

Всесибирская олимпиада по биологии 2025–2026

Отборочный этап. 26 октября 2025

11 класс

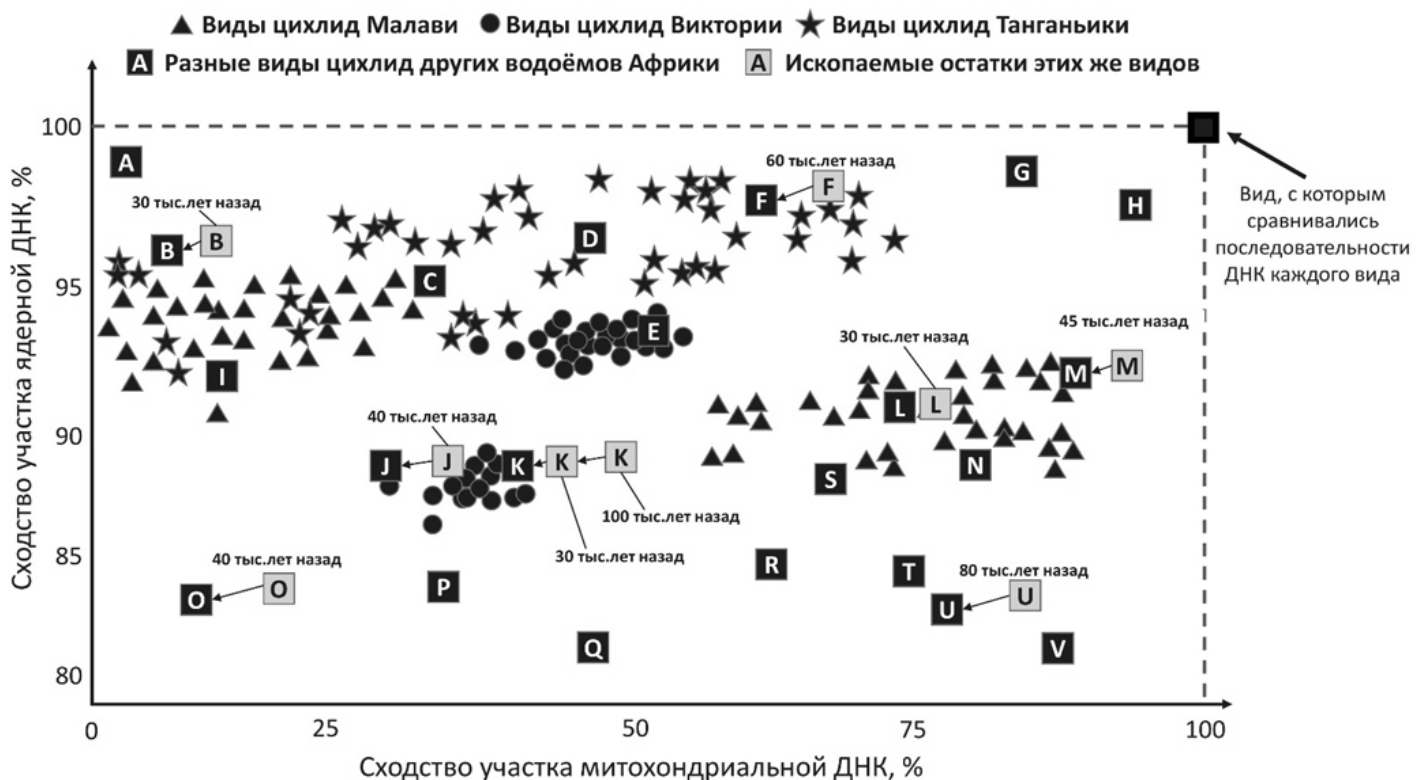
Время выполнения задания – 4 часа.

N* Новосибирский
государственный
университет
*НАСТОЯЩАЯ НАУКА

1. Цихлиды (25 баллов)

Великие Африканские озёра Малави, Виктория и Танганьика разбросаны по континенту и находятся в сотнях километров друг от друга. Каждое из них – уникальная экосистема, но во всех очень важную роль играют рыбы семейства Цихлиды, отличающиеся разнообразием форм, окраски и экологических стратегий. Танганьика населяет примерно 250 видов цихлид, Викторию – 500 видов, Малави – более 800. При этом во всех остальных водоёмах африканского континента насчитывается лишь около 200 видов этого семейства.

