



**ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ  
САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**



Общеобразовательный предмет: **биология**  
2022-2023 учебный год  
**9 класс**  
**Вариант 1**

**Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы.** Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

**1. Для каких из перечисленных растений характерен плод ягода?**

- a. Малина
- b. Картофель
- c. Можжевельник
- d. Земляника
- e. Баклажан

**2. В естественных условиях сумчатые млекопитающие обитают на территории:**

- a. Острова Тасмания
- b. Полуострова Индостан
- c. Острова Мадагаскар
- d. Северной Америки
- e. Южной Америки

**3. Один из ферментов пищеварительного тракта человека расщепляет полисахаридные цепи до олиго- и дисахаридов, а показатель рН, оптимальный для его каталитической активности, составляет от 6,7 до 7,0. Какая(-ие) железа(-ы) обеспечивает(-ют) секрецию этого фермента в просвет пищеварительного тракта?**

- a. Подчелюстная слюнная железа
- b. Трубоччатые железы желудка
- c. Печень
- d. Либеркюновы железы (крипты) толстого кишечника
- e. Поджелудочная железа

**4. Какие из перечисленных веществ могут входить в состав клеточной стенки растений?**

- a. Желатин
- b. Лигнин
- c. Пектин
- d. Каротин
- e. Хитин

**5. Какие молекулы транспортируются из ядра в цитоплазму?**

- a. Коллаген
- b. мРНК ДНК-полимеразы
- c. ДНК-полимераза
- d. Кератин

е. мРНК кератина

**6. Какие события в истории нашей планеты были связаны с появлением в атмосфере озонового слоя?**

- а. Вымирание трилобитов
- б. Возникновение эукариотической клетки
- с. Освоение суши живыми организмами
- д. Возникновение многоклеточных организмов
- е. Возникновение аэробного дыхания

**Задание 7. Работа с изображениями объектов. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Рассмотрите рисунок, на котором представлены различные животные (соотношение размеров не соблюдено). Определите, к каким отрядам они относятся, и запишите русские названия этих отрядов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



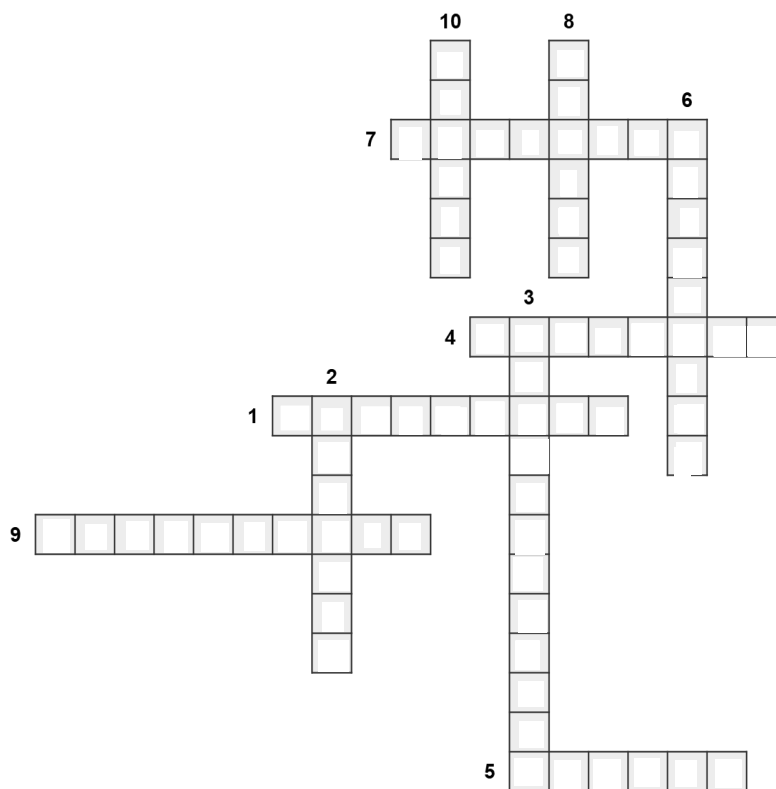
№	Название отряда
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

**Задание 8. Биологический кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов**

**Решите кроссворд «Биология клетки».** Изучите таблицу. В левой колонке зашифрованы биологические термины, а в правой – соответствующие им номера. Расшифруйте термины и впишите их в кроссворд под нужными номерами.

*Для заполнения клеток кроссворда используйте алфавит, расположенный под кроссвордом. Переместите буквы по одной в нужные клетки при помощи мыши. Каждую букву алфавита можно использовать неограниченное количество раз. Буквы можно свободно перемещать в пределах поля кроссворда. Чтобы убрать из кроссворда ненужную букву, переместите её за пределы поля кроссворда.*

Термин	Номер
Азотистое основание, входящее в состав молекулы АТФ.	Число атомов углерода в молекуле рибозы.
Фотосинтетический пигмент растений.	Число ядер в клетке эвглены зеленой на стадии интерфазы.
Процесс образования углеводов из неорганических соединений при помощи энергии света.	Количество пар (дублетов) микротрубочек в аксонеме жгутика эукариотической клетки.
Металл, атомы которого содержатся в молекулах гемоглобина.	Число пуриновых нуклеотидов в последовательности матричной РНК: ААУ УГУ ГГЦ АГА ГЦГ.
Мономер (элементарная структурная единица) молекулы ДНК.	Число атомов углерода в молекуле фруктозы.
Дисахарид, состоящий из остатков глюкозы и фруктозы.	Количество дочерних клеток, образующихся в результате мейотического деления одной материнской клетки.
Запасной полисахарид, характерный для клеток животных.	Число хромосом в яйцеклетке гороха, если известно, что вегетативная клетка гороха содержит 14 хромосом.
Мономер (элементарная структурная единица) молекулы белка.	Число остатков фосфорной кислоты в составе молекулы АТФ.
Дисахарид, являющийся основным углеводным компонентом молока.	Число молекул пировиноградной кислоты, образующихся при расщеплении одной молекулы глюкозы в ходе гликолиза.
Белок, образующий толстые нити миофибрилл.	Число клеток в эмбрионе после завершения третьего деления на стадии дробления зиготы.



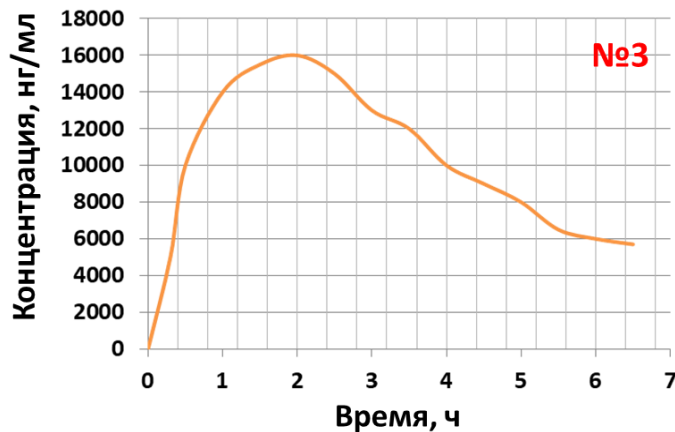
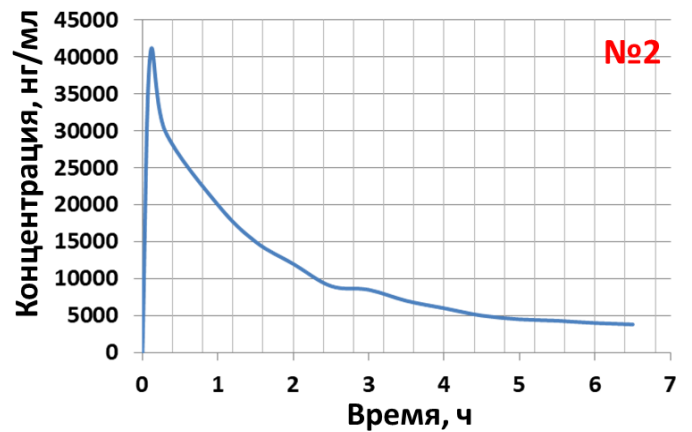
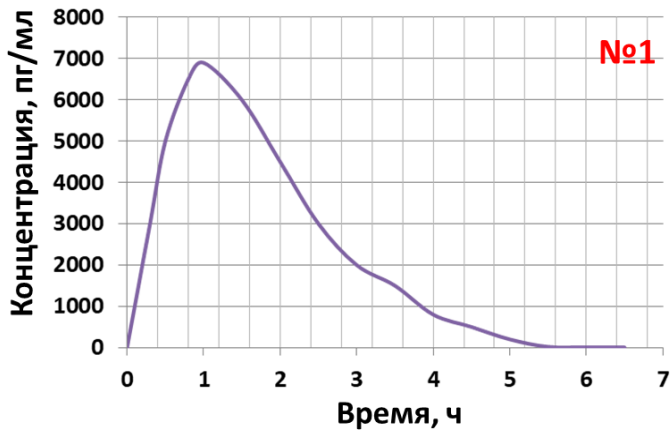
а	б	в	г	д	е	ё	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р
	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	

**Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Известно, что одна из двух субъединиц белка X кодируется геном A. После транскрипции этого гена и вырезания некодирующих участков последовательность мРНК, включая старт- и стоп-кодона, составляет 1002 нуклеотида, причём известно, что старт-кодону соответствует аминокислота метионин, а стоп-кодон служит “знаком препинания”. После трансляции от полипептидной цепи отрезается концевой фрагмент из 93 аминокислот, и между группами –SH двух остатков цистеина образуется ковалентная – дисульфидная – связь (–S–S–). Вторая субъединица белка X, которая кодируется геном B, после трансляции имеет такую же длину полипептидной цепи и подвергается сходным посттрансляционным модификациям. В составе белка X обе субъединицы соединены между собой нековалентными – водородными – связями. Определите молекулярную массу белка X в дальтонах (Да), если 1 Да равен 1 атомной единице массы, а средняя молекулярная масса одного немодифицированного аминокислотного остатка в составе полипептидной цепи составляет 100 Да. Ход решения поясните.

**Задание 10. Работа с графиком. Проанализируйте предложенную информацию и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Фармакокинетика – это раздел фармакологии, который изучает процессы, происходящие с лекарственными препаратами после их поступления в организм, в том числе распределение в тканях, метаболизм и выведение конечных продуктов обмена. Для изучения фармакокинетических особенностей лекарственных препаратов исследователи собрали три группы испытуемых. Каждый испытуемый из первой группы принял препарат А перорально (внутри, путём проглатывания). Каждый испытуемый из второй группы получил подкожную инъекцию препарата Б, а каждый испытуемый из третьей группы – внутривенную инъекцию препарата В. Затем в течение нескольких часов у каждого испытуемого брали пробы крови из локтевой вены и определяли концентрацию введённого препарата в плазме. После усреднения полученных значений для каждого препарата была построена фармакокинетическая кривая – график зависимости концентрации вещества в крови от времени (рисунок 1).



**Рисунок 1. Фармакокинетические кривые различных лекарственных препаратов.** По оси абсцисс – время, ч (часы), по оси ординат – концентрация препарата в плазме крови: №1 – пг/мл (пикограмм на миллилитр), №2 и 3 – нг/мл (нанogramм на миллилитр).

#### Задания:

1. Рассмотрите фармакокинетические кривые, представленные на рисунке 1, и определите, какому из препаратов (А, Б или В) соответствует каждая из них. Поясните свой ответ.
2. Период полувыведения ( $T_{1/2}$ ) – это промежуток времени, за который концентрация лекарственного вещества в плазме крови снижается в два раза с момента достижения максимальной концентрации. Определите период полувыведения для препарата А, используя соответствующую фармакокинетическую кривую.
3. Препарат Б представляет собой аналог человеческого инсулина. На чём основано его лечебное действие?

**Задание 11. Работа с информацией.** Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий. Максимальная оценка – 10 баллов.

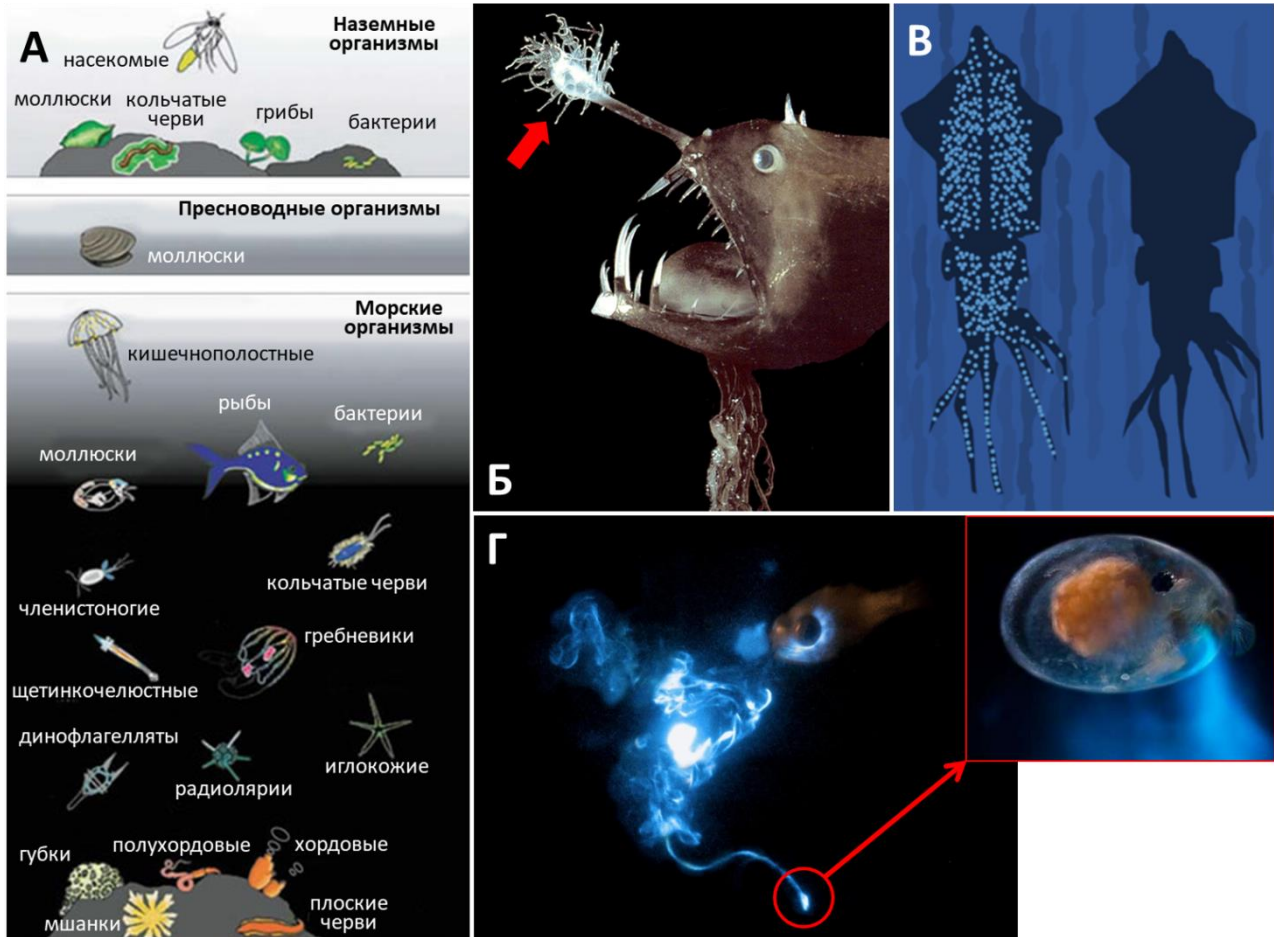
**Фрагмент 1. Люминесценция** – это нетепловое (“холодное”) свечение вещества, происходящее после поглощения им энергии возбуждения. От теплового свечения, возникающего при горении, люминесценция отличается тем, что её излучение не связано с нагреванием. Природа энергии возбуждения может быть различной: при **хемилюминесценции** свечение возникает при протекании химических реакций, а при **фотолюминесценции** (в частности, **флуоресценции**) – в результате поглощения энергии света.

Способностью люминесцировать обладают многие живые организмы (рис. 1А). В большинстве случаев в основе биолюминесценции лежит ферментативная реакция, в ходе которой особое вещество – **люциферин** – окисляется кислородом до оксильюциферина с участием фермента **люциферазы**. При этом образуются промежуточные продукты, находящиеся в возбуждённом (высокоэнергетическом) состоянии. «Сбрасывая» лишнюю энергию, они излучают кванты света. Наличие кислорода обязательно для такой реакции, но у некоторых организмов для её протекания требуются также АТФ, ионы кальция или магния. На данный момент у разных организмов описано всего 8 разных вариантов люциферинов, то есть эти молекулы, по-видимому, мало менялись в ходе эволюции. А вот люциферазы гораздо более разнообразны. Данные об их структуре позволили предположить, что биолюминесценция у разных видов возникала независимо не менее 40 раз.

Люциферин-люциферазные реакции могут применяться живыми организмами в различных целях. Например, у глубоководных рыб из отряда Lophiiformes (Удильщикообразные, рис. 1Б) первый луч спинного плавника преобразован в ловчую «удочку» (иллиций), на конце которой находится кожистый мешочек (эска). Свечение находящихся внутри эски бактерий-симбионтов используется рыбой как приманка для добычи, а также помогает привлечь полового партнёра. У кальмара-светлячка фотофоры – светящиеся органы, вырабатывающие люциферин и люциферазу, – находятся на брюшной стороне тела и обеспечивают животному «камуфляж со встречным освещением»: свечение делает кальмара невидимым на фоне света, проникающего сквозь толщу воды (рис. 1В). А рачки из семейства Cypridinidae (класс Остракоды) для защиты от хищников выделяют светящийся секрет (рис. 1Г). Люциферин и люцифераза производятся в клетках железистого органа на верхней губе рачка. При опасности они высвобождаются в окружающую среду, взаимодействуют с кислородом, и образуется светящееся облако, отпугивающее врага.

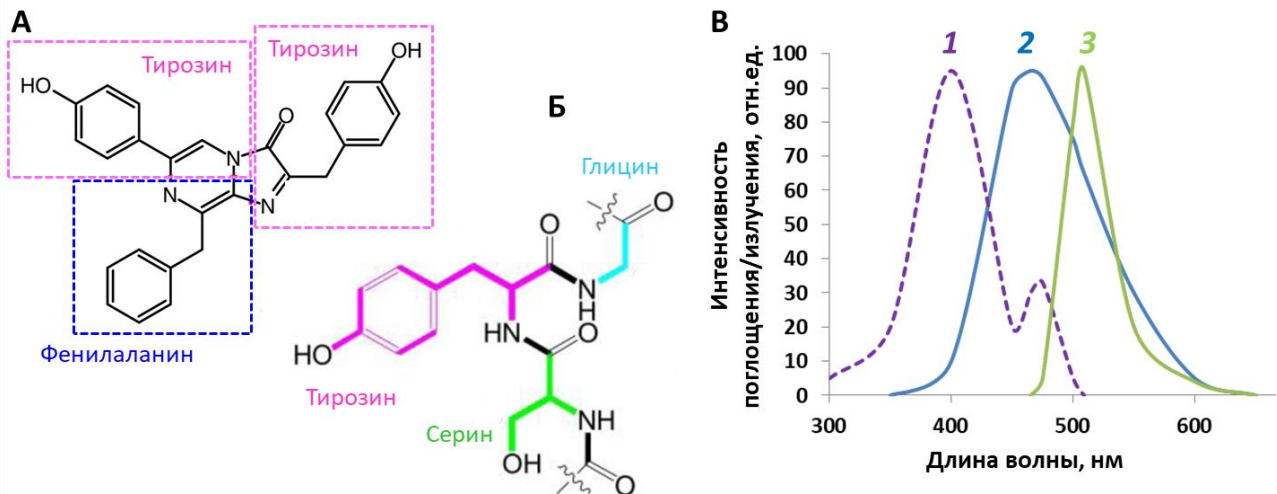
(Подготовлено с использованием материалов сайта [elementy.ru](http://elementy.ru).)

**Фрагмент 2.** Изучение светящейся тихоокеанской медузы *Aequorea victoria* показало, что за её биолюминесценцию отвечают два белка: **экворин** и **зелёный флуоресцентный белок (green fluorescent protein, GFP)**.



**Рисунок 1. (А) Разнообразие люминесцирующих организмов. (Б) Светящаяся эска удильщика. (В) Активный камуфляж кальмара-светлячка. (Г) Люминесценция рачка из семейства Cypridinidae: попав в рот к рыбе, он выделяет светящееся облако, и обескураженному хищнику приходится расстаться со своей добычей.**

Экворин – это хемилюминесцентный белок, который для свечения использует люциферин целентеразин (рис. 2А). Целентеразин участвует в люциферин-люциферазных реакциях у многих организмов, однако экворин люциферазой не является. Он окисляет целентеразин без участия кислорода в присутствии ионов кальция. В результате реакции возникает синее свечение (рис. 2В). А вот зелёное свечение GFP – это не хеми-, а фотолюминесценция, которая возбуждается светом синей, фиолетовой и ультрафиолетовой областей спектра (рис. 2Б, В). У *A. victoria* флуоресценция GFP возбуждается свечением экворина, которое при этом поглощается не полностью, и в итоге люминесценция медузы имеет зелёно-голубой цвет. GFP широко используется в биологических исследованиях в качестве генетической флуоресцентной метки. Для этого ген, кодирующий GFP, встраивают в наследственный материал клетки, «пришивая» его к изучаемому гену. Таким образом, при запуске транскрипции изучаемого гена автоматически запускается и транскрипция гена GFP. После трансляции полипептидная цепь GFP также оказывается «пришитой» к основному белковому продукту и в дальнейшем повторяет его судьбу. Молекула GFP довольно мала, биохимически инертна и не оказывает существенного влияния на работу белка. В то же время флуоресценция GFP позволяет увидеть изучаемый белок в клетке и оценить его количество и локализацию. GFP-содержащие клетки можно вводить в организм животного или растения, и по флуоресцентному сигналу наблюдать их размножение, миграцию и гибель. Более того, за счёт направленного мутагенеза на основе GFP исследователями получены флуоресцентные белки с другими флуорофорами, дающими свечение в самых разных областях спектра – от ультрафиолетовой до инфракрасной.



**Рисунок 2. (А) Целентеразин. (Б) Флуорофор GFP** - часть белковой цепи, отвечающая за флуоресценцию. Оба соединения состоят из трёх аминокислотных остатков. **(В) Спектральные характеристики GFP и экворина:** 1 – спектр поглощения GFP (основной максимум интенсивности – 395 нм, дополнительный – 475 нм), 2 – спектр люминесценции экворина (максимум – 465 нм), 3 – спектр флуоресценции GFP (максимум – 509 нм). Отн. ед. – относительные единицы.

**В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведенное поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).**

**1. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Выберите все правильные утверждения.**

- Способность люминесцировать не характерна для одноклеточных эукариот.
- Люциферин-люциферазная реакция может происходить с затратой энергии АТФ.
- Глубоководный удильщик люминесцирует за счёт люциферина и люциферазы, которые вырабатываются в его собственных клетках.
- Люцифераза – это фермент, катализирующий окисление молекулы люциферина.

**2. На основании информации, представленной во фрагменте 1 и на рисунке 1, укажите, для чего живые организмы могут использовать биолюминесценцию.**

- Маскировка.
- Охота.
- Внутривидовая коммуникация.
- Отпугивание хищников.

**3. Прочитайте фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2. Выберите все правильные утверждения.**

- Синий компонент люминесценции *Aequorea victoria* является результатом классической люциферин-люциферазной реакции.
- GFP способен люминесцировать только в присутствии экворина.
- Основной максимум спектра поглощения у GFP и максимум интенсивности люминесценции у экворина соответствуют одному и тому же значению длины волны света.
- В отличие от флуорофора GFP, целентеразин содержит больше остатков тирозина.

**4. Прочитайте фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2. Какие биологические процессы можно выявить в экспериментах с использованием GFP?**

- Изменение содержания белка в клетке.
- Транспорт белка между органеллами и цитоплазмой.
- Секреция белка во внеклеточную среду.
- Распространение опухолевых клеток в организме.



**5. На основании информации, приведённой в текстовых фрагментах и на рисунках, а также собственных знаний, выберите все правильные утверждения.**

- a) В ходе эволюции люциферины возникали независимо несколько десятков раз.  
 b) Разнообразие способных к биолюминесценции беспозвоночных существенно выше, чем люминесцирующих позвоночных.  
 c) Новые флуоресцентные белки можно получать путём замены аминокислот во флуорофоре GFP.  
 d) Обязательным условием для возбуждения биолюминесценции у всех живых организмов является присутствие кислорода.

**Задание 12. Задача по генетике. Решите задачу и запишите ответы в отведенные поля. Максимальная оценка – 5 баллов.**

У некоторого вида цветковых растений получена мутация в пластидном гене *H*, приводящая к увеличению размера плодов по сравнению с обычными и получившая обозначение *H1*. Какого размера (обычный/крупный) будут плоды у гибридов, полученных при скрещивании: А) ♀ норма × ♂ мутант; Б) ♀ мутант × ♂ норма? Для решения задачи заполните таблицу.

	Ответ:
Размер плодов у мутантного растения:	
Генотип гибрида, полученного при скрещивании А:	
Размер плодов у гибрида А:	
Генотип гибрида, полученного при скрещивании Б:	
Размер плодов у гибрида Б:	

**Задание 13. Соответствие данных. Установите однозначное соответствие между биологическими объектами, представленными в таблице, и их характеристиками. Максимальная оценка – 10 баллов.**

Рассмотрите таблицу, в которой представлены различные группы живых организмов, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями групп и их описаниями. Каждый ответ запишите в виде соответствующей буквы в специально отведённое поле рядом с каждым описанием (регистр не важен).

(А) Планктон	(Б) Фито-планктон	(Г) Цианобактерии		
		(Д) Микро-водоросли	(Е) Зеленые микроводоросли	(И) Хлорелла
	(Ж) Диатомовые водоросли		(К) Хламидомонада	
(В) Зоопланктон	(З) Фораминиферы			

**Характеристики:**

1. Гетеротрофные эукариотические организмы разного размера (от микрометров до метров), в течение всей жизни или на определенных этапах жизненного цикла обитающие в толще воды. Хотя эти организмы могут обладать локомоторными органами, они не способны двигаться против течения.

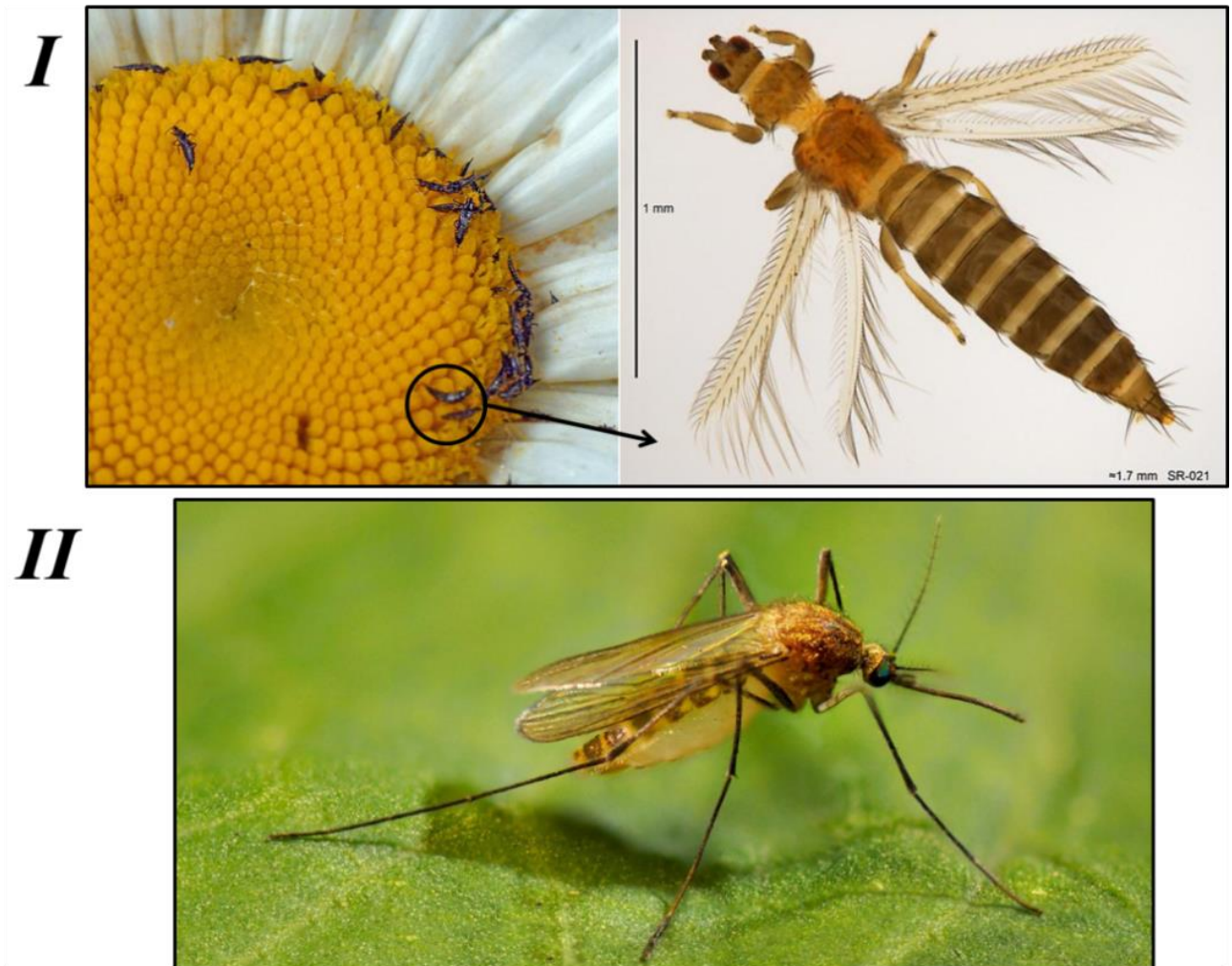
2. Одноклеточные, преимущественно морские организмы. Для клеток характерно наличие внутреннего скелета – раковины, имеющей разнообразную форму и состоящей, в основном, из карбоната кальция. Раковина пронизана большим количеством пор.

3. Одноклеточные эукариотические фотосинтезирующие организмы, преимущественно обитающие в водоемах.
4. Одноклеточный организм грушевидной или округлой формы, имеющий одиночный крупный хлоропласт и активно передвигающийся в воде с помощью двух жгутиков.
5. Морские или пресноводные одноклеточные организмы, клетки которых формируют наружный скелет (панцирь) в виде двух створок неодинакового размера. Створки панциря имеют сложный орнамент, индивидуальный для каждого вида данных организмов. Обязательным условием для роста и размножения этих организмов является наличие в окружающей воде растворимых форм кремния.
6. Микроскопические одноклеточные или нитчатые организмы, как правило, содержащие в клетках фотосинтетические пигменты красного и синего цвета. Многие представители этой группы организмов способны к фиксации молекулярного азота.
7. Автотрофные организмы, характеризующиеся большим разнообразием строения и формы хлоропластов. Хлоропласты не содержат фикобилинов и в большинстве случаев не накапливают большого количества каротиноидов. Таким образом, преобладающими пигментами этих организмов являются хлорофиллы, придающие клеткам специфическую окраску.
8. Одноклеточный фотосинтезирующий организм округлой формы. Отличается высокой скоростью роста и частотой делений, является одним из наиболее перспективных организмов, использующихся для производства биотоплива.
9. Микроскопические эу- и прокариотические фотосинтезирующие организмы, населяющие поверхностные слои воды морей и пресных водоемов и являющиеся продуцентами органического вещества в водных экосистемах.
10. Совокупность живых организмов, обитающих в толще воды и пассивно переносимых силой течения.

**Задание 14. Вопрос с развёрнутым ответом. Дайте развернутый ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 10 баллов.**

Известно, что вода играет важнейшую роль в поддержании нормальной работы организма человека. Как вода поступает в организм и выводится из него? Какие функции она выполняет? Какие регуляторные механизмы поддерживают оптимальное содержание воды в организме?

**Задание 15. Работа с изображениями объектов. Проанализируйте предложенные изображения и выполните задания, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 10 баллов.**



1. На рисунке изображены животные двух разных видов (I, II), относящиеся к одному классу. Укажите не менее двух признаков, которые характерны для всех представителей этого класса.

2. Перед вами таблица, которая представляет собой ключ для определения (определитель), позволяющий установить принадлежность организма к тому или иному отряду. Она включает в себя пронумерованные утверждения (тезы и антитезы). Начинать определение необходимо с тезы №1. Если она верно характеризует определяемый объект, то нужно перейти к тезе со следующим порядковым номером. Если теза №1 не подходит, следует обратиться к противоположному утверждению (антитезе), номер которого указан в скобках рядом с номером тезы, а затем переходить к тезе со следующим порядковым номером. Двигаться по ключу таким образом необходимо до тех пор, пока в конце тезы или антитезы не будет указано название отряда. Используя таблицу, установите, к какому(-им) отряду(-ам) относятся организмы I и II. Укажите для каждого организма название отряда, а также последовательность номеров тез и/или антитез, верно характеризующих определяемый объект.

№	Теза/антитеза
1(9)	Крылья (иногда укороченные) имеются.
2(3)	Брюшко заканчивается двух- или трёхчленистыми хвостовыми нитями, длина которых превышает длину тела. Усики короче головы. Задние крылья меньше передних или совсем отсутствуют. Ротовой аппарат редуцирован, не функционирует. <b>(Подёнки)</b>
3(2)	Брюшко без длинных членистых хвостовых нитей, иногда с короткими придатками, длина которых меньше длины тела.
4(5)	Имеется только передняя пара крыльев. На заднем сегменте груди располагается пара булавовидных жужжалец. Ротовые органы образуют хоботок. <b>(Двукрылые)</b>
5(4)	Две пары крыльев, иногда крылья передней пары превращены в жесткие, лишённые жилок надкрылья.
6(7)	Обе пары крыльев покрыты легко стирающимися чешуйками. Ротовой аппарат часто имеет вид спирально закрученного хоботка. <b>(Чешуекрылые)</b>
7(6)	Крылья без чешуек (голые или покрыты волосками), или передние крылья преобразованы в жёсткие надкрылья.
8	Передние и задние крылья с бахромой длинных волосков на заднем крае, узкие и длинные, иногда недоразвитые. Очень мелкие (0,5—2 мм) животные с удлинённым телом и короткими ногами. <b>(Трипсы)</b>
9(1)	Крылья отсутствуют.

3. Используя собственные знания и результаты изучения рисунка 1, ответьте на вопросы.

3.1. Чем питается организм I?

3.2. Чем питается организм II на разных стадиях его жизненного цикла?



**ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ  
САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**



Общеобразовательный предмет: **биология**  
2022-2023 учебный год  
**9 класс**  
**Вариант 4**

**Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы.** Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

**1. Какие утверждения верно характеризуют лишайники?**

- a. Могут быть паразитами высших растений
- b. Могут обогащать почву соединениями азота за счёт азотфиксации
- c. Являются продуцентами
- d. Участвуют в процессах разложения органических веществ
- e. Играют ключевую роль в некоторых процессах первичной сукцессии

**2. Какие из перечисленных организмов образуют настоящие колонии?**

- a. Обыкновенная жемчужница
- b. Португальский кораблик
- c. Морской ангел
- d. Обыкновенная гидра
- e. Красный коралл

**3. Один из ферментов, образующихся в организме человека, катализирует гидролиз муреина, а значения рН, оптимальные для его каталитической активности, варьируют от 6,0 до 7,0. Выработку этого фермента обеспечивают:**

- a. Острова Лангерганса
- b. Железы слизистой оболочки кишечника
- c. Эритроциты
- d. Слюнные железы
- e. Слёзные железы

**4. Какие из перечисленных веществ могут входить в состав натурального коровьего молока?**

- a. Лактоза
- b. Иммуноглобулины
- c. Витамины группы В
- d. Казеин
- e. Крахмал

**5. Какие из перечисленных ниже биологических объектов имеют жгутики?**

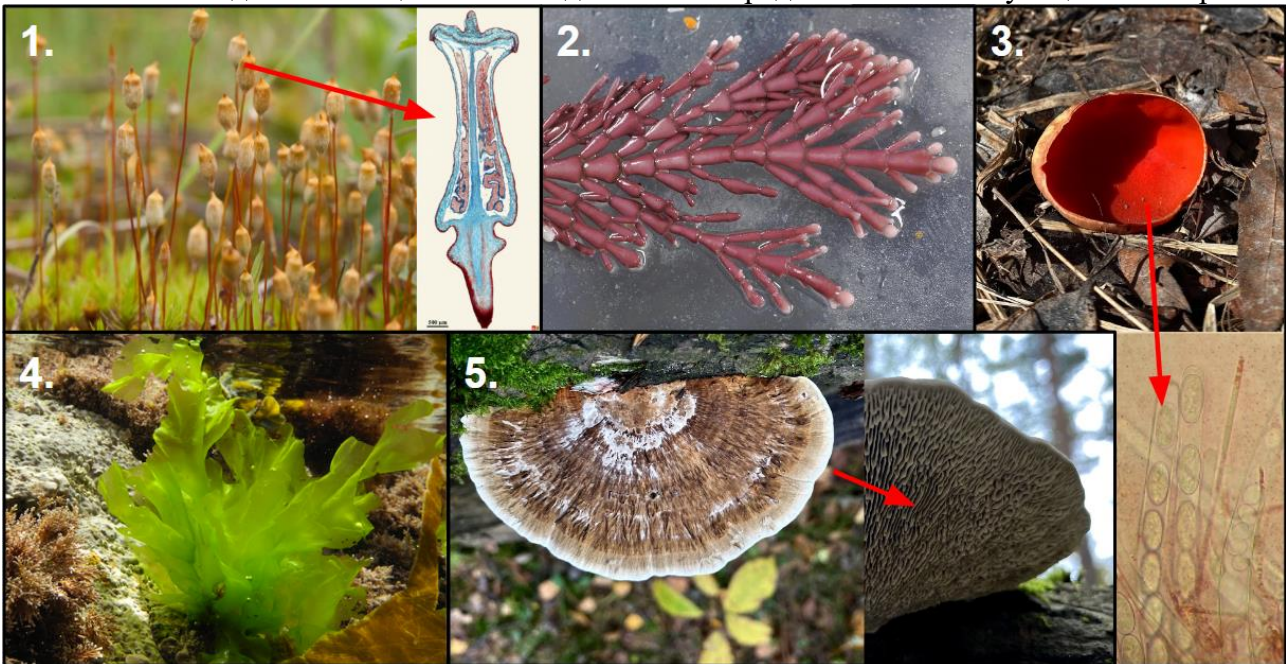
- a. Возбудитель холеры
- b. Мужские гаметы покрытосеменных растений
- c. Клетки колонии вольвокса
- d. Возбудитель сонной болезни
- e. Женские гаметы мхов

**6. Какие события могут произойти в результате увеличения содержания углекислого газа в атмосфере Земли?**

- Увеличение площади озоновых дыр
- Потепление климата
- Снижение интенсивности фотосинтеза растений
- Увеличение площади ледников
- Снижение pH воды Мирового океана

**Задание 7. Работа с изображениями объектов. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Рассмотрите рисунок, на котором представлены различные живые организмы (соотношение размеров не соблюдено). Определите, к каким отделам они относятся, и запишите русские названия этих отделов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



№	Название отдела
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

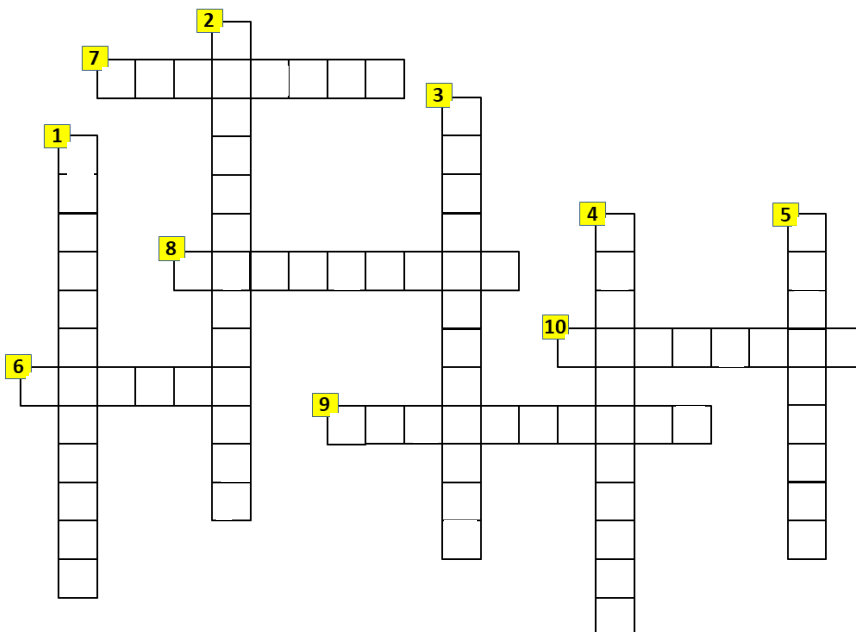
**Задание 8. Биологический кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов**

**Решите кроссворд «Биология человека».** Изучите таблицу. В левой колонке зашифрованы биологические термины, а в правой – соответствующие им номера. Расшифруйте термины и впишите их в кроссворд под нужными номерами.

*Для заполнения клеток кроссворда используйте алфавит, расположенный под кроссвордом. Переместите буквы по одной в нужные клетки при помощи мыши. Каждую букву алфавита можно использовать неограниченное количество раз. Буквы можно свободно перемещать в пределах поля кроссворда. Чтобы убрать из кроссворда ненужную букву, переместите её за пределы поля кроссворда.*

Термин	Номер
Это явление, описанное Ильёй Ильичом Мечниковым, лежит в основе неспецифического иммунитета.	Количество резцов, в норме характерное для человека.
Слизистая оболочка матки.	Суммарное число фаланг у III, IV и V пальцев руки.
Орган иммунной системы, который называют «кладбищем эритроцитов».	Количество костей, входящих в состав плюсны одной ноги.
Микроскопический кристалл карбоната кальция, смещение которого вызывает раздражение рецепторной клетки вестибулярного аппарата.	Общее число слуховых косточек в скелете человека.
Волнообразные сокращения гладкой мускулатуры кишечника.	Количество смешанных нервов, отходящих от одного сегмента спинного мозга.
Хрящ, который препятствует попаданию пищи в дыхательные пути во время глотания.	Максимальное число молекул кислорода, которое может связать одна субъединица гемоглобина.
Азотсодержащий продукт метаболизма аминокислот, образующийся в печени.	Нормальный показатель рН плазмы крови человека, если округлить его до целого значения.
Гормон гипоталамуса, который стимулирует обратное всасывание воды в почках.	Количество лёгочных вен, впадающих в левое предсердие.
Белок, являющийся основным компонентом межклеточного вещества соединительных тканей.	Количество пястных костей в скелете человека.
Нарушение зрения, при котором изображение объекта фокусируется не на сетчатке глаза, а перед ней.	Количество слоёв гладкой мускулатуры, входящих в состав стенки желудка.

Ответ:



а	б	в	г	д	е	ё	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р
	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	

**Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 5 баллов.**

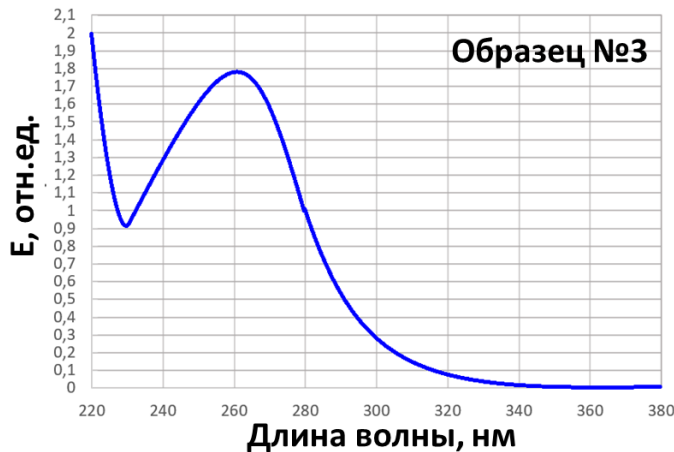
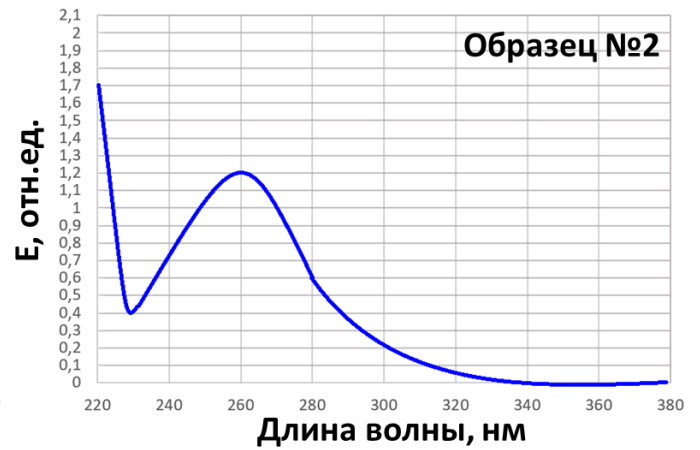
Удельную активность фермента обычно рассчитывают как отношение количества превращённого субстрата (мкмоль) к произведению массы фермента (мг) на время ферментативной реакции (мин). Для изучения активности каталазы учёные взяли жидкую культуру (суспензию) клеток массой 100 г и осадили клетки путём центрифугирования. Масса клеточного осадка составила 2% от исходной массы культуры. Затем из клеток выделили каталазу, масса которой после очистки оказалась равной 1/10000 от массы клеток. К раствору очищенной каталазы добавили субстрат – перекись водорода, в результате чего за 1 час выделилось 67,2 мл кислорода. Определите удельную активность каталазы, если объём 1 моль кислорода равен 22,4 л. Ход решения поясните.

**Задание 10. Работа с графиком. Проанализируйте предложенную информацию и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Для анализа чистоты препаратов ДНК часто используют спектрофотометрический метод, основанный на оценке поглощения образцом света разной длины волны. В первую очередь, при этом оценивают соотношение значений поглощения ( $E$ ) при длинах волн 260 нм и 280 нм ( $E_{260}/E_{280}$ ). Препарат считается чистым (содержащим минимальное количество примесей), если отношение  $E_{260}/E_{280}$  приблизительно равно 1.8. Дополнительным показателем чистоты препарата ДНК является отношение значений поглощения  $E_{260}/E_{230}$ . В случае чистого препарата это соотношение должно находиться в пределах диапазона 1.8 – 2.2.

Студенты Санкт-Петербургского государственного университета выделили ДНК из клеток кишечной палочки (*Escherichia coli*). Для этого они добавили к лизированным (разрушенным) бактериальным клеткам органический растворитель, в результате чего в полученном растворе сформировались две фазы: гидрофильная и гидрофобная. После выделения ДНК из гидрофильной фазы образцы проанализировали на спектрофотометре и для каждого из них получили спектр поглощения – зависимость показателя  $E$  от длины волны света, которым облучали образец. Результаты анализа представлены на рисунке 1.





**Рисунок 1. Спектры поглощения образцов ДНК.** По оси абсцисс – длина волны света, нм (нанометры); по оси ординат – значение поглощения  $E$ , отн.ед. (относительные единицы).

### Задания:

1. Проанализируйте спектры поглощения образцов ДНК №1 – 3 (рисунок 1) и расположите номера образцов в порядке снижения чистоты препарата (от самого «чистого» до самого «грязного»). Поясните свой ответ.
2. Почему при выделении ДНК переходит в гидрофильную фазу раствора, а не в гидрофобную?
3. Кишечная палочка – “палочка-выручалочка” для многих учёных, занимающихся молекулярной биологией. Какие свойства делают *E. coli* удобным модельным объектом для исследований?

**Задание 11. Работа с информацией.** Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий. Максимальная оценка – 10 баллов.

**Фрагмент 1. Рак (злокачественные опухоли, онкологические заболевания)** — это собирательный термин, который охватывает широкую группу заболеваний, поражающих любые органы и ткани. Раковые опухоли образованы клетками, имеющими ряд специфических свойств, в том числе:

**1. Способность бесконтрольно и почти безостановочно делиться в течение продолжительного времени** (теоретически – бесконечно). В отличие от раковых, нормальные клетки всегда совершают ограниченное число делений. Даже в тканях, которые интенсивно растут и обновляются, клетки прекращают делиться при физическом контакте с другими клетками. Это явление называется контактным ингибированием делений. Напротив, раковые клетки продолжают делиться, «не обращая внимания» на сигналы окружающих клеток, и даже способны проникать в другие ткани.

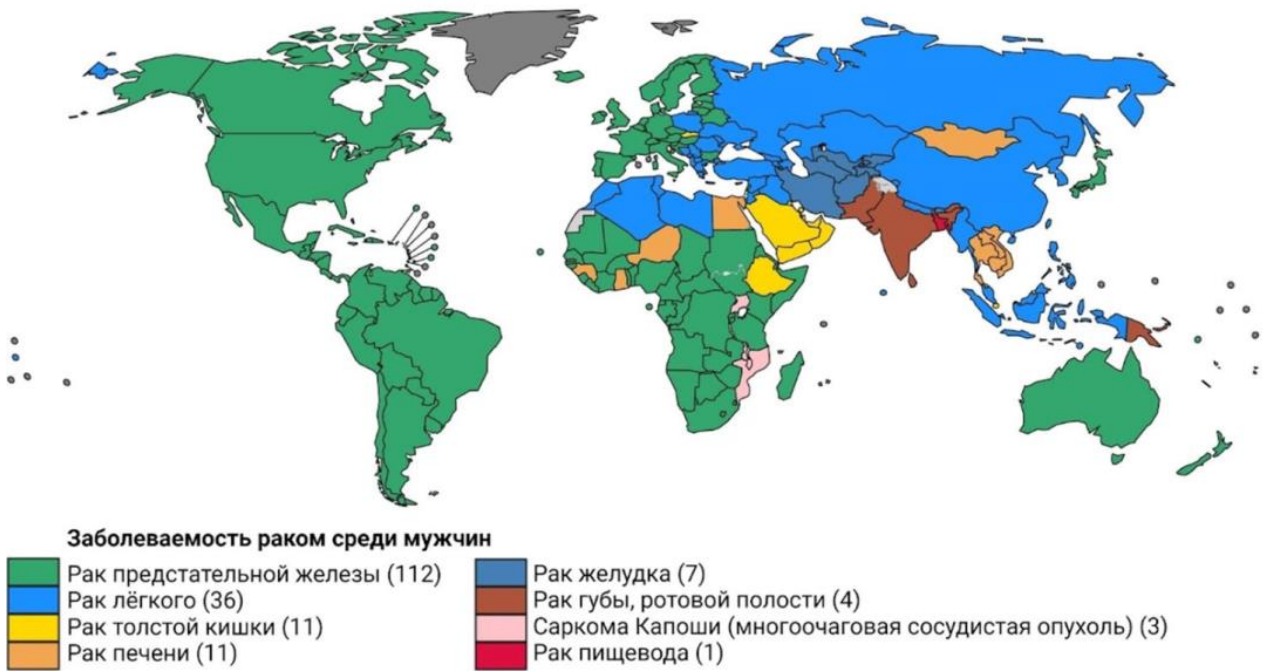
**2. Низкая степень зрелости.** В течение своей жизни нормальные клетки дифференцируются (созревают), то есть приобретают специфические черты строения и функции. В отличие от нормальных, раковые клетки частично или полностью утрачивают способность к созреванию, а иногда даже приобретают аномальные морфологические особенности.

