«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
ФГБНУ «Федеральный институт
педагогических измерений»

_____ О.А. Решетникова
«12» ноября 2026 г.

«СОГЛАСОВАНО»
Председатель
Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по биологии

_____ Н.В. Пименов
«12» ноября 2026 г.

Единый государственный экзамен по БИОЛОГИИ

Демонстрационный вариант контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена 2027 года по биологии

подготовлен Федеральным государственным бюджетным научным учреждением

«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

Единый государственный экзамен по БИОЛОГИИ

Пояснения к демонстрационному варианту контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена 2027 года по БИОЛОГИИ

При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена (ЕГЭ) 2027 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, не отражают всех элементов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2027 г. Полный перечень элементов содержания, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2027 г., приведён в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по биологии.

В демонстрационном варианте представлены конкретные примеры заданий, не исчерпывающие всего многообразия возможных формулировок заданий на каждой позиции варианта экзаменационной работы.

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве заданий, об их форме и уровне сложности.

В демонстрационном варианте представлено по несколько примеров заданий на некоторых позициях экзаменационной работы. В реальных вариантах экзаменационной работы на каждой позиции будет предложено только одно задание.

Приведённые критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом, включённые в этот вариант, дают представление о требованиях к полноте и правильности записи развёрнутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки к ЕГЭ в 2027 г.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
единого государственного экзамена 2027 года
по БИОЛОГИИ

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 28 заданий. Часть 1 содержит 21 задание с кратким ответом. Часть 2 содержит 7 заданий с развёрнутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по биологии отводится 3 часа 55 минут (235 минут).

Ответами к заданиям части 1 (1–21) являются слово (словосочетание), последовательность цифр, целое число или конечная десятичная дробь. Ответы запишите по приведённым ниже образцам, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

КИМ Бланк

Ответ: КОМБИНАТИВНАЯ. КОМБИНАТИВНАЯ

Ответ: 0,8 0,8

Ответ: 146 146

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
2	1	1	2	2

21122

Задания части 2 (22–28) требуют полного ответа (дать объяснение, описание или обоснование; высказать и аргументировать собственное мнение). В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Часть 1

Ответами к заданиям 1–21 являются последовательность цифр, число или слово (словосочетание). Ответы запишите в поля ответов в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номеров соответствующих заданий, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения величин писать не нужно.

1 Рассмотрите таблицу «Методы биологических исследований». Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный в таблице вопросительным знаком.

Метод	Применение метода
Мутагенез	Внесение изменений в ген кишечной палочки
?	Изучение поведения шимпанзе в естественных условиях обитания

Ответ: _____.

2 Испытуемый пробежал дистанцию 1000 метров в быстром темпе. Как к концу забега изменились объём крови в сосудах скелетных мышц нижних конечностей и объём крови в сосудах стенки желудка испытуемого?
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём крови в сосудах скелетных мышц нижних конечностей	Объём крови в сосудах стенки желудка

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

3 Фрагмент белка содержит 25 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов содержит участок иРНК, на котором происходит синтез этого фрагмента белка? В ответе запишите только соответствующее число.
Ответ: _____.

4 Какое соотношение фенотипов получится у потомков при скрещивании гетерозиготных высоких растений гороха между собой в случае полного доминирования признака? Ответ запишите в виде последовательности цифр.

Ответ: _____.

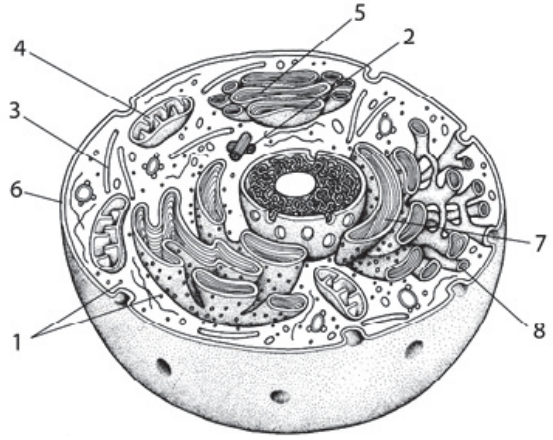
ИЛИ

Какова вероятность получения гомозиготного по рецессивному аллелю потомства в скрещивании моногетерозиготных особей между собой? Ответ запишите в виде числа.

Ответ: _____.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Рассмотрите рисунок и выполните задания 5 и 6.



5 Какой цифрой на рисунке обозначен аппарат Гольджи?

Ответ: _____.

6 Установите соответствие между характеристиками и структурами, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	СТРУКТУРЫ
А) содержит молекулы РНК	1) 1
Б) образована белком тубулином	2) 2
В) состоит из микротрубочек и центросферы	
Г) синтезирует полипептиды	
Д) формирует веретено деления	
Е) организует цитоскелет	

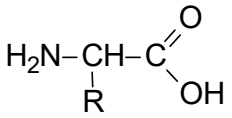
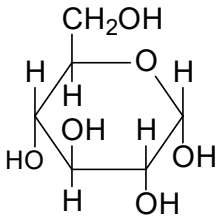
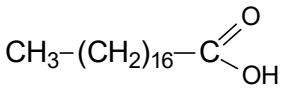
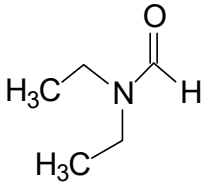
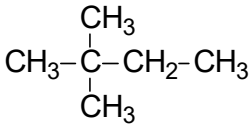
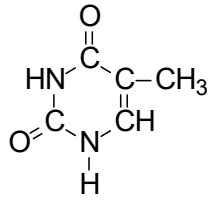
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

		
1	**2**	**3**
		
4	**5**	**6**

5 Какой цифрой на рисунке обозначена формула азотистого основания?

Ответ: _____.

6 Установите соответствие между характеристиками и веществами, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2, 3: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ВЕЩЕСТВА
А) входит в состав молекул жиров	1) 1
Б) образует пептидные связи	2) 2
В) входит в состав крахмала	3) 3
Г) является моносахаридом	
Д) нерастворимо в воде	
Е) входит в состав белков	

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

7 Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.
Какие понятия можно использовать для описания строения молекулы белка?

1) дисульфидный мостик
2) нуклеотид
3) аминокислота
4) антикодон
5) фосфодиэфирная связь
6) глобула

Ответ:

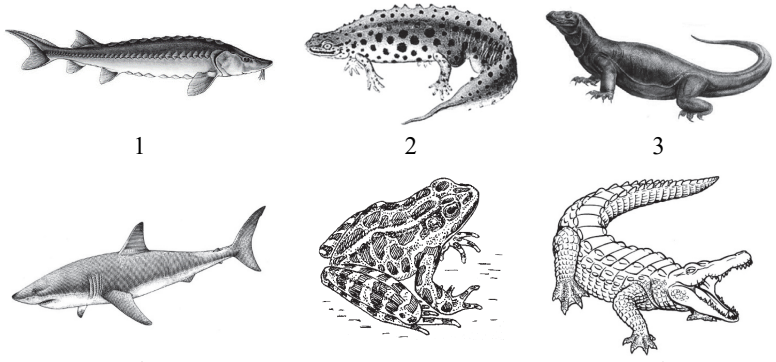
8 Установите последовательность процессов интерфазы и последующего митоза. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

1) распределение хромосом по экватору клетки
2) расхождение однохроматидных хромосом к полюсам клетки
3) репликация ДНК
4) деспирализация хромосом
5) разрушение ядерной оболочки

Ответ:

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Рассмотрите рисунки и выполните задания 9 и 10.



1 2 3

4 5 6

9 Под каким номером на рисунках изображено позвоночное животное с полностью хрящевым скелетом, обитающее в морях?

Ответ: _____.

10 Установите соответствие между характеристиками и животными, изображёнными на рисунках 1, 2, 3: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЖИВОТНЫЕ
А) только венозная кровь в сердце	1) 1
Б) хвостатое земноводное	2) 2
В) наличие грудной клетки	3) 3
Г) наличие зародышевой оболочки – амниона	
Д) наличие в позвоночнике только двух отделов: туловищного и хвостового	
Е) размножение на суше	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

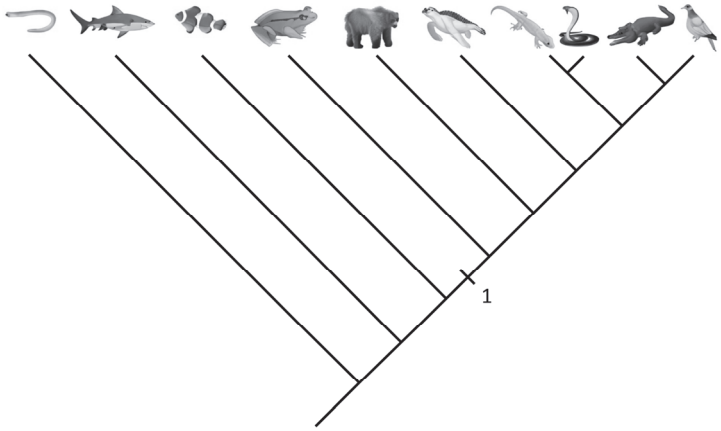
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

11 Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.
Выберите признаки, характерные для класса Паукообразные.

1) три пары ходильных ног
2) простые глаза
3) способность к полёту
4) гермафродиты
5) отсутствие усиков
6) раздельнополость

Ответ:

ИЛИ



Рассмотрите кладограмму – схему в виде древа, показывающую эволюционные отношения между таксонами (группами) позвоночных животных. Какие три из приведённых признаков являются эволюционно продвинутыми (синапоморфиями) для группы, отмеченной цифрой 1?

1) амниотическое яйцо
2) хорда и нервная трубка
3) шейный отдел позвоночника
4) среднее ухо с одной или несколькими слуховыми косточками
5) две пары пятипалых рычажных конечностей
6) челюсти

Ответ:

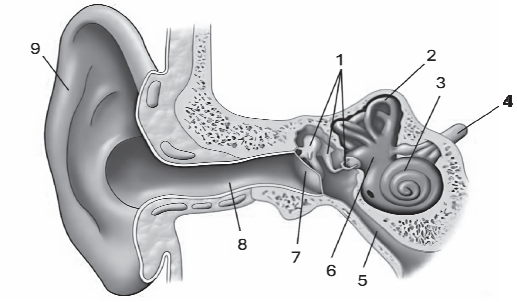
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

12 Установите последовательность систематических групп организмов, начиная с самого высокого ранга. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

1) Двудольные
2) Покрытосеменные, или Цветковые
3) Дудник лесной
4) Эукариоты
5) Зонтичные, или Сельдереевые
6) Дудник

Ответ: | | | | | | |

Рассмотрите рисунок и выполните задания 13 и 14.



13 Какой цифрой на рисунке обозначен проводниковый отдел слуховой сенсорной системы?

Ответ: _____.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

14 Установите соответствие между характеристиками и структурами анализаторов, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2, 3: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	СТРУКТУРЫ
А) компонент среднего уха	1) 1
Б) содержит кортиев орган	2) 2
В) усиливает и передаёт звуковые колебания	3) 3
Г) воспринимает изменения положения головы в пространстве	
Д) содержит круглое окно	
Е) преобразует звуковые колебания в нервные импульсы	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

15 Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.
Какие вещества обеспечивают остановку кровотечения?

1) фибрин
2) тромбин
3) соли калия
4) соли кальция
5) миозин
6) углекислый газ

Ответ: | | | |

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

16 Установите последовательность органов и структур в организме человека при транспортировке антибиотика для лечения лёгочной инфекции, введённого в ягодичную мышцу. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

1) правое предсердие
2) лёгочные капилляры
3) нижняя полая вена
4) венулы большого круга кровообращения
5) капилляры ягодичной мышцы
6) лёгочная артерия

Ответ: | | | | | | |

17 Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания и примеры **эндемиков**. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1)Для каждой биогеографической области Земли характерны виды, которые исторически сформировались в этой области и не обитают на территориях других областей. (2)Трубкозубы, поедающие термитов и муравьёв, обитают в Африке, тогда как их экологические аналоги – муравьеды – населяют Южную Америку. (3)Изолированная фауна Австралии включает в себя огромное количество видов сумчатых животных, которые населяют исключительно данный материк. (4)Многие виды за счёт высокой выживаемости и плодовитости могут мигрировать на новые континенты и заселяют все подходящие для себя территории на земном шаре. (5)Ареал домового воробья протянулся от Атлантического до Тихого океана, распадаясь на множество подвидов. (6)Плодовая мушка дрозофила населяет все континенты, за исключением Антарктиды, и распространена в различных биотопах в пределах этих континентов.

