ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

9-11 класс муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по экологии

2026/27 учебный год

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ
(муниципальный этап ВсОШ по экологии 2026/27 учебный год)

Оценивании решений теоретического тура проводится автоматически, при этом члены жюри используют материалы с условиями и решениями задач, разработанными предметно-методической комиссией по экологии.

Оценка теоретического тура получается суммированием баллов по всем заданиям.

Оценивание работ конкурсантов производится целыми числами. Дробные числа для оценивания работ теоретического тура не используются.

Оценивание заданий теоретического тура.

На школьном этапе олимпиады по каждому заданию предполагается выбор правильного ответа в тестовом задании. Представлены тестовые задания закрытой формы (с выбором ответа):

- одиночный выбор: вопрос с несколькими вариантами ответа, из которых правильным является только один;
- множественный выбор: вопрос, где может быть несколько правильных вариантов. Как правило, инструкция указывает, нужно ли выбрать все правильные ответы или точное их количество;
- установление соответствия: задание на поиск логических пар между элементами из двух списков (например, термины и их определения);
- установление последовательности: требует расставить пункты (события, этапы процесса, формулы) в правильном хронологическом или логическом порядке.
- дополнение (краткий ответ): предложение с пропущенным словом, числом или символом, которое тестируемый должен вписать самостоятельно, выбрав их из приведенных ниже терминов.

Ответ оценивается от 0 до 5 баллов.

- Если ответ отсутствует или сформулирован неправильно – 0 баллов.
- Правильный ответ, но неполный ответ – 3-4 балла за каждый правильный ответ.
- Полный, правильный и логически выстроенный ответ – до 5 баллов.

Максимальное количество баллов по теоретическому туру – 100 баллов.

Задание 1. Корни сибирской тайги

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

Лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*), растущая на севере Эвенкии и Таймыра, демонстрирует уникально широкий диапазон толерантности по отношению к почвенным условиям. Укажите доминирующий фактор среды, из-за которого корневая система дерева в этих условиях будет развиваться в горизонтальной плоскости?

A. высокая кислотность черноземов
B. близость горизонта вечной (многолетней) мерзлоты
C. постоянные лесные пожары, выжигающие корни глубже 2 метров
D. дефицит углекислого газа в нижних слоях почвы

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	На севере Эвенкии и Таймыра нет черноземов; там преобладают тундрово-глеевые и мерзлотно-таежные почвы.
B (верно)	Поскольку в условиях Эвенкии и Таймыра почва оттаивает летом лишь на небольшую глубину, а ниже залегает водонепроницаемый слой многолетней мерзлоты, корни лиственницы Гмелина не способны пробиться сквозь мерзлый грунт и вынуждены разрастаться вширь в верхнем, поверхностном слое почвы, формируя плоскую горизонтальную корневую систему.
C (неверно)	Лесные пожары действительно случаются в тайге, но они повреждают верхний слой почвы и подстилку. На глубину более 2 метров в этих широтах огонь проникнуть не может, так как там находится лед и мерзлота.
D (неверно)	В почвенном воздухе концентрация углекислого газа обычно, наоборот, выше, чем в атмосфере, из-за дыхания корней и микроорганизмов.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 2. Геометрия выживания на Крайнем Севере

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

Крайний Север Красноярского края — зона экстремального холода. Исходя из аутэкологического правила Бергмана, укажите, как таймырская популяция овцебыка (*Ovibos moschatus*) адаптирована к суровому температурному фактору по сравнению с копытными умеренных широт?

A. они имеют сильно удлиненные уши и хвост
B. их тело имеет массивную, округлую форму с короткими выступающими частями
C. они обладают очень тонкими ногами и вытянутым туловищем для быстрого бега по насту
D. у них полностью отсутствуют легкие, а дыхание осуществляется через кожу

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Согласно правилу Аллена, длинные выступающие части тела характерны для обитателей жаркого климата (например, слонов или фенеков) для усиления теплоотдачи, а на Крайнем Севере они бы быстро обморозились.
B (верно)	Правило Бергмана гласит, что среди близкородственных форм теплокровных животных те, которые живут в более холодном климате, имеют более крупные размеры тела. Крупное и массивное тело имеет меньшую площадь поверхности на единицу объема, что позволяет эффективнее сохранять тепло. Овцебык идеально иллюстрирует это правило (и тесно связанное с ним правило Аллена): его приземистое, округлое туловище, короткие мощные ноги, а также едва заметные уши и хвост сводят к минимуму потери тепла в условиях экстремального холода Таймыра.
C (неверно)	Тонкие ноги способствовали бы колоссальным потерям тепла через кровеносные сосуды, а вытянутое туловище увеличило бы площадь поверхности тела, что привело бы к замерзанию.
D (неверно)	Это биологически невозможно для крупных млекопитающих. Овцебыки, как и все копытные, обладают развитыми легкими, а их кожа защищена густейшим мехом и подшерстком, полностью исключающим кожное дыхание

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 3. Жизнь на паузе

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

На юге Красноярского края, в степях Минусинской котловины, обитает длиннохвостый суслик (*Urocitellus undulatus*). Какой важнейший аутэкологический механизм позволяет этому грызуну преодолевать сезонный лимитирующий фактор — зимнее отсутствие корма и экстремально низкие температуры почвы?

A. миграция в более теплые регионы

B. смена питания

C. эндогенная спячка (гибернация) со снижением температуры тела почти до 0 °C

D. активная смена окраски меха на ярко-белую для охоты на мелких птиц

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Суслики — оседлые животные. Их анатомия не приспособлена для дальних сезонных миграций, как у птиц или некоторых копытных.
B (неверно)	Зимой в степи полностью отсутствует растительный корм, который составляет основу рациона сусликов. Почва промерзает, поэтому добывать подземные части растений они также не могут.
C (верно)	Длиннохвостый суслик проводит в глубокой норе в состоянии спячки (гибернации) до 6–7 месяцев в году. Во время этого процесса скорость метаболизма падает до минимума, частота сердцебиения снижается с нескольких сотен до нескольких ударов в минуту, а температура тела опускается почти до 0 °C (иногда даже до отрицательных значений). Это позволяет грызуну пережить суровую зиму Минусинской котловины исключительно за счет накопленных за лето жировых запасов.
D (неверно)	Суслики являются преимущественно растительноядными грызунами, а не хищниками. Белую покровительственную окраску зимой приобретают другие обитатели, например заяц-беляк, но не суслики, которые зимой вообще не выходят на поверхность.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 4. Искусство компромисса в биоценозе

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

В южных районах Красноярского края (Минусинская котловина, предгорья Западного Саяна) наблюдается совместное обитание двух близких видов грызунов, претендующих на схожие кормовые ресурсы. Однако в процессе эволюции прямого вытеснения одного вида другим не произошло. За счет какого механизма сформировалось устойчивое сосуществование данных видов в биоценозе? Выберите наиболее точный экологический механизм.

A. интенсификация хищничества со стороны пернатых хищников.

B. дифференциация экологических ниш

C. переход обоих видов к облигатному паразитизму.

D. переход видов в состояние анабиоза в летний период.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Давление хищников может временно снижать численность популяций, но оно не является эволюционным механизмом, формирующим тонкое и устойчивое распределение ресурсов между двумя конкурирующими видами.
B (верно)	Согласно классическому закону конкурентного исключения Гаузе, два вида с абсолютно одинаковыми потребностями не могут устойчиво сосуществовать в одной экосистеме — один неизбежно вытеснит другой. Чтобы избежать жесткой межвидовой конкуренции и вымирания, близкие виды грызунов в процессе эволюции расходятся по экологическим нишам. Например: они могут начать собирать корм в разное время суток (дневная и ночная активность), использовать разные микроместообитания (одни предпочитают открытые степные участки, другие — заросли кустарников в предгорьях) или специализироваться на разных частях растений (семена против сочной зелени).
C (неверно)	Подавляющее большинство грызунов являются свободноживущими фитофагами. Переход млекопитающих к исключительно паразитическому образу жизни биологически невозможен.
D (неверно)	Летняя спячка встречается у некоторых степных животных, но она служит для защиты от экстремальной засухи и зноя, а не является универсальным механизмом постоянного бесконкурентного сосуществования двух видов в период их активной жизнедеятельности.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 5. Живые волны Таймыра

