

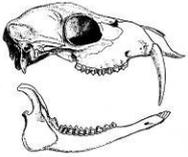
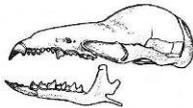
## 1. Черепа. (30 баллов)

Форма клюва у птиц и зубов у млекопитающих сильно зависит от кормовых объектов и способов добывания пищи.

Рассмотрите черепа на рисунках и фотографиях ниже. Для каждого из черепов определите класс, к которому принадлежит это животное, и таксоны более низкого ранга, указанные в бланке ответов.

Чем каждое животное питается?

### ОТВЕТ

Номер	Класс	Отряд	Семейство	Род	Рацион
1 	Птицы	Соколообразные	Соколиные		хищник
2 	Птицы	Воробьинообразные	Врановые		всеядный
3 	Млекопитающие	Парнокопытные	Кабарговые	Кабарга	Растения (0,5 б.) и лишайники (0,5 б.)
4 	Млекопитающие	Китопарнокопытные/ Китообразные	Кашалотовые	Кашалот	Рыба (0,5 балл) и Головоногие (0,5 балл)
5 	Птицы	Стрижеобразные	Колибри		Нектар (1б)
6 	Птицы	Совообразные			Хищник
7 	Млекопитающие	Непарнокопытные	Лошадиные	Лошадь	растительный
8 	Млекопитающие	Насекомоядные			Беспозвоночные (0,5 б.), мелкие позвоночные (0,5 б.)
9 	Млекопитающие	Двурезцовые сумчатые	Кенгуровые		растительный

10		Млекопитающие	Однопроходные	Ехидновые		Мелкие беспозвоночные/ муравьи и термиты (достаточно просто «муравьи») – 1 б
11		Птицы	Попугаеобразные			Семена и плоды - 1б
12		Млекопитающие	Грызуны			Растительный
13		Птицы	Воробьинообразные			Семена и плоды - 1б
14		Млекопитающие	Неполнозубые			Муравьи/муравьи и термиты (1б)
15		Птицы	Пеликанообразные	Пеликановые	Пеликан	рыба (1б)
16		Птицы	Фламингообразные	Фламинговые	Фламинго	водные беспозвоночные (1б)

В 1 столбце 2 балла, если все верно, - 0,5 балла за ошибку. Далее по 0,5 б. за ячейку, кроме тех, где указано (1 б.) - где более подробно описывается рацион. Итого 30 баллов

## 2. «Постковидный» синдром. (18 баллов)

Известно, что при коронавирусе проводят терапию глюкокортикоидами.

Арине 18 лет. После перенесенной коронавирусной инфекции она начала резко набирать вес и стала очень раздражительной. Арина подумала, что это случилось из-за гиподинамии, и начала заниматься в спортзале, но вес продолжал расти. На теле появились растяжки, лицо приобрело розоватый оттенок, появились волосы и угри на лице.

Однажды утром на пути в университет девушка поскользнулась, упала и сломала бедренную кость. В больнице Арине измерили артериальное давление, оно оказалось выше нормы. Анализ крови показал также повышенный уровень сахара. После определения содержания гормонов в крови у Арины были получены следующие результаты:

Гормон	Результат анализа	Референсные значения
ТТГ	0,35 мМЕ/л	0,4 - 0,5 мМЕ/л
АКТГ	134 пг/л	7 - 63,3 пг/л
Вазопрессин	3,38 пг/л	1-5 пг/л
ЛГ	135 мМЕ/мл	0 - 200 мМЕ/мл

Вопрос	Ответ
<b>Вопрос 1.</b> Уровень каких гормонов и каким образом изменен у Арины?	Увеличение АКТГ. 1 балл
<b>Вопрос 2.</b> Как называется заболевание, которым страдает Арина? Уровень какого гормона надо проверить еще, чтобы удостовериться в диагнозе? Назовем его вещество X.	Синдром (болезнь) Иценко—Кушинга. 1 балл Кортизол. 1 балл.
<b>Вопрос 3.</b> На приведенном рисунке в квадратах напишите органы, в которых вырабатываются гормоны, связанные с заболеванием Арины. Рядом со стрелками подпишите названия этих гормонов.	<p>5 баллов</p>
<b>Вопрос 4.</b> Для вещества X характерно наличие механизма обратной связи по влиянию на количество вышестоящих гормонов. Дополните схему стрелками, поясняющими механизм обратной связи и его нарушение при заболевании Арины.	<p>4 балла</p>
<b>Вопрос 5.</b> Для уточнения формы заболевания Арине назначили компьютерную томографию. Как вы думаете, какие органы можно исследовать в данном случае и как это поможет в уточнении диагноза?	Головы, чтобы увидеть, есть ли увеличение гипофиза. Надпочечников, чтобы увидеть опухоль коры надпочечников. 4 балла.
<b>Вопрос 6.</b> Объясните, с чем связана повышенная раздражительность у Арины? Какой гормон влияет на это?	Кортизол - гормон стресса, повышает восприимчивость к раздражителям. 2 балла

### 3. Владыка вечности. (33 балла)

В 1965 году вышел фантастический роман Фрэнка Герберта «Дюна», а осенью 2021 – одноименная экранизация режиссера Дени Вильнева. Действия романа происходят в далеком будущем на пустынной и жаркой планете Арракис.

Известно, что поверхность Арракиса или, по-другому, Дюны – знойная песчаная пустыня с горами и скоплениями скальных выступов. Доминирующей формой жизни, сформировавшей облик Арракиса являются гигантские Песчаные черви – Шай-Хулуд (данное словосочетание можно перевести с арабского как «Владыка Вечности»), взрослые особи которых могут достигать до 400 метров в длину и 80 метров в диаметре.

Тело Шай-Хулуда может состоять более чем из 400 сегментов, каждый из которых обладает собственной примитивной нервной системой и способен дать начало целому червю в случае отделения от тела. Передний сегмент Песчаного червя несет несколько сотен острых кремниевых зубов. Один из передних сегментов после полового созревания (у самок зрелость наступает через 1000 лет, а у самцов – приблизительно через 1100 лет) становится репродуктивным. Взрослый Шай-Хулуд не переносит присутствия воды в почве – она для него смертельна.

Рассмотрим жизненный цикл этих фантастических созданий, описанный самим Фрэнком Гербертом в серии книг. Половозрелая самка (длиной около 100 м и диаметром ротового отверстия 20 м) выбирается на поверхность и начинает бить задним концом тела о землю. Звуки ударов хвостового отдела самки привлекают самца (длина около 400 м, диаметр ротового отверстия – 80 м), который набрасывается на самку, пожирая ее. Следующие несколько недель самец проводит неподвижно, в его теле происходит частичное переваривание тела самки и оплодотворение яиц, находящихся в защитной оболочке. После откладки яиц червь уползает.

Через некоторое время из яиц вылупляется «песчаный планктон» – мелкие одноклеточные организмы, живущие на поверхности песков Арракиса. Песчаный планктон питается останками тела матери. Так же песчаный планктон сам служит пищей взрослому Шай-Хулуду. Выживший песчаный планктон уходит в глубинные слои песка, где вырастает в одноклеточный амeboидный организм – песчаную форель. Песчаная форель имеет длину до 20 см и ширину порядка 6 см и активно поглощает органические вещества из окружающей среды, а также может преодолевать большие расстояния в поисках воды. Песчаные форели способны слипаться в агломераты и, таким образом, образовывать крупные подземные резервуары для воды. Время от времени в этих резервуарах накапливается большое количество углекислого газа, являющегося продуктом жизнедеятельности песчаной форели, что приводит к взрыву. На поверхность планеты выбрасывается смесь песка и останков погибшей песчаной форели – что является пищевым ресурсом для песчаного планктона.

Выжившая песчаная форель, накопившая достаточное количество воды и питательных веществ, способна инцистироваться. Через шесть лет из цисты вылупляется молодой песчаный червь длиной до трех метров. Большая часть песчаных червей погибает, будучи съеденной более крупными особями. Лишь немногие доживают до половозрелого возраста и превращаются в гигантских Шай-Хулудов.

**Вопрос 1.** Несмотря на фантастичность Шай-Хулудов, в окружающем мире можно найти организмы, обладающие некоторыми морфофизиологическими или поведенческими свойствами этих созданий. Заполните таблицу, соотнесите поведение или процесс в теле Шай-

Хулуда с реально существующими. Приведите примеры животных, для которых известны аналогичные процессы.

**Вопрос 2.** Предположите две причины, зачем Шаи-Хулуду необходима жизненная стадия песчаной форели, которая активно поглощает воду, и взрослую стадию, для которой вода смертельно опасна?

**Вопрос 3.** Найдите грубую биологическую ошибку, руководствуясь только вышеуказанным описанием экосистемы Дюны.

**Вопрос 4.** Предложите два способа, как можно исправить обнаруженную Вами экологическую ошибку. Так как Шаи-Хулуды – это выдуманные животные, вы можете менять их пищевое поведение.