Ответ: | | |

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

18 Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.
Какие примеры иллюстрируют пищевые цепи разложения?

1) фитопланктон – зоопланктон – рыбы – тюлень
2) лесная подстилка – дождевой червь – ёж – лисица
3) дуб – гусеница – мухоловка (птица) – орёл
4) лишайники – кабарга – бурый медведь
5) детрит в иле – пескожил – краб – осьминог – морской лев
6) опад мангров – бактерии и грибы – членистоногие – рыба – цапля

Ответ: | | |

19 Установите соответствие между характеристиками и средами обитания организмов: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
А) практически неограниченный запас пищи	1) водная
Б) высокое давление	2) наземно-воздушная
В) заселение кишечными паразитами и симбионтами	3) внутриорганизменная
Г) резкие колебания температуры	
Д) ограниченность жизненного пространства	
Е) значительные колебания влажности	

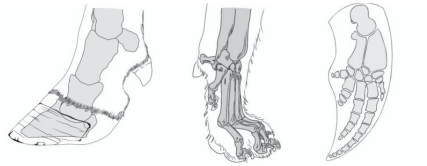
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

20 Рассмотрите рисунок «Конечности разных отрядов млекопитающих». Заполните пустые ячейки таблицы, используя элементы, приведённые в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквой, выберите соответствующий элемент из предложенного списка.



Тип приспособленности	Уровень эволюционных изменений	Путь достижения биологического прогресса
_____(А)	_____(Б)	_____(В)

Список элементов:

1) физиологическая
2) микроэволюция
3) идиоадаптация
4) этологическая
5) общая дегенерация
6) макроэволюция
7) морфологическая
8) конвергенция

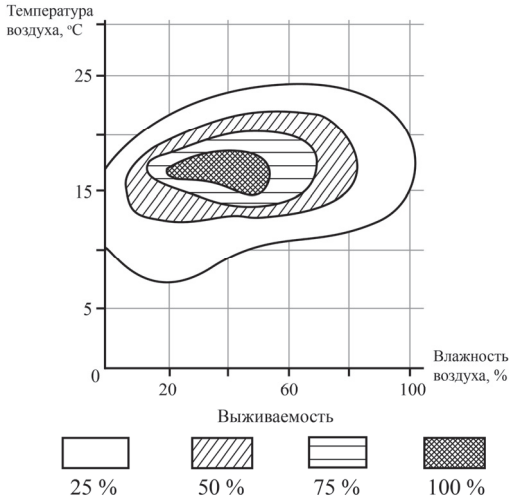
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

21 Проанализируйте график «Выживаемость соснового коконопряда в зависимости от совокупного влияния относительной влажности и температуры воздуха».



Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных. Запишите в ответе цифры, под которыми указаны выбранные утверждения.

1) При температуре 10 °С и влажности 30 % выживаемость соснового коконопряда равна 25 %.
2) Сосновый коконопряд способен выживать при любых значениях влажности и температуры.
3) При температурных значениях от 8 °С до 23 °С выживаемость соснового коконопряда меняется в зависимости от влажности воздуха.
4) При влажности воздуха выше 60 % выживают все коконопряды.
5) Наиболее благоприятная для соснового коконопряда среда – при влажности 60 % и температуре 10 °С.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Часть 2

Для записи ответов на задания этой части (22–28) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (22, 23 и т.д.), а затем развёрнутый ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 22 и 23.

Экспериментатор исследовал физиологические показатели системы кровообращения у разных групп лиц. Результаты приведены в таблице ниже.

Возраст	Ударный объём сердца, мл	Минутный объём сердца, мл/мин
Новорождённый	2,5	340
1 год	10,2	1250
7 лет	28,0	1800
12	41,0	2370
13–16 лет	59,0	3150

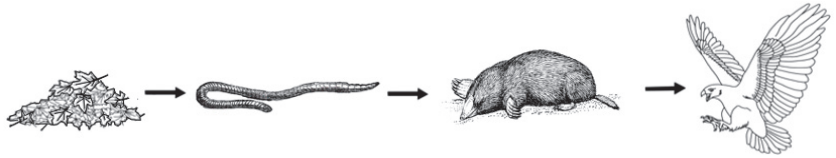
22 Какая переменная в этом исследовании независимая (задаваемая), а какие две – зависимые (изменяющиеся)? Объясните, можно ли в данном исследовании поставить отрицательный контроль*. Ответ поясните.

* ***Отрицательный контроль*** – это экспериментальный контроль (опыт), при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию при сохранении всех остальных условий.

23 Ударный объём сердца – это количество крови (в миллилитрах), которое каждый желудочек сердца выталкивает в кровеносную систему за одно сокращение – систолу. Минутный объём сердца – это количество крови, перекачиваемое сердцем за минуту. Предложите формулу, с помощью которой можно рассчитать частоту сердечных сокращений (измеряется как количество ударов в минуту). Произведите расчёты частот сердечных сокращений для всех возрастных групп, участвовавших в исследовании (результаты вычислений округлите до целых). На основании расчётов сделайте вывод о том, как меняется с возрастом частота сердечных сокращений. Почему происходит такое изменение?

