



**ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**



Общеобразовательный предмет: **биология**  
2023-2024 учебный год

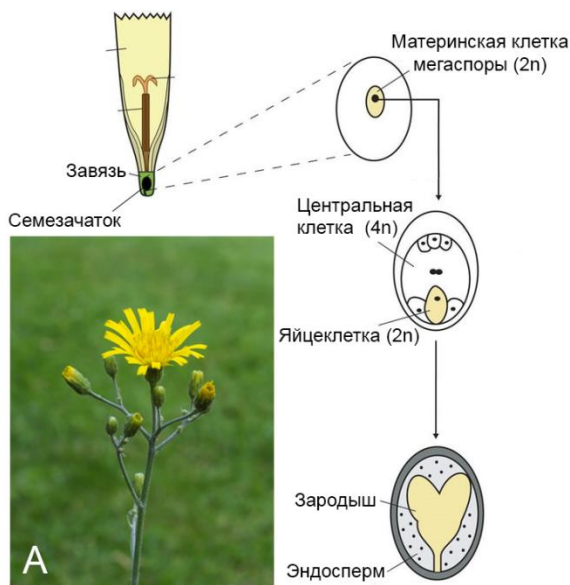
**9 класс**

**Вариант 2**

Пример одного из вариантов. Каждый вариант генерируется электронной системой случайным образом из пулов заданий по каждому из разделов.

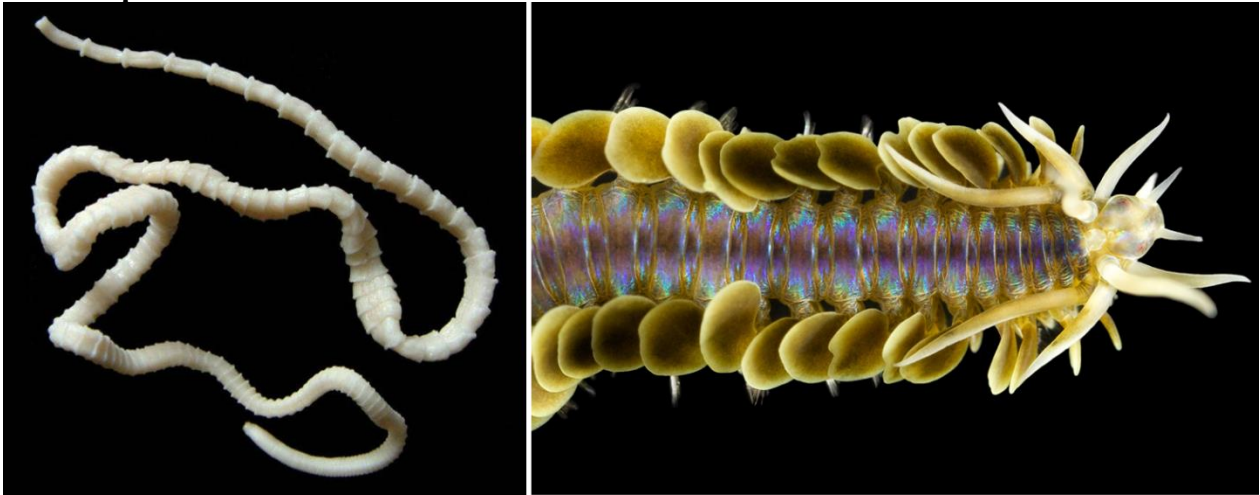
**Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.**

1. Апомиксис – способ размножения растений, при котором для развития зародыша в семени не требуется слияния гамет. На рисунке А представлен объект, для которого характерна одна из разновидностей апомиксиса – диплоспория. При этом из материнской клетки мегаспоры путём ряда митотических делений формируется зародышевый мешок (женский гаметофит). Чем отличается этот вариант апомиксиса от способа размножения, проиллюстрированного на рисунке Б?



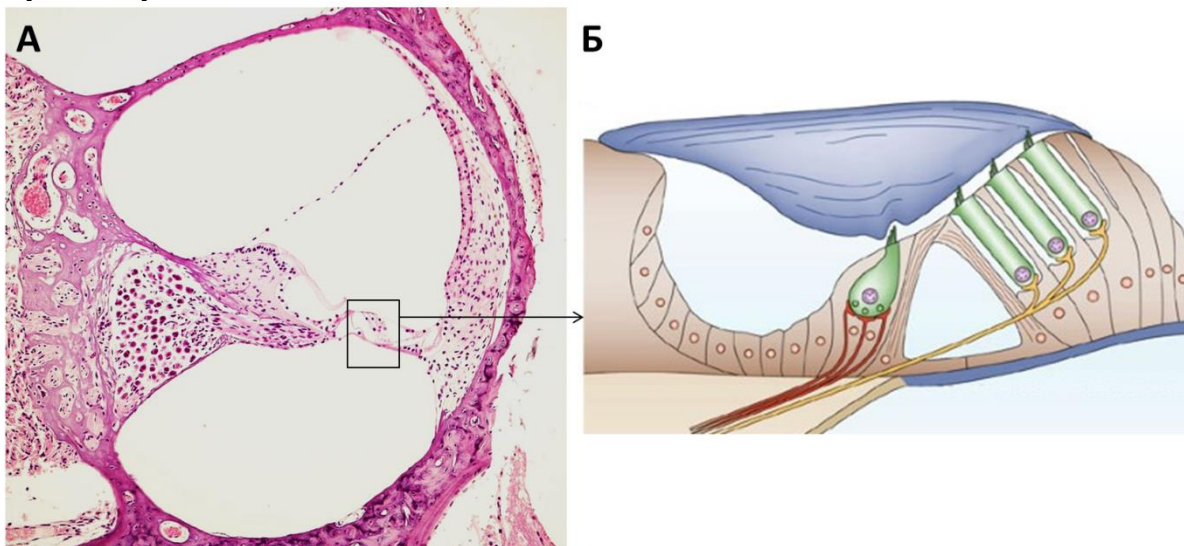
- а. Новое растение образуется из неоплодотворённых женских гамет
- б. Потомство имеет гаплоидный набор хромосом
- в. Для образования нового растения не требуется участие мужских гамет
- г. Новое растение генетически идентично материнской особи
- д. Для развития нового растения необходимо наличие питающей ткани – эндосперма

2. На рисунке представлены различные беспозвоночные животные (соотношение размеров не соблюдено). Какие черты размножения и развития являются сходными для данных организмов?



