

Задания практического тура регионального этапа XXXXII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025–26 уч. год. 11 класс

БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Оборудование и объекты исследования: плод яблоки, одноразовые пластиковые стаканы, соусницы (пластиковые с крышкой), пластиковая ложка, сухой NaCl, 1% NaOH, 0,1н HCl, разделочная доска, нож, тёрка, ножницы, чашки Петри, маркер перманентный.

Ход работы

1. При помощи ножа на разделочной доске изготовьте **продольный срез** плода яблоки, выбрав для среза центральную часть органа.
2. С одной половины плода при помощи ножа снимите кожуру и отложите её в чашку Петри, накрыв крышкой. Оставшуюся мякоть натрите на тёрке, чтобы у вас получилось примерно 40 г гомогената.
3. Полученный гомогенат разделите на две равные части. Одну из частей поместите в одноразовый пластиковый стакан и смешайте с сухим порошком хлорида натрия (около 4-5 г NaCl), быстро перемешайте (результат зависит от скорости и тщательности выполнения!). Вторую часть гомогената поместите во второй стакан. По возможности подпишите стаканы. Оставьте для инкубации в течение 20–30 минут. По окончании инкубации отметьте в листе ответов в таблице 1 изменение цвета гомогенатов и ответьте на следующие вопросы:

Задание 1. Изменение окраски гомогената происходит вследствие действия:

- А. Рибулозобисфосфаткарбоксилазooksигеназы;
- Б. Полифенолоксидазы;
- В. Каталазы;
- Г. Аскорбатпероксидазы;
- Д. Неферментативного окисления кислородом воздуха ионов Fe^{2+} до Fe^{3+} .

Задание 2. **ПОДРОБНО** объясните действие NaCl в данном эксперименте.

4. Возьмите из чашки Петри кожуру и мелко нарежьте её при помощи ножниц (или ножа, если вам так удобней). Полученный объём нарезанной кожуры разделите на две части. Первую часть поместите в одноразовую пластиковую соусницу и пипеткой Пастера добавьте туда примерно 1 мл 1% NaOH, перемешайте. Вторую часть нарезанной кожуры поместите в другую соусницу и пипеткой Пастера добавьте туда примерно 1 мл 0,1н HCl. По возможности подпишите соусницы. Оставьте для инкубации в течение 5 минут. По окончании инкубации отметьте в листе ответов в таблице 2 изменение цвета гомогенатов и ответьте на следующие вопросы:

Задание 3. К какой группе пигментов относятся вещества, окрашивающие в яркий цвет кожуру яблока: **А.** Антоцианы; **Б.** Каротиноиды; **В.** Беталаины.

Задание 4. **ПОДРОБНО** объясните, почему вы выбрали такой ответ в задании 3.

Задание 5. Внимательно рассмотрите продольный срез второй половины плода. Зарисуйте срез в поле для рисунка в листе ответов. Отметьте на рисунке те структуры из нижеприведённого списка, которые можно обнаружить на яблоке.

Список структур: А. Лепесток; Б. Семязачаток; В. Чашелистик; Г. Тычинка; Д. Экзокарп; Е. Гипантий; Ж. Семя; З. Прицветничек (брактеола); И. Плодоножка; К. Эндокарп.

5. После того, как вы проделаете действия, описанные в пунктах 1–4, поднимите руку. К вам подойдёт преподаватель и отметит в листе ответов, что вы выполнили практическую часть. **Без этой отметки ответы на задания 1–4 не будут засчитаны.**

Теоретические расчетные задачи

I. Зная, что яблоки содержат много полезных веществ, в том числе витамин С, школьники собрали оставшиеся после проведения практического тура яблоки и отжали из них сок. Выход сока составил 600 мл из 1 кг свежих яблок (считаем, что витамин С полностью перешел в сок). Концентрация витамина С в соке составила 436 мкМ (мкмоль/л).

Задание 6. Рассчитайте содержание витамина С в яблочном соке (в мг/100 г сока), если молекулярная масса аскорбиновой кислоты равна 176. **Ответ** округлите до 1 знака после запятой. Запишите ответ в Лист ответов.

Задание 7. Если суточная потребность человека в витамине С составляет 90 мг, рассчитайте, какой процент от суточной потребности в витамине С обеспечит ежедневное употребление 200 г свежих яблок. **Ответ** округлите до 1 знака после запятой. Запишите ответ в Лист ответов.

II. Поскольку в яблоках практически не содержится жирорастворимых витаминов или их предшественников, школьники решили выяснить, сколько бета-каротина содержится в корнеплодах моркови. Они взяли 10 г свежей моркови, прогомогенизировали и проэкстрагировали гомогенат 500 мл органического растворителя. После центрифугирования объем экстракта остался равен 500 мл (считаем, что все жирорастворимые вещества полностью перешли в растворитель). Оптическая плотность экстракта при 455 нм (максимум поглощения бета-каротина, коэффициент молярной экстинкции равен $134 \times 10^3 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) составила 0,415. Измерение оптической плотности проводили в стандартной кювете с длиной оптического пути 1 см. Молекулярная масса бета-каротина равна 537. Вспомните, что оптическая плотность раствора вещества описывается уравнением Бугера-Ламберта-Бера –

$$D = \varepsilon \times l \times C,$$

где ε - коэффициент молярной экстинкции ($\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), l – длина оптического пути (см), C – концентрация вещества (М).

Задание 8. Если суточная потребность человека в бета-каротине составляет 5 мг, рассчитайте, сколько граммов сырой моркови нужно ежедневно съедать человеку, чтобы удовлетворить эту потребность. **Ответ** округлите до 1 знака после запятой. Запишите ответ в Лист ответов.

Задание 9. Если считать, что в ретиналь превращается только половина получаемого с пищей бета-каротина, рассчитайте, сколько микромолей ретиналя в сутки будет образовываться в организме человека при употреблении рассчитанного вами количества сырой моркови. Молекулярная масса ретиналя равна 284. **Ответ** округлите до 1 знака после запятой. Запишите ответ в Лист ответов.

ЛИСТ ОТВЕТОВ

на задания практического тура регионального этапа XXXXII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025–26 уч. год. 11 класс

БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Таблица 1. Изменение окраски гомогената мякоти яблока

	Без добавления NaCl	С добавлением NaCl
Цвет гомогената		

Задание 1 (обведите нужное) (2 балла). А Б В Г Д

Задание 2 (5 баллов). Объясните действие NaCl в данном эксперименте:

Таблица 2. Изменение окраски кожуры яблока

	Исходный цвет	После добавления NaOH	После добавления HCl
Цвет кожуры			

Задание 3 (обведите нужное) (1 балл). А Б В

Задание 4 (3 балла). ПОДРОБНО объясните почему вы выбрали такой ответ в задании 3:

Задание 5 (8 баллов).

Шифр _____

Проверка выполнения практической части (1 балл) _____ подпись преподавателя

Задание 6 (4 балла). В яблочном соке содержится _____ мг витамина С на 100 мл сока.

Задание 7 (4 балла). Употребление 200 г свежих яблок обеспечит _____ % от суточной потребности в витамине С.

Задание 8 (7 баллов). Чтобы удовлетворить суточную потребность в бета-каротине, человеку нужно ежедневно съедать _____ г сырой моркови.

Задание 9 (5 баллов). При употреблении такого количества сырой моркови в организме человека будет образовываться _____ микромолей ретиналя в сутки.

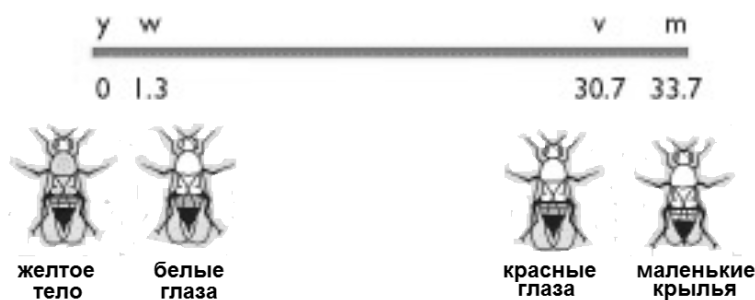
ЗАДАНИЯ
практического тура регионального этапа
42-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025/26 уч. год.

11 класс ГЕНЕТИКА (40 баллов)

В 2026 году исполняется 120 лет открытию сцепленного наследования генов. Оно проявляется в нарушении закона независимого наследования признаков и отклонения расщепления в поколении F_2 от ожидаемого $9 : 3 : 3 : 1$. В 1906 английские генетики Ребекка Сандерс, Уильям Бетсон и Реджинальд Паннет, изучая наследование цвета лепестков и формы пыльца душистого горошка, получили для дигетерозиготного скрещивания (самоопыления растений генотипа $PpLl$) неожиданное расщепление по фенотипу в поколении F_2 : 4831 P-L-, 1338 $ppll$, 391 ppL -, 390 P-l-. Такое расщепление генетики объяснили сцепленным наследованием пар аллелей PL и pl .

1) Ответьте на Листе ответов, сколько всего было растений, какие были ожидаемые количества растений разных фенотипов (округлите до целых), в цис- или транс-положении находились гены у растений $PpLl$, чему равны доля рецессивных гомозигот $ppll$ и частота гаметы pl (в долях единицы, округленное до трех знаков после запятой), а также какое генетическое расстояние между генами P и L (в сантиморганидах, округленных до целых). (11 баллов).

Наибольший вклад в теорию сцепленного наследования внес работавший с плодовой мушкой *Drosophila melanogaster* американский генетик Томас Морган (в честь которого и назвали сантиморганиды). На рисунке ниже показан фрагмент карты X-хромосомы дрозофилы с четырьмя генами и их координатами на генетической карте. Мухи дикого типа имеют нормальные темно-красные глаза, серое тело и длинные крылья. Мухи с мутацией y имеют желтое тело, с мутацией w – белые глаза, с мутацией v – ярко-красные глаза, с мутацией m – маленькие крылья, все мутации рецессивны, w подавляет v по типу рецессивного эпистаза. Самки дрозофилы имеют половые хромосомы XX, самцы - XY.



2) Ответьте на Листе ответов на следующие вопросы: какая доля вступающих в мейоз ооцитов самок проводят рекомбинацию на участке от гена v до гена m ? Какая доля сперматоцитов самцов с рекомбинацией на том же участке? Какими будут фенотипы потомства F_1 от скрещивания гомозиготной белоглазой самки (с мутацией w) с ярко-красноглазым самцом (с мутацией v)? Какими будут фенотипы потомства F_2 для того же скрещивания? Все числовые ответы дайте в процентах, округлив до целых, сумма процентов в F_2 считается отдельно для самцов и для самок, для каждого пола сумма фенотипов 100% (13 баллов).

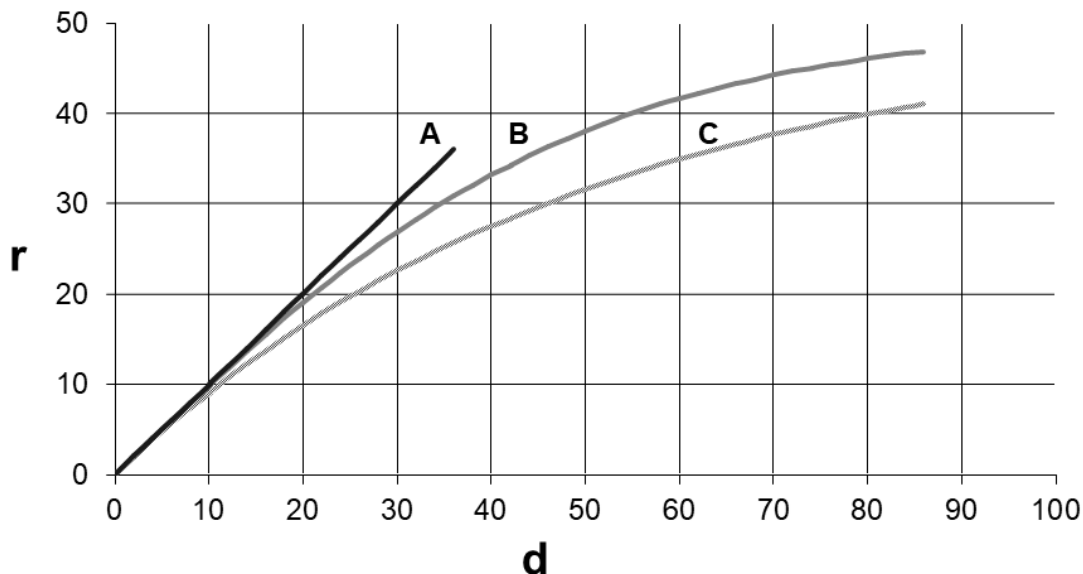
Используя попарное определение генетических расстояний, можно построить генетические карты целых хромосом. Для того чтобы соотнести наблюдаемую частоту рекомбинантных по двум генетическим маркерам гамет (обозначается буквой r) и реальное расстояние на генетической карте (обозначается буквой d), существуют картирующие функции. Первым картирующую функцию предложил сам Томас Морган, она выражалась очень простым уравнением $r = d$. Более сложные уравнения картирующей функции предложили Джон Холдейн:

$$r = \frac{1}{2}(1 - e^{-2d})$$

и Дамодар Касамби:

$$r = \frac{1}{2} \frac{e^{4d} - 1}{e^{4d} + 1}$$

3) Рассмотрите графики трех картирующих функций А, В и С, соотнесите их с формулами и запишите на Листе ответов, какой функции принадлежит какой график. По графикам картирующих функций В и С с помощью линейки определите частоту рекомбинантных гамет r (в %) для генетического расстояния d равного 40, 50 и 60 сМ. Запишите эти частоты на Листе ответов, округлив до целых процентов. (9 баллов). Значение d дано в сантиморганидах, значение r в процентах.



В первом приближении вероятность определенного числа событий рекомбинации на участке хромосомы можно описать с помощью распределения Пуассона:

$$f(k; \lambda) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

где k – конкретное число событий рекомбинации,

$k!$ - произведение натуральных чисел от 1 до k (при этом $0!=1$),

e – основание натурального логарифма, примерно равное 2,718.

λ – среднее число событий рекомбинации на участке (математическое ожидание).

4) Рассчитайте для участка хромосомы длиной 50 сМ значение λ (среднее число событий рекомбинации), а также вероятности отсутствия кроссинговера ($k=0$), одиночного кроссинговера ($k=1$), двойного кроссинговера ($k=2$). Оцените ожидаемую частоту рекомбинантных гамет r с помощью этих данных. Запишите результаты расчетов на Листе ответов в виде десятичной дроби с точностью три знака после запятой. Какая картирующая функция (Моргана, Холдейна или Касамби), использует модель распределения Пуассона? (7 баллов).

Шифр _____

ИТОГО _____ (из 40)

11 класс. ГЕНЕТИКА

ЛИСТ ОТВЕТОВ

Задание 1 (11 баллов)

Число растений	Всего (16.)	P-L- (1 б.)	ppL- (1 б.)	P-lL. (1 б.)	ppll (1 б.)
Наблюдаемое		4831	391	390	1338
Ожидаемое					
Наблюдаемая доля гомозигот <i>ppll</i> (1 б.)	Частота гамет <i>pl</i> (2 б.)		Расстояние между генами P и L (2 б.)		Гены у <i>PpLl</i> были в _____-положении
					1 (б), ответ впишите

Задание 2 (13 баллов)

доля ооцитов с рекомбинацией _____ (1 б.) доля сперматозоидов с рекомбинацией _____ (16.)

в поколении F₁ все самки с _____ глазами (1 б.),в поколении F₁ все самцы с _____ глазами (16.)

самцы F ₂ , белые глаза (2 б.)	самцы F ₂ , ярко-красные глаза (2 б.)	самцы F ₂ , нормальные глаза (2 б.)	самки F ₂ , белые глаза (1 б.)	самки F ₂ , ярко-красные глаза (1 б.)	самки F ₂ , нормальные глаза (1 б.)

Задание 3 (9 баллов)

Функция Моргана - _____ (1 б.), Холдейна - _____ (1 б.), Касамби - _____ (1 б.),

Значения r, определенные для картирующей функции В составляют:

для d=40 r=_____ (16.) для d=50 r=_____ (16.) для d=60 r=_____ (16.)

Значения r, определенные для картирующей функции С составляют:

для d=40 r=_____ (16.) для d=50 r=_____ (16.) для d=60 r=_____ (16.)

Задание 4 (7 баллов)

Значение λ =_____ (1 б.) для k=0 f(k)=_____ (1 б.) для k=1 f(k)=_____ (1 б.)

для k=2 f(k)=_____ (1 б.) ожидаемая частота рекомбинантных гамет r=_____ (2 б.)

Распределение Пуассона использует картирующая функция _____ (1 б.)

Задания
практического тура регионального этапа
XXXXII Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
2025–26 уч. год. 11 класс

ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ

Оборудование: увеличительный прибор (стереомикроскоп, штативная или ручная лупа), настольная лампа (при отсутствии встроенного осветителя), пинцет, ножницы, препаровальные иглы (2 шт.), чашка Петри с крышкой (в ней выдаётся объект), карандаш, ластик, чёрная гелевая ручка.

Все задания выполняются на **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ**. Черновики и ответы на бланке заданий не оцениваются.

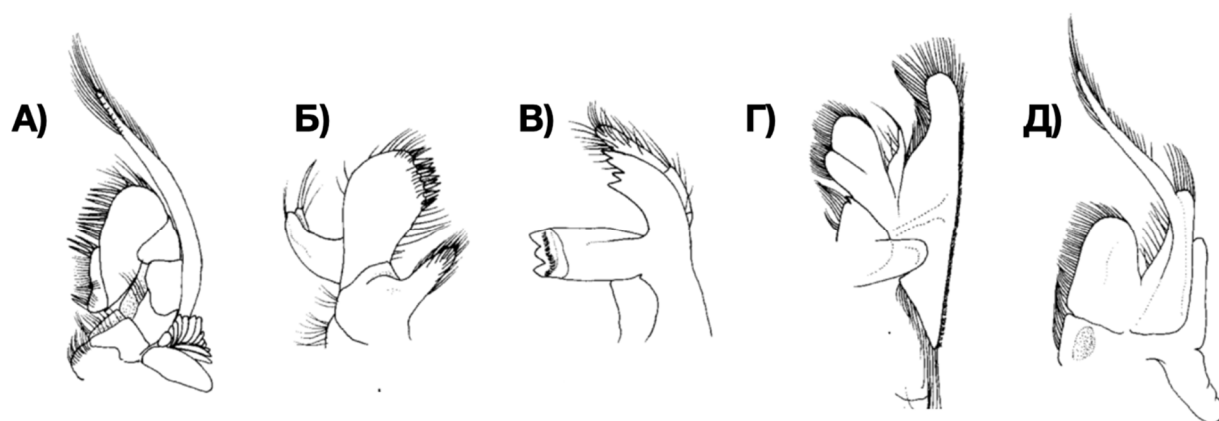
Креветки являются важными промысловыми видами животных. Они представляют собой животных из отряда десятиногих ракообразных (Decapoda) с сегментированным телом, разделённым на головогрудь (цефалоторакс) и брюшко (плеон). Головогрудь покрыта карапаксом; спереди обычно выступает рострум. На голове располагаются фасеточные глаза на стебельках, усики и ротовой аппарат. Грудной отдел несёт несколько пар конечностей, участвующих в питании и дыхании.

Брюшко (плеон) достаточно подвижно; на нем располагаются плавательные конечности, которые у самок могут быть использованы для вынашивания икры. Последний сегмент несёт уropоды, которые вместе с тельсоном образуют хвостовой веер — главный орган, позволяющий им совершать резкий рывок назад (это пример реактивного движения ракообразных). Анальное отверстие кишечника открывается на тельсоне.

Задание 1. Морфология объекта (16 баллов).

1.1. Рассмотрите предложенный объект. При необходимости используйте пинцет и стереомикроскоп (лупу) для детального изучения морфологии объекта. В **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** заполните таблицу (**10 баллов**).

1.2. Используя пинцет и ножницы, отделите у креветки мандибулу (жвалу). Выберите рисунок конечности, который соответствует морфологии отпрепарированной Вами конечности. Укажите букву, которой обозначена подходящая мандибула, в **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** (**6 баллов**).



Задание 2. Систематическое положение объекта (4 балла).

2.1. Перед Вами описание нескольких семейств креветок. Изучите доступные на Вашем препарате морфологические признаки и выберите из списка наиболее подходящее семейство для Вашего объекта. В **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** запишите букву, соответствующую семейству из таблицы ниже.

Семейство А	Семейство Б	Семейство В
Уроподы длиннее тельсона в 1.5–2 раза и густо покрыты плавательными щетинками. Рострум сильно сжат с боков, так, что становится острым с дорсальной и вентральной сторон, вооружен зубцами. Концы пальцев клешней переопод I обычно ярко окрашены. Первая пара клешненосных ног короткая и несколько мощнее остальных. Глаза свободные и никогда не бывают сильно удлинненными.	Рострум не сжат с боков, является как бы продолжением карапакса. Уроподы примерно такой же длины, как и тельсон. Глаза обычные, или частично, или совсем скрыты под карапаксом, но никогда не бывают удлинненными. Клешни на первой паре переопод микроскопически малы или отсутствуют.	Обычно правый переопод первой пары с клешней, а левый – с простым когтеобразным пальцем. Рострум с дистальной вырезкой, усаженной щетинками и образующей субдистальный дорзальный зубец. Глаза очень сильно удлинненные, достигают почти конца антеннулярных стебельков. Уроподы длиннее тельсона в 2–2.5 раза и покрыты венцом жестких шипов.

Задание 3. Популяционная экология креветок (20 баллов).

3.1 Для оценки численности креветок в определенной акватории и распределения квот на их вылов иногда используют метод мечения с последующим отловом. Представим, что в некоторой акватории отловили и поместили 700 креветок, которых затем выпустили обратно в море. Спустя несколько дней провели повторный отлов, и среди пойманных 1000 креветок метку несли 15 особей. Используя представленные данные, рассчитайте предполагаемую численность популяции креветок в исследуемой акватории. В **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** запишите ответ, округлив до целых. Считайте, что за время эксперимента креветки не размножались и ни одна креветка не погибла (4 балла).

3.2. Для более достоверной оценки численности популяции используют метод, при котором после мечения производят серию отловов (после проведения анализа пойманных животных отпускают), и в каждом отлове подсчитывают меченых особей. Представим, что в той же акватории провели серию отловов, данные о которых представлены в таблице.

Номер отлова	Количество пойманных особей	Количество меченых особей
1	1000	15
2	843	18
3	1025	33
4	565	10
5	780	23

Рассчитайте среднее количество креветок в акватории, основываясь на данных нескольких выборок, и стандартное отклонение этого значения. Формула для расчета стандартного отклонения:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}},$$

где x_i – значение, рассчитанное по выборке, \bar{x} – среднее значение, n – количество выборок.

Запишите выборочное среднее значение количества креветок в акватории и стандартное отклонение этой величины в **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ**, округлив до целых (10 баллов).

3.3. Нетрудно заметить, что в зависимости от отлова оценка численности популяции креветок будет варьировать. В действительности для оценки экономической эффективности важна не точная численность, а некоторый

доверительный интервал данного значения. Считая, что выборочная средняя численность креветок в пяти отловах (\bar{X}) составила 30.000 особей, а стандартное отклонение выборочных средних (SE) составило 4700, рассчитайте 95% доверительный интервал для средней численности креветок в акватории (μ). В ответе укажите верхнюю и нижнюю границы интервала, округлив до целых (6 баллов).

Формула для расчета доверительного интервала:

$$\mu = \bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \cdot SE,$$

где $Z_{\alpha/2}$ – это критическое значение стандартного нормального распределения.

Критические значения для определенного уровня значимости (α) приведены в таблице.

Уровень значимости	10%	5%	2.5%	1%
Критическое значение нормального распределения	1.28	1.65	1.96	2.32

ЛИСТ ОТВЕТОВ
ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ

Задание 1. Морфология объекта (16 баллов).

1.1. Ответьте на вопросы, представленные в таблице. (10 баллов)

Количество сегментов брюшка	
Количество пар брюшных ног	
Количество лопастей в хвостовом веере	
Количество ходильных ног	
Количество пар усиков	

1.2. Выберите букву, соответствующую мандибуле.

Ответ: _____ (6 баллов).

Задание 2. Систематическое положение объекта (4 балла).

2.1. Семейство: _____ (4 балла).

Задание 3. Популяционная экология креветок (20 баллов).

3.1. Численность популяции креветок в акватории: _____ (4 балла).

3.2.

Среднее значение (\bar{X}): _____ (4 балла).

Выборочное стандартное отклонение (S): _____ (6 баллов).

3.3.

Верхняя граница интервала: _____ (3 балла).

Нижняя граница интервала: _____ (3 балла).