## ОТВЕТ

### Вопрос 1.

Процесс в теле или поведение Шаи-Хулуда	Название биологического процесса или явления	Организм-аналог
Способность развития целого червя лишь из одного сегмента тела	Регенерация	Морская звезда, португальский кораблик
Поедание взрослым червем молодых и/или личиночных форм	Каннибализм	Бурый медведь, Паук <i>Stegodyphus lineatus</i>
Поедание самцом самки в процессе спаривания	Половой каннибализм	Обыкновенный богомол, Черная вдова
Пропускание через себя неорганической массы (песка) для фильтрации пищи		Дождевой червь, Серый кит
«Плавание» в толще песка		Аптечные сцинки, Златокрот
Песчаная форель и взрослый червь, кардинально различающиеся по внешнему виду и способу питания	Полный метаморфоз	Печеночный сосальщик, бычий цепень, бабочка, Морская звезда, Португальский кораблик
Размножение между двумя взрослыми червями	Половое размножение	
Поедание песчаным планктоном останков матери	Матрифагия	Паук <i>Stegodyphus lineatus</i> , Морская звезда
	6 б	14 б

По 1 баллу за явление, по 2 балла за 1 верно указанный организм Всего 20 баллов

*Поскольку из задания оказалось непонятным, аналог чему надо писать (первому или второму столбцу), оценивалось в каждом случае индивидуально. Популярны примеры: регенерация - дождевые черви, каннибализм - хомячки, матрифагия - медведи. Если сопоставлять с первым столбцом - ерунда, если со вторым - всё верно. За червей ставилось 1 (голова отращивает хвост, а наоборот нет), за хомячков ставилось 1 (это адаптивная реакция на стресс, а не механизм существования популяции), за медведей 0 (это эпизодические случаи, не имеющие значения для популяции).*

*Поскольку в задании не написано, какого уровня таксон надо приводить, часто писали “матрифагия - науки”, “плавание в песке - змеи” и прочее. Если для всей группы утверждение было верным (“полный метаморфоз - жуки”), ставился полный балл, за первые 2 примера - 0 баллов.*

№	Вопрос	Ваш ответ
2	Предположите две причины, зачем Шаи-Хулуду необходима жизненная стадия песчаной форели, которая активно поглощает воду, и взрослую стадию, для которой вода смертельно опасна? <b>4 балла</b>	<p>Личиночная форма, таким образом, защищается от поедания взрослой особью. Личиночная и взрослая формы занимают разные экологические ниши, и тем самым, они не конкурируют за ресурсы.</p> <p><i>(2 балла также ставили за идею о том, что форель, концентрируя воду, очищает от неё толщу песка для благополучия взрослой стадии)</i></p>
3	Найдите грубую биологическую ошибку, руководствуясь только вышеуказанным описанием экосистемы Дюны. <b>3 балла</b>	<p>Нет внешнего источника энергии. Получается замкнутый цикл передачи энергии: взрослая особь питается личинками и другими червями, песчаные форели питаются песчаным планктоном, песчаный планктон питается мертвой песчаной форелью.</p>
4	Предложите два способа, как можно исправить обнаруженную Вами экологическую ошибку. Так как Шаи-Хулуды – это выдуманные животные, вы можете менять их пищевое поведение. <b>6 баллов</b>	<p>Нужна автотрофная форма жизни, которую будет поедать взрослая или личиночная форма.</p> <p>Это может быть фотоавтотроф: песчаный планктон, потому что он живет на поверхности пустыни и может поглощать солнечную энергию и/или хемоавтотроф: песчаная форель, так как она живет в толще песка.</p> <p><i>(Сопоставимые баллы ставились за предложения ввести в экосистему других организмов-автотрофов (фото или хемо), которыми питалась бы какая-либо стадия червей.)</i></p> <p><i>(Была хорошая идея с хемотрофными микроорганизмами, которых взрослые черви поглощали бы вместе с песком и переваривали)</i></p>

#### 4. Красота в деталях. (24 балла)

Кактусы, обитатели засушливых биотопов, в процессе эволюции выработали множество приспособлений, позволяющих эффективно добывать и экономно использовать воду.

##### Вопрос 1.

В таблице отметьте словом «ДА» те приспособления, которые кактусы используют для экономии воды. Возле приспособлений, которые кактусы НЕ используют, или ошибочных утверждений ничего не пишите или поставьте «-».

Ответ: 0,5 балла за каждое верно отмеченное утверждение, всего 5 баллов

№	Утверждение	Да/ -
1	Боковые корни располагаются близко к поверхности почвы, что позволяет собирать росу и дождевую воду	ДА
2	Полное отсутствие устьиц, позволяет исключить испарение воды	
3	Кактусы двулетние растения, в жаркий сезон их вегетативная часть отмирает, оставляя под землей клубень или луковицу	
4	Листья превратились в колючки, что позволяет уменьшить испарение	ДА
5	Функцию фотосинтеза выполняет мясистый стебель, что уменьшает площадь поверхности и снижает испарение	ДА
6	Все кактусы имеют маленькие размеры, чтобы уменьшить площадь испарения	
7	В стебле сильно развита водозапасающая паренхима, что позволяет накапливать воду впрок	ДА
8	Стебель покрыт толстой кутикулой, предотвращающей испарение	ДА
9	Некоторые кактусы имеют опушение которое притеняет стебель и позволяет испарять меньше влаги	ДА
10	Кактусы цветут очень редко или не цветут вовсе, чтобы экономить ресурсы на развитии цветов, плодов и семян	

##### Вопрос 2.

Кактусы, как и прочие растения, в процессе фотосинтеза используют воду, углекислый газ и энергию солнца. Однако им сложно экономить воду и получать все три компонента одновременно, поэтому кактусы получают ресурсы и производят сахара **в разное время суток**. Вспомните механизмы, с помощью которых растения осуществляют обмен веществ, и отметьте знаком «+» время суток, в которое, по вашему мнению, у кактусов происходят разные этапы фотосинтеза.

Ответ: По 1 баллу за каждую строчку, всего 5 баллов

Процесс	День	Ночь
Поглощение воды из почвы и её запасание.	+	+
Поглощение и запасание углекислого газа.		+
Превращение энергии солнца в энергию химических связей.	+	
Использование запасов углекислого газа для производства сахаров.	+	
Использование запасов воды для производства сахаров.	+	

### Вопрос 3.

В природе кактусы имеют зеленую окраску, благодаря присутствию в их клетках пигмента хлорофилла, необходимого для реакций фотосинтеза.

В цветочном магазине можно встретить декоративные кактусы самых причудливых расцветок.

Получить кактус с розовыми иголками можно и в домашних условиях. Для этого в воду для полива нужно добавлять краситель **эозин**, который содержится, например, в **красных чернилах**.

Юный натуралист в начале учебного года посадил в одинаковые цветочные горшки три отростка кактусов разных видов и на протяжении всего учебного года поливал их водой с добавлением красных чернил.

На лето он уехал отдыхать к бабушке, а полив кактусов поручил старшему брату, который аккуратно ухаживал за растениями, но забыл, что нужно добавлять чернила в воду для полива.

Какие **наблюдения** сделал юный натуралист за год исследований, и какие **выводы** следуют из этих наблюдений?

- А. В первые дни с кактусами ничего не происходило.
- Б. Через некоторое время иголки кактусов начали постепенно приобретать розовый оттенок.
- В. Иголки всех трех кактусов окрасились одновременно и сохраняли розовый цвет до конца учебного года.
- Г. Летом кактусы росли быстрее, чем в учебном году.
- Д. За лето все иголки приобрели свой обычный цвет.
- Е. Иголки на той части кактуса, которая приросла за лето, имели обычный цвет, а на остальной части растения розовый.
- Ж. Эозин поглощается корнями из почвы, вместе с водой и минеральными веществами;
- З. Эозин накапливается только в иголках, потому что в них нет хлорофилла, никакие структуры внутри стебля эозином не окрашиваются;
- И. Эозин поступает к иголкам по сосудам и, если сделать срез и рассматривать его в микроскоп, можно увидеть окрашенные сосуды уже в первые дни эксперимента;
- К. Эозин вместе с хлорофиллом включается в процесс фотосинтеза, поэтому в учебном году кактусы росли быстрее, чем летом.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
+	+		+		+	+		+	

0,5 балла за ячейку, всего 5 баллов

### Вопрос 4.

В редких случаях из семян кактусов прорастают растения имеющие красный, желтый или белый цвет. Эти всходы быстро погибают, но их можно спасти, если привить цветной кактус на зелёный. В случае успешной прививки растение продолжит развиваться, но проживет меньше, чем зеленое.

Дайте свободный ответ на следующие вопросы:

№	Вопрос	Ваш ответ
4-1	Почему красные, желтые и белые всходы имеют такой цвет? 2 б	В них нет хлорофилла. К красных и желтых есть каротины (красные и желтые пигменты). У белых нет никаких пигментов.

4-2	Какие условия следует соблюдать, чтобы прививка прошла успешно? <b>3 б</b>	Условия – растения должны быть одного или близких видов. Диаметр среза привоя и подвоя должен совпадать как можно лучше, чтобы совпали жилки. Руки, инструмент, материалы должны быть чистыми, чтобы не занести в срез бактерии и грибы.
4-3	Почему в качестве кактуса, на который прививают, всегда используют зеленое растение? <b>2 б</b>	Подвой должен быть взрослым растением, иметь развитую корневую систему и активно фотосинтезировать, т.к. ему придется обеспечивать ресурсами и себя и привой.
4-4	Почему привитые цветные растения живут меньше, чем зеленые? <b>2 б</b>	Привой паразитирует на подвое, снижая его жизнеспособность. Ресурсы подвоя быстро истощаются, а привой не может самостоятельно жить и тоже погибает.

**Всего 9 баллов**