

# Всесибирская олимпиада по биологии 2022–2023.

Второй этап. 5 марта 2023.

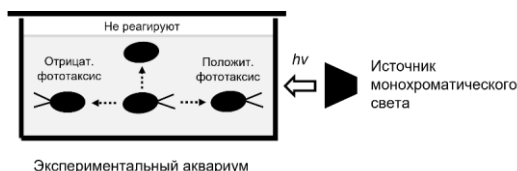
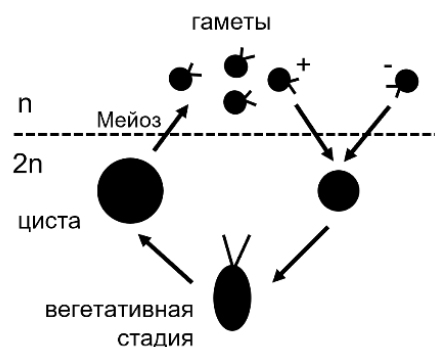
## 10 класс

Время выполнения задания – 4 часа.

### 1. Генетика водорослей (20 баллов)

*Obamium finallium* - вымышленная водоросль, чей жизненный цикл представлен на рисунке. Предположим, у этого вида водорослей серия множественных аллелей гена **R** определяет разные изоформы фоторецепторного белка. Доминирование полное:  $R_1 > R_2 > R_3$

| Аллель | Длина волны спектра поглощения, на которую реагирует фоторецепторный белок |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|
| $R_1$  | реагирует на <b>голубую</b> часть спектра ( $\lambda = 490$ нм)            |
| $R_2$  | реагирует на <b>зеленую</b> часть спектра ( $\lambda = 540$ нм)            |
| $R_3$  | реагирует на <b>желтую</b> часть спектра ( $\lambda = 570$ нм)             |



При возбуждении белка фоторецептора определенной длиной волны ( $\lambda$ ) запускается сложная цепочка внутриклеточных реакций. В итоге, клетки начинают двигаться за счет работы жгутиков по направлению к источнику монохроматического света **ИЛИ** в сторону от него.

Доминантный ген **D** определяет движение водоросли по направлению к источнику света (положительный фототаксис), его рецессивный аллель **d** — в сторону от источника света (отрицательный фототаксис).

Третий ген **H** – центриолеобразователь; он отвечает за сборку базального тела (центриолей) в основании жгутиков. У водоросли с генотипом **hh** базальное тело жгутиков не собирается.

Гены **R**, **D**, **H** наследуются независимо.

Две клетки водоросли *Obamium finallium* с генотипами  $R_1R_1DDHh$  и  $R_3R_3ddHh$  поместили в экспериментальный аквариум. Через некоторое время каждая клетка сформировала цисту. После чего образовались гаметы и произошло оплодотворение (гаметы, образовавшиеся из одной и той же клетки, не сливаются друг с другом).

Гетерозиготного по гену **H** потомка из F1 поместили в другой аквариум с водорослью, генотип которой неизвестен. Потомков из F2 анализировали следующим образом: включали источник монохроматического света с разными длинами волн и считали количество реагирующих клеток. Результаты приведены в таблице ниже:

| Реакция на свет          |                    | Кол-во клеток из F2 (в %) |
|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| Положительный фототаксис | $\lambda = 490$ нм | 28                        |
|                          | $\lambda = 540$ нм | 14                        |
|                          | $\lambda = 570$ нм | 14                        |
| Нет реакции              |                    | 25                        |
| Отрицательный фототаксис | $\lambda = 490$ нм | 9                         |
|                          | $\lambda = 540$ нм | 4                         |
|                          | $\lambda = 570$ нм | 4                         |

**Вопрос 1.** Определите генотипы родителей во втором скрещивании.

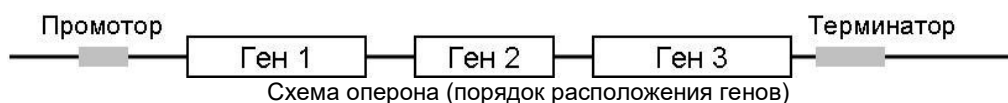
**Вопрос 2.** Запишите в таблицу 1 генотипы потомков F2, определяющие характер реагирования на источник света (если однозначно нельзя определить, гомозигота это или гетерозигота, то для второго аллеля ставьте прочерк «—»).