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

В экосистемах тундры на севере Красноярского края (полуостров Таймыр) наблюдаются резкие, строго циклические колебания численности популяций леммингов (с пиком каждые 3–4 года). К какому типу динамики экосистем относятся эти изменения и как они напрямую влияют на другие компоненты биоценоза?

A. первичная сукцессия; вызывают необратимое исчезновение мохового покрова.
B. многолетняя флуктуация; определяют успешность размножения хищников (песцов, полярных сов).
C. антропогенная эволюция экосистем; приводят к миграции леммингов в таежную зону.
D. сезонная динамика; зависят исключительно от летней температуры воздуха.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Первичная сукцессия — это процесс заселения организмами абсолютно бесплодных территорий (например, застывшей лавы или обнаженной скальной породы). Растительный покров тундры после пиков численности леммингов успешно восстанавливается, изменения обратимы.
B (верно)	Резкие периодические подъемы и спады численности леммингов с циклом в 3–4 года — это классический пример многолетней флуктуации (ненаправленных, обратимых колебаний экосистемы). Лемминги являются ключевым (фундаментальным) звеном в пищевых цепях тундры. В годы пика их численности хищники (песцы, полярные совы, поморники) обеспечены кормом в избытке, что приводит к их массовому размножению и высокой выживаемости потомства. В годы депрессии (спада численности грызунов) хищники часто вообще отказываются от размножения или активно кочуют в поисках альтернативной пищи.
C (неверно)	Данные циклы являются естественным природным процессом, известным задолго до масштабного освоения Севера человеком. Кроме того, лемминги — типичные обитатели тундры и не мигрируют жить в тайгу.
D (неверно)	Сезонная динамика происходит строго внутри одного года (весна, лето, осень, зима). Трех-четырехлетние циклы выходят за рамки одного сезона и определяются внутренними популяционными механизмами и запасами кормовой базы, а не только летней температурой.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 6. Законсервированное время

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

В экосистемах тундры полуострова Таймыр и северной тайги Эвенкии огромная масса органического вещества (опад растений, остатки животных) веками не подвергается полному разложению и накапливается в верхнем слое почвы. Блокировка какого биологического процесса и из-за какого лимитирующего фактора приводит к такому замедлению круговорота углерода?

A. блокировка фотосинтеза травянистых растений из-за полярной ночи.
B. замедление деятельности редуцентов (бактерий и грибов) из-за низких температур и вечной мерзлоты.
C. избыточное поедание опада стадами диких северных оленей.
D. высокая концентрация кислорода в приземном слое воздуха, консервирующая органику.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Полярная ночь действительно останавливает фотосинтез зимой, но фотосинтез — это процесс *создания* органического вещества, а не его *разложения*. Накопление векового опада связано именно со сбоем на этапе утилизации.
B (верно)	Разложение и минерализация отмершей органики (опада, веток, трупов животных) — это задача редуцентов (деструкторов), к которым относятся почвенные бактерии и грибы. На Крайнем Севере из-за экстремально низких температур грунта, близкого залегания вечной мерзлоты и частой нехватки кислорода в переувлажненной почве жизнедеятельность микроорганизмов резко замедляется. Органика накапливается быстрее, чем редуценты успевают её переработать, что приводит к «замораживанию» круговорота углерода и формированию мощных торфянистых слоев.
C (неверно)	Олени питаются преимущественно ягелем, молодыми побегами кустарников и травой, а не полуразложившимся опадом. Более того, поедание и переваривание пищи животными (консументами), наоборот, ускоряет круговорот веществ, а не замедляет его.
D (неверно)	Кислород является сильным окислителем. В присутствии кислорода органика гниет и разлагается быстрее (аэробный процесс). Консервация же на Севере происходит как раз в условиях дефицита кислорода из-за застойного переувлажнения над слоем мерзлоты.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 7. Ранимая Арктика

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

Экосистемы тундры Красноярского края крайне чувствительны к антропогенному воздействию. Почему след от гусеницы тяжелого трактора или вездехода на мохово-лишайниковой тундре не зарастает десятилетиями, превращаясь в глубокую канаву?

A. гусеницы выделяют токсичные химикаты, стерилизующие почву
B. нарушение тонкого слоя мха разрушает теплоизоляцию, из-за чего вечная мерзлота под следом тает, и почва проседает
C. местные грызуны используют колеи как норы и постоянно выедают там новые корни растений
D. из-за сильных полярных ветров в колеях создается вакуум, мешающий росту семян

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Сама по себе металлическая или резиновая гусеница исправной техники не выделяет системных химикатов, способных десятилетиями стерилизовать огромные площади почвы. Главный урон здесь механический и термический.
B (верно)	Мохово-лишайниковый покров тундры работает как мощный естественный теплоизолятор. Летом он не дает солнечным лучам нагревать и растапливать вечную мерзлоту. Когда тяжелая техника сдирает этот хрупкий живой слой, тепло беспрепятственно проникает вглубь. Запускается опасный процесс термокарста: подземный лед под колеёй тает, переувлажненный грунт проседает, а талые и дождевые воды начинают размывать образовавшееся углубление. В результате скромный след превращается в глубокую канаву (овраг), где из-за постоянного размыва почвы и экстремальных условий тундровые растения не могут укорениться десятилетиями.
C (неверно)	Лемминги и полевки строят свои норы и ходы под естественным покровом мха и кустарничков, где они защищены от хищников, а не на открытых, залитых водой или грязью вездеходных колеях.
D (неверно)	Ветер физически не способен создать физический вакуум в открытой дорожной колее. Напротив, в углублениях ветер обычно слабее, но семена не могут там прорасти из-за постоянного движения размываемого мерзлотного грунта.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 8. Техногенное эхо потепления

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

Какое опасное природно-техногенное явление, вызванное глобальными изменениями климата, угрожает стабильности фундаментов и трубопроводов во всем Норильском промышленном районе?

A. масштабные карстовые провалы в известняках
B. таяние вечной мерзлоты
C. тектонические сдвиги и землетрясения
D. регулярные песчаные бури

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Карстовые процессы (растворение горных пород водой) встречаются во многих регионах, но они не являются доминирующей и повсеместной угрозой для инфраструктуры Норильска, стоящего на многолетней мерзлоте.
B (верно)	Практически все капитальные здания, заводы и трубопроводы Норильского промышленного района построены на сваях, вмороженных в многолетнемерзлые грунты. Прочность таких фундаментов полностью зависит от того, остаётся ли земля вокруг свай стабильно замороженной. Из-за глобального изменения климата и техногенного теплового излучения городов температура грунта в Арктике растет. Мерзлота начинает оттаивать, теряет свою несущую способность и превращается в подвижную кашу. В результате грунты проседают, сваи «плывут», что приводит к растрескиванию жилых домов и масштабным авариям на промышленных объектах и трубопроводах.
C (неверно)	Норильский промышленный район располагается на стабильной Сибирской платформе. Это сейсмически спокойный регион, и сильные разрушительные землетрясения здесь маловероятны.
D (неверно)	Для тундровой и лесотундровой зоны Таймыра песчаные бури не характерны. Здесь случаются сильнейшие зимние метели («черная пурга»), но они временно блокируют движение, а не разрушают подземные фундаменты и сваи зданий.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 9. Горький воздух Севера

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

Из-за специфики металлургического производства Норильск исторически занимает одно из первых мест в России по объемам выбросов вредных веществ в атмосферу. Какой именно газ является главным загрязнителем воздуха в НПР, вызывая образование кислотных дождей и угнетение окрестных лесов?