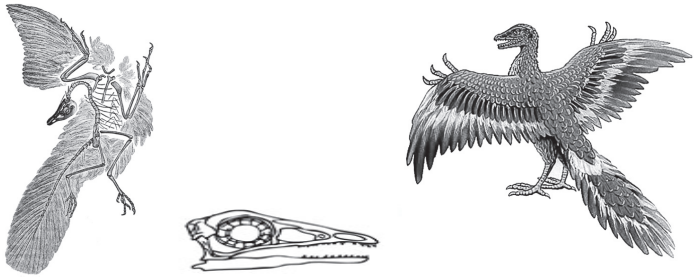
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

24 Как называется цепь питания, изображённая на рисунке? Ответ поясните. К какой функциональной группе в экосистеме относится крот и какой трофический уровень он занимает? Укажите две причины улучшения свойств почвы в результате жизнедеятельности дождевых червей.



ИЛИ

На рисунках изображены скелет с отпечатком перьев и реконструкция археоптерикса, обитавшего на Земле 150–147 млн лет назад.



Используя фрагмент «Геохронологической таблицы», определите, в какой эре и каком периоде обитало это животное.

Археоптерикса иногда относят к птицам, но он имел некоторые признаки, несвойственные современным птицам. Перечислите те из них, которые видны на рисунках (не менее трёх признаков). Для организмов какого современного класса характерны перечисленные признаки?

Геохронологическая таблица

Эра		Период
Название и продолжительность, млн лет	Возраст (начало эры), млн лет	Название и продолжительность, млн лет
Кайнозойская, 66	66	Четвертичный, 2,58
		Неоген, 20,45
		Палеоген, 43
Мезозойская, 186	252	Меловой, 79
		Юрский, 56
		Триасовый, 51
Палеозойская, 289	541	Пермский, 47
		Каменноугольный, 60
		Девонский, 60
		Силурийский, 25
		Ордовикский, 41
		Кембрийский, 56

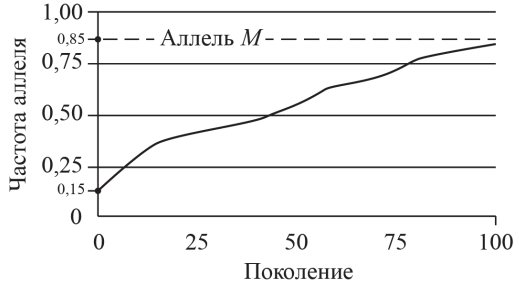
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

25 Если сравнить сердца китообразных и наземных млекопитающих, то окажется, что у многих китов правый желудочек развит существенно лучше левого, тогда как у наземных млекопитающих левый желудочек заметно толще правого. Как можно объяснить эту закономерность? При погружении у китообразных снижается общее потребление кислорода за счёт уменьшения кровоснабжения скелетных мышц. Как при этом изменяется частота сердечных сокращений? За счёт каких адаптаций и процессов в скелетной мускулатуре продолжает вырабатываться АТФ во время погружения?

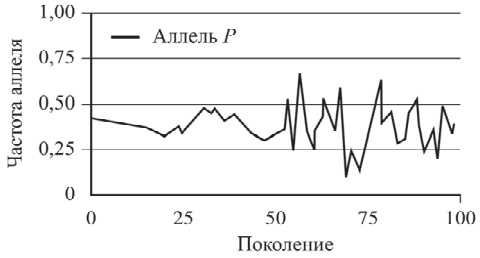
26 На графиках показано изменение частот двух аллелей разных генов в разных популяциях. Какой аллель находится под действием положительного естественного отбора? Ответ поясните. Частота аллеля *P* после пятидесятого поколения начала резко колебаться. Влияет ли существенно аллель *P* на приспособленность организма? Какое событие привело к возникновению колебаний частоты аллеля *P* после пятидесятого поколения? Какой эволюционный фактор начал сильнее влиять на частоту аллеля *P* после пятидесятого поколения? Ответ поясните. Для оценки силы действия естественного отбора часто используется следующая формула:

$$S = \frac{p_2 - p_1}{(t_2 - t_1)\cdot \bar{p}\cdot(1-\bar{p})},$$

где p_1 и p_2 – начальная и конечная частота аллеля, $\bar{p}$ – средняя частота аллеля за время измерения, t_1 и t_2 – начальное и конечное поколение. Для аллеля, находящегося под действием положительного естественного отбора, рассчитайте значение средней силы отбора на протяжении 100 поколений (с 1-го по 100-е поколение). Ответ округлите до тысячных.



© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки



27 Известно, что синтез нуклеиновых кислот начинается с 5′ конца, рибосома движется по иРНК в направлении от 5′ к 3′ концу, а все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная):

5′-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3′
3′-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5′

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет с 5′ конца соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5′ к 3′ концу)

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	–	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

У бактерий имеется специфический тип РНК, образующий шпилечную структуру благодаря комплементарным участкам. Шпилечная структура позволяет этой РНК попадать в рибосому. После шпильки через несколько нуклеотидов располагается открытая рамка считывания, которая начинается с аланинового кодона. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок РНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь – матричная):

5′-АЦГЦЦТАЦТГЦАТАГГЦААГЦАЦЦТГАТАГГЦ-3′
3′-ТГЦГГАТГАЦГТАТЦЦГТТЦГТГГАЦТАТЦЦГ-5′

Установите нуклеотидную последовательность участка РНК, который синтезируется на данном фрагменте. Установите вторичную структуру участка РНК. Установите последовательность начала открытой рамки считывания на данном участке РНК. Определите последовательность фрагмента полипептида, который кодируется данным фрагментом РНК. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5′ к 3′ концу)

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	–	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор (*n*) и число молекул ДНК (*c*) в клетке при гаметогенезе в метафазе II мейоза и анафазе II мейоза. Объясните полученные результаты.

ИЛИ

Окраска шерсти у полёвки обыкновенной (*Microtus arvalis*) контролируется одним геном. Доминантные гомозиготы имеют серый цвет; рецессивные гомозиготы – белый. Гетерозиготы имеют промежуточную окраску. В равновесной популяции полёвок обыкновенных на 1000 особей приходится 90 белых. Популяция попала в новые условия, при которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 50 % серых особей. Рассчитайте частоты аллелей и частоту (долю) особей с серой окраской в изначальной популяции, а также частоты (доли) всех фенотипов в популяции после отлова хищниками. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

ИЛИ

При каждом раунде репликации ДНК полимераза вносит ошибки в последовательность нуклеотидов. Чем раньше существовал общий предок двух видов, тем больше различий (нуклеотидных замен) накапливается между последовательностями ДНК потомков этого предка. Филогенетические деревья позволяют продемонстрировать эволюционную связь между потомками общего предка.
Ниже приведено выравнивание последовательностей смысловых цепей гомологичных участков одного из генов трёх штаммов бактерии и их известного общего предка. Изменённые нуклеотиды в выравнивании выделены полужирным шрифтом.

