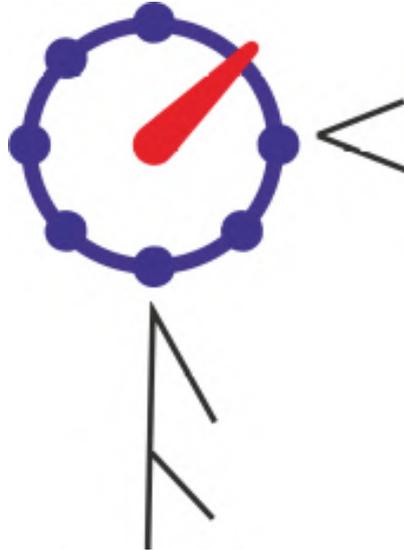




Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)

Задача 1. Молекулярные часы



Существует метод датирования расхождений видов или других таксонов во времени, который называется «Молекулярные часы». Метод тесно связан с нейтральной теорией молекулярной эволюции и основан на гипотезе, согласно которой мутации (замены нуклеотидов в молекулах ДНК и РНК) происходят с постоянной скоростью, т.н. скорость мутагенеза, v_m . Данный подход имеет массу разновидностей, ограничений и уточнений, постоянно подвергается критике (во многом обоснованной). Тем не менее, в настоящий момент альтернативы ему, как методу, приблизительно оценивающему датировку филогенетических событий, не существует.

Ниже вам предлагается задача на расчет расхождения времени двух популяций.

Сделаем ряд допущений. Скорость мутагенеза принимаем равной 1,2 мутации на 100 000 000 пар оснований (индивид и популяция мутируют с одинаковой скоростью) в поколение (20 лет). Считаем, что в геноме человека 6 000 000 000 пар оснований. Скорость мутагенеза связана с количеством нейтральных расхождений (нейтральных мутаций) между видами, N_D , и временем до расхождения (жизни последнего предка), t , соотношением:

$$v_m = N_D/2t$$

Рассчитайте время до расхождения популяций, если $N_D=1440$. **(2 балла)** Результат объясните. **(максимум 6 баллов)**

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)
Задача 2. Скажи мне, кто твой друг?

Создайте 4 пары из объектов, приведенных на рисунке, исходя из принципа аналогии. Пара может включать как живой и неживой объекты, так и два живых объекта, но не может включать два неживых объекта. Обязательно объясните, чем вы руководствовались при составлении пары.



а) Гвоздика полевая
(*Dianthus campestris*)



б) Штепсель



в) Мышь компьютерная



г) Мангольд (*Beta vulgaris*)



д) Ящерица прыткая
(*Lacerta agilis*)



е) Медуница лекарственная
(*Pulmonaria officinalis*)



ж) pH-метр



з) Мышь домовая
(*Mus musculus*)

Всего – 8 баллов

Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап) Задача 3. Мидихлорианы в клетках



Согласно вселенной «Звездных войн», мидихлорианы — это некоторая разумная микроскопическая форма жизни, позволяющая живым существам управлять «Силой». Количество мидихлорианов определяет «Силу» их носителя и лежит в основе качеств джедая. В основе концепции мидихлорианов лежат митохондрии — органоиды, обеспечивающие синтез АТФ в результате окислительного фосфорилирования. Гликолиз — другой процесс синтеза АТФ, протекающий в цитоплазме клеток, не требующий молекул кислорода и дающий существенно меньшее количество АТФ, чем митохондрии.

В последние годы появляется все больше данных о том, что митохондрии динамично подстраиваются под текущие энергетические нужды клеток, обеспечивая усиленный синтез АТФ в тех клеточных компартментах, в которых в данный момент увеличено использование АТФ.

1. Назовите клеточные процессы, которые идут с затратами большого количества АТФ, синтез которого могут обеспечить митохондрии, но не гликолиз. **(1 балл, по 0,5 балла за процесс)**
2. Синтез АТФ в результате окислительного фосфорилирования сопровождается образованием некоторых побочных продуктов, которые могут быть опасными для самих клеток. Что это за вещества? **(1 балл)** Как клетки могут защищаться от них? **(1 балл)**
3. Предложите способы, при помощи которых митохондрии могут увеличить количество синтезируемых молекул АТФ. **(2 балла)**
4. Установлено, что в колбочках — светочувствительных клетках сетчатки — количество митохондрий циклически изменяется в течение суток, достигая своего максимума в ночное время. Также в ночное время увеличивается количество синтезируемых молекул АТФ в митохондриях колбочек, хотя, казалось бы, колбочки не активны ночью. Предложите объяснения этого феномена. **(3 балла)**

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап) Задача 4. Горный воздух



Если задержать дыхание или долго находиться в душной комнате (или, еще хуже, на тонущей подводной лодке, при механическом удушье) возникает неприятное ощущение и желание сделать глубокий вдох. А возникает ли это ощущение в высокогорье (например, на высоте 5 тыс.м.) и почему?

