



Всесибирская олимпиада по биологии 2019-20.

Первый отборочный этап. 13 октября 2019

9 – 11 классы. Вариант 1.

(в разных регионах варианты незначительно отличались: последовательностью номеров в заданиях или численными значениями)

Часть I. Химия жизни

1. Биологически важные химические элементы (14 баллов).

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

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

Вопрос А. Поясните, в чём принципиальные отличия этих двух способов (5 баллов).

Пассивный транспорт	Активный транспорт
По градиенту концентрации. На пассивный не нужно затрат энергии.	Против градиента концентрации Идёт всегда с затратой энергии. Это может быть энергия АТФ или электрохимического градиента концентрации ионов Na ⁺ или H ⁺ .
Пассивный транспорт может быть без белков	Активный транспорт осуществляется только белками
Может происходить простая диффузия или облегчённая	Диффузия невозможна

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. (15 баллов)

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

Транспорт	Тип	Вещества	Примечание
Простая диффузия	Пассивный	Вода, кислород	
Белок-симпорт	Активный	Na ⁺ , глюкоза	
Белок-антипорт	Активный	Na ⁺ (глюкоза)	(Нет примеров переноса глюкозы антипортом, поэтому балл за нее не давали, но и не считали ошибкой.)
Белки-каналы	Пассивный	Вода, Na ⁺ , K ⁺ (глюкоза)	(Глюкоза пассивно переносится не каналами, а транспортёрами-унипортами, но это близко по функции к каналам. Не считали биологической ошибкой)
Белки-насосы (АТФазы)	Активный	Na ⁺ , K ⁺	

За биологические ошибки (например, перенос ионов или глюкозы через мембрану путем диффузии и т. п.) баллы снимались.

3. Цветная кровь (18 баллов).

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	Цвет крови	Представители
Гемоглобин	Fe (железо)	Красный	Все позвоночные, есть у беспозвоночных
Хлорокруорин	Fe (железо)	Зелёный (светло-красный в больших концентрациях)	Полихеты
Гемэритрин	Fe (железо)	Фиолетовый	Плеченогие, сипункулиды, приапулиды
Гемоцианин	Cu (медь)	Голубой	Многие членистоногие, моллюски, онихофоры
Пиннаглобин	Mn (марганец)	Коричневый	Моллюск <i>Pinna squamosa</i>
Гемованадий	V (ванадий)	Бесцветный (светло-зеленый)	Асцидии

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

Вариант 1. 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.

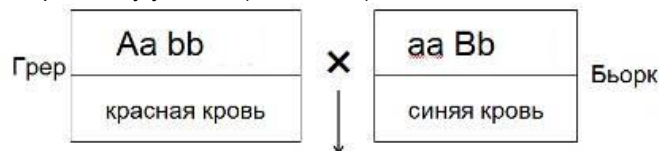
У цверга **Бьорк** нет родственников с красной кровью и кровь Бьорк синего цвета.

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 (6 баллов)

Генотип:	Фенотип:
A_ _ _ (может быть записано как A_ B_ и A_ bb)	красная кровь
aa B_	синяя кровь
aa bb	леталь

Вопрос Б. Определите генотипы Грера, Бьорк и их детей. Заполните схему скрещивания в бланке, объясните расщепление по фенотипу у детей (18 баллов).



Генотипы потомков:	$Aa\ Bb$	$Aa\ bb$	$aa\ Bb$	$aa\ bb$
Ожидаемая частота каждого класса:	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Фенотип каждого класса и объяснение расщепления, данного в условии:	красная	красная	синяя	леталь

Изначально расщепление 2 : 1 : 1, но 1/4 часть потомства не выживает, поэтому расщепление становится 2 : 1 ($\frac{2}{3}$ и $\frac{1}{3}$)

Вариант 2. У цвергов белок, переносящий кислород, в норме содержит железо и поэтому имеет красный цвет. За усвоение железа отвечает фермент R (ген R – red). Если у цверга работает фермент R, он усваивает железо, и в его крови находится только красный белок. Если же фермент R не работает, то включается ген фермента B (blue), 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 **R** и **B** кодируют нормально работающие ферменты, а рецессивные аллели – неспособные работать.

Вопрос А. Запишите, как разные сочетания генов определяют цвет крови у цвергов.

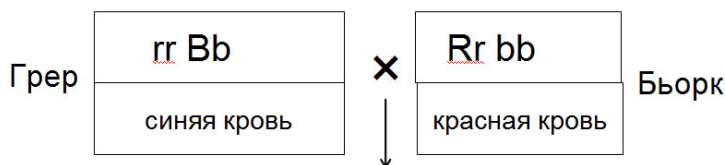
Генотип:	Фенотип:
R_ _ _	красная кровь
rr B_	синяя кровь
rr bb	леталь

Цверг **Грер** имеет синюю кровь, и среди его родственников нет никого с красной кровью.

У его жены **Бьорк** родители гетерозиготны по гену **R**, но все их многочисленные дети, включая саму Бьорк – с красной кровью.

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

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



Генотипы потомков:	Rr Bb	Rr bb	rr Bb	rr bb
Ожидаемая частота каждого класса:	1/4	1/4	1/4	1/4
Фенотип каждого класса и объяснение расщепления, данного в условии:	красная	красная	синяя	леталь
	Изначально расщепление 2 : 1 : 1, но 1/4 часть потомства не выживает, поэтому расщепление становится 2 : 1 (2/3 и 1/3)			

Часть II. Моря и океаны

5. Морские водоросли (16 баллов).

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

Планктон: Динофитовые, Диатомовые, Гаптофитовые

Бентос: Бурые, Красные, Ульвовые

За «лишние» водоросли в ответе баллы снимались.

6. На глубине (20 баллов).

Особенность	Адаптации	Биологическое значение для выживания
Отсутствие или нехватка света	Адаптации глаз: большие телескопические глаза– повышение чувствительности к свету	Позволяют лучше различать предметы при плохом глубинном освещении.
	Редукция глаз. Развитие других органов чувств: хеморецепции, электрорецепции	Позволяют ориентироваться в темноте
	Развитие органов ощущения давления (боковая линия)	Орган дистантной рецепции — может заменить зрение
	Способность к свечению (биолюминисценция), наличие светящихся органов – фотофоров.	Ориентация в пространстве
Большие пространства с низкой плотностью живых существ (низкая вероятность найти полового партнёра)	Способность к свечению (биолюминисценция), наличие светящихся органов – фотофоров	Привлечение половых партнеров Привлечение добычи
	Резко выраженный половой диморфизм с редукцией самцов, паразитизм самцов на самках.	Оптимизация затрат самца на поиск партнера (один раз и навсегда, минимизируется вероятность каннибализма) и пары на размножение в целом.
Очень низкая плотность органического вещества на больших пространствах (скудные запасы пищи или её отсутствие)	Стратегия хищничества - жизненная форма живого капкана (вариант - капкан-удильщик), когда челюсти и желудок гипертрофированы в ущерб всему остальному.	Неподвижность: выгоднее просто зависнуть в воде и ждать, пока боковая линия не сообщит, что рядом кто-то есть. Эта стратегия сразу позволяет отказаться и от мышечной массы, и от гидродинамики, что экономит энергозатраты.
	Адаптации пищеварительной системы: желудок живоглотов, способный растягиваться в несколько раз, огромные пасти многих хищных рыб (шарнирно сочленённые челюсти).	Возможность проглатывать пищу целиком в условиях скудных запасов пищи – запас питательных веществ на длительное время.
	Специальные приспособления для ловли добычи (например, рыбы-удильщики с отростками-приманками, снабженными фотофорами)	Увеличивается вероятность получения пищи.
	Питание органическими остатками, спускающимися из верхних слоев воды.	Возможность получения пищи.
	Малые размеры	Не требуется большого количества пищи
	Замедленный метаболизм	Адаптация к голоду. Экономия энергозатрат.
Высокое давление	Проницаемость тканей рыб, обызвествление скелета, желеобразность тела.	При высоком давлении на глубине важно выравнивание давлений: внутри тела рыбы и окружающей среды.
	Плавательный пузырь часто заполнен жиром. Может отсутствовать.	При постоянной архимедовой силе плавательный пузырь не нужен – проще с плотностью воды уравнивать плотность всего тела, тем более, что сильная мускулатура не нужна
Низкая температура воды.	Этот фактор не относится к основным, так как уже на глубине около 400 м температура воды практически достигает своих минимальных значений.	
	Повышение доли ненасыщенных жирных кислот в липидах клеточной мембраны.	Обеспечивает текучесть мембран.
Низкое содержание кислорода.	Замедленный метаболизм	Экономия энергозатрат
	Малые размеры	

Возможны иные формулировки ответа.

7. Чёрные курильщики (25 баллов)

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

Типы животных	Представители
Кольчатые черви (Аннелиды)	помпейские черви и вестиментиферы
Моллюски	двустворчатые и осьминоги
Членистоногие	крабы, раки, креветки
Иглокожие	морские звёзды и офиуры
Хордовые	рыбы

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

Вопрос 3. За счёт какой реакции осуществляется получение энергии у данных организмов? Запишите уравнение реакции. **Окисление сероводорода, сульфидов: $2H_2S + O_2 = 2S + 2H_2O$**

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

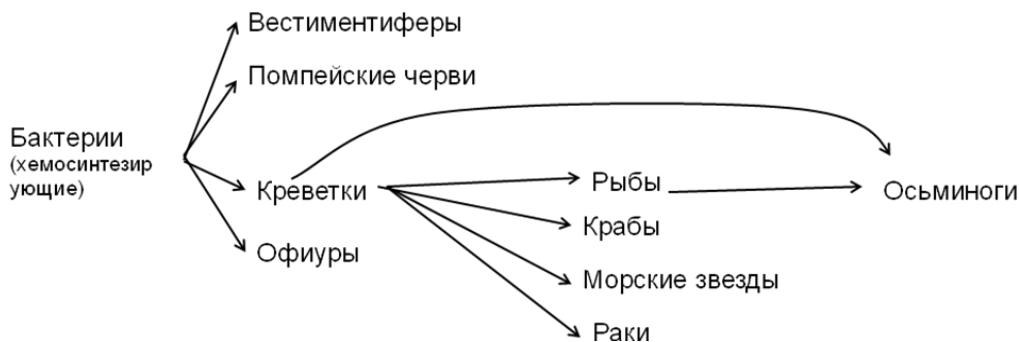
Вопрос 5. Как питаются **вестиментиферы** безо рта и кишечника? **Переваривают бактерий, которые синтезируют органику в процессе хемосинтеза. Эти бактерии живут в организме червей и получают из крови необходимые для хемосинтеза газы: сероводород, кислород, углекислый газ.**

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

Обусловлено чрезмерно высоким содержанием гемоглобина в их крови, необходимым для доставки кислорода

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

Здесь много вариантов. Примеры:



8. Морские болезни (20 баллов)

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	Причина	Лечение
Анизакидоз (зоонозный гельминтоз)	Тошнота, рвота, боль в животе, крапивница, лихорадка, диарея. Характерны лейкоцитоз и эозинофилия. Возникновение язв в желудке.	Паразитирование личиночной стадии нематоды семейства Анизакис, при поедании морской рыбы и водных беспозвоночных	Применение антигельминтных препаратов, при осложнениях – хирургическая операция.
Кессонная болезнь	Болезненность в мышцах и суставах, тошнота, головокружение, временная потеря зрения, судороги.	При подъеме с глубины быстрое понижение давления вдыхаемой газовой смеси, в результате которого газы, растворённые в крови и тканях организма, начинают выделяться в виде пузырьков	Проведение рекомпрессии, то есть повышения, а затем постепенного понижения давления
Кинетоз (морская болезнь)	Тошнота, головокружение, рвота, недомогание, падение артериального давления, аритмия.	Воздействие на вестибулярный аппарат из-за монотонных колебаний	Исключить усугубляющие факторы, смотреть на горизонт. Облегчает состояние рассасывание леденцов.
Кишечная инфекция	Рвота и диарея, повышение температуры тела, головные боли и сильная слабость.	Отравление водой, где обитают различные микроорганизмы	Вызвать рвоту, дать пострадавшему сорбент, обеспечить больному обильное питьё.
Нефролитиаз (почечно-каменная болезнь).	Боль в области поясницы, почечные колики, тошнота, слабость, возрастание температуры тела.	Обильное питьё морской воды (избыток солей)	Применение лекарственных средств, диета, ограниченная в содержании NaCl, при осложнениях – хирургическая операция.

Часть III. #10yearschallenge

9. Деревья (12 баллов).

- Вопрос 1.** Как называется слой клеток, за счёт деления которых происходит рост стебля в ширину? **Камбий**
- Вопрос 2.** К какому типу тканей растений относится этот слой клеток? **Образовательная (Меристема)**
- Вопрос 3.** Между какими тканями располагается этот слой клеток? Название внешнего слоя **Луб (Флоэма)**, внутреннего — **Древесина (Ксилема)**.
- Вопрос 4.** У какого класса растений рассматриваемый слой клеток может отсутствовать? **Однодольные**
- Вопрос 5.** К какому отделу относится этот класс растений? **Покрытосеменные (Цветковые)**
- Вопрос 6.** Опишите, по какой причине мы можем наблюдать на всех годичных кольцах более плотные и менее плотные участки? **Разная скорость роста при разных условиях окружающей среды (например: в разные времена года)**
- Вопрос 7.** От каких факторов может зависеть скорость образования годичных колец? **Количество солнечного света, концентрация CO₂, качество почвы, температура окружающей среды, заражение паразитами**
- Вопрос 8.** Укажите, какой буквой на рисунке **Б** обозначено местоположение слоя из вопроса 1. **Г**

10. Теломеры (10 баллов). Вариант 1.

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)**.

- Вопрос 1.** Сколько нуклеотидов останется в теломерном участке хромосомы человека после 25 циклов репликации?
 $390 - 25 \times 6 = 240$ (3 балла)

- Вопрос 2.** Сколько ещё раз может поделиться клетка человека, если критическим размером теломеры является фрагмент, равный примерно 13 теломерным повторам? **$(240 - 13 \times 6) / 6 = 14$ (4 балла)**

- 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?
Половые клетки, стволовые клетки зародыша, раковые клетки (3 балла)

11. Бактерии (23 балла).

- Вопрос 1.** Какое свойство бактерии приобрели за эти 10 лет? **Резистентность (устойчивость) к антибиотикам.**
- Вопрос 2.** Какой признак на чашке Петри свидетельствует об этом свойстве? Поясните. **Тёмные пятна вокруг дисков с антибиотиками – это участки, где отсутствует рост бактерий из-за действия антибиотика. На старой фотографии бактерии чувствительны ко всем антибиотикам (так как вокруг каждого диска нет бактерий). На новой фотографии таких участков практически нет, зона отсутствия роста вокруг дисков с антибиотиками уменьшилась или пропала.**
- Вопрос 3.** Выберите заболевания, для лечения которых приобретённое свойство бактерий неважно. Объясните, почему. **Грипп, гепатит В, корь, бешенство. Это вирусные заболевания. Разные антибиотики подавляют синтез белка, нуклеиновых кислот, клеточной стенки и др. клеточные процессы (достаточно было назвать любой механизм действия). На вирусы не действуют, так как у них нет собственного обмена веществ (или не синтезируются белки, или используется аппарат белкового синтеза клетки-хозяина и т.п.)**
Многие называли еще дизентерию. За это балл не снижали, если в пояснении было написано, что возбудителем заболевания является амеба. Однако чаще болезнь вызывают бактерии рода Shigella.
- Вопрос 4.** Из каких организмов обычно выделяют природные антибиотики? **Бактерии и грибы. (Растения не считали ошибкой, но балл не добавляли)**
- Вопрос 5.** Существуют антибиотики, которые действуют избирательно на грамположительные и грамотрицательные бактерии. Какая клеточная структура имеет различное строение у этих бактерий? **Клеточная стенка. Группа β-лактамовых антибиотиков (пенициллин, цефалоспорины) приводит к нарушению синтеза этой клеточной структуры. На какую группу бактерий (грам⁺ или грам⁻) в основном направлено действие этих антибиотиков? **Грам⁺** Почему? **У них более толстая клеточная стенка, без внешней мембраны, характерной для грамотрицательных бактерий.****
- Вопрос 6.** 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. **Препарат А – раз в 3–4 часа, препарат Б – раз в сутки (от 20 часов считали верным ответом), препарат В – раз в 5 дней. Так как по окончании этого времени концентрация антибиотика в крови будет недостаточной для действия на бактерии.**
- 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? **При цистите. Если антибиотик выводится через почки, он будет накапливаться в мочеполовой системе в большей концентрации, чем в кровотоке.**

12*. Популяция эльфов* (14 баллов). Только для 11 класса Вариант 1.

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? (3 балла) Синонимические не приводят к смене аминокислоты, возможны из-за вырожденности генетического кода. Несинонимические – приводят к смене аминокислоты или появлению СТОП-кодона

Вопрос 2. В каких позициях кодона чаще происходят замены того и другого типа? (2 балла) Синонимические замены чаще всего происходят в третьем положении кодона. Несинонимические – в первом и втором.

Вопрос 3. Рассчитайте dN/dS для гена роста, приведя ход решения. (3 балла)

dS	= 1/4
dN	= 3/8
dN/dS	= 1,5

Вопрос 4. Предположите, какие значения dN/dS можно ожидать при наличии / отсутствии отбора и почему? (4 б.) Если отбора нет, то все мутации в данном белке (и синонимические и несинонимические) нейтральны, а значит, должны закрепляться с одинаковой вероятностью и $dN = dS$, т.е. $dN/dS = 1$. При отборе мутации, меняющие АК, будут сохраняться либо чаще, чем нейтральные (движущий отбор, $dN > dS$), либо же, наоборот – отнетаться отбором (стабилизирующий, $dN < dS$), т.е. при любом типе отбора $dN \neq dS$ и соотношение будет больше или меньше 1.

Вопрос 5. Какой вывод можно сделать из рассчитанного вами значения dN/dS? (2 балла) Полученное значение (1,5) выше единицы. С учетом сказанного в ответе на вопрос 4, гипотеза о том, что действовал естественный отбор, подтверждается.