**3. Сниженная чувствительность к внутренним или внешним сигналам, которые запускают апоптоз.** Апоптоз, или запрограммированная клеточная смерть, – это механизм, необходимый для нормального существования многоклеточного организма. Благодаря апоптозу происходит удаление старых или повреждённых клеток и, как следствие, обновление клеточного состава тканей. В опухолевых клетках апоптоз может не запускаться даже в ответ на очень серьёзные структурные повреждения и метаболические нарушения.

**4. «Ускользание» от системы противоопухолевого иммунитета.** Некоторые лимфоциты умеют распознавать и устранять раковые клетки, запуская в них процесс апоптоза. Однако клетки опухолей могут выделять молекулы, подавляющие активность иммунных клеток, и «убирать» со своей поверхности специфические молекулы, по которым их можно отличить от нормальных. Всё это приводит к снижению вероятности их обнаружения и последующего уничтожения.

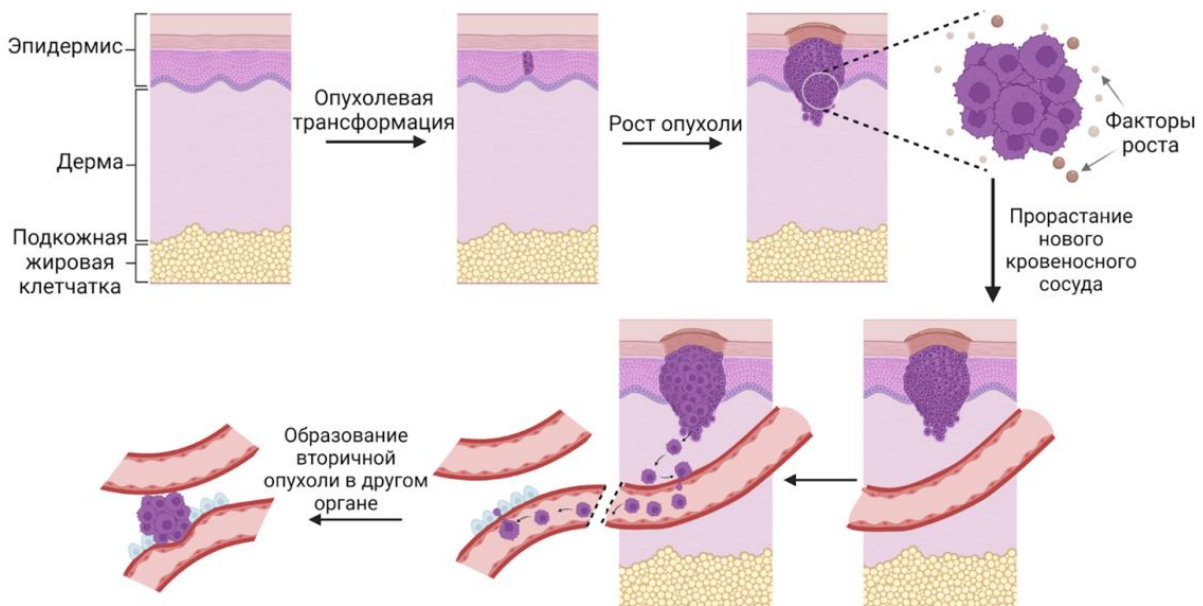
У человека встречаются различные формы рака. Их выделяют по местоположению опухоли, её размерам и особенностям строения, а также по типу ткани, из которой развиваются раковые клетки. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2020 году по всему миру было диагностировано 19,3 миллионов случаев возникновения раковых опухолей у человека. Некоторые данные представлены на рисунке 1.

**Фрагмент 2.** Несмотря на разнообразие злокачественных опухолей, процесс их развития (онкогенез, или канцерогенез) всегда включает в себя одни и те же основные этапы (рис. 2). Стартовой точкой онкогенеза является возникновение мутаций в ДНК соматической клетки организма, что приводит к перерождению нормальной клетки в раковую (опухолевой трансформации). Появление ошибок в генетическом материале может быть случайным (спонтанным), однако довольно часто причиной является воздействие на организм какого-либо мутагенного фактора (например, излучения, токсичного вещества или вируса). Вероятность опухолевой трансформации особенно велика, если мутации затрагивают гены, относящиеся к двум группам: протоонкогены и антионкогены. В норме протоонкогены кодируют регуляторные белки, которые стимулируют деление клеток, а белковые продукты антионкогенов тормозят способность клеток делиться, стимулируют их созревание или запрограммированную клеточную смерть. Из-за мутаций соответствующие регуляторные белки перестают функционировать нормально, и клетка становится раковой.



**Рисунок 1. Распространение наиболее часто диагностируемых типов рака в 2020 году среди мужского населения различных стран мира.** Рядом с названием каждого из онкологических заболеваний в скобках указано число стран, в которых частота диагностики данного типа рака занимает первое место.

После трансформации клетка начинает бесконтрольно делиться, и в результате возникает первичная опухоль – локальное скопление злокачественных клеток. Численность клеток быстро растет, и они начинают проникать в соседние ткани (происходит инвазия). Раковые клетки интенсивно потребляют кислород и питательные вещества, поступающие из кровяного русла, лишая питания нормальную ткань. Более того, трансформированные клетки выделяют особые сигнальные молекулы (факторы роста), стимулирующие прорастание к очагу опухоли новых кровеносных сосудов. На следующем этапе интенсивно растущая опухоль может перейти к метастазированию: раковые клетки попадают в кровеносные и лимфатические сосуды и разносятся по всему организму, давая начало метастазам (вторичным опухолям) в других органах.



**Рисунок 2. Основные этапы канцерогенеза на примере карциномы – опухоли, возникающей из эпителиальных клеток.**

**В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведенное поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).**

**1. Прочитайте текстовый фрагмент 1 и выберите утверждения, которые верно характеризуют клетки злокачественных опухолей.**

- a) Не чувствительны к контактному ингибированию.
- b) Могут гибнуть путём апоптоза.
- c) Всегда полностью утрачивают нормальные черты строения.
- d) Способны подавлять активность лейкоцитов.

**2. Прочитайте текстовый фрагмент 1, рассмотрите рисунок 1 и выберите верные утверждения.**

- a) Самые распространенные онкологические заболевания у мужчин связаны с поражением органов репродуктивной системы.
- b) Наиболее распространённой формой онкологических заболеваний в странах Африки является рак лёгкого.
- c) Заболеваемость раком лёгкого среди мужчин в три раза выше, чем раком, поражающим органы пищеварительного тракта.
- d) Австралия и Новая Зеландия отличаются между собой по наиболее часто диагностируемым онкологическим заболеваниям.

**3. Прочитайте текстовый фрагмент 2, рассмотрите рисунок 2 и выберите верные утверждения.**

- a) Подавление транскрипции протоонкогенов может привести к остановке клеточного деления.
- b) Мутация антионкогена, приводящая к снижению активности соответствующего белка, может привести к развитию опухоли.
- c) Опухолевые клетки способны выделять молекулы, стимулирующие деление и рост нормальных клеток.
- d) На рисунке 2 отражена опухолевая трансформация клеток дермы.

**4. На основании информации, представленной в текстовых фрагментах и на рисунках, а также собственных знаний, выберите ткани, клетки которых могут подвергаться опухолевой трансформации:**

- a) Альвеолярный эпителий.
- b) Эпидермис.
- c) Лимфоидная ткань.
- d) Нервная ткань.