Предок 5′-ГТАЦТ АТГЦГ АТЦАТ ЦЦТГГ ЦТАТЦ ТАГТА ТТТЦА-3′
Штамм A 5′-ГТАЦТ АТГЦГ АТЦАТ Ц**А**ТГГ **А**ТАТЦ ТАГТА **Г**ТТЦА-3′
Штамм B 5′-ГТАЦТ АТГ**Т**Г А**Г**ЦАТ ЦЦТГГ ЦТАТЦ **Г**А**ЦГ**А ТТТЦА-3′
Штамм C 5′-ГТАЦТ АТГЦГ А**Г**ЦАТ Ц**Г**ТГГ ЦТАТЦ **Г**АГ**Г**А Т**А**ТЦА-3′
1 5 10 15 20 25 30 35

Постройте филогенетическое древо для данных трёх штаммов на основании представленных последовательностей нуклеотидов. Укажите порядок возникновения дивергенции трёх штаммов. Рассчитайте, когда существовал последний общий предок штаммов *B* и *C* при условии, что на приведённом участке за сто поколений возникает три нейтральных* мутации. Приведите расчёты, аргументируя ответ. Считайте, что одно поколение у данного вида бактерии сменяется за 20 минут, а также, что все мутации, которые произошли в данном участке гена, нейтральные. При ответе округляйте значения до первого знака после запятой.

** Нейтральные мутации – это изменения в последовательности ДНК, которые не оказывают никакого влияния на приспособленность организма.*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

28 На *X*- и *Y*-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает аномалии в развитии кисти. Аллель гена образования перепонок между пальцами (перепончатые пальцы) наследуется голандрически (наследование по гетерогаметному полу). Женщина с нормальным развитием кисти и нормальными пальцами вышла замуж за мужчину с аномалией развития кисти и перепончатыми пальцами, гомозиготная мать которого не имела аномалии в развитии кисти. Родившаяся в этом браке дочь с аномалией развития кисти вышла замуж за мужчину без названных аномалий. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом из браков ребёнка с нормальным развитием кисти и перепонками между пальцами? Ответ поясните.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Система оценивания экзаменационной работы по биологии

Правильное выполнение каждого из заданий 1, 3, 4, 5, 9, 13, 21 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа.

Правильное выполнение каждого из заданий 2, 6, 10, 14, 19, 20 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. Выставляется 1 балл, если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе больше требуемого, выставляется 0 баллов вне зависимости от того, были ли указаны все необходимые символы.

Правильное выполнение каждого из заданий 7, 11, 15, 17, 18 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, каждый символ присутствует в ответе, в ответе отсутствуют лишние символы. Порядок записи символов в ответе значения не имеет. Выставляется 1 балл, если только один из символов, указанных в ответе, не соответствует эталону (в том числе есть один лишний символ наряду с остальными верными) или только один символ отсутствует; во всех других случаях выставляется 0 баллов.

Правильное выполнение каждого из заданий 8, 12, 16 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. Выставляется 1 балл, если на не более чем двух позициях ответа записаны не те символы, которые представлены в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе превышает количество символов в эталоне, то балл за ответ уменьшается на 1, но не может стать меньше 0.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ	
1	наблюдение; описание	
2	12	
3	75	
4	31; 13	0,25; 25
5	5	6
6	122122	312231
7	136	
8	35124	
9	4	
10	123313	
11	256	345
12	421563	
13	4	
14	131233	
15	124	
16	543162	
17	123	
18	256	
19	313232	
20	763	
21	13	

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 22 и 23.

Экспериментатор исследовал физиологические показатели системы кровообращения у разных групп лиц. Результаты приведены в таблице ниже.

Возраст	Ударный объём сердца, мл	Минутный объём сердца, мл/мин
Новорождённый	2,5	340
1 год	10,2	1250
7 лет	28,0	1800
12	41,0	2370
13–16 лет	59,0	3150

22 Какая переменная в этом исследовании независимая (задаваемая), а какие две – зависимые (изменяющиеся)? Объясните, можно ли в данном исследовании поставить отрицательный контроль*. Ответ поясните.

* ***Отрицательный контроль*** – это экспериментальный контроль (опыт), при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию при сохранении всех остальных условий.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая переменная – возраст детей; 2) зависимая переменная 1 – ударный объём сердца; 3) зависимая переменная 2 – минутный объём сердца; 4) отрицательный контроль поставить нельзя; 5) в исследовании отсутствует экспериментальное воздействие ИЛИ 5) возраст является неотъемлемой характеристикой человека. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два-три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23

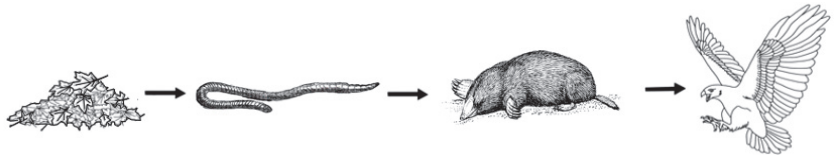
Ударный объём сердца – это количество крови (в миллилитрах), которое каждый желудочек сердца выталкивает в кровеносную систему за одно сокращение – систолу. Минутный объём сердца – это количество крови, перекачиваемое сердцем за минуту. Предложите формулу, с помощью которой можно рассчитать частоту сердечных сокращений (измеряется как количество ударов в минуту). Произведите расчёты частот сердечных сокращений для всех возрастных групп, участвовавших в исследовании (результаты вычислений округлите до целых). На основании расчётов сделайте вывод о том, как меняется с возрастом частота сердечных сокращений. Почему происходит такое изменение?

