

## Разбор заданий заключительного тура олимпиады РУДН для школьников по профилю «Биология»

Максимальное количество баллов – 100

1. Прямые волосы имеют 36% представителей популяции. Определите, какую часть популяции составляют обладатели вьющихся волос и какую волнистых (соответственно). Признак аутосомный и наследуется с неполным доминированием.

А – 16% и 48%

Б – 64% и 0%

В – 32% и 32%

Г – 36% и 28%

Правильный ответ – А, так как здесь необходимо применить закон Харди-Вайнберга, который позволяет определить генетическую структуру популяции, т. е. рассчитать частоты генов и генотипов. Математическим выражением этого закона является уравнение:

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1, \text{ где}$$

$p$  – частота доминантного аллеля,

$q$  – частота рецессивного аллеля,

$p^2$  – частота доминантных гомозигот,

$2pq$  – частота гетерозигот,

$q^2$  – частота рецессивных гомозигот.

Сумма частот доминантного и рецессивного аллелей равна 1:  $p + q = 1$ .

Признак форма волос у человека является аутосомным с неполным доминированием. Прямые волосы – рецессивный признак ( $a$ ), вьющиеся волосы – доминантный признак ( $A$ ), волнистые волосы имеют промежуточный характер наследования ( $Aa$ ).

В задаче сказано, что прямые волосы имеют 36% представителей популяции, таким образом частота рецессивных гомозигот  $q^2_{aa} = 0,36$ .

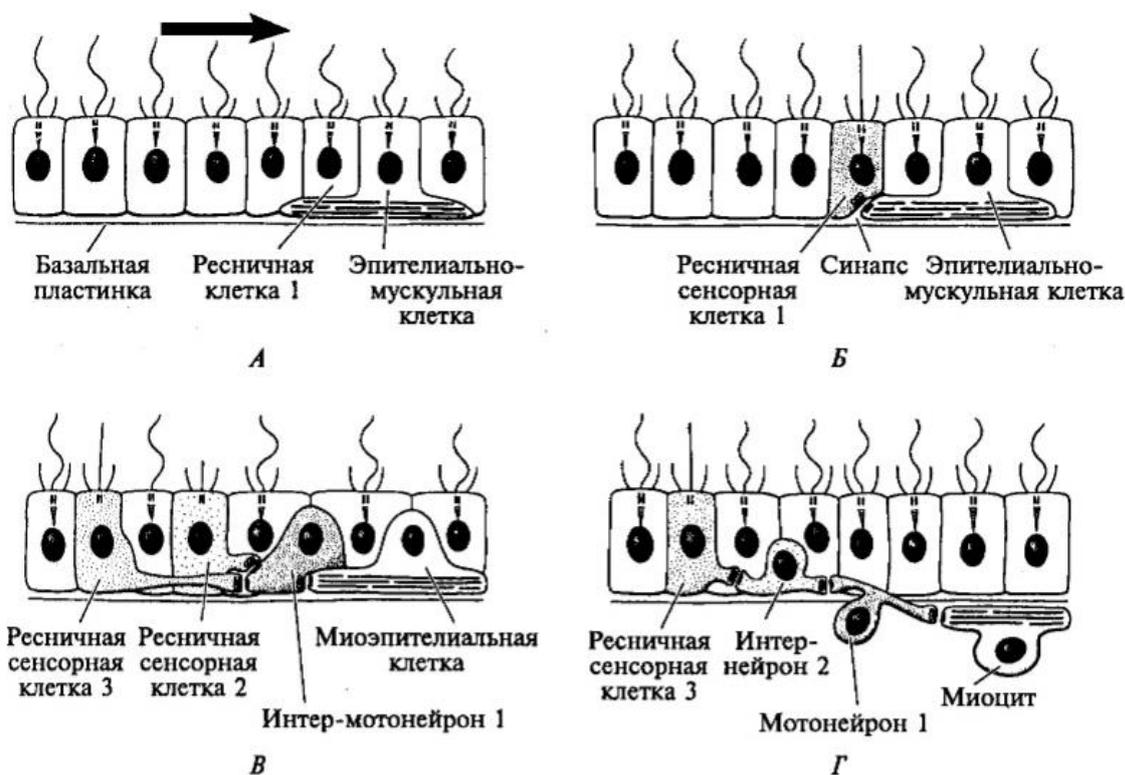
Частота рецессивного гена  $q_a = \sqrt{0,36} = 0,6$ .

Частота доминантного гена  $p_A = 1 - q = 1 - 0,6 = 0,4$ .

Тогда частота доминантных гомозигот  $p^2_{AA} = (0,4)^2 = 0,16$  (16%), а частота гетерозигот будет равна  $2pq_{Aa} = 2 \times 0,4 \times 0,6 = 0,48$  (48%).

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
1	Выбран правильный ответ	5
	Выбран неправильный ответ	0

2. На рисунке показаны этапы эволюции нервно-мышечной системы многоклеточных (гипотетическая схема). На основании этого рисунка, какой можно сделать вывод о происхождении и изменении положения нервных и мышечных клеток многоклеточных животных в процессе их эволюции (в составе какой ткани первоначально располагались мышечные и нервные клетки, из каких клеток образовались различные элементы рефлекторной дуги, куда сместились мышечные клетки)?



Элементы правильного ответа:

1. Все элементы рефлекторной дуги, в том числе нервные и мышечные клетки, первоначально входили в состав эпителиальной ткани.
2. Чувствительный, вставочный и двигательный нейроны являются результатом специализации ресничных клеток эпителиальной ткани.
3. Мышечная клетка является результатом специализации эпителиально-мышечной клетки, которая в процессе эволюции переместилась из эпителиального пласта (эпителиальной ткани) в соединительную ткань (или её аналоги), расположенную под эпителием.

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
2	На все вопросы задания даны верные ответы	10
	Дан правильный ответ на первый вопрос	3
	Дан правильный ответ на второй вопрос	3

	Дан правильный ответ на третий вопрос	4
	Не дано ни одного правильного ответа	0

- 3. В 40-х годах XX в. пенициллин был самым эффективным лекарством против крупозного воспаления легких. В настоящее время пенициллин не применяют для лечения этой болезни. Объясните, почему для борьбы с этой болезнью применяют другие антибиотики? За счет чего у бактерий вырабатывается устойчивость к антибиотикам? Какие факторы эволюции могут определять лекарственную устойчивость к антибиотикам?**

Элементы правильного ответа:

1. На фоне применения антибиотиков у болезнетворных бактерий вырабатывается устойчивость к этим препаратам. Резистентные к антибиотикам бактерии получили преимущества в вопросах бесполого размножения, а также полового процесса, в частности конъюгации.

2. Самому возникновению антибиотикорезистентности способствуют полезные в этом отношении мутации. Мутации могут провоцировать изменение структуры транспортных белковых каналов и снижение проницаемости внешних структур бактерий для антибиотиков, и, как следствие, снижение чувствительности к некоторым антибиотикам, а также появление новых антибиотик-связывающих белковых продуктов. Некоторые бактерии обретают способность к выведению антибиотиков из клетки путем активного транспорта.

Примечательно, что устойчивость к препаратам пенициллинового ряда определяется мутацией, спровоцированной одним из сложноорганизованных мобильных генетических элементов, а сама мутация локализуется в гене бактериальной хромосомы.

3. Факторы эволюции – прежде всего мутационный процесс и естественный отбор.

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
3	На все вопросы задания даны верные ответы	10
	Дан правильный ответ на первый вопрос	3
	Дан правильный ответ на второй вопрос	5
	Дан правильный ответ на третий вопрос	2
	Не дано ни одного правильного ответа	0

- 4. В научно-исследовательской лаборатории при помощи молекулярно-генетических методов ученый сконструировал геном искусственного микроорганизма. Для того, чтобы можно было отличить искусственный микроорганизм от существующего в природе, в один из генов он зашифровал свое имя. Прочитать имя ученого можно при**

помощи однобуквенного обозначения аминокислот (таблица прилагается).

Ниже представлен фрагмент искусственного генома (смысловая цепь), кодирующего небольшой полипептид, в последовательности которого зашифровано имя ученого:

5' ААГ ГГА АТГ ГТЦ ААГ АТА ГТА ГЦЦ ААЦ ГГЦ ААА АГЦ ЦАГ ГГТ ТТТ ТАГ ААГ ГТЦ 3'

**Задание:**

1. Постройте вторую цепь ДНК и мРНК, соответствующую данному фрагменту;
2. Определите рамку считывания;
3. Запишите последовательность аминокислот данного полипептида, используя стандартные обозначения;
4. При помощи приведенной ниже таблицы переведите обозначения аминокислот в однобуквенную форму и прочитайте имя ученого;
5. Запишите в ответ

- Последовательность аминокислот:

- 
- Имя ученого:
- 

Аминокислота	Трёхбуквенное сокращение (код)	Однобуквенный символ
Аланин	Ala	A
Аргинин	Arg	R
Аспарагин	Asn	N
Аспарагиновая кислота	Asp	D
Цистеин	Cys	C
Глутамин	Gln	Q
Глутаминовая кислота	Glu	E
Глицин	Gly	G
Гистидин	His	H
Изолейцин	Ile	I
Лейцин	Leu	L
Лизин	Lys	K
Метионин	Met	M
Фенилаланин	Phe	F
Пролин	Pro	P
Серин	Ser	S
Треонин	Thr	T
Триптофан	Trp	W
Тирозин	Tyr	Y
Валин	Val	V

# Таблица генетического кода

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

## Ответ:

5' ААГ ГГА АТГ ГТЦ ААГ АТА ГТА ГЦЦ ААЦ ГГЦ ААА АГЦ ЦАГ ГГТ ТТТ ТАГ ААГ ГТЦ 3'  
 3' ТТЦ ЦЦТ ТАЦ ЦАГ ТТЦ ТАТ ЦАТ ЦГГ ТТГ ЦЦГ ТТТ ТЦГ ГТЦ ЦЦА ААА АТЦ ТТЦ ЦАГ 5'  
 5' ААГ ГГА АУГ ГУЦ ААГ АУА ГУА ГЦЦ ААЦ ГГЦ ААА АГЦ ЦАГ ГГУ УУУ УАГ ААГ ГУЦ 3'

Мет Вал Лиз Иле Вал Ала Асн Гли Лиз Сер Гли Гли Фен стоп

M V K I V A N G K S Q G F

Участок мРНК, кодирующий полипептидную цепь, называется рамкой считывания. Первый и последний кодоны рамки считывания – это, соответственно, старт- и стоп-кодона. Установить рамку считывания – значит определить старт-кодон (АУГ).

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
4	На все вопросы задания даны верные ответы	10
	Правильно построена вторая цепь ДНК	2
	Правильно построена мРНК	2
	Верно определена рамка считывания	2
	Правильно записана последовательность аминокислот	2
	Верно определено имя ученого	2
	Не дано ни одного правильного ответа	0

**5. В полимеразной цепной реакции в качестве затравки используются праймеры – искусственно синтезированные нуклеотидные**

последовательности, комплементарные концам исследуемого участка ДНК (В названии нуклеотидов использованы буквы латинского алфавита: А – аденин, Т – тимин, G – гуанин, С - цитозин).

Подберите пару праймеров к концам указанного фрагмента ДНК. Обратите внимание, что синтез комплементарной цепи всегда идет от 5'-конца к 3', последовательность праймеров указывается от 5'-конца к 3'.

5'AAAAACAGTGACTTGTACAGCATAATGAAAAACCTAGGCATTGATTTTGAAGACATCA  
GACACATGCAGAATGAAAAATTTTTCAGAAATGATTTTCTGGTGAGGTTGACTTCAG 3'

А – Прямой праймер: 5'- AAAAACAGTGACTTGTACAGCATAATGA-3'

Обратный праймер: 5'-ATTTTCTGGTGAGGTTGACTTCAG-3'

Б – Прямой праймер: 5'- TCATTATGCTGTACAAGTCACTGTTTTT-3'

Обратный праймер: 5'-ATTTTCTGGTGAGGTTGACTTCAG-3'

В – Прямой праймер: 5'- AAAAACAGTGACTTGTACAGCATAATGA-3'

Обратный праймер: 5'- CTGAAGTCAACCTCACCAGAAAAAT-3'

Правильный ответ: В

Запишем вторую цепь ДНК, комплементарную смысловой цепи.

5'AAAAACAGTGACTTGTACAGCATAATGAAAAACCTAGGCATTGATTTTGAAGACATCAG  
ACACATGCAGAATGAAAAATTTTTCAGAAATGATTTTCTGGTGAGGTTGACTTCAG3'  
3'TAAAAAGACCACTCCAAGTCS'

5'AAAAACAGTGACTTGTACAGCATAATGA3'

3'TTTTGTCACTGAACATGTCGTATTACTTTTGGATCCGТААСТААААСТТСТGTAGTC  
TGTGTACGTCTTACTTTTТАААААГТСТТАСТАААААГАССАСТССААСТГААГТС5'

Обратный праймер 5'-CTGAAGTCAACCTCACCAGAAAAAT-3' присоединяется по принципу комплементарности к 3'-концу смысловой цепи ДНК.

Прямой праймер 5'-AAAAACAGTGACTTGTACAGCATAATGA-3' присоединяется к 3'-концу матричной цепи ДНК.

Места присоединения праймеров на ДНК выделены жирным шрифтом, а сами праймеры – красным цветом.

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
5	Выбран правильный ответ	10
	Выбран неправильный ответ	0

6. В поликлинику к гастроэнтерологу обратился мужчина с жалобами на периодические схваткообразные боли в животе, слабость, недомогание, нарушение стула и кровь в фекалиях. Две недели назад он вернулся из Африки. При микроскопическом исследовании фекалий больного обнаружены яйца (0,13-0,18 мм), удлинено-овальной формы, с

**крупным боковым шипом. Одно из таких яиц представлено на фотографии.**



**Яйца какого гельминта обнаружены у больного? Где в организме человека локализуются половозрелые формы этого гельминта? Как могло произойти заражение? Какие меры профилактики должен был соблюдать данный пациент?**

Ответ:

1. В фекалиях больного обнаружены яйца кишечной шистосомы (кровяной двуустки), поскольку на них есть шип.
2. Половозрелые формы шистосомы локализуются в мелких венах кишечника человека.
3. Заражение могло произойти при купании в зараженных водоемах, так как личинки (церкарии) шистосомы активно внедряются в кожу. Возможно пероральное заражение при питье воды из зараженных шистосомами водоемов.
4. Профилактика: данный пациент должен был использовать для питья только очищенную воду; не купаться в зараженных водоемах.

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
6	На все вопросы задания даны верные ответы	20
	Дан правильный ответ на первый вопрос	5
	Дан правильный ответ на второй вопрос	5
	Дан правильный ответ на третий вопрос	5
	Дан правильный ответ на четвертый вопрос	5
	Не дано ни одного правильного ответа	0

**7. Некоторые люди нередко делают татуировку — подкожно вводят краску, которая не разрушается в организме и рисунок на коже человека сохраняется на всю жизнь.**

Объясните:

- 1) Какие клетки крови, покидая сосуды, поглощают эту краску?
- 2) Как называется тканевая форма существования этих клеток?
- 3) Как называется процесс поглощения красителя?
- 4) Почему татуировка сохраняется в течение всей жизни, если известно, что жизнь клеток-поглотителей туши ограничена?

Ответ:

1) Краску поглощают моноциты крови, поскольку их основная функция — фагоцитоз. Моноциты идентифицируют опасные вирусы, бактерии, а также чужеродные частицы (именно так воспринимается красящий пигмент, которым делается татуировка) и захватывают их.

2) Тканевой формой моноцитов являются макрофаги.

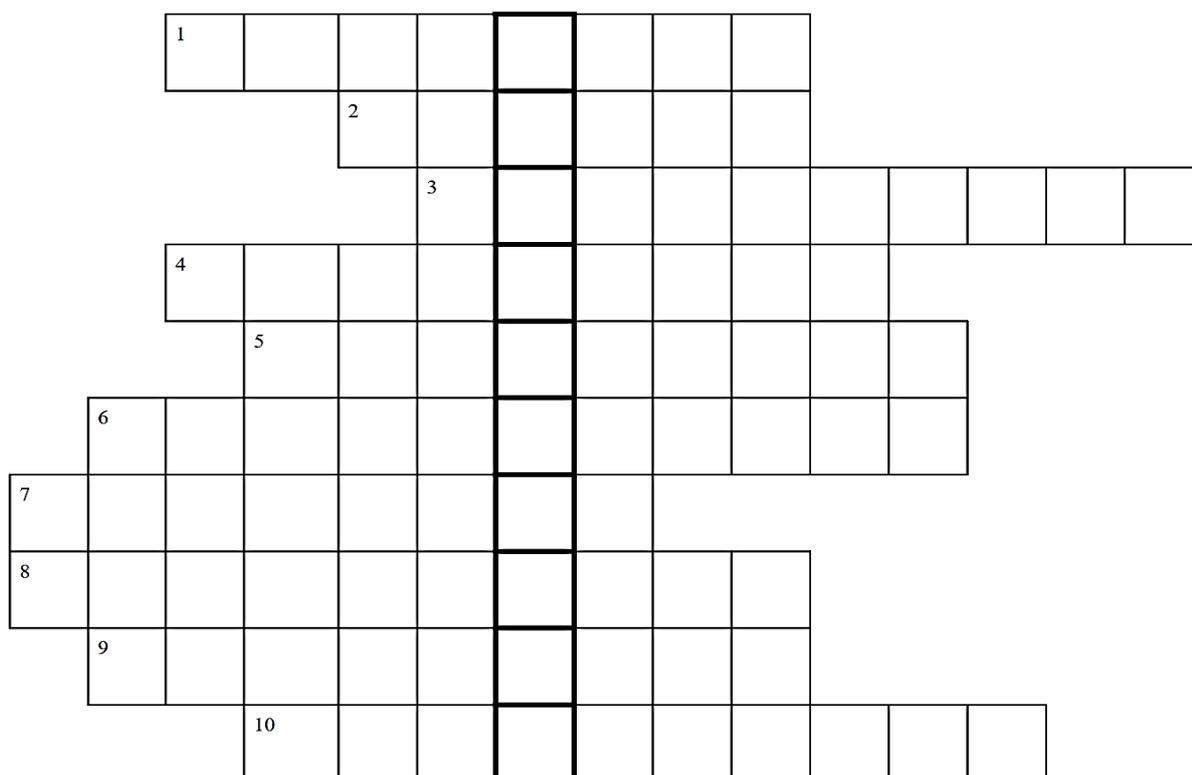
3) Процесс поглощения красителя называется фагоцитозом, поскольку краситель представляет собой суспензию (смесь жидкости с твердыми частицами, находящимися во взвешенном состоянии).

4) К сохранению татуировки макрофаги не имеют никакого отношения. В результате привлечения фибробластов происходит отложение вокруг частиц туши послойно коллагеновых волокон с образованием соединительнотканной капсулы, что и ведет к сохранению туши и татуировки.

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
7	На все вопросы задания даны верные ответы	20
	Дан правильный ответ на первый вопрос	5
	Дан правильный ответ на второй вопрос	3
	Дан правильный ответ на третий вопрос	5
	Дан правильный ответ на четвертый вопрос	7
	Не дано ни одного правильного ответа	0

**8. Заполнив все ячейки, по вертикали Вы получите название одного из компонентов клетки. Первая буква слова ставится в ячейку с цифрой. Для получения высоких баллов за этот вопрос необходимо вписать как можно больше правильных слов.**

**1.** Черная вдова. **2.** И сосуд, и воздухоносный путь. **3.** Организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических. **4.** Его используют для получения чистых линий. **5.** Слоевидные растения. **6.** Когда *n* в ядре слишком много. **7.** Место обитания бычьего цепня, аскариды и лямблии. **8.** Предшественник тромбина. **9.** Много испытавшая на своем веку муха. **10.** Процесс метаболического распада, разложения на более простые вещества или окисления какого-либо вещества, обычно протекающий с высвобождением энергии в виде тепла и в виде АТФ.



Ответы:

1. Каракурт
2. Трахея
3. Продуценты
4. Инбридинг
5. Водоросли
6. Полиплоидия
7. Кишечник
8. Протромбин
9. Дрозофила
10. Катаболизм

По вертикали – Кариолимфа

Номер задания	Критерии оценивания	Балл
8	На все вопросы задания даны верные ответы	15
	Каждый правильный ответ – 1,5 балла	Max 15
	Не дано ни одного правильного ответа	0