

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.**

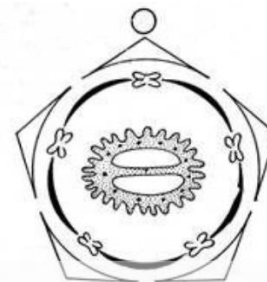
Также Вам предстоит определить наличие вторичных рёбер. Рёбра на вислоплоднике Зонтичных ищут по наружному контуру мерикарпия. Это продольные выступы стенки плода, идущие от основания к верхушке. Чтобы их найти, сначала выделите каждый мерикарпий – часть дробного плода – отдельно. Посмотрите на его поверхность: 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 “Х”, 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).

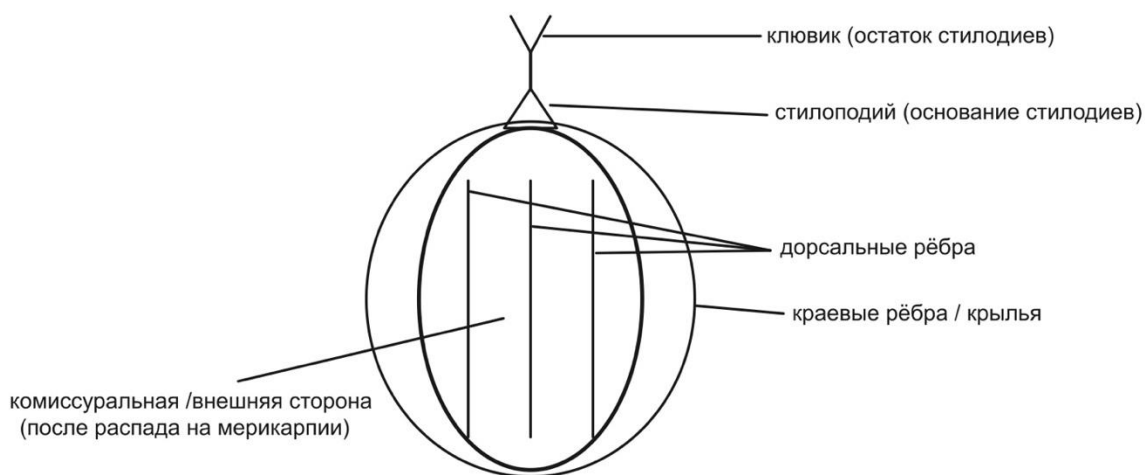
Внесите в таблицу 6 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений А-Д верным «В» или неверным «Н».

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.

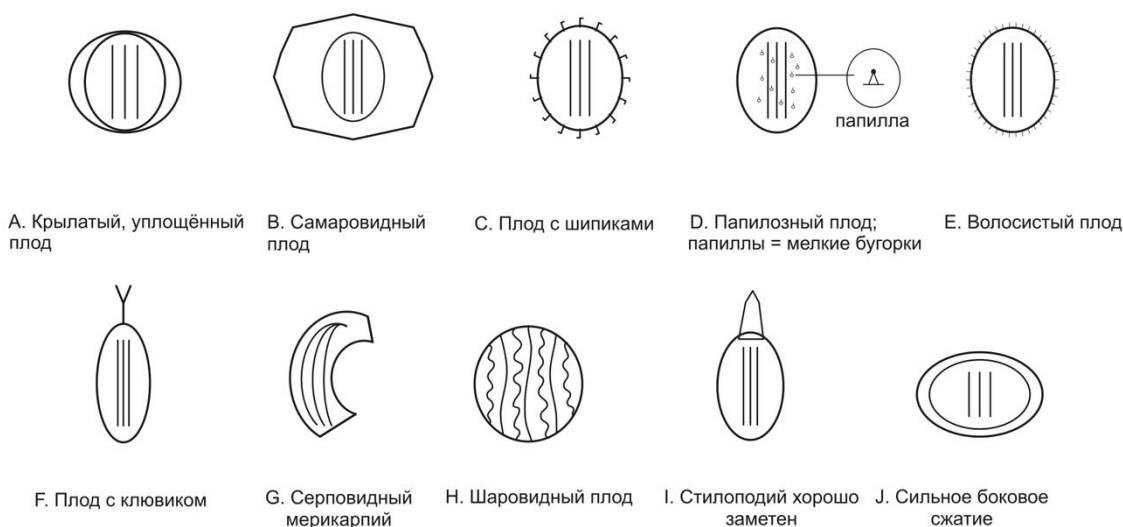
ПРИЛОЖЕНИЕ I

Определительный ключ по морфологии плодов Сельдереевых

Обобщённая схема вислоплодника



Схематичные изображения некоторых особых признаков плодов



Дихотомический ключ

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

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

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

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

3a. 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*)**

3b. 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 _____

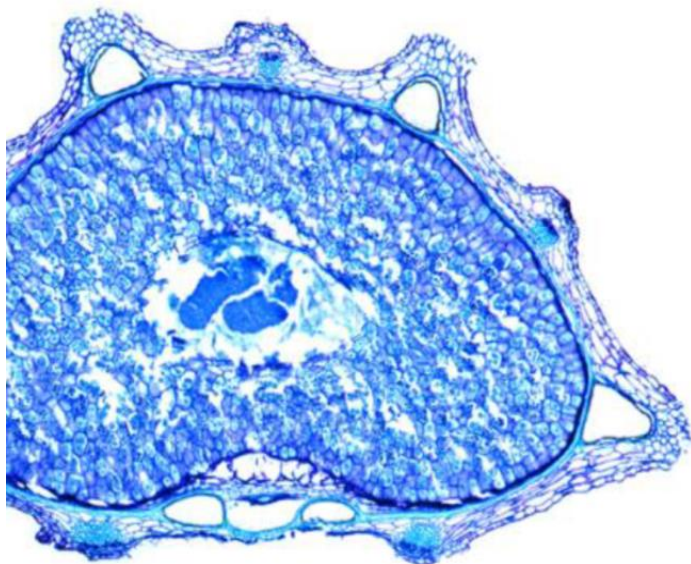
Итого _____ баллов

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>			

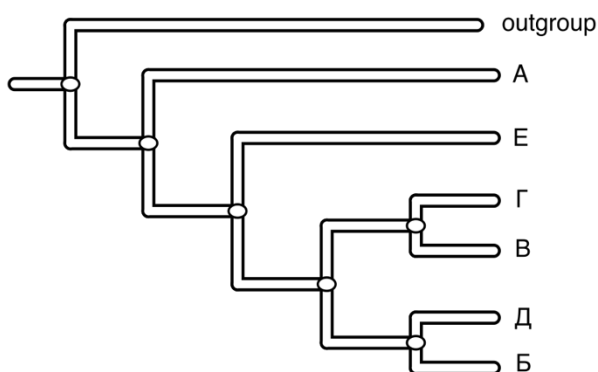
Задание 3 (6 баллов). Внесите в таблицу 2 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений верным «В» или неверным «Н».

Таблица 2

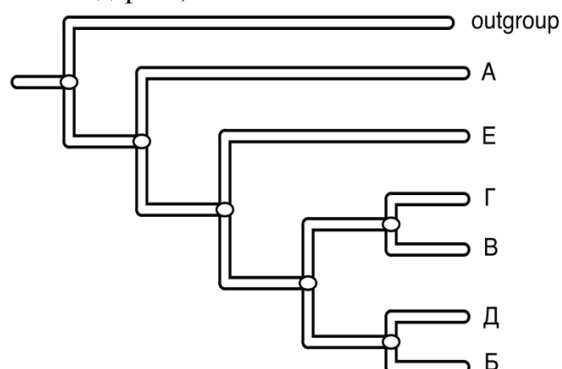
А	Б	В	Г	Д	Е

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.

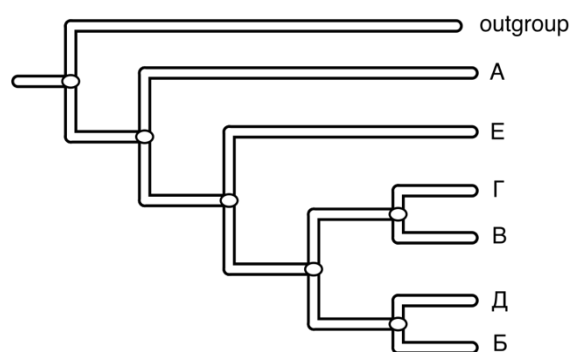


Таблица 3 (6 баллов)

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.

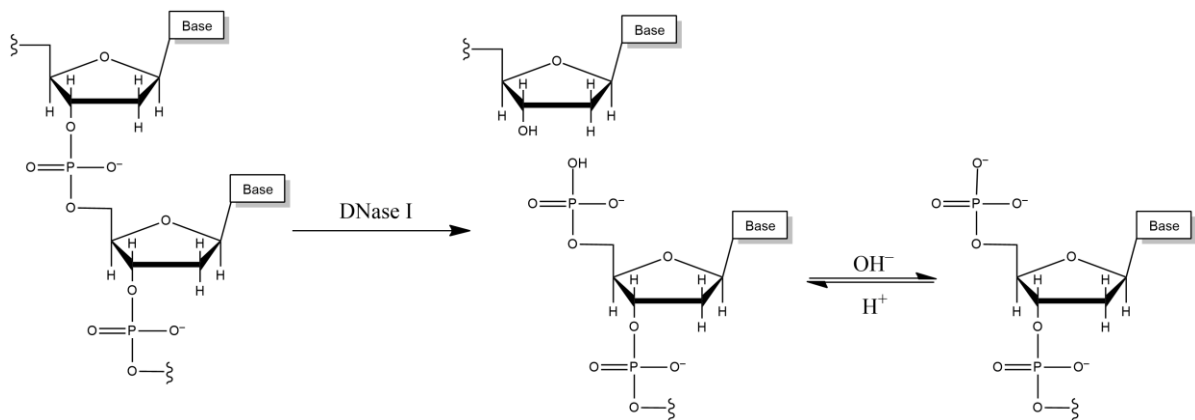


Рисунок 1. Схема определения активности ДНКазы I при помощи кислотно-основного титрования.

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 (дитиотреитол, восстанавливающий агент). Рассмотрите рисунок, после чего ответьте на следующие вопросы в Листе ответов:

- 1) как окислительный статус (белок окислен или восстановлен) ОхуR влияет на его способность связываться с ДНК?
- 2) как ОхуR дикого типа влияет на связывание РНК-полимеразы с промотором *охуS*?
- 3) какой эффект замена цистеина на серин (**мутация C199S**) оказывает на функцию ОхуR?
- 4) какой эффект замена гистидина на аргинин (**мутация H198R**) оказывает на функцию ОхуR?

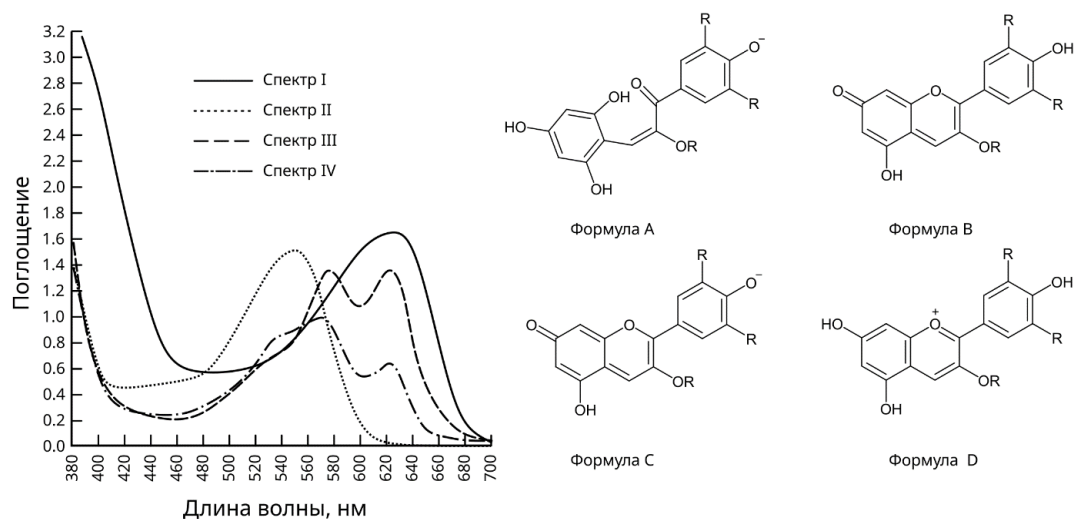


Рисунок 2. Спектры поглощения и структурные формулы и разных форм антоцианов.

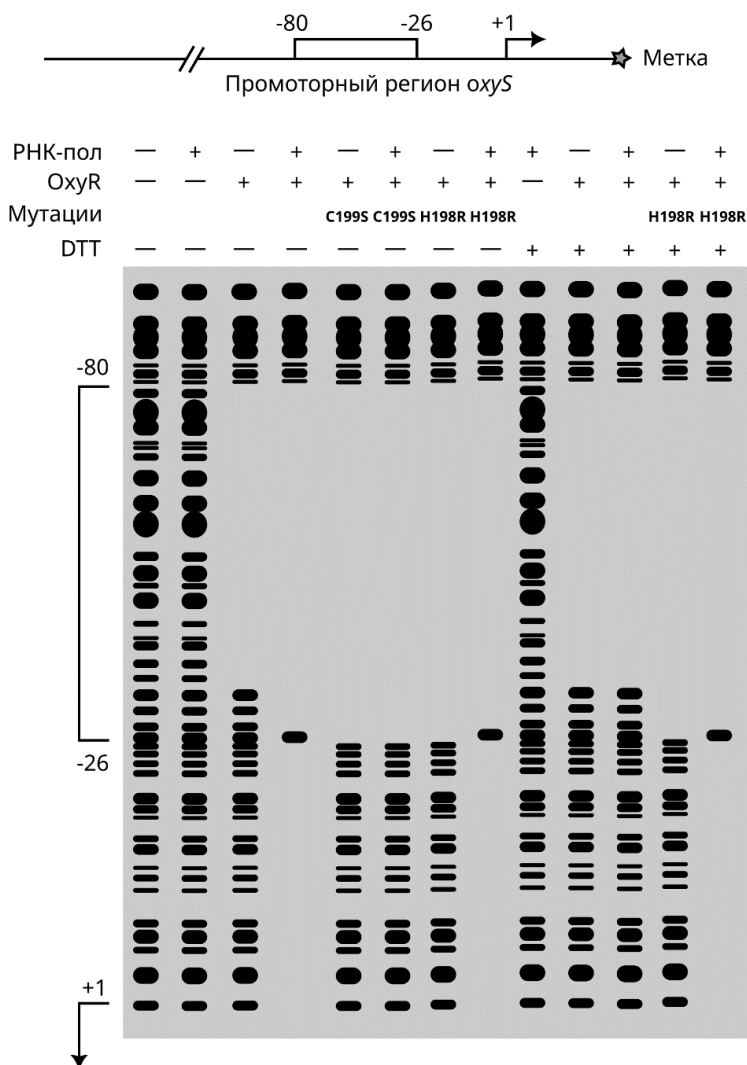


Рисунок 3. Эксперимент для исследования взаимодействия РНК-полимеразы, транскрипционного фактора ОхуR и промоторного региона *охуS*. (РНК-пол – РНК-полимераза). Числа на картинке соответствуют номерам нуклеотидов от начала старта транскрипции.

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

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: видеозадаанием 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.

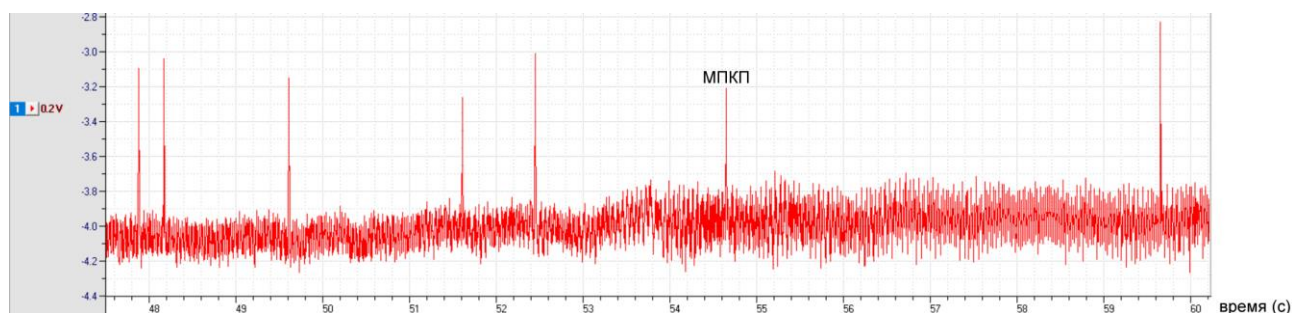
Эксперимент №1-1: Контрольный эксперимент.

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.



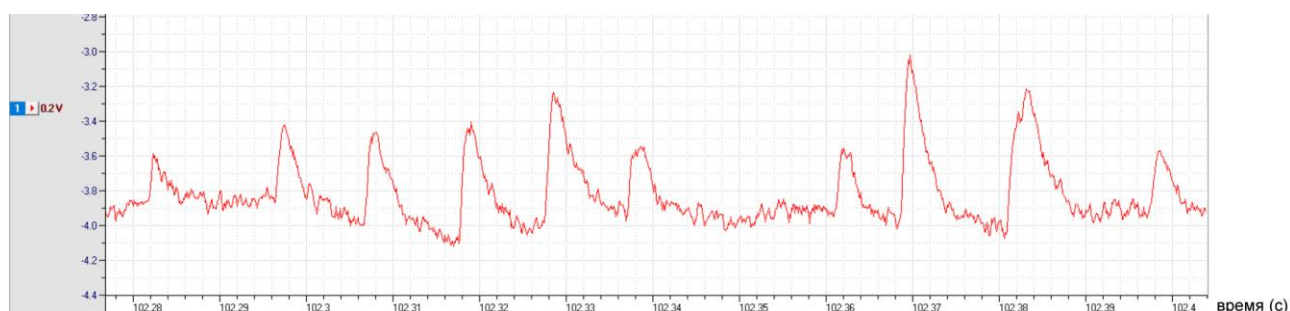
Эксперимент №1-2: Аппликация KCl.

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

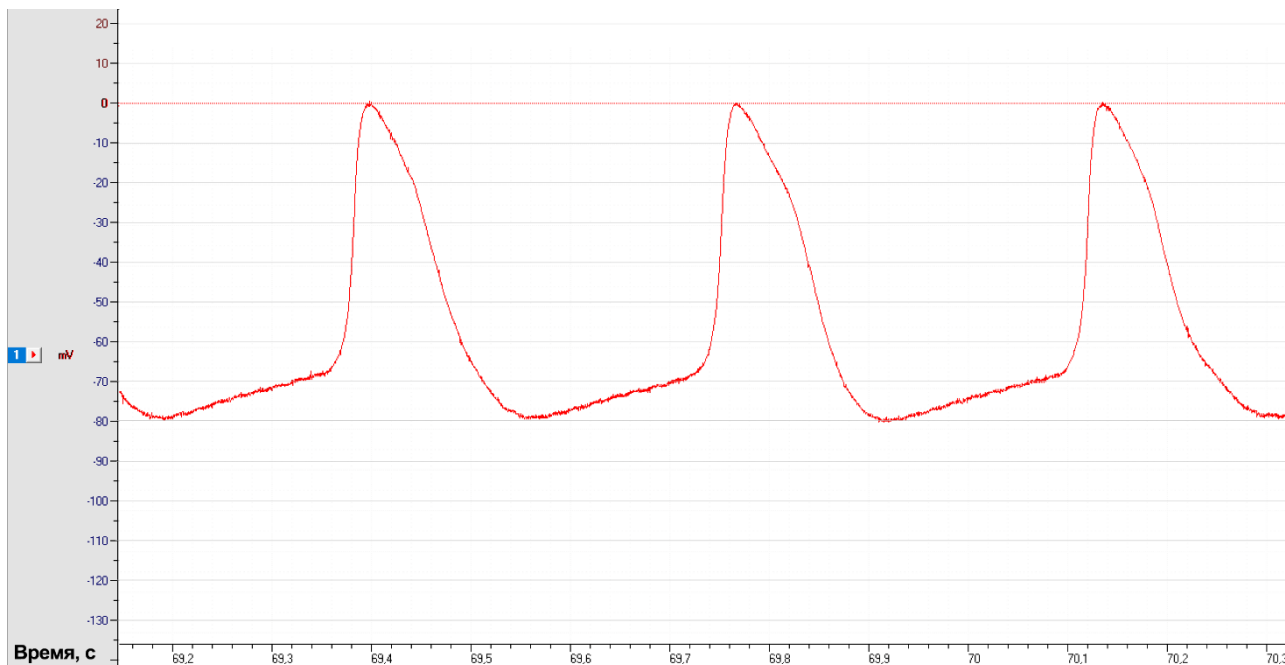
Внутриклеточную регистрацию потенциалов действия (ПД) проводили с помощью регистрирующего микроэлектрода, подключенного к усилителю. Индифферентный электрод расположили в омывающем препарат растворе.

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).

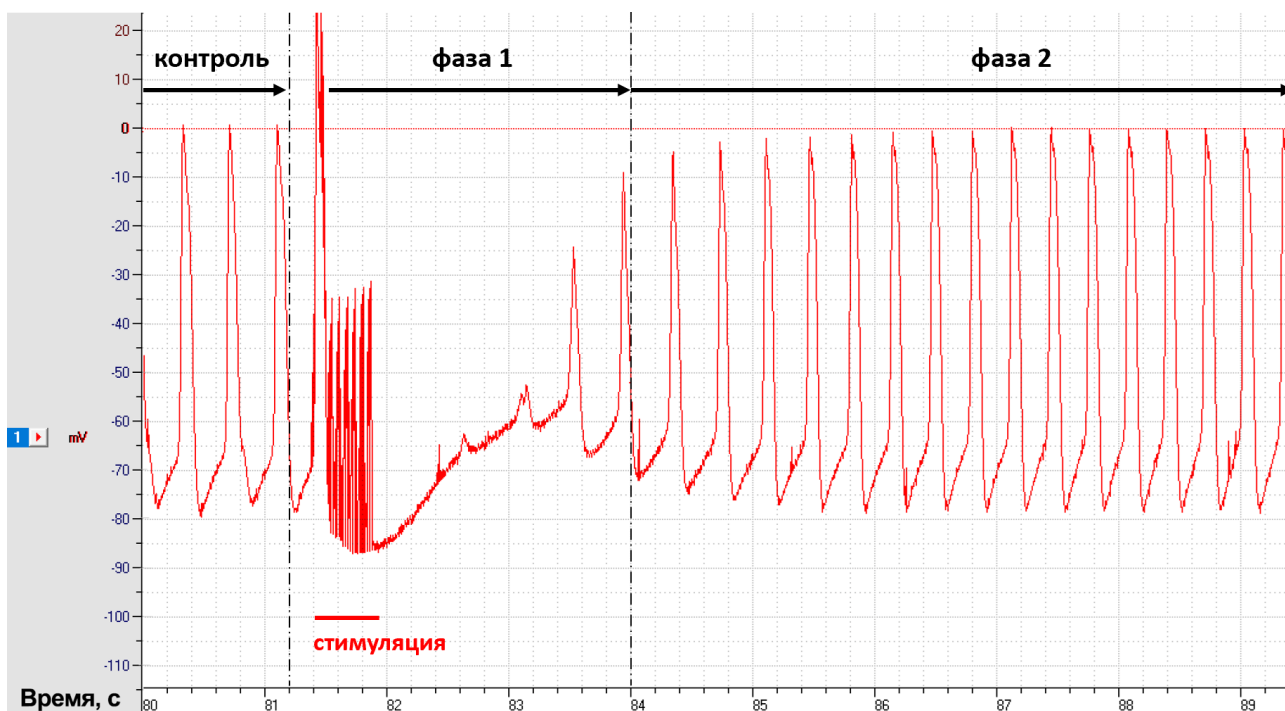
Изучите видеофрагмент с записью эксперимента №2 и выполните задания 9-12 и задание 13. Полученные ответы внесите в таблицу в Листе ответов.

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.

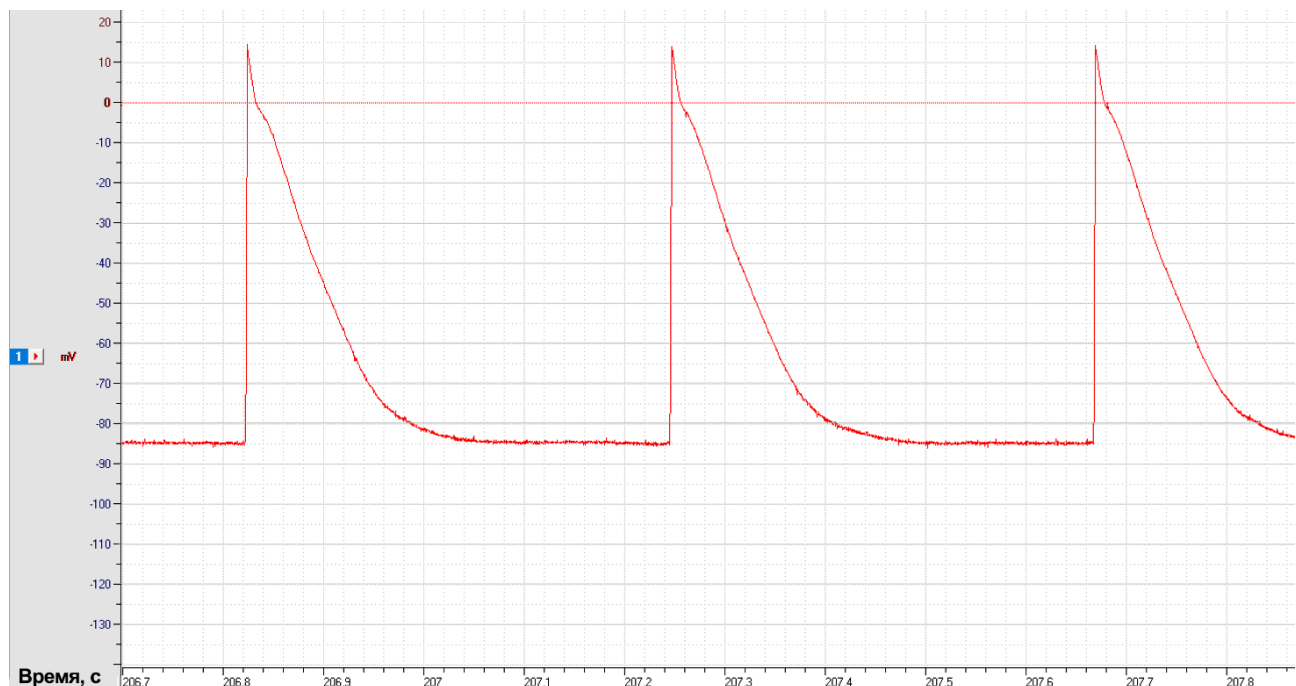


Задание 10: Определите частоту возникновения ПД в синоатриальном узле в контроле и в фазе 2, используя экспериментальные данные, приведенные на рисунке ниже. Ответы дайте в Гц с точностью до десятых.

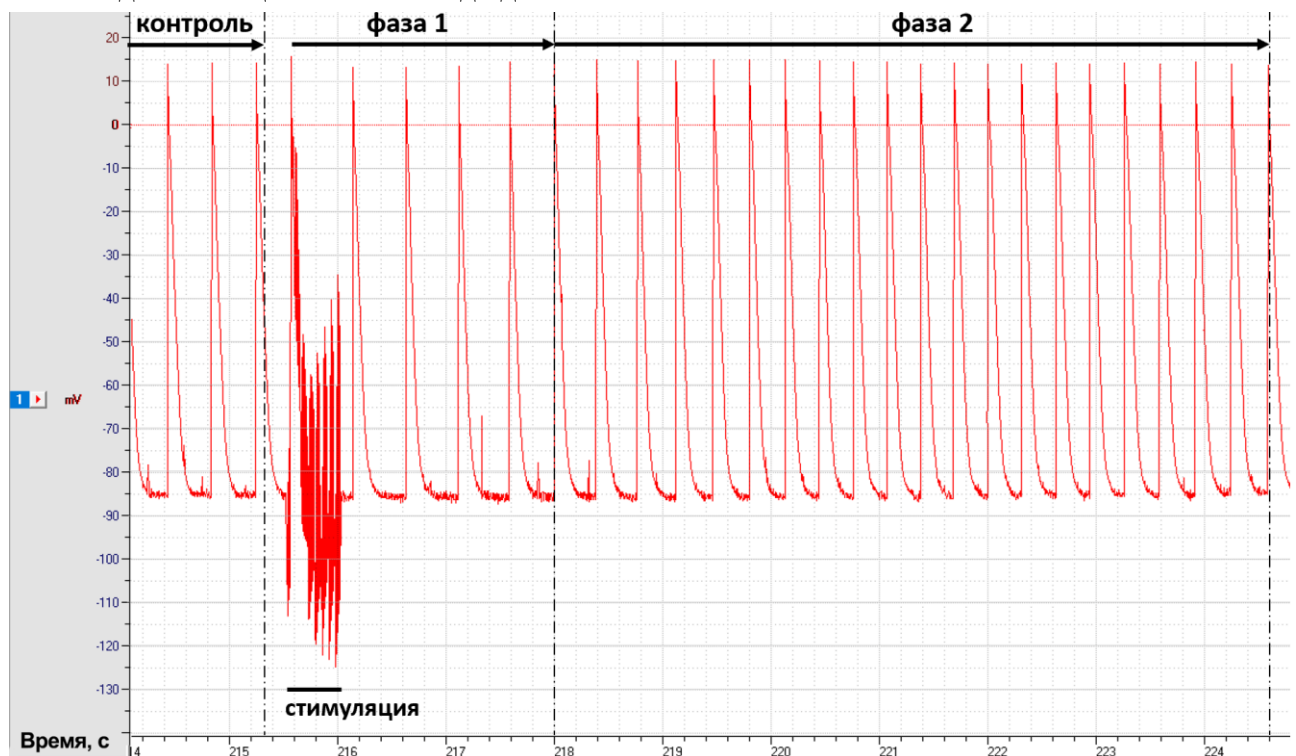


Эксперимент №2-2: Регистрация ПД в предсердии при стимуляции внутрисердечных нервов.

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
XLII 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

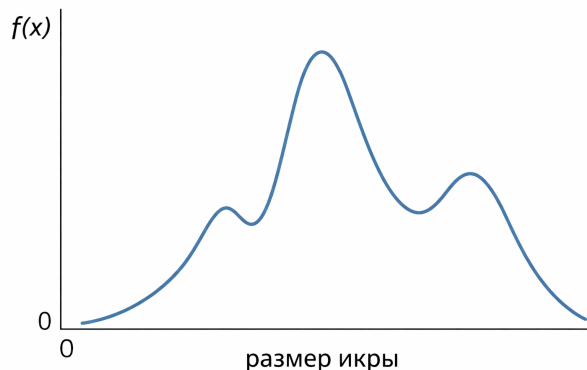
Вам предлагается проба икры неизвестного вида костистых рыб, собранная в озере Кожаккуль (“Е” на рис. 1) весной 2025 года. Одной из особенностей радиоактивных загрязнений является накопление изотопов стронция в костной ткани и репродуктивных органах макрофауны. Для изучения эффекта донных загрязнений 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).

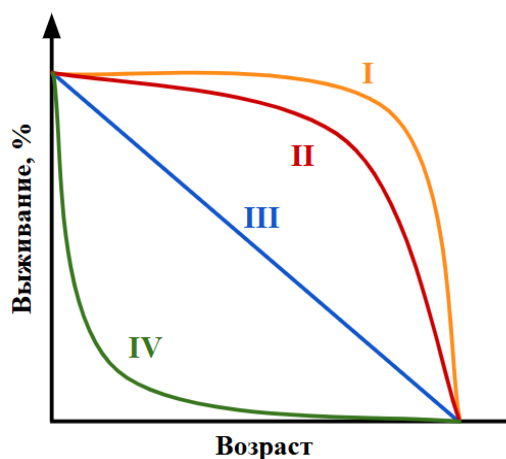
Для каждого года определялась выживаемость (l_x), равная отношению количества особей текущего возраста к исходному размеру когорты, фертильность (m_x) - количество потомков женского пола, родившихся за год от особей когорты и e_x - среднее ожидаемое количество лет, которое осталось прожить особи данного 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.

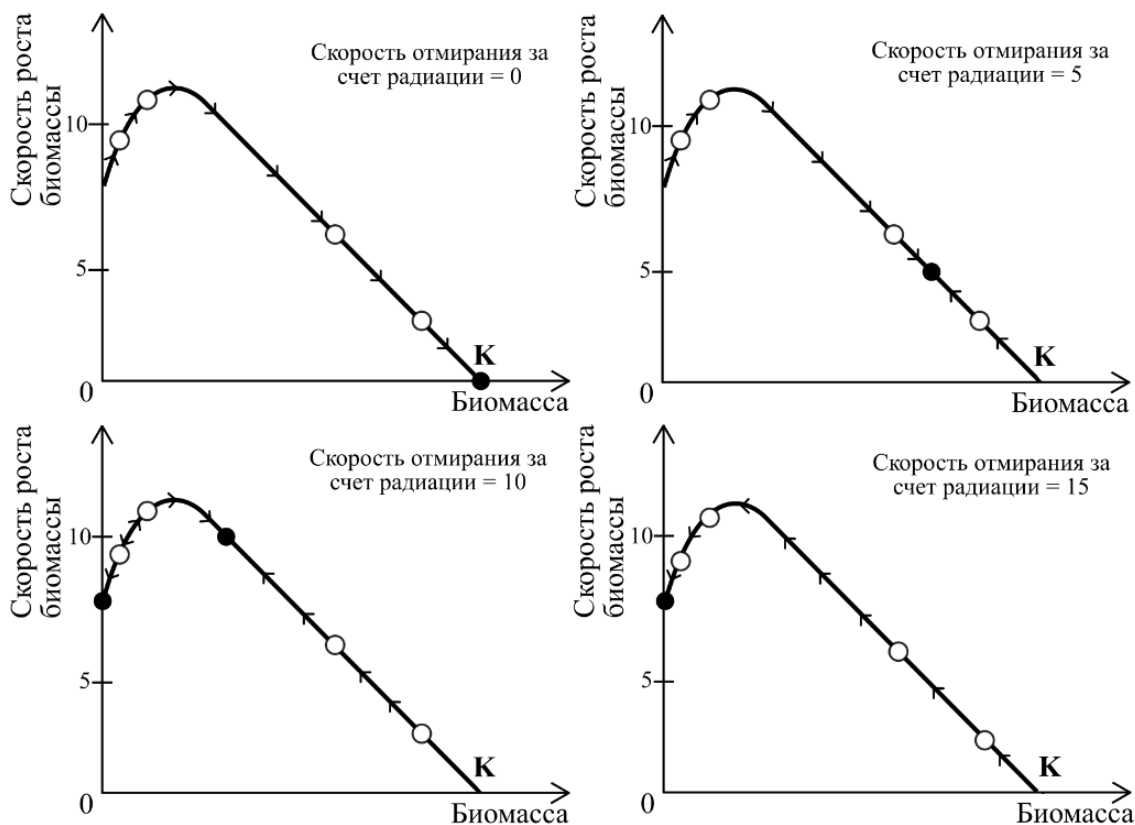


Рис. 2 Графики, описывающие поведение экосистемы при разных значениях отрицательного фактора, вызывающего отмирание биомассы.

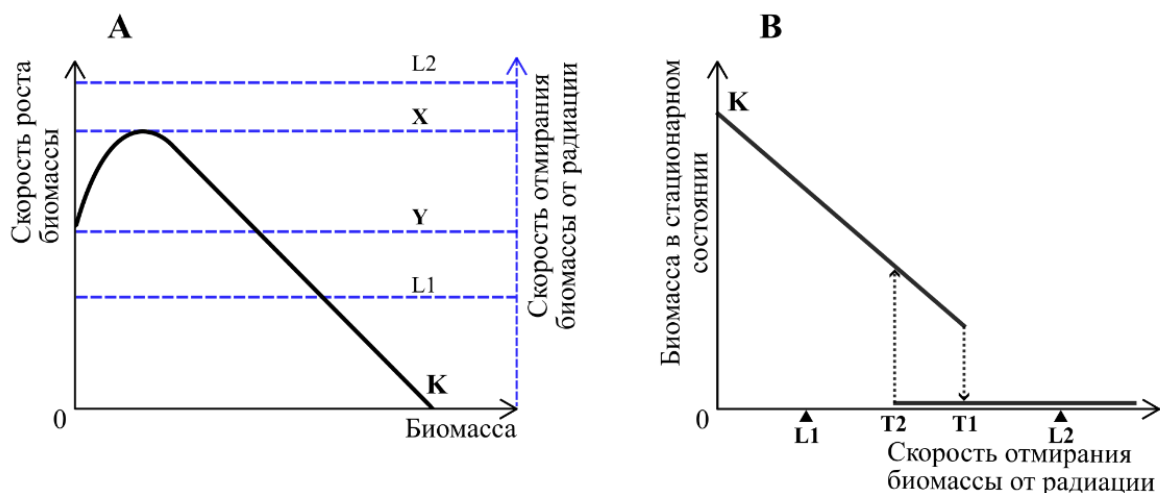


Рис. 3 Зависимость интенсивности жизнедеятельности организма от дозы фактора радиации.

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						