A. метан (CH_4)
B. диоксид серы (SO_2)
C. углекислый газ (CO_2)
D. озон (O_3)

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Метан является парниковым газом и основным компонентом природного газа. Его выбросы происходят главным образом в сельском хозяйстве и при добыче нефти или газа, но он не приводит к образованию кислотных дождей и не выделяется металлургическими печами в таких масштабах.
B (верно)	Металлургические заводы Норильска перерабатывают сульфидные медно-никелевые руды, которые содержат огромный процент серы. При плавлении руды сера соединяется с кислородом и превращается в диоксид серы. В атмосфере этот газ вступает в химическую реакцию с водяным паром и облаками, преобразуясь в серную кислоту. Это вызывает выпадение кислотных дождей. Из-за высокой токсичности сернистого газа и кислотных осадков на расстоянии десятков километров вокруг Норильска наблюдается высыхание, угнетение и гибель хвойных (лиственничных) деревьев
C (неверно)	Хотя углекислый газ выделяется при сжигании любого топлива в огромных объемах, он является естественным компонентом воздуха и не обладает высокой прямой токсичностью для растений. Более того, он не вызывает выпадения сильных кислотных осадков, способных уничтожать таежные леса
D (неверно)	В верхних слоях атмосферы озон защищает планету от ультрафиолета, а у поверхности земли (приземный озон) считается токсичным загрязнителем. Однако он образуется в результате фотохимических реакций выхлопных газов автомобилей и солнечного света, а не напрямую в металлургических плавильных цехах, и не имеет отношения к кислотным дождям серного типа

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 10. Компас устойчивого развития

В данном задании несколько верных ответов (возможно, один). Укажите все, которые Вы считаете верными, однако обратите внимание, что в случае, если не все верные ответы отмечены или отмечен неверный вариант, балл снижается.

Согласно классическому определению ООН, устойчивое развитие — это развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени, но не ставящее под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности. Какое управленческое решение в Красноярском крае в наибольшей степени соответствует всем компонентам устойчивого развития?

A. полный законодательный запрет на заготовку древесины во всех таежных районах края.
B. модернизация предприятий АО РУСАЛ и ТЭЦ Красноярского края с установкой современных фильтров и внедрением замкнутого цикла водоснабжения.
C. закрытие всех промышленных предприятий в г. Красноярске для полного восстановления таежных экосистем.
D. перераспределение всех налоговых доходов региона исключительно на решение экологических проблем.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 1 балл.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Такое решение учитывает только экологический аспект. С точки зрения экономики и социальной сферы оно станет катастрофой: лесная промышленность края обанкротится, а тысячи жителей лесозаготовительных поселков потеряют работу и доходы
B (верно)	Концепция устойчивого развития строится на одновременном балансе трех составляющих: экологической (сохранение природы), экономической (рост и стабильность производства) и социальной (здоровье людей, рабочие места). Глубокая экологическая модернизация крупных заводов и ТЭЦ идеально отвечает этой триаде. Она снижает выбросы вредных веществ и бережет воду (экология), сохраняет работающие предприятия и налоговую базу края (экономика), а также существенно улучшает качество воздуха для миллионов жителей Красноярска и обеспечивает их рабочими местами (социальная сфера).
C (неверно)	Закрытие заводов приведет к тяжелейшему экономическому кризису в регионе, массовой безработице и падению уровня жизни населения, что напрямую нарушает социальный и экономический компоненты устойчивого развития.
D (неверно)	Если направить все деньги только на экологию, регион останется без финансирования медицины, образования, ремонта дорог, выплаты пенсий и зарплат бюджетникам. Это разрушит социальную сферу и остановит экономическое развитие края.

Формула вычисления баллов:

Выбран 1 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 1 ответа	За каждый верный ответ (+1 балл), за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 11. Цветение среди льдов

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Выберите экологические адаптации, которые позволяют растениям красноярской тундры (полуостров Таймыр) выживать в условиях крайне короткого и холодного вегетационного периода:

A. крупные, широкие листовые пластинки для максимального улавливания рассеянного света.
B. подушковидная или стелющаяся форма роста для защиты от иссушающих зимних ветров.
C. глубокая стержневая корневая система, уходящая в почву на 2–3 метра.
D. высокая концентрация сахаров и антоцианов в клеточном соке для снижения точки замерзания.
E. способность к вегетативному размножению и живорождению (вивипарии) из-за нехватки насекомых-опылителей.
F. сбрасывание хвои/листьев каждые два месяца для обновления фотосинтетического аппарата.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Крупные листья испаряли бы слишком много дефицитной влаги. Из-за сильного морозного ветра они бы быстро погибли. Растения тундры имеют мелкие, кожистые, часто опушенные или скрученные листья. Это помогает им экономить воду и удерживать тепло
B (верно)	В приземном слое воздуха (до 10–20 см от земли) ветер слабее, а температура летом на несколько градусов выше, чем в открытой атмосфере. Зимой такие низкорослые растения полностью уходят под снег. Это спасает их от механических повреждений ледяными кристаллами и от зимнего иссушения (выветривания влаги).
C (неверно)	На глубине от нескольких десятков сантиметров в тундре Таймыра круглый год залегает водонепроницаемый слой многолетней (вечной) мерзлой почвы. Корни физически не способны пробиться сквозь лед на глубину 2–3 метра. Корневые системы растений тундры всегда поверхностные и развиваются горизонтально.
D (верно)	Накопление сахаров в вакуолях клеток работает как естественный антифриз. Это защищает цитоплазму от кристаллизации льда во время частых летних заморозков. Антоцианы (растительные пигменты) окрашивают листья в темные или багровые тона. Это помогает им лучше поглощать солнечное тепло и защищает фотосинтетический аппарат от избыточного ультрафиолета.
E (верно)	Из-за холода и сильных ветров насекомых-опылителей в тундре мало, а семена часто не успевают созреть за короткое лето. Растения тундры компенсируют это вегетативным размножением (усами, корневищами). Некоторые виды (например, мятлик живородящий или горец живородящий) развивают вместо цветков маленькие луковички или готовые проростки, которые опадают и сразу укореняются.
F (неверно)	Формирование новых листьев требует колоссального количества энергии и питательных веществ. В условиях экстремально короткого лета тундровые растения не могут позволить себе такую растрату ресурсов. Напротив, большинство из них являются многолетними вечнозелеными или зимнезелеными растениями, которые сохраняют листву под снегом, чтобы начать фотосинтез сразу после его таяния.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1)балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 12. Тайга после огня

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

В центральной части Красноярского края после масштабного верхового пожара в темнохвойной тайге (где доминировали пихта и ель) начинается процесс восстановления леса. Выберите верные утверждения, характеризующих начальные и промежуточные стадии этой динамики:

A. первая стадия характеризуется бурным развитием светолюбивых травянистых растений (например, иван-чая).
B. на гарях сразу же начинают массово прорастать семена пихты, так как им требуется обилие прямого солнечного света.
C. пионерными древесными видами, заселяющими гарь, становятся мелколиственные породы — береза и осина.
D. молодой березовый лес создает густую тень, в которой всходы светолюбивой сосны обыкновенной полностью погибают.
E. под пологом подросших берез и осин формируются благоприятные (затененные и увлажненные) условия для возобновления теневыносливых елей и пихт.
F. конечная (климаксовая) стадия сукцессии наступит уже через 10–15 лет после пожара.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (верно)	Огонь уничтожает напочвенный покров, обогащая почву золой. Открытый доступ к солнечному свету стимулирует рост трав-эксплерентов. Иван-чай узколистный является классическим пионером пожарищ (гаревиком).
B (неверно)	Пихта и ель относятся к теневыносливым породам. На открытых, иссушаемых солнцем гарях их всходы не выживают без предварительного защитного полога.
C (верно)	Их мелкие семена обладают высокой летучестью. Они быстро преодолевают расстояния и заселяют открытые пространства. Всходы этих деревьев светолюбивы и активно растут на солнцепеке.
D (неверно)	Во-первых, березняк формирует сквозной, достаточно ажурный полог. Во-вторых, сосна не является главным компонентом сукцессии при восстановлении исходной *темнохвойной* тайги.
E (верно)	Нежные проростки темнохвойных деревьев гибнут на открытом солнце. Кроны берез и осин создают необходимую полутень, задерживают влагу и защищают молодую хвойную поросль от заморозков.
F (неверно)	Вторичная пирогенная сукцессия в тайге длится долго. За этот короткий срок успеет сформироваться лишь молодой лиственный лес. Полное возвращение коренной темнохвойной тайги занимает 100–150 лет

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1)балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 13. Анатомия арктических экосистем

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Арктические тундры полуострова Таймыр — это экстремальная экосистема. Выберите характерные биологические и экологические особенности, отличающие эту экосистему от южнотаежных экосистем края:

A. Замкнутый и многоярусный древесный полог с преобладанием пихты.
B. Ведущая роль мохово-лишайникового яруса в формировании растительного покрова.
C. Преобладание рептилий (ящериц, змей) как главных регуляторов численности насекомых.
D. Высокая доля перелетных птиц (гусеобразные, кулики) в фаунистическом разнообразии летом.
E. Наличие вечной (многолетней) мерзлоты, препятствующей глубокому просачиванию воды и вызывающей заболачивание.
F. Высокое разнообразие видов земноводных из-за обилия мелких тундровых озер.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 баллов. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Это описание характерно для южнотаежных темнохвойных лесов Красноярского края. В арктической тундре деревья полностью отсутствуют из-за экстремальных морозов, сильных ветров и мерзлоты.
B (верно)	В условиях сурового арктического климата деревья расти не могут, поэтому мхи и лишайники (включая ягель) становятся основой растительного покрова. Они покрывают огромные площади тундры Таймыра, выполняя важнейшие средообразующие и теплоизоляционные функции.
C (неверно)	Рептилии — это холоднокровные животные, жизнедеятельность которых напрямую зависит от внешнего тепла. В арктической тундре Таймыра пресмыкающиеся полностью отсутствуют, так как они не способны выжить и размножаться в условиях вечной мерзлоты и короткого лета.
D (верно)	Летом полярная тундра оживает за счет миллионов перелетных птиц. Обилие водоемов, массовый вылет гнуса и долгий полярный день создают идеальные условия для выведения потомства. Птицы составляют основу летнего фаунистического разнообразия Арктики, тогда как зимой тундра практически пустеет.
E (верно)	Многолетняя мерзлота является водоупорным слоем. Из-за нее талые и дождевые воды не могут просочиться вглубь почвы. Несмотря на относительно небольшое количество осадков, тундра Таймыра летом сильно заболочена и покрыта сетью мелких озер
F (неверно)	Хотя озер в тундре много, видовое разнообразие земноводных (амфибий) здесь стремится к нулю. Единственный вид, способный заходить в субарктические районы края — сибирский углозуб (благодаря уникальной способности переносить замораживание), но в истинной арктической тундре Таймыра земноводные не живут.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1)балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 14. Нарушенные циклы Севера

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Норильский промышленный район (север Красноярского края) исторически является одним из крупнейших в мире источников выбросов диоксида серы (SO_2) и оксидов азота (NO_x) в атмосферу. Выберите экологические последствия, к которым приводит локальное нарушение круговорота этих элементов в прилегающих экосистемах северотаежного редколесья:

A. резкое защелачивание таежных почв и повышение концентрации ионов кальция.
B. выпадение кислотных дождей, повреждающих хвою лиственниц и разрушающих хлорофилл.
C. массовая гибель и исчезновение из биоценоза эпифитных лишайников — важнейшего звена круговорота веществ, крайне чувствительного к сере.
D. стимуляция бурного роста сфагновых мхов из-за избытка серного удобрения.
E. закисление притоков реки Пясина, ведущее к нарушению круговорота кальция и гибели молоди лососевых рыб.
F. снижение концентрации тяжелых металлов в почве за счет связывания их газами.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	Выбросы оксида серы и оксидов азота вызывают прямо противоположный процесс — закисление почв (снижение pH). При этом ионы водорода вытесняют из почвенного поглощающего комплекса ценные катионы кальция и магния, которые просто вымываются из почвенного профиля.
B (верно)	Диоксид серы и оксиды азота при соединении с атмосферной влагой образуют капли серной и азотной кислот. Эти кислотные осадки вызывают химические ожоги хвои лиственниц (главной древесной породы региона), разрушают пигмент хлорофилл, нарушают фотосинтез и приводят к усыханию огромных массивов лесотундры (формированию так называемых «норильских вывалов»).
C (верно)	Лишайники — классические организмы-биоиндикаторы. У них нет корневой системы, и они поглощают влагу и газы всей поверхностью тела. Диоксид серы губителен для них даже в минимальных концентрациях. В радиусе десятков километров от Норильска лишайниковый покров на стволах и почве практически полностью уничтожен техногенными газами.
D (неверно)	Соединения серы в таких высоких концентрациях выступают не как удобрение, а как сильнейший экотоксикант. Кислотные дожди подавляют рост мхов и вызывают деградацию мохового покрова, а не его стимуляцию.
E (верно)	Кислотные осадки и поверхностный смыв закисляют малые реки и озера Норило-Пясинской водной системы. Снижение pH воды приводит к вымыванию и дефициту кальция (что мешает формированию скелета рыб) и резко увеличивает токсичность растворимых соединений алюминия. Это губительно для икры и молоди ценных видов рыб (сиговых, лососевых).
F (неверно)	Сульфидные руды Норильска содержат тяжелые металлы (никель, медь, кобальт), которые выбрасываются в атмосферу вместе с газами в виде пыли и аэрозолей. Закисление почвы кислотными дождями переводит уже имеющиеся в почве тяжелые металлы в подвижную, наиболее токсичную для растений форму.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1)балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 15. Цена минусинского абрикоса

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Минусинская котловина — уникальный сельскохозяйственный оазис Сибири, где успешно выращивают зерновые, овощные и даже садовые (арбузы, абрикосы) культуры. Однако интенсивное земледелие здесь сталкивается с серьезными экологическими ограничениями. Выберите природные факторы, которые создают наибольшие риски деградации агроэкосистем на юге края:

A. частые весенние суховеи и сильные ветры, вызывающие ветровую эрозию (дефляцию) плодородного слоя почвы.
B. круглогодичное переувлажнение и заболачивание пахотных земель из-за таяния вечной мерзлоты.
C. короткий вегетационный период с риском ранних осенних и поздних весенних заморозков.
D. хронический дефицит солнечной радиации (инсоляции) в течение всего летнего периода.
E. недостаточное естественное увлажнение (аридность климата) в первой половине лета, требующее грамотной мелиорации.
F. массовое нашествие полярных леммингов со стороны северных тундр, уничтожающих посевы пшеницы.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (верно)	Минусинская котловина окружена горами, но её степной рельеф открыт для ветров. Весной, когда поля уже распаханы, но ещё не покрыты защитным слоем всходов, сильные ветры и суховеи буквально сдувают верхний, самый плодородный слой черноземов. Это приводит к пыльным бурям и разрушению структуры агроэкосистем
B (неверно)	Это явление характерно для севера края (Таймыр, Эвенкия). В Минусинской котловине нет сплошной вечной мерзлоты, а климат, напротив, засушливый (аридный), а не избыточно увлажненный.
C (верно)	Несмотря на то, что это самый теплый южный район края, климат здесь резко континентальный. Заморозки могут вернуться в конце мая или наступить уже в начале сентября. Это создает огромные риски для теплолюбивых культур (садов, бахчевых) и требует от агрономов точного подбора скороспелых сортов.
D (неверно)	Минