

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

Задание 1. Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) – проходная рыба семейства лососевых. Среди тихоокеанских видов лосося она самая мелкая, с самым коротким жизненным циклом (2 года) и самая распространенная. Родиной горбуши является Дальний Восток, но в результате целенаправленной акклиматизации в 1950-1960-х годах, в рамках эксперимента по созданию нового вида промысла, она появилась в реках Кольского полуострова. Таким образом, возникло несколько самоподдерживающихся многочисленных популяций горбуши в реках севера Европейской части России, Финляндии и северной Норвегии.

Летом 2023 в Карелии и Мурманской области прогнозируется появление огромного числа идущих на нерест особей горбуши. Это вызывает серьезные опасения у местных экологов, которые считают, что такая ситуация может привести к региональной экологической катастрофе. Какие проблемы видят экологи и рыбоохранные организации? Какие меры борьбы с ними могут быть предложены? (10 баллов)

Ответ. Горбуша – чужеродный вид для Карелии и Мурманской области. Ранее мальки горбуши не очень хорошо выживали в холодных реках северной Европы, однако потепление сделало условия более благоприятными для увеличения численности этого инвазивного вида.

Увеличение численности рыб в водоемах приводит к нехватке ресурсов и обострению внутривидовой конкуренции, снижению общего уровня видового разнообразия. Горбуша ставит под угрозу существование местного вида лососевых – семги (*Salmo salar*), который занимает сходную экологическую нишу, но растет медленнее и имеет большую продолжительность жизни. Между видами усиливается конкуренция и при большой численности горбуша может полностью вытеснить семгу. Избыток погибающей во время нереста рыбы приведет к загрязнению водоемов. Таким образом, целостность хрупких экосистем северных рек ставится под угрозу.

Бороться с увеличением численности чужеродного вида можно повышением квот на вылов рыбы, но поскольку законодательно запрещена добыча нерестящихся рыб, должен быть установлен вылов преднерестовой горбуши до ее захода в реки. Также можно обеспечить ограничение прохода горбуши в реки специальными заграждениями, способными допускать лишь лимитированное количество особей. Также важно прекратить непродуманные эксперименты по переселению видов.

Критерии оценивания:

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 5 баллов

Полный правильный ответ с объяснением и предоставлением фактов – до 10 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? Каковы экологические и экономические последствия обесцвечивания? (15 баллов)

Ответ. Все рифообразующие кораллы – стенобионты. Температуры, необходимые для физиологической активности кораллов, колеблются в пределах 25-27⁰С. 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 7 баллов

Полный правильный ответ с указанием его механизма и последствий – до 15 баллов

Задание 3. Большинство летучих мышей умеренного пояса – насекомоядные животные. Они охотятся по одиночке и исключительно ночью, в основном в полете. Но жить летучие мыши обычно предпочитают большими колониями, которые могут насчитывать до полутора сотен тысяч особей. Убежищами являются полости в деревьях, пещеры, гроты и различные созданные человеком сооружения. В чем причина выбора колониального образа жизни? Какие отрицательные эффекты он имеет и какую опасность представляет для человека? (15 баллов)

Ответ. Считается, что в районах умеренного климата главная причина образования колоний связана с процессом размножения летучих мышей. В скоплениях создается особый микроклимат с повышенной температурой. Так, к примеру, скучивание самок длиннокрылов (*Miniopterus*) под сводами пещеры способствует повышению температуры воздуха почти на 8 градусов. Эмбрионы у беременных самок могут развиваться только при постоянно высокой температуре тела. В прямой зависимости от температуры окружающей среды находится и скорость роста родившихся детенышей. Кроме того, в больших колониях зверьков иногда вырабатывается система коллективного вскармливания – каждая самка кормит своего, а временами еще и соседского детеныша. Скученность зверьков, таким образом, благоприятствует росту и развитию потомства.

Большая скученность особей может иметь и негативный эффект. В крупных популяциях летучих мышей крайне быстро распространяются различные инфекционные заболевания.

По данным ВОЗ летучие мыши являются естественным резервуаром бешенства и различных вирусов (в том числе коронавирусов), входящих в группу особо опасных инфекций, являющихся причиной смертельных заболеваний человека.

Критерии оценивания:

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 7 баллов

Полный правильный ответ с перечислением положительных и отрицательных эффектов – до 15 баллов

Задание 4. Концепция устойчивого развития человечества включает 17 целей социальной, экономической и экологической направленности. Наиболее значимыми целями признаны ликвидация нищеты и ликвидация голода в мире. Почему без достижения социально-экономических целей невозможно добиться экологических? Как стремление к достижению социально-экономических целей может способствовать экологизации отношений человека и природы? (15 баллов)

Ответ. Человеку необходимо удовлетворить первоначальные потребности, такие как еда, жилье, достойное образование и т.д. Без наличия этих благ обычный человек не будет смотреть «дальше своего носа» и задумываться о экологических проблемах. Достижение социально-экономических целей может увеличить отклик людей на инициативы по решению экологических задач. Вместе с тем, важен комплексный подход к решению проблем. Так, к примеру, ликвидацию нищеты можно обеспечить созданием рабочих мест в сфере решения экологических задач, а ликвидации голода добиваться за счет внедрения экологизированных технологий сельского хозяйства.

Критерии оценивания:

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 7 баллов

Полный ответ с примерами – до 15 баллов

Задание 5. До конца 2024 года по федеральному проекту «Чистая страна» в регионах России запланировано ликвидировать 191 несанкционированную свалку. Результатом работ 2022 года стала рекультивация 51 объекта. Лидером по ликвидации стал Центральный федеральный округ – 27 свалок, в Приволжском округе ликвидировано 9 объектов. Чем несанкционированные свалки отличаются от санкционированных? Какие экологические риски связаны с их существованием? (15 баллов)

Ответ. Санкционированные полигоны сбора отходов – это специальные природоохранные инженерные сооружения для централизованного сбора и обезвреживания отходов, обеспечивающие защиту окружающей среды от загрязнения и распространения болезнетворных организмов. Выбор места строительства полигона требует проведения специальных изысканий и проведения процедуры государственной экологической экспертизы.

Несанкционированные свалки – скопления мусора в непредназначенных для его содержания местах. Являются следствием нарушения требований законодательства о порядке обращения с отходами производства и потребления. Их существование приводит к развитию экологического риска загрязнения почвы, воздуха, подземных и поверхностных вод, повышения вероятности возгораний из-за выделений метана в ходе

разложения мусора. Свалки обеспечивают также риск распространения болезнетворных микроорганизмов, к свалкам тянутся синантропные виды, обедняющие местную флору и фауну, снижается эстетическая ценность ландшафта.

Критерии оценивания:

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 7 баллов

Полный аргументированный ответ с определениями понятий – до 15 баллов

Задание 6. Великий план преобразования природы – комплексная программа научного регулирования природы в СССР, разработанная в конце 1940-х – начале 1950-х годов. Проект, рассчитанный на реализацию в ходе трех пятилеток, предусматривал создание восьми крупных государственных лесных полос в лесостепных и степных регионах СССР (Поволжье, Северный Кавказ, Западный Казахстан, Украина) общей протяженностью свыше 5300 километров. Чем была вызвана необходимость разработки такого масштабного плана преобразования природы регионов? Какова была его цель? Что из запланированных мероприятий удалось реализовать? (15 баллов)

Ответ. Разработка программы была продиктована необходимостью восстановить хозяйство страны и обеспечить продовольствием население после разрушительной Великой Отечественной войны и серии засух во второй половине 40-х гг., повлекших за собой массовый голод. В случае успешного выполнения плана, благодаря посадке специально подобранных лесных культур, становилось возможным изменить климат засушливых степных и лесостепных районов, предотвратить суховеи и пыльные бури, эрозию почв, внедрить принципы травопольной системы земледелия, сформировать эффективную систему влагозадержания и орошения полей. Комплекс указанных мероприятий должен был обеспечить продовольственную базу СССР и нарастить экспорт с/х продуктов.

Реализация плана прекратилась в 1953 г. Часть запланированных мероприятий все же была выполнена: сохранившиеся от деградации и вырубki полезащитные насаждения по сей день выполняют функции снегозадержания и обеспечивают защиту полей от эрозии.

Критерии оценивания:

Краткий ответ с обозначением понимания явления – до 7 баллов

Полный правильный ответ с объяснением и предоставлением фактов – до 15 баллов

Задание 7. 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_ϕ – 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 в чем опасность этого элемента. Что такое «геохимический фон» элементов? (15 баллов)

Таблица 1. Геохимический фон элементов, C_ϕ (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	193.0	340.4	28.4	22.1	3.2	533.8	67.6	29.2	33.7	182.3

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	13.13	3.97	1.62	0.97	10.67	1.27	1.35	4.56	2.37	1.42

Для дальнейших расчетов нужно учесть, что не все элементы имеют превышение над геохимическим фоном – у никеля коэффициент концентрации равен 0.97 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:

$$\Sigma(K_c) = 13.13 + 3.97 + 1.62 + 10.67 + 1.27 + 1.35 + 4.56 + 2.37 + 1.42 = 40.37$$

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) равен:

$$Z_c = 40.37 - (9 - 1) = 40.37 - 8 = 32.37$$

Рассчитанное значение Z_c в соответствии с таблицей 3 соответствует «высокому» 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
40.37	9	32.37	Высокий

Возможное воздействие данного уровня загрязнения на здоровье человека: высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Элемент, вносящий наибольший вклад в загрязнение территории – свинец (I класс опасности), т.к. он имеет наибольший коэффициент концентрации (13.13) из всех рассмотренных элементов.

Отравление свинцом (сатурнизм) – наиболее распространенный вид отравлений тяжелыми металлами. Свинец, как правило, попадает в организм человека при вдыхании свинецсодержащей пыли, копоти и паров, что вызывает психотропное, нейротоксическое и гемолитическое действие. Попадая в организм, органические соединения металла превращаются в неорганические, что приводит к хронической интоксикации. Отравление характеризуется поражением всех отделов головного мозга.

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 7 баллов.

Правильно выполненный расчет без определений и объяснений – до 10 баллов.

Полный правильный ответ – до 15 баллов.