



Всесибирская олимпиада по биологии 2019-20.

Первый отборочный этап. 13 октября 2019

9 – 11 классы. Время выполнения задания – 4 часа

Внимание! Задания со звездочками возле номера (*) – только для 11 класса.

Часть I. Химия жизни

Все живые организмы представляют собой химические системы. Характеристики клеток зависят от молекул, из которых они состоят. Задания **первой части** посвящены химическим элементам и веществам, их роли в живых системах или процессам, в которых они участвуют.

1. Биологически важные химические элементы (14 баллов).

Установите соответствие между химическими элементами и их значением для живых организмов.

Элемент	Значение для живых организмов	
Na	A	Аминокислоты, содержащие этот элемент, могут образовывать ковалентные связи в третичной структуре белка
K	B	Входит в состав хлорофилла
S	B	Входит в состав хлорофилла
Fe	B	Требуется для нормального деления клеток меристемы
Co	Г	Входит в состав гемоглобина (содержится в крови некоторых беспозвоночных)
Cu	Д	Вместе с Na необходим для поддержания трансмембранного электрического потенциала
F	Е	Входит в состав гемогруппы миоглобина
Mg	Ж	Участвует в синтезе гормона тироксина
B	З	Входит в состав витамина B12
Ca	И	Положительный ион этого металла преобладает во внеклеточной среде
P	К	Компонент зубной эмали и костей
Mn	Л	Входит в состав всех нуклеотидов, но не содержится ни в одной аминокислоте
Zn	М	Участвует в фотоокислении воды в световой фазе фотосинтеза
I	Н	Входит в состав гормона поджелудочной железы
	О	Ион этого металла принимает участие в свертывании крови, сокращении мышц

2. Транспорт веществ через мембрану (20 баллов)

Всё разнообразие путей проникновения веществ через клеточные мембраны подразделяют на две большие группы: **пассивный** транспорт и **активный**. Ответьте на вопросы, заполнив таблицу в бланке ответов.

Вопрос А. Поясните, в чём принципиальные отличия этих двух способов.

Вопрос Б. Для каждого вида транспорта из перечня в таблице укажите его тип (пассивный или активный). Из списка веществ выберите те, которые могут перемещаться таким образом, и внесите в последний столбец таблицы.

Виды транспорта		Вещества	
Простая диффузия	Белки-каналы	Вода	Ионы калия (K ⁺)
Белок-симпорт	Белки-насосы (АТФазы)	Кислород	Ионы натрия (Na ⁺)
Белок-антипорт		Глюкоза	

3. Цветная кровь (18 баллов).

Все знают, что кровь у человека красного цвета. Однако у некоторых животных кровь или гемолимфа имеют другой цвет. Зависит это от ионов металлов, входящих в состав дыхательных пигментов. Установите соответствие между названиями пигментов, металлами, содержащимися в этих пигментах, цветом оксигенированной (насыщенной кислородом) крови и представителями животных, у которых в крови находится соответствующий пигмент.

Пигменты крови	Металлы	Представители
Гемоглобин	Cu (медь)	А. Все позвоночные, есть у беспозвоночных
Хлорокруорин	Fe (железо)	Б. Полихеты
Пиннаглобин	Mn (марганец)	В. Плеченогие, сипункулиды, приапиды
Гемоглобин	V (ванадий)	Г. Многие членистоногие, моллюски, онихофоры
Гемованадий		Д. Моллюск <i>Pinna squamosa</i>
Гемэритрин		Е. Асцидии

4*. Наследование цвета крови у цвергов (24 балла). Только для 11 класса.

У цвергов белок, переносящий кислород, в норме содержит железо и поэтому имеет красный цвет. За усвоение железа отвечает фермент А (ген А). Если у цверга работает фермент А, он усваивает железо, и в его крови находится только красный белок. Если же фермент А не работает, то включается ген фермента В, усваивается медь, и переносящий кровь белок становится синим. Если у цверга не работают оба фермента, то он умирает, так как в его крови нет пигмента, переносящего кислород.

