	УЦА серин	УАА стоп	УГА стоп
	УУГ лейцин	УЦГ серин	УАГ стоп	УГГ триптофан

Ц	ЦУУ лейцин	ЦЦУ пролин	ЦАУ гистидин	ЦГУ аргинин
	ЦУЦ лейцин	ЦЦЦ пролин	ЦАЦ гистидин	ЦГЦ аргинин
	ЦУА лейцин	ЦЦА пролин	ЦАА глицин	ЦГА серин
	ЦУГ лейцин	ЦЦГ пролин	ЦАГ глицин	ЦГГ серин
А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

GUG ACU ACA UGC AUA AGG **UGA** GGG GGA GUA AGA AUA AGA CGG **UGA** CUA CAG CUU

Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

G **UGA** CUA CAU GCA UAA GGU GAG GGG GAG **UAA** GAA **UAA** GAC GGU GAC UAC AGC UU

Здесь также мы видим стоп-кодоны, т.е. такой вариант тоже не удовлетворяет условию.

Проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

GU GAC UAC AUG CAU AAG GUG AGG GGG AGU AAG AAU AAG ACG GUG ACU ACA GCU U

асп к-та тир мет гист лиз вал арг гли арг лиз асп-н лиз трео вал трео трео ала

Она не содержит стоп-кодонов, т.е. удовлетворяет условию. Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным триплетам. **Есть объяснения - 8 баллов**

Ответ: аспарагиновая кислота – тирозин – метионин – гистидин – лизин – валин – аргинин – глицин – аргинин – лизин – аспарагин – лизин – треонин – валин – треонин-треонин – аланин. **правильная последовательность 8 баллов**

Задание 6. (максимальный балл 20). В лепестках одного из видов растений обнаружены пигменты, которые обуславливают розовый (R) и голубой (B) цвет лепестков. При этом за образование голубого пигмента отвечает ген B, а растения с мутантным генотипом bb не могут синтезировать голубой пигмент. У того же растения есть ген R, отвечающий за синтез розового пигмента, с мутантным аллелем r, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием сиреневой окраски цветков. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют пигментов и имеют неокрашенные (белые) цветки.

A. Скрестили растение из чистой линии с голубыми цветками и растение из чистой линии с розовыми цветками. Все потомки первого поколения имели сиреневые цветки. Во

втором поколении были получены растения с белыми, сиреневыми, голубыми и розовыми цветками. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской цветков во втором поколении?

Б. Одно из растений второго поколения с сиреневыми цветками опылили пылью с одного из растений второго поколения с голубыми цветками. В результате было получено третье поколение: 35 растений с сиреневыми цветками, 37 растений с голубыми цветками, 13 растений с розовыми цветками и 11 растений с белыми цветками. Каковы были в этом скрещивании генотипы родителей? От какой части растений третьего поколения с сиреневыми цветками при самоопылении можно получить растения с белыми цветками?

Решение.

А. Так как исходные растения из чистых линий, они гомозиготны, т.е. растение с розовыми цветками имеет генотип **RRbb**, а растение с голубыми цветками – **rrBB**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrBb**, поэтому цветки у них сиреневые. Они образуют 4 типа гамет: **RB, Rb, rB, rb** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. Растение с сиреневыми цветками, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrBb**. Оно образует четыре типа гамет: **RB, Rb, rB и rb**. Второй родитель имеет голубые цветки, следовательно, он гомозиготен по рецессивному аллелю розового пигмента и имеет хотя бы один доминантный аллель синего пигмента. Т.к. в потомстве произошло расщепление по синему пигменту, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **rrBb**. Он образует гаметы двух типов: **rb и rB**. Составим решётку Пеннетта:

	RB	Rb	rB	rb
rB	RrBB сиреневый	RrBb сиреневый	rrBB голубой	rrBb голубой
rb	RrBb сиреневый	Rrbb розовый	rrBb голубой	rrbb белый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Из трех генотипов растений с сиреневыми цветками в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrBb** и один **RRBb**. Белые цветки у растений, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т.е. получатся только при самоопылении первых (**RrBb**). Следовательно, потомков с белыми цветками дадут $\frac{2}{3}$ гибридов третьего поколения с сиреневыми цветками.