- а. В ходе эмбрионального развития у зародыша формируются три зародышевых листка
- б. Раздельнополые животные
- в. Ротовое отверстие у эмбриона формируется на месте первичного рта
- г. Оплодотворение наружное
- д. В жизненном цикле есть стадия личинки

3. Рассмотрите предложенные изображения. На рисунке А представлен поперечный срез особого канала, расположенного внутри височной кости, а на рисунке Б – элемент канала, несущий рецепторные клетки (отмечены зелёным цветом). Каковы функции этих рецепторов?



- а. Реагируют на изменение положения тела в пространстве
- б. Преобразуют механические колебания среды в электрические импульсы, которые передаются в затылочную долю коры больших полушарий
- в. Воспринимают амплитуду механических колебаний
- г. Улавливают механические колебания при помощи чувствительных ресничек
- д. Воспринимают частоту механических колебаний

**4. Холера – это острое инфекционное кишечное заболевание, возбудителем которого является холерный вибрион (*Vibrio cholerae*). Основным симптомом холеры является диарея, которая приводит к сильному обезвоживанию организма (вплоть до летального исхода). Причиной развития этого симптома является выделяемый бактериями холерный токсин, который активирует особый белок, регулирующий транспорт ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{HCO}_3^-$  через мембрану энтероцитов. В связи с этим потеря организмом воды обусловлена повышением интенсивности:**

- а. Транспорта ионов  $\text{K}^+$  из внеклеточной среды, что приводит к поступлению воды внутрь энтероцитов
- б. Транспорта ионов  $\text{Cl}^-$  из внеклеточной среды, что приводит к поступлению воды внутрь энтероцитов
- в. Транспорта ионов  $\text{HCO}_3^-$  во внеклеточную среду, что приводит к поступлению воды в просвет кишечника
- г. Транспорта ионов  $\text{Cl}^-$  во внеклеточную среду, что приводит к поступлению воды в просвет кишечника
- д. Транспорта ионов  $\text{Na}^+$  из внеклеточной среды, что приводит к поступлению воды внутрь энтероцитов

**5. Нуклеиновые кислоты присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации. Какие утверждения о нуклеиновых кислотах в клетках эукариот являются верными?**

- а. Рибосомная РНК является двухцепочечной и не содержит урацил
- б. Кольцевые молекулы ДНК присутствуют в митохондриях
- в. Информационная РНК является одноцепочечной и не содержит дезоксирибозу
- г. Между некоторыми нуклеотидами транспортной РНК формируются водородные связи
- д. Молекула ДНК содержит водородные связи и может быть линейной

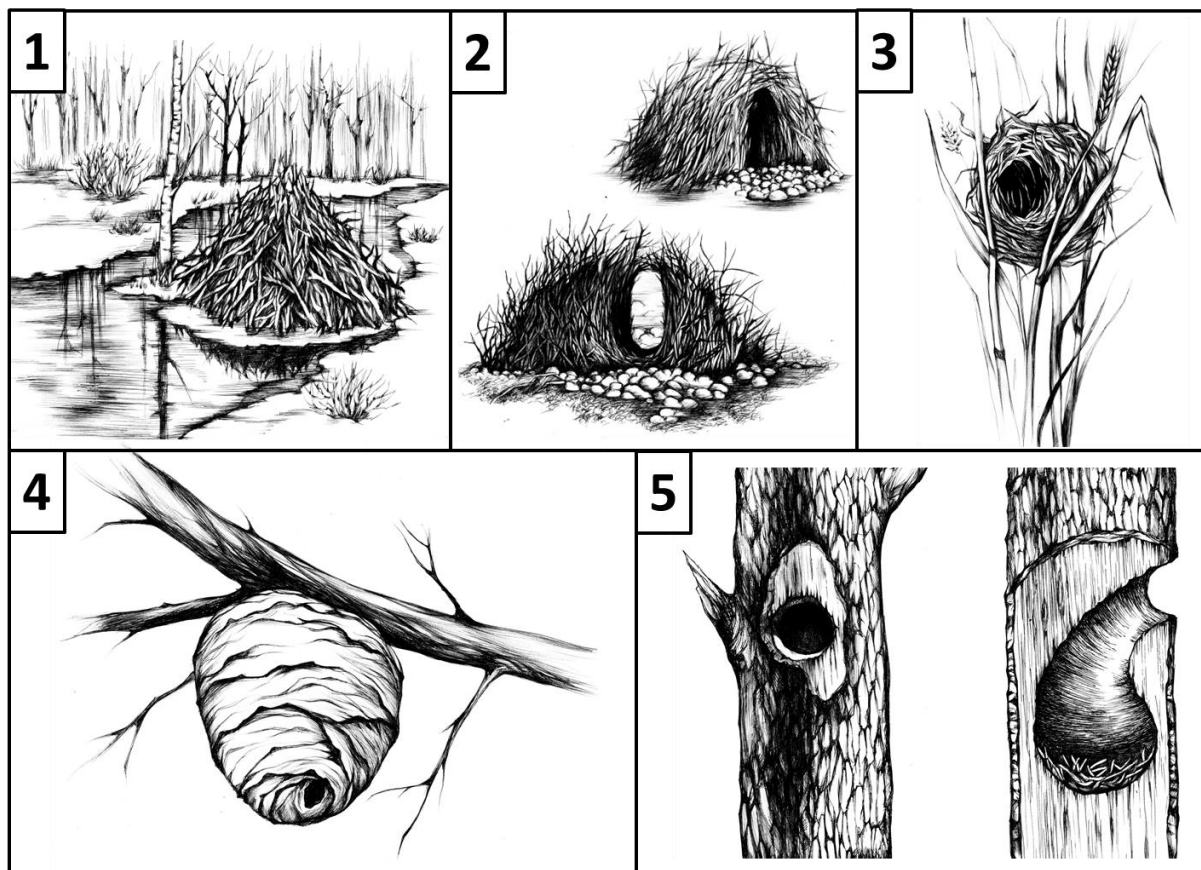
**6. Кто из перечисленных животных может стать добычей морского леопарда?**