**Вопрос 3.** Какова причина того, что четверть клеток из потомства F2 не реагирует ни на один источник света?

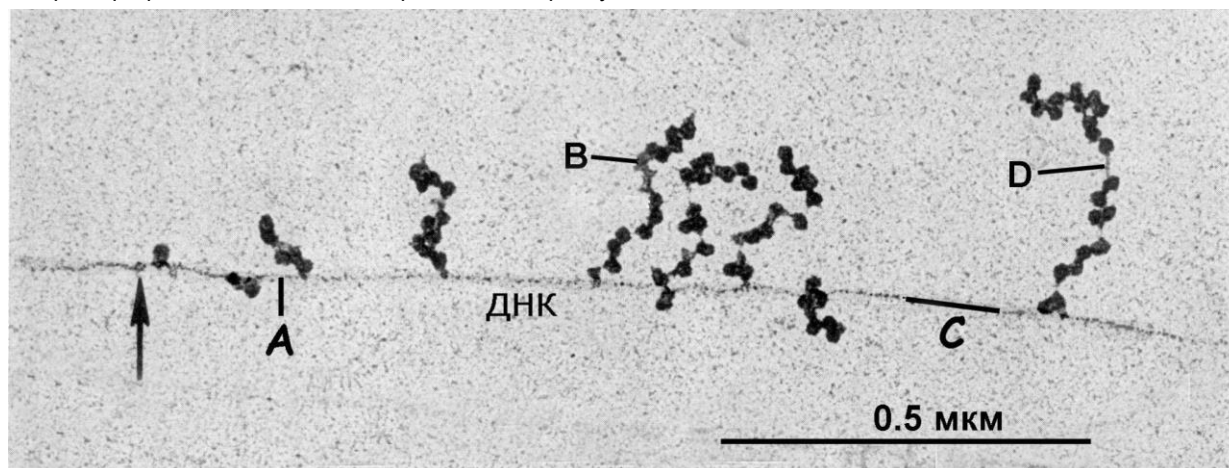
**Вопрос 4.** Какова вероятность образования генотипа  $R_1R_3DDHh$  в потомстве F2? Приведите расчеты.

## 2. Оперон (20 баллов)

На электронно-микроскопической фотографии, сделанной в 1970 г., виден процесс экспрессии участка оперона, кодирующего три разных белка (обозначим их белки 1-3).



На фотографию попал не весь оперон, а некоторый участок из его начала.



Рассмотрите фотографию и ответьте на вопросы:

**Вопрос 1.** Для каких организмов характерно наличие оперонов?

**Вопрос 2.** Какие процессы видны на фотографии?

**Вопрос 3.** Предположите, на какой элемент оперона указывает стрелка. На этом участке виден фермент, осуществляющий один из процессов — назовите этот фермент.

**Вопрос 4.** Определите клеточную структуру, видимую здесь как черные кружочки.

**Вопрос 5.** В каком направлении (вправо или влево) движется по ДНК фермент из вопроса 3? Ответ обоснуйте.

**Вопрос 6.** Белок под каким номером кодируется участком, обозначенным А? Обоснуйте (считайте, что все гены и белки этого оперона имеют примерно одинаковую длину).

**Вопрос 7.** Белок под каким номером кодируется участком, обозначенным В? Обоснуйте.

**Вопрос 8.** Участок какой молекулы обозначен буквой D?

**Вопрос 9.** Является ли участок С кодирующим или некодирующим? Ответ обоснуйте.

## 3. Свет из глубин (26 баллов)

Многие глубоководные животные используют биолюминесценцию и обладают специальными светящимися органами. В основе этого явления лежит ферментативное окисление субстратов (называемых люциферинами) под действием специфического фермента люциферазы. После чего продукт распадается с высвобождением энергии в виде световой волны.

У рыб, морских моллюсков биолюминесценция происходит в особых органах — фотофорах. Фотофоры часто содержат биолюминесцентные бактерии, которые используют углеводы и кислород из крови рыб, а взамен вырабатывают свет.

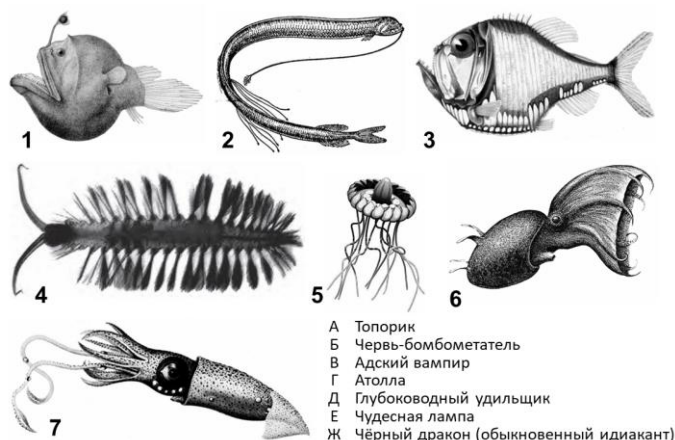
**Вопрос 1.** Предложите механизмы, с помощью которых можно регулировать интенсивность свечения в таких органах или создавать мигающее свечение?

**Вопрос 2.** Предположите, какими могут быть функции биолюминесценции у плотоядных и растительноядных животных?

**Вопрос 3.** Пищевые цепи какого типа преобладают в *афотических* (лишённых солнечного света) зонах водоёмов?

**Вопрос 4.** В каких случаях там могут возникнуть пищевые цепи иного типа (и какого)?

**Вопрос 5.** Ниже представлены изображения некоторых представителей глубоководной фауны. Заполните таблицу в бланке ответов, сопоставив изображения животных с их названиями, а также назвав тип и класс, к которым принадлежат данные организмы.



#### 4. Сила в движении! (32 балла)

*В движении сила растет и набирает мощь.*

Вергилий Марон Публий

Согласно легенде, греческий воин по имени Фидиппид в 490 году до н. э. после битвы при Марафоне, чтобы возвестить о победе греков, пробежал без остановок от Марафона до Афин. Добежав до Афин, он успел крикнуть: «Радуйтесь, Афиняне, мы победили!» и упал замертво. Сейчас же проведение марафонов стало одним из видов спорта, а для некоторых и образом жизни.

В качестве «топлива» мышцы используют **аденозинтрифосфат (АТФ)** с образованием **аденозиндифосфата (АДФ)**. При расщеплении АТФ выделяется большое количество энергии. Но запаса АТФ в мышцах хватает всего на несколько секунд бега. Чтобы восполнить «топливные резервы» АДФ вновь должно преобразоваться в АТФ. На схеме вы видите три основных источника АТФ в клетках мышечной ткани.

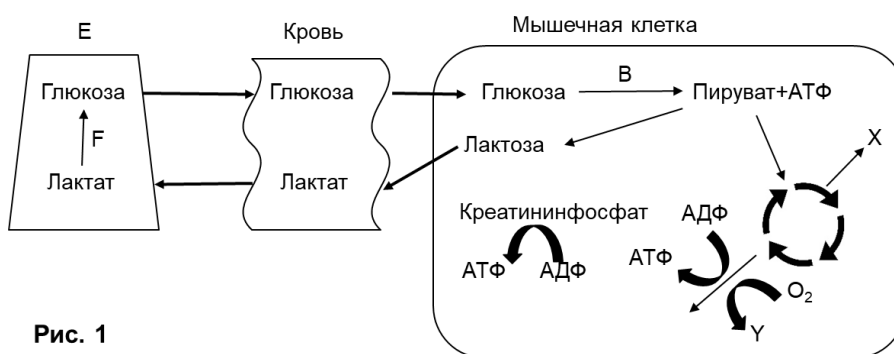


Рис. 1

**Вопрос 1.** Определите название процессов/веществ.

Глюкоза поступает в мышцы из крови или при расщеплении вещества **А**, накопленного в мышцах. Далее она окисляется до пировата в процессе **В**. При недостатке кислорода в тканях дальнейшее окисление пировата до соединений **Х** и **Y** не происходит, вместо чего пироват окисляется до молочной кислоты, которая выводится из мышцы и транспортируется в орган **С**, где в клетках **Д** происходит процесс синтеза глюкозы — **Е**, которая в дальнейшем транспортируется обратно к мышце. Такой процесс называется циклом Кори или глюкозо-лактатным циклом. Предположите, из каких веществ **З**, кроме лактата, может происходить процесс **Е**?

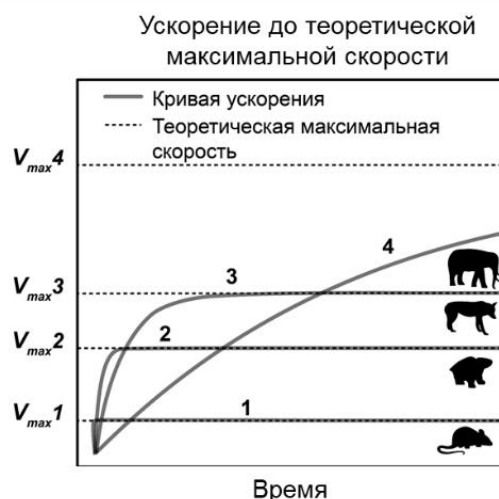
**Вопрос 2.** Мышцы содержат быстрые и медленные волокна. При беге в первые моменты основная нагрузка идет на быстрые волокна, так как в них есть запас вещества **А** и ферменты для процесса **В**, что позволяет получать АТФ быстро. В медленных волокнах присутствует большое количество органелл **Н**, в которых располагаются ферменты для процесса **Г**, а также содержится большое количество белка **М**, который является одним из переносчиков  $O_2$ . Получение АТФ здесь идет дольше, но зато эффективнее (с одной молекулы глюкозы или эквивалента получается больше молекул АТФ), поэтому при длительной нагрузке эффективнее использовать медленные волокна. Заполните таблицу с особенностями характерными для быстрых и медленных волокон.

**Вопрос 3.** Представим марафонца, который знает, что ему предстоит долгий бег, но он никуда не торопится. Экономя силы, он разгоняется и бежит со средней «ненапряженной» скоростью всю оставшуюся дистанцию, но в конце решает сделать финишный рывок. Нарисуйте график расходования жиров и углеводов в его организме, основываясь на том, какие типы мышечных волокон будут преимущественно работать в каждой ситуации. При рассуждении учитывайте, что в процессах **Г** будут в основном использоваться жиры. Графики поясните.

**Вопрос 4.** А теперь представим, что марафонец вышел на соревнования и ему необходимо поддерживать максимальную скорость. Опишите словами, как изменятся ваши графики?

**Вопрос 5.** Большинство биомеханических моделей предполагают, что теоретическая максимальная скорость животного прямопропорциональна его массе (рис. 2). Однако, реальная максимальная скорость характерна для не самых крупных животных. Проанализируйте график и предположите, почему слон не может достигнуть своей максимальной скорости?

Рис. 2



## 5. Растения внутри и снаружи (36 баллов)

Высшие растения имеют дифференцированные ткани и органы, и по расположению тканей на срезе можно определить как орган, так и систематическое положение исследуемого растения в рамках крупных таксонов.

Перед вами схематичные изображения двух растений (рис. 1 и 2) и их поперечных срезов (рис. 3), выполненных в местах, обозначенных арабскими цифрами на рисунках.

**Вопрос 1.** В бланке ответов соотнесите органы растений, обозначенные арабскими цифрами, с изображениями поперечных срезов (буквы русского алфавита).

**Вопрос 2.** Назовите ткани, обозначенные на срезах звёздочкой (**на разных срезах отмечены разные структуры!**). Определите, к какому типу каждая из них относится (впишите в таблицу в бланке ответов римские цифры).

**Типы тканей:**

- I – Образовательные
- II – Покровные
- III – Проводящие
- IV – Основные
- V – Механические

**Вопрос 3.** К каким отделам и классам относятся изображённые организмы?

Рис. 1

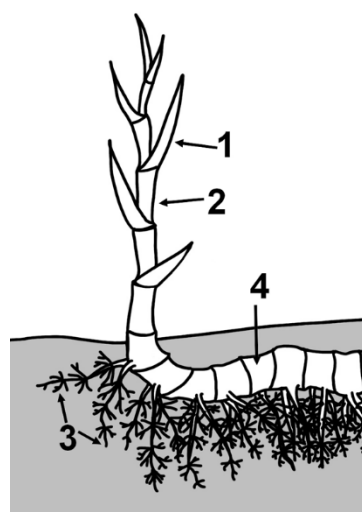


Рис. 2

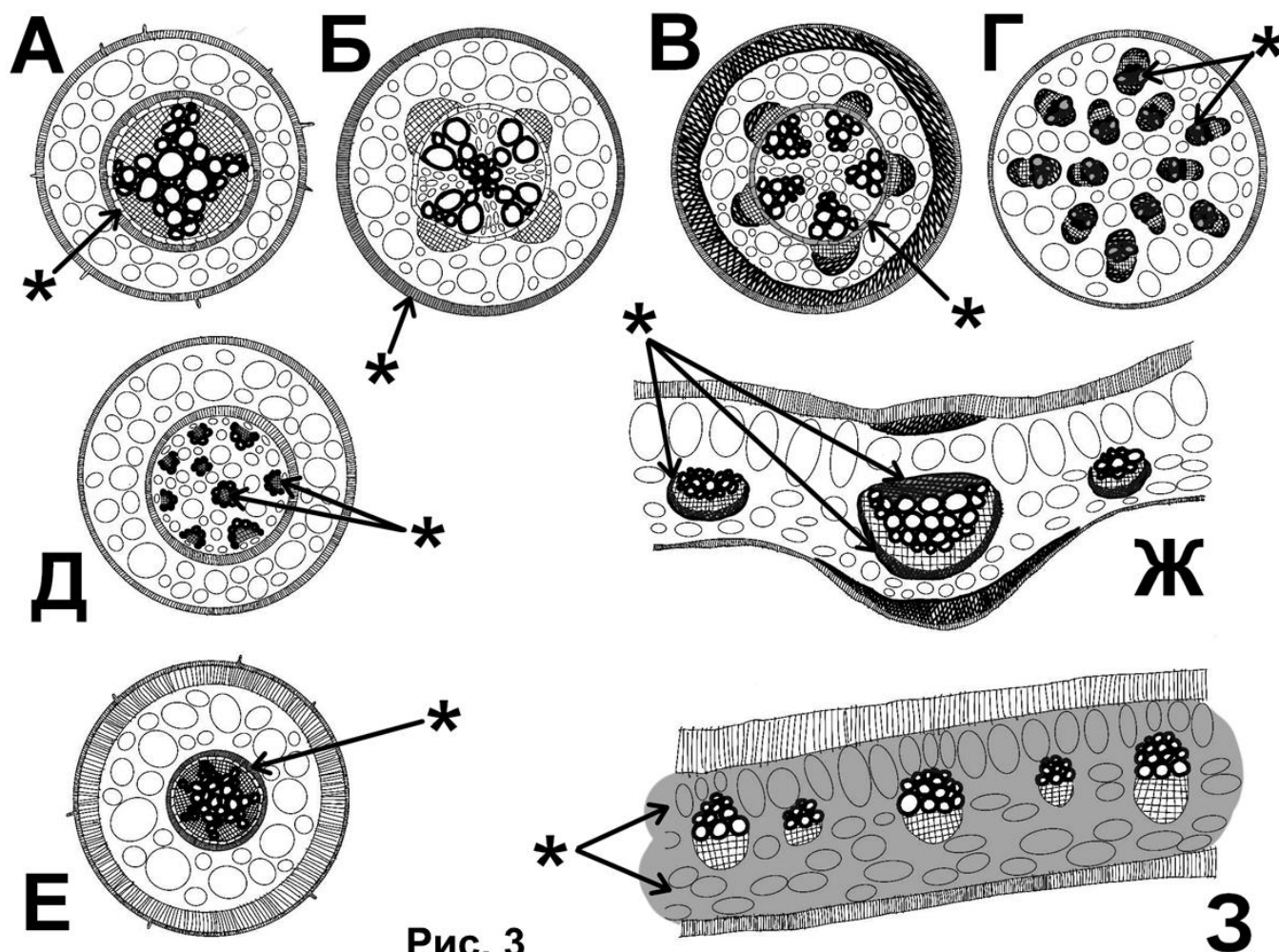
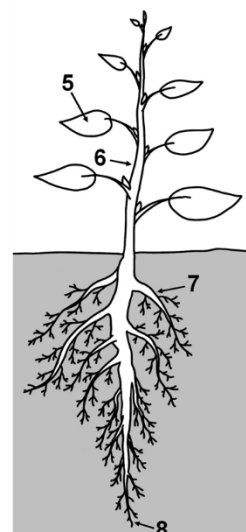


Рис. 3

Шифр \_\_\_\_\_ Не пишите фамилию и имя; шифр впишут при сдаче.

Площадка \_\_\_\_\_

Поле для проверяющих. Не пишите в нём ничего.

| Задание   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | $\Sigma$ | Перепроверка |
|-----------|----|----|----|----|----|----------|--------------|
| Макс.балл | 20 | 20 | 26 | 32 | 36 | 134      |              |
| Баллы     |    |    |    |    |    |          |              |
| Проверил  |    |    |    |    |    |          |              |

Всесибирская олимпиада по биологии 2022–2023. Второй этап

5 марта 2023

Время выполнения заданий – 4 часа

Класс 10

1. Генетика водорослей (20 баллов)

**Вопрос 1.** Определите генотипы родителей во втором скрещивании

**Вопрос 2.** Запишите в таблицу генотипы потомков F<sub>2</sub>.

| Реакция на свет          |                    | Кол-во клеток из F <sub>2</sub><br>(в %) | Генотипы        |
|--------------------------|--------------------|------------------------------------------|-----------------|
| Положительный фототаксис | $\lambda = 490$ нм | 28                                       | $R_1 - D - H -$ |
|                          | $\lambda = 540$ нм | 14                                       |                 |
|                          | $\lambda = 570$ нм | 14                                       |                 |
| Нет реакции              |                    | 25                                       |                 |
| Отрицательный фототаксис | $\lambda = 490$ нм | 9                                        |                 |
|                          | $\lambda = 540$ нм | 4                                        |                 |
|                          | $\lambda = 570$ нм | 4                                        |                 |

**Вопрос 3.** Какова причина того, что четверть клеток из потомства F<sub>2</sub> не реагирует ни на один источник света?

**Вопрос 4.** Какова вероятность образования генотипа R<sub>1</sub>R<sub>3</sub>DDHH в потомстве F<sub>2</sub>? *Приведите расчеты*

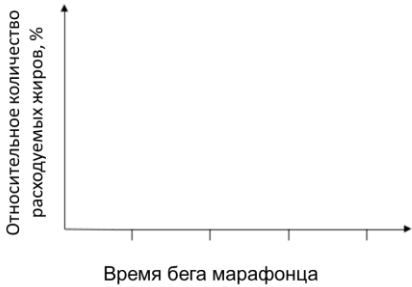
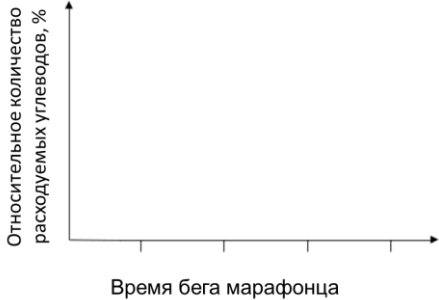
## 2. Оперон (20 баллов)

|                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Вопрос 1.</b> Для каких организмов характерно наличие оперонов?                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 2.</b> Какие процессы видны на фотографии?                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 3.</b> Предположите, на какой элемент оперона указывает стрелка<br>На этом участке виден фермент, осуществляющий один из процессов - назовите этот фермент |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 4.</b> Определите клеточную структуру, видимую здесь как черные кружочки                                                                                   |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 5.</b> В каком направлении (вправо или влево) движется по ДНК фермент из вопроса 3? Ответ обоснуйте                                                        |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 6.</b> Белок под каким номером кодируется участком, обозначенным А? Обоснуйте                                                                              |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 7.</b> Белок под каким номером кодируется участком, обозначенным В? Обоснуйте                                                                              |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 8.</b> Участок какой молекулы обозначен буквой D?                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                      |
| <b>Вопрос 9.</b> Является ли участок С кодирующим или не кодирующим? Ответ обоснуйте                                                                                 |
|                                                                                                                                                                      |

## 3. Свет из глубин (26 баллов)

|                                                                                                                                                 |            |              |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|
| <b>Вопрос 1.</b> Предложите механизмы, с помощью которых можно регулировать интенсивность свечения в фотофорах или создавать мигающее свечение? |            |              |              |
|                                                                                                                                                 |            |              |              |
| <b>Вопрос 2.</b> Предположите, какими могут быть функции биолюминесценции у хищных и травоядных животных?                                       |            |              |              |
|                                                                                                                                                 |            |              |              |
| <b>Вопрос 3.</b> Пищевые цепи какого типа преобладают в <i>афотических</i> зонах водоёмов?                                                      |            |              |              |
|                                                                                                                                                 |            |              |              |
| <b>Вопрос 4.</b> В каких случаях там могут возникнуть пищевые цепи иного типа (и какого)?                                                       |            |              |              |
|                                                                                                                                                 |            |              |              |
| <b>Вопрос 5.</b> Заполните таблицу:                                                                                                             |            |              |              |
| <b>Номер</b>                                                                                                                                    | <b>Тип</b> | <b>Класс</b> | <b>Буква</b> |
| 1                                                                                                                                               |            |              |              |
| 2                                                                                                                                               |            |              |              |
| 3                                                                                                                                               |            |              |              |
| 4                                                                                                                                               |            |              |              |
| 5                                                                                                                                               |            |              |              |
| 6                                                                                                                                               |            |              |              |
| 7                                                                                                                                               |            |              |              |

#### 4. Сила в движении! (32 балла)

| Вопросы 1 и 2. Укажите название процессов/веществ                                   |  | Вопрос 2. Сравните                             | Быстрые  | Медленные |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|----------|-----------|
| A                                                                                   |  | Основной путь образования АТФ                  | В        | С         |
| B                                                                                   |  |                                                |          |           |
| C                                                                                   |  | Сколько моль АТФ образуется на 1 моль глюкозы? |          |           |
| D                                                                                   |  |                                                |          |           |
| E                                                                                   |  | Количество вещества А                          | Много    | Мало      |
| F                                                                                   |  | Зависит ли эффективность от наличия кислорода? |          |           |
| M                                                                                   |  |                                                |          |           |
| N                                                                                   |  | Количество капилляров                          |          |           |
| X                                                                                   |  | Продолжительность работы                       | Короткая | Быстрая   |
| Y                                                                                   |  | Утомляемость                                   |          |           |
| Z                                                                                   |  | Много ли у марафонцев?                         |          |           |
| Вопрос 3. Для жиров                                                                 |  | Вопрос 3. Поясните графики.                    |          |           |
|   |  |                                                |          |           |
| Вопрос 3. Для углеводов                                                             |  | Вопрос 4.                                      |          |           |
|  |  |                                                |          |           |
| Вопрос 5.                                                                           |  |                                                |          |           |
|                                                                                     |  |                                                |          |           |

## 5. Растение внутри и снаружи (36 баллов)

**Вопрос 1.** Соотнесите органы растений, обозначенные арабскими цифрами, с изображениями поперечных срезов (буквы русского алфавита).

**Вопрос 2.** Назовите ткани, обозначенные на срезах звёздочкой. Определите, к какому типу каждая из них относится.

*Типы тканей: I – Образовательные II – Покровные III – Проводящие IV – Основные V – Механические*

**Вопрос 3.** К каким отделам и классам относятся изображённые организмы?

| Номер | Буква | Наименование отмеченной ткани | Систематическое положение (отдел, класс) |
|-------|-------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 1     |       |                               |                                          |
| 2     |       |                               |                                          |
| 3     |       |                               |                                          |
| 4     |       |                               |                                          |
| 5     |       |                               |                                          |
| 6     |       |                               |                                          |
| 7     |       |                               |                                          |
| 8     |       |                               |                                          |