**5. На основании информации, представленной в текстовых фрагментах и на рисунках, а также собственных знаний выберите верные утверждения.**

- a) В отличие от опухолевых клеток, никакие нормальные клетки не способны распространяться по организму через кровяное русло.
- b) Развитие опухоли нарушает работу ткани или органа, поскольку нормальные клетки перестают получать достаточное количество необходимых веществ.
- c) Различные излучения, например ультрафиолетовое или ионизирующее, оказывают повреждающее действие на структуру молекул ДНК.
- d) Одной из возможных причин возникновения опухолей является попадание в организм инфекции.

**Задание 12. Задача по генетике. Решите задачу и запишите ответы в отведенные поля. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Развитие плодов у калифорнийской липучки контролируется геном *H*. Доминантная мутация *H-52* приводит к отсутствию липучих выростов на оболочке плодов и, как следствие, к их неспособности распространяться через покровы млекопитающих. Какое расщепление по фенотипу следует ожидать среди 1000 потомков, полученных при самоопылении гетерозиготного растения, если мутация *H-52* характеризуется 10-процентной пенетрантностью (липучие выросты на оболочке плодов отсутствуют только у 10% особей, несущих эту мутацию)? Для решения задачи заполните таблицу.

	Ответ:
Генотип исходного растения:	
Вероятность того, что исходное растение способно распространять плоды через покровы млекопитающих, %:	
Ожидаемое количество растений, несущих мутацию <i>H-52</i> , среди 1000 полученных потомков:	
Ожидаемое количество растений, не способных распространять плоды через покровы млекопитающих, среди 1000 полученных потомков:	
Ожидаемое количество растений, способных распространять плоды через покровы млекопитающих, среди 1000 полученных потомков:	

**Задание 13. Соответствие данных. Установите однозначное соответствие между биологическими объектами, представленными в таблице, и их характеристиками. Максимальная оценка – 10 баллов.**

Рассмотрите таблицу, в которой представлены названия элементов центральной нервной системы человека, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями элементов и их описаниями. Каждый ответ запишите в виде соответствующей буквы (без пробелов и знаков препинания) в специально отведённое поле рядом с каждым описанием (регистр не важен).

Центральная нервная система (ЦНС) человека	(А) Спинной мозг			
	(Б) Головной мозг	(В) Продолговатый мозг		
		(Г) Мост		
		(Д) Мозжечок		
		(Е) Средний мозг		
		Промежуточный мозг	(З) Гипоталамус	
			(И) Таламус	
		(К) Эпиталамус		
	(Ж) Конечный мозг			

**Характеристики:**

1. Отдел ЦНС, анатомически и функционально связанный с эпифизом. Вместе с эпифизом обеспечивает регуляцию циркадных ритмов, связанных с суточными изменениями освещённости.

2. В отличие от низших позвоночных, у человека этот отдел ЦНС относительно невелик. Дорсальная часть представлена четверохолмием, бугры которого содержат центры ориентировочных рефлексов на зрительные и слуховые стимулы. В этом отделе расположены ядра нервов, которые регулируют движения глаз, диаметр зрачка и кривизну хрусталика.

3. Этот отдел ЦНС включает в себя нервные центры, которые регулируют все основные вегетативные функции организма: дыхательные движения, работу сердца, тонус кровеносных сосудов и простейшие формы пищевого поведения (жевание, глотание, сосание). Содержит центры таких защитных рефлексов, как чихание, кашель, мигание и рвотный рефлекс.
4. Отдел ЦНС, представленный парными зрительными буграми. Содержит ядра, которые служат промежуточными центрами обработки всех видов чувствительности, кроме обонятельной. К высшим центрам этот отдел пропускает лишь новую информацию, сильные сигналы и сигналы, связанные с текущей деятельностью. Таким образом, он является одним из основных центров управления вниманием.
5. Отдел ЦНС, который содержит высшие центры нервной регуляции. У взрослого человека включает в себя около 90 миллиардов нервных клеток.
6. Этот отдел ЦНС представлен парными полушариями, покрытыми корой, которая содержит сенсорные, моторные и ассоциативные зоны. Сенсорные зоны являются высшими центрами обработки сигналов от различных органов чувств, моторные посылают команды к скелетной мускулатуре, а ассоциативные отвечают за интеграцию сигналов из других зон и формирование поведенческих программ.
7. Отдел ЦНС, который состоит из 31 – 33 сегментов. Включает в себя центры многих безусловных рефлексов, связанных с поддержанием позы тела, защитой от негативных воздействий окружающей среды, а также выделением в наружную среду непереваренных остатков пищи и конечных продуктов обмена веществ.
8. Этот отдел ЦНС анатомически и функционально связан с гипофизом. Является важнейшим центром биологических потребностей: именно здесь располагаются центры голода и жажды, страха и агрессии, полового и родительского поведения, а также центр терморегуляции.
9. Этот отдел ЦНС имеет парные полушария, покрытые корой. Отвечает за координацию движений и равновесие тела. Кроме того, играет важную роль в двигательном обучении и формировании двигательных автоматизмов (навыков), примерами которых могут служить ходьба, бег, игра на музыкальных инструментах или печатание на клавиатуре.
10. Полное название этого отдела ЦНС содержит имя его первооткрывателя – выдающегося итальянского анатома эпохи Возрождения, который был личным врачом папы Григория XIII.

**Задание 14. Вопрос с развёрнутым ответом. Дайте развернутый ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 10 баллов.**

Одним из важнейших компонентов растительной клетки является ее специфическая оболочка – клеточная стенка. Известно, что клеточные стенки растений являются метаболически активными частями клетки, имеют очень сложную структуру и выполняют множество функций. Перечислите функции клеточной стенки растений. Опишите каждую функцию и укажите, какие вещества, входящие в состав первичных или вторичных клеточных стенок, обеспечивают ее выполнение.

**Задание 15. Работа с изображениями объектов. Проанализируйте предложенные изображения и выполните задания, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 10 баллов.**

**I**



**II**



1. На рисунке изображены животные двух разных видов (I, II), относящиеся к одному классу.

1.1. Укажите не менее двух признаков, которые характерны для всех представителей этого класса.

1.2. К какому отряду относятся эти животные?

2. Перед вами таблица, которая представляет собой ключ для определения (определитель), позволяющий установить принадлежность организма к тому или иному семейству. Она включает в себя пронумерованные утверждения (тезы и антитезы). Начинать определение необходимо с тезы №1. Если она верно характеризует определяемый объект, то нужно перейти к тезе №2. Если теза №1 не подходит, следует обратиться к противоположному утверждению (антитезе), номер которой указан в скобках рядом с номером тезы, а затем переходить к утверждению со следующим порядковым номером. Двигаться по ключу таким образом необходимо до тех пор, пока в конце тезы или антитезы не будет указано название семейства. Используя таблицу, установите, к какому(-им) семейству(-ам) относятся организмы I и II. Укажите для каждого организма название семейства, а также последовательность номеров тез и/или антитез, верно характеризующих определяемый объект.

№	Теза/антитеза
1(6)	На задних лапах по 5 пальцев.
2(5)	Хвост длиннее ступней задних лап. Длина тела менее 1,5 м.
3(4)	Хвост без поперечных темных колец. Пальцы сверху покрыты шерстью. <b>(Куньи)</b>
4(3)	Хвост с рядом темных поперечных колец. Пальцы на передних лапах голые, а на задних - покрыты редкими волосами, между которыми видна кожа. <b>(Енотовые)</b>
5(2)	Хвост короче ступней задних ног, почти скрыт мехом. Длина тела взрослых животных может достигать более 1,5 м. <b>(Медвежьи)</b>
6(1)	На задних лапах по 4 пальца.
7(8)	Голова округлая: её длина примерно равна ширине в скулах. Хвост опушен равномерно на всем протяжении. Морда покрыта мехом до наружного края ноздрей. Когти острые, втяжные. <b>(Кошачьи)</b>
8(7)	Голова вытянута: её длина превышает ширину в скулах. Хвост опушен неравномерно: у основания хвоста волосы короче, чем посередине. Наружные края ноздрей окружены голой кожей.
9(10)	На передних лапах по 5 пальцев. На боках тела нет темных полос. <b>(Псовые)</b>
10(9)	На передних лапах по 4 пальца. На боках тела имеются темные поперечные полосы. <b>(Гиеновые)</b>

3. Используя собственные знания и результаты изучения рисунка, ответьте на вопросы.

3.1. Чем питается организм I?

3.2. Организм II - один из известных примеров интродуцентов, то есть видов, которые были переселены за пределы естественного ареала в новые места обитания. Назовите возможные последствия интродукции.