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) ЧСС = Минутный объём сердца: Ударный объём сердца ИЛИ 1) частота сердечных сокращений рассчитывается как отношение минутного объёма сердца к ударному объёму; 2) новорождённые – 136 уд./мин., дети 1 года – 123 уд./мин., дети 7 лет – 64 уд./мин., дети 12 лет – 58 уд./мин., детей 13–16 лет – 53 уд./мин.; 3) вывод: с возрастом (в пределах исследованных возрастных групп детей) ЧСС снижается; 4) причина: увеличение с возрастом размеров сердца (сердце становится крупнее). *Второй элемент ответа засчитывается только при наличии всех расчётов.* *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

24 Как называется цепь питания, изображённая на рисунке? Ответ поясните. К какой функциональной группе в экосистеме относится крот и какой трофический уровень он занимает? Укажите две причины улучшения свойств почвы в результате жизнедеятельности дождевых червей.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) детритная (цепь разложения); 2) начинается с мёртвой органики (нет продуцентов); 3) консумент (консумент II порядка); 4) третий трофический уровень; 5) улучшается структура почвы (улучшается аэрация; сохраняется влага); 6) уменьшается кислотность почвы; 7) органические вещества перемещаются в глубокие слои почвы (повышается плодородие почвы). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов (в том числе первый элемент), не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов (в том числе первый элемент), которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов (в том числе первый элемент), которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Ответ включает в себя пять-шесть из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок, но первый элемент содержит ошибку или отсутствует	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

На рисунках изображены скелет с отпечатком перьев и реконструкция археоптерикса, обитавшего на Земле 150–147 млн лет назад.



Используя фрагмент «Геохронологической таблицы», определите, в какой эре и каком периоде обитало это животное.
Археоптерикса иногда относят к птицам, но он имел некоторые признаки, несвойственные современным птицам. Перечислите те из них, которые видны на рисунках (не менее трёх признаков). Для организмов какого современного класса характерны перечисленные признаки?

Геохронологическая таблица

Эра		Период
Название и продолжительность, млн лет	Возраст (начало эры), млн лет	Название и продолжительность, млн лет
Кайнозойская, 66	66	Четвертичный, 2,58
		Неоген, 20,45
		Палеоген, 43
Мезозойская, 186	252	Меловой, 79
		Юрский, 56
		Триасовый, 51
Палеозойская, 289	541	Пермский, 47
		Каменноугольный, 60
		Девонский, 60
		Силурийский, 25
		Ордовикский, 41
		Кембрийский, 56

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) эра мезозойская, период юрский (*должны быть указаны и эра, и период*); от современных птиц археоптерикса отличает: 2) наличие челюстей с зубами; 3) наличие длинного хвоста из несросшихся позвонков; 4) наличие развитых пальцев с когтями на передних конечностях; 5) признаки характерны для класса Пресмыкающиеся (Рептилии) ИЛИ 5) признаки характерны для класса Млекопитающие (Звери). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов (в том числе первый элемент), которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов (в том числе первый элемент), которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Ответ включает в себя элементы 2–5, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

25 Если сравнить сердца китообразных и наземных млекопитающих, то окажется, что у многих китов правый желудочек развит существенно лучше левого, тогда как у наземных млекопитающих левый желудочек заметно толще правого. Как можно объяснить эту закономерность? При погружении у китообразных снижается общее потребление кислорода за счёт уменьшения кровоснабжения скелетных мышц. Как при этом изменяется частота сердечных сокращений? За счёт каких адаптаций и процессов в скелетной мускулатуре продолжает вырабатываться АТФ во время погружения?

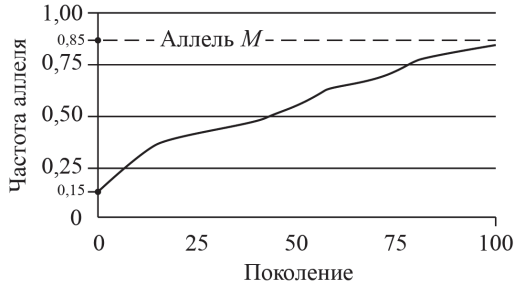
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) у китов лучше развита капиллярная система лёгких (больше лёгкие) ИЛИ 1) разветвлённая капиллярная сеть лёгких обеспечивает сильное сопротивление току крови ИЛИ 1) вода сильнее воздуха сжимает лёгкие в грудной клетке китообразных; 2) увеличенная стенка правого желудочка позволяет развивать достаточное для газообмена давление в сосудах лёгких (большое давление крови позволяет преодолевать давление воды на лёгкие); 3) при погружении у китообразных снижается частота сердечных сокращений; 4) в скелетных мышцах имеется запас кислорода, связанный с миоглобином; 5) в скелетных мышцах происходит выработка АТФ за счёт аэробных процессов (клеточного дыхания, расхода запаса кислорода); 6) в скелетных мышцах происходит выработка АТФ за счёт молочнокислого брожения (анаэробных процессов, гликолиза). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три-четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

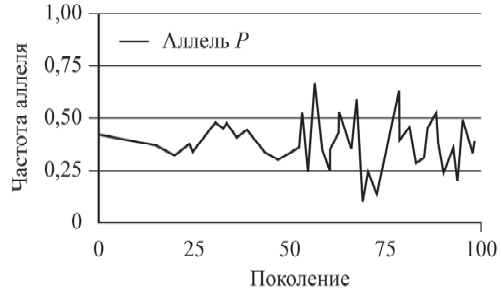
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

26 На графиках показано изменение частот двух аллелей разных генов в разных популяциях. Какой аллель находится под действием положительного естественного отбора? Ответ поясните. Частота аллеля *P* после пятидесятого поколения начала резко колебаться. Влияет ли существенно аллель *P* на приспособленность организма? Какое событие привело к возникновению колебаний частоты аллеля *P* после пятидесятого поколения? Какой эволюционный фактор начал сильнее влиять на частоту аллеля *P* после пятидесятого поколения? Ответ поясните. Для оценки силы действия естественного отбора часто используется следующая формула:

$$S = \frac{p_2 - p_1}{(t_2 - t_1)\cdot \bar{p}\cdot(1-\bar{p})},$$

где p_1 и p_2 – начальная и конечная частота аллеля, $\bar{p}$ – средняя частота аллеля за время измерения, t_1 и t_2 – начальное и конечное поколение. Для аллеля, находящегося под действием положительного естественного отбора, рассчитайте значение средней силы отбора на протяжении 100 поколений (с 0-го по 100-е поколение). Ответ округлите до тысячных.





© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) аллель *M* находится под действием положительного естественного отбора; 2) частота аллеля *M* в ряду поколений постоянно увеличивается; 3) аллель *P* не влияет на приспособленность организма (является нейтральным); 4) снизилась численность (эффективная численность) популяции (произошло вымирание части особей в популяции; произошёл эффект «бутылочного горлышка») ИЛИ 4) в популяции снизилась доля фертильных (размножающихся) особей; 5) дрейф генов; 6) при низкой численности популяции (в малых популяциях) высока роль случайных колебаний ИЛИ 6) дрейф генов преобладает в малочисленных популяциях (в популяциях с низкой эффективной численностью); 7) $S = \frac{0{,}85 - 0{,}15}{100\cdot 0{,}5\cdot 0{,}5} = 0{,}028$ (допускается ответ от 0,020 до 0,035). (Допускаются иные варианты расчётов.) *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов и не содержит биологических ошибок	4
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 4, 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*4*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

27 Известно, что синтез нуклеиновых кислот начинается с 5′ конца, рибосома движется по иРНК в направлении от 5′ к 3′ концу, а все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная):

5′-ЦГААГГТГАЦААТГТ-3′
3′-ГЦТТЦЦАЦТГТТАЦА-5′

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет с 5′ конца соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5′ к 3′ концу)

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	–	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: 1) нуклеотидная последовательность участка тРНК: 5′-ЦГААГГУГАЦААУГУ-3′; 2) нуклеотидная последовательность антикодона 5′-УГА-3′ (УГА) (третий триплет) соответствует кодону на иРНК: 5′-УЦА-3′ (УЦА); 3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Сер (серин), которую переносит данная тРНК	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

У бактерий имеется специфический тип РНК, образующий шпилечную структуру благодаря комплементарным участкам. Шпилечная структура позволяет этой РНК попадать в рибосому. После шпильки через несколько нуклеотидов располагается открытая рамка считывания, которая начинается с аланинового кодона. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок РНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь – матричная):

5′-АЦГЦЦТАЦТГЦАТАГГЦАААГЦАЦЦТГАТАГГЦ-3′
3′-ТГЦГГАТГАЦГТАТЦЦГТТЦГТГГАЦТАТЦЦГ-5′

Установите нуклеотидную последовательность участка РНК, который синтезируется на данном фрагменте. Установите вторичную структуру участка РНК. Установите последовательность начала открытой рамки считывания на данном участке РНК. Определите последовательность фрагмента полипептида, который кодируется данным фрагментом РНК. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5′ к 3′ концу)

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	–	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	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

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: 1) нуклеотидная последовательность участка РНК: 5′-АЦГЦЦУАЦУГЦАУАГГЦАААГЦАЦЦУГАУАГГЦ-3′; 2) вторичная структура РНК: 5′-А АГЦАЦЦУГАУАГГЦ-3′ Ц А Г—Ц Ц—Г Ц—Г У—А А—У Ц А У Ц Г 3) открытая рамка считывания: 5′-ГЦАЦЦУГАУАГГ-3′ (*или в явном виде указана на последовательности или вторичной структуре*) 4) последовательность полипептида: ала-про-асп-арг	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор (n) и число молекул ДНК (c) в клетке при гаметогенезе в метафазе II мейоза и анафазе II мейоза. Объясните полученные результаты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: 1) в метафазе II мейоза набор хромосом – n; 2) число молекул ДНК – $2c$; 3) в анафазе II мейоза набор хромосом – $2n$; 4) число молекул ДНК – $2c$; 5) в метафазе II мейоза после редукционного деления (мейоза I), клетки гаплоидные, хромосомы двухроматидные; 6) в анафазе II мейоза к полюсам расходятся сестринские хроматиды (хромосомы), поэтому число хромосом равно числу молекул ДНК. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три-четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

Окраска шерсти у полёвки обыкновенной (*Microtus arvalis*) контролируется одним геном. Доминантные гомозиготы имеют серый цвет; рецессивные гомозиготы – белый. Гетерозиготы имеют промежуточную окраску. В равновесной популяции полёвок обыкновенных на 1000 особей приходится 90 белых. Популяция попала в новые условия, при которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 50 % серых особей. Рассчитайте частоты аллелей и частоту (долю) особей с серой окраской в изначальной популяции, а также частоты (доли) всех фенотипов в популяции после отлова хищниками. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: в изначальной популяции: 1) частота рецессивного аллеля (a, или q) – 0,3000; частота доминантного аллеля (A, или p) – 0,7000; 2) частота особей с серой окраской (AA, или p^2) – 0,4900; в популяции, образовавшейся после отлова: 3) частота фенотипа особей с серой окраской (AA) – 0,3245; 4) частота фенотипа особей с промежуточной окраской (Aa) – 0,5563; 5) частота фенотипа особей с белой окраской (aa) – 0,1192. *(Допускается иная генетическая символика.)* *Элемент 1 ответа засчитывается как верный только в случае наличия величин p и q.* *При любых вычислениях допускается погрешность в 0,01.* *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названных выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три-четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ

При каждом раунде репликации ДНК полимераза вносит ошибки в последовательность нуклеотидов. Чем раньше существовал общий предок двух видов, тем больше различий (нуклеотидных замен) накапливается между последовательностями ДНК потомков этого предка. Филогенетические деревья позволяют продемонстрировать эволюционную связь между потомками общего предка.