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап) Задача 5. лягушачья кожа



– Ах, Иван Царевич, зачем ты сжег мою лягушачью кожу!

– Потому, Василиса, что ксенографт вызывает иммунный ответ и не может быть использован в качестве постоянного трансплантата. Лягушачьей кожей нельзя заменить поврежденные участки человеческой кожи навсегда, однако ксенографт на основе лягушачьей кожи используют для того, чтобы временно закрыть поверхность раны при обширных повреждениях и дождаться частичного заживления.

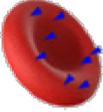
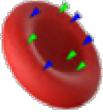
1. Как вы думаете, откуда происходит название «ксенографт»? **(1 балл)**
2. Не только фрагменты тканей животных пересаживают человеку, но и наоборот, иногда фрагмент человеческих тканей вживляют в организм лабораторной мыши, не для того, чтобы вылечить мышь, но для того, чтобы спасти человека. Как именно такие эксперименты могут помочь человеку? **(3 балла)**
3. Как правильно заметил Иван Царевич, ксенографт вызывает иммунный ответ в организме реципиента. Предложите варианты, как можно достичь отсутствия иммунного ответа у мышей-реципиентов? **(4 балла)**

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)
Задача 6. Группы крови у кошек

система крови АВ у кошек

группа крови	эритроциты	антитела	генотип	
A		к <i>b</i> 	<i>A/A</i> <i>A/ab</i> <i>A/b</i>	антиген <i>A</i> 
AB менее 1%		отсутствуют	<i>ab/ab</i> <i>ab/b</i>	антиген <i>b</i> 
B		к <i>A</i> 	<i>b/b</i>	<i>A</i> доминантен по отношению к <i>ab</i> и <i>b</i> <i>ab</i> доминантен по отношению к <i>b</i> <i>ab ≠ A/b</i>

У кошек выделяют три группы крови: **A**, **B** и **AB**, которые определяются тремя аллелями: **A**, **ab** и **b**. При этом **A** доминантный аллель и доминирует над **ab** и **b** (соответственно, генотипы **A/A**, **A/ab** и **A/b** относятся к группе **A**), **ab** доминирует над **b** (соответственно, генотипы **ab/ab** и **ab/b** относятся к группе крови **AB**, а генотип **b/b** к группе крови **B**).

Антитела в крови у кошек появляются при рождении. Кошки с **AB** группой имеют **A** и **B** антигены, не имеют антител к ним и являются универсальными реципиентами. Кошки с группой **A** (самая распространенная) обладают антигеном **A**, менее половины кошек имеют антитела к **B** (очень мало, низкий титр). Все кошки с группой **B** имеют антитела **A** (большое количество, высокий титр).

Антигены могут попасть к котяткам с материнским молоком.

Переливание крови возможно допускается только от кошек с той же группой крови (исключение группа крови **AB**). Нельзя вязать кошек с группой крови **B** с котами, имеющими другие группы крови, иначе в потомстве кошки с группой крови **B** могут появляться котята с другими группами крови, что в большинстве случаев приводит к "синдрому внезапной смерти котят" (они рождаются, но не выживают).

На данный момент существует генетический тест, позволяющий оценить: гомозиготного носителя **b** (**b/b**), гетерозиготного носителя **b** (***/b**), и отсутствие аллеля **b** (***/***).

Была проведена вязка кошки и кота, все родившиеся котята погибли вскоре после рождения в результате синдрома внезапной смерти котят. Какие возможные генотипы были у кошки (а) (**1 балл**) и кота (б) (**2 балла**)? Объясните решение. (**максимум 5 баллов**)

Всего – 8 баллов

Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап) Задача 7. Радиоплесень



На выездной сессии международной конференции, во время кофебрейка два ученых страстно поспорили. Один из них, Иван Васильевич, восклицал:

– Радиофагия!!! Академик Легасов* лично наблюдал живую плесень *Cladosporium sphaerospermum* на стене разрушенного энергоблока!!! Эта плесень выжила! И не просто выжила, а эволюционировала. Она научилась питаться энергией гамма лучей! Это невероятно, но она изобрела принципиально новый фотосинтез... Не фотосинтез, а радиосинтез... Тоже неудачное слово. Но удачное название этому явлению – радиофагия! При сильном облучении гамма лучами скорость роста грибка может увеличиться в несколько раз.

– Ерунда! – это Никифор Петрович прожевал свой бутерброд и вступил в дискуссию. – Радиоактивное излучение – прежде всего сигнал о том, что соперники этого грибка погибли, и для плесени это шанс беспрепятственно расти. Да, она умеет защищать себя от губительного действия гамма лучей, но не больше. Питаться гамма лучами – это просто нонсенс!

Дискуссия продолжилась с утроенной силой.

Но мы же не остались в стороне, правда? Мы же быстро записывали в блокнотик аргументы обоих ученых, и вот часом позже мы сидим на конференции и от скуки листаем свой блокнот. Давайте, раз уж всё равно нечем заняться, рассортируем беспорядочно записанные аргументы на те, которые поддерживают теорию Ивана Васильевича про радиофагию, те, которые поддерживают теорию Петра Никифоровича, и те, которые очень интересные, но к предмету спора не относятся.

- 1) В условиях высокого радиоактивного фона могут выживать три вида грибов.
- 2) *Cladosporium sphaerospermum*, *Wangiella dermatitidis* и *Cryptococcus neoformans* под воздействием гамма излучения ускоряют свой рост в 2–4 раза.
- 3) Плесень черная потому, что накапливает много меланина.
- 4) Штамм *Cladosporium sphaerospermum*, лишенный меланина, погибает при облучении.

- 5) Штаммы *Cladosporium sphaerospermum*, богатые меланином, в обычных условиях растут медленнее обычных штаммов.
- 6) Радиоактивное излучение делает органику более питательной для плесени.
- 7) Меланосомы происходят из аппарата Гольджи и не имеют отношения к митохондриям.
- 8) Меланин поглощает ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма излучение.
- 9) *Cladosporium sphaerospermum* на МКС успешно поглощал космическую радиацию, опасную для людей.
- 10) В условиях ионизирующего излучения на мембране клеток радиотрофных грибов накапливаются электрические заряды.
- 11) *Cryptococcus neoformans* вызывает менингит. Погибшие от радиации организмы отличная пища для тех, кто выжил.
- 12) Американские исследователи ввели в выделенный и очищенный меланин селен и получили значительное возрастание протективных свойств меланина.
- 13) Меланин под воздействием радиации постоянно разлагается в клетке с образованием уксусной кислоты, которая весьма питательна.

1. Для каждого из вышеприведенного утверждения поставьте буквенное соответствие: А, Б или В, если:

- А. утверждения, поддерживающие версию Ивана Васильевича;
- Б. утверждения, поддерживающие версию Петра Никифоровича;
- В. утверждения, не относящиеся конкретно к спору.

Вопрос оценивается максимум в **4 балла**: 1 балл — за 3 правильно соотнесенных утверждений, 2 балла — за 6 правильно соотнесенных утверждений, 3 балла — за 9 и 4 балла — за 12 или 13 правильно соотнесенных утверждений.

2. Если известно, что для полной защиты МКС от радиации понадобится слой *Cladosporium sphaerospermum*, толщиной 2,3 метра, рассчитайте, сколько будет весить квадратный метр такой защиты? **(2 балла)**

- А. 2–3 килограмма
- Б. 2–3 грамма
- В. 2–3 тонны
- Г. 200–300 грамм

3. И наконец, давайте предположим, что Иван Васильевич прав, и плесень действительно приобрела новую способность использовать энергию гамма излучения для своих нужд. Из указанных ниже вариантов выберите вариант, как бы это могло происходить в клетке? Как эта энергия запасается, куда передается, как используется клеткой? **(2 балла)**

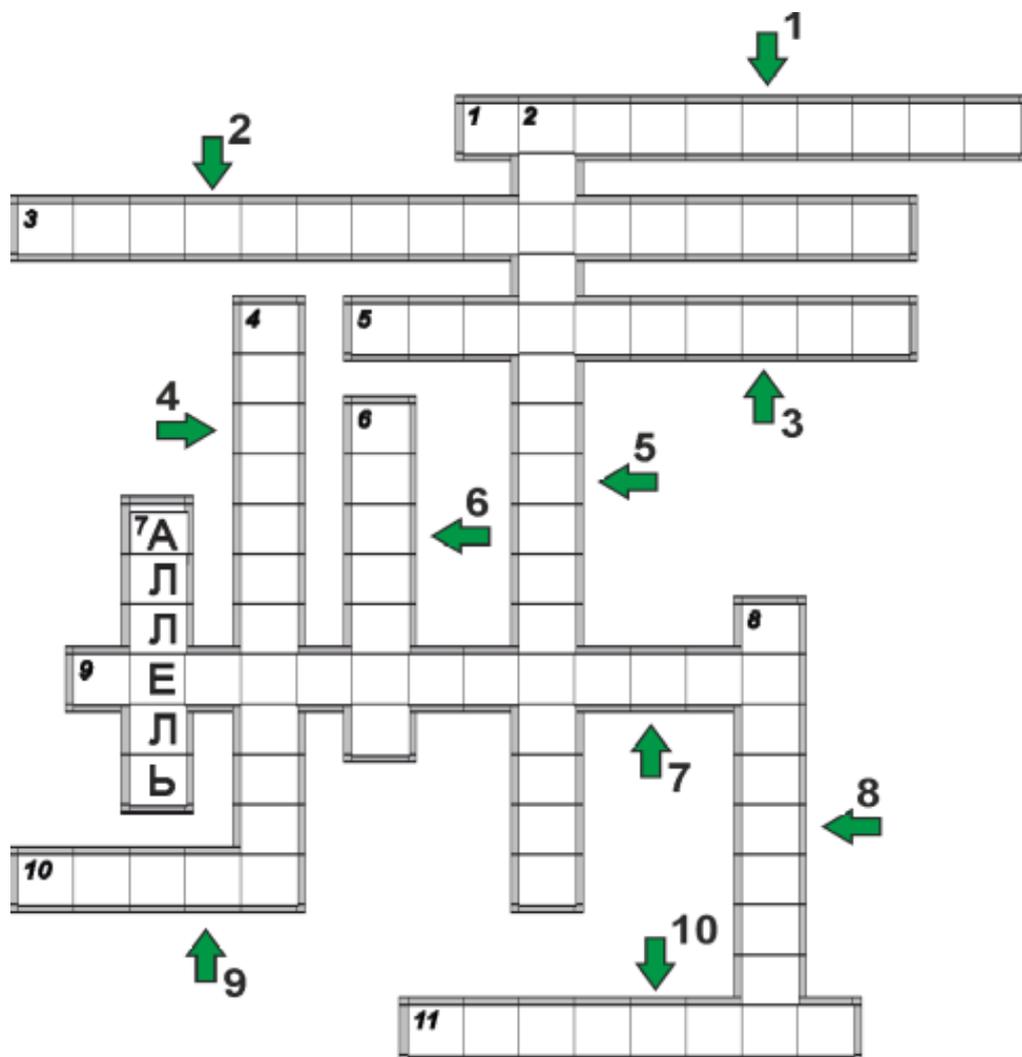
- А. Энергия поглощается меланином (меланин – нерегулярный гетерополимер, мало ли), образуется возбужденный электрон, который затем переходит на НАД⁺, который затем попадает в митохондрии и разряжается в дыхательной цепи.
- Б. Энергия поглощается меланином в меланосомах, возбужденные меланосомы сливаются с митохондриями, и меланин получает возможность контактировать непосредственно с компонентами дыхательной цепи.
- В. Энергия поглощается меланином в меланосомах, которые затем возвращаются в аппарат Гольджи, который перестраивается и становится носителем электрон–транспортной цепи.
- Г. Энергия поглощается меланином, образуется возбужденный электрон, который переходит на 3–фосфоглицерат, который за счет этого электрона превращается обратно в глицеральдегидфосфат. То есть возвращается на два этапа гликолиза назад и может снова поспособствовать образованию АТФ.

* Не Легасов, но наблюдали.

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)
Задача 8. Кроссворд «Аллель»



Заполните все недостающие слова. Отдельно выпишите в строчку буквы, указанные стрелками, в порядке, соответствующем числам над стрелками.

По горизонтали

1. В результате этого процесса на основе информации, содержащейся в гене, синтезируется РНК или белок.
3. Определение нуклеотидной последовательности образца в случае если информация о нем частично известна, для обнаружения его индивидуальных отличий.
5. Организм с одинаковыми аллелями в гомологичных хромосомах.
9. Присоединении метильной группы к цитозину.
10. Экзоны без интронов.
11. Парная хромосома, одинаковая у мужских и женских организмов.

По вертикали

2. Цитогенетическое исследование.
4. Совокупность всех молекул РНК, синтезируемых организмом.
6. Стойкое изменение генома.
8. Набор генов всех организмов, находящихся в образце среды.

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап) Задача 9. Молекулярный конструктор

Как известно, для терапии опухолей применяются различные химические вещества, которые могут быть токсичны не только для раковых клеток, но и для всего организма в целом, что приводит к побочным эффектам от химиотерапии. Для того, чтобы снизить нагрузку на организм, учёные разрабатывают специальные нанотранспортеры для таргетной доставки лекарств. Они могут включать в себя много различных фрагментов, каждый из которых каким-то образом улучшает проникновение лекарственного препарата в клетки или эффективность лечения. Такие фрагменты можно собирать в большие комплексы, как детали конструктора. Часто в составе таких «грузовиков» доставляются фотосенсибилизаторы – молекулы, которые при облучении подходящим излучением приводят к генерации активных форм кислорода, наиболее опасных для нуклеиновых кислот. Из предложенного списка выберите несколько компонентов, которые вы бы включили в свой нанотранспортер. Поясните свой выбор.

Пример: а) лиганд рецептора EGFR; пояснение: повышенная экспрессия данного рецептора характерна для раковых клеток, и его лиганд в составе нанотранспортера улучшит таргетирование препаратов на клетки опухоли.

- а) Натриевый канал
- б) Сигнал ядерной локализации
- в) H4-гистаминовый рецептор
- г) Пепсин
- д) Лиганд инсулинового рецептора
- е) Сигнальные молекулы, меняющие конформацию при кислом pH и способствующие формированию пор
- ж) Аденовирусные векторы
- з) Рецептор нуклеиновых кислот
- и) Цитохром С

Всего – 8 баллов

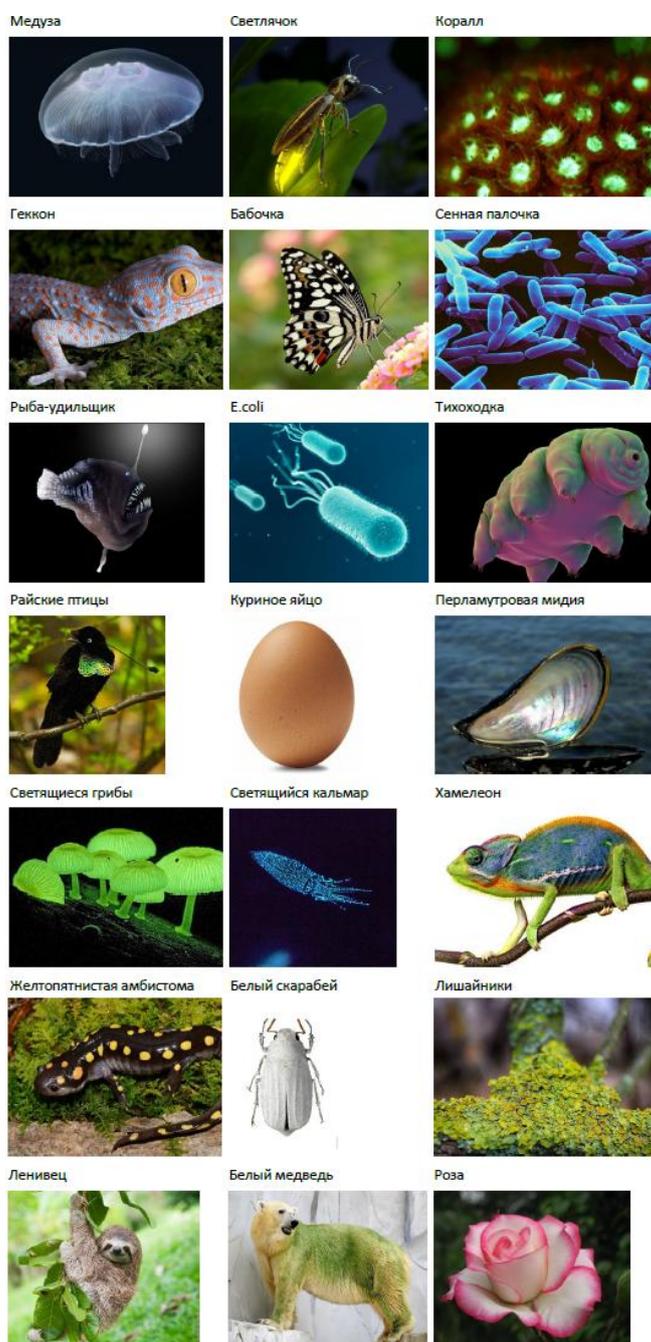


Биология для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)
Задача 10. У нас троих есть что-то общее

Выберите тройки участников, которые используют общие механизмы или явления:

1. Биолюминесценция (2 балла)
2. Структурная окраска (2 балла)
3. Эффект лотоса (2 балла)
4. Имеют симбиоз с водорослями (2 балла)

Примечание: животное или растение может относиться только к **одной** группе!



Всего – 8 баллов