

**Межрегиональные предметные олимпиады КФУ**  
**профиль «Экология»**  
**заключительный этап (решения/ответы)**  
**2022-2023 учебный год**  
**10 класс**

**Задание 1.** Вершиной пищевых цепей в Арктике принято считать крупных хищников, главным образом белого медведя (*Ursus maritimus*). В спектр его питания входят различные обитатели прибрежных морских экосистем: моржи, тюлени, чайки, белухи. Также медведи не брезгают падалью: мертвый кит может служить пищей для белых медведей на протяжении многих недель. Но выяснилось, что в бентических (донных) экосистемах Арктики существует другой главный хищник, намного меньший по размеру. Что это за животное? За счет чего этот хищник способен быть настолько успешным? (20 баллов)



**Ответ.** Такими хищниками являются морские звёзды. Благодаря сложной системе органов чувств (глаз на кончике каждого луча, хеморецепторные и механорецепторные клетки по всей поверхности тела, разветвленная нервная система) морская звезда уверенно чувствует себя на дне и является прожорливым хищником. Представители одного из семейств морских звезд (*Pterasteridae*), постоянно находятся на вершине большинства бентических пищевых цепей в Арктике. Они питаются двустворчатыми моллюсками, морскими огурцами и губками, охотясь в масштабах, эквивалентных белым медведям. Помимо этого, они, также как медведи, готовы питаться падалью, что позволило обеим группам процветать в морских арктических экосистемах.

**Критерии оценивания:**

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 10 баллов

Полный правильный ответ с объяснением и предоставлением фактов – до 20 баллов

**Задание 2.** 14 апреля 2022 года ЮНЕСКО объявило о новой инициативе по сохранению коралловых рифов, поскольку в последнее время их состояние вызывает тревогу в связи с обесцвечиванием. Цвет рифообразующего коралла происходит от крошечных организмов – зооксантелл, с которыми полипы находятся в партнерских отношениях. Зооксантеллы содержат хлорофилл и способны фотосинтезировать. В обмен на укрытие и углекислый газ, они делятся с кораллами питательными веществами. Кораллы, живущие в симбиозе с зооксантеллами, имеют конкурентное преимущество перед другими видами с независимыми стратегиями питания. По каким причинам может происходить обесцвечивание кораллов? Каковы экологические и экономические последствия их обесцвечивания? (20 баллов)

**Ответ.** Все рифообразующие кораллы – стенобионты. Температуры, необходимые для физиологической активности кораллов, колеблются в пределах 25-27<sup>0</sup>С. Возможность существования рифов зависит также от стабильной солености (не менее 30-31‰), освещенности и насыщенности воды кислородом. Обесцвечивание кораллов происходит при разрыве отношений между полипами и зооксантеллами. Разрыв инициируется кораллом, когда животное начинает испытывать сильный стресс. Чаще всего стресс проявляется из-за аномального потепления воды, снижения ее солености или перегрузки питательными веществами. Стрессовое состояние препятствует осуществлению фотосинтеза и коралл начинает переваривать поврежденные зооксантеллы или сбрасывает их окружающую среду, теряя при этом окраску и замедляя метаболизм. Кроме того, тепловой стресс может напрямую повреждать ткани коралла.

Обесцвеченные кораллы более уязвимы для болезней и смертность таких кораллов выше. Это сильно влияет на рыб, которые зависят от кораллов в качестве пищи или убежища. Кроме того, разрушительные последствия обесцвечивания распространяются и на людей, которые теряют основной источник пищи и доходов от организации туризма.

**Критерии оценивания:**

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 10 баллов

Полный правильный ответ с указанием его механизма и последствий – до 20 баллов

**Задание 3.** В 2002 году мировое сообщество отметило 50-летие Конференции ООН по окружающей человека среде в Стокгольме. Стокгольмская конференция была первым в истории человечества мероприятием, на котором было заявлено о включении в программу действий на правительственном уровне мер для решения актуальных экологических проблем и вопросов охраны окружающей среды.

Почему правительства многих стран тогда заинтересовались проблемами окружающей среды? Существуют ли организации, созданные после проведения конференции? Какая конференция впоследствии стала логическим развитием идей, высказанных в Стокгольме? (20 баллов)

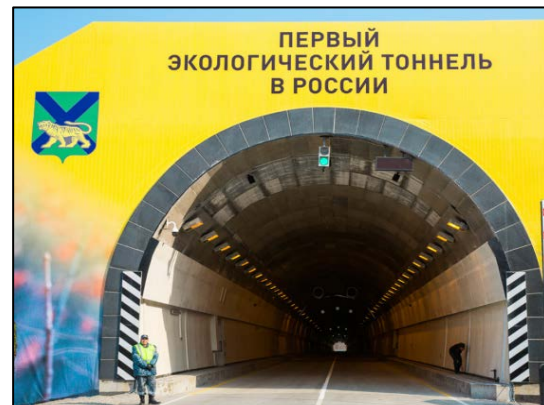
**Ответ.** Благодаря крупным природным и социальным катаклизмам, техногенным катастрофам произошло осознание экологического кризиса человечества. Экологические проблемы, наносящие урон экономике государств, повысили заинтересованность мирового сообщества в обсуждении глобальных проблем экологической безопасности. По итогам конференции была создана программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Логическим развитием стала конференция «Саммит мира» в Рио-Де-Жанейро, проведенная в 1992 году.

**Критерии оценивания:**

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 10 баллов

Полный правильный ответ с объяснением и предоставлением фактов – до 20 баллов

**Задание 4.** В последнее время в практике дорожного строительства стали использоваться понятия «экотоннель» и «экодук». Что они подразумевают и для чего используются? Какие экологические проблемы помогает решить их строительство? Где и для достижения каких конкретных целей был построен объект, изображенный на рисунке? (20 баллов)



**Ответ:** Расширение сети автомобильных и железных дорог создает серьезные препятствия для перемещения диких животных. Экодуки (экологические виадуки) и экотоннели (экологические тоннели) – это искусственные инженерные сооружения, которые обеспечивают возможность сохранения основных миграционных путей животных. Сооружения обеспечивают пересечение проезжей части либо сверху по специальному зеленому мосту-коридору, либо обеспечивают путь для перехода снизу. Такие коммуникации сохраняют единство среды обитания зверей и снижают вероятность их появления и гибели на дороге.

На рисунке изображен Нарвинский автодорожный экотоннель, который расположен на участке автомобильной трассы А189 в Хасанском районе Приморского края. Длина тоннеля 565 м, высота – 5 м, ширина – 9,25 м, открыт для пользования в 2016 г. Прорезает невысокий (около 400 м) Нарвинский перевал Сухореченского хребта, разделяющего долины рек Нарва и Барабашевка. Тоннель построен по программе сохранения популяции дальневосточного леопарда для того, чтобы леопарды могли свободно мигрировать по территориям заповедника «Кедровая Падь» и национального парка «Земля Леопарда». Автодорога, ранее разделявшая пути миграции животных, теперь скрыта в тоннеле.

#### **Критерии оценивания:**

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 10 баллов

Полный правильный ответ с описанием конкретного примера – до 20 баллов

**Задание 5.** При санитарно-гигиенической оценке загрязнения почвенного покрова применяется показатель  $Z_c$  – суммарный показатель загрязнения. Он представляет собой сумму коэффициентов концентрации ( $K_c$ ) загрязнителей I, II и III классов токсикологической опасности по отношению к фоновым значениям. Расчет выполняется по формуле:

$$Z_c = \left( \sum_{i=1}^n K_c \right) - (n - 1)$$

где  $K_c$  – коэффициент концентрации  $i$ -го химического элемента,  $n$  – число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию. При этом в расчете учитываются лишь элементы с коэффициентами концентрации более 1. Коэффициент концентрации ( $K_c$ ) рассчитывается по формуле:

$$K_c = \frac{C_i}{C_\phi}$$

где  $C_i$  – фактическое содержание элемента;  $C_\phi$  – геохимический фон.

Используя данные таблиц 1, 2, рассчитайте коэффициенты концентрации химических элементов и определите суммарный показатель загрязнения почв ( $Z_c$ ) модельного участка. Выполняя вычисления, расчет ведите до второго знака после запятой. Перечертите в бланк

ответа таблицы 5, 6 и вставьте туда все полученные в результате вычислений значения. Распишите ход решения задачи.

Опираясь на значение полученного  $Z_c$  и данные таблиц 3, 4 охарактеризуйте возможное воздействие загрязнения почв модельного участка на здоровье человека. Укажите элемент (и его класс опасности), вносящий наибольший вклад в загрязнение участка. Объясните, что подразумевает понятие «геохимический фон» элементов? (20 баллов)

Таблица 1. Геохимический фон элементов,  $C_{\phi}$  (мг/кг)

Химические элементы	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr
Геохимический фон, мг/кг	14.7	85.8	17.5	22.7	0.3	419.0	50.2	6.4	14.2	128.0

Таблица 2. Содержание химических элементов (мг/кг), определенное в пробе почвы

Химические элементы	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr
Содержание в почве, мг/кг	105.9	215.7	26.6	21.5	3.0	521.8	59.0	26.8	23.0	161.1

Таблица 3. Уровни загрязнения почвы по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами

Уровень загрязнения	Показатель $Z_c$	Воздействие на здоровье человека
Низкий	8–16	Наиболее низкие показатели заболеваемости детей, частота встречаемости функциональных отклонений минимальна
Средний	16–32	Повышение уровня общей заболеваемости населения
Высокий	32–128	Высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Очень высокий	>128	Высокий уровень заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Таблица 4. Классы опасности (токсичности) элементов

Класс опасности	Элементы
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций

Таблица 5. Коэффициенты концентрации элементов в почве модельного участка

Элементы	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr
Коэффициенты концентрации элементов, $K_c$										

Таблица 6. Суммарный показатель и уровень загрязнения почвы модельного участка

$\sum_{i=1}^n K_c$	n	Суммарный показатель загрязнения, $Z_c$	Уровень суммарного загрязнения почв

**Ответ.** Для начала необходимо рассчитать коэффициенты концентрации химических элементов ( $K_c$ ) и заполнить таблицу 5.

Таблица 5. Коэффициенты концентрации элементов в почве модельного участка

Элементы	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr
Коэффициенты концентрации элементов, $K_c$	7.20	2.51	1.52	0.95	10.00	1.25	1.18	4.19	1.62	1.26

Для дальнейших расчетов нужно учесть, что не все элементы имеют превышение над геохимическим фоном – у никеля коэффициент концентрации равен 0.95 и, следовательно, он не учитывается в дальнейших расчетах. Поэтому  $n$  – число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию, равно 9.

Далее можно приступить к расчету суммарного показателя загрязнения  $Z_c$  по указанной в задании формуле. Сумма коэффициентов концентрации ( $K_c$ ) равна:

$$\Sigma(K_c) = 7.20 + 2.51 + 1.52 + 10.00 + 1.25 + 1.18 + 4.19 + 1.62 + 1.26 = 30.72$$

Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) равен:

$$Z_c = 30.72 - (9 - 1) = 30.72 - 8 = 22.72$$

Рассчитанное значение  $Z_c$  в соответствии с таблицей 3 соответствует «среднему» уровню загрязнения почв. Заполняем таблицу 6.

Таблица 6. Суммарный показатель и уровень загрязнения почвы модельного участка

$\sum_{i=1}^n K_c$	$n$	Суммарный показатель загрязнения, $Z_c$	Уровень суммарного загрязнения почв
30.72	9	22.72	средний

Возможное воздействие данного уровня загрязнения на здоровье человека будет выражаться в повышении уровня общей заболеваемости населения. Элемент, вносящий наибольший вклад в загрязнение территории – кобальт (II класс опасности), т.к. он имеет наибольший коэффициент концентрации (10.0) из всех рассмотренных элементов.

Геохимический фон элементов – это местное среднее содержание химических элементов в горных породах, почвах, природных водах, в приземной атмосфере и растениях в удалении от месторождений и мест загрязнения. Как правило геохимический фон близок к цифрам кларков элементов.

### Критерии оценивания:

Ответ с ошибками в расчетах, но с указанием понимания явления – до 10 баллов

Правильно выполненный расчет без определений и объяснений – до 15 баллов

Полный правильный ответ – до 20 баллов