Ответ:

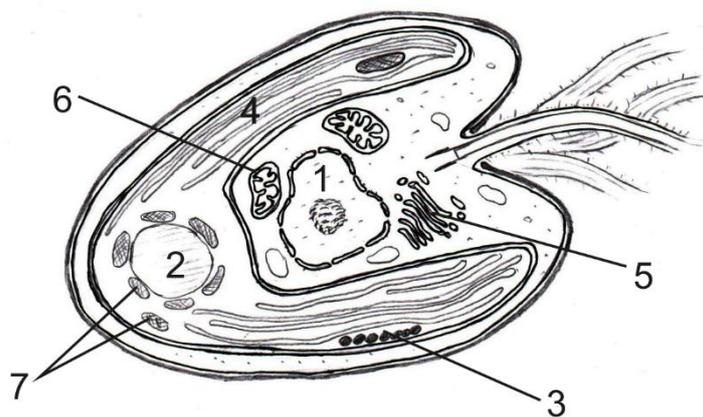
А. сиреневые:розовые:голубе:белый - 9:3:3:1

Б. сиреневый – RrBb, голубой – rrBb.

$\frac{2}{3}$ гибридов третьего поколения с сиреневыми цветками.

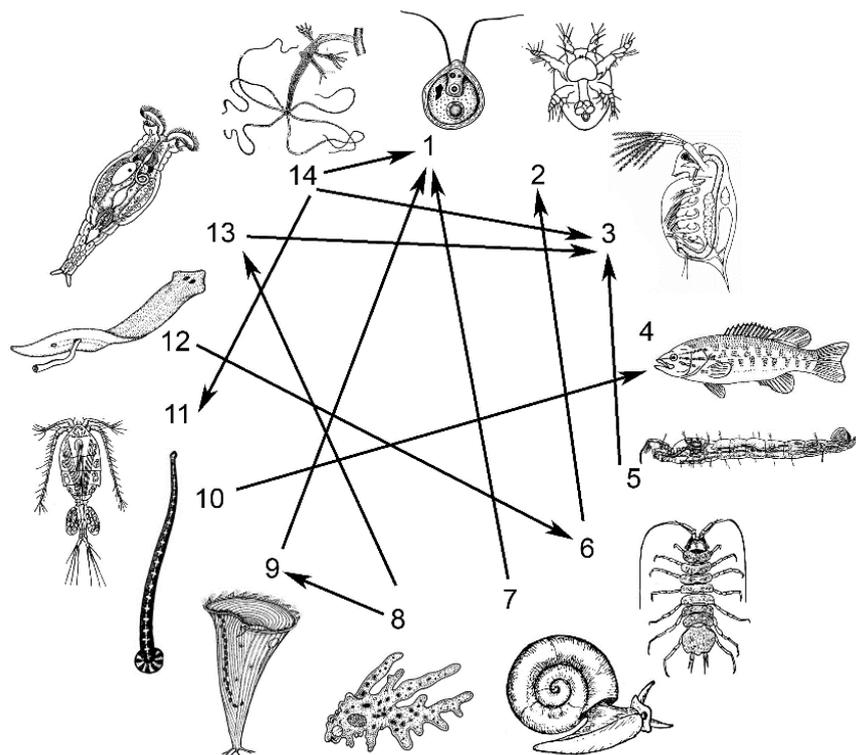
ОТВЕТЫ ВАРИАНТ 8. 10 -11 класс

Задание 1. (максимальный балл 14, по 2 балла за каждый правильный ответ). Рассмотрите внимательно рисунок. Напишите название органоидов клетки, обозначенных цифрами 1-7.



Ответ: 1 – ядро, 2 – пиреноид, 3 – глазок, 4 – хлоропласт, 5 – аппарат Гольджи, 6 – митохондрия, 7 - запасной продукт - крахмал.

Задание 2. (максимальный балл 27). Перед вами схема трофических (пищевых) связей между различными представителями фауны пруда или озера. Трофическая связь между организмами разных видов изображается стрелкой, направленной от того, который питается, к тому, который служит пищей. Например, стрелка 4→7 означает, что организмы вида 4 питаются организмами вида 7.



- А. Определите, какие из представленных на схеме связей нарисованы ошибочно.
- Б. Найдите на схеме всех одноклеточных и запишите их номера.
- В. Найдите на схеме разные стадии развития одного и того же организма и запишите их номера.

ОТВЕТ:

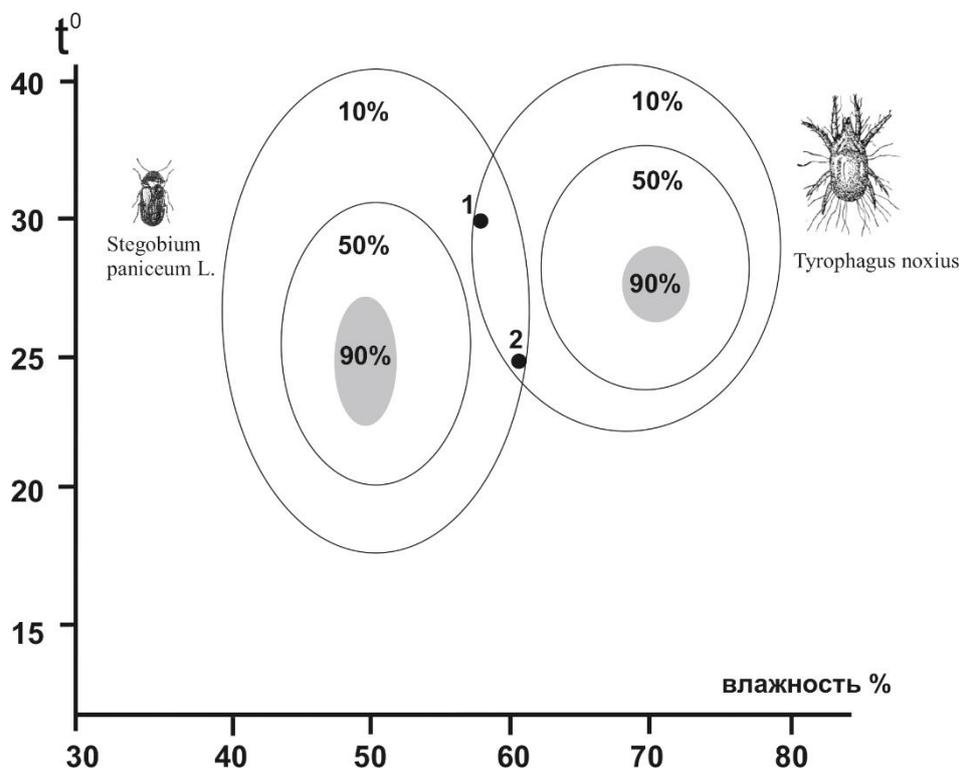
НЕВЕРНЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ	ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ	СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ОДНОГО ВИДА
А По 3 балла за каждый правильный ответ	Б По 3 балла за каждый правильный ответ	В По 3 балла за каждый правильный ответ
7 → 1 13 → 3 6 → 2 14 → 1	1 8 9	2 11

Задание 3. (максимальный балл 15). Для определения скорости клубочковой фильтрации в почках человека врачи используют вещество инулин, которое беспрепятственно проходит через почечный фильтр, не реабсорбируется и не секретуруется в канальцах нефрона. Сколько первичной мочи ежеминутно образуют почки обследуемого человека, если за час у него образовалось 60 мл мочи, содержащей инулин в концентрации 80 мг/мл, а средняя концентрация инулина в плазме крови в течение этого часа составляла 1 мг/мл?

РЕШЕНИЕ. Первичная моча по своему составу близка плазме крови, а концентрации неорганических солей и низкомолекулярных соединений в них одинаковы. Значит, масса инулина в 60 мл вторичной мочи равняется массе инулина в первичной моче, образовавшейся за 1 час: $80 \text{ мг/мл} * 60 \text{ мл} = 4800 \text{ мг}$. Зная концентрацию инулина в плазме крови, которая равна концентрации инулина в первичной моче, легко вычислить объем первичной мочи: $4800 \text{ мг} / 1 \text{ мг/мл} = 4800 \text{ мл}$. Так как скорость клубочковой фильтрации обычно выражают в объеме первичной мочи за 1 минуту (в условии и требуется ежеминутный объем), то переводим объем за 1 час в объем за 1 минуту: $4800 \text{ мл} / 60 \text{ мин} = 80 \text{ мл/мин}$

Ответ: 80 мл/мин

Задание 4. (8 баллов, по 4 балла за каждую точку). На графике нанесены кривые выживаемости амбарного клеща *Tyrophagus putrescentiae* и хлебного точильщика *Stegobium raniceum* L. Определите лимитирующие факторы (температура и влажность) в точках 1 и 2 для этих популяций.



Ответ:

точка 1 – для амбарного клеща Tyrophagus noxius лимитирующим фактором является влажность, а для хлебного точильщика Stegobium paniceum L. лимитирующих факторов нет;

точка 2 – для амбарного клеща Tyrophagus noxius лимитирующих факторов нет, а для хлебного точильщика Stegobium paniceum L. лимитирующий фактор - влажность;

Задание 5. (максимальный балл 16). Была определена последовательность нуклеотидов в середине кодирующего участка информационной РНК:

GACUAAUCAUGUCAGCAGCAUACGUCGUCGUGAAGUCUGAUAGGUCGGCAUCGU

Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот, закодированную на этом участке иРНК.

	У	Ц	А	Г
У	УУУ фенилаланин УУЦ фенилаланин УУА лейцин УУГ лейцин	УЦУ серин УЦЦ серин УЦА серин УЦГ серин	УАУ тирозин УАЦ тирозин УАА стоп УАГ стоп	УГУ цистеин УГЦ цистеин УГА стоп УГГ триптофан
Ц	ЦУУ лейцин ЦУЦ лейцин ЦУА лейцин ЦУГ лейцин	ЦЦУ пролин ЦЦЦ пролин ЦЦА пролин ЦЦГ пролин	ЦАУ гистидин ЦАЦ гистидин ЦАА глицин ЦАГ глицин	ЦГУ аргинин ЦГЦ аргинин ЦГА серин ЦГГ серин

А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин

РЕШЕНИЕ:

Поскольку эта последовательность из середины гена, в ней нет точки инициации, а вся последовательность должна кодировать непрерывную полипептидную цепочку, т.е. не содержать стоп-кодонов. Нам неизвестно, с какой точки начинается трансляция этой иРНК, поэтому разобьём её на триплеты с первого 5'-концевого нуклеотида:

GAC **UAA** UCA UGU CAG CAG CAU ACG UCG UCG **UGA** AGU CUG AUA GGU CGG CAU CGU
Она содержит стоп-кодоны (выделены цветом), т.е. не удовлетворяет условию.

Попробуем прочесть её со сдвигом на один нуклеотид, т.е. начнём разбиение на триплеты со второго нуклеотида:

G ACU AAU CAU GUC AGC AGC AUA CGU CGU CGU GAA GUC **UGA UAG** GUC GGC AUC GU
Здесь также мы видим стоп-кодоны, т.е. такой вариант тоже не удовлетворяет условию.

Проведём разбиение на кодоны с третьего нуклеотида:

GA CUA AUC AUG UCA GCA GCA UAC GUC GUC GUG AAG UCU GAU AGG UCG GCA UCG U

Лей изолей мет сер ала ала тир вал вал вал лиз сер асп.к-та арг сер ала сер
Она не содержит стоп-кодонов, т.е. удовлетворяет условию. Выписываем аминокислоты, соответствующие полученным триплетам. **Есть объяснения - 8 баллов**

Ответ: лейцин – изолейцин – метионин – серин – аланин – аланин – тирозин – валин – валин – валин – лизин – серин – аспарагиновая кислота – аргинин – серин – аланин – серин. **правильная последовательность 8 баллов**

Задание 6. (максимальный балл 20). В лепестках одного из видов растений обнаружены пигменты, которые обуславливают красную (R) и синюю (B) окраску цветков. При этом за образование синего пигмента отвечает ген B, а растения с мутантным генотипом bb не могут синтезировать синий пигмент. У того же растения есть ген R, отвечающий за синтез красного пигмента, с мутантным аллелем r, неспособным синтезировать пигмент. Эти гены наследуются независимо. Если два доминантных гена встречаются совместно, они взаимодействуют с образованием фиолетовой окраски цветков. Особи, гомозиготные по двум рецессивным аллелям, не образуют пигментов и имеют неокрашенные (белые) цветки.

А. Скрестили растение из чистой линии с синими цветками и растение из чистой линии с красными цветками. Все потомки первого поколения имели фиолетовые цветки. Во втором поколении были получены растения с белыми, фиолетовыми, красными и синими цветками. В каком соотношении присутствовали растения с разной окраской цветков во втором поколении?

Б. Одно из растений второго поколения с фиолетовыми цветками опылили пыльцой с одного из растений второго поколения с синими цветками. В результате было получено третье поколение: 48

растений с фиолетовыми цветками, 16 растения с красными цветками, 47 растений с синими цветками и 17 растений с белыми цветками. Каковы были в этом скрещивании генотипы родителей? От какой части растений третьего поколения с фиолетовыми цветками при самоопылении можно получить растения с белыми цветками?

Решение.

А. Так как исходные растения из чистых линий, они гомозиготны, т.е. растение с красными цветками имеет генотип **RRbb**, а растение с синими цветками – **rrBB**. Все гибриды первого поколения имеют генотип **RrBb**, поэтому цветки у них фиолетовые. Они образуют 4 типа гамет: **RB, Rb, rB, rb** и дают стандартное расщепление дигибридного скрещивания **9 : 3 : 3 : 1**.

Б. Растение с фиолетовыми цветками, которое взяли для получения третьего поколения, должно быть гетерозиготным по обоим генам, т.к. при наличии у одного из родителей гомозиготного доминантного аллеля, расщепления не происходит. Таким образом, его генотип **RrBb**. Оно образует четыре типа гамет: **RB, Rb, rB и rb**. Второй родитель имеет синие цветки, следовательно он гомозиготен по рецессивному аллелю красного пигмента и имеет хотя бы один доминантный аллель синего пигмента. Т.к. в потомстве произошло расщепление по синему пигменту, он гетерозиготен по этому гену, его генотип **rrBb**. Он образует гаметы двух типов: **rb и rB**. Составим решётку Пеннетта:

	RB	Rb	rB	rb
rB	RrBB фиолетовый	RrBb фиолетовый	rrBB синий	rrBb синий
rb	RrBb фиолетовый	Rrbb красный	rrBb синий	rrbb белый

Таким образом в третьем поколении должно произойти расщепление **3 : 3 : 1 : 1**, что и наблюдается в опыте.

Из трех генотипов растений с фиолетовыми цветками в таблице (выделены цветом) два имеют генотип **RrBb** и один **RRBb**. Белые цветки у растений, имеющих только рецессивные аллели обоих генов, т.е. получатся только при самоопылении первых (**RrBb**). Следовательно, потомков с белыми цветками дадут 2/3 гибридов третьего поколения с фиолетовыми цветками.

Ответ:

А. фиолетовые:красные:синие:белый - 9:3:3:1

Б. фиолетовый – RrBb, синий – rrBb.

2/3 гибридов третьего поколения с фиолетовыми цветками.