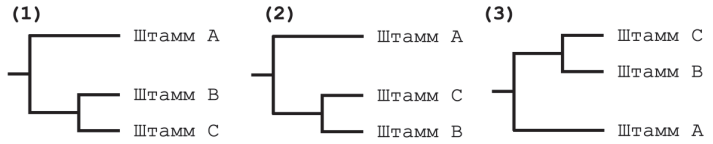
Ниже приведено выравнивание последовательностей смысловых цепей гомологичных участков одного из генов трёх штаммов бактерии и их известного общего предка. Изменённые нуклеотиды в выравнивании выделены полужирным шрифтом.

```
Предок      5′-ГТАЦТ АТГЦГ АТЦАТ ЦЦТГГ ЦТАТЦ ТАГТА ТТТЦА-3′
Штамм А     5′-ГТАЦТ АТГЦГ АТЦАТ Ц𝐀ТГГ 𝐀ТАТЦ ТАГТА 𝐆ТТЦА-3′
Штамм В     5′-ГТАЦТ АТ𝐓ГГ А𝐆ЦАТ ЦЦТГГ ЦТАТЦ 𝐆А𝐂𝐆А ТТТЦА-3′
Штамм С     5′-ГТАЦТ АТГЦГ А𝐆ЦАТ Ц𝐆ТГГ ЦТАТЦ 𝐆АГ𝐆А Т𝐀ТЦА-3′
               1    5     10    15     20    25     30    35
```

Постройте филогенетическое древо для данных трёх штаммов на основании представленных последовательностей нуклеотидов. Укажите порядок возникновения дивергенции трёх штаммов. Рассчитайте, когда существовал последний общий предок штаммов *B* и *C* при условии, что на приведённом участке за сто поколений возникает три нейтральных* мутации. Приведите расчёты, аргументируя ответ. Считайте, что одно поколение у данного вида бактерии сменяется за 20 минут, а также, что все мутации, которые произошли в данном участке гена, нейтральные. При ответе округляйте значения до первого знака после запятой.

Нейтральные мутации – это изменения в последовательности ДНК, которые не оказывают никакого влияния на приспособленность организма.

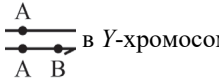
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: 1) Филогенетическое древо  *допускается один любой вариант изображения филогенетического дерева;* 2) сначала возник (отделился; дивергировал) штамм *A* ИЛИ 2) сначала возник (отделился; дивергировал) штамм *A* и предок штаммов *B/C* (предковый штамм *BC*); 3) затем возникли (отделились; дивергировали) штаммы *B* и C; 4) между штаммами *B* и *C* имеется 4 нуклеотидных различия (имеются нуклеотидные различия в позициях 9, 17, 28, 32); 5) после разделения два штамма накопили в среднем по 2 нейтральных мутации; 6) количество поколений (*N*), необходимое для накопления такого количества мутаций, составит $N = \frac{2 \cdot 100}{3} = 66,7$; 7) время, необходимое для формирования такого количества различий (*t*), составит $t = 66,7 \cdot 20 = 1334$ мин. (22,2 ч)	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок, и включает в себя пункты 1, 6 и 7	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок, и включает в себя пункт 1	2
Ответ включает в себя два-три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

28 На *X*- и *Y*-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает аномалии в развитии кисти. Аллель гена образования перепонок между пальцами (перепончатые пальцы) наследуется голандрически (наследование по гетерогаметному полу). Женщина с нормальным развитием кисти и нормальными пальцами вышла замуж за мужчину с аномалией развития кисти и перепончатыми пальцами, гомозиготная мать которого не имела аномалии в развитии кисти. Родившаяся в этом браке дочь с аномалией развития кисти вышла замуж за мужчину без названных аномалий. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом из браков ребёнка с нормальным развитием кисти и перепонками между пальцами? Ответ поясните.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: 1) P ♀ X^aX^a × ♂ X^aY^{Ab} G X^a X^a, X^A, Y^{Ab}, Y^{ab} F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: X^aX^a – нормальное развитие кисти, нормальные пальцы; X^AX^a – аномалия развития кисти, нормальные пальцы; генотипы, фенотипы возможных сыновей: X^aY^{Ab} – аномалия развития кисти, перепончатые пальцы; X^aY^{ab} – нормальное развитие кисти, перепончатые пальцы; 2) ♀ X^AX^a × ♂ X^aY^a G X^A, X^a X^a, Y^a F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: X^AX^a – аномалия развития кисти, нормальные пальцы; X^aX^a – нормальное развитие кисти, нормальные пальцы; генотипы, фенотипы возможных сыновей: X^AY^a – аномалия развития кисти, нормальные пальцы; X^aY^a – нормальное развитие кисти, нормальные пальцы; 3) в первом из браков возможно рождение сына с нормальным развитием кисти и перепончатыми пальцами (X^aY^{ab}). В генотипе этого ребёнка находится материнская X^a-хромосома и кроссоверная отцовская Y^{ab}-хромосома. (Допускается иная генетическая символика обозначения гена, который наследуется голандрически: Y^B, Y', а также обозначение Y^B и Y^b альтернативных аллелей в *Y*-хромосоме. Допускается иная генетическая символика изображения генов: в *X*-хромосоме,  в *Y*-хромосоме.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков.* *Ответ «здоров» или «норма» считать верным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 04.04.2023 № 233/552, зарегистрирован Минюстом России 15.05.2023 № 73314)

«81. Проверка экзаменационных работ включает в себя:

1) проверку и оценивание предметными комиссиями ответов на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом <…>, в том числе устных ответов, в соответствии с критериями оценивания по соответствующему учебному предмету, разработка которых организуется Рособрнадзором[1]. <…>

По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют первичные баллы за каждый ответ на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом. <…>

В случае существенного расхождения в первичных баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в первичных баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету, разработка которых организуется Рособрнадзором.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о первичных баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Существенными считаются следующие расхождения.

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 22–28, составляет 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение между суммами баллов, выставленных двумя экспертами за выполнение всех заданий 22–28, составляет 4 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет ответы на все задания 22–28.

3. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 22–28 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание в экзаменационной работе, а другой эксперт выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.

4. Ситуации, в которых один эксперт указал на отсутствие ответа в экзаменационной работе, а второй эксперт выставил нулевой балл за выполнение этого задания, не являются ситуациями существенного расхождения в оценивании.

[1] Часть 14 статьи 59 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки