

Задания
практического тура заключительного этапа
42-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
2025-26 уч. год. 9 класс
ЗООЛОГИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (максимум 50 баллов)

Дорогие участники, для выполнения заданий практического тура по зоологии беспозвоночных вам необходимо сделать временный микропрепарат и рассмотреть объекты под микроскопом. Пожалуйста, сначала внимательно прочтите всю инструкцию по изготовлению микропрепарата и только после этого приступайте к работе.

Оборудование для работы: микроскоп, настольный светильник с лампой накаливания, предметное стекло, покровное стекло, пробирка Эппендорфа, пипетка Пастера, препаровальная игла, салфетка.

Для изготовления временного микропрепарата:

1. Положите перед собой предметное стекло.
2. Возьмите пробирку Эппендорфа с объектами и, не открывая, несколько раз энергично встряхните, чтобы взвесь стала однородной.
3. **Немедленно** после встряхивания откройте пробирку Эппендорфа, погрузите в нее пипетку Пастера **до самого дна** пробирки и наберите жидкость с объектами до отмеченного на пипетке маркером уровня.
4. Перенесите каплю в центр предметного стекла, аккуратно выдавив жидкость из пипетки. Капля не должна растечься широко по предметному стеклу.
5. Возьмите покровное стекло за ребра (не за плоскость, чтобы не пачкать стекло пальцами) и аккуратно протрите салфеткой обе стороны.
6. Аккуратно накройте каплю с объектами покровным стеклом. Сначала опустите одно ребро покровного стекла сбоку от капли. Потом начинайте медленно опускать покровное стекло на каплю, придерживая его препаровальной иглой.

Рассмотрите объекты под микроскопом и выполните задания. Все ответы вносите только в лист ответов.

Примечание: Если объекты двигаются слишком активно, выньте предметное стекло из микроскопа, включите настольный светильник и направьте лампочкой вверх. Не переворачивая препарат, коснитесь лапочки той областью предметного стекла, где расположены объекты, и подержите 2-3 секунды. **Будьте аккуратны, чтобы не обжечь пальцы.** После этого верните предметное стекло под микроскоп. Если движение не замедлилось, повторите всю процедуру еще раз. Сразу после использования выключите лампу.

Задание 1 (3 балла). Назовите тип животных, к которому относятся объекты. Название напишите на русском и на латыни.

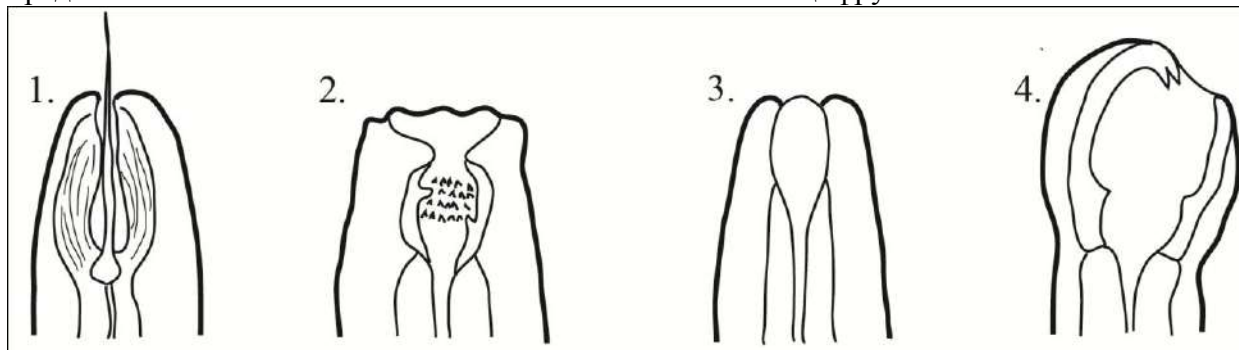
Задание 2 (13 баллов). Рассмотрите схематичные рисунки поперечных срезов разных объектов, данные в листе ответов.

А) Около каждого среза напишите, какому типу животных соответствует этот срез. Название типа дайте на русском языке.

Б) Выберите срез, который соответствует предложенному на практическом туре объекту и только на этом срезе подпишите максимально подробно и детально все органы и структуры, которые на нем изображены.

Задание 3 (4 балла). Внимательно рассмотрите на большом увеличении (используя объектив x40) строение переднего конца тела объектов и ответьте на вопросы.

А) К какому из изображенных ниже типов ротовой полости относится ротовая полость предложенного объекта. В лист ответов запишите только цифру.



Б) Сопоставьте тип строения ротовой полости на рисунках выше с типом питания из списка ниже. Буквы ответов внесите в таблицу в листе ответов.

- А. бактериофагия
- Б. питание соком растения
- В. гематофагия
- Г. хищничество

Задание 4 (12 баллов). Найдите на препарате неполовозрелую особь.

А) Зарисуйте в листе ответов внешний вид особи и просвечивающие внутренние органы с соблюдением всех пропорций. Рисунок выполняйте черной гелевой ручкой, не карандашом.

Б) Подпишите все органы и структуры, которые нарисовали.

Задание 5 (8 баллов). Крупно зарисуйте в листе ответов передний конец тела любой особи из тех, которые есть на препарате, отразив на рисунке все особенности строения глотки (используйте объектив x40, чтобы увидеть необходимые детали). Рисунок выполняйте черной гелевой ручкой, не карандашом.

Задание 6 (10 баллов). Выберите верные варианты ответов об особенностях строения и биологии представителей типа, к которому относятся объекты, и внесите их в лист ответов.

1. Какие особенности морфологии и физиологии характерны для изученного вами объекта.

- А. Передний конец тела заострен больше, чем задний.
- Б. Задний конец тела загнут на дорсальную (спинную) сторону тела.
- В. Парные половые отверстия расположены в нижней трети тела.
- Г. При движении происходит изменение длины и диаметра тела.
- Д. При нагревании происходит распрямление тела из-за сокращения дорсо-вентральной мускулатуры.

2. Выберите верные утверждения о размножении и развитии представителей типа, к которому относятся объекты.

- А. Для многих представителей характерно наружное оплодотворение.
- Б. Личинка ведет планктонный образ жизни и является основной расселительной стадией.
- В. Среди представителей встречаются раздельнополые виды.
- Г. Дробление яйцеклетки происходит по типу поверхностного дробления.
- Д. Есть виды, для которых характерен изогамный половой процесс.

3. Покровы представителей типа, к которому относятся объекты, можно охарактеризовать следующим образом.

- А. Покровы представлены одним слоем эпителиальных клеток.
- Б. Покровы представлены неоидермисом, или тегументом
- В. Клетки покровов нересничные.
- Г. Покровы сменяются в течение жизни – происходит линька.
- Д. Покровы некутикулярные.

4. У представителей типа, к которому относятся объекты...

- А. ... трубчатое сердце расположено на спинной стороне тела.
- Б. ... специальные дыхательные пигменты отсутствуют.
- В. ... кровеносная система закрытого типа (замкнутая).
- Г. ... основной полостью тела является вторичная полость.
- Д. ... функцию транспорта питательных веществ к клеткам тела выполняет разветвленный кишечник.

5. Какие особенности биологии встречаются у представителей типа, к которому относятся объекты?

- А. При наступлении неблагоприятных условий могут впадать в длительное состояние покоя – анабиоз.
- Б. Могут обитать в морских и пресных водоемах.
- В. Могут вести паразитический образ жизни.
- Г. Могут повышать плодородие почвы, участвуя в разложении органического вещества.
- Д. Могут менять тип питания на разных стадиях жизненного цикла.

Шифр: _____

Рабочее место: _____

ЛИСТ ОТВЕТОВ
практического тура заключительного этапа
42-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
2025-26 уч. год. 9 класс

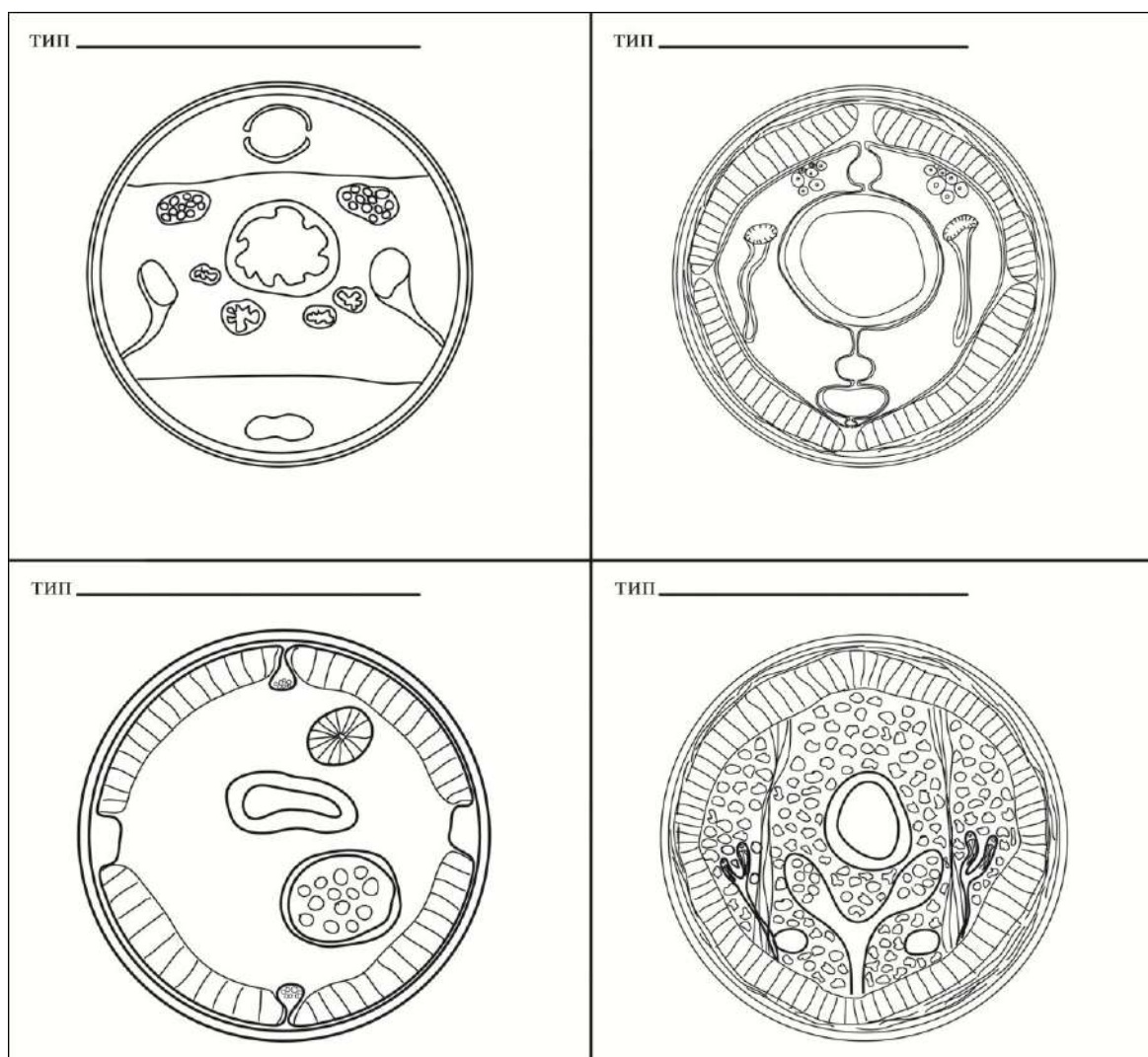
ЗООЛОГИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Задание 1. (3 балла)

Русское название типа _____

Латинское название типа _____

Задание 2. (13 баллов)



Задание 3. (4 балла)

А) _____

Б)

Тип глотки	1	2	3	4
Тип питания				

Задание 4. (12 баллов)

Внешний вид неполовозрелой особи с подписями. Рисуетя черной гелевой ручкой.

Задание 5. (8 баллов)

Передний конец тела с детально прорисованной глоткой. Рисуетя черной гелевой ручкой.

Задание 6. (10 баллов). Изучите вопросы на листе заданий и отметьте для каждого задания от 0 до 5 верных ответов, проставив в ячейки знак X. Задание оценивается по прогрессивной шкале.

Номер задания	Вариант ответа				
	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					
5					

ЗАДАНИЕ
практического тура заключительного этапа 42-й Всероссийской
олимпиады школьников по биологии. 2025-26 уч. год
9 класс. БИОСИСТЕМАТИКА И ЭКОЛОГИЯ

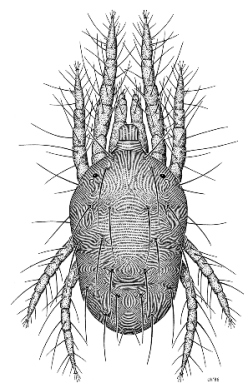
Продолжительность работы – 45 минут. Максимум – 50 баллов.

Оборудование

Стереомикроскоп с лентой микрометра, препаровальные иглы, пинцет, 1 чашка Петри с фиксированным материалом и номером, 1 фрагмент ствола дерева с номером.

Часть 1 (25 баллов)

Первый объект кабинета – обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch, 1836, см. рисунок), распространённый на всех материках и поражающий несколько сотен видов растений, питаясь на их листьях и молодых стеблях и вызывая их пожелтение и увядание. Для данного вида характерны короткий цикл развития и определение пола через плоидность (число копий ядерного генома). При благоприятных условиях развитие яйца составляет около 4 дней. Диплоидные самки начинают размножаться через 7 дней после вылупления и откладывают до 10 яиц в день. Обычно они гибнут в возрасте месяца, оставляя до несколько сот потомков. Гаплоидные самцы достаточно немногочисленны, составляют 20–30 % популяции. В преддверии неблагоприятного периода половозрелые и оплодотворённые самки приобретают ярко-красную окраску за счёт накопления каротиноидов и вскоре переходят в покоящееся состояние в почве.



Задание 1.1 (8 баллов)

Рассмотрите на большом увеличении стереомикроскопа образцы растительного материала – листьев земляники (*Fragaria vesca*). Внимательно изучите строение нескольких особей паутинных клещей, уточняя, на каких фазах развития находятся клещи (личинки, нимфы/имаго). При необходимости с помощью произведите соскоб иглой или пинцетом, чтобы несколько клещей оказались на дне чашки. Подложив ленту микрометра под чашку либо с помощью окуляр-микрометра, измерьте и занесите в лист ответов примерную длину тела нимф и имаго, а также признаки, отличающие их от личинок.

Задание 1.2 (2 балла)

Опираясь на выданный материал и представления об анатомии растений и клещей, выберите, какой тип питания характерен для данного вида и каким образом он приводит к заболеванию растения. Выберите верный вариант и отметьте его в таблице на листе ответов.

- А) Клещ слущивает хелицерами восковой налёт и кутикулу с поверхности эпидермиса, что увеличивает потерю воды в результате неустыичной транспирации;
- Б) Клещ разрушает хелицерами и ферментами слюны отдельные клетки эпидермы и мезофилла, приводя к деструкции этих тканей листа;
- В) Клещ срезает и измельчает хелицерами многоклеточные волоски эпидермы, в результате происходит перегрев поверхности листа и увеличение значительное транспирации.
- Г) Клещ прорезает хелицерами жилку листа и питается флоэмным соком, изымая значительную часть продуктов фотосинтеза и соединений биогенных элементов.

Задание 1.3 (4 балла)

Изучите диаграмму 1, отражающую зависимость плодовитости самки клеща от возраста в течение благоприятного сезона. Если бы растение земляники заразила только одна перезимовавшая самка, находящаяся в самом начале репродуктивного периода (ранее не размножалась), какое максимально число самцов и самок, уже вышедших из яиц, можно было бы ожидать увидеть на растении через 10 дней после начала размножения? Ответ внесите в таблицу на листе ответов.

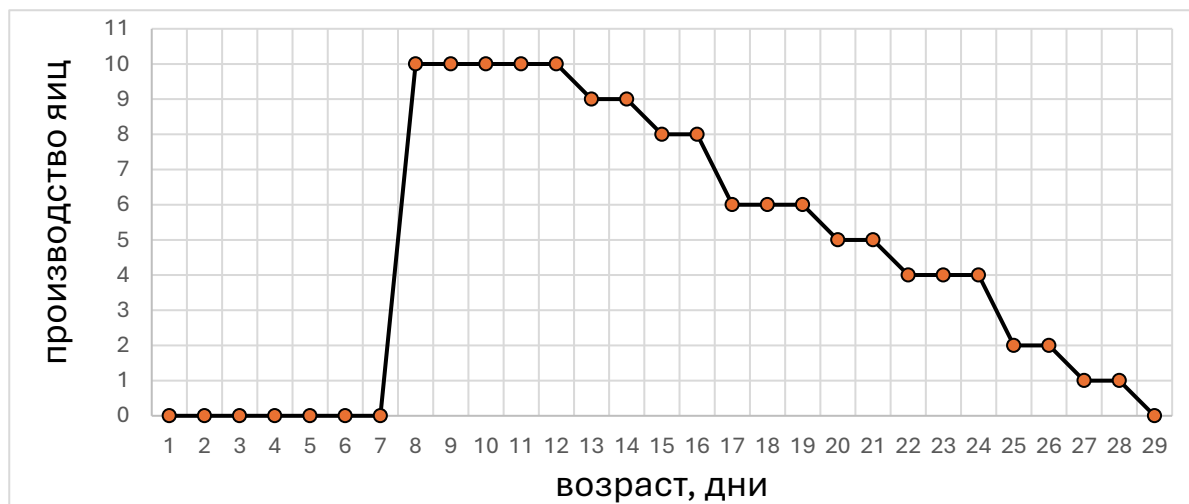


Диаграмма 1. Зависимость продукции яиц самкой *T. urticae* от возраста самки.

Задание 1.4 (6 баллов)

Совместно с *T. urticae* на растениях часто встречаются паразитиформных клещей *Phytoseiulus persimilis* (см. рис.). На диаграмме 2 изображена динамика численности обоих видов при совместном обитании. Отметьте на листе ответов наиболее вероятную из предложенных ниже гипотез о характере отношений этих видов и коротко обоснуйте, почему считаете каждую верной или неверной.

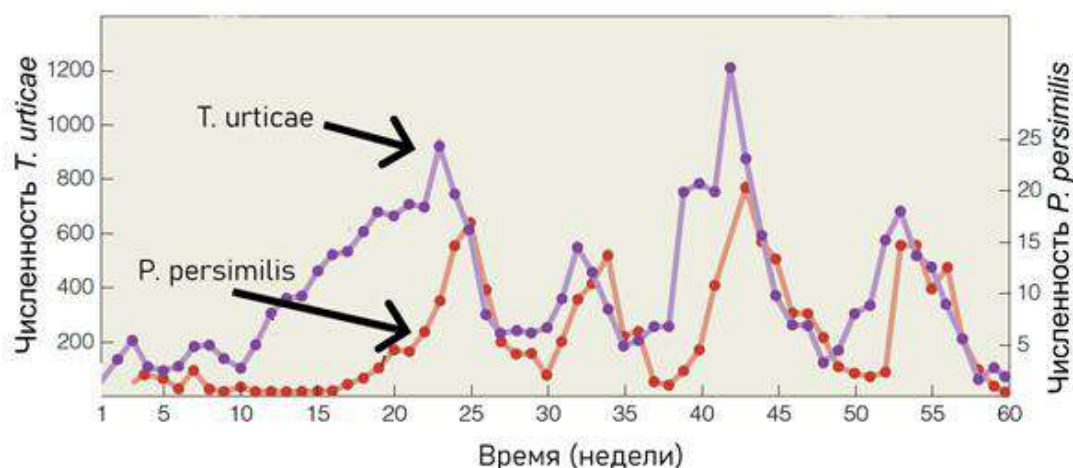
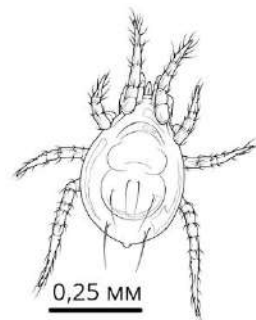


Диаграмма 2. Динамика численности *T. urticae* и *P. persimilis* при совместном обитании.

Гипотезы:

- А) *P. persimilis* конкурирует за пищу с *T. urticae*;
- Б) *P. persimilis* охотится на *T. urticae*;
- В) *P. persimilis* паразитирует на *T. urticae*.

Задание 1.5. Сезонная динамика (5 баллов)

Для самок обыкновенных паутиных клещей в конце сезона обычно накопление каротиноидов – пигментов терпенового ряда, синтезируемых через каскад ферментативных реакций. В приложении 1 приведены кладограммы по нуклеотидным последовательностям генов 2 участвующих в этом процессе ферментов: десатуразы и циклазы/синтазы. Исходя данных и знаний о распространении каротиноидов в природе, выберите и отметьте на листе ответов наиболее вероятную гипотезу об источнике данных генов. Коротко поясните свой ответ.

- А) Эти гены напрямую унаследованы *T. urticae* от общего предка животных и грибов.
- Б) Эти гены напрямую унаследованы *T. urticae* от общего предка животных и растений.
- В) Эти гены получены *T. urticae* путём горизонтального переноса от грибов.
- Г) Эти гены получены *T. urticae* путём горизонтального переноса от кормовых растений.

Часть 2 (25 баллов)

Жуки из подсемейства короедов (Scotilinae) – специализированная группа, повреждающая древесные растения, разделяемая на трибы лубоедов (Hylesinini), заболонникиов (Scolytini) и собственно короедов (Tomicini). В Европе их фауна насчитывает 140 видов, многие из которых характеризуются стенофагией. Почти всю свою жизнь короеды проводят скрытно, под корой стволов и ветвей деревьев, где они прокладывают галереи ходов, определённой формы. Формирование хода начинается с того, что одна взрослая особь прогрызает **входное отверстие** в коре дерева, а следом за ней туда проникает одна или несколько особей другого пола. У моногамных видов за самкой следует один самец, у полигамных – несколько самок за одним самцом. После оплодотворения самки разных видов прогрызают 1 или 2 **маточных хода**. У полигамных видов таких ходов вокруг одного входного отверстия очень много, а непосредственно под ним находится крупная **брачная камера**. Маточные ходы могут проходить через луб, заболонь или ядровую древесину. В маточном ходе самка откладывает яйца, из которых выходят личинки и прогрызают **личиночные ходы** в сторону от маточного. Перед превращением личинки обычно углубляются в древесину или кору, где и происходит окукливание. Вышедшие из куколок жуки прогрызают **летные отверстия** и покидают ствол. Большой и малый лубоеды имеют дополнительное питание осенью в кронах деревьев, где прогрызают ходы в тонких побегах текущего года, что приводит к обламыванию веточек во время ветров осенью или зимой.



Задание 2.1 (4 балла)

Найдите на фрагменте ствола галерею, входное отверстие которой отмечено красным маркером. С помощью приложения 2 определите, какой вид короедов её сформировал. Результат занесите в лист ответов.

Задание 2.2 (9 баллов)

Проанализируйте структуру фрагмента ствола. Отметьте, в каких тканях развиваются личинки данного вида. Коротко опишите, какие функции этих тканей существенно для растения нарушаются в результате прокладки галерей (если функции тканей не нарушены, напишите «нет»). Укажите, где происходит окукливание данного вида.

Задание 2.3 (8 баллов)

Лётные отверстия разных личиночных ходов имеют разные диаметры. Это связано с тем, что в части из них личинки не завершили развитие (например, в результате нападения эктопаразитических наездников). Подсчитайте число личиночных ходов двух типов и оцените постэмбриональную смертность личинок в данной «семье». Вычислите коэффициент воспроизведения имаго на 1 самку в данной «семье». Результаты запишите в лист ответов.

Задание 2.4 (4 баллов)

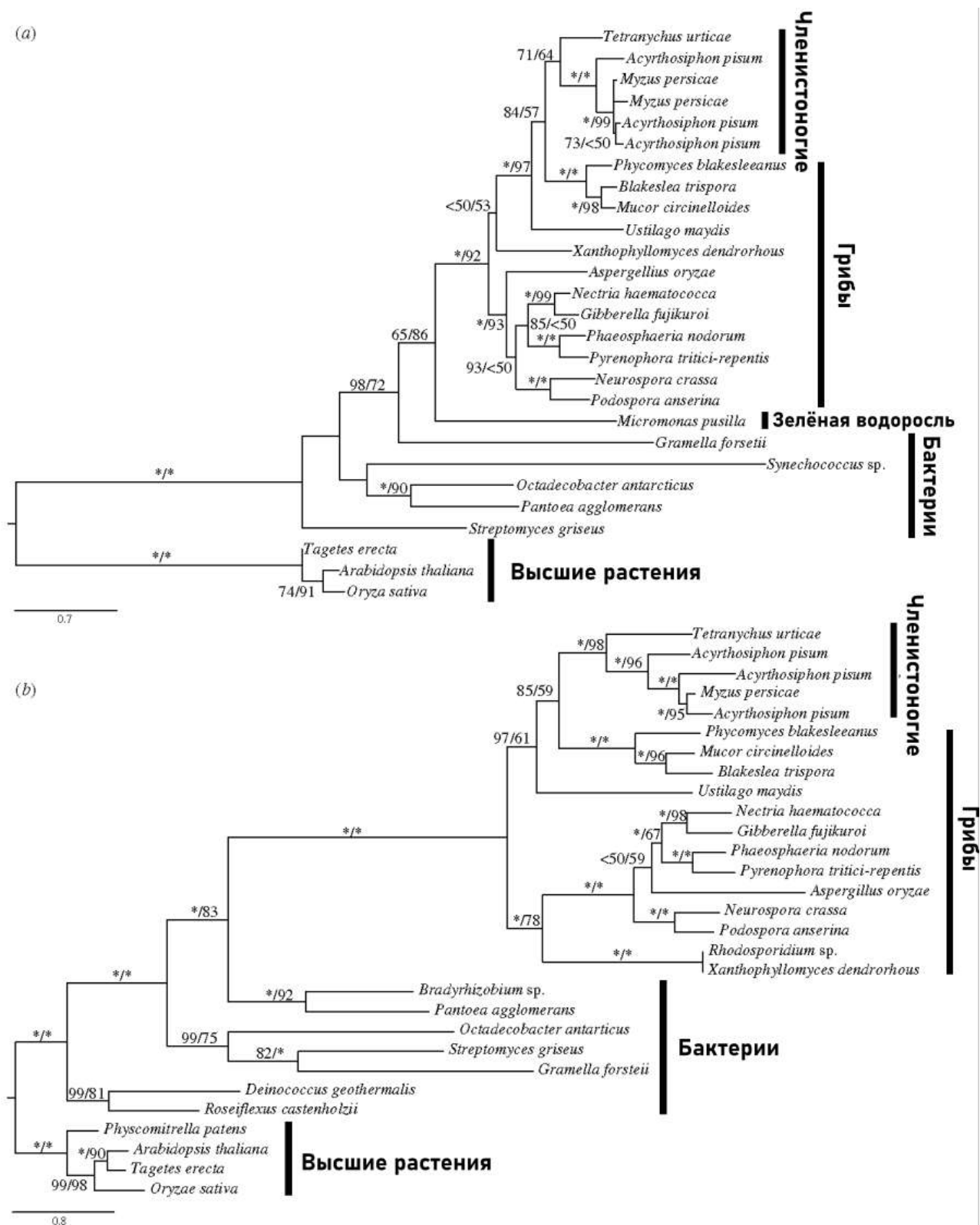
Заражению дерева короедами нередко сопутствует развитие одного из пороков древесины – так называемой «синевы», которую чаще всего в случае данного вида вызывает аскомицет *Ophiostoma canum*. Синяя или металлически серая окраска древесины (видна на снимке в виде более тёмных лучей) при поражении офиостомой определяется высоким содержанием в его мицелии меланина. Хотя офиостома, в отличие от короедов, обладает целлюлазами и гемицеллюлазами, она практически не использует их для получения питательных веществ, предпочитая менее химически инертные полисахариды, накапливающиеся в тканях с живыми клетками. Выберите все правдоподобные утверждения, касающиеся взаимоотношений этой пары организмов.



- А) В отсутствие короеда офиостома обитает в перидерме в анаэробных условиях, проникающий в дерево короед увеличивает содержание кислорода, вытесняя гриб в заболонь.
- Б) Короед может выступать в роли переносчика спор или фрагментов мицелия офиостомы, заражая ею новые деревья.
- В) Офиостома заселяет атакованное короедами дерево, питаясь преимущественно личинками и/или экскрементами короедов.
- Г) Личинки короедов могут питаться фрагментами мицелия офиостомы, которая более эффективно извлекает питательные вещества из тканей растения.
- Д) Присутствие короеда в дереве создаёт для офиостомы более благоприятные условия за счёт улучшения аэрации её среды обитания.

Приложение 1

Кладограмма, отражающая сходство нуклеотидных последовательностей генов ферментов пути синтеза каротиноидов в различных таксонах: а – десатураза, b – синтаза/циклаза.



Приложение 2. Определительный ключ для определения короедов по структуре галерей

1. Маточные и личиночные ходы помещаются внутри ядровой древесины, тогда как на заболони и на коре видны только входные отверстия2
 - Ходы расположены на заболони или на внутренней поверхности коры или в ее толще4
2. Маточные ходы горизонтальные, лежат поперек ствола3
 - Маточные ходы расположены в разных плоскостях. От входного отверстия в древесине по разным направлениям отдельные короткие ветви. Ходы черные. – **Непарный древесинник** (*Anisandrus dispar*). На лиственных породах, на хвойных как исключение.
3. Ходы «лестничные». Брачная камера в древесине на глубине 2–5 см. Разветвляющиеся обыкновенно на 2 ветви маточные ходы расходятся в противоположные стороны, чаще вдоль годичных колец. Если ветвей больше двух, они концентрируются в одном месте. Вверх и вниз по длине маточного хода выступают короткие цилиндрические личиночные ходы. Ходы черные. – **Полосатый древесинник** (*Xyloterus lineatus*). Живет исключительно на хвойных породах.
4. Маточные и личиночные ходы отпечатываются на внутренней поверхности коры и в разной степени на заболони5
 - Маточные ходы скрыты внутри коры, на внутренней ее поверхности видны местами только окончания маточных и личиночных ходов. Маточные ходы выгрызаются в виде углубленных площадочек неопределенного очертания. Вышедшие из отложенных кучкой яиц личинки прокладывают в разные стороны в толще коры свои самостоятельные ходы, которые выходят на внутреннюю поверхность коры. – **Лубяной крифал** (*Cryphalus saltuarius*). Заселяет ветви и вершины ели, очень редко сосны.
5. Маточные ходы в количестве нескольких каналов отходят в разные стороны от брачной камеры, иногда скрытой в толще коры6
 - Маточные ходы без брачной камеры начинаются прямо от входного отверстия, иногда с расширением в начале маточного хода7
6. Маточные ходы по 3–8 штук углублены в заболонь, отходят от брачной камеры звездчатой формы с преобладанием ходов в поперечном направлении. Ширина маточных ходов не более 1 мм. – **Малый вершинный короед** (*Pityogenes monacensis*). Заселяет вершину и толстые ветви ослабленных стоячих сосен.
7. Маточный ход продольный вдоль ствола от комля до кроны, длиной до 10 см (редко до 18). Стенки канала в первой четверти, покрыты беловатым налетом живицы. Личиночные ходы очень длинные, при выходе из маточного хода направляются под прямым углом к нему, а затем заворачиваются в продольном направлении и заканчиваются в глубине коры. Кукольные камеры в коре. Заселяет стволы с толстой корой и пни. – **Большой сосновый лубоед** (*Tomicus piniperda*) Встречается на сосне и очень редко на ели и др.
 - Маточный ход правого и левого колена расположен поперек ствола. Если заселение происходило в поваленный ствол, маточные ходы могут изгибаться в продольном направлении, но входное отверстие будет не на конце хода. Маточный ход глубоко внедряется в заболонь, расходясь в стороны от входного отверстия, заканчивающегося также на заболони. Личиночные ходы продольные, на внутренней поверхности коры, при окончании уходят в заболонь. Кукольные камеры в древесине на глубине до 1 см. Занимают верхнюю часть ствола с тонкой корой, вершину, реже ветви. – **Малый сосновый лубоед** (*Tomicus minor*).

Шифр _____

Рабочее место _____

ЛИСТ ОТВЕТОВ
на задания практического тура заключительного этапа
42-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025-26 уч. год
9 класс. БИОСИСТЕМАТИКА И ЭКОЛОГИЯ

Задание 1.1 (8 баллов). Измерьте паутинных клещей разных стадий и впишите в таблицу. Укажите отличия личинок от нимф и имаго. *(По 3 балла за размер, 2 балла за отличия.)*

Название стадии	Длина самой мелкой особи, мм	Длина самой крупной особи, мм
Нимфы и имаго		

Отличия личинки паутинного клеща от последующих стадий (по 1 баллу за отличие):

--

Задание 1.2 (2 балла). Выберите одно верное описание механизмов питания и развития заболевания и проставьте знак × в соответствующую ячейку. *(2 балла за верный ответ.)*

Описание	А	Б	В	Г
Ответ				

Задание 1.3 (4 балла). Вычислите количество самок и самцов – потомков единственной перезимовавшей самки, заселившей растение земляники. *(2 балла за верный ответ.)*

Потомков через 10 дней	Самцы:	Самки:
------------------------	--------	--------

Задание 1.4 (6 балла). Выберите одну верную характеристику отношений между видами и проставьте знак × в соответствующую ячейку. Обоснуйте, что указывает на этот вариант и что противоречит другим. *(2 балла за строку, ответы без обоснования не оцениваются!)*

Гипотеза	Ответ	Обоснование
А		
Б		
В		

Шифр _____

Рабочее место _____

Задание 1.5 (5 баллов). Выберите одну наиболее правдоподобную гипотезу происхождения генов синтеза каротиноидов у клещей и проставьте знак × в соответствующую ячейку. Дайте краткое обоснование (2 балла за верный выбор и 3 балла за полное обоснование.)

Описание	А	Б	В	Г	Краткое обоснование:
Ответ					

Задание 2.1 (4 баллов). Определите вид короедов, сформировавших галерею, и впишите его название в нижеследующее поле (4 балла за верное название короеда.)

Название: _____.

Задание 2.2 (9 баллов). Укажите ткани, где развиваются личинки и куколки данного вида. Укажите, какие функции нарушает развитие личики либо поставьте пометку «нет». (4 балла за выбор всех верных в первом столбце, 2 за 1 ошибку, 0 за 2 и более. По 1 баллу за каждое верное обоснование. 1 балл за единственный верный ответ про место окукливания.)

Ткань	Место развития личинок	Какая функция ткани растения сильно нарушена	Место окукливания
Луб (флоэма)			
Сосудистый камбий			
Заболонь			
Ядровая древесина			

Задание 2.3 (8 баллов). Подсчитайте число успешно завершённых и прерванных ходов и произведите необходимые вычисления. (По 2 балла за каждую ячейку в рамках допуска.)

Характеристика	Число личинок	Число имаго	Смертность	Коэффициент рождаемости на 1 самку
Ответ				

Задание 2.3 (4 баллов). Выберите все правдоподобные гипотезы об отношениях короеда и офиостомы и проставьте знаки × в соответствующие ячейки. (4 балла за полностью верный ответ, 2 балла за 1 ошибку, 0 баллов за 2 и более ошибки.)

Описание	А	Б	В	Г	Д
Ответы					

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа
42-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии, 2025-26 уч. год, 9 класс
ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ

Перед тем как приступить к выполнению заданий, внимательно прослушайте инструктаж по технике безопасности и ознакомьтесь с ним.

Максимальное количество баллов за кабинет – 50 баллов.

Оборудование и материалы: микроскоп, микропрепарат органа млекопитающего (в случае повреждения микропрепарата во время работы с ним замена не производится), калькулятор

Задание 1. Изучение микропрепарата под микроскопом (всего 35 баллов).

Руководствуясь правилами работы с микроскопом с использованием объективов 4х, 10х, 40х, рассмотрите гистологический микропрепарат органа млекопитающего и ответьте на вопросы 1.1-1.8.

1.1 (1 балл за правильный ответ)

Определите, является ли данный микропрепарат временным, то есть содержит живые клетки, или постоянным, то есть содержит зафиксированный материал. Внесите свой ответ в соответствующую ячейку Таблицы №1 Листа ответов: поставьте цифру 1 – если это временный микропрепарат, цифру 2 – если это постоянный микропрепарат.

1.2 (1 балл за правильный ответ)

Определите тип данного микропрепарата. Выбрав из списка, поставьте в соответствующую ячейку Таблицы №1 Листа ответов цифру, соответствующую типу препарата:

- 3 – шлиф
- 4 – отпечаток
- 5 – срез
- 6 – мазок
- 7 – пленка
- 8 – тотальный препарат
- 9 – временный микропрепарат с живым материалом.

1.3 (7 баллов всего, за каждый правильно выбранный и правильно невыбранный пункт начисляется 1 балл)

Изучите, как окрашен этот микропрепарат органа млекопитающего, выберите подходящие утверждения из списка (10-16), Заполните часть 1.3. Таблицы №1 в Листе ответов. Если утверждение верно, отметьте соответствующую ячейку знаком “Х”, если не верно, то знаком “О”.

- 10 – многоцветное (трихромное) окрашивание
- 11 – использовался только один краситель
- 12 – при окрашенных волокнах и цитоплазме, ядра клеток не видны
- 13 – окрашивание не проводилось, орган имеет собственные контрастные пигменты
- 14 – это импрегнация солями серебра
- 15 – краситель\красители не флуоресцируют
- 16 – для окрашивания использованы два красителя

1.4 (3 балла за правильный ответ)

Определите орган, представленный на микропрепарате. Впишите название органа в соответствующую ячейку Таблицы №1 Листа ответов.

1.5 (1 балл за правильный ответ)

При спаечной болезни орган, представленный на данном микропрепарате, ввиду своего анатомического расположения, может образовывать спайки (то есть срастаться) с соседними органами. Выберите один такой орган из предложенного списка. Укажите в соответствующей ячейке Таблицы №1 Листа ответов букву, соответствующую органу в данном списке:

К – Кишечник

С – Сердце

Щ – Щитовидная железа

Г – Гипофиз

М – Миндалины

П – Плацента

1.6 (1 балл за правильный ответ)

При злокачественной трансформации клеток, выстилающих просвет данного органа, могут формироваться опухоли. Выберите из предложенного списка (17-22) тип опухоли, который может образоваться из таких клеток, и укажите в соответствующей ячейке Таблицы №1 Листа ответов цифру, под которой данная опухоль приведена в этом списке:

17. фиброаденомы

18. рабдомиосаркомы

19. фибросаркомы

20. лимфомы

21. глиобластомы

22. аденокарциномы

1.7 (5 баллов, за каждый правильно выбранный и правильно невыбранный пункт начисляется 0.5 балла)

Выберите из списка (23-32) утверждение\я, верно характеризующее\ие ткань, выстилающую изнутри данный орган на микропрепарате. Заполните часть 1.7. Таблицы №1 в Листе ответов. Если утверждение верно, отметьте соответствующую ячейку знаком “Х”, если не верно, то знаком “О”.

23. – клетки плотно сомкнуты, практически нет межклеточных пространств

24. – клетки обладают полярностью

25. – это однослойный призматический эпителий

26. – это многорядный мерцательный эпителий

27. – это уротелий

28. – это грануляционная ткань

29. – ткань не окрашена на данном срезе

30. – эти необновляющиеся клетки, им не свойственны митозы

31. – большинство клеток не содержат ядер

32. – обладает поперечной исчерченностью

1.8 (16 баллов, за каждый правильно выбранный и правильно невыбранный этап начисляется 1 балл)

Выберите из списка (1-16) структуры, которые **различимы** на предложенном микропрепарате при использовании объектива 40х. Заполните соответствующую часть Таблицы №1(продолжение) в Листе ответов. Если структура различима, отметьте соответствующую ячейку знаком “Х”, если не различима — знаком “О”.

Название структуры:

1. – ворсинки
2. – артерии
3. – вены
4. – эпителий
5. – клетка Бэца
6. – фрагмопласт
7. – ядра клеток
8. – косоисчерченные мышечные волокна
9. – крипты
10. – вставочные диски
11. – интерстициальный эндокриноцит
12. – фолликулы
13. – капсула Шумлянского-Боумена
14. – ядерные эритроциты
15. – десмотрубочки
16. – мышечные слои

Задание 2. Изучение микрофотографий в Приложении (всего 9 баллов).

2.1 (7 баллов, за каждый правильно выбранный и правильно невыбранный пункт начисляется 1 балл)

Изучите Приложение к заданию 2. Выберите микрофотографии/ю (А-Ж), на которой\ых изображены структуры, которые могут быть в норме в органе млекопитающего, представленном на микропрепарате в Задании 1. Заполните соответствующую часть Таблицы 2 в Листе ответов. Если структура встречается в этом органе, то отметьте ячейку знаком “Х” и знаком “О” — если не встречается.

2.2 (2 балла за правильный ответ)

Выберите тип/типы микроскопа/ов, с помощью которого\ых получены данные изображения, и укажите в соответствующей ячейке Таблицы №2 в Листе ответов цифру/ы из данного списка:

1. просвечивающий электронный
2. флуоресцентный
3. конфокальный
4. сканирующий электронный
5. фазово-контрастный
6. атомно-силовой (сканирующий зондовый)
7. поляризационный

Задание 3. Задание на расчёт (всего 6 баллов).

При планировании экспериментов важно четко рассчитать количество расходных материалов, для гистолога это предметные и покровные стекла, ножи, красители и др. Допустим, в эксперименте планируется использовать для гистологического анализа по одному органу (что будет соответствовать одному парафиновому блоку) от 5 контрольных и 5 опытных животных. Высота каждого органа в парафиновом блоке составляет 0.5 см. Срез имеет толщину 5 мкм. На одно стекло размещают по четыре таких среза. Ножи одноразовые, и каждый нож меняют после двухсот срезов. Все блоки необходимо порезать полностью. Исходя из практики, 25% срезов окажутся непригодными для дальнейшей работы. Ответьте на вопросы и внесите ответы в соответствующие ячейки Таблицы №3.

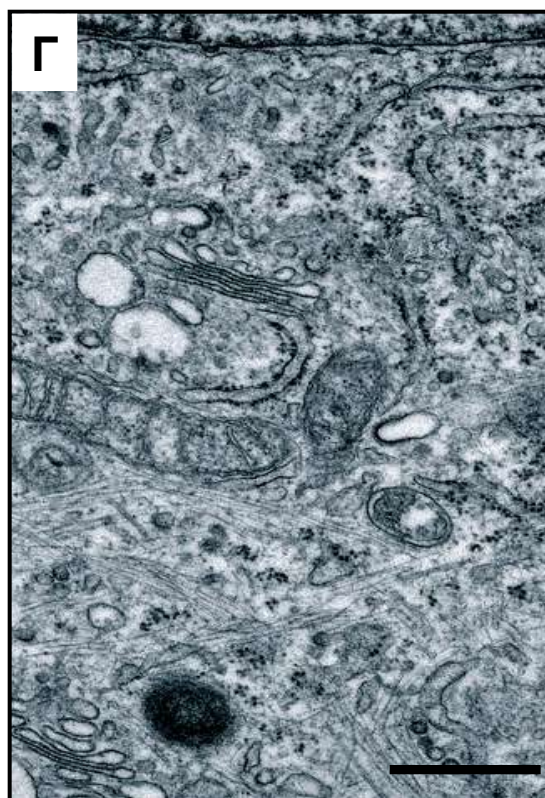
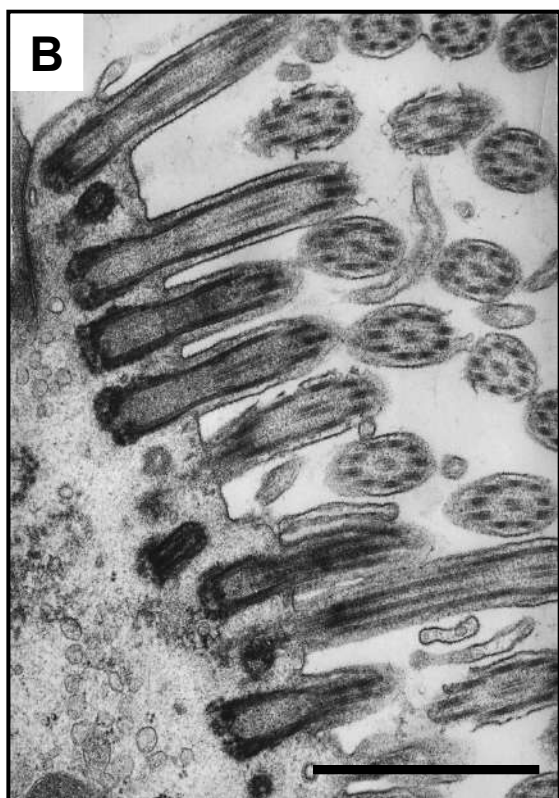
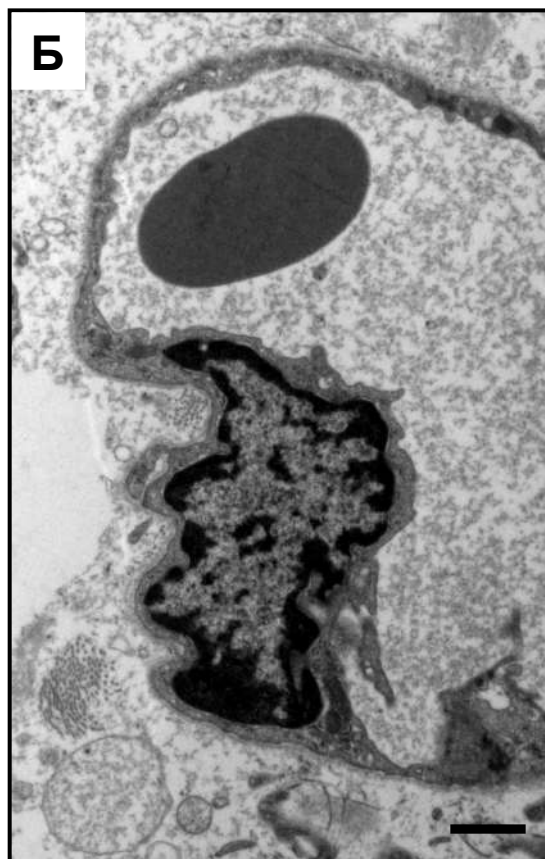
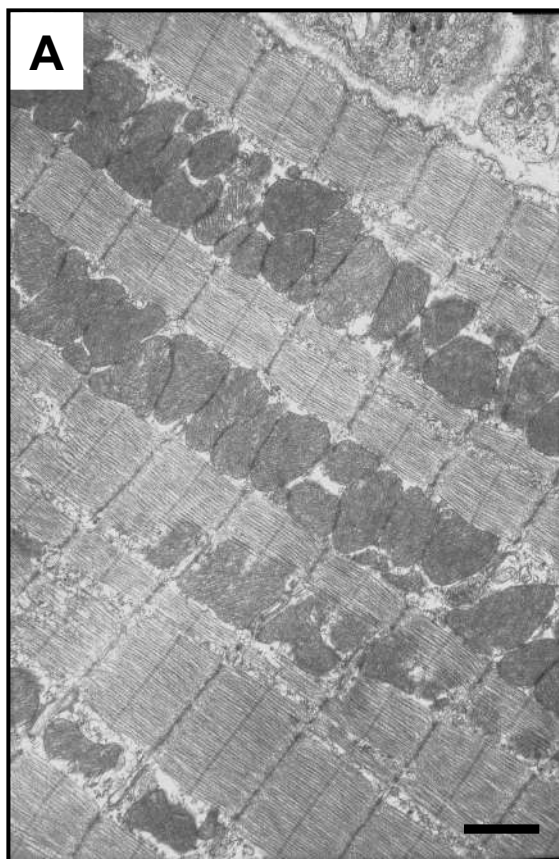
- 1) Какое количество ножей будет использовано для получения срезов всего эксперимента?
- 2) Какое суммарное количество срезов в обеих группах пригодны для дальнейшей работы?
- 3) Сколько стекол в опытной группе будет использовано?

После выполнения работы поднимите руку и дождитесь члена жюри, который проверит целостность микропрепарата.

ВНИМАНИЕ! В случае заполнения частей Таблиц 1.3, 1.7, 1.8 и 2.1 иным образом или в случае отсутствия заполнения ячеек, ответы не будут засчитаны (то есть допускается заполнение каждой ячейки либо X либо O).

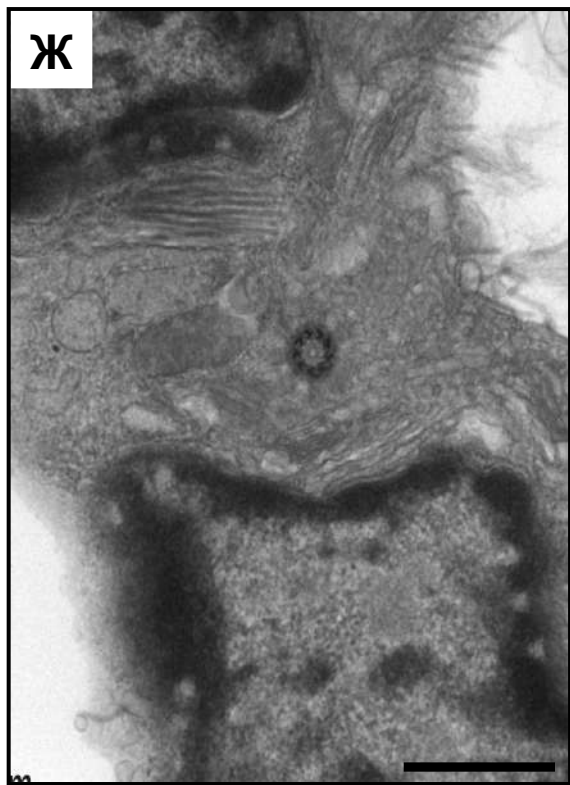
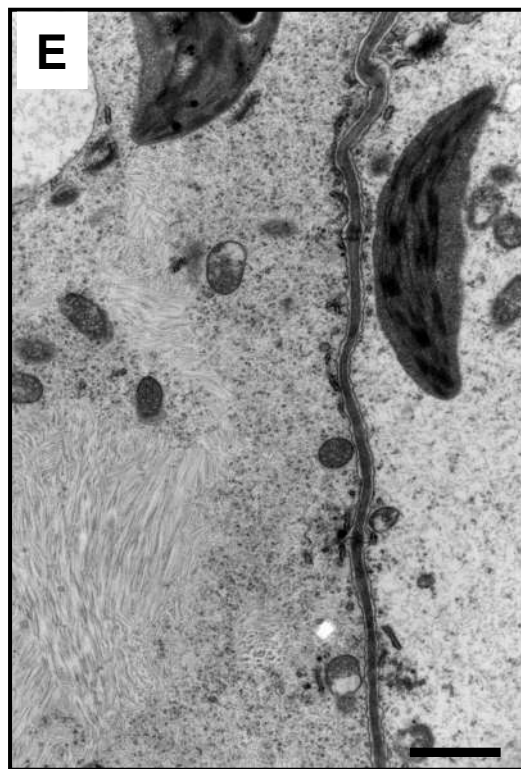
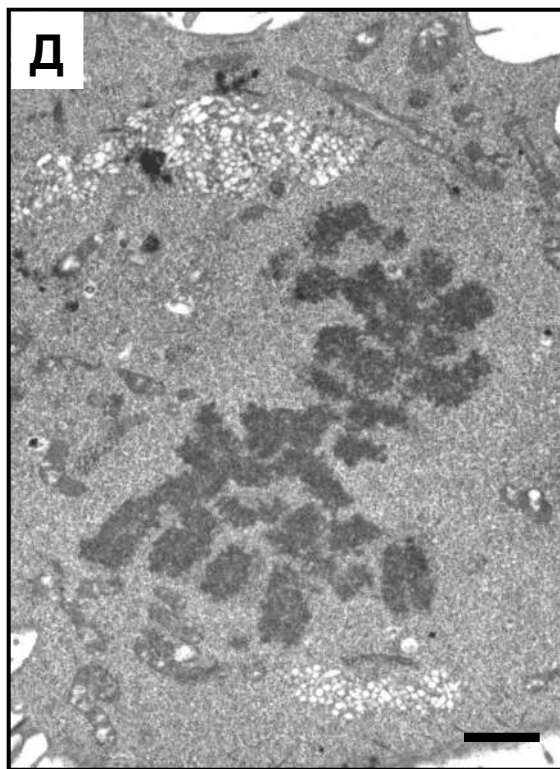
Желаем успехов!

Приложение к заданию 2



Масштабные линейки соответствуют 1 мкм на всех изображениях

Приложение к заданию 2



Масштабные линейки соответствуют 1 мкм на всех изображениях

Итого

ЛИСТ ОТВЕТОВ

42-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии, 2025-26 уч. год, 9 класс
ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ

Задание 1. Изучение микропрепарата под микроскопом (всего 35 баллов). Оценка: _____

[illegible]

Таблица №1 (продолжение)

[illegible]

Задание 2. Изучение микрофотографий (всего 9 баллов).**Оценка:** _____

Таблица №2.

2.1 Изображения (заполнить знаком <u>X</u> или знаком <u>O</u>)							2.2 Тип микроскопа (цифра\ы из 1-7)
7 баллов							2 балла
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	

Задание 3. Задание на расчёт (всего 6 баллов).**Оценка:** _____

Таблица №3.

Количество ножей	Количество срезов	Количество стекол
2 балла	2 балла	2 балла

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа Всероссийской
олимпиады школьников по биологии. 2025-26 уч. год. 9 класс

МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Оборудование и инструменты, необходимые для работы: стереомикроскоп, предметное стекло, чашка Петри с крышкой, пипетка Пастера, препаровальные иглы, пинцет, лезвие, бумажная салфетка.

Объект исследования находится у вас на столе. Перенесите его в чашку Петри. Чтобы материал не начал высыхать, налейте в чашку Петри воды. Рассматривайте объект либо целиком, не вынимая его из чашки Петри, либо на предметном стекле, отделив нужную часть для выполнения задания.

Будьте аккуратны при использовании лезвия и препаровальных игл!

Рассмотрите внешний вид, изучите морфологические особенности предложенного вам объекта и выполните задания.

Внимательно внесите все свои ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ.

Задание 1. Вначале, не препарируя сами цветки, составьте представление о структуре соцветия:

- 1.1. соцветие (А – простое / Б – сложное);
- 1.2. соцветие (А – цимозное / Б – рацемозное);
- 1.3. соцветие (А – фрондозное / Б – брактеозное / В – эбрактеозное);
- 1.4. брактей (прицветники) (А – есть / Б – нет);
- 1.5. брактеолы (прицветнички) (А – есть / Б – нет);

Задание 2. Зарисуйте схему строения соцветия, используя условные обозначения, указанные в листе ответов, внизу под выполненной схемой напишите название соцветия у этого объекта.

Задание 3. Рассмотрите внимательно строение цветка. Для этого можно препаровальными иглами отогнуть элементы околоцветника, не отрывая их. Составьте представление о строении околоцветника, числе и взаиморасположении элементов околоцветника, типе симметрии:

- 3.1. околоцветник (А – простой / Б – двойной);
- 3.2. расположение элементов околоцветника (А – спиральное / Б – круговое);
- 3.3. элементы околоцветника (А – свободные / Б – сросшиеся друг с другом);
- 3.4. подчашие: (А – есть / Б – нет);
- 3.5. цветок (А – актиноморфный / Б – зигоморфный / В – ассиметричный).

Задание 4. Сделайте продольный разрез цветка лезвием безопасной бритвы. Внимательно рассмотрите строение цветка на продольном разрезе. Обратите внимание на детали строения андроеца и гинецея. Возьмите еще один цветок и аккуратно препарируйте его, используя препаровальные иглы. Отпрепарируйте все элементы андроеца и гинецея, составьте себе представление об их числе и строении:

- 4.1. гипантий (А – есть / Б – нет);
- 4.2. расположение тычинок (А – круговое / Б – спиральное);
- 4.3. стаминодии (А – есть / Б – нет);
- 4.4. тычинки (А – одинаковые / Б – двух типов / В – трех типов / Г – четырех типов);
- 4.5. пыльники вскрываются (А – продольной щелью / Б – клапаном / В – отверстием);
- 4.6. пыльники (А – интрозные - вскрываются внутрь, в сторону центра цветка / Б – эктрозные - пыльники вскрываются наружу, в сторону околоцветника / В – в цветке имеются тычинки как с интрозными, так и с эктрозными пыльниками);
- 4.7. завязь (А – верхняя / Б – нижняя / В – полунижняя).

Задание 5. Что в предложенном цветке выполняет функцию нектарника? (впишите утверждение в соответствующее поле).

Задание 6. Составьте формулу предложенного цветка, напишите ее в соответствующее поле в листе ответов.

Задание 7. Нарисуйте диаграмму предложенного цветка, используя условные обозначения, указанные в листе ответов.

Задание 8. Предположите, каким типом плода будет обладать данное растение? (впишите название в соответствующее поле).

Задание 9. Зарисуйте внешний вид тычинки со стороны вскрывающихся пыльников. Если в цветке имеется несколько типов тычинок, нарисуйте все варианты их строения и отметьте их число.

Задание 10. Какой группе, по вашему мнению, может принадлежать данный цветок? (А – базальные двудольные / Б – однодольные / В – ранункулиды / Г – розиды / Д – астериды).

В КОНЦЕ РАБОТЫ НЕОБХОДИМО ПОЛОЖИТЬ ОБЪЕКТ И ВСЕ ЕГО ОТПРЕПАРИРОВАННЫЕ ЧАСТИ ОБРАТНО В КОНТЕЙНЕР, ЗАКРЫТЬ КОНТЕЙНЕР, НАПИСАТЬ НА НЕМ ШИФР И РАБОЧЕЕ МЕСТО.

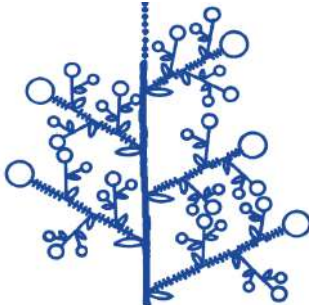
ЛИСТ ОТВЕТОВ (максимум 50 баллов)

За каждое правильно выполненное задание, предполагающее выбор из нескольких вариантов ответов (а, б, в, ...) дается по 1 баллу, остальные задания оцениваются отдельно.

Задание 1. (максимум - 5 баллов)

	А	Б	В
1.1. соцветие...			
1.2. соцветие...			
1.3. соцветие...			
1.4. брактей (прицветники)...			
1.5. брактеолы (прицветнички)...			

Задание 2. (максимум - 5 баллов)

Только схема (без комментариев):	Условные обозначения (МОГУТ БЫТЬ ИЗБЫТОЧНЫМИ):	
		Цветок
		Растущая верхушка открытого соцветия
		Номофилл – лист серединой формации
		Брактея (прицветник)
		Брактеола (прицветничек)
		Укороченное междоузлие (прорисовано в разных вариантах)
	Главная ось соцветия обозначается жирной линией	
ОБРАЗЕЦ: схема участка соцветия коровяка черного (<i>Verbascum nigrum</i>)		
		

Название соцветия:

Критерии оценивания схемы соцветия:

Схема нарисована крупно, на ней отмечены требуемые части объекта, видны все предложенные для обозначения структуры.	1 балл
Схема выполнена аккуратно, все структуры обозначены в соответствии с предложенными обозначениями.	1 балл

Задание 3. (максимум - 5 баллов)

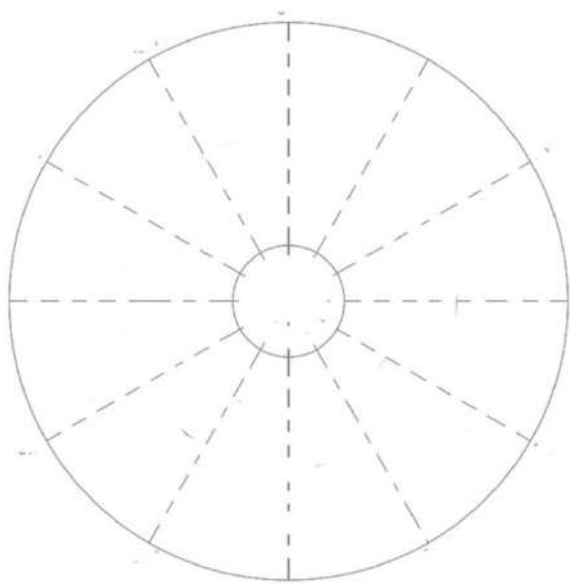
	А	Б	В
3.1. околоцветник...			
3.2. расположение элементов околоцветника...			
3.3. элементы околоцветника...			
3.4. подчашие...			
3.5. цветок...			

Задание 4. (максимум - 7 баллов)

	А	Б	В	Г
4.1. гипантий				
4.2. расположение тычинок				
4.3. стаминодии				
4.4. тычинки				
4.5. пыльники вскрываются				
4.6. пыльники				
4.7. завязь				

Задание 5. (2 балла).**Задание 6.** (6 баллов).**Задание 7.** (максимум 6 баллов).

Серым цветом размечены границы поля диаграммы для удобства прорисовки.



Чашелистик



Лепесток



Листочек простого околоцветника



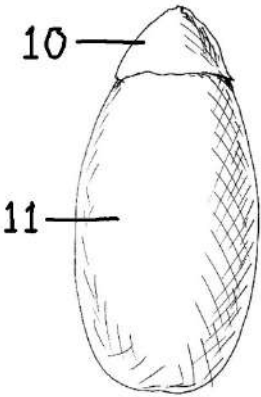
Тычинка. Ориентация пыльника может быть различной. Тычинки могут различаться размерами и/или иметь дополнительные образования, которые можно отразить на диаграмме.



Пестик. Если пестик образован несколькими плодолистиками, то их границы можно показать перегородками.

Задание 8. (максимум 2 балла).

Задание 9. (максимум 10 баллов).

Рисунки и подписи цифрами (см. образец)	Подписи: (СПИСОК СТРУКТУР МОЖЕТ БЫТЬ ИЗБЫТОЧНЫМ)
	1. – антерофор 2. – гиностегий 3. – гинофор 4. – интрорзный пыльник 5. – нектарник 6. – синангий 7. – синандрий 8. – стаминодий с недоразвитым пыльником 9. – экстрорзный пыльник 10. – нуцеллярный колпачок 11. – эндосперм Образец: 

Критерии оценивания рисунков:

Рисунки крупные	1 балл
Все детали объекта нарисованы правдоподобно с соблюдением реальных пропорций и в правильном числе	1 балл
Рисунки выполнены аккуратно, все границы тканей или структур показаны четко, линиями. Штриховкой или точками показаны характер поверхности или объем.	1 балл
Рисунки детализированы, правдоподобно показаны мелкие детали, в том числе те, которые не предлагаются к обозначению.	1 балл

	А	Б	В	Г	Д
Задание 10. (2 балла).					

ЗАДАНИЕ
практического тура заключительного этапа XLII Всероссийской олимпиады
школьников по биологии. Екатеринбург, 2025-2026 уч. г.

10 класс. ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Продолжительность работы – 45 минут. Максимум 50 баллов.

Обратите внимание, что проверяется только бумажный лист ответов.

Оборудование и материалы: ноутбук, наушники, линейка, лупа, влажный препарат позвоночного животного в ванночке, череп млекопитающего, тушка птицы, на рабочем столе компьютера папка «Вариант №», в ней – определители позвоночных животных, видеофайл, аудиофайл, pdf-документ с заданием, презентация.

Задание 1. (18 баллов)

Перед Вами на столе лежат 3 объекта - позвоночные животные. Каждый объект имеет номер:

- 1 – влажный препарат (в ванночке)
- 2 – череп млекопитающего
- 3 – тушка птицы

В папке «Определители» на компьютере Вы найдёте электронные книги для определения позвоночных.

С помощью предложенного электронного определителя выясните видовую принадлежность объектов и укажите, к каким отрядам и семействам они относятся. Ответы занесите в таблицу 1 листа ответов.

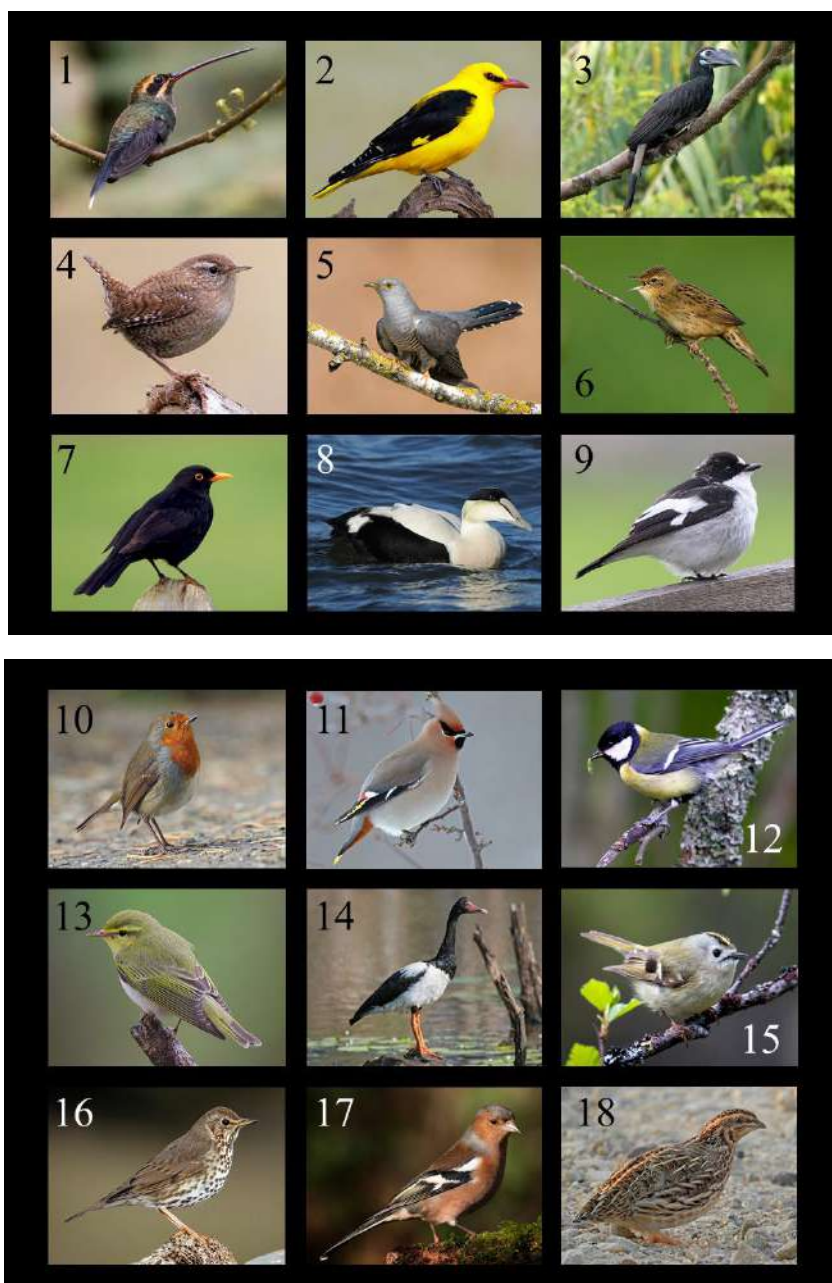
(Систематическое положение надо указать по предложенному Вам определителю на русском и латинском языках!)

Задание 2. (15 баллов)

В папке «Голоса» на компьютере Вы найдёте звуковой файл с записями голосов отечественных видов птиц.

1. Прослушайте аудиозапись и определите все виды птиц, чьи голоса присутствуют на записи. Ответы занесите в таблицу 2 листа ответов. Там дано 5 ячеек для записи названий видов. В одну ячейку можно записать только один вид, если вы услышали больше 5 видов птиц, выберете пять самых отчетливо слышимых.
2. Среди предложенных Вам фотографий на последующих двух слайдах в презентации, найдите птиц, чьи голоса Вы определили. Впишите соответствующие номера фотографий в таблицу 2.

(Этот ответ оценивается только при верно определённом голосе птицы!)



Задание 3. (17 баллов)

В папке «Видео» на компьютере Вы найдёте видеофайл.

Просмотрите видеосюжет, в котором представлены два эксперимента по изучению когнитивных способностей двух видов птиц (какаду Гоффина и серой вороны).

Эксперимент с какаду

1-ый опыт – 00:00-00:19 (время)

2-ой опыт – 00:19-00:33

3-ой опыт – 00:33-01:16

Эксперимент с вороной

1-ый опыт – 01:16-01:33

2-ый опыт – 01:33-02:04

- Для ответа на вопросы 3 задания Вам предлагается облако ключевых слов. В нем содержатся как нужные, так и лишние слова.
- В Вашем ответе должно присутствовать одно или несколько ключевых слов.
- Перед ключевым словом всегда ставьте # для облегчения проверки. Ключевым словам можно менять окончание для их согласования в предложениях по правилам русского языка.
- Верный ответ должен включать в себя конкретные #ключевые слова, оформленные в законченные, осмысленные предложения. Просто перечисление слов без контекста оценивается нулем баллов.
- В ответе на каждый вопрос есть однозначно верные ключевые слова - при отсутствии их в ответе он будет оценен в ноль баллов.
- В ответе на каждый вопрос есть однозначно неверные ключевые слова - при использовании их в ответе он будет оценен в ноль баллов.

Пример ответа на вопрос с системой ключевых слов

Облако ключевых слов:

#Розовый #Зеленый #Пин #Копатыч #Совунья #Лосяш #Бараш #Крош
#Ёжик #Нюша

Вопрос:

Кто из смешариков относится к диапсидам? Поясните ответ.

Варианты ответа:

- К диапсидам относятся #Пин и #Совунья, так как они являются птицами – полностью верный ответ, 2 балла
- К диапсидам относятся #Совунья, так как она является птицей – частично верный ответ, 1 балл
- #Пин и #Совунья – верные слова, но без пояснений и контекста, 0 баллов
- К диапсидам относятся #Пин и #Совунья, так как они любят #Зеленый цвет – верные слова, но неверный контекст и объяснение, 0 баллов

- К диапсидам относятся Кар-Карыч, так как он является птицей – нет ключевых слов, 0 баллов
- К диапсидам относятся #Пин, #Совунья и #Нюша, так как они являются птицами – в ответе присутствует однозначно ошибочное ключевое слово, 0 баллов
- К диапсидам относятся #Пин и #Совунья, так как они являются птицами, а еще #Зеленый цвет долины символизирует гармонию сосуществования синапсид и диапсид – полностью верный ответ и какая-то не относящаяся к вопросу информация, но не являющаяся однозначно ошибочной (просто лишняя), 2 балла



Облако ключевых слов:

#Аверсия #Воссоздание образца по памяти #Влияние наблюдателя #Запах пищи #Клюв #Классическое обучение по Павлову (условный рефлекс) #Лапа #Манипулятор #Манифестационная активность #Мелкая моторика #Метод проб и ошибок (инструментальное обучение/оперантное обусловливание) #Направление взгляда #Обучение наблюдением #Отрицательное подкрепление #Отрицательное наказание #Какаду Гоффина #Подчинение сознания #Положительное подкрепление #Положительное наказание #Привыкание #Придумывание без опоры на опыт #Размер #Серая ворона #Сенситизация #Создание инструментов #Сознание #Сопоставление с образцом #Строительство гнезда #Таргетинг #Творчество #Угасание #Форма #Цвет

Вопросы (ответы на них с ключевыми словами занесите в бланк ответов)

1. С помощью какой формы обучения птиц тренировали выбирать бумажные фрагменты? Коротко объясните принцип. (4 балла).
2. Какую задачу решает какаду в первом эксперименте? (2 балла).
3. Какую задачу решает попугай во втором и третьем эксперименте? (2 балла).
4. Для чего нужны такие навыки в естественной среде? (1 балл).

5. Сравните механические навыки, реализуемые в эксперименте у ворон и попугаев. В чем сходство? (3 балла).

6. У кого получается сделать более точные копии объектов и с какими особенностями анатомии это связано? (3 балла).

7. Для чего в опыте с вороной между птицей и человеком ширма из фанеры? Что для этого делают исследователи в опытах с участием попугая? (2 балла).

ЛИСТ ОТВЕТОВ
на задания практического тура XLII Всероссийской олимпиады
школьников по биологии. Екатеринбург, 2025-2026 уч.г. - 10 класс

ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ

Задание 1. Запишите в таблицу 1 напротив номера определённого Вами объекта его видовое название, семейство и отряд на русском и латинском языках (систематическое положение указать по предложенному Вам электронному определителю) (максимум 18 баллов).

Таблица 1.

Номер объекта	Отряд (1 балл)	Семейство (1 балл)	Видовое название (4 балла)
1 – влажный препарат			
2 – череп млекопитающего			
3 – тушка птицы			

Оценка за Задание 1: _____ баллов

Задание 2. Занесите в таблицу 2 видовое название птицы, которой принадлежит соответствующий голос, а также номер фотографии с изображением этого вида. В одну строчку можно записать только один вид птицы (максимум 15 баллов).

Таблица 2.

Видовое название (по голосу) (2 балла)	Номер фотографии (1 балл)

Оценка за Задание 2: _____ баллов

Задание 3.

Выполните задания по видеосюжету, используя ключевые слова из облака (максимум 17 баллов).

Облако ключевых слов:

#Аверсия #Воссоздание образца по памяти #Влияние наблюдателя #Запах пищи #Клюв
#Классическое обучение по Павлову (условный рефлекс) #Лапа #Манипулятор # Манифестационная
активность #Мелкая моторика #Метод проб и ошибок (инструментальное обучение/оперантное
обусловливание) #Направление взгляда #Обучение наблюдением #Отрицательное подкрепление
#Отрицательное наказание #Какаду Гоффина #Подчинение сознания #Положительное подкрепление
#Положительное наказание #Привыкание #Придумывание без опоры на опыт #Размер #Серая ворона
#Сенситизация #Создание инструментов #Сознание #Сопоставление с образцом #Строительство
гнезда #Таргетинг #Творчество #Угасание #Форма #Цвет

1. С помощью какой формы обучения птиц тренировали выбирать бумажные фрагменты? Коротко объясните принцип. (4 балла). _____

2. Какую задачу решает какаду в первом эксперименте? (2 балла). _____

3. Какую задачу решает попугай во втором и третьем эксперименте? (2 балла). _____

4. Для чего нужны такие навыки в естественной среде? (1 балл). _____

5. Сравните механические навыки, реализуемые в эксперименте у ворон и попугаев. В чем сходство? (3 балла). _____

6. У кого получается сделать более точные копии объектов и с какими особенностями анатомии это связано? (3 балла). _____

7. Для чего в опыте с вороной между птицей и человеком ширма из фанеры? Что для этого делают исследователи в опытах с участием попугая? (2 балла). _____

Оценка за Задание 3: _____ баллов

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа 42-й Всероссийской
олимпиады школьников по биологии, 2025-26 уч. год. 10 класс
ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА (максимум 50 баллов)

Оборудование:

1. Ноутбук
2. Наушники
3. Калькулятор
4. Линейка

Материалы:

В папке «Физиология человека» на рабочем столе компьютера:
1. Видеофайл «Исследование» в папке «Физиология человека» на рабочем столе;
2. Графические файлы «Фрагмент 1», «Фрагмент 2», «Фрагмент 3».

«Кто познает тайну сна – познает тайну мозга»

М.Жюве

Сон – одно из очевидных и, в то же время, загадочных явлений нашей жизни. 36% своей жизни мы проводим во сне. То есть человек, доживший до 90 лет, проспал целых 32 года! Сотни лет ученые разных специальностей пытаются объяснить феноменологию сна. На этом пути сделано много интересных открытий. В то же время, до полного понимания того, зачем мы спим, еще очень далеко. Сегодня мы предлагаем вам приобщиться к изучению сна и проанализировать реальные физиологические данные, полученные в состояниях сна и бодрствования. Кроме того, вам надо будет сделать выводы из результатов интересных экспериментов, позволивших лучше понять механизмы зависимости сна человека от смены дня и ночи.

На рабочем столе компьютера вы найдете папку «Физиология человека». В ней есть видеофайл «Исследование». Видео показывает дизайн исследования и позволяет сделать некоторые физиологические измерения. Вы можете останавливать просмотр в нужный момент и пересматривать записи много раз, если это необходимо. В этой папке находятся 3 графических файла с фрагментами записей, показанных в видео. Возможно, после просмотра видео вам будет удобнее работать с ними. Прочитайте задания 1.1 – 1.4, посмотрите видео и проведите необходимые расчеты. Результаты внесите в соответствующие поля Листа ответов.

Если что-то не открывается или не работает – поднимите руку.

Задание 2 не имеет дополнительных файлов. Оно полностью изложено ниже.

Желаем вам успехов!

Часть 1. Исследование сна человека (всего 42 балла).

Посмотрите видеофайл «Исследование». Внимание! Для выполнения задания 1.2 необходимо использование наушников.

Задание 1.1. Проанализируйте методику проведенного исследования. Какие методы использованы для регистрации физиологических показателей во время сна и бодрствования в данном случае? Внесите в список ответов последовательность букв (кодов), соответствующих использованным методам, в алфавитном порядке.

Список кодов:

А – компьютерная томография; Б – магнитно-резонансная томография; В – электроэнцефалография; Г – гастроскопия; Д – электроокулография; Е – видеоокулография; Ж – фотоплетизмография; З – электрокардиография; И – респирография; К – миография; Л – инвазивный метод измерения давления; М - аускультативный метод Короткова;

Задание 1.2. Во время исследования, участник находился в 3 разных функциональных состояниях. Назовем их состояние 1, 2 и 3. Состоянию 1 соответствует фрагмент записи 1 и первое измерение давления, состоянию 2 – фрагмент записи 2 и второе измерение давления, состоянию 3 – фрагмент записи 3 и третье измерение давления. Проведите анализ показателей, указанных в таблице Листа ответов для трех состояний участника. Заполните таблицу с учётом пояснений.

Пояснения к заполнению таблицы:

- Частота дельта-ритма 1-4 Герца (Гц), тета-ритма 4-7 Гц, альфа-ритма 7-13 Гц, бета ритма 13-30 Гц.

- Впишите в таблицу название одного или двух ритмов, доминирующих в первых 8 каналах записи. Не более двух названий. Первым напишите название самого выраженного в данном состоянии ритма.

- В поля таблицы для оценки движений глаз и мышечного тонуса впишите либо слово «есть», либо слово «нет». В данном случае важна выраженность показателя относительно 2 других состояний.

Задание 1.3. Рассчитайте гемодинамические показатели в трех состояниях. Результаты расчётов внесите в таблицу в Листе ответов.

Для оценки реального давления, под которым кровь поступает в капилляры тканей, используют среднее артериальное давление, которое при нормальной частоте сердечных сокращений рассчитывается по формуле:

$$\text{СрАД} = \text{ДАД} + \frac{(\text{САД} - \text{ДАД})}{3}$$

где СрАД – среднее артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, САД – систолическое артериальное давление.

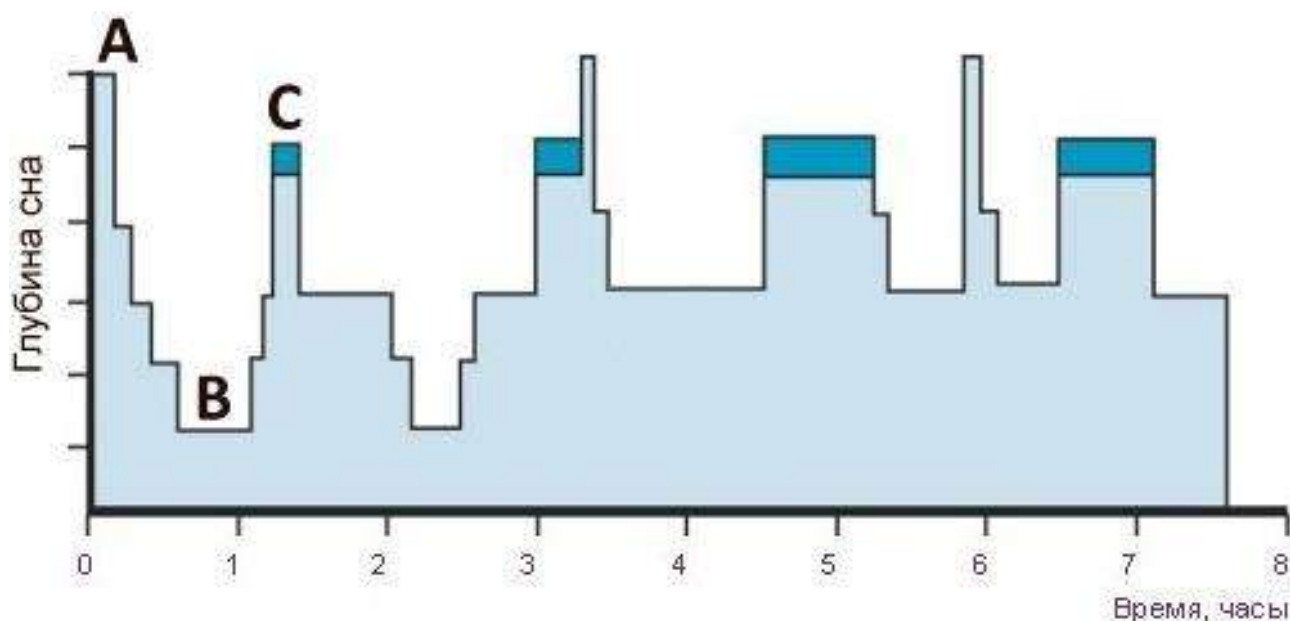
На уровень СрАД влияют два основных фактора: минутный объём крови (МОК) и общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС). МОК отражает объём крови, перекачиваемый сердцем за минуту, и помогает судить о достаточности кровотока для обеспечения тканей кислородом. ОПСС зависит преимущественно от радиуса сосудов.

1.3.1. Используя значения систолического (САД) и диастолического (ДАД) давления из задания 2, рассчитайте среднее артериальное давление для трёх различных состояний. Полученные значения округлите до целого значения и внесите в Лист ответов.

1.3.2. На основе значений СрАД из задания 1.3.1. рассчитайте минутный объём крови (МОК, литры) для тех же трёх состояний, если известно, что общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) оставалось постоянным и равным 15 мм рт. ст.*мин/л. Полученные значения округлите до одного знака после запятой и внесите в Лист ответов.

1.3.3. Используя значения из предыдущих заданий, рассчитайте ударный объем (УО, миллилитры) правого желудочка. Полученные значения округлите до целого и внесите в Лист ответов.

Задание 1.4. Соотнесите проанализированные вами состояния участника исследования с графиком сна, приведенным на рисунке. Каждой букве на графике должна соответствовать только одна цифра, обозначающая состояние (или 1, или 2, или 3).



Часть 2. Циркадный ритм (всего 8 баллов). Хорошо известно, что цикл сон-бодрствование зависит от смены дня и ночи. При снижении уровня освещенности мы начинаем засыпать, а когда солнце встает – просыпаемся. Поэтому довольно трудно приспособиться к резкой смене часовых поясов после длительных авиаперелетов. Внутренний циркадный ритм должен подстроиться под новые условия.

Понятно, что в этом процессе участвуют глаза – потеря глаз у человека, как и у других млекопитающих приводит к нарушению зависимости сна от освещенности. Мы хорошо знаем, что в сетчатке глаза на свет реагируют фоторецепторы – палочки и колбочки. Получая кванты света, они меняют свои градуальные потенциалы. Ганглиозные клетки воспринимают это изменение потенциала и реагируют, генерируя нервные импульсы, которые идут сначала в таламус, а потом в первичную зрительную кору.

Для того, чтобы понять, какие фоторецепторы участвуют в регуляции циркадного ритма, были получены различные линии трансгенных мышей с нарушением работы фоторецепторов. В конце концов, оказалось, что мыши, у которых отсутствовали и палочки, и колбочки ничего не видели, но при этом прекрасно подстраивались под окружающий уровень освещенности. Еще одним интересным фактом является то, что нарушение связи таламуса с первичной зрительной корой не влияет на процесс подстройки цикла сон – бодрствование под освещение, а вот разрушение супрахиазмального ядра полностью подавляет этот процесс. Дальнейшая регуляция идет гуморальным путем, но без участия гипофиза. Регулирующий гормон используется в качестве действующего вещества в препаратах, служащих для облегчения эффектов резкой смены часовых поясов у человека.

Давайте подведем итоги. Для этого вставьте коды, соответствующие пропущенным словам в текст. Сделать это надо **не на этом листе**, а на Листе ответов.

Вставьте коды, соответствующие пропущенным словам в следующем фрагменте текста (один пропуск-один код):

Информация от особых ____ сетчатки глаза ____ поступает в супрахиазмальное ядро ____, которое дает команду ____, и железа выделяет ____, синтезируя его из _____. Выделение этого гормона в кровь способствует _____.

Коды для вставки в текст:

А – палочек, Б – колбочек, В – ганглиозных клеток;

Г – напрямую, Д – через зрительный тракт, Е – через таламус;

Ж – среднего мозга, З – продолговатого мозга, И – гипоталамуса;

К – эпифизу, Л – щитовидной железе, М – тимусу;

Н – ноотропил, О – мелатонин, П – паратгормон;

Р – адреналина, С – серотонина, Т – тироксина;

У – засыпанию, Ф – пробуждению, Х – обучению.

Шифр _____

Итого _____

Номер рабочего места: _____

10 класс. ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА (максимум 50 баллов)**ЛИСТ ОТВЕТОВ****Часть 1. Задание 1.1. (6 баллов).****Оценка:** _____

Напишите коды в алфавитном порядке: _____

Задание 1.2. (21 балл). Измерение физиологических показателей участника исследования в 3-х состояниях:**Оценка:** _____

Показатель / состояние	Состояние 1	Состояние 2	Состояние 3
Систолическое давление (мм рт. ст.)			
Диастолическое давление (мм рт. ст.)			
Тонус мышц (есть / нет)			
Движения глаз (есть / нет)			
Средняя ЧСС (уд/мин)			
Средняя частота дыхания (циклов /мин)			
Один или два доминирующих ритма в первых 8 каналах записи			

Задание 1.3. (9 баллов). Оценка показателей гемодинамики:**Оценка:** _____

Показатель / состояние	Состояние 1	Состояние 2	Состояние 3
1.3.1. СрАД, мм рт. ст.			
1.3.2. МОК, л/мин			
1.3.3. Ударный объём, мл			

Задание 1.4. (6 баллов). Гипнограмма:**Оценка:** _____

Впишите номер состояния, соответствующий букве на графике:

Обозначение на рисунке	А	В	С
Номер исследуемого состояния			

Часть 2 (8 баллов). Циркадный ритм.**Оценка:** _____

Вставьте коды, соответствующие пропущенным словам в следующем фрагменте текста (один пропуск – один код):

Информация от особых ____ сетчатки глаза ____ поступает в супрахиазмальное ядро ____, которое дает команду ____, и он выделяет ____, синтезируя его из _____. Выделение этого гормона в кровь способствует _____.

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа
XLII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025-26 уч. год.
10 класс. МИКРОБИОЛОГИЯ
50 баллов

Оборудование и материалы: 3 пластиковые микропробирки с чистыми культурами («А», «Б», «В»), чашка Петри с колониями совместно выращенных культур, 3% КОН, микроскоп, предметные стекла, покровные стекла, кусочки фильтровальной бумаги, пипетки Пастера, пинцет, микробиологическая петля, спиртовка, маркер.

Введение: Из недр изумрудных копий Малышевского месторождения ученые-микробиологи УрФУ выделили 3 микроорганизма, имеющие биотехнологический потенциал. Их вырастили в виде чистых культур, чтобы изучить физиологические свойства и биохимию. Однако дополнительно ученые попробовали культивировать эти культуры совместно, после чего произвели посев на чашки Петри, чтобы определить численность. Помогите микробиологам проанализировать полученные результаты!

Цель работы: Изучить три выделенные культуры и особенности их совместного существования.

Задачи:

- 1) Провести микроскопический анализ чистых культур.
- 2) Проанализировать эффект от совместного культивирования.
- 3) Установить биохимические свойства культур.

Ход работы

Задание 1. Микроскопический анализ культур (макс. 30 баллов).

1) Приготовьте препарат «раздавленная капля» каждой чистой культуры («А», «Б», «В»). Для этого нанесите пипеткой Пастера каплю культуры на предметное стекло и накройте её сверху покровным стеклом. Микроскопируйте препараты с объективом 40х и **заполните таблицу в Задании 1 на листе ответов**, указав варианты морфологии, характерные для каждой культуры.

Обратите внимание! В данной работе использованы только чистые культуры. Они могут иметь как один, так и несколько вариантов морфологии. При наличии различных микроорганизмов в препарате (например, вследствие загрязнения) учитывайте самый многочисленный.

2) Проведите экспресс-тест на грампринадлежность каждой культуры. Для этого нанесите каплю 3% КОН на предметное стекло, внесите небольшое количество культуры и размешивайте стерильной микробиологической петлёй в течение 30 сек. В случае грамотрицательных микроорганизмов при попытке поднять петлю из капли за ней потянется слизистая нить. В случае грамположительных микроорганизмов такого эффекта не наблюдается. **Внесите результаты в последний столбец таблицы в Задании 1 на листе ответов.**

3) После совместного культивирования 3 культуры были анаэробно посеяны на чашку Петри. Но выросло только 2 из них, причем в разном количестве. Ученые успели определить только то, что обе культуры окрашивались по Граму положительно. Определите, какая из 3 чистых культур преобладала на чашке, а какая была минорной, и **запишите в Задании 1 на листе ответов.**

Задание 2. Анализ чашек Петри (макс. 12 баллов).

1) Укажите номер чашки **в Задании 2 на листе ответов.**

2) Подсчитайте число колоний минорной культуры на чашке. **Запишите в Задании 2 на листе ответов.**

3) Известно, что при культивировании *в одиночестве* в тех же условиях и за то же время минорная культура в среднем образует 30 колоний на чашку. Используйте формулу распределения Пуассона, чтобы рассчитать вероятность получить столько колоний, сколько вы посчитали на вашей чашке:

$$P(X) = \frac{\lambda^X \cdot e^{-\lambda}}{X!}$$

Где: X – число наблюдаемых колоний;

λ – среднее ожидаемое число колоний на чашке;

$P(X)$ – вероятность получить X колоний при среднем ожидаемом λ ;

e – число Эйлера $\approx 2,71828$.

Если вероятность не превышает 5%, то принято считать, что результат значимо отличается от ожидания.

Запишите в Задании 2 на листе ответов рассчитанную вероятность (в процентах), а также вывод о том, насколько наблюдаемое число колоний соответствует ожидаемому.

Задание 3. Биохимия культур (макс. 8 баллов).

Для установления конкретного типа метаболизма трёх культур были идентифицированы ключевые гены. В таблице представлено наличие (+) или отсутствие (–) генов, кодирующих ферменты метаболических путей, а также структурные компоненты дыхательных цепей:

Ген	Культура А	Культура Б	Культура В
цитохром-с-оксидаза субстрат _{восст} +O ₂ → субстрат _{окисл} +H ₂ O	–	+	–
сульфатредуктаза (dsrAB) субстрат _{восст} +SO ₄ ²⁻ → субстрат _{окисл} +S ⁰	–	–	+
ацетаткиназа (ack) и фосфотрансацетилаза (pta) ацетил-КоА+Ф _н ⇌ ацетилфосфат+КоА ацетилфосфат+АДФ ⇌ ацетат+АТФ	+	–	–
цитратсинтаза (gltA) ацетил-КоА+оксалоацетат+H ₂ O ⇌ цитрат+КоА+H ⁺	–	+	–
гидрогеназа (NiFe) субстрат _{восст} + 2H ⁺ → субстрат _{окисл} +H ₂	+	–	+

На основе данных таблицы оцените верность следующих утверждений и **укажите это в таблице Задания 3 на листе ответов**, поставив знак **✗** в поле “**верное**” или “**неверное**”:

- 1) Культура А продуцирует ацетат в анаэробных условиях.
- 2) Культура Б способна к окислительному фосфорилированию с использованием кислорода в качестве конечного акцептора электронов.
- 3) Культура В восстанавливает сульфат до серы.
- 4) Культура А имеет полный цикл трикарбоновых кислот (ЦТК).
- 5) Культуры А и В способны выделять водород, который может использоваться в анаэробных условиях в качестве донора электрона для микроорганизмов-литотрофов.
- 6) Культура Б может использовать в качестве донора электрона органические вещества и/или O₂, NO₃⁻ или SO₄²⁻.
- 7) Культура В может использоваться для восстановления рН шахтных вод, после процесса биовыщелачивания (разрушения сульфидных руд до серной кислоты).
- 8) Культура В образует серу в результате аноксигенного фотосинтеза.

ЛИСТ ОТВЕТОВ

кабинет МИКРОБИОЛОГИЯ, 2026 год

Шифр _____

Номер рабочего места _____

Итого баллов _____

Задание 1. МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУЛЬТУР (всего макс. 30 баллов)Отметьте знаком **×** варианты морфологии, свойственные каждой культуреУкажите грампринадлежность знаком **+** или **–**

Культура	одиночные кокки	диплококки	тетракокки, сарцины	стрептококки	палочки	спириллы	Грам + / –
А							
Б							
В							

Укажите, какие из культур (А, Б, В) встречаются на чашке:

Преобладающая культура на чашке: _____

Минорная культура на чашке: _____

Задание 2. АНАЛИЗ ЧАШЕК ПЕТРИ (всего макс. 12 баллов)

Номер чашки: _____

Число колоний минорного штамма: _____

Вероятность наблюдения этого числа колоний: _____ %

(при среднем значении 30 колоний на чашку)

Вывод (поставьте знак **×** под правильным утверждением):колоний меньше, чем можно
ожидать☐колоний ожидаемое
количество☐колоний больше, чем можно
ожидать☐**Задание 3. БИОХИМИЯ КУЛЬТУР (всего макс. 8 баллов)**Отметьте знаком **×** утверждения как **верные** или **неверные**

Утверждение	1	2	3	4	5	6	7	8
Верное								
Неверное								

**ЗАДАНИЕ практического тура заключительного этапа
42-ой Всероссийской олимпиады школьников по биологии в 2025/26 учебном году.**

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Оборудование и объекты исследования: микроскоп, предметное стекло, этикетка (наклейка) для подписи препарата, покровные стекла, лезвие, препаровальные иглы, краситель (смесь спиртового раствора флороглюцина и концентрированной соляной кислоты), фильтровальная бумага, кусочек пенопласта, стакан с водой, пипетка, капельница с глицерином, исследуемый объект.

Ход работы:

1. Рассмотрите предложенный Вам объект – фрагмент органа высшего растения. Объект ранее был зафиксирован в растворе этанола, и предоставлен Вам после последующего вымачивания в воде. Приготовьте временный анатомический препарат. Перед началом работы подпишите предметное стекло: напишите на этикетке свой шифр наклейте ее на край стекла. Разрежьте объект поперек приблизительно пополам и сделайте несколько тонких поперечных срезов центральной части органа с помощью лезвия, перенесите их с помощью иглы в каплю воды на предметное стекло. С помощью игл отберите один или несколько лучших срезов и проведите их окраску.

Методика окрашивания микропрепарата:

- а. Фильтровальной бумагой уберите лишнюю воду и проведите окрашивание срезов смесью флороглюцина и соляной кислоты. Добавьте к препарату несколько капель данной смеси; с помощью иглы проконтролируйте, что срезы вступили в контакт с красителем; понаблюдайте за срезами не более минуты, чтобы убедиться, что окраска прошла.
- б. Когда проявится окрашивание, уберите лишнюю жидкость фильтровальной бумагой и добавьте каплю глицерина. Накройте препарат покровным стеклом. После завершения работы **сдайте подписанный препарат преподавателю** для дальнейшей оценки. При наличии в сданном препарате нескольких срезов оценивается лучший из них.

Критерии оценивания качества микропрепарата:

Тонкий в 1-2 клетки/толстый, но с различимыми анатомическими структурами	2/0
Строго ровный поперечный срез / скошенный	2/0
Хорошо прокрашенный / не окрашенный (реакция с флороглюцином не прошла)	2/0
Целостный / разорванный, фрагментарный	2/0
Отсутствие пузырьков воздуха и включений в поле зрения/наличие пузырьков воздуха и включений, мешающих изучению структур	2/0

Примечание: толстый срез, на котором анатомические структуры неразличимы, оценивается в 0 баллов.

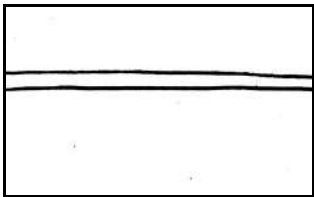
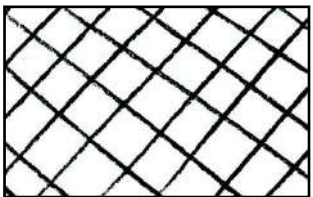
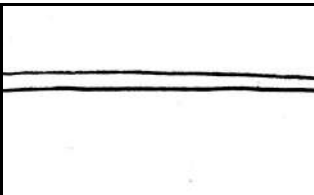
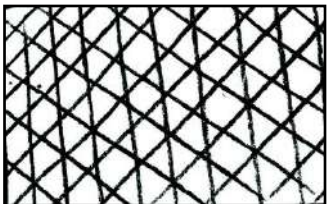
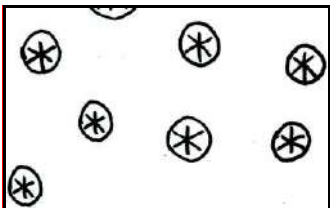
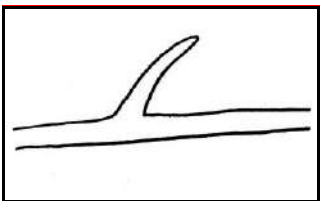
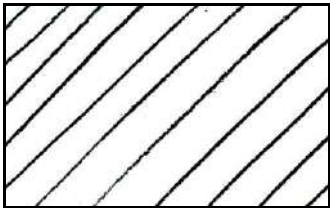
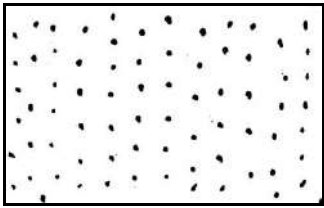
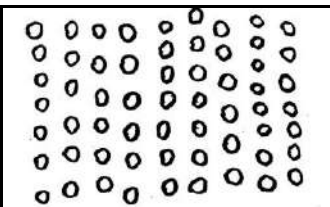
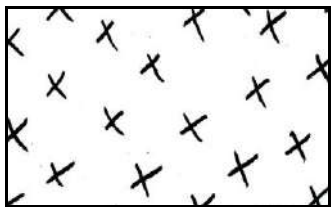
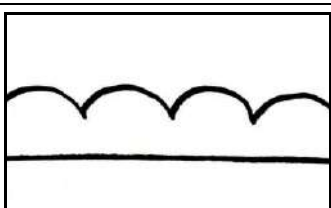
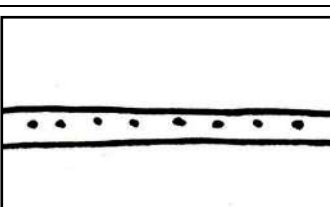
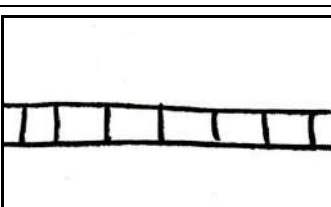
2. Изучите временный микропрепарат с помощью светового микроскопа на малом и большом увеличении. Зарисуйте поперечный срез в бланке для ответов в поле для рисунка. На рисунке должен быть изображен **полный срез (не сектор)**. Прорисовка отдельных клеток не нужна, сделайте **схематичный рисунок**, используя для изображения различных тканей условные обозначения, **указанные в таблице 1**. Рисунок должен быть крупным (занимать большую часть поля).

Критерии оценивания рисунка:

Рисунок крупный, верно ориентированный, изображена требуемая часть среза (как это указано в задании).	2/0
Рисунок среза соответствует сданному препарату. Должны быть изображены все действительно присутствующие на Вашем препарате анатомические структуры из перечня, предоставленного рядом с полем для рисунка.	2/0
Ткани и структуры должны быть изображены согласно условным обозначениям, данным в таблице 1.	2/0
Линии, обозначающие границы тканей, должны быть четкими не разорванными, отражать реальную картину соотношения границ тканей и размеров анатомических структур.	2/0

Примечание: при отсутствии сданного на оценку препарата поперечного среза рисунок оценивается в 0 баллов.

Таблица 1. Условные обозначения тканей и структур на схематичном рисунке.

Название ткани или структуры	Способ изображения на схематичном рисунке	Название ткани или структуры	Способ изображения на схематичном рисунке
Абаксиальная эпидерма		Склеренхима / флоэмные волокна	
Адаксиальная эпидерма		Споровместилище паразитического гриба	
Клетки с кристаллами		Трихома	
Колленхима		Флоэма	
Ксилема		Хлоренхима	
Паренхима		Экзодерма	
Перидерма		Эндодерма	

3. Из предоставленного перечня анатомических структур (рядом с полем для рисунка), найдите те, которые Вы наблюдали на приготовленном препарате. Соедините стрелками (линиями) их местоположение на рисунке с названием. Помните, что на рисунке должны быть изображены действительно присутствующие на Вашем препарате анатомические структуры. **Невыбранные структуры зачеркните, обозначив тем самым их отсутствие на препарате.**

4. Ответьте на тестовые вопросы к заданию. Ответы впишите в матрицу на листе ответов:

Тестовые задания с единственным вариантом ответа. В матрице ответов впишите букву верного варианта напротив номера вопроса.

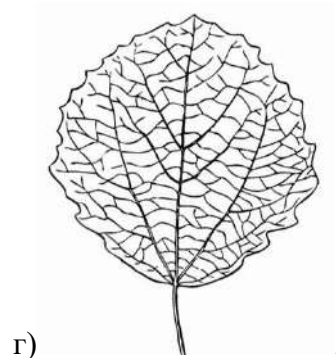
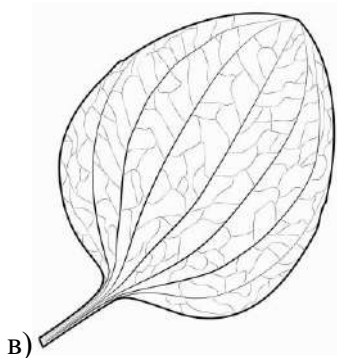
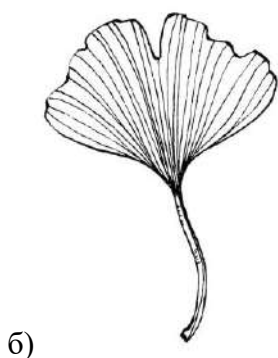
1. Изучив особенности препарата поперечного среза, можно утверждать, что фрагмент растения, являющийся изучаемым объектом, это:

- а) корневой клубень;
- б) черешок листа;
- в) стебель;
- г) слоевище.

2. Судя по анатомическим особенностям, изученное Вами растение можно отнести к таксону:

- а) Покрытосеменные (Magnoliopsida);
- б) Маршанциевые (Marchantiopsida);
- в) Папоротниковые (Polypodiopsida);
- г) Плауновые (Lycopodiopsida).

3. Изучив предложенный Вам объект, можно утверждать, что для растения, которому он принадлежит, характерно наличие листьев по строению сходных с листом, изображенным на рисунке:



4. На приготовленном Вами препарате поперечного среза можно наблюдать следующий набор типов проводящих пучков:

- а) только коллатеральные;
- б) коллатеральные и амфивазальные;
- в) амфивазальные и амфикрибральные;
- г) коллатеральные и радиальные.

Тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5 верных утверждений). В матрице ответов поставьте крестик напротив каждого варианта в графе «верно» или «неверно».

5. В изученном Вами фрагменте растения можно обнаружить клетки следующих типов (возможно, не все из них попали в плоскость Вашего среза):

- а) клетка Страсбургера;
- б) клетка-спутница;
- в) лучевая трахеида;
- г) членик ситовидной трубки;
- д) сосуд поздней древесины.

6. Механические свойства объекта, который Вы изучили на срезе, обеспечиваются за счет:

- а) ксилемы;
- б) эпидермы;
- в) колленхимы;
- г) клеток с кристаллами;
- д) флоэмных волокон.

Шифр _____
Рабочее место _____

Итого: _____ (макс. 50 баллов)

**ЛИСТ ОТВЕТА К ЗАДАНИЮ практического тура заключительного этапа
42-ой Всероссийской олимпиады школьников по биологии в 2025/26 учебном году.**

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

1. Качество микропрепарата _____ (макс.10 баллов) Критерий: 1□, 2□, 3□, 4□, 5□

2. Рисунок объекта:

Адаксиальная эпидерма		Трихома
Колленхима		Хлоренхима
Склеренхима / флоэмные волокна		Перидерма
Ксилема		Паренхима
Экзодерма		Эндодерма
Флоэма		Споровместилище паразитического гриба
Клетки с кристаллами		Абаксиальная эпидерма

Качество рисунка: _____ (макс. 8 баллов). Критерий: 1□, 2□, 3□, 4□

3. Обозначения структур: _____ (макс. 14 баллов)

4. Ответы на тестовые вопросы 1-6: _____ (макс. 18 баллов)

Вопрос №	Ответ (одна буква, крестики в матрице, буквы соотв. цифрам):						Баллы
1							_____ (макс. 2)
2							_____ (макс. 2)
3							_____ (макс. 2)
4							_____ (макс. 2)
5		А	Б	В	Г	Д	
	верно						
	неверно						_____ (макс. 5)
6		А	Б	В	Г	Д	
	верно						
	неверно						_____ (макс. 5)

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа 42-й Всероссийской
олимпиады школьников по биологии, 2025-26 уч. год. 11 класс

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ (максимум 50 баллов)

Оборудование:

1. Ноутбук
2. Калькулятор
3. Линейка

Материалы:

1. Видеозадание (1 файл)
2. PDF-файл с заданиями (1 файл)

Дорогие участники, приветствуем вас в кабинете «Физиология животных» практического тура Всероссийской олимпиады школьников по биологии!

В рамках данного кабинета вам предстоит попробовать себя в роли учёных-электрофизиологов, изучающих электрическую активность возбудимых тканей с помощью метода внутриклеточной регистрации мембранных потенциалов. Этот метод позволяет в реальном времени наблюдать за изменениями разности потенциалов между внутренней и наружной поверхностью клеточной мембраны. Кроме того, внутриклеточное отведение даёт возможность зарегистрировать не только полноценные потенциалы действия, но и локальные (подпороговые) ответы. Сравнение формы и временных характеристик зарегистрированных сигналов позволяет судить о свойствах возбудимых мембран, типах ионных каналов, задействованных в генерации ответа, а также о влиянии различных факторов на работу клеток.

Вам будет предложена видеозапись двух экспериментов (Эксперимент №1 и Эксперимент №2), а также рисунки с фрагментами экспериментальных записей. Опираясь на них, вы сможете самостоятельно изучить особенности электрической активности и её регистрации в двух разных мышечных препаратах и ответить на вопросы Листа заданий. Вы можете останавливать просмотр видео в нужный момент и пересматривать запись много раз, если это необходимо.

Прежде чем приступить к выполнению заданий, проверьте, есть ли на вашем ноутбуке папка «Физиология животных» с двумя файлами: видеозаданием и PDF. Если файлов нет или они не открываются, поднимите руку.

Часть 1. (20 баллов): Регистрация миниатюрных потенциалов концевой пластинки.

В мышечных волокнах в ответ на экзоцитоз одной везикулы с нейромедиатором можно наблюдать локальный ответ в виде миниатюрного потенциала концевой пластинки (МПКП). Название этот потенциал получил потому, что он генерируется в специальной постсинаптической зоне на мышечном волокне – концевой пластинке. Изменение параметров МПКП может свидетельствовать об изменении интенсивности секреции нейромедиатора из нервных окончаний, подходящих к мышце, а также об изменениях ионных токов концевой пластинки.

Эксперимент проводили на изолированном нервно-мышечном препарате диафрагмы мыши при комнатной температуре (20°C). Диафрагму помещали в раствор Лайли для теплокровных животных (рН 7,2–7,4), содержащий:

Вещество	Глюкоза	NaCl	KCl	NaH ₂ PO ₄	CaCl ₂	MgCl ₂	NaHCO ₃	t, °C
Концентрация, mM	11	135	4	0.9	2	1	16.3	20

Регистрацию проводили с помощью стеклянного микроэлектрода. Индифферентный электрод помещали в омывающий диафрагму раствор. Для внутриклеточной записи потенциалов использовали усилитель AxoClamp 2B и ноутбук. Регистрировали МПКП в контроле и при добавлении KCl в омывающий раствор.

Изучите видефрагмент с записью эксперимента №1 и выполните задания 1-7 и задание 8. Полученные ответы внесите в таблицу в Листе ответов.

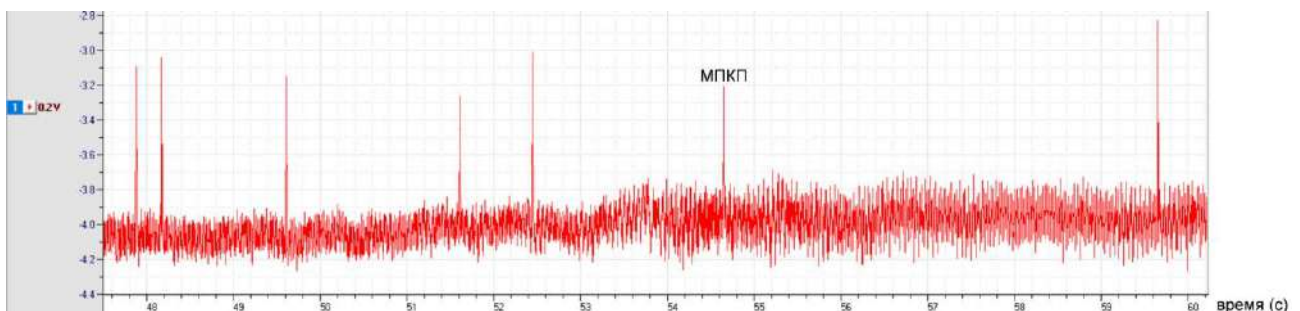
Эксперимент №1-1: Контрольный эксперимент.

Задание 1: Определите значение мембранного потенциала мышечного волокна, ориентируясь на показания в цифровом окне V₂ (mV) усилителя AxoClamp 2B в видеофайле. Ответ приведите в мВ с точностью до целого.

Задание 2: Рассчитайте амплитуду единичного МПКП, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответ дайте в мВ с точностью до десятых.



Задание 3: Определите среднюю частоту возникновения МПКП, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответ дайте в Гц с точностью до десятых.



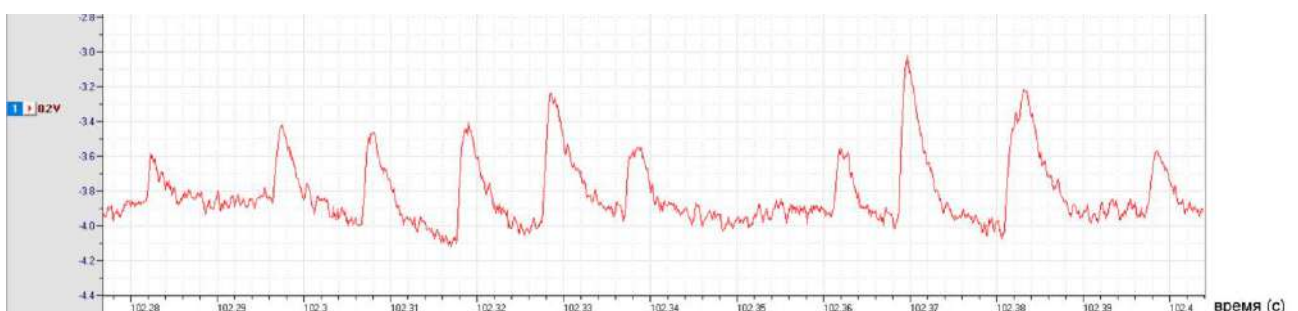
Эксперимент №1-2: Аппликация KCl.

Задание 4: Определите значение мембранного потенциала мышечного волокна после аппликации KCl, ориентируясь на показания в цифровом окне V_2 (mV) усилителя AxoClamp 2B в видеофайле. Ответ приведите в мВ с точностью до целого.

Задание 5: Рассчитайте амплитуду единичного МПКП, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответ дайте в мВ с точностью до десятых.



Задание 6: Определите среднюю частоту возникновения МПКП, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответ дайте в Гц с точностью до десятых.



Задание 7: Рассчитайте внутриклеточную концентрацию калия и концентрацию данного иона во внешнем растворе после его добавления экспериментатором. Для расчёта воспользуйтесь уравнением Нернста. Вкладом остальных ионов в формирование потенциала покоя в данном случае следует пренебречь. Концентрацию калия внутри мышечного волокна считать постоянной в ходе проведения всего эксперимента.

$$V = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[K^+]_o}{[K^+]_i}$$

, где V – значение потенциала (В); R – универсальная газовая постоянная (8,314 Дж/(моль·К)); T – абсолютная температура (K = °C + 273); z – заряд иона; F – постоянная Фарадея (96500 Кл/моль).

При расчёте используйте информацию, приведенную в **Листе заданий**, и экспериментальные данные, полученные Вами в заданиях **1-6**. Ответы приведите в **мМ с точностью до десятых**.

7.1. Рассчитайте внутриклеточную концентрацию калия и внесите полученное значение в **Лист ответов**.

7.2. Рассчитайте концентрацию калия во внешнем растворе после его добавления экспериментатором и внесите полученное значение в **Лист ответов**.

Задание 8: Проанализируйте данные эксперимента №1 и прочитайте предложенные утверждения:

8.1. На фоне аппликации KCl происходит повышение частоты секреции нейромедиатора из нервного окончания за счет увеличения внутриклеточной концентрации кальция.

8.2. При добавлении KCl во внешний раствор происходит увеличение движущей силы, способствующей входу ионов натрия в мышечные волокна.

8.3. Добавление KCl во внешний раствор приводит к деполяризации мембраны мышечного волокна и уменьшению средней амплитуды МПКП.

8.4. Увеличение частоты МПКП вызвано тем, что при увеличении внеклеточной концентрации калия быстрее достигается критический уровень деполяризации мышечного волокна.

8.5. При добавлении KCl из-за увеличения частоты МПКП происходит увеличение частоты сокращения мышцы.

8.6. Увеличение концентрации калия во внеклеточном растворе способствует освобождению сайтов связывания миозина на актине.

Выберите критерий, характеризующий каждое из предложенных утверждений, и внесите его в Лист ответов (одну из букв X, Y, Z):

X – правильные ответы, соответствующие описанному эксперименту;

Y – в принципе правильные ответы, но не относящиеся к данному эксперименту;

Z – совсем неверные высказывания.

Часть 2. (19 баллов): Регистрация потенциалов действия в пейсмекерном и в рабочем миокарде.

Препарат правого предсердия, включающий в себя межвенную область с синоатриальным узлом (САУ), разместили в проточной камере, заполненной раствором Тироде следующего состава:

Вещество	NaCl	KCl	NaH ₂ PO ₄	CaCl ₂	MgSO ₄	NaHCO ₃	Глюкоза	t, °C
Раствор, мМ	129	4	0,9	1,2	0,5	20	5	37-38

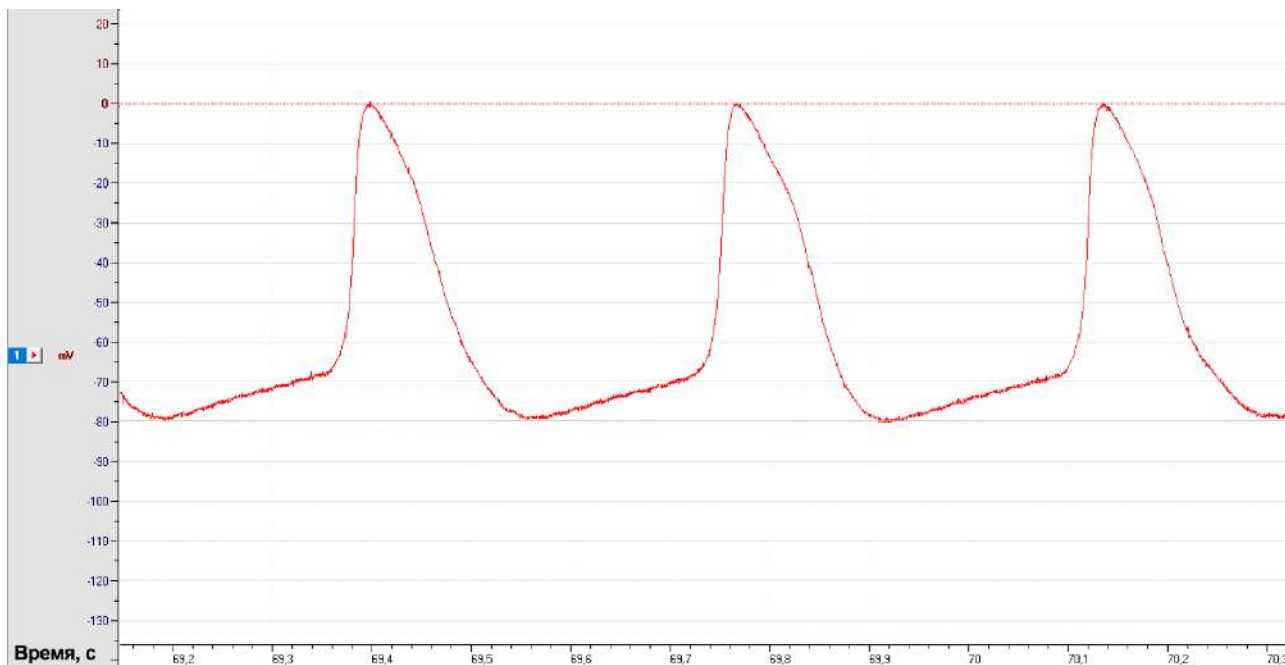
Внутриклеточную регистрацию потенциалов действия (ПД) проводили с помощью регистрирующего микроэлектрода, подключенного к усилителю. Индифферентный электрод расположили в омывающем препарат растворе.

После получения стабильного отведения приступили к изучению влияния стимуляции внутрисердечных нервов на характер активности синоатриального узла и рабочего миокарда. Для раздражения нервов использовали стимулирующие электроды, которые располагали в области САУ или рабочего миокарда. После стимуляции внутрисердечных нервов регистрировали двухфазный ответ (фаза 1 и фаза 2).

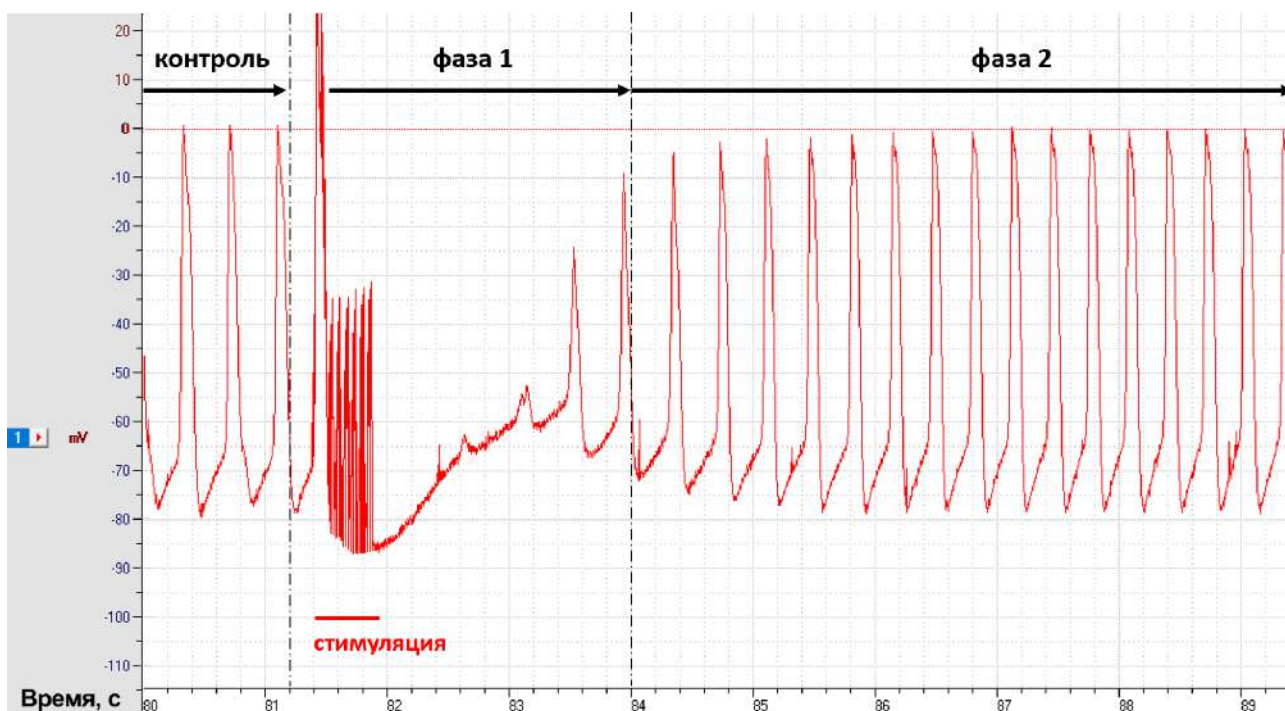
Изучите видеофрагмент с записью эксперимента №2 и выполните задания 9-12 и задание 13. Полученные ответы внесите в таблицу в Листе ответов.

Эксперимент №2-1: Регистрация ПД в синоатриальном узле при стимуляции внутрисердечных нервов.

Задание 9: Определите значение амплитуды ПД синоатриального узла кролика, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответ дайте в мВ с точностью до целого.

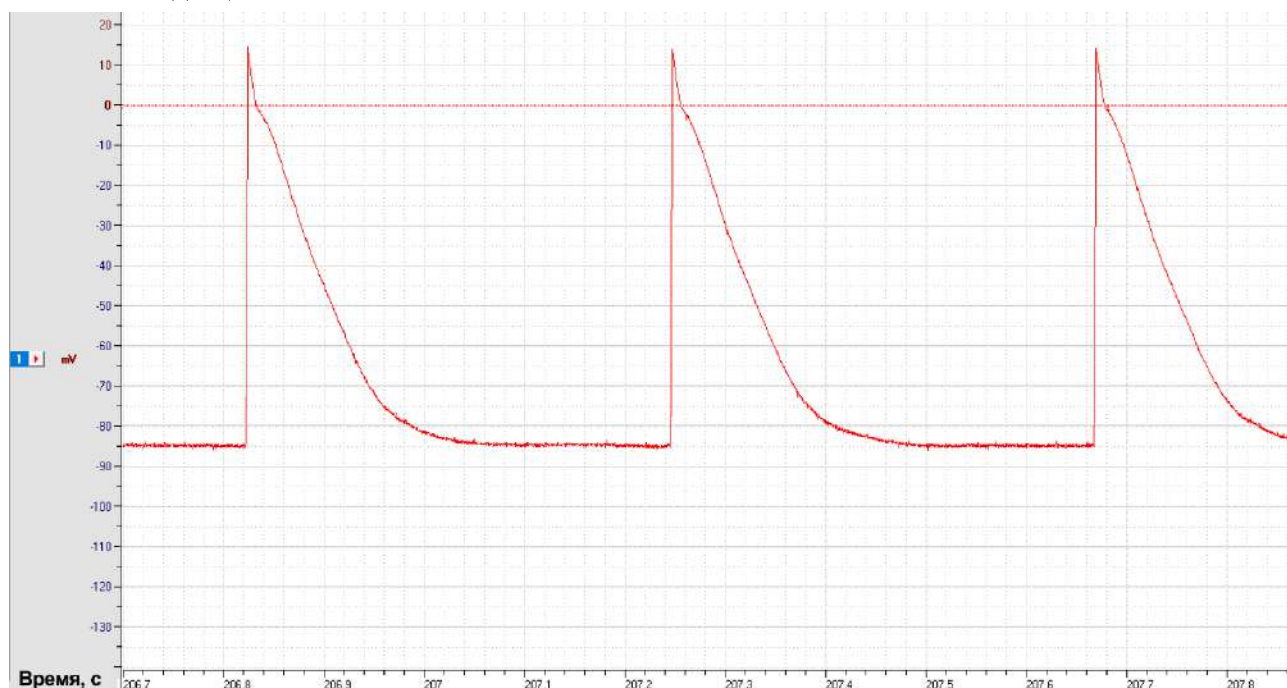


Задание 10: Определите частоту возникновения ПД в синоатриальном узле в контроле и в фазе 2, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответы дайте в Гц с точностью до десятых.

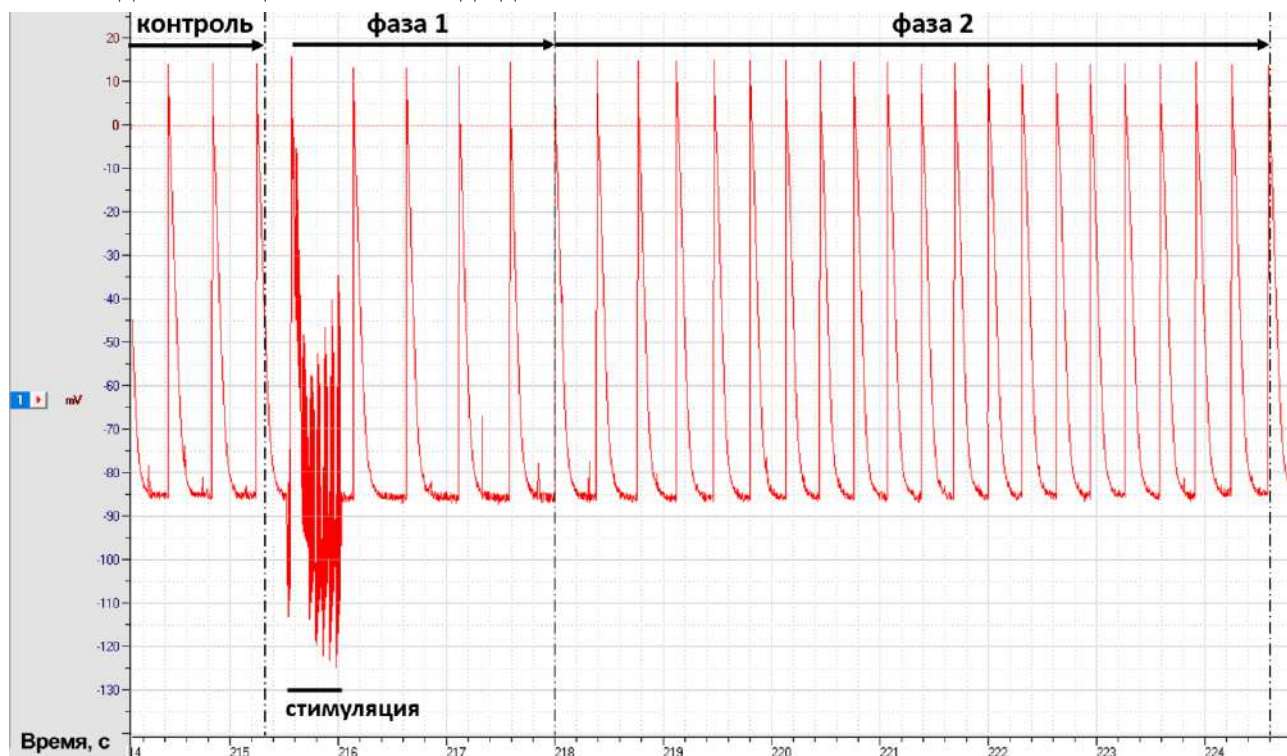


Эксперимент №2-2: Регистрация ПД в предсердии при стимуляции внутрисердечных нервов.

Задание 11: Определите значение амплитуды ПД рабочего миокарда правого предсердия, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответ дайте в мВ с точностью до целого.



Задание 12: Определите частоту возникновения ПД в рабочем миокарде правого предсердия в контроле и в фазе 2, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответы дайте в Гц с точностью до десятых.



Задание 13: Проанализируйте данные эксперимента №2 и прочитайте предложенные утверждения:

13.1. Во время и сразу после стимуляции внутрисердечных нервов наблюдается фаза невозбудимости синоатриального узла (фаза 1), проявляющаяся в исчезновении полноценных

потенциалов действия и регистрации лишь подпороговых локальных ответов. Этот эффект обусловлен активацией парасимпатических постганглионарных нервных волокон.

13.2. За фазой торможения (фаза 1) в синоатриальном узле и рабочем миокарде следует фаза активации (фаза 2) генерации потенциалов действия, частота которых превышает исходный уровень, что обусловлено активацией симпатических преганглионарных нервных волокон.

13.3. Фаза невозбудимости (фаза 1) имеет меньшую длительность по сравнению с фазой активации (фаза 2), что связано с высокой скоростью ферментативного гидролиза высвободившегося нейромедиатора в синаптической щели.

13.4. Предварительная обработка препарата синоатриального узла блокатором N-холинорецепторов курарином полностью предотвращает развитие фазы активации (фаза 2) при последующей стимуляции внутрисердечных нервов.

13.5. Аппликация блокатора потенциал-зависимых натриевых каналов тетродотоксина на препарат синоатриального узла не приводит к исчезновению потенциалов действия.

13.6. Потенциалы действия рабочего миокарда предсердий обладают более низкой чувствительностью к действию медиаторов парасимпатической системы по сравнению с потенциалами действия клеток синоатриального узла.

13.7. В отличие от потенциалов действия рабочего миокарда пейсмекерные потенциалы синоатриального узла не имеют выраженной фазы овершута.

13.8. В отличие от рабочих кардиомиоцитов предсердий, клетки синоатриального узла не имеют стабильного потенциала покоя.

13.9. В фазу активации (фаза 2) в препарате рабочего миокарда предсердий наблюдается увеличение амплитуды сократительного ответа.

Выберите критерий, характеризующий каждое из предложенных утверждений, и внесите его в Лист ответов (одну из букв X, Y, Z):

X – правильные ответы, соответствующие описанному эксперименту;

Y – в принципе правильные ответы, но не относящиеся к данному эксперименту;

Z – совсем неверные высказывания.

Часть 3. (11 баллов): Сравнение результатов экспериментов №1 и №2.

Задание 14: Заполните таблицу, используя собственные знания и данные, полученные в ходе экспериментов. Для каждого утверждения выберите ответ(ы) из соответствующего списка ключевых терминов, обозначенных курсивом. В **Лист ответов** впишите **числовые коды**, соответствующие выбранным ответам для эксперимента №1 и эксперимента №2. В рамках одного утверждения коды могут повторяться для эксперимента №1 и эксперимента №2.

Утверждение:	Эксперимент	
	№1	№2
14.1. Тип мышцы (только один вариант ответа): <i>01 – гладкая; 02 – сердечная; 03 – скелетная.</i>		
14.2. Сигналы к сокращению препарата поступают от (может быть несколько вариантов ответа): <i>04 – вегетативной нервной системы;</i> <i>05 – метасимпатической нервной системы;</i> <i>06 – соматической нервной системы;</i> <i>07 – не поступают от нервной системы.</i>		
14.3. Эффект, наблюдаемый в эксперименте, опосредован через (может быть несколько вариантов ответа): <i>08 – ацетилхолин; 09 – ГАМК; 10 – дофамин; 11 – норадреналин; 12 – серотонин.</i>		
14.4. Возможность суммации наблюдаемых потенциалов: <i>13 – есть; 14 – нет.</i>		
14.5. Используемые растворы наиболее адекватно применять для исследования препаратов (может быть несколько вариантов ответа): <i>15 – теплокровных животных; 16 – холоднокровных животных.</i>		

ЖЕЛАЕМ ВАМ УСПЕХОВ!

Шифр _____

Итого _____

Рабочее место № _____

ЛИСТ ОТВЕТОВ

**практического тура заключительного этапа 42-й Всероссийской
олимпиады школьников по биологии, 2025-26 уч. год. 11 класс**

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**Часть 1. (20 баллов): Регистрация МПКП.****Оценка:** _____**Задания 1-7:** Внесите в таблицу полученные Вами числовые значения:

Задание:	1	2	3	4	5	6	7.1	7.2
Ответ:								

Задание 8: Для каждого утверждения впишите одно из буквенных обозначений (X, Y, Z):

Утверждение:	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
Ответ:						

Часть 2. (19 баллов): Регистрация ПД в пейсмекерном и в рабочем миокарде. Оценка: _____**Задания 9-12:** Внесите в таблицу полученные Вами числовые значения:

Задание:	9	10		11	12	
		контроль	фаза 2		контроль	фаза 2
Ответ:						

Задание 13: Для каждого утверждения впишите одно из буквенных обозначений (X, Y, Z):

Утверждение:	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9
Ответ:									

Часть 3. (11 баллов): Сравнение результатов экспериментов №1 и №2.**Оценка:** _____**Задание 14:** Заполните таблицу в соответствии со списком кодов (01-16):

Утверждение:	Эксперимент	
	№1	№2
14.1. Тип мышцы (только один вариант ответа): код 01-03		
14.2. Сигналы к сокращению препарата поступают от (может быть несколько вариантов ответа): код 04-07		
14.3. Эффект, наблюдаемый в эксперименте, опосредован через (может быть несколько вариантов ответа): код 08-12		
14.4. Возможность суммации наблюдаемых потенциалов: код 13-14		
14.5. Используемые растворы наиболее адекватно применять для исследования препаратов (может быть несколько вариантов ответа): код 15-16		

ЗАДАНИЕ
практического тура заключительного этапа
ХЛП Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025-26.

11 класс. ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ
КЫШТЫМСКИЙ КАРЛИК

Продолжительность работы – 45 минут. Максимум 50 баллов.
Обратите внимание, что проверяется ТОЛЬКО ЛИСТ ОТВЕТОВ.

Оборудование: стереомикроскоп, чашка Петри с пробой икры, предметное стекло, 2 препаровальные иглы, объект-микрометр, вода в стакане, пипетка Пастера, салфетка

Введение:

Кыштымская авария, произошедшая 29 сентября 1957 года на производственном объединении «Маяк», стала одной из крупнейших радиационных катастроф в истории и уступает по масштабам лишь авариям на Чернобыльской АЭС и Фукусиме-1. В результате взрыва емкости с жидкими радиоактивными отходами произошел выброс радионуклидов, в том числе, стронция-90 и цезия-137, что привело к образованию Восточно-Уральского радиоактивного следа. Эта катастрофа оказала колоссальное воздействие на озерную систему Челябинской и Свердловской областей. Сформировавшийся в результате аварии радиационный фон привел к угнетению экосистем и отразился в падении численности наиболее чувствительных видов. Несмотря на прошедшие десятилетия, донные отложения затронутых озер остаются источниками стронция-90, который продолжает циркулировать в трофической сети, поддерживая сохраняющуюся нагрузку на экосистемы.



Рис. 1 Восточно-Уральский радиационный след в результате аварии на ПО «Маяк» (г. Кыштым) по состоянию на 29 сентября 1957 г. Поверхностная активность радионуклида стронция (⁹⁰Sr) отмечена в виде изолиний в ед. Кюри на квадратный километр (Ки/км²)

Задание 1 [33 балла] Икра всему голова

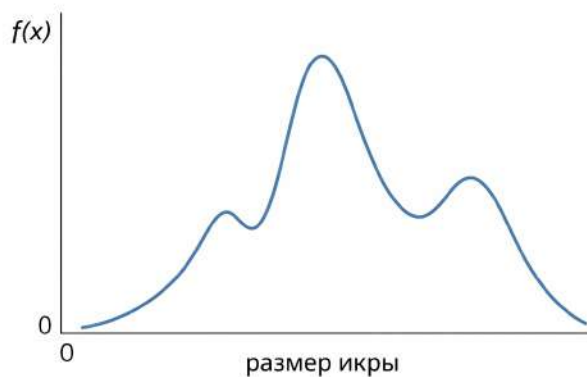
Вам предлагается проба икры неизвестного вида костистых рыб, собранная в озере Кожаккуль (“Е” на рис. 1) весной 2025 года. Одной из особенностей радиоактивных загрязнений является накопление изотопов стронция в костной ткани и репродуктивных органах макрофауны. Для изучения эффекта донных загрязнений стронцием-90 (^{90}Sr) вы решили сравнить степени развития икры, отобранной из озера Кожаккуль, а также икры того же вида рыб из озера Исетского, расположенного на северо-востоке Екатеринбурга.

1.1 [11 баллов] С использованием стереомикроскопа и фрагмента определителя икры костистых рыб России (ПРИЛОЖЕНИЕ 1) определите, какому таксону принадлежит отобранная икра. С помощью пипетки Пастера нанесите каплю воды на предметное стекло, положите в эту каплю икру и **незамедлительно** приступите к выполнению определения. Используйте только нижнее просвечивающее освещение. Для определения используйте более округлые икринки без явных дефектов внешней оболочки. Запишите ход определения (в виде порядка номеров **выбранных тез**) и определенный таксон рыб (А-О) в специально отведенные поля в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.

1.2 [5 баллов] С помощью объект-микрометра и стереомикроскопа проведите измерение примерного диаметра десяти (10) отдельных икринок из предоставленной вам пробы. Для измерения используйте более округлые икринки без явных дефектов внешней оболочки. Положите на предметное стекло объект-микрометр с ценой деления 100 мкм (0.1 мм) и рядом нанесите каплю с икринками. Используйте только нижнее просвечивающее освещение. Фокусируясь на шкалу и на икринку попеременно, оцените, сколько делений шкалы укладывается в диаметре икринки.

Запишите полученные значения в миллиметрах, округлив до **десятых**, в ЛИСТ ОТВЕТОВ.

1.3 [12 баллов] Для сравнения эффекта радионуклидов на развитие икры ваши коллеги предоставили вам замеры размеров икры из озера Кожаккуль, а также из озера Исетского, расположенного на северо-востоке Екатеринбурга. Вы решили провести статистический тест, чтобы проверить гипотезу, что радиационный фон вызывает нарушение репродуктивной функции, приводящее к изменению размеров икры. **Обратите внимание**, что у исследуемого вида рыб распределение размеров икры выглядит как показано на рисунке справа. Это объясняется наличием в пределах вида нескольких морф, мечущих икру разного размера.



Размеры икры из двух озер представлены в таблице 1.

Таблица 1. Размер икры в разных озерах, мм	
оз. Кожаккуль	оз. Исетское
2.19	2.34
1.89	3.12
2.28	2.95
2.08	3.07
2.61	2.24
2.43	2.92

Для проведения теста вам необходимо выбрать подходящий критерий из представленных (см *Приложение 3-6*), найти значение критерия, определить критическое значение критерия на уровне значимости 5% и на основе ваших расчетов сделать вывод, подкрепленный статистикой. После проведения статистического теста заполните соответствующие поля в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.

1.4 [5 баллов] Основываясь на полученных данных, выберите верные утверждения. Заполните соответствующую таблицу в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.

№	Утверждение	Верно	Неверно
1	Отобранная в пробе икра принадлежит демерсальному (бенто-пелагическому) виду рыб.		
2	Отобранная из озера Кожаккуль проба икры была оплодотворена не менее, чем за неделю до момента сбора.		
3	Можно предположить, что основная часть радионуклидов в реке Исеть поступило в нее с левых приточных рек.		
4	В сравнении со стронцием-90 (^{90}Sr) стоит ожидать большего накопления цезия-137 (^{137}Cs) в донных отложениях.		
5	Негативное влияние радионуклидов на репродуктивные органы затрагивает только сперматогенез и качество семенного материала самцов рыб.		

Задание 2 [11 баллов] Возраст не помеха

Для рыболовства и рыбохозяйственной деятельности крайне важным условием является устойчивость экосистем, при которой можно проводить вылов без нарушения воспроизводства естественных популяций. Помимо естественных факторов изменения численности популяций на структуру экосистем может оказывать воздействие и радиоактивное загрязнение. В этом разделе вам предстоит провести анализ популяций пресноводных рыб Челябинской и Свердловской областей для выявления последствий Кыштымской аварии на озерные и речные экосистемы. Для этого вам понадобится **Рис. 1**, на котором буквами А-Ж отмечены некоторые озера и фрагмент реки Пышма (В).

Первым этапом анализа состояния экосистемы является оценка возрастной структуры популяции в её составе, в ходе которого определяется соотношение молоди и половозрелых особей. Классическими способами представления возрастной структуры популяции являются таблицы выживания и смертности. Первым делом в 2005 году исследователи зафиксировали когорту (группу особей одного возраста) рыб в каждом из озер Б, Е и Г. Каждый год проводился мониторинг численности особей, принадлежащих этой когорте (0 - начало когорты на стадии икры, 1-15 - возраст когорты в годах).

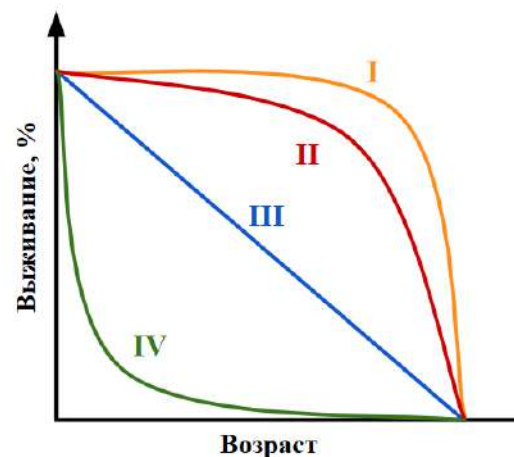
Для каждого года определялась выживаемость (l_x), равная отношению количества особей текущего возраста к исходному размеру когорты, фертильность (m_x) - количество потомков женского пола, родившихся за год от особей когорты и e_x - среднее ожидаемое количество лет, которое осталось прожить особи данного возраста. Полученные когортные таблицы для озер Б, Е и Г приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

С использованием данных из ПРИЛОЖЕНИЯ 2 ответьте на следующие вопросы:

2.1.1 [2 балла] В каком возрасте у изучаемой рыбы наступает половозрелость в норме?

2.1.2 [3 балла] Какой кривой выживания на рисунке справа (I-IV) соответствует жизненная стратегия изучаемой рыбы?

2.1.3 [6 баллов] Какая доля рыб девятилетнего возраста доживает до десятого года в озерах Б, Е, Г? Ответы округлите до сотых и внесите в таблицу в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.



Задание 3 [6 баллов] Без негатива

Для контроля влияния человеческой деятельности на естественные экосистемы необходимо понимать, как такие экосистемы отвечают на стресс. На рис. 2 показаны кривые зависимости скорости роста биомассы от биомассы экосистемы, где K указывает на емкость среды (максимальное количество биомассы, которое может существовать в экосистеме). На экосистему может влиять радиация, приводящая к отмиранию биомассы. Если скорость роста биомассы выше скорости отмирания, то биомасса будет расти. Если скорость роста биомассы ниже скорости отмирания, то биомасса будет падать. Разные скорости отмирания могут приводить к разной судьбе экосистемы. Динамики изменения биомассы и скорости роста показаны на рис. 2. Черная точка на каждом из графиков показывает стационарное (равновесное) состояние, белые круги - примеры того, из какой точки на кривой может начаться изменение в экосистеме, после этого ее движение по черной кривой описывается стрелками.

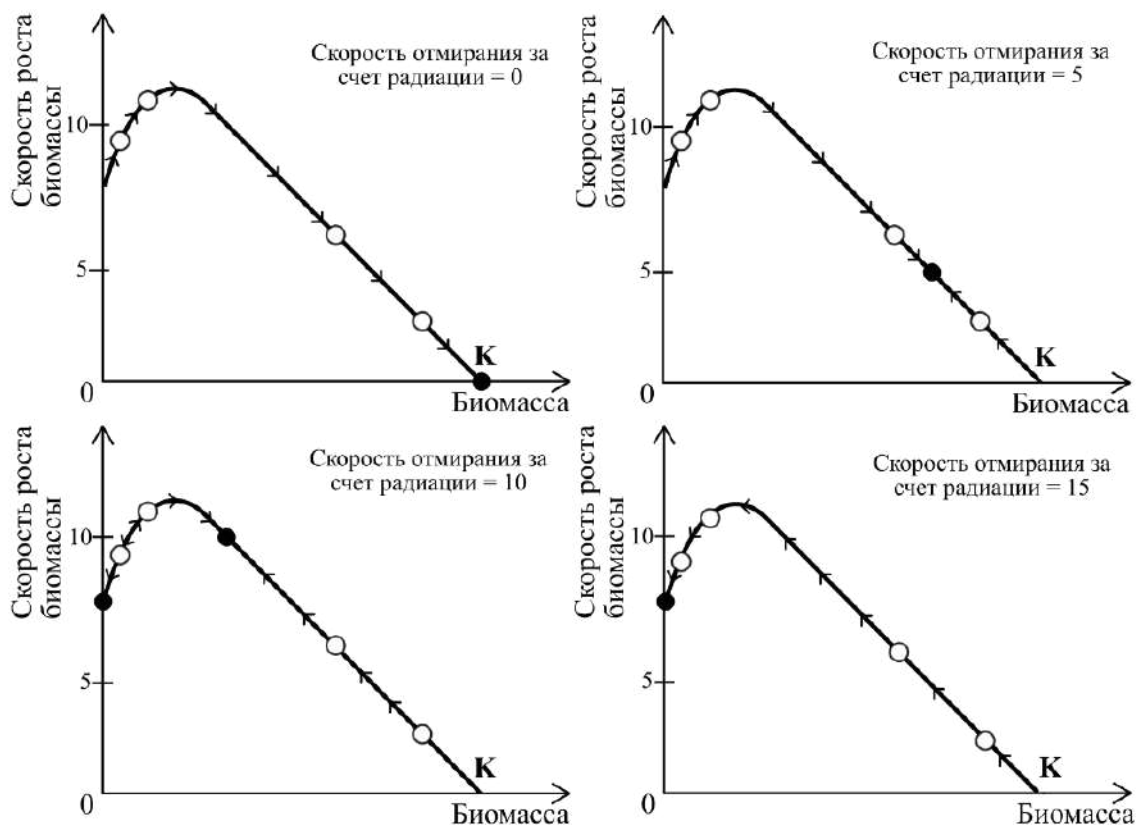


Рис. 2 Графики, описывающие поведение экосистемы при разных значениях отрицательного фактора, вызывающего отмирание биомассы.

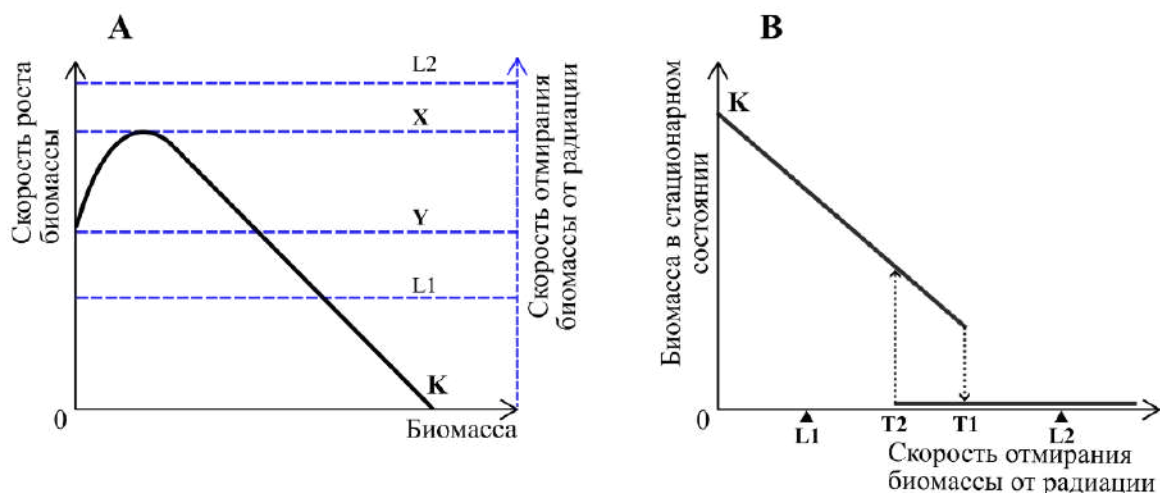


Рис. 3 Зависимость интенсивности жизнедеятельности организма от дозы фактора радиации.

На **Рис. 3** представлены графики, описывающие переход между состояниями экосистемы под влиянием некоторого негативного фактора.

На графике А (рис. 3) показана кривая зависимости скорости роста биомассы от биомассы экосистемы, где К указывает на емкость среды. Горизонтальными линиями (L1, Y, X, L2) обозначены различные скорости отмирания биомассы под влиянием разных значений негативного фактора.

На графике В показана зависимость изменения биомассы от значения силы негативного фактора. Точка T1 соответствует силе негативного фактора, при которой происходит переход из исходного состояния в альтернативное устойчивое состояние (деградированное), точка T2 соответствует обратному переходу. Обратите внимание, что T2 меньше T1, то есть для возврата экосистемы в исходное состояние недостаточно просто снизить значение негативного фактора до того, при котором она деградировала.

3.1 [3 балла] В **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** укажите, является каждое утверждение Верным или Неверным:

№	Утверждение	Верно	Неверно
1	T1 соответствует линии X на графике А.		
2	Нулевая скорость роста биомассы в экосистеме свидетельствует о смерти этой экосистемы.		
3	Величины T1 и T2 никак не зависят от формы кривой на первом графике, они отражают тип питания исследуемого организма.		

4	Если состояние экосистемы соответствует правой половине графика А и ее биомасса неизменна (то есть скорость отмирания равна скорости роста) то при незначительном изменении скорости роста биомасса также изменится незначительно.		
5	Если состояние экосистемы соответствует левой половине графика А (левее точки перегиба) и ее биомасса неизменна, то при незначительном снижении скорости отмирания биомассы под действием радиации биомасса начнет расти, до тех пор пока не достигнет значения, соответствующего точке перегиба кривой на графике А.		
6	Для экосистемы, описываемой кривой на графике А, существует равновесное состояние с ненулевой биомассой, при котором скорость отмирания биомассы от радиации равна L_2 .		

ШИФР: _____

Рабочее место: _____

ЛИСТ ОТВЕТОВ
практического тура заключительного этапа
XLII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025-26 уч. год.

11 класс. ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ [50 баллов]

Задание 1 [33 балла]

1.1 [11 баллов] Определение принадлежности икры:

Ход определения (Указываются только номера выбранных ТЕЗ)	
Определенный таксон (код А-Н)	

1.2 [5 баллов по 0.5 за верное измерение] Внесите измерения размеров объекта в таблицу ниже:

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значение										

1.3 [12 баллов] Статистический тест:

Выбранный критерий (номер) [2 балла]	
Рассчитанное значение критерия [4 балла]	
Критическое значение критерия на уровне значимости 5% [3 балла]	
Можно ли утверждать о различиях? [3 балла]	

ШИФР: _____

Рабочее место: _____

1.4 [5 баллов] Поставьте **крестик** (X) в нужную ячейку:

Утверждение	1	2	3	4	5
Верно					
Неверно					

Задание 2 [11 баллов]

2.1.1 [2 балла] Впишите только **число**:

Возраст половозрелости	
------------------------	--

2.1.2 [3 балла] Впишите только **номер кривой** (I-IV):

Кривая выживания	
------------------	--

2.1.3 [6 баллов | по 2 за число] Впишите только **значения**, округленные **до сотых**:

Озеро Б	
Озеро Е	
Озеро Г	

Задание 3.1 [6 баллов] Поставьте **крестик** (X) в нужную ячейку

Утверждение	1	2	3	4	5	6
Верно						
Неверно						

ЗАДАНИЯ

практического тура заключительного этапа XXXXII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025–26 уч. год. 11 класс. г. Екатеринбург

ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Материалы и оборудование: ноутбук, оснащённый мышкой, с файлом “AtP.xlsx”; стереомикроскоп; эппендорфы с плодами растений семейства Сельдереевые, подписанные А-Е; пинцет; чашка Петри; препаровальная игла, линейка.

*Когда весна царит в полях, и белое зерно,
Во влажной пашне смерть приняв, ростком ожить должно,
Когда цветение садов дурманит ежесечно...*

Дж. Толкин «Песня энтов»

Введение.

Флора Средиземноморья исследуется на протяжении множества веков, но она всё ещё хранит загадки. Изменение климата и длительное человеческое воздействие оставили нам лишь кусочки прошлого в этом регионе. Ваша задача — не просто определить виды, но и понять, как эволюция формировала их морфологические признаки. А исследуя экологические аспекты распространения плодов, мы можем понимать, как функционируют растительные сообщества. Это погружение в связь морфологии и экологии, которое приближает нас к пониманию истории Средиземноморья и его будущего.

Задание 1 (9 баллов).

Рассмотрите в листе ответов поперечный срез плода моркови дикой (*Daucus carota*). Соедините стрелками подписи справа от рисунка со структурами плода на рисунке. Лишние термины зачеркните.

Задание 2 (11 баллов). У Вас на рабочем месте лежат эппендорфы с плодами шести видов растений из семейства Сельдереевые, или Зонтичные (*Apiaceae*). Они подписаны буквами А-Е. Виды А, В и Е уже определены. **Используя дихотомический ключ в приложении I, определите виды растений Б, Г и Д. Исследуйте наличие особых признаков для всех представленных видов.**

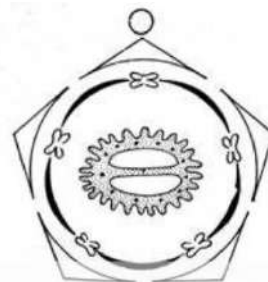
Также Вам предстоит определить наличие вторичных рёбер. Рёбра на вислоплоднике Зонтичных ищут по наружному контуру мерикарпия. Это продольные выступы стенки плода, идущие от основания к верхушке. Чтобы их найти, сначала выделите каждый мерикарпий – часть дробного плода – отдельно. Посмотрите на его поверхность: рёбра — это продольные выпуклые линии. В поперечном срезе они выглядят как выступы по краю контура. У типичного мерикарпия Зонтичных обычно 5 первичных рёбер - 3 спинных и 2 краевых, и могут быть 4 вторичных ребра.

Выпишите из определителя в приложении I в таблицу 1 определённые Вами названия видов Б, Г и Д на латинском языке. В ячейки наличия признаков (шипиков, крыльев и вторичных рёбер) для видов Б-Е поставьте крестик “X”, если признак есть, и ноль “0”, если признак отсутствует. Отдельно в последнем столбце отметьте количество рёбер.

Задание 3 (6 баллов).

Внесите в таблицу 2 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений А-Е верным «В» или неверным «Н».

А	Плод Сельдереевых чаще всего распадается на две односемянные части.
Б	Показанная на картинке диаграмма цветка описывает цветок с формулой * Ч ₅ Л ₅ Т ₅ П ₍₂₎ .
В	Цветок и плод большинства Сельдереевых имеют верхнюю завязь.
Г	Большинство Сельдереевых являются анемофильными растениями.
Д	Как у растений семейства Мятликовые и Хвощёвые, в эпидерме стеблей большинства Сельдереевых накапливаются соединения кремния.
Е	По аналогии с соцветием растений семейства Астровые, почти у всех Сельдереевых происходит глубокая морфологическая и функциональная специализация цветков внутри соцветия, что формирует псевдангий - соцветие из многих цветков, которое функционирует и выглядит как один цветок.



Задание 4 (9 баллов). Рассмотрите в листе ответов укоренённые филогенетические деревья шести видов Зонтичных А-Е и некой внешней группы (outgroup). Вам предстоит реконструировать эволюцию трёх морфологических признаков методом максимальной парсимонии и определить их плезиоморфное состояние.

При использовании принципа максимальной парсимонии в филогенетике исследователь выбирает ту реконструкцию эволюции признака, для которой требуется наименьшее число изменений состояний признака на дереве; иными словами, предпочтение отдаётся самой «экономной» гипотезе.

Используйте следующие признаки для реконструкции:

Крыловидные выросты на краевых рёбрах плода	есть / нет
Шиповидные выросты на рёбрах плода	есть / нет
Число отчётливо выраженных первичных и вторичных продольных рёбер на одном мерикарпии	5 / 9

Внимательно рассмотрите состояние этих признаков на выборке плодов предложенных видов.

Нанесите на деревья 1–3 наиболее парсимонную реконструкцию эволюции признаков. Для этого закрасьте те ветви и/или узлы, где, по вашей гипотезе, присутствует указанное состояние признака. Ветвь дерева необходимо закрашивать от узла до буквы. Определите и обведите в таблице 3 плезиоморфное состояние признака для таксонов А-Е. Укажите в таблице 3, сколько эволюционных изменений требуется в каждой гипотезе.

Задание 5 (9 баллов). Способ распространения семян у Сельдереевых не так просто установить. Морфологические признаки семян - наличие выростов, масса, размер и форма – не дают однозначного ответа, характерна ли для вида эпизоохория или автохория. А это два основных способа распространения семян среди представителей семейства.

Вид растения	Масса семян (мг)
А	1.8
Б	9.0
В	1.5
Г	6.0
Д	4.2
Е	4.0

В одной из научных работ была предложена модель оценки вероятности удержания (AtP (%)) семян сельдереевых на овечьей шерсти, которая обладает высокой предсказательной способностью. Модель выглядит так:

$$y = -0.132x + 0.843 + C_{sheep},$$

где $x = \ln m$, где m – масса семян в мг, а константа C_{sheep} зависит от морфотипа: без придатков она имеет значение 0; если плод с шипиками +0.36; если есть крыловидные придатки, то -0.27 . Вероятность удержания семян на овечьей шерсти рассчитывается по формуле

$$AtP (\%) = 100 \cdot (\sin y)^2.$$

Для предложенных шести видов растений были измерены средние значения массы семян. Данные приведены в таблице слева.

Используйте для расчётов файл “AtP.xlsx” на компьютере. Впишите в лист ответов в таблицу 4 вычисленное значение $AtP(\%)$ и выбранный для расчёта параметр C_{sheep} . Распределите буквы видов сельдерейных (А-Е) в таблице 5 в соответствующие ячейки вероятности зоохории.

Задание 6 (6 баллов).

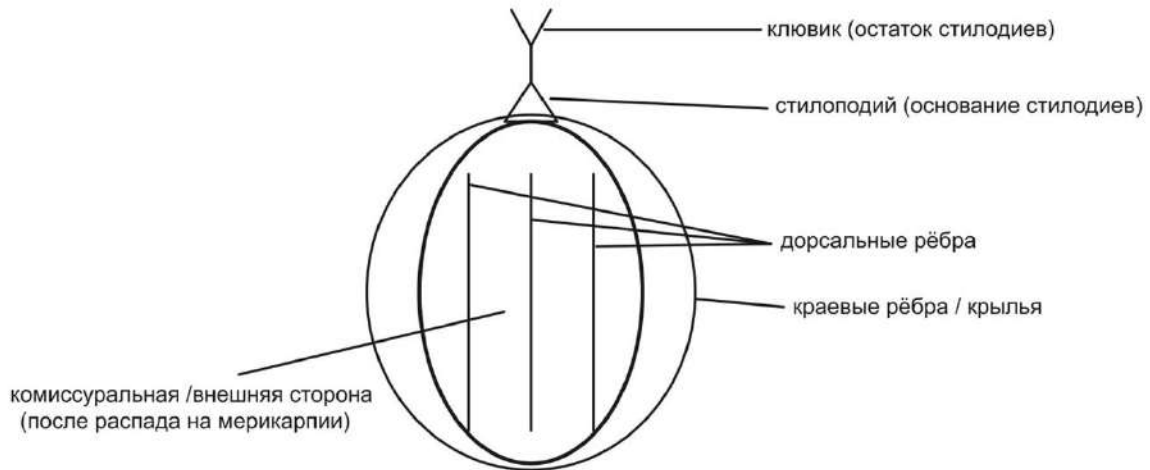
Внесите в таблицу 6 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений А-Д верным «В» или неверным «Н».

А	AtP (%) — это модельная оценка вероятности удержания плода на овечьей шерсти, а не прямое измерение способа распространения в природе.
Б	Чем больше значение C_{sheep} , тем выше при прочих равных будет предсказанное удержание плода на шерсти.
В	Несмотря на отсутствие придатков у некоторых семян, вероятность прикрепления семени к шерсти не будет равна нулю.
Г	При одинаковом морфотипе различия в AtP (%) между видами могут быть связаны только с различиями в массе плодов.
Д	При одинаковой массе плод с плоскими придатками будет удерживаться на шерсти лучше, чем плод с крючками.
Е	На филогенетическом древе растений А-Е очевидно и однозначно прослеживается тенденция к мельчанию семян.

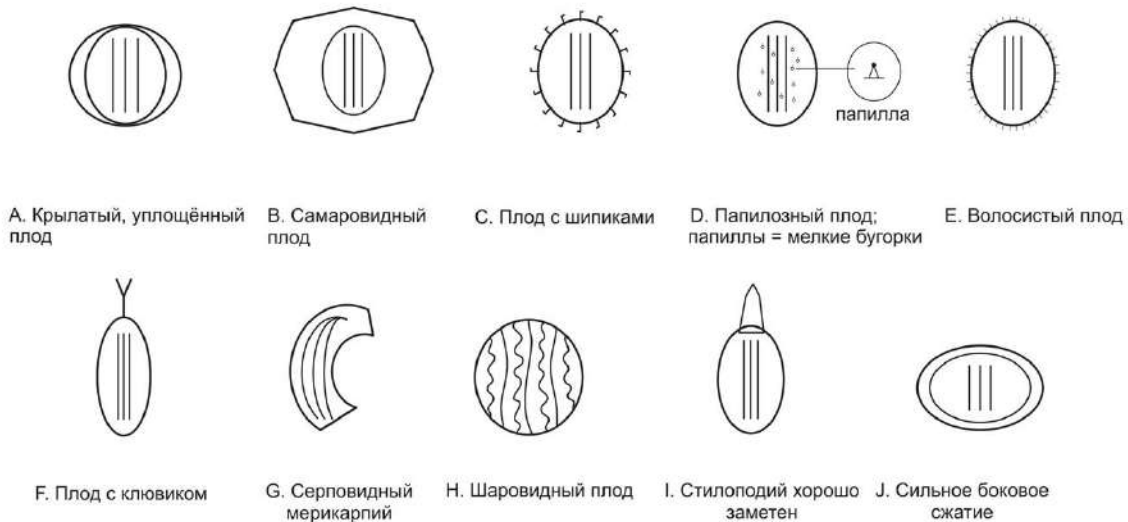
ПРИЛОЖЕНИЕ I

Определительный ключ по морфологии плодов Сельдереевых

Обобщённая схема вислоплодника



Схематичные изображения некоторых особых признаков плодов



Дихотомический ключ

1а. На поверхности плода есть явные шипики, щетинки, волоски или папиллы (рис. С-Е) ... **2**

1б. Плод гладкий или почти гладкий, без заметных придатков на поверхности ... **6**

2а. Плод с длинными или хорошо заметными шипиками ... **3**

2б. Плод без длинных шипиков; поверхность папиллозная или коротковолосистая ... **4**

3а. Плод 3-4 мм, яйцевидный; шипики 0,4-1 мм длиной, расположены в один ряд на каждом ребре (рис. С) ... **Морковь дикая/культурная (*Daucus carota*)**

3б. Плод 1,5-5 мм, округло-яйцевидный; шипики располагаются по всей поверхности плода хаотично, без видимых рядов ... **Торилис японский (*Torilis japonica*)**

- 4a. Плод мелкий, 2-2,5 мм длиной, почти округлый, густо покрыт беловатыми мелкими папиллами (рис. D) ... **Ажгон, айован (*Trachyspermum ammi*)**
- 4b. Папиллы отсутствуют ... **5**
- 5a. Плод яйцевидный или грушевидный, 3-5 мм длиной и 2-3 мм шириной, по всей поверхности коротковолосистый (рис. E) ... **Анис обыкновенный (*Pimpinella anisum*)**
- 5b. Плод узкий, вытянутый, 5-6 мм длиной, 1,5-2 мм шириной, рёбра несут короткие волоски ... **Кумин, зира (*Cuminum cyminum*)**
- 6a. Плод заметно уплощённый, часто с широкими краевыми рёбрами или крыльями (рис. A, B, J) ... **7**
- 6b. Плод не крылатый и не резко уплощённый ... **12**
- 7a. Плод крупный, широко-эллиптический, обычно 10-14 мм длиной ... **Борщевик Мантегацци (*Heracleum mantegazzianum*)**
- 7b. Плод мельче, обычно до 8 мм длиной ... **8**
- 8a. Плод резко уплощённый, почти самаровидный, с крылом по всему краю (рис. B) ... **Укроп пахучий (*Anethum graveolens*)**
- 8b. Плод не самаровидный ... **9**
- 9a. Плод широкий, почти округло-овальный, длина почти равна ширине (рис. A) ... **Пастернак посевной (*Pastinaca sativa*)**
- 9b. Плод заметно длиннее своей ширины ... **10**
- 10a. Плод 5-7 × 3-4 мм, эллиптический, ясно крылатый ... **Любисток лекарственный (*Levisticum officinale*)**
- 10b. Плод другой формы ... **11**
- 11a. Плод продолговатый, крупнее 5 мм, с выраженными краевыми крыльями ... **Дягиль лекарственный (*Angelica archangelica*)**
- 11b. Плод 2-3.5 мм, широко-овальный, сильно сжатый с боков (рис. J) ... **Вех ядовитый (*Cicuta virosa*)**
- 12a. На верхушке плода заметен клювик (рис. F) ... **Кервель, купырь садовый (*Anthriscus cerefolium*)**
- 12b. Клювик отсутствует ... **13**
- 13a. Мерикарпии сильно серповидно изогнутые (рис. G) ... **Тмин обыкновенный (*Carum carvi*)**
- 13b. Плод прямой или почти прямой, может быть со слабым изгибом ... **14**
- 14a. Плод почти шаровидный или широко-яйцевидный ... **15**
- 14b. Длина плода больше ширины в 2 и более раза ... **17**
- 15a. Плод шаровидный, четыре вторичных ребра волнистые, пять первичных рёбер спрямлённые; весь плод выглядит почти круглым (рис. H) ... **Кориандр посевной (*Coriandrum sativum*)**
- 15b. Плод широко-яйцевидный ... **16**
- 16a. Плод очень мелкий, около 1-1.5 мм, яйцевидный ... **Сельдерей пахучий (*Apium graveolens*)**
- 16b. Плод крупнее, широко-яйцевидный, с толстыми рёбрами ... **Болиголов пятнистый (*Conium maculatum*)**
- 17a. Стилоподий хорошо заметен, конический, крупный и слегка вытянутый, длиной около 1 мм (рис. I) ... **Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*)**
- 17b. Стилоподий слабо выражен, менее 0,7 мм длиной, его длина не превышает ширину, или стилоподий полностью отсутствует ... **18**
- 18a. Плод узкий, гладкий, 5-7 мм длиной, длина превышает ширину в 8-10 раз ... **Бутень одуряющий (*Chaerophyllum temulum*)**
- 18b. Длина больше ширины в 2-5 раз ... **19**
- 19a. Плод крупный, 4-6 (10) мм длиной, вытянутый и узкий ... **Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare*)**
- 19b. Плод мелкий, 2-4 мм длиной, яйцевидный ... **Петрушка посевная (*Petroselinum crispum*)**

Шифр _____

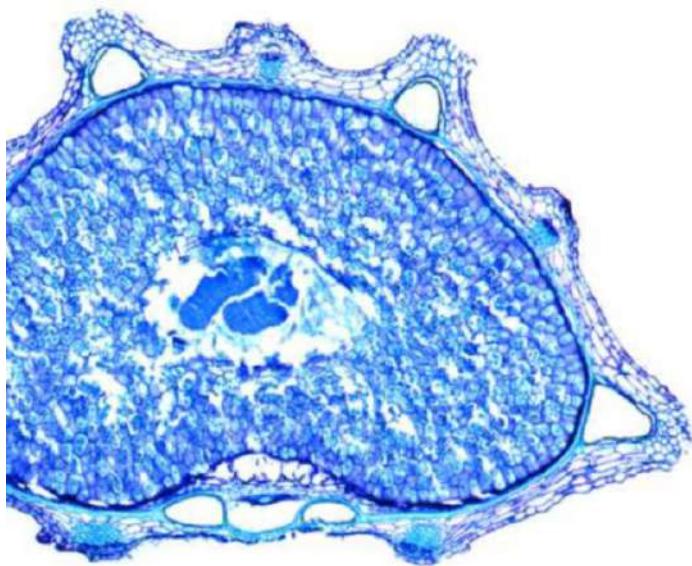
Итого _____ баллов

ЛИСТ ОТВЕТОВ

практического тура заключительного этапа XXXXII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025–26 уч. год. 11 класс. г. Екатеринбург

ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Задание 1 (9 баллов). Срез плода моркови дикой (*Daucus carota*)



Проводящий пучок
околоплодника

Гаплоидный эндосперм

Триплоидный эндосперм

Бывшие ткани интегумента

Семенная кожура

Экзокарп

Мезокарп

Эндокарп

Вместилище эфирных масел

Задание 2 (11 баллов).

Таблица 1 (2 балла за каждый вид, по 1 баллу за сумму признаков вида)

Эппендорф	Название вида на латинском языке	Наличие шипиков на рёбрах	Наличие крыловидных выростов на рёбрах	Наличие выраженных вторичных рёбер
А	<i>Daucus carota</i>	X	0	0
Б				
В	<i>Petroselinum crispum</i>			
Г				
Д				
Е	<i>Pimpinella anisum</i>			

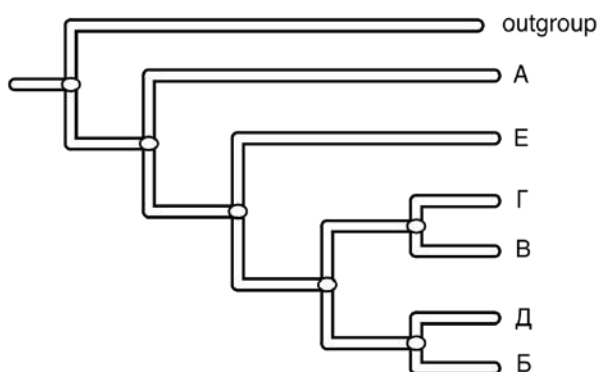
Задание 3 (6 баллов). Внесите в таблицу 2 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений верным «В» или неверным «Н».

Таблица 2

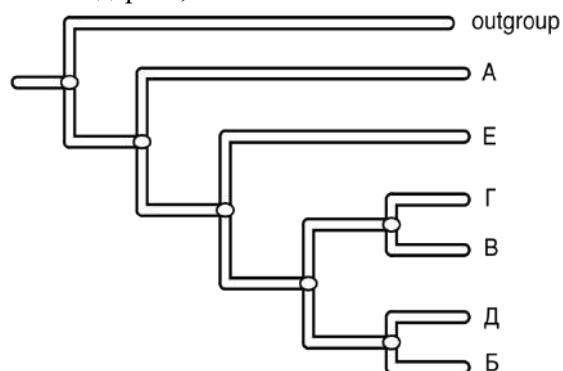
А	Б	В	Г	Д	Е

Задание 4 (9 баллов). В лист ответов надо внести то состояние признака, которое характерно для плодов видов А-Е. Закрашивайте выбранные ветви полностью - от узла до буквы. (по 1 баллу за дерево)

Дерево 1. Крыловидные выросты на краевых рёбрах: закройте элементы дерева, если крылья имеются.



Дерево 2. Шипики на рёбрах: закройте элементы дерева, если шипики имеются.



Дерево 3. Число первичных и вторичных рёбер: закройте элементы дерева, если рёбер 9.

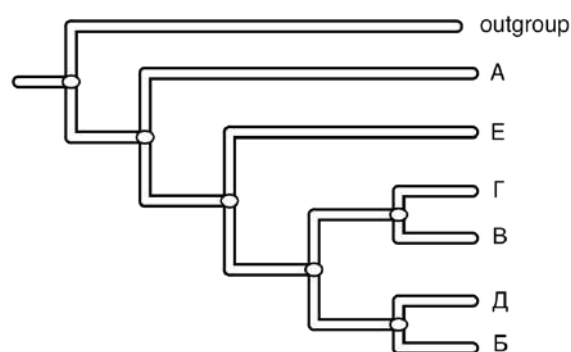


Таблица 3 (6 баллов)

Признак	Обведите плезиоморфное состояние для таксонов А-Е	Впишите минимальное количество эволюционных изменений
Крыловидные выросты на краевых рёбрах	отсутствуют / присутствуют	
Шипики на рёбрах	отсутствуют / присутствуют	
Число первичных и вторичных рёбер	5 / 9	

Задание 5 (9 баллов).

Таблица 4

Вид	C_{sheep}	AtP(%)
А		
Б		
В		
Г		
Д		
Е		

Таблица 5

Скорее да (70–100%)	Возможно (40–69%)	Скорее нет (0–39%)

Задание 6 (6 баллов).

Таблица 6

А	Б	В	Г	Д	Е

**Задания практического тура заключительного этапа
XLII Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
2025-26 уч. год. 11 класс.**

БИОХИМИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ. Максимум 50 баллов.

Оборудование: автоматическая пипетка (1-10 мкл), автоматическая пипетка (20-200 мкл), наконечники для автоматических пипеток (на 10 и 200 мкл) в штативах, 96-луночный планшет с номером, штатив с 18 эппендорфами (“3.0”, “4.0”, “5.0”, “6.0”, “7.0”, “8.0”, “9.0”, “10.0”, “11.0”, “12.0”, “БСА”, “Ф”, “Н₂O”, “БР”, “Э”, “О”, “NaOH”, “К”), урна для сброса наконечников, калькулятор, белый лист бумаги.

ВВЕДЕНИЕ

ДНКазы I секретируются для разрушения экзогенной ДНК, которая образуется при гибели клеток. ДНКазы I также переваривают нуклеиновые кислоты, поступающие в организм с пищей. Активность ДНКазы I можно определять по количеству разрывов ДНК, которые вносит один миллиграмм фермента за одну минуту. Каждый разрыв полинуклеотидной цепи приводит к образованию нового остатка вторичного фосфата, проявляющего кислотные свойства. Количество вторичных фосфатов в смеси можно измерить методом кислотно-основного титрования. Сначала ДНК обрабатывают ферментом (в отсутствие буферных систем), затем фермент ингибируют добавлением SDS. С помощью щёлочи значение pH раствора доводят до 5.0, чтобы избежать влияния остатков цитозина на титрование (фосфаты при этом остаются в однозамещенном состоянии). Далее образец титруют стандартным раствором NaOH до pH 8.0 (**Рис. 1**). Аналогичные процедуры проводят с контрольным образцом ДНК, который не инкубировали с ферментом. Из количества затраченных эквивалентов щелочи в случае опытного образца вычитают количество затраченных эквивалентов щелочи в случае контроля. В описанных условиях полученное значение соответствует количеству оттитрованных вторичных фосфатных групп, образовавшихся при расщеплении ДНК ферментом.

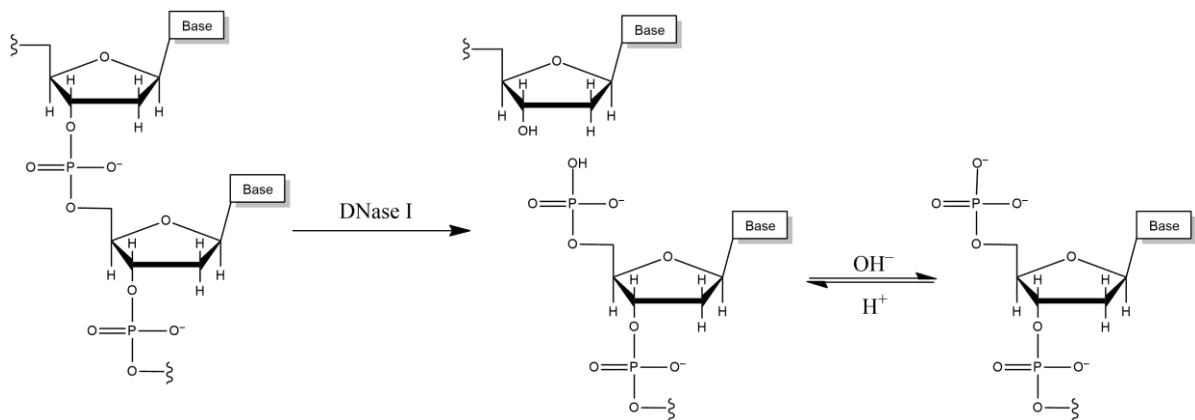


Рисунок 1. Схема определения активности ДНКазы I при помощи кислотно-основного титрования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Конечная цель экспериментальной работы – определить активность ДНКазы I в исследуемом препарате. Эксперимент был поставлен следующим образом: 50 мл 0.5% раствора ДНК в 50 мМ NaCl разделили на опытный образец и контроль (по 25 мл). В первую часть добавили 100 мкл препарата фермента (эппендорф “Ф”), затем обе пробирки инкубировали один час при 37°C, после чего реакцию остановили добавлением SDS и довели pH раствора до 5.0. В ходе последующего титрования в качестве кислотно-основного индикатора вы будете использовать антоцианы, содержащиеся в экстракте краснокочанной капусты, поэтому вам потребуется предварительно изучить зависимость их окраски от pH раствора. **Во время работы один и тот же раствор раскапываете одним наконечником.**

Задание 1. Определение концентрации ДНКазы I биуретовым методом. Сначала заполните все пустые клетки в **Таблице 1** в Листе ответов. Финальный объем проб белка (бычьего сывороточного альбумина (БСА) и ДНКазы I) в лунке перед добавлением биуретового реактива должен составлять 50 мкл.

Затем в соответствии с таблицей заполните лунки 96-луночного планшета. В лунки **A1-A6** вносите раствор 10 мг/мл БСА (эппендорф «БСА») для построения калибровочного ряда. В лунки **A7, A8 и A9** – препарат фермента ДНКазы (эппендорф «Ф»). Доведите объем во всех лунках до нужного значения водой (эппендорф «H₂O»), после этого добавьте во все лунки по 200 мкл биуретового реактива (эппендорф «БР»). Реакционные смеси можно не пипетировать. Через 10 минут определите на глаз, какой точке стандартного ряда соответствует образец фермента, рассчитайте концентрацию фермента (в эппендорфе «Ф») и запишите ее в Листе ответов.

Задание 2. Приготовление стандартного pH-ряда. Внесите в лунки **B1-10** планшета по 20 мкл экстракта краснокочанной капусты (эппендорф «Э»). Затем внесите 200 мкл стандартных буферных растворов со значениями pH от 3.0 до 12.0 (эппендорфы с числами **3.0-12.0**, соответствующими значениям pH) и аккуратно перемешайте путем пипетирования.

Задание 3. Титрование экспериментального образца. В 4 лунки **ряда C** планшета внесите по 100 мкл опытного образца ДНК, обработанного ферментом (эппендорф «О»), затем добавьте по 20 мкл экстракта краснокочанной капусты (эппендорф «Э»). Проведите пристрелочное титрование. Для этого в первую лунку добавляйте по 10 мкл 10 мМ NaOH (эппендорф «NaOH»), пока не достигните окраски индикатора, соответствующей значению **pH 8.0**. Тщательно пипетируйте и перемешивайте раствор в лунке после каждой добавки. По достижении нужного результата запишите в Листе ответов в **Таблице 2** затраченный объем щелочи. Во вторую лунку внесите на 5 мкл меньше подобранного объема щелочи, в третью – предполагаемый необходимый объем щелочи, в четвертую – на 5 мкл больше. Выберите объем щелочи, который на ваш взгляд **в наилучшей мере** соответствует требуемой финальной точке титрования (pH 8.0). Запишите его в Листе ответов в **Таблице 2**.

Задание 4. Титрование контрольного образца. В 4 лунки **ряда D** планшета внесите по 100 мкл контрольного образца ДНК (эппендорф «К»), затем добавьте по 20 мкл экстракта краснокочанной капусты (эппендорф «Э»). Проведите пристрелочное титрование. Для этого в первую лунку добавляйте по 3 мкл 10 мМ NaOH (эппендорф «NaOH»), пока не достигните окраски индикатора, соответствующей значению **pH 8.0**. Тщательно пипетируйте и перемешивайте раствор в лунке после каждой добавки. По достижении нужного результата запишите в Листе ответов в **Таблице 2** затраченный объем щелочи. Во вторую лунку внесите на 1.5 мкл меньше подобранного объема щелочи, в третью – предполагаемый необходимый объем щелочи, в четвертую – на 1.5 мкл больше. Выберите объем щелочи, который на ваш взгляд **в наилучшей мере** соответствует требуемой финальной точке титрования (pH 8.0). Запишите его в Листе ответов в **Таблице 2**.

После завершения работы с планшетом сдайте его члену жюри на оценку (пригласите его поднятием руки). Впишите номер планшета в шапку Листа ответов.

Исходя из полученных результатов титрования рассчитайте концентрацию вторичных фосфатов в опытном и контрольном образцах. Полученные значения округлите до одного знака после запятой и внесите их в **Таблицу 2** Листа ответов.

Задание 5. Расчет активности ДНКазы I. С учетом концентрации белка и концентрации выделившихся в ходе реакции вторичных фосфатов, рассчитайте активность ДНКазы I в препарате фермента в мкмольях разорванных связей/мин на 1 мг белка. В Листе ответов укажите не только финальное значение, но и приведите свои расчеты. Полученные значения округлите до одного знака после запятой и внесите их в **Таблицу 2** Листа ответов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание 6. На **Рисунке 2** приведены 4 структурные формулы (A-D), соответствующие молекулам антоцианов краснокочанной капусты при разных значениях pH среды, а также их спектральные свойства. Рассмотрите картинку, после чего заполните **Таблицу 3** в листе ответов. В столбце, соответствующем цвету, укажите следующие варианты: «красный», «желтый», «синий», «фиолетовый».

Задание 7. ДНКазу I активно используют для исследования взаимодействия белков с ДНК. В одном из экспериментов ученые изучали взаимодействие РНК-полимеразы, транскрипционного фактора ОхуR (дикого типа или содержащего мутации) и промоторного региона охуS (содержал радиоактивную метку на одном из концов, см. **Рис. 3**). Инкубировали смеси разного состава, после чего обрабатывали их ДНКазой I и проводили электрофорез образцов. Электрофореграммы проявляли при помощи автордиографии. Учтите, что ОхуR легко окисляется воздухом, что можно предотвратить при помощи DTT (дителиотреитол, восстанавливающий агент). Рассмотрите рисунок, после чего ответьте на следующие вопросы в Листе ответов:

-
- Figure 1 consists of a graph and four chemical structures. The graph plots Absorbance (Поглощение) on the y-axis (0.0 to 3.2) against Wavelength (Длина волны, нм) on the x-axis (380 to 700 nm). Four spectra are shown: Спектр I (solid line), Спектр II (dotted line), Спектр III (dashed line), and Спектр IV (dash-dot line). Спектр I has a high absorbance at short wavelengths, dropping to a baseline around 450 nm. Спектр II has a peak at ~540 nm. Спектр III and IV have peaks at ~620 nm and ~640 nm respectively.
- The chemical structures are labeled as Формула A, B, C, and D. They are derivatives of a chromone or coumarin core. Формула A and C are isomers with a 3-OR group and a 6-hydroxy group. Формула B and D are isomers with a 3-OR group and a 7-hydroxy group. The structures show various substituents R and OR at the 2, 4, and 8 positions.

[illegible]

3

Шифр _____ Рабочее место _____ Номер планшета _____ Сумма баллов _____

ЛИСТ ОТВЕТОВ “МОЛЕКУЛЯРНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ” (50 БАЛЛОВ)

Задание 1 (14 баллов). Таблица 1. План определения концентрации белка.

Номера лунок	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7, A8, A9	Отметка о сдаче планшета
БСА, мкг	0	100	200	300	400	500		
БСА, мкл								
H ₂ O, мкл								Оценка планшета
ДНКазы, мкл							50	
Реактив, мкл	200	200	200	200	200	200	200	

Концентрация фермента (мг/мл): _____

Задания 3-4 (11 баллов). Таблица 2. Результаты титрования.

Титрование	Опытный образец	Контрольный образец
Пристрелочное титрование, мкл		
Финальное титрование, мкл		
Концентрация вторичных фосфатов в образцах, мМ		
Изменение концентрации вторичных фосфатов за счет работы ДНКазы I, мМ		

Задание 5 (5 баллов). Активность фермента (мкмоль/мин на 1 мг белка): _____

Место для расчета активности (укажите все вычислительные шаги и размерности величин)

Шифр _____ Рабочее место _____ Номер планшета _____

Задание 6 (12 баллов). Таблица 3. Свойства антоцианов.

рН	Цвет	Формула (A-D)	Спектр (I-IV)
3.0			
6.0			
7.0-8.0			
12.0			

Задание 7 (8 баллов).

7.1. Как окислительный статус (белок окислен или восстановлен) OxyR влияет на его способность связываться с ДНК?

7.2. Как OxyR дикого типа влияет на связывание РНК-полимеразы с промотором oxyS?

7.3. Какой эффект замена цистеина на серин (мутация C199S) оказывает на функцию OxyR?

7.4. Какой эффект замена гистидина на аргинин (мутация H198R) оказывает на функцию OxyR?

В каждой из ячеек запишите соответствующую цифру, чтобы при проверке члены жюри ориентировались на особенности вашего почерка.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9