

**ЗАДАНИЯ**  
**практического тура заключительного этапа XXXV Всероссийской**  
**олимпиады школьников по биологии. 2018-2019 уч. год.**  
**11 класс БИОИНФОРМАТИКА**  
*Время выполнения задания 60 минут*

Секвенирование и анализ последовательностей нуклеиновых кислот является ключевой областью современной биоинформатики. Откройте папку с номером Вашей группы на рабочем столе, откройте рисунки А-С для выполнения заданий 1-2, затем запустите на вашем рабочем компьютере программу Gene Runner и выполните с ее помощью задания 3-4.

**Задание 1. Секвенирование (13 баллов).**

Развитие биоинформатики в 1990-х годах и успех проекта «Геном человека» были связаны с технологией автоматического секвенирования по Сенгеру. Принцип этого метода прост и очевиден: на основе очищенной одноцепочечной матрицы ДНК с помощью ДНК-полимеразы достраивают комплементарную цепь, причем в реакционной смеси присутствуют как обычные дезоксирибонуклеотидтрифосфаты, так и нуклеотиды-терминаторы, которые содержат обычные азотистые основания, трифосфат, флуоресцентную часть и дидезоксирибозу, которая не позволяет присоединиться следующему нуклеотиду. Таким образом, с вероятностью около 0,1% растущая нить ДНК может прекратить рост в случайном месте, причем последний ее нуклеотид будет специфически флуоресцентно помечен, «цвет» флуоресценции зависит от азотистого основания. После этого проводят электрофорез, разделяя нити ДНК по длине, и на выходе из капилляра для электрофореза измеряют флуоресценцию молекул, тем самым определяя последовательность меченых нуклеотидов.

Другим методом является секвенирование путем синтеза. Одноцепочечная матрица ДНК связывается с поверхностью чипа, далее ДНК-полимераза начинает пошагово наращивать ее с помощью флуоресцентно-меченых нуклеотидов (каждый своего цвета). За один шаг присоединяется один нуклеотид, присоединению нескольких подряд мешает флуоресцентная группа. В конце шага флуоресценцию сканируют, после чего флуоресцентную группу удаляют, на следующем шаге растущая нить может удлиниться еще на один нуклеотид.

Третий современный метод – это pH-метрическое пирофосфатное секвенирование. Одноцепочечная матрица ДНК связывается с поверхностью бусины, попадающей в лунку чипа, далее ДНК-полимераза присоединяет очередной нуклеотид, отщепляя при этом пирофосфат. Пирофосфат понижает pH в лунке, что регистрируется микро-pH-метром. Отдельные нуклеотидтрифосфаты подаются последовательными волнами, включение в растущую цепь возможно только с волной комплементарного нуклеотида, однако можно присоединить несколько одинаковых нуклеотидов сразу, что понизит pH еще сильнее.

Откройте рисунки А, В и С в папке с номером вашей группы (tif-файлы в Paint, gif-файл в браузере). Подпишите на Листе Ответов методы, которыми были секвенированы последовательности на рисунках, запишите сами последовательности (учитывая задание 2). Чем дидезоксирибоза, используемая в нуклеотидах-терминаторах, отличается от рибозы?

**Задание 2. Выравнивание и выбор дерева (9 баллов).**

Последовательности А, В и С – это участки из середины гомологичных кодирующих последовательностей ДНК одного и того же гена, найденные у трех

штаммов вирусов. У четвертого вируса в этом месте находится последовательность D: NNTgCTTAgCCATATgANN, в которой произошла инсерция одного нуклеотида, нарушающая функцию того же самого гена (N – обозначение случайного нуклеотида). Выровняйте последовательности A, B, C и запишите их на Листе ответов одну под другой, так чтобы идентичные нуклеотиды были друг над другом и над теми же нуклеотидами в последовательности D. Если последовательности перерываются со сдвигом, в их начале и конце нужно дописать случайные нуклеотиды N (от 0 до 3). Найдите попарное число различий между выравненными последовательностями, используйте весовые коэффициенты: для транзиции 1, для трансверсии 2, для инсерции/делеции 5. Какое из показанных на Листе ответов дерево соответствует принципу максимальной парсимонии (дерево имеет наименьшее количество мутационных событий, требуемых для построения его топологии)?

### **Задание 3. Поиск рамки считывания (9 баллов).**

Создайте в программе Gene Runner три файла с последовательностями A, B и C соответственно (комбинация кнопок **Ctrl/Alt/N** либо путь меню **File → New → Nucleic acid sequence**), набирая нуклеотиды на клавиатуре, при этом не забудьте добавить случайные нуклеотиды в начало и конец последовательности, как в задании 2. Сохраните Ваши файлы под названием X-A, X-B, X-C, где X – это номер Вашей группы (комбинация кнопок **Ctrl/Alt/A** либо путь меню **File → Save As**). Найдите в последовательностях A, B и C все 6 возможных рамок считывания (комбинация кнопок **Ctrl/M** и затем **Enter** либо путь меню **Analysis → Nucleic acid → Open Reading Frames** и затем **Enter**) и запишите их на Листе ответов. Если в рамке считывания есть стоп-кодон (обозначаются в Gene Runner знаками @, & или # красного цвета), такая рамка называется закрытой. Сравнивая рамки считывания гомологичных последовательностей A, B и C, определите, какая из них соответствует кодирующей последовательности гена, поставьте на Листе ответов рядом с ними букву «К», рядом с закрытыми рамками поставьте букву «З». Почему последовательность D стала нефункциональна? Попробуйте восстановить исходную кодируемую аминокислотную последовательность у штамма D на этом участке до инсерции. Для того чтобы изменить последовательность, разблокируйте ее для редактирования, нажав **Edit→Unlock**.

### **Задание 4. Анализ вторичной структуры (9 баллов)**

ДНК, также как и РНК, способна формировать различные вторичные структуры – «шпильки», «глазки» и димеры. Эти структуры могут присутствовать также в молекуле мРНК и играть важную роль в регуляции экспрессии гена, а также могут осложнять проведение полимеразной цепной реакции (искусственной репликации ДНК) из-за взаимодействий между праймерами и последующей неспецифической амплификации. Для анализа вторичных структур в Gene Runner нужно выделить последовательность и нажать комбинацию кнопок **Ctrl/L**, либо путь меню **Analysis → Oligo...** Появится окошко, в котором будут показаны шпильки «Hairpin loops», димеры «Dimers», глазки «Vulge loops» и шпилечные димеры «Internal loops». Для каждой из последовательностей A-D укажите на листе ответов количество этих элементов. Представьте себе, что Вам нужно написать праймеры для специфической амплификации генов A-D (чтобы праймер подходил только для одной последовательности). На каком из концов праймера требование комплементарности и отсутствия вторичных структур будут критически важным и почему? Обозначьте стрелочками снизу под последовательностями A-D из задания 2 направление и границы специфических для них праймеров (формат 5' → 3').

**УСПЕХОВ НА ДРУГИХ КАБИНЕТАХ ПРАКТИЧЕСКОГО ТУРА!**

**Задание 1.** (по 1 баллу за каждый метод, по 3 балла за каждую последовательность)

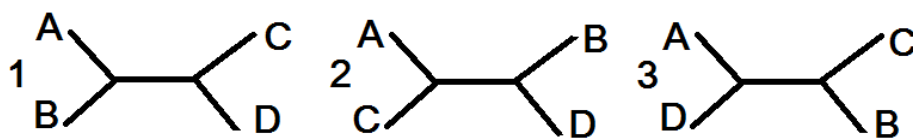
Посл.	Метод	Сиквенс (используйте буквы «A C g T», не путайте гуанин и цитозин)
A		
B		
C		

Дидезоксирибоза \_\_\_\_\_ (1 балл)

**Задание 2.** (по 1 баллу за каждое парное различие и дерево, различия можно подчеркивать)

A	
B	
C	
D	5'-N N T g C T T A g C C A T A T g A N N-3'

Пара	Число различий
A-B	
A-C	
A-D	
B-C	
B-D	
C-D	



Укажите число эволюционных событий для каждого дерева, обведите кружком № наиболее парсимоничного дерева.

**Задание 3.** (по 2 балла за 6 рамок последовательности, комплементарные рамки имеют знак «←→»)

Рамка	Последовательность A	Последовательность B	Последовательность C
Рамка 1			
Рамка 2			
Рамка 3			
Рамка -1			
Рамка -2			
Рамка -3			

Почему ген D стал нефункционален? \_\_\_\_\_ (1 балл)

Исходная последовательность аминокислот D \_\_\_\_\_ (2 балла)

**Задание 4.** По 1 баллу за верно перечисленные вторичные структуры каждой последовательности, по 1 баллу за каждый верно подобранный праймер.

Последовательность	Шпильки	Димеры	Глазки	Шпил. димеры
A				
B				
C				
D				

На каком из концов праймера требование комплементарности и отсутствия вторичных структур будут критически важным и почему? \_\_\_\_\_ (1 балл)

**Задания**  
**практического тура заключительного этапа XXXV Всероссийской**  
**олимпиады школьников по биологии. 2018-19 уч. год.**  
**11 класс, кабинет БИОХИМИИ**

**Сначала внимательно прочтите все задание!**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛИПИДА**

Для определения структуры липида Вам предоставляются следующие реактивы и материалы:

1. Стандартный раствор соляной кислоты (в бюретке) с концентрацией **10 мМ**.
2. Исходный раствор КОН с неизвестной концентрацией (в пробирке № 1).
3. Раствор КОН с неизвестной концентрацией (в пробирке № 2) после гидролиза липида
4. Дистиллированная вода в стаканчике
5. Раствор фенолфталеина в капельнице
6. Колбы для титрования (4 штуки).
7. Автоматическая пипетка на 1 мл и наконечники к ней (3 штуки).

**Введение.** Навеску синтетического триацилглицерида (**880 мг**), все жирные кислоты в котором одинаковы, залили **100 мл раствора КОН** (точная концентрация неизвестна, аликвота находится в **пробирке №1**) для проведения гидролиза (изменением объема раствора КОН можно пренебречь). Полученную суспензию прокипятили с обратным холодильником в течение 1 часа до полного гидролиза триглицерида и остудили (считаем, что объем раствора не изменился; аликвота находится в **пробирке №2**). Вам необходимо с помощью титрования определить **концентрацию** КОН в пробирках №1 и №2, рассчитать **количество** КОН, затраченное на гидролиз взятой навески триглицерида, его **молекулярную массу**, **жирнокислотный состав** и ответить на предлагаемые вопросы.

**Титрование:** Внесите в две колбочки для титрования по **1 мл** раствора КОН из пробирки **№1**. Добавьте в колбочки **дистиллированную воду** (по **15-20 мл**) и 1 каплю раствора фенолфталеина. Перемешайте! Установите уровень раствора HCl в бюретке на произвольную исходную отметку (**запишите значение!**), и аккуратно, по каплям, проведите титрование (при постоянном тщательном перемешивании раствора в колбочке!) в одной из колбочек до **устойчивого** обесцвечивания. Запишите в Таблицу, **сколько миллилитров раствора HCl** пошло на титрование (с точностью до **1 знака после запятой**). Проведите титрование **во второй колбочке**.

Проделайте аналогичную процедуру с раствором из **пробирки №2**.

Результаты внесите в Таблицу (с точностью до **1 знака после запятой**). **Покажите Ваши колбы преподавателю!**

**Задание 1 (16 баллов).**

Номер пробирки	Объем раствора HCl, мл	Среднее значение, мл	Концентрация раствора КОН, мМ
1			
1			
2			
2			

Код участника \_\_\_\_\_

№ рабочего места \_\_\_\_\_

**Задание 2 (2 балла).** Рассчитайте количество КОН (в ммольях, с точностью до 1 знака после запятой), затраченное на гидролиз навески триглицерида.

Расчет:

На гидролиз триглицерида было затрачено \_\_\_\_\_ ммольей КОН.

**Задание 3 (4 балла).** Напишите уравнение реакции гидролиза триглицерида под действием КОН.

**Задание 4 (4 балла).** Исходя из полученных Вами данных, рассчитайте молекулярную массу триглицерида (округлите значение до целого числа).

Расчет:

Молекулярная масса триглицерида составляет \_\_\_\_\_ дальтон.

**Задание 5 (4 балла).** Исходя из полученных Вами данных, рассчитайте молекулярную массу **свободной** жирной кислоты, входящей в состав этого триглицерида (округлите значение до целого числа).

Расчет:

Молекулярная масса свободной жирной кислоты составляет \_\_\_\_\_ дальтон.

Код участника \_\_\_\_\_

№ рабочего места \_\_\_\_\_

**Задание 6 (4 балла).** Йодное число (количество граммов йода, которое связывает 100 граммов вещества), используют, в частности, для определения степени ненасыщенности жирных кислот. Для исследуемого триглицерида йодное число составило **95,3**. Определите, сколько двойных связей содержит жирная кислота, входящая в этот триглицерид. Атомная масса йода равна 127.

Расчет:

Жирная кислота содержит \_\_\_\_\_ двойных связей.

**Задание 7 (5 баллов).** Исходя из полученных Вами данных, рассчитайте, сколько атомов углерода содержит жирная кислота, входящая в этот триглицерид.

Расчет:

Жирная кислота содержит \_\_\_\_\_ атомов углерода.

**Задание 8 (1 балл).** Известно, что эта жирная кислота относится к  $\Delta^9$ -ряду. Напишите полную структурную формулу этой жирной кислоты.

Структурная формула жирной кислоты

**Все ответы из Задания перенесите в ЛИСТ ОТВЕТОВ.**

**Закончив работу, листы Задания и ЛИСТ ОТВЕТОВ сдайте преподавателю, который примет Вашу работу.**

**Все расчеты записывать ТОЛЬКО в отведенных для этого местах.**

**В качестве черновика можно использовать свободное место на обратной стороне листов задания.**

**ЧЕРНОВИКИ НЕ ОЦЕНИВАЮТСЯ!!!**

**ЛИСТ ОТВЕТОВ**  
**11 класс, кабинет БИОХИМИИ**

**Задание 1 (16 баллов).**

Номер пробирки	Объем раствора HCl, мл	Среднее значение, мл	Концентрация раствора KOH, мМ
1			
1			
2			
2			

**Задание 2 (2 балла).** На гидролиз триглицерида было затрачено \_\_\_\_\_ ммоль KOH.

**Задание 3 (4 балла).** Напишите уравнение реакции гидролиза триглицерида под действием KOH.

**Задание 4 (4 балла).** Молекулярная масса триглицерида составляет \_\_\_\_\_ дальтон.

**Задание 5 (4 балла).** Молекулярная масса свободной жирной кислоты составляет \_\_\_\_\_ дальтон.

**Задание 6 (4 балла).** Жирная кислота содержит \_\_\_\_\_ двойных связей.

**Задание 7 (5 баллов).** Жирная кислота содержит \_\_\_\_\_ атомов углерода.

**Задание 8 (1 балл).** Известно, что эта жирная кислота относится к  $\Delta^9$ -ряду. Напишите полную структурную формулу этой жирной кислоты.

Структурная формула жирной кислоты

**ЗАДАНИЯ**  
**практического тура заключительного этапа**  
**XXXV Всероссийской олимпиады школьников по биологии.**  
**2018-19 уч. год. 11 класс.**  
**Кабинет Физиологии растений**  
**г. Ставрополь**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНЕЛЛ КЛЕТКИ**  
**(маж. 40 баллов)**

**Цель работы:** Сравнение физиологических, цитологических и биохимических особенностей клеток растений на разных этапах онтогенеза.

**Задачи:** 1. Провести микроскопическое исследование анатомических срезов проростков и плодов. 2. Выявить различия в активности ферментов, участвующих в обезвреживании активных форм кислорода. 3. Дать характеристику ультраструктурных особенностей клеток по электронно-микроскопическим изображениям.

**Объект исследования:** Тыква обыкновенная (*Cucurbita pepo*) – трёхдневные проростки, проростки в возрасте 20 дней, кусочки околоплодника.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, лупа, предметные и покровные стекла, бритва, скальпель, пинцет, кусочки пенопласта, фильтровальная бумага, пипетки, флакон с насыщенным раствором Судана III в 96% спирте, флакон с 3% раствором перекиси водорода, флакон с водой, пробирка с пробкой, флакон с растительным маслом, чашки Петри, столовый нож, поднос, бумажные полотенца.

**Ход работы:**

1. Скальпелем и пинцетом очистите семя от семенной кожуры. Поместите на предметное стекло каплю воды. С помощью пенопласта и бритвы приготовьте препарат **поперечного** среза семядолей трёхдневных проростков. Обратите внимание, что зародыш покрыт тканями зеленого цвета. **Нужен препарат именно бесцветных семядолей!** Накройте покровным стеклом, проконтролируйте качество препарата под микроскопом. [При необходимости переделайте препарат]. Снимите покровное стекло. Фильтровальной бумагой аккуратно удалите воду и добавьте несколько капель спиртового раствора Судана III. Снова накройте покровным стеклом. Окрашивание происходит медленно. Через 20–30 минут повторно рассмотрите препарат, обратив внимание на окрашенные части клетки.

**Сохраните остатки семядолей – они потребуются для дальнейшей работы!**

2. Изучите свойства Судана III. В пробирку поместите 10 капель насыщенного спиртового раствора Судана III, добавьте 4 капли воды, перемешайте. Затем добавьте 10 капель растительного масла. Закройте пробирку пробкой, встряхните несколько раз, дождитесь расслоения жидкости (5 и более минут). Наклоните пробирку и наблюдайте за распределением красителя. Впишите в лист ответов наблюдение и вывод:  
Судан III переходит преимущественно в **полярную / неполярную** фракцию.  
Судан III обладает **гидрофобными / гидрофильными** свойствами.

**Макс. 1 балл**

3. Поместите на предметное стекло каплю воды. С помощью пенопласта и бритвы приготовьте препарат поперечного среза семядолей 20-дневных проростков. Накройте покровным стеклом, проконтролируйте качество препарата под микроскопом. [При необходимости переделайте препарат]. Окрашивать препарат не нужно.

**Сохраните остатки семядолей – они потребуются для дальнейшей работы!**

4. Аналогично подготовьте препарат среза околоплодника тыквы. Выбирайте самую мягкую часть. Окрашивать препарат не нужно.

**Сохраните остатки околоплодника – они потребуются для дальнейшей работы!**



5. **Поднимите руку и пригласите проверяющего для оценки качества всех трёх препаратов. Без этого микроскопическая часть работы не будет оцениваться!**
6. Найдите в препарате место, где лучше всего видны отдельные клетки. Переведите микроскоп на минимальное увеличение. Замените окуляр на цифровую окуляр-камеру. Выведите изображение на монитор. Сохраните изображение (кнопка «Кадр» в меню) в раздел «Физиология растений» в директорию вашего потока (начальные цифры шифра, например, «Поток 11-IV»), в папке, соответствующей номеру рабочего места (последняя цифра шифра, например, 5). Сохраняйте файлы под именем вашего шифра в порядке увеличения возраста объекта.

Например:

11-IV-05-A.jpg – для трехдневных проростков;

11-IV-05-B.jpg – для 20-дневных проростков;

11-IV-05-C.jpg – для препарата околоплодника.

**В конце работы в папке должно быть сохранено ровно три графических файла!**

Оценка качества препарата будет проводиться по сохраненным вами файлам.

**Оценка качества приготовленных срезов: (1) – 3 балла; (2) – 2 балла; (3) – 2 балла.**

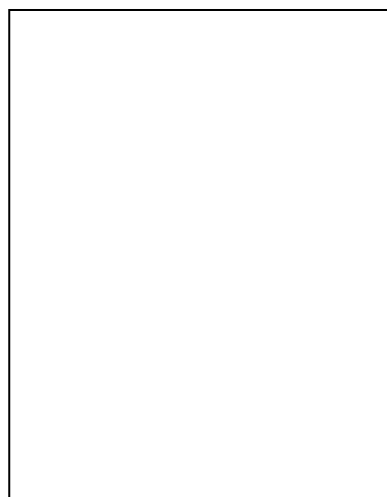
7. Из каждого препарата на листе ответов зарисуйте по 2–3 клетки паренхимы, обозначив на рисунке присутствующие в них органеллы. Соедините указателями названия органелл с деталями рисунка

Паренхиматические клетки  
семядолей трёхдневного проростка



- Вакуоль
- Глиоксисома
- Клеточная стенка
- Лейкопласт
- Митохондрия
- Олеосома
- Пероксисома
- Протеасома
- Рибосома
- Хлоропласт
- Хромопласт
- Центриоль

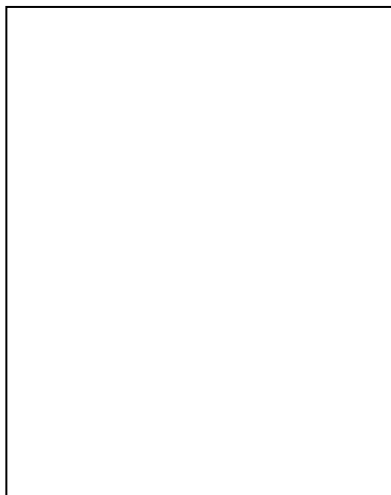
Паренхиматические клетки  
семядолей 20-дневного проростка



- Вакуоль
- Глиоксисома
- Клеточная стенка
- Лейкопласт
- Митохондрия
- Олеосома
- Пероксисома
- Протеасома
- Рибосома
- Хлоропласт
- Хромопласт
- Центриоль

**Макс. 5 баллов:  
2 балла за качество  
и 3 балла – за подписи  
к рисунку**

Паренхиматические  
клетки околоплодника



- Вакуоль
- Глиоксисома
- Клеточная стен
- Лейкопласт
- Митохондрия
- Олеосома
- Пероксисома
- Протеасома
- Рибосома
- Хлоропласт
- Хромопласт
- Центриоль

**Макс. 5 баллов:  
2 балла за качество  
и 3 балла – за подписи  
к рисунку**

**Макс. 5 баллов:  
2 балла за качество  
и 3 балла – за подписи  
к рисунку**

8. Переверните чашку Петри донцем вверх, установите ее на крышку. На ней должно уместиться три образца. Плоской стороной столового ножа разотрите и раздавите остаток

семядолей трёхдневного проростка так, чтобы на донце чашки Петри получилась гомогенная масса. Тщательно протрите лезвие бумажной салфеткой. Аналогично размельчите остаток семядолей 20-дневного проростка и околоплодника. К каждой пробе добавьте по 5 капель 3% раствора перекиси водорода. При помощи лупы наблюдайте выделение газа. В каком из препаратов наблюдается самая высокая скорость выделения газа? (отметьте в листе ответов).

●Семядоли трёхдневных проростков ●Семядоли 20-дневных проростков ●Паренхима околоплодника

Самая низкая скорость выделения газа? (отметьте в листе ответов).

●Семядоли трёхдневных проростков ●Семядоли 20-дневных проростков

●Паренхима околоплодника

(Макс. 1 балл)

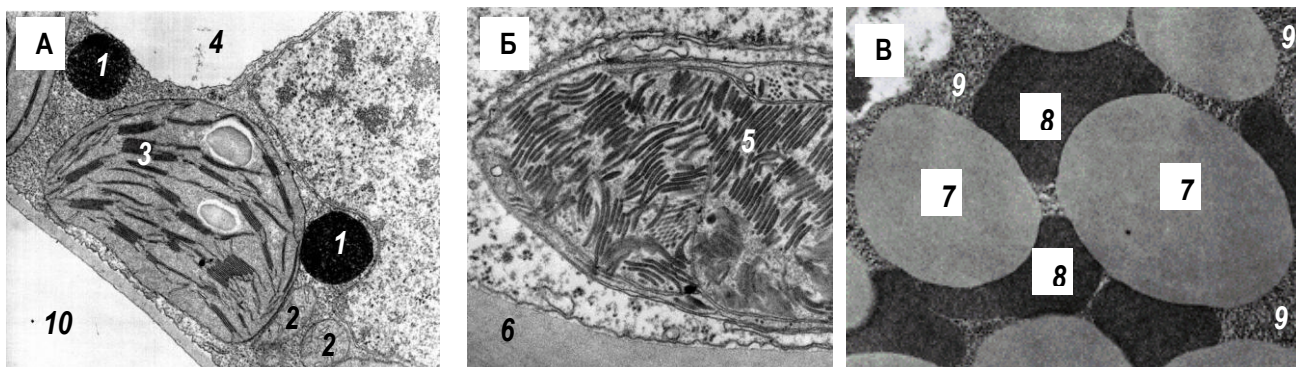
9. В листе ответов напишите уравнение реакции и название фермента, который её катализирует:

Уравнение реакции: (Макс. 1 балл)

Название фермента: \_\_\_\_\_ (Макс. 1 балл).

В растительной клетке фермент локализован в основном в \_\_\_\_\_ (Макс. 1 балл)

**Ответьте на вопросы (см. лист ответов).**



10. На фотографиях, полученных на просвечивающем электронном микроскопе, представлена ультраструктура растительных клеток. В каком из препаратов, приготовленных вами, может наблюдаться такая ультраструктура? Ответ дайте в виде буквенного шифра.

Препарат	Семядоли трёхдневных проростков	Семядоли 20-дневных проростков	Паренхима околоплодника
Ультра-структура			

(Макс. 3 балла)

11. Что обозначено цифрами на рисунках? Ответ выберите из предложенного списка:

a) Вакуоль

b) Глиоксисома

c) Клеточная стенка

d) Лейкопласт

e) Межклетник

f) Митохондрия

g) Олеосома

h) Пероксисома

i) Протеасома

k) Хлоропласт

l) Хромопласт

m) Центриоль

Цифровое обозначение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Структура										

(Макс. 5 баллов)

12. Для осуществления каких биохимических процессов необходим контакт органелл:

А. 1, 2 и 3? \_\_\_\_\_

Б. 7, 8 и 9? \_\_\_\_\_

(Макс. 2 балла)

13. Ниже дан перечень ферментов. Какие из них, по вашему мнению, должны быть *наиболее* активными в препаратах из тканей тыквы (по сравнению с остальными препаратами)? Ответ дайте в таблице в виде знака косого креста. В каждом столбце должен быть только один ответ, иначе он не будет засчитан!

Фермент	Рибулозо- бисфосфат- карбоксилаза	Липаза	Пектиназа	Каталаза	Целлюлозо- синтаза	ДНК- полимераза
Семядоли трёхдневных проростков						
Семядоли 20-дневных проростков						
Паренхима околоплодника						

(Макс. 3 балла)

**ЗАДАНИЯ**  
**практического тура заключительного этапа**  
**XXXV Всероссийской олимпиады школьников по биологии.**  
**2018-19 уч. год. 11 класс. Кабинет Физиологии растений.**  
**г. Ставрополь**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНЕЛЛ КЛЕТКИ**

**Лист ответов**

1. Судан III переходит преимущественно:

- а) в полярную фракцию  
 б) в неполярную фракцию.

Судан III обладает:

- а) гидрофобными свойствами  
 б) гидрофильными свойствами.

Отметьте знаком косого креста.

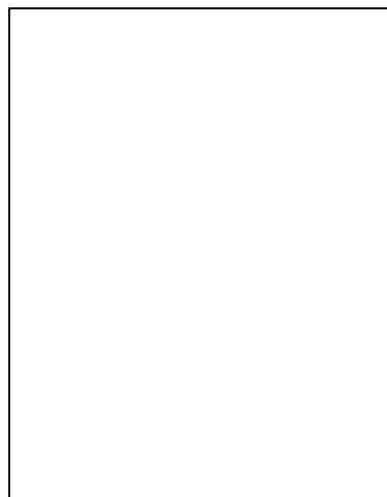
2. Из каждого препарата зарисуйте по 2–3 клетки паренхимы, обозначив на рисунке присутствующие в них органеллы. Соедините указателями названия органелл с деталями рисунка.

**Паренхиматические клетки  
семядолей трёхдневного проростка**



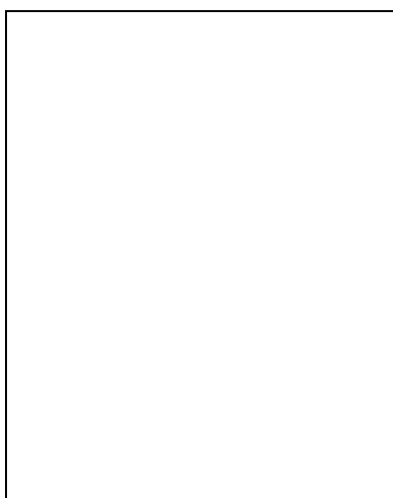
- Вакуоль
- Глиоксисома
- Клеточная стенка
- Лейкопласт
- Митохондрия
- Олеосома
- Пероксисома
- Протеасома
- Рибосома
- Хлоропласт
- Хромопласт
- Центриоль

**Паренхиматические клетки  
семядолей 20-дневного проростка**



- Вакуоль
- Глиоксисома
- Клеточная стенка
- Лейкопласт
- Митохондрия
- Олеосома
- Пероксисома
- Протеасома
- Рибосома
- Хлоропласт
- Хромопласт
- Центриоль

**Паренхиматические  
клетки околоплодника**



- Вакуоль
- Глиоксисома
- Клеточная стенка
- Лейкопласт
- Митохондрия
- Олеосома
- Пероксисома
- Протеасома
- Рибосома
- Хлоропласт
- Хромопласт
- Центриоль

3. Уравнение реакции:

Название фермента: \_\_\_\_\_.

В растительной клетке фермент локализован в основном в \_\_\_\_\_

В каком из препаратов наблюдается самая высокая скорость выделения газа?

- Семядоли трёхдневных проростков  
 ● Семядоли 20-дневных проростков  
 ● Паренхима околоплодника

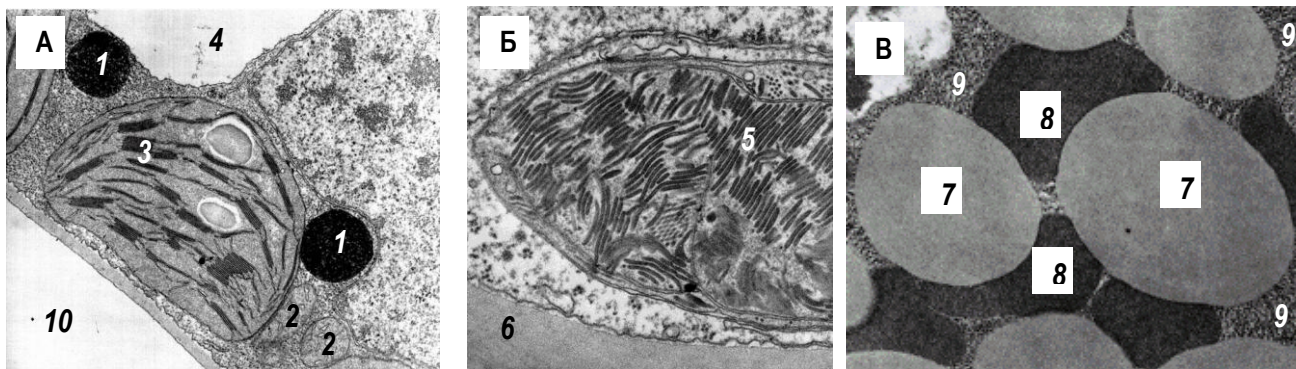
Самая низкая скорость выделения газа?  
(обведите)

- Семядоли трёхдневных проростков  
 ● Семядоли 20-дневных проростков  
 ● Паренхима околоплодника

Отметьте знаком косого креста.

Техника работы: \_\_\_\_\_ баллов

**Ответьте на вопросы (см. следующую страницу).**



4. На фотографиях, полученных на просвечивающем электронном микроскопе, представлена ультраструктура растительных клеток. В каком из препаратов, приготовленных вами, может наблюдаться такая ультраструктура? Ответ дайте в виде шифра.

Препарат	Семядоли трёхдневных проростков	Семядоли 20-дневных проростков	Паренхима околоплодника
Ультра-структура			

\_\_\_\_\_ баллов

5. Что обозначено цифрами на рисунках? Ответ выберите из предложенного списка:

- |                     |                |               |
|---------------------|----------------|---------------|
| a) Вакуоль          | e) Межклетник  | i) Протеасома |
| b) Глиоксисома      | f) Митохондрия | k) Хлоропласт |
| c) Клеточная стенка | g) Олеосома    | l) Хромопласт |
| d) Лейкопласт       | h) Пероксисома | m) Центриоль  |

Цифровое обозначение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Структура										

\_\_\_\_\_ баллов

6. Для осуществления каких биохимических процессов необходим контакт органелл:

А. 1, 2 и 3? \_\_\_\_\_

Б. 7, 8 и 9? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ баллов

7. Ниже дан перечень ферментов. Какие из них, по вашему мнению, должны быть **наиболее** активными в препаратах из тканей тыквы (по сравнению с остальными препаратами)? Ответ дайте в таблице в виде знака косого креста. В каждом столбце должен быть только один ответ!

Фермент	Рибулозо-бисфосфат-карбоксилаза	Липаза	Пектиназа	Каталаза	Целлюлозо-синтаза	ДНК-полимераза
Семядоли трёхдневных проростков						
Семядоли 20-дневных проростков						
Паренхима околоплодника						

\_\_\_\_\_ баллов

## Нейробиология

### ЗАДАНИЯ

Истина настолько очевидна, что за неё даже обидно...  
Виктор Пелевин «Затворник и Шестипалый»

#### Задание 1. Анатомическое строение мозга позвоночных животных. (27 баллов)

Курица (*Gallus gallus*) - самая распространенная птица на планете. Даже по самым скромным подсчетам, мировая популяция кур превосходит человеческую как минимум в три раза. А куриное мясо представляет собой доступный и очень вкусный пищевой продукт. Но кроме этого курица - важный модельный объект в биологических исследованиях. В этом задании мы предлагаем Вам исследовать детали строения и функционирования нервной системы курицы. Птицы независимо от млекопитающих развили сложно устроенный головной мозг. Большая часть структур головного мозга птиц имеет гомологи в мозге млекопитающих, хотя некоторые аспекты строения отличаются.

1.1. В препаровальной ванночке лежит мозг курицы. Поместите его **дорсальной** стороной кверху. Будьте аккуратны - орган достаточно хрупкий! Используя лупу и стереомикроскоп, изучите структуры, расположенные на дорсальной стороне органа. Зарисуйте мозг в **Листе Ответов**, отметив видимые отделы и прочие структуры, используя коды в конце задания. После этого поместите мозг **вентральной** стороной кверху и проведите аналогичные процедуры.  
(12 баллов)

1.2. Воспользовавшись скальпелем, проведите **сагиттальный** (продольный) разрез мозга. Нанесите на срез каплю метиленового синего. Подождите 5-6 минут для лучшего контрастирования объекта. После этого удалите избыток красителя сухой салфеткой. Изучите открывшиеся структуры, воспользовавшись лупой и стереомикроскопом. Зарисуйте полученный препарат в **Листе Ответов** и отметьте структуры, видимые на сагиттальном срезе мозга.  
(6 баллов)

1.3. Современные птицы являются прогрессивной группой ящеротазовых динозавров, освоивших машущий полет. Откройте документ «Тираннозавр» на рабочем столе. Перед Вами интерактивная модель мозговой полости черепа тираннозавра (*Tyrannosaurus rex*). Форма мозговой полости очевидно отражает строение мозга. Проведите сравнительную характеристику мозга курицы и мозга тираннозавра:

Какими номерами отмечены следующие структуры мозга тираннозавра? (5 баллов)

Структура	Зрительный нерв	Подъязычный нерв	Полушарие переднего мозга	Обонятельная луковица	Полукружные каналы
-----------	-----------------	------------------	---------------------------	-----------------------	--------------------

Вопрос 2.1. Какие отделы головного мозга курицы более выражены по сравнению с головным мозгом тираннозавра? С чем это может быть связано? (2 балла)

Вопрос 2.2. Какие отделы головного мозга тираннозавра более развиты по сравнению с головным мозгом курицы? С чем это связано? (2 балла)

## 2. Пространственное обучение птиц.

(13 баллов)

Изучение пространственной ориентации животных - важная тема современных нейробиологических исследований. За раскрытие механизмов формирования когнитивных карт в 2014 году была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине. Различные экспериментальные методы и по сей день используются для исследований в этой области. Одна из распространенных экспериментальных установок – радиальный лабиринт. Наиболее типичный дизайн лабиринта – восьмилучевой.



Радиальный лабиринт позволяет оценивать формирование пространственной памяти животных, а также соотношение категорий пространственной памяти: рабочей (кратковременной) и референтной (долговременной) памяти у лабораторных животных. Животное помещается в центральный отсек лабиринта, а в радиальные рукава помещаются пищевые приманки.

Существует две основных парадигмы проведения экспериментов в радиальном лабиринте:

1. Приманка помещается в каждый из рукавов лабиринта. Животное должно обойти все рукава по очереди, собрав приманки. Если животное посещает один и тот же рукав **дважды**, то это считается ошибочным посещением.
2. Приманка помещается только в отдельные рукава. После тренировки животное должно запомнить, в какие рукава вкладывается пищевая приманка. После периода обучения животное возвращают в лабиринт, где оно должно обойти рукава с приманками, не посещая рукава без приманок. Посещение рукава без приманки считается ошибочным посещением.

**Ответьте на вопросы в Листе Ответов:**

**Вопрос 2.1.** Какая (какие) из этих парадигм могут использоваться для проверки кратковременной памяти у животных? Почему?

**Вопрос 2.2.** Какая (какие) из этих парадигм могут использоваться для проверки долговременной памяти у животных? Почему?

**Предположим, что мы используем первую парадигму с восьмилучевым лабиринтом.**

**Вопрос 2.3.** Какое минимальное число успешных заходов может совершить животное после восьми попыток посещения рукавов? **1 балл**

**Вопрос 2.4.** Какое максимальное число успешных заходов может совершить животное после восьми попыток посещения рукавов? **1 балл**

Крысам и курицам предлагали проходить восьмилучевой лабиринт в соответствии с первой парадигмой. Полученные результаты представлены в таблице ниже.

	среднее число успешных попыток	
	животное помещается в лабиринт впервые	после того как животное в течение недели тренировали в лабиринте
крыса	6.8	7.6
курица	4.6	7.4

Отметьте верные утверждения в **Листе Ответов:**

**(4 балла)**

утверждение
1. Объем долговременной памяти у курицы выше.
2. Исследовательское поведение у крыс более развито, чем у кур
3. Млекопитающие будут успешнее проходить радиальный лабиринт, чем птицы
4. Обучаемость пространственной ориентации у курицы хуже, чем у крысы

**Вопрос 2.5.** В чем состоят недостатки использования радиального лабиринта для сравнения способностей к обучению у кур и крыс.

**(2 балла)**

**Вопрос 2.6.** Какие структуры мозга задействованы в хранении информации? Предложите дизайн эксперимента для проверки Вашей гипотезы?

**(3 балла)**

### Код структур

- 01 - обонятельная луковица
- 02 - обонятельный нерв
- 03 - большие полушария переднего мозга
- 04 - поясная извилина
- 05 - промежуточный мозг
- 06 - эпифиз
- 07 - средний мозг
- 08 - четверохолмие
- 09 - мозжечок
- 10 - продолговатый мозг
- 11 - зрительная хиазма
- 12 - гиппокамп
- 13 - мозолистое тело
- 14 - Варолиев мост
- 15 – первый/второй желудочек
- 16 – третий желудочек
- 17 – четвертый желудочек
- 18 – таламус
- 19 – гипоталамус
- 20 – полосатое тело





**Матрица ответов**  
**Практический тур заключительного этапа XXXV Всероссийской**  
**олимпиады школьников по биологии. 2019 год. 11 класс.**  
**НЕЙРОБИОЛОГИЯ**  
**ЛИСТ ОТВЕТОВ**

**Задание 1. Анатомическое строение мозга позвоночных животных.**

**(27 баллов)**

<u><b>мозг курицы с дорсальной стороны</b></u>	<u><b>мозг курицы с вентральной стороны</b></u>

<u><b>сагиттальный срез мозга курицы</b></u>

Структура	Зрительный нерв	Подъязычный нерв	Полушарие переднего мозга	Обонятельная луковица	Полукружные каналы
Номер					

Вопрос 1.1.

Вопрос 1.2.

**Задание 2. Пространственное обучение птиц.**

**(13 баллов)**

Вопрос 2.1: \_\_\_\_\_

Вопрос 2.2: \_\_\_\_\_

Вопрос 2.3: \_\_\_\_\_

Вопрос 2.4: \_\_\_\_\_

Утверждение	1	2	3	4
Верное				
Неверное				
Нельзя заключить из результатов эксперимента				

Вопрос 2.5:

Вопрос 2.6: