

## Всесибирская олимпиада по биологии 2022–2023.

Второй этап. 5 марта 2023.

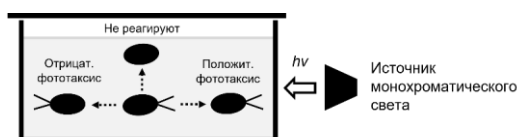
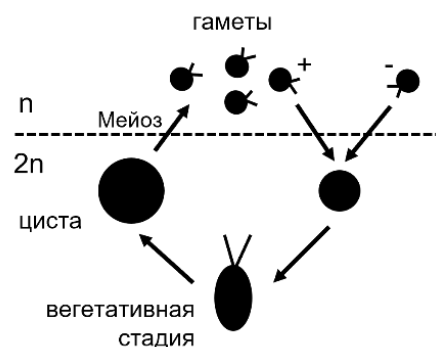
### 10 класс

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)



Экспериментальный аквариум

При возбуждении белка фоторецептора определенной длины 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.

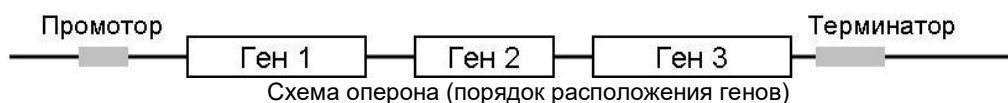
**Вопрос 2.** Запишите в таблицу 1 генотипы потомков F2, определяющие характер реагирования на источник света (если однозначно нельзя определить, гомозигота это или гетерозигота, то для второго аллеля ставьте прочерк «—»).

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

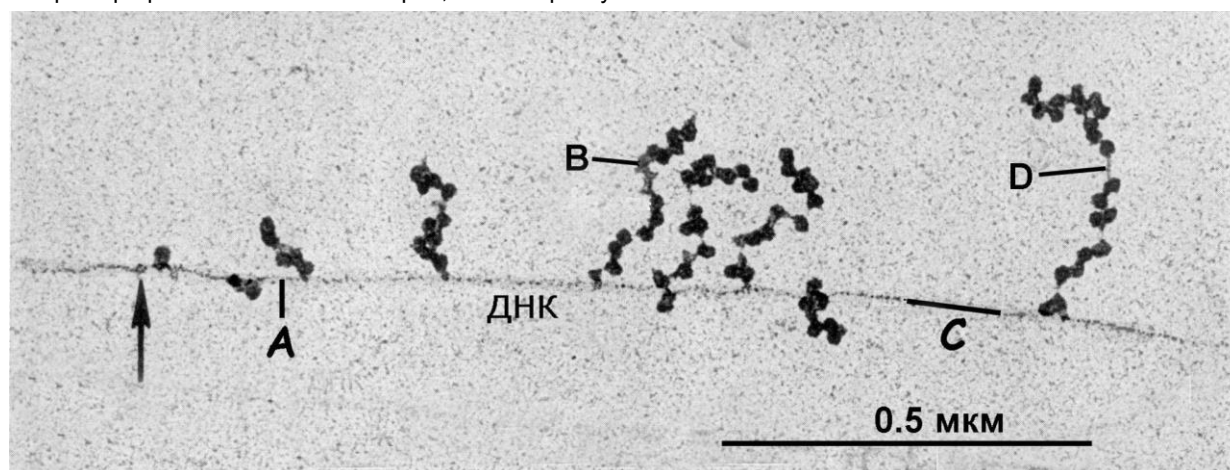
**Вопрос 4.** Какова вероятность образования генотипа  $R_1R_3DDHh$  в потомстве F2? Приведите расчеты.

## 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.

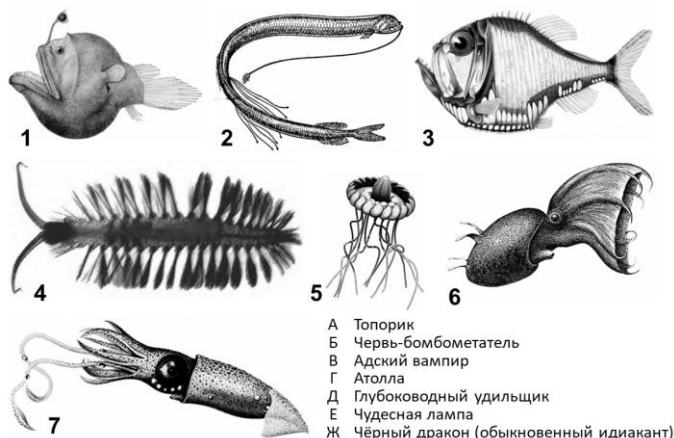
**Вопрос 1.** Предложите механизмы, с помощью которых можно регулировать интенсивность свечения в таких органах или создавать мигающее свечение?