- а. Галапагосский пингвин
- б. Кольчатая нерпа
- в. Тюлень-крабояд
- г. Морской заяц (лахтак)
- д. Пингвин Адели

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

Рассмотрите рисунок, на котором представлены жилища и другие постройки различных живых организмов (соотношение размеров не соблюдено). Определите, к каким таксонам (см. таблицу) они относятся, и запишите русские названия этих таксонов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.





| №  | Название таксона         |
|----|--------------------------|
| 1. | Род: Бобр                |
| 2. | Класс: Птицы             |
| 3. | Отряд: Грызуны           |
| 4. | Отряд: Перепончатокрылые |
| 5. | Семейство: Дятловые      |

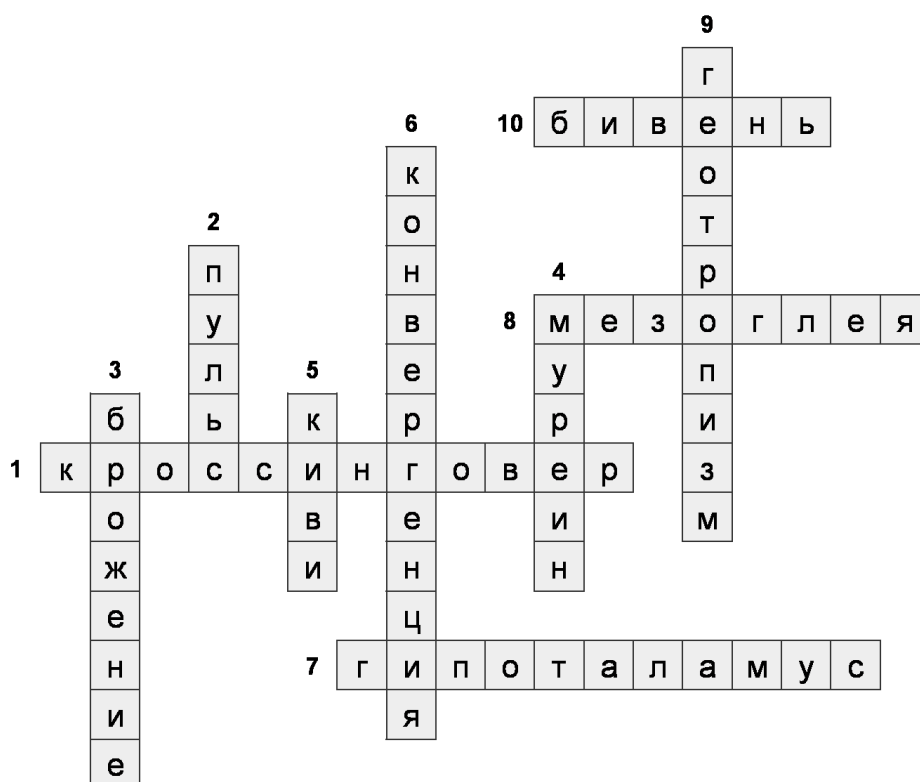
### Задание 8. Биологический кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов

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

| Термин  | Номер слова   |
|---|---|
| Соединительная ткань, расположенная между экто- и энтодермой у португальского кораблика | Число дочерних клеток, образующихся после трёх последовательных делений одной бактериальной клетки  |
| Реакция корневого чехлика растения на гравитацию  | Число хромосом в спермии свёклы обыкновенной, если клетка эпидермиса листа содержит 18 хромосом   |
| Процесс, протекающий в ходе мейоза и обеспечивающий комбинативную изменчивость          | Число функциональных яйцеклеток, образующихся в результате мейотического деления одной клетки-предшественницы (ооцита I порядка) у домашней кошки |

|   |  |
|---|--|
| Биохимический процесс, лежащий в основе приготовления квашеной капусты  | Число зародышевых листков, образующихся в ходе эмбрионального развития виноградной улитки                      |
| Основной структурный компонент клеточной стенки бактерий  | Число хроматид в биваленте на стадии метафазы первого деления мейоза   |
| Ритмичные колебания стенок кровеносных сосудов, вызываемые сердечными сокращениями  | Число мембран в составе оболочки клеточного ядра   |
| Нелетающая птица, обитающая в Новой Зеландии  | Число когтей на передней лапе у короткохвостого кенгуру  |
| Видоизменённый резец у хоботных млекопитающих   | Доля энергии (в процентах), которая переходит на каждый следующий трофический уровень в экологической пирамиде |
| Отдел промежуточного мозга, который является высшим центром вегетативной регуляции и секретирует нейrogормоны вазопрессин и окситоцин | Число пар рёбер в скелете человека, непосредственно прикрепляющихся к груди                                    |
| Независимое приобретение сходной формы тела в ходе эволюции у рыб и ихтиозавров   | Общее число костей в плечевом поясе у бородатой агамы  |

Ответ:



**Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле.**

**Максимальная оценка – 5 баллов.**

В ходе репликации гена *X* ДНК-полимеразой была совершена одна ошибка – включение в новую цепь ДНК неправильного нуклеотида. В результате после транскрипции в матричной РНК вместо одного из кодонов, кодирующих аминокислоты, оказался стоп-кодон (“знак препинания”), который служит сигналом для прекращения трансляции. В результате

трансляция белкового продукта гена  $X$  остановилась преждевременно, аминокислотная последовательность белка сократилась на 60% и составила 166 аминокислот. Определите вероятность (в процентах) ошибок ДНК-полимеразы, приводящих к появлению преждевременных стоп-кодонов, если известно, что старт-кодоном матричной РНК, с которого начинается процесс трансляции, является АУГ, кодирующий аминокислоту метионин. Ответ представьте в виде десятичной дроби и округлите до второго знака после запятой. Ход решения поясните.