Представим, что один эксцентричный бизнесмен к старости решил покинуть общество, закупил научное оборудование и занялся изучением цихлид. Он добывал образцы не только из трёх великих озёр. Его интересовали также цихлиды других африканских водоёмов, которые по ряду эволюционно консервативных признаков были похожи на озёрных. Ему удалось даже найти ископаемые образцы тех же видов, секвенировать их ДНК и определить возраст. Спустя несколько лет он завещал фургон, заполненный результатами, научной лаборатории и отправился жить в глубину тропического леса. По трагической случайности фургон и записи погибли при пожаре, и в руки приехавших учёных попал лишь один график. На нём бизнесмен, по-видимому, в шутку, сравнивал сходство каких-то участков ядерной и митохондриальной ДНК всех собранных видов с последовательностями тех же участков своей любимой аквариумной рыбки – тоже цихлиды.



Вопрос 1

Рассмотрите график и ответьте на вопросы.

- Под сходством здесь понимался процент совпадающих нуклеотидов на одинаковых позициях. Каждый вид сравнивали только с аквариумной рыбкой. Если две точки на этом графике находятся рядом – обязательно ли это значит, что соответствующие им виды эволюционно близки? Почему?
- Почему современные виды на этом графике смещаются относительно своих предков только вниз и влево?
- Известно, что цихлиды каждого озера ведут свой род лишь от 1-2 предковых видов. Некоторые точки, соответствующие цихлидам Малави и Танганьики, образуют группы – кластеры. Позже оказалось, что эти виды объединяются в кластеры на любых графиках, анализирующих сходство ДНК. Почему входящие в кластер виды всегда оказываются рядом?

продолжение задачи 1 на странице 2

Вопрос 2

Танганьика возникло 9–12 млн лет назад, Малави 5–8 млн лет назад, Виктория 400 тыс. лет назад. По ДНК вычислено, что цихлиды появились в Танганьике 5–10 млн лет назад, в Малави 2–4 млн лет назад, в Виктории 15 тыс. лет назад.

а) Предположите, как именно (из каких источников) эти озёра заполнялись водой. Поясните, почему вы так считаете.
б) Как называется процесс быстрого образования множества новых видов от общего предка, связанный с освоением множества новых экологических ниш?

в) В основе этого процесса лежит разделение одной популяции на несколько без географических барьеров. Выстройте в логичном порядке последовательность событий, которые к этому приводят.

- А – лучше выживает потомство особей, выбирающих в партнёры особей с такими же отклонениями;
- Б – озеро заселяется морфологически сходными особями одного вида;
- В – формируются несколько популяций, каждая из которых приспосабливается к своему образу жизни;
- Г – особи, предпочитающие скрещиваться с непохожими на себя партнёрами, вытесняются;
- Д – особи с мутациями, позволяющими освоить новые пищевые объекты или местообитания, размножаются успешнее.

г) Как на процесс видообразования могли повлиять падения уровня воды в великих озёрах, если они происходили с частотой в несколько тысяч лет и при них от основного водоёма отделялось несколько меньших? Поясните.

д) Виды, давшие начало цихлидам великих озёр, остались и в своих родных водоёмах, пройдя там собственный эволюционный путь. Для какого из озёр по графику можно определить эти предковые виды? Почему нельзя для двух других? Укажите буквы, обозначающие эти виды.

Вопрос 3

Сопоставьте каждое описание ротового аппарата с основным пищевым объектом этого вида.
1 – чешуя рыб, 2 – моллюски, 3 – водоросли, 4 – мелкие ракообразные, 5 – рыбы.

- А) Мощные уплощённые зубы, развитые челюсти, обеспечивающие сильное жевание.
- Б) Рот с плотными губами и плоскими зубами, расположенными в виде гребней или пластин.
- В) Рот среднего размера с зубами среднего размера универсальной формы.
- Г) Узкий рот с острыми, мелкими зубами, приспособленными для быстрой и точной ловли.
- Д) Рот с зубами, расположенными только с одной стороны челюсти.

Вопрос 4

К сожалению, в реальности мы не можем получить даже ДНК цихлид, живших несколько сотен лет назад, не говоря уже о десятках тысяч. Напишите 2 основных фактора, которые должны совпасть, чтобы содержащие ДНК остатки африканских рыб смогли сохраниться в течение сотен лет.

Вопрос 5

Судя по этому графику, одна ДНК мутирует гораздо быстрее, чем другая. Укажите как минимум 3 фактора, которые настолько ускоряют этот процесс.

2. Летящие поросята (25 баллов)

Вопрос 1

Заводчик решил заняться разведением летающих поросят, и чтобы разобраться с наследованием разных признаков решил произвести серию скрещиваний. Из журнала «Прикладное летающее свиноводство», он узнал, что за полет отвечают два гена – А и В, причем летают только обладатели доминантных аллелей обоих генов. У гена В есть и побочный эффект – гомозиготы по рецессивному аллелю этого гена имеют белую окраску (обычные поросята розовые)

В распоряжении заводчика были только нелетающие особи. Он скрестил розовую самочку с белым самцом и, к его изумлению, все их потомки умели летать! При этом все они оказались розовыми. Воодушевленный заводчик решил проверить, сохранится ли летучесть в следующих поколениях. Увы, от скрещивания поросят F1 друг с другом в F2 он получил только часть летающих (и все они были розовыми). Среди нелетающих оказались и розовые и белые.

Предполагая, что генетика летающих поросят аналогична генетике млекопитающих, заполните схему скрещивания в бланке ответов: определите генотипы всех поросят, а также ожидаемую частоту трех фенотипов, полученных в F2. Используйте только сокращенные обозначения фенотипов, данные в бланке. Смогут ли заводчик получить белых летающих поросят?

Вопрос 2

В соседнем лесу жили дикие летающие поросята, и «Прикладное свиноводство» утверждало, что белый цвет в природе никогда не встречается. Однажды шесть поросят из выводка от самой красивой белой самочки с фермы убежали в лес и не вернулись. Три беглеца были розовыми, и три – белыми. Через несколько лет заводчик стал иногда встречать в лесу диких белых поросят. «Понятно, это потомки убежавших с фермы», подумал он. Он сел и посчитал, какой должна быть частота белых особей в лесу. Для этого ему понадобились данные из «Свиноводства», которое утверждало, что в год побега популяция его леса состояла из 24 чистокровных розовых особей (данные были получены до того, как к ним присоединились беглецы с фермы).

Повторите его расчеты, полагая, что, хотя численность лесной популяции за годы сильно выросла, частоты аллелей белого и розового в ней не менялись. Какая часть этой популяции будет белыми?

3. Дела сердечные (25 баллов)

Сердце человека – это уникальный орган, работающий как мощный насос. За сутки оно перекачивает около 7000 литров крови, непрерывно обеспечивая органы и ткани кислородом и питательными веществами. Анатомия сердца строго упорядочена: кровь проходит через камеры и клапаны в определённой последовательности, не допуская обратного тока.

Вопрос 1

Сопоставьте названия структур и их положение на рисунке, проследив движение крови в правильном порядке, начиная с притока крови в сердце от большого круга кровообращения.

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| • аортальный клапан | • легочной ствол |
| • верхняя и нижняя полые вены | • легочные вены |
| • восходящая часть аорты | • митральный клапан |
| • дуга аорты | • нисходящая часть аорты |
| • клапан легочной артерии | • правое предсердие |
| • левое предсердие | • правый желудочек |
| • левый желудочек | • трикуспидальный клапан |

При аускультации – выслушивании сердца с помощью фонендоскопа – врач регистрирует сердечные тоны, возникающие в результате закрытия клапанов и колебаний стенок сердца и сосудов. Всего существует четыре тона. Первый и второй тоны слышны отчётливо, и их чередование связано с фазами сердечного цикла. Первый возникает в результате закрытия клапанов сердца, а второй – при закрытии клапанов легочной артерии и аорты. Физически появление звуков объясняется движением крови из области высокого давления в область низкого, в результате чего захлопываются клапаны и возможно отличить звук. Отклонения в характере тонов помогают выявить заболевания клапанов и другие сердечные патологии.

Вопрос 2

Заполните таблицу, указав возможные изменения тонов при действии на сердце различных факторов.

Сердце, помимо своей основной функции, имеет и ряд несвойственных ей, на первый взгляд, функций. Одна из них – эндокринная. Кардиомиоцитами преимущественно правого предсердия, в области устья полых вен, секретируется предсердный натрийуретический пептид (ПНУП). Он является важнейшим регулятором артериального давления и водного баланса: выделяется в ответ на увеличение притока крови к сердцу, увеличение ОЦК, увеличение осмоляльности плазмы (в частности, на увеличение концентрации натрия), обеспечивая обратные эффекты.