**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.



- А Топорик
- Б Червь-бомбочетатель
- В Адский вампир
- Г Атолла
- Д Глубоководный удильщик
- Е Чудесная лампа
- Ж Чёрный дракон (обыкновенный идиакант)

**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.

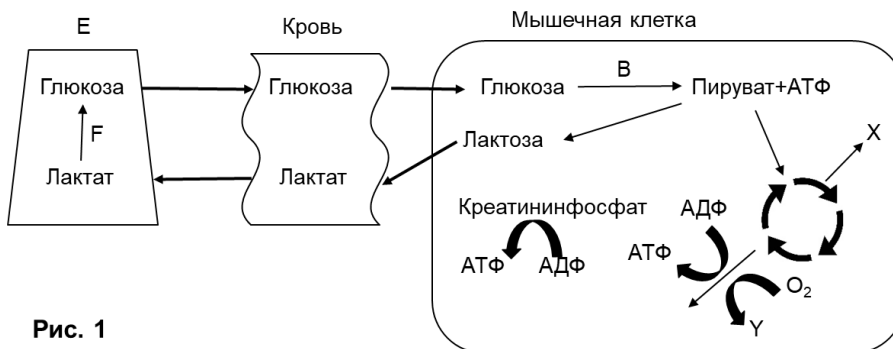


Рис. 1

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

Глюкоза поступает в мышцы из крови или при расщеплении вещества **A**, накопленного в мышцах. Далее она окисляется до пирувата в процессе **B**. При недостатке кислорода в тканях дальнейшее окисление пирувата до соединений **X** и **Y** не происходит, вместо чего пируват окисляется до молочной кислоты, которая выводится из мышцы и транспортируется в орган **C**, где в клетках **D** происходит процесс синтеза глюкозы — **E**, которая в дальнейшем транспортируется обратно к мышце. Такой процесс называется циклом Кори или глюкозо-лактатным циклом. Предположите, из каких веществ **Z**, кроме лактата, может происходить процесс **E**?

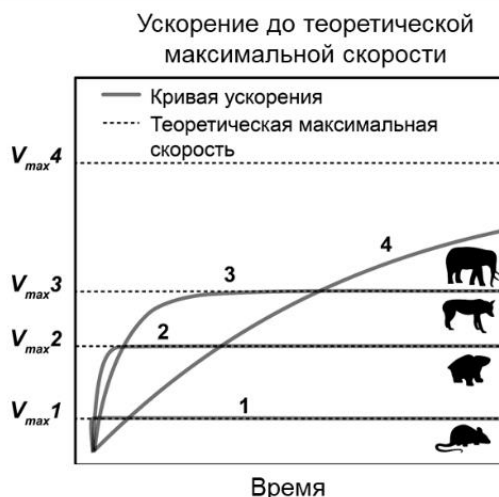
**Вопрос 2.** Мышцы содержат быстрые и медленные волокна. При беге в первые моменты основная нагрузка идет на быстрые волокна, так как в них есть запас вещества **A** и ферменты для процесса **B**, что позволяет получать АТФ быстро. В медленных волокнах присутствует большое количество органелл **N**, в которых располагаются ферменты для процесса **F**, а также содержится большое количество белка **M**, 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 **F** 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



Ускорение до теоретической максимальной скорости

Время



### 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 срезе 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?

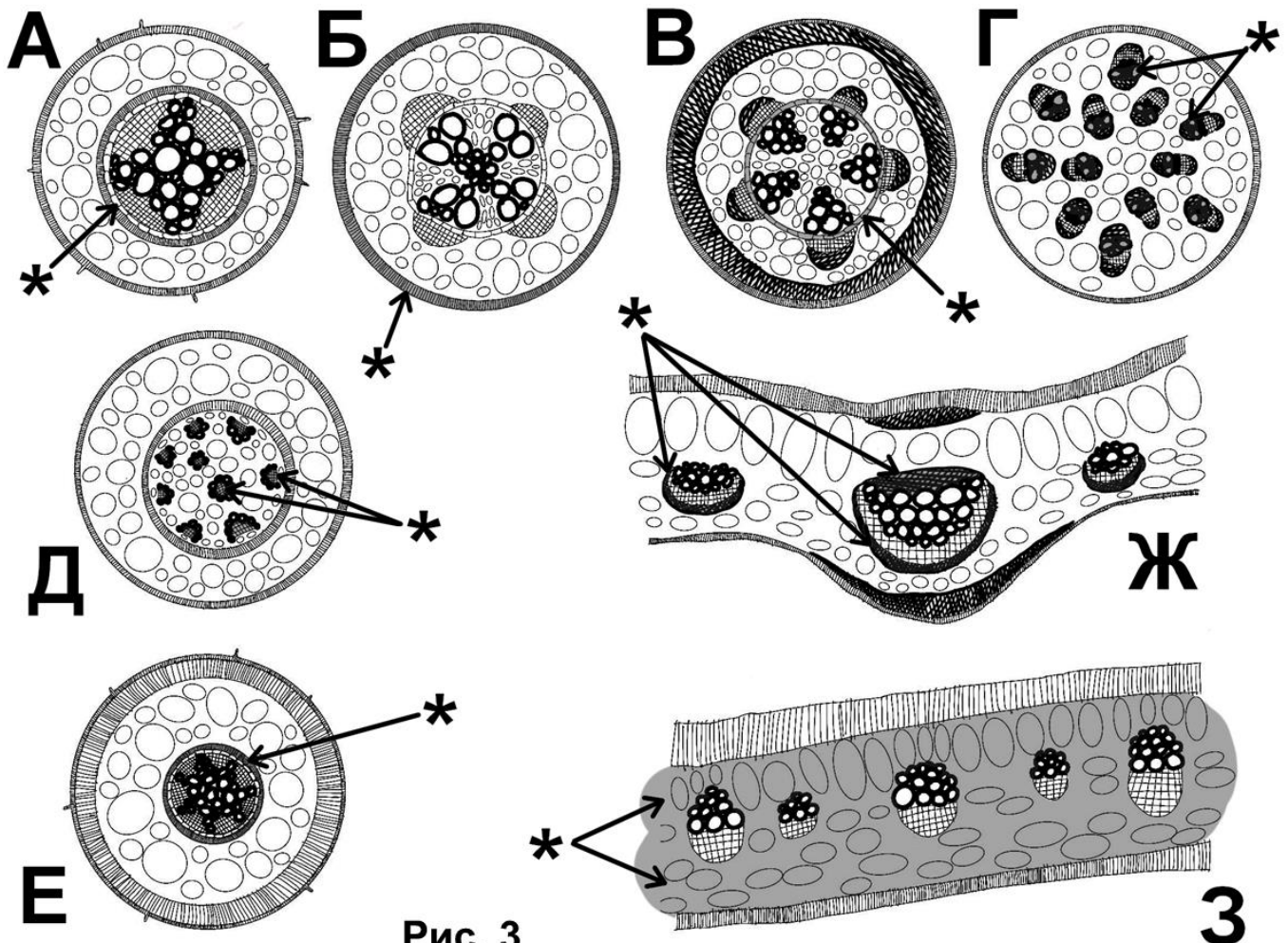
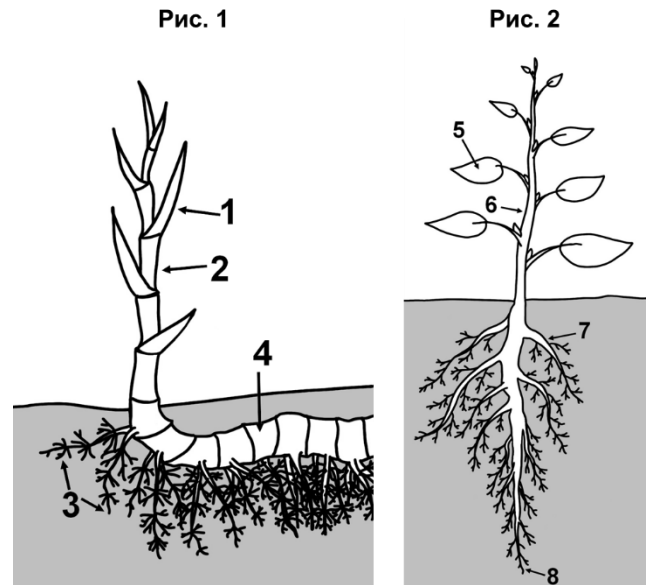


Рис. 3