Доминантные аллели генов А и В кодируют нормально работающие ферменты, а рецессивные аллели – неспособные работать.

Родители цверга **Грера** были гетерозиготны по гену А, но у них не было детей с синей кровью.

У цверга **Бьорк** нет родственников с красной кровью и кровь Бьорк синего цвета.

Среди **детей Грера и Бьорк** 2/3 цвергов с красной кровью и 1/3 – с синей.

Вопрос А. Запишите, как разные сочетания генов определяют цвет крови у цвергов, заполнив таблицу «генотип → фенотип».

Вопрос Б. Определите генотипы Грера, Бьорк и их детей. Заполните схему скрещивания в бланке, объясните расщепление по фенотипу у детей.

Часть II. Моря и океаны

Моря и океаны занимают почти три четверти всей земной поверхности. Морская среда обитания исключительно подходит для жизни. Живые организмы встречаются не только в верхних слоях океана, куда в достаточном количестве проникает солнечный свет, но и на самых больших глубинах.

5. Морские водоросли (16 баллов).

Растительный мир морей и океанов представлен преимущественно водорослями.

Установите соответствие между характеристиками морских водорослей и систематическими группами из списка ниже. В отдельной графе таблицы в бланке ответов распределите водоросли по **экологическим типам (планктон или бентос)**. При этом учитывайте образ жизни **большинства** представителей данной группы.

Водоросли:	Характеристики водорослей	
Красные	А	За окраску водорослей отвечает пигмент фукоксантин
	Б	Клеточная стенка содержит кремнезём (диоксид кремния)
Бурые	В	В жизненном цикле нет жгутиковых стадий
Динофитовые	Г	Некоторые виды этих водорослей употребляют в пищу под названием «морской салат»
Диатомовые	Д	Обладают способностью к биолюминесценции
Гаптофитовые	Е	Самые глубоководные
Ульвовые	Ж	Все виды этих водорослей имеют многоклеточные формы
	З	Образуют на поверхности клеток известковые пластинки
	И	Представители этих водорослей являются виновниками «красных приливов»
	К	При размножении делением происходит постепенное уменьшение размеров клеток в ряду поколений

6. На глубине (20 баллов).

Большая часть объёма океана приходится на глубины более 1000 метров, где фотосинтез затруднён или невозможен. Каковы **особенности** экологических и физических условий на такой глубине?

Для каждой из указанных вами особенностей приведите **адаптации**, которые приобрели глубоководные рыбы.

Поясните их биологическое значение – каким образом эти приспособления способствуют выживанию животных.

Ответ запишите на свободном месте в конце бланка, оформив его в виде такой таблицы:

Особенность условий	Адаптации к этой особенности	Биологическое значение для выживания
---------------------	------------------------------	--------------------------------------

7. Чёрные курильщики (25 баллов)

«Чёрные курильщики» – это гидротермальные источники срединных океанических хребтов. Причиной чёрного цвета извергающейся воды являются сульфиды меди, железа и никеля, которые выпадают при охлаждении. Кроме того, эта вода содержит сероводород, сульфиды цинка и марганца, калий и магний.

Чёрные курильщики являются своеобразными «оазисами жизни» в глубинной зоне океана. На некотором отдалении от устья курильщика, при температуре 100–120 градусов, живут бактерии, далее – помпейские черви (Многощетинковые черви), затем **вестиментиферы*** – черви, у которых нет ни рта, ни кишечника. Дно вокруг трубы курильщика заселено двустворчатыми моллюсками, между которыми ползают крабы, раки, креветки, морские звёзды, офиуры. Здесь же плавают рыбы и осьминоги.



* Вестиментиферы, согласно современным представлениям, относятся к семейству Погонофоры, классу Полихеты.

Вопрос 1. К каким **типам** относятся животные, обитающие в описанных экосистемах?

Ответ оформите в виде таблицы «тип – представители».

Вопрос 2. На глубину четыре тысячи метров не проникают солнечные лучи, соответственно, растения не могут здесь существовать. Объясните, кто в данной экосистеме является **продуцентами**.

Вопрос 3. За счёт какой реакции осуществляется получение энергии у данных организмов? Запишите уравнение реакции.

Вопрос 4. Как называется способ синтеза питательных органических веществ у таких продуцентов?

Вопрос 5. Как питаются **вестиментиферы** безо рта и кишечника?

Вопрос 6. Как вы думаете, почему вестиментиферы и помпейские черви имеют ярко-красную окраску?

Вопрос 7. Составьте две разные **пищевые цепи**, характерные для описанной экосистемы.

8. Морские болезни (20 баллов)

С давних времён люди освоили судоходство. В результате многие месяцы они находились в плавании, не сходя на берег. Часто их пребывание в море сопровождалось специфическими болезнями. И в наши дни, несмотря на то, что условия морских походов улучшились, у моряков и подводников могут проявляться симптомы «морских» болезней. Для заболеваний из списка ниже подберите характерные симптомы и лечение. Напишите самостоятельно, что из того, с чем сталкиваются люди в море, может стать причиной данного заболевания.

Заболевания	Симптомы
Анизакидоз (зоонозный гельминтоз) Кессонная болезнь Кинетоз (морская болезнь) Кишечная инфекция Нефролитиаз (почечно-каменная болезнь).	1. Болезненность в мышцах и суставах, тошнота, головокружение, временная потеря зрения, судороги. 2. Тошнота, головокружение, рвота, недомогание, падение артериального давления, аритмия. 3. Боль в области поясницы, почечные колики, тошнота, слабость, возрастание температуры тела. 4. Рвота и диарея, повышение температуры тела, головные боли и сильная слабость. 5. Тошнота, рвота, боль в животе, крапивница, лихорадка, диарея. Характерны лейкоцитоз и эозинофилия. Возникновение язв в желудке.
Лечение	
А. Вызвать рвоту, дать пострадавшему сорбент, обеспечить больному обильное питьё. Б. Исключить усугубляющие факторы, смотреть на горизонт. Облегчает состояние рассасывание леденцов. В. Применение антигельминтных препаратов, при осложнениях – хирургическая операция. Г. Применение лекарственных средств, диета, ограниченная в содержании NaCl, при осложнениях – хирургическая операция. Д. Проведение рекомпрессии, то есть повышения, а затем постепенного понижения давления	

Часть III. #10yearschallenge

В начале 2019 года в социальных сетях стал распространяться хештег #10yearchallenge. Под ним публиковались фотографии одного и того же человека или объекта, снятые с десятилетним интервалом – в 2009 и 2019 годах. Давайте и мы проведем такой «челлендж» с некоторыми биологическими объектами..

9. Деревья (12 баллов).

Первым нашим объектом будет дерево. На рисунке **А** представлено изменение его ствола за десять лет.

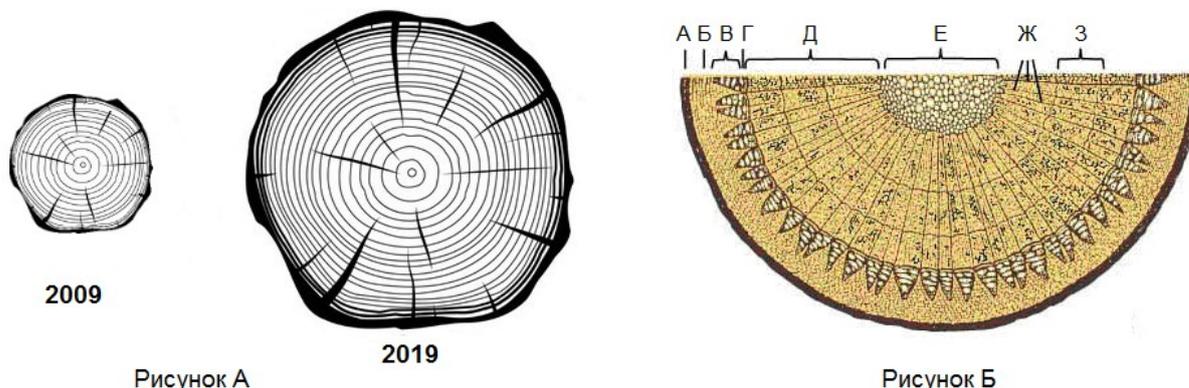


Рисунок А

2019

Рисунок Б

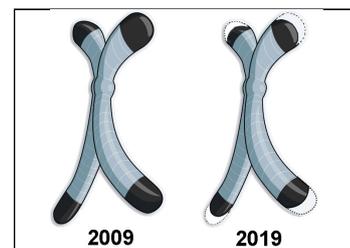
- Вопрос 1.** Как называется слой клеток, за счёт деления которых происходит рост стебля в ширину?
- Вопрос 2.** К какому типу тканей растений относится этот слой клеток?
- Вопрос 3.** Между какими тканями располагается этот слой клеток? (В бланке ответов название внешнего слоя запишите в графу 3-1, а внутреннего - в графу 3-2).
- Вопрос 4.** У какого класса растений рассматриваемый слой клеток может отсутствовать?
- Вопрос 5.** К какому отделу относится этот класс растений?
- Вопрос 6.** Опишите, по какой причине мы можем наблюдать на всех годичных кольцах более плотные и менее плотные участки?
- Вопрос 7.** От каких факторов может зависеть скорость образования годичных колец? Перечислите не менее трёх факторов
- Вопрос 8.** Укажите, какой буквой на рисунке **Б** обозначено местоположение слоя из вопроса 1.

10. Теломеры (10 баллов).

На рисунке изображена хромосома человека, которая за десять лет стала короче вследствие недорепликации теломерных (концевых) участков.

В теломерном районе хромосомы человека присутствует 390 нуклеотидов, состоящих из многократно повторённой последовательности длиной в 6 нуклеотидов. За каждый раунд репликации ДНК недореплицируется участок размером в **один повтор (6 нуклеотидов)**.

Ответьте на вопросы и приведите расчеты, обосновывающие ваш ответ.



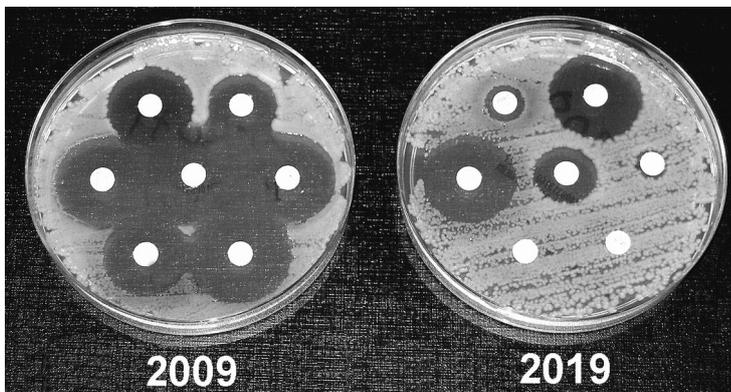
2009

2019

- Вопрос 1.** Сколько нуклеотидов останется в теломерном участке хромосомы человека после 25 циклов репликации?
- Вопрос 2.** Сколько ещё раз может поделиться клетка человека, если критическим размером теломеры является фрагмент, равный примерно 13 теломерным повторам?
- Вопрос 3.** В некоторых клетках человека работает фермент **теломераза**. Он наращивает нуклеотиды на концах хромосом, вследствие чего они не укорачиваются. В каких **клетках** должен/ может содержаться этот фермент?

11. Бактерии (23 балла).

На фотографиях – чашки Петри с бактериальным газоном, который должен покрывать всю площадь чашки (выглядит светло-серым). Белые кружочки – это диски, пропитанные разными антибиотиками.