Вопрос 3

Пациент Н., 40 лет, обратился к врачу с жалобами на прогрессирующую одышку при физической нагрузке, отёки стоп и голеней, усиливающиеся к вечеру, общую слабость и быструю утомляемость. При осмотре и обследовании выявлены: умеренная тахикардия, пониженное систолическое давление (100 мм рт. ст.), отёки голеней и стоп, незначительное увеличение печени, электрокардиограмма без выраженной ишемии, но с признаками перегрузки предсердий; ультразвуковое исследование сердца: расширение предсердий, сниженная фракция выброса левого желудочка.

3.1. Предположите, что покажет лабораторный анализ крови на ПНУП и концентрации натрия в моче у этого пациента. Объясните свой ответ.

3.2. Предположите, что произойдет при дефиците ПНУП в организме. Какие физиологические нарушения могут развиваться?

3.3. Сделайте вывод: как ПНУП помогает организму справиться с симптомами сердечной недостаточности?

4. Бактериальный ресторан (25 баллов)

В 1977 году на дне Тихого океана, на глубине более 2500 метров, были обнаружены удивительные экосистемы вблизи гидротермальных источников. Температура воды здесь достигает 350°C, а среда насыщена сероводородом (H₂S), который токсичен для большинства организмов. В этих условиях процветают гигантские трубчатые черви **рифтии** (*Riftia pachyptila*), достигающие 2–3 метров в длину. Исследования показали поразительные особенности их строения:

- у взрослых особей полностью отсутствует пищеварительная система (нет рта, кишечника, анального отверстия);
- до 50% массы тела составляет специализированный орган – трофосома, заполненный симбиотическими бактериями;
- бактерии-симбионты окисляют сероводород и используют выделенную энергию для фиксации CO₂, синтезируя органические вещества, которыми питается червь.

Вопрос 1

На рисунке вы видите поперечный срез **трофосомы**. Она состоит из крупных клеток-бактериоцитов с оттесненными на периферию ядрами неправильной формы. Цитоплазма бактериоцитов содержит многочисленные мелкие вакуоли, в которых находятся овальные бактерии. Предположите, что из себя представляют черные тяжи 1, 2 и 3? Для чего они нужны?

Вопрос 2

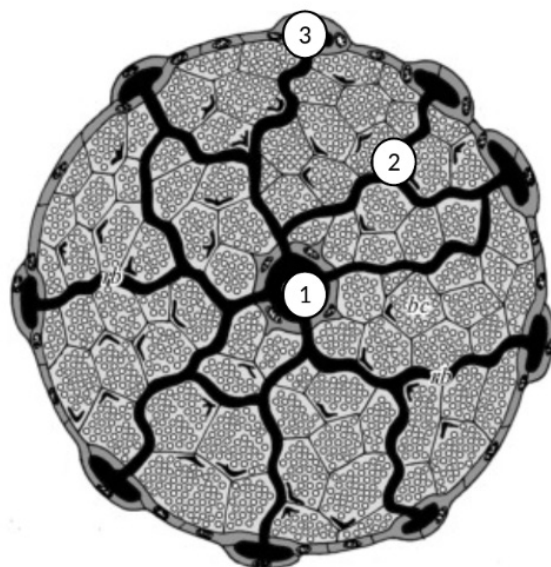
Нарисуйте поперечный срез рифтии, обозначив: брюшной и спинной кровеносный сосуд, трофосому, нервный ствол (учитывайте, что рифтии являются кольчатыми червями).

Вопрос 3

Красные перистые щупальца содержат гемоглобин, который связывает как кислород, так и сероводород. Как вы считаете, нужно ли переносить кислород или это остаток прошлой функции гемоглобина?

Вопрос 4

Геном симбиотических бактерий рифтии значительно редуцирован (уменьшен) по сравнению со свободноживущими родственными видами. Предположите: а) Гены каких метаболических путей, скорее всего, были утрачены бактериями в процессе эволюции симбиоза? (назовите минимум 2); б) Почему такая редукция генома выгодна для симбионта?



Вопрос 5

Проведите аналогию между симбиозом рифтии с бактериями и симбиозом бобовых растений с клубеньковыми бактериями (*Rhizobium*). Укажите: 2 сходства в функционировании этих симбиозов и 1 принципиальное различие в типе получаемых веществ хозяином.

Вопрос 6

При исследовании молодых личинок рифтии обнаружили, что у них есть функционирующий кишечник, который исчезает по мере заселения тела бактериями. В то же время в трохофорах (плавающих личинках) бактерии не обнаружены. Как личинки могут получать симбиотических бактерий? (предложите 2 возможных механизма). Что произойдет, если искусственно вырастить рифтию в стерильных условиях без бактерий? Обоснуйте ответ.