

# Всесибирская олимпиада по биологии 2025–2026

## Отборочный этап. 26 октября 2025

10 класс

Время выполнения задания – 4 часа.



### 1. Ресторан «на вынос» (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 ( $H_2S$ ), 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  $CO_2$ , 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

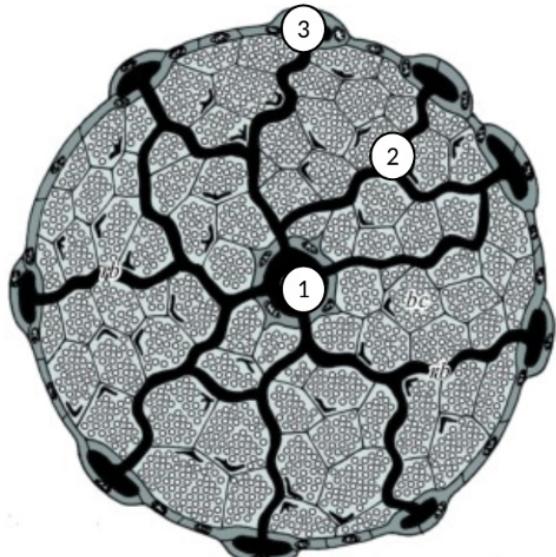
Нарисуйте поперечный срез рифтии, обозначив: брюшной и спинной кровеносный сосуд, трофосому, нервный ствол (учтывайте, что рифтии являются кольчатыми червями).

#### 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.

## 2. А сердце тоже вертолет... (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
- верхняя и нижняя полые вены
- восходящая часть аорты
- дуга аорты
- клапан легочной артерии
- левое предсердие
- левый желудочек
- легочный ствол
- легочные вены
- митральный клапан
- нисходящая часть аорты
- правое предсердие
- правый желудочек
- трикуспидальный клапан

При аусcultации – 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 основной функции, имеет и ряд несвойственных ей, на первый взгляд, функций. Одна из них – эндокринная. Кардиомиоцитами преимущественно правого предсердия, в области устья полых вен, секretируется 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 осmolальности 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 развиться?

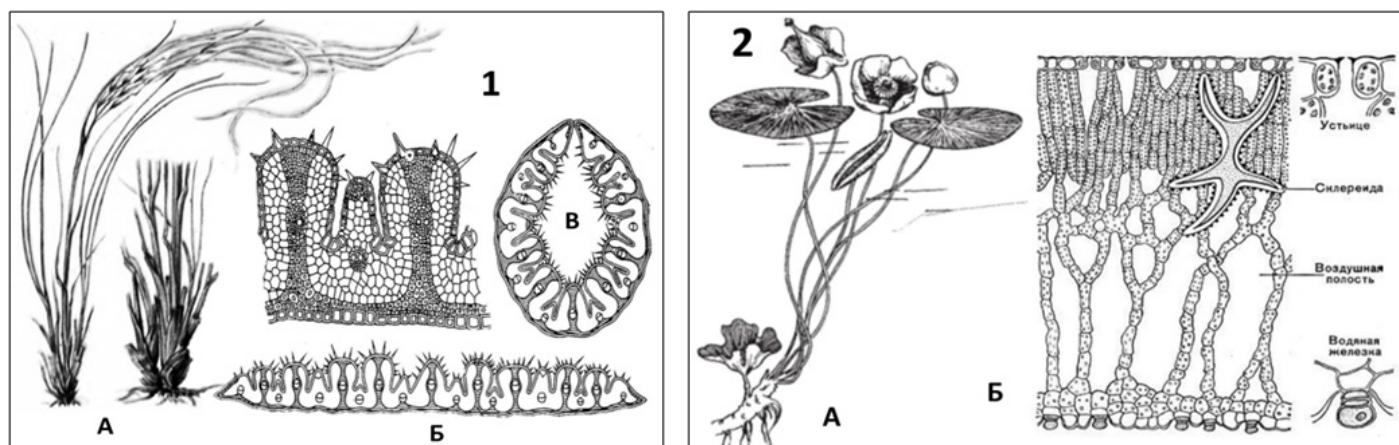
3.3. Сделайте вывод: как ПНУП помогает организму справиться с симптомами сердечной недостаточности?

### 3. Словно в воду глядел (25 баллов)

Анатомо-морфологические особенности строения растений могут сказать, к какой экологической группе в отношении влаги они относятся.

#### **Вопрос 1**

Рассмотрите рисунки собранных растений – ковыля красивейшего (*Stipa pulcherrima*) и кубышки желтой (*Nuphar lutea*). Определите экологические группы данных растений, используя определения, приведенные в таблице ниже. Свой ответ аргументируйте двумя примерами особенностей строения данных растений.



А – общий вид растения, Б – срез листовой пластинки в нормальных условиях, В – срез листовой пластинки в условиях водного дефицита.

Мезофиты	Наземные растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы.
Ксерофиты	Растения сухих мест обитания, способные переносить продолжительную засуху и воздействие высоких температур.
Гигрофиты	Растения, обитающие в местах с высокой влажностью воздуха, но при нормальном увлажнении почвы.
Плейстофиты	Водные растения, погруженные в воду не полностью и имеющие плавающие на поверхности воды листовые пластинки.
Гелофиты	Растения, обитающие в переувлажненных условиях: берега водоемов и мелководья.
Гидатофиты	Водные растения, полностью погруженные в воду.

#### **Вопрос 2**

Гелофиты – уникальная экологическая группа, занимающая одновременно три среды обитания: водную, воздушную и почвенную. В зависимости от уровня воды в водоеме, в разные периоды вегетационного периода эти растения могут быть, как полностью погружены в воду, так и полностью освобождаться от воды, соответственно, данным растениям необходимы приспособления для выживания, как в воде, так и на суше. Напишите напротив черт гелофитов, приспособлением к какой среде они являются, к суше (С) или воде (В).

#### **Вопрос 3**

Среди водных и околоводных растений встречаются различные тактики распространения своих плодов и семян. Рассмотрите приведенные изображения плодов растений, подпишите, к каким типам они относятся, и напишите, преимущественно каким способом (с помощью ветра, воды или животных) данные растения распространяют свои семена.



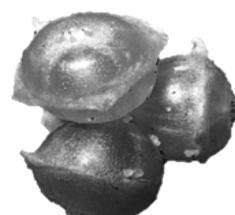
Лотос орехоносный



Рогоз широколистный



Клюква обыкновенная



Адокса мускусная

## 4. Мембранные курьеры (25 баллов)

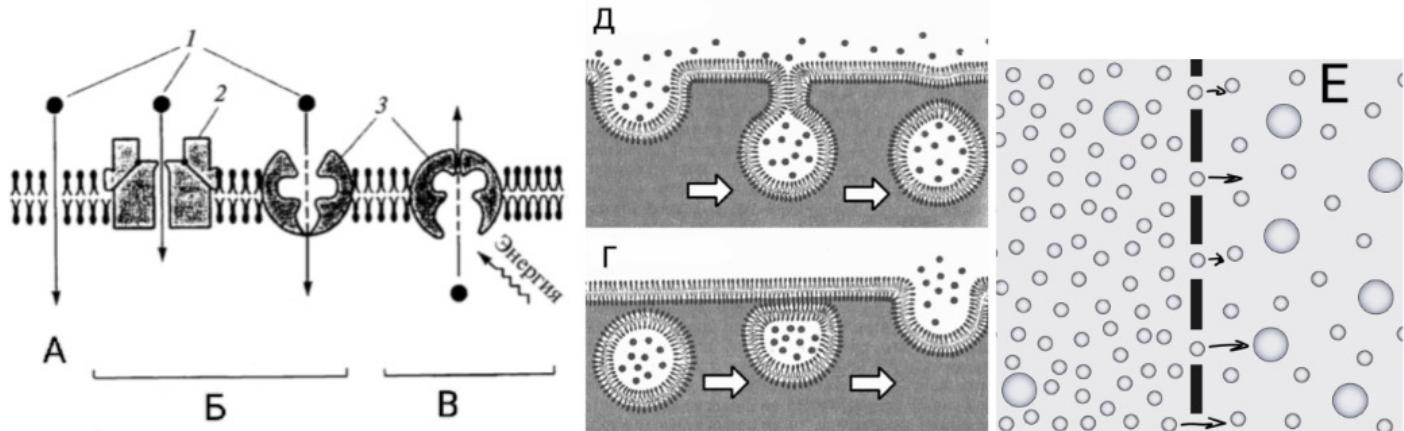
### Вопрос 1

На рисунке изображены различные виды транспорта клетки через плазматическую мембрану. Чтобы погрузиться в удивительный мир пассивного и активного транспорта, нужно для начала научиться отличать их от остальных.

1.1. Укажите, какие структуры находятся под цифрами 1, 2 и 3

1.2. Сопоставьте типы транспорта, подписанных буквами, с их названиями:

1 – эндоцитоз; 2 – осмос; 3 – простая диффузия; 4 – экзоцитоз; 5 – облегченная диффузия; 6 – активный транспорт



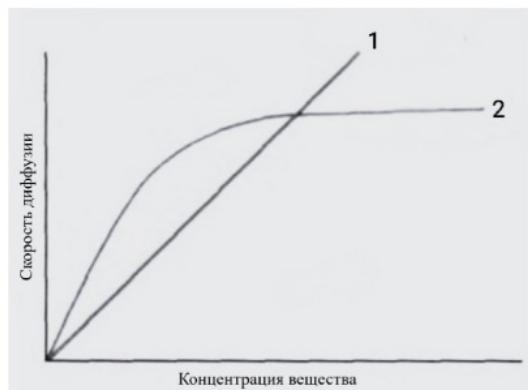
### Вопрос 2

Ниже представлен график зависимости скорости транспорта от концентрации транспортируемого вещества для двух видов пассивного транспорта.

2.1. Определите, какому транспорту соответствует график под номером 2.

2.2. Предположите, с чем может быть связана остановка роста скорости транспорта по мере увеличения концентрации вещества на графике под номером 2.

2.3. Какая группа веществ переносится с помощью транспорта, которому соответствует график под номером 1? Приведите не менее двух примеров таких веществ.



### Вопрос 3

Во время подготовки к олимпиаде вы изучаете возбудимость клетки и процессы, за счет которых она обеспечивается на примере кардиомиоцита. Вам удалось выяснить, что существует порог возбуждения – такая величина заряда клетки, при которой запускаются процессы, ведущие к сокращению клетки. Также вы узнали, что содержание калия вне клетки влияет на сложность достижения этого порога: при высокой концентрации порог достичь проще, а при низкой – сложнее. Также вы, к своему удивлению, узнали, что натрий-калиевый насос, который поддерживает градиент концентрации после выхода калия из клетки и захода натрия в клетку во время процессов возбуждения кардиомиоцита, работает и в покое, когда, казалось бы, концентрации должны быть уже постоянны. Но постоянны ли они? Вам предстоит в этом разобраться.

3.1. Вы предполагали, что в покое концентрации ионов постоянны, но выяснили, что натрий-калиевый насос работает, что свидетельствует о том, что концентрации продолжают меняться. Предположите, с чем это может быть связано.

3.2. Вас заинтересовало, какие последствия могут быть при снижении концентрации калия вне клетки. Чем это может быть опасно для кардиомиоцита – клетки сердечной мышечной ткани и организма в целом?