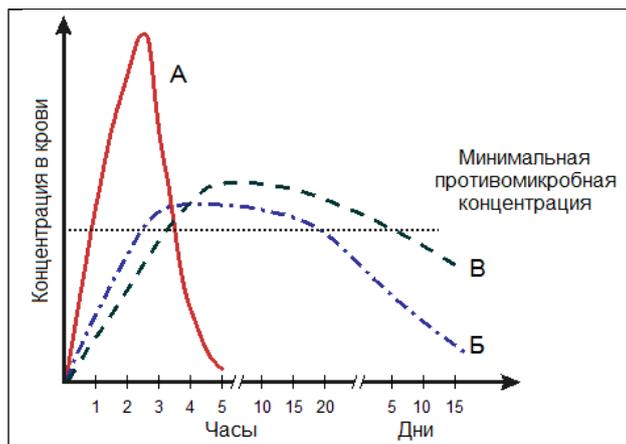
- Вопрос 1.** Какое свойство бактерии приобрели за эти 10 лет?
- Вопрос 2.** Какой признак на чашке Петри свидетельствует об этом свойстве? Поясните.
- Вопрос 3.** Выберите заболевания, для лечения которых приобретённое свойство бактерий неважно. Объясните, почему.

А. воспаление лёгких	Д. корь
Б. грипп	Е. бешенство
В. ангина	Ж. дизентерия
Г. гепатит В	З. туберкулёз

Вопрос 4. Из каких организмов обычно выделяют природные антибиотики?

Вопрос 5. Существуют антибиотики, которые действуют избирательно на грамположительные и грамотрицательные бактерии. Какая клеточная структура имеет различное строение у этих бактерий? Группа β-лактамов (пенициллин, цефалоспорины) приводит к нарушению синтеза этой клеточной структуры. На какую группу бактерий (грам⁺ или грам⁻) в основном направлено действие этих антибиотиков? Почему?

Вопрос 6. Доза препарата зависит не только от эффективной действующей концентрации, но и от скорости выведения препарата из организма человека.



На рисунке вы видите три графика, отражающих содержание антибиотиков в крови в зависимости от времени после их введения. Каждая кривая соответствует препаратам А, Б и В. С какой периодичностью следует принимать эти антибиотики? Ответ поясните.

Вопрос 7. Доза назначаемого препарата может значительно варьировать в зависимости от местоположения инфекционного процесса в организме. Предположите, в каком случае следует снизить дозу антибиотика: при лечении цистита или ангины, и почему?

12*. Популяция эльфов* (14 баллов). Только для 11 класса

На планете Асгард живут миниатюрные существа – эльфы, питающиеся нектаром и опыляющие цветы. Космические биологи, прилетевшие с исследовательской миссией, описали эти организмы и собрали образцы ДНК. Выяснилось, что генетический код у жителей Асгарда построен на тех же принципах, что земной.

Второй визит на планету Асгард состоялся через десять космических лет. Исследователи заметили, что за это время рост эльфов уменьшился с 20–25 см до 10–15. Предположив, что причиной изменений был естественный отбор, учёные проанализировали последовательность гена роста из старых образцов ДНК и новых, сравнивая попарно каждый нуклеотид.

Для определения по ДНК наличия отбора и его типа используют такой показатель, как отношение доли несинонимических замен (dN) к доле синонимических (dS) – dN/dS. Доля рассчитывается как отношение числа наблюдаемых замен к числу потенциальных замен данного класса в нуклеотидной позиции.

Учёные получили следующие данные для исследуемого гена:

Тип замен	Число наблюдаемых	Число потенциальных
Несинонимические	3	8
Синонимические	1	4

Ответьте на вопросы.

- Вопрос 1.** Что такое синонимические и несинонимические замены?
- Вопрос 2.** В каких позициях кодона чаще происходят замены того и другого типа?
- Вопрос 3.** Рассчитайте dN/dS для гена роста, приведя ход решения.
- Вопрос 4.** Предположите, какие значения dN/dS можно ожидать при наличии / отсутствии отбора и почему?
- Вопрос 5.** Какой вывод можно сделать из рассчитанного вами значения dN/dS?

Желаем успехов в выполнении заданий!