Решение:

1. В результате преждевременной остановки трансляции в белке осталось  $100\% - 60\% = 40\%$  от первоначального числа аминокислот. Тогда длину нормального белкового продукта гена  $X$  можно найти, составив пропорцию:

$$166 - 40\%$$

$$L - 100\%$$

Длина нормального белкового продукта гена  $X$  должна составлять:  $166/40 \cdot 100 = 415$  (аминокислот)

2. Длина матричной РНК с учётом старт-кодона, кодирующего метионин, и стоп-кодона составляет:  $415 \cdot 3 + 3 = 1248$  (нуклеотидов)

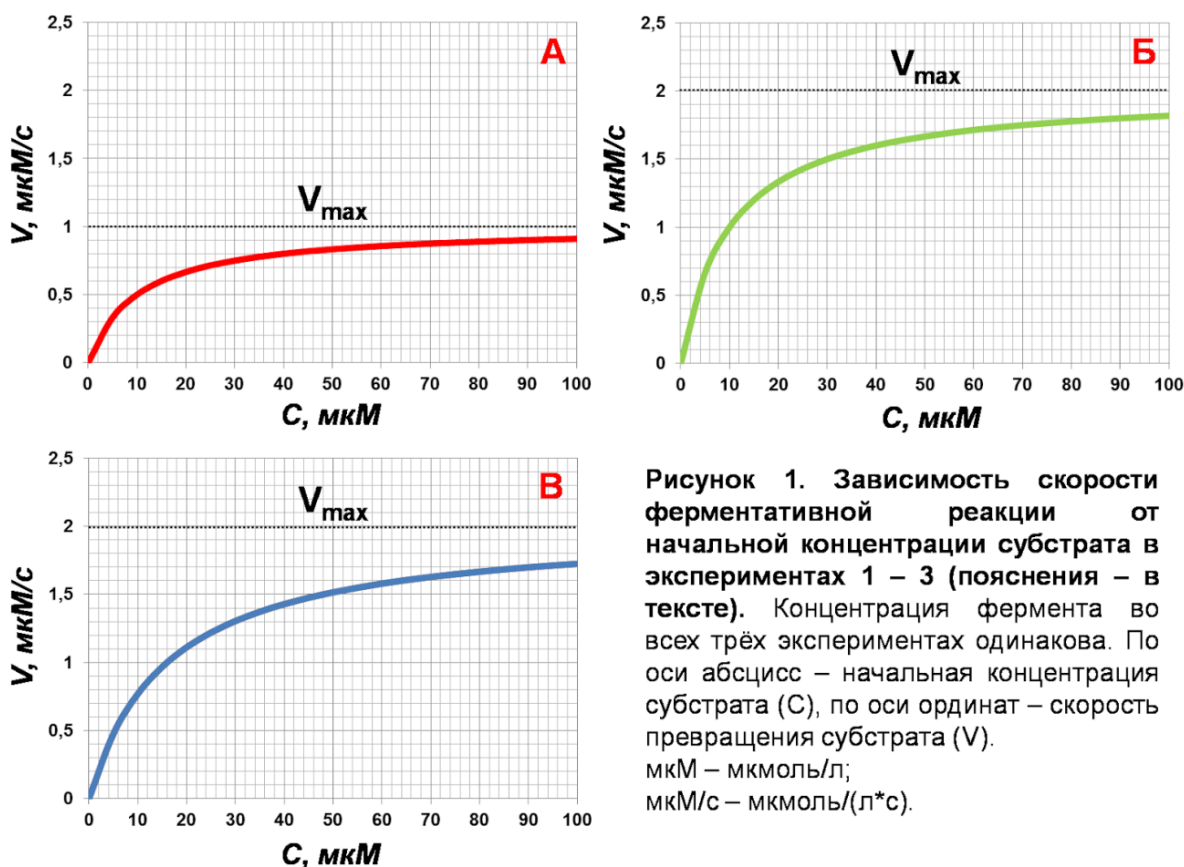
3. Частота ошибок в матричной РНК равна частоте ошибок в ДНК. В матричной РНК преждевременный стоп-кодон возник один раз, то есть наблюдалась одна нуклеотидная замена на 1248 нуклеотидов. Следовательно, частота ошибок ДНК-полимеразы, приводящих к нонсенс-мутациям, составит:  $1/1248 \cdot 100 \approx 0,08\%$

Ответ: 0,08 %.

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

Большинство биохимических реакций в организме протекает с участием белков-ферментов. В ходе ферментативной реакции исходное вещество (**субстрат**) связывается с особой частью молекулы фермента (**активным центром**), после чего превращается в продукт. Скорость ферментативной реакции ( $V$ ), под которой обычно понимают количество превращённого субстрата в единицу времени, зависит от ряда факторов. Например, зависимость  $V$  от начальной концентрации субстрата ( $C$ ) выглядит следующим образом. При низких концентрациях субстрата  $V$  прямо пропорциональна  $C$ , поскольку чем больше  $C$ , тем больше молекул фермента вовлекается в реакцию. Далее с ростом концентрации  $V$  увеличивается медленнее, а при очень высоких значениях  $C$  почти перестаёт расти, приближаясь к максимальному значению ( $V_{\max}$ ), поскольку в каждый момент времени все молекулы фермента оказываются связаны с субстратом (происходит «насыщение» активных центров). Значение  $C$ , при котором  $V$  достигает половины  $V_{\max}$ , называют **константой Михаэлиса ( $K_m$ )**. Вещества, подавляющие работу ферментов, называют **ингибиторами**. Если ингибитор связывается с активным центром, то он является **конкурентным**, поскольку при связывании с ферментом он «соревнуется» с субстратом, однако не может превращаться в продукт. В присутствии такого ингибитора  $V$  нарастает медленнее при увеличении  $C$ , и значение  $K_m$  повышается. Однако при высоких концентрациях субстрат начинает связываться с ферментом с большей вероятностью, чем ингибитор, и  $V$  приближается к нормальной. Если ингибитор связывается с участком фермента, отличным от активного центра, его называют **неконкурентным**. В присутствии такого ингибитора значение  $K_m$  не изменяется, однако, поскольку часть молекул фермента постоянно оказывается «выключенной», рост  $C$  гораздо быстрее перестаёт приводить к росту  $V$ .

На рисунке 1 представлены результаты изучения зависимости  $V$  от  $C$  для некоторого фермента в трёх различных экспериментах: 1) в присутствии конкурентного ингибитора; 2) в присутствии неконкурентного ингибитора; 3) без каких-либо воздействий (контроль). Рассмотрите рисунок и выполните задания.



### Задания:

1. Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках А – В, и номерами экспериментов (1 – 3). Поясните свой ответ.

Ответ:

1 – В, 2 – А, 3 – Б

Для начала определим для всех трёх графиков параметр  $K_m$ . Для графиков А и Б значение  $K_m$  одинаково и составляет 10 мкМ, а для графика В это значение больше и составляет 16 мкМ. Значит, график В соответствует эксперименту с добавлением конкурентного ингибитора (№1). На графике А V гораздо быстрее перестаёт расти с увеличением C, следовательно, график А соответствует эксперименту с добавлением неконкурентного ингибитора (№2), а график Б – контрольному эксперименту (№3).

2. Какие биологические молекулы, помимо белков, могут выполнять функцию ферментов?

Ответ:

Молекулы РНК (рибозимы).

3. Какие ферментативные реакции протекают в клетке скелетной мускулатуры человека? Приведите не менее двух примеров.

Ответ:

1) Гидролиз АТФ молекулами миозина с высвобождением энергии для мышечного сокращения.

2) Синтез матричной РНК.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

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

**Фрагмент 1.** Плазматическая (клеточная) мембрана играет важную роль в непрерывном транспорте веществ между внеклеточной и внутриклеточной средой, который необходим для осуществления всех процессов жизнедеятельности. Выделяют два основных механизма транспорта веществ через мембрану: **пассивный** и **активный**.

**1. Пассивным** называют транспорт, который не требует энергетических затрат. Простейшей формой такого транспорта является **простая диффузия**, при которой вещество перемещается через липидный бислой напрямую по градиенту концентрации (из области с большей концентрацией в область с меньшей). Путём простой диффузии могут транспортироваться небольшие нейтральные (кислород) и полярные (углекислый газ, глицерин, мочевины, вода) молекулы, а также более крупные жирорастворимые молекулы (например, стероидные гормоны). В то же время для крупных полярных молекул (аминокислот, сахаров) и ионов свободная диффузия практически невозможна. Транспорт таких веществ осуществляется при помощи специальных мембранных белков и называется **облегчённой диффузией**.

К белкам, обеспечивающим облегчённую диффузию, относятся **ионные каналы**. Это трансмембранные белки, которые формируют в мембране гидрофильную (водную) пору, проницаемую для ионов. Когда пора канала открыта, ионы перемещаются через неё путём диффузии, причём движущей силой такого транспорта является не только градиент концентрации, но и градиент заряда: катионы движутся в сторону отрицательно заряженной среды, а анионы – в сторону положительно заряженной. Важным свойством ионных каналов является избирательная проницаемость (селективность): каждый канал пропускает строго определённые ионы, в то время как остальные проходят через него менее эффективно или не проходят вообще. В плазмалемме имеются каналы, специфично пропускающие ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  и т.д.

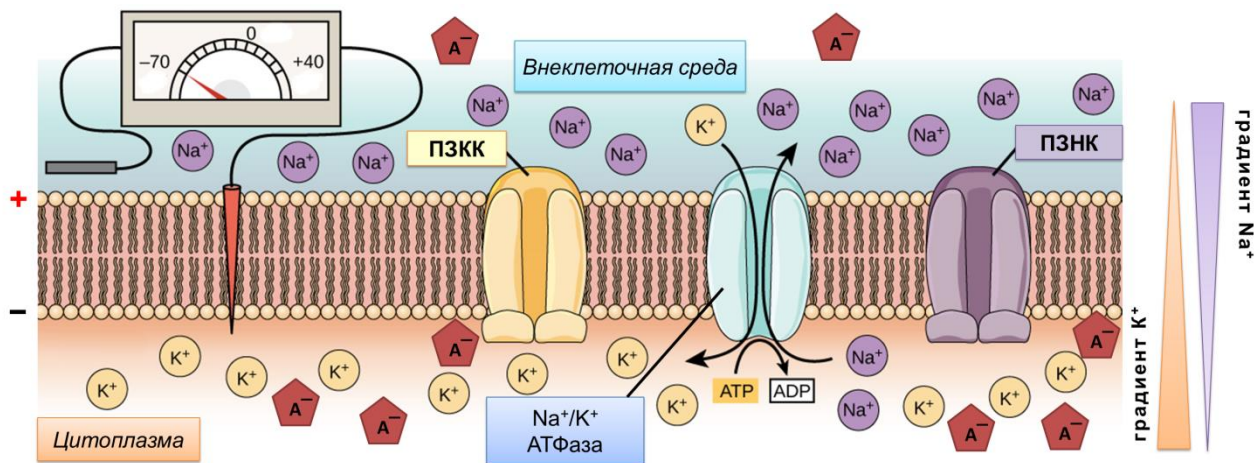
Открытие и закрытие каналов может управляться различными сигналами. Например, возбуждающий нейромедиатор глутамат, высвобождаясь в синаптическую щель, вызывает открытие особых глутамат-чувствительных катионных каналов в мембране постсинаптического нейрона, по которым в его цитоплазму входят ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ . Такие каналы называют *лиганд-управляемыми*.

**2. Активный транспорт** всегда обеспечивается специальными транспортными белками и идёт против градиента концентрации и заряда, а потому сопряжён с потреблением энергии. Активные транспортёры, которые называют АТФазами (а также насосами или помпами), способны гидролизовать АТФ и использовать высвобождаемую энергию для переноса тех или иных веществ. Например, гидролиз каждой молекулы АТФ позволяет  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФазе переносить два иона  $\text{K}^+$  внутрь клетки и три иона  $\text{Na}^+$  – наружу, а  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФазе – выкачивать один ион  $\text{Ca}^{2+}$  из цитозоля во внеклеточную среду.

**Фрагмент 2.** Различные ионы неравномерно распределены между цитоплазмой и внеклеточной средой: в целом, снаружи клетки преобладают катионы, а внутри – анионы. Благодаря такому асимметричному распределению заряженных частиц, наружная сторона клеточной мембраны несёт положительный заряд, а внутренняя – отрицательный, и на мембране формируется разность электрических потенциалов, которая называется **мембранным потенциалом**. У невозбудимых животных клеток мембранный потенциал относительно стабилен, в то время как возбудимые клетки (мышечные и нервные) способны значительно изменять мембранный потенциал, что позволяет им генерировать и передавать сигналы в виде электрических импульсов, которые называют **потенциалами действия (ПД)**. Ключевую роль в регуляции мембранного потенциала в нейронах играют ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Когда нейрон не получает никаких сигналов (находится в состоянии покоя), его мембранный потенциал называют **потенциалом покоя (ПП)**. Его величина составляет в среднем -70 милливольт (рис. 1). При этом содержание ионов  $\text{Na}^+$  во внеклеточной среде выше, чем в

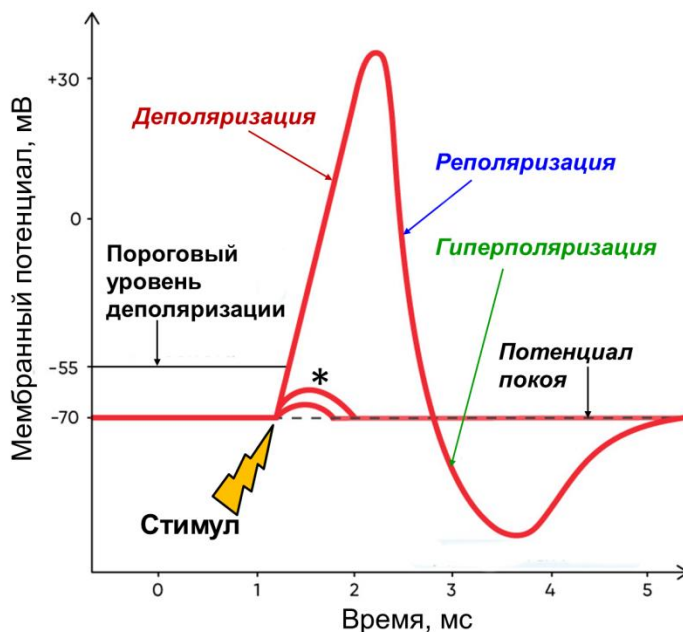


цитоплазме, а содержание ионов  $K^+$  – наоборот. В основном, данные ионные градиенты поддерживаются за счёт постоянной работы  $Na^+/K^+$ -АТФазы.



**Рисунок 1. Трансмембранные ионные градиенты в нервной клетке во время регистрации потенциала покоя.** Потенциал-зависимые натриевые каналы (ПЗНК) и потенциал-зависимые калиевые каналы (ПЗКК) находятся в закрытом состоянии.  $A^-$  – органические и неорганические анионы.

Генерация ПД происходит, когда нервная клетка получает активирующий сигнал. Этот сигнал вызывает локальное изменение мембранного потенциала, приводящее к открытию особых потенциал-зависимых (потенциал-управляемых) натриевых и калиевых каналов. Натриевые каналы открываются быстрее, и ионы  $Na^+$  начинают входить в цитоплазму по градиенту концентрации и заряда. При этом значение мембранного потенциала устремляется к нулю и даже переходит в область положительных значений (фаза деполяризации, рис. 2). Вход в клетку большого числа катионов приводит к тому, что наружная сторона мембраны на короткое время приобретает отрицательный заряд, а внутренняя – положительный. При этом натриевые каналы закрываются, и открываются калиевые каналы, по которым ионы  $K^+$  выходят из клетки (также по градиенту концентрации и заряда). Мембранный потенциал при этом вновь стремится к уровню ПП (фаза реполяризации, рис. 2) и, поскольку калиевые каналы закрываются довольно медленно, ненадолго приобретает более отрицательные значения (фаза гиперполяризации, рис. 2). После того как калиевые каналы закрываются,  $Na^+/K^+$ -АТФаза восстанавливает исходные ионные градиенты, и значение мембранного потенциала окончательно возвращается к ПП.



**Рисунок 2. Потенциал действия нервной клетки (нервный импульс).** Пояснения в тексте. Знаком \* отмечены изменения мембранного потенциала в ответ на стимулы, которые не позволили достичь порогового уровня деполяризации; мВ – милливольты, мс – миллисекунды.

Следует отметить, что генерация ПД

подчиняется принципу пороговости («всё или ничего»): ПД развивается только в том случае, если активирующий сигнал, принимаемый нейроном, будет достаточно сильным и позволит мембранному потенциалу достичь порогового уровня деполяризации (рис. 2). При этом амплитуда ПД всегда будет одинаковой для каждого конкретного нейрона. Если этот порог не достигнут, генерации ПД не произойдёт.

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

**1. Прочитайте фрагмент 1. Опираясь на информацию, приведённую в тексте, и собственные знания, выберите вещества, которые способны транспортироваться через мембрану за счёт простой диффузии.**

- а) Тестостерон
- б) Мочевина
- в) Глюкоза
- г) Кислород

**Ответ:** абг

**2. Прочитайте текстовые фрагменты 1 и 2 и рассмотрите рисунок 1. На основании информации из текстовых фрагментов и рисунка выберите свойства, которые характерны как для ионных каналов, так и для ионных насосов.**

- а) Являются трансмембранными (интегральными) белками
- б) Обеспечивают транспорт ионов против градиента заряда
- в) Обладают селективностью
- г) Могут транспортировать через мембрану только катионы

**Ответ:** аб

**3. Прочитайте текстовый фрагмент 2 и рассмотрите рисунки 1 и 2. На основании полученной информации выберите утверждения, верно характеризующие состояние покоя нервной клетки.**

- а) Внутренняя сторона плазмалеммы несёт отрицательный заряд
- б) Значение мембранного потенциала на плазмалемме равно нулю
- в) Мембранный потенциал плазмалеммы поддерживается на относительно постоянном уровне за счёт систем активного транспорта
- г) Содержание отрицательно заряженных ионов в цитоплазме меньше, чем во внеклеточной среде

**Ответ:** ав

**4. Прочитайте текстовый фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2. Какие утверждения о процессе генерации потенциала действия являются верными?**

- а) Во время фазы деполяризации значение мембранного потенциала переходит из области положительных значений в область отрицательных
- б) Фаза реполяризации связана с массовым выходом ионов  $K^+$  из цитоплазмы во внеклеточную среду
- в) Длительность фазы гиперполяризации составляет около 2 секунд
- г) Чем сильнее активирующий сигнал, тем выше амплитуда потенциала действия

**Ответ:** б

**5. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунках, а также собственных знаний выберите верные утверждения.**

- а) В передаче сигналов между нервными клетками принимают участие как потенциал-управляемые, так и лиганд-управляемые ионные каналы

- б) Нервные клетки могут получать друг от друга не только активирующие сигналы, но и тормозные сигналы, которые подавляют генерацию потенциалов действия
- в) Воздействие нейромедиатора глутамата вызывает деполяризацию постсинаптической мембраны
- г) Обезболивающие препараты, блокирующие потенциал-зависимые натриевые каналы, подавляют передачу сигналов между нейронами

**Ответ:** абвг

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

У некоторого вида двудомных цветковых растений обнаружена рецессивная мутация в гене  $E$ , которая приводит к тому, что спермии, несущие мутантную аллель ( $e$ ), не способны к оплодотворению. При этом на функциональность клеток женского гаметофита эта мутация влияния не оказывает. Какое расщепление по фенотипу и генотипу следует ожидать в потомстве при скрещивании ♀  $Ee \times \text{♂ } Ee$ , если вероятность появления среди потомков мужских и женских растений одинакова? Для решения задачи заполните таблицу.

|   | <b>Ответ:</b> |
|---|---------------|
| Доля нефункциональных (не способных участвовать в оплодотворении) гамет у отцовского растения (в %)   | 50            |
| Возможный (-е) генотип (-ы) клеток триплоидного эндосперма семени (если необходимо записать несколько вариантов, разделите их друг от друга запятой и пробелом) | $EEE, Eee$    |
| Возможный (-е) генотип (-ы) потомков $F_1$ (если необходимо записать несколько вариантов, разделите их друг от друга запятой и пробелом)                        | $EE, Ee$      |
| Вероятность появления в $F_1$ доминантных гомозигот (в %)   | 50            |
| Вероятность появления в $F_1$ растений, способных продуцировать нефункциональные гаметы (в %)   | 25            |

**Примечания:**

- Все материнские гаметы функциональны, в то время как среди отцовских гамет функциональны только спермии, несущие аллель  $E$ , и они образуются с вероятностью 50%. Соответственно, нефункциональные гаметы также образуются с вероятностью 50%.
- Чтобы определить возможный генотип эндосперма, необходимо вспомнить, как образуется зародышевый мешок цветковых растений. Особые клетки спорофита – материнские клетки мегаспор – делятся путём мейоза с образованием гаплоидных мегаспор. Затем каждая мегаспора делится митотически с образованием гаплоидных ядер зародышевого мешка. Если спорофит имеет генотип  $Ee$ , то мегаспора, дающая начало зародышевому мешку, и все ядра зародышевого мешка могут иметь генотип  $E$  или  $e$ . Клетки триплоидного эндосперма цветковых растений образуются в результате слияния диплоидной центральной клетки зародышевого мешка и гаплоидного спермия. Исходя из условия задачи, диплоидная центральная клетка может иметь генотип  $EE$  или  $ee$ , а функциональный спермий – только  $E$ . Соответственно, возможные генотипы эндосперма –  $EEE$  или  $Eee$ .
- Потомки  $F_1$  могли бы иметь генотипы  $EE$ ,  $Ee$  и  $ee$ , однако спермии с аллелью  $e$  не могут участвовать в оплодотворении и передавать эту аллель потомкам. Поэтому возможные генотипы потомков – только  $EE$  и  $Ee$  в соотношении 1:1. Следовательно, вероятность появления доминантных гомозигот в  $F_1$  составит 50%.
- По условию задачи, женские и мужские растения появляются в потомстве с вероятностью 1:1 (50% : 50%). При этом среди женских растений все образуют

функциональные гаметы (50% от всех особей в потомстве); среди мужских растений половина будет продуцировать только функциональные гаметы (25% от всех особей в потомстве), а половина (ещё 25% от всех особей в потомстве) – и функциональные, и дефектные. Соответственно, доля потомков, способных продуцировать нефункциональные гаметы, составляет 25%.

**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)<br>Археопластиды<br>(Archaeplastida) | (Б) Зелёные растения<br>(Viridiplantae) | (Г) Зелёные водоросли (Chlorophyta) |                                  |                                      |
|  |   | (Д)<br>Эмбриофиты<br>(Embryophyta)  | (Е) Сосудистые<br>(Tracheophyta) | (З) Хвощовые<br>(Equisetaceae)       |
|  |   |                                     |                                  | (И)<br>Сложноцветные<br>(Asteraceae) |
|  |   |                                     |                                  | (К) Злаки<br>(Poaceae)               |
|  |   |                                     |                                  | (Ж) Мхи (Bryophyta sensu lato)       |
| (В) Красные водоросли (Rhodophyta)       |   |                                     |                                  |                                      |

**Характеристики:**

1. Преимущественно наземные фотосинтезирующие многоклеточные организмы, в жизненном цикле которых преобладает спорофит. Их тело состоит из дифференцированных тканей.

Ответ: **Е**

2. Организмы, пластиды которых имеют две мембраны и содержат, помимо хлорофилла, особые пигменты – фикобилины, позволяющие улавливать свет на самых больших глубинах. В жизненном цикле отсутствуют подвижные стадии.

Ответ: **В**

3. Представители этого семейства распространены повсеместно, даже в Антарктиде. Цветки имеют простой околоцветник. Плод – зерновка.

Ответ: **К**

4. Преимущественно наземные фотосинтезирующие многоклеточные организмы, в жизненном цикле которых преобладает гаметофит.

Ответ: **Ж**

5. Преимущественно наземные многоклеточные организмы, способные к фотосинтезу, имеющие специализированные органы размножения. Для них характерен только гапло-диплофазный жизненный цикл.

Ответ: **Д**

6. Организмы, способные к фотосинтезу, содержащие в клетках пластиды с двумя мембранами.

Ответ: **А**

7. Растения, побеги которых имеют членистое строение. Листья редуцированы, а фотосинтез осуществляется преимущественно стеблями. В их клеточных стенках откладывается кремнезём.

Ответ: **З**



8. Преимущественно пресноводные одноклеточные, колониальные или многоклеточные организмы, способные к фотосинтезу. В жизненном цикле имеются подвижные стадии.

Ответ: Г

9. Одно из самых многочисленных семейств покрытосеменных растений. Цветки имеют сростнолепестный венчик. Плод – семянка.

Ответ: И

10. Организмы, пластиды которых имеют две мембраны и содержат хлорофиллы а и b.

Ответ: Б

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

Многие млекопитающие вторично освоили водную среду обитания. Какие преобразования в организме позволили им это сделать? Охарактеризуйте адаптации этих животных к водной среде и приведите примеры.

Ответ:

К водным млекопитающим относят, в первую очередь, представителей групп Китообразные, Ластоногие и Сирены. Рассмотрим основные морфологические и физиологические адаптации к обитанию в водной среде, характерные для этих животных.

#### **Локомоция в водной среде**

1) Приобретение в ходе эволюции обтекаемой (торпедообразной) формы тела, позволяющей более эффективно преодолевать сопротивление воды при движении. В связи с этим у таких животных изменилось строение позвоночника: например, у китообразных в ходе эволюции произошло уплощение позвонков и сильное сокращение длины таких отделов, как шейный и крестцовый. Кроме того, редуции подверглись различные выступающие части тела, в частности ушные раковины.

2) Преобразование конечностей в ласты. У китов этой трансформации способствовало увеличение числа фаланг пальцев (полифалангия), а у ластоногих – увеличение длины фаланг. У китообразных и сирен задние конечности редуцированы, однако имеется мощный горизонтальный хвостовой плавник, а у некоторых китообразных (дельфинов) – и спинной плавник, выполняющий функцию стабилизатора.

#### **Приспособления к длительному нахождению в условиях недостатка кислорода**

Поскольку водные млекопитающие способны дышать только атмосферным кислородом, у них имеется ряд адаптаций к длительному нахождению в воде без поступления кислорода извне.

- Запасание кислорода в мышцах благодаря высокому содержанию миоглобина, а также наличию особых скоплений спиральных кровеносных сосудов, служащих резервуаром крови, насыщенной кислородом.

- Перераспределение кровотока при нырянии таким образом, что кислородом в первую очередь снабжаются органы, наиболее чувствительные к его недостатку, – сердце и головной мозг.

- Замедление сердечного ритма при нырянии, что позволяет снизить энергетические затраты на сердечные сокращения и, как следствие, потребление сердцем кислорода.

- Хорошо развитые лёгкие, состоящие из огромного количества альвеол и обеспечивающие эффективное насыщение крови кислородом при вдыхании атмосферного воздуха. Кроме того, для водных млекопитающих характерна относительно низкая чувствительность дыхательного центра мозга к содержанию в крови углекислого газа.

#### **Приспособления, направленные на запасание и экономное расходование энергии**

- Накопление подкожного жира, служащего теплоизолятором и запасом питательных веществ.

- Повышение относительной длины кишечника для более эффективного поглощения питательных веществ из пищи. У всех хищных морских млекопитающих, вне зависимости от

происхождения, тонкая кишка длиннее, чем у сухопутных млекопитающих сопоставимых габаритов.

*Возможны и другие правильные элементы ответа.*

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



1. Рассмотрите фотографии растений двух разных видов (I, II), относящихся к одному отделу, а также изучите таблицу (см. ниже), которая представляет собой определительный ключ (определитель). Этот определитель позволяет установить принадлежность растения к тому или иному семейству и включает в себя пронумерованные утверждения (тезы и антитезы). Начинать определение объекта необходимо с тезы №1. Если она верно характеризует определяемый объект, то нужно перейти к тезе с номером, указанным рядом в скобках. Если теза №1 не подходит, следует обратиться к противоположному утверждению (антитезе), которая имеет тот же номер, но отмечена знаком «+», а затем переходить к тезе с номером, указанным в скобках рядом. 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. (2) | Завязь верхняя.   |
| 1+ (5) | Завязь нижняя.  |
| 2. (3) | Завязь глубоко четырёхлопастная; столбик выходит между её лопастями; плод распадается на 4 (1-3) орешковидных плодика.  |
| 2+ (4) | Завязь цельная или неглубоко двухлопастная, столбик выходит из её верхушки; плод нераспадающийся, коробочка или ягода.  |
| 3.     | Листья очередные; стебли цилиндрические, цветки собраны в завитки, нередко выпрямляющиеся к плодоношению и образующие общее соцветие – однобокую кисть, тычинок пять.<br><b>Семейство Бурачниковые</b>                                  |
| 3+     | Листья супротивные; стебли четырёхгранные; цветки пазушные, супротивные или собраны в ложные мутовки, образующие кистевидные, колосовидные, метельчатые или головчатые соцветия; тычинок четыре или две.<br><b>Семейство Яснотковые</b> |

|    |   |
|----|---|
| 4. | Тычинок две, венчик двугубый со шпорцем; листья сверху железистые, клейкие, собраны в прикорневую розетку, из которой выходят цветоносы.<br><b>Семейство Пузырчатковые</b>    |
| 4+ | Тычинок 4-5, если две, то венчик колёсовидный; листья сверху не клейкие, стебли более-менее облиственные.<br><b>Семейство Норичниковые</b>                                    |
| 5. | Тычинок 1-2, сросшихся со столбиком в колонку, околоцветник состоит из шести листочков, один из которых образует губу различной формы и размера.<br><b>Семейство Орхидные</b> |

Ответ:

Организм I – 1, 2, 3+ (семейство Яснотковые).

Организм II – 1+, 5 (семейство Орхидные).

2. Напишите название класса, к которому относится растение I, и укажите не менее двух признаков, характерных для большинства представителей этого класса.

Ответ:

Класс – Однодольные.

Признаки: 1) зародыш с одной семядолей; 2) мочковатая корневая система.

*Возможны и другие элементы ответа, верно характеризующие представителей класса Однодольные.*

3. Используя собственные знания и результаты изучения рисунка, охарактеризуйте растения I и II, используя следующий набор терминов:

Тип околоцветника – *простой/двойной*;

Тип соцветия – *колосовидное/ кистевидное/ метельчатое*;

Тип околоплодника – *сухой/ сочный*.

Ответ:

Организм I: тип околоцветника – простой; тип соцветия – колосовидное; тип околоплодника – сухой.

Организм II: тип околоцветника – двойной; тип соцветия – колосовидное; тип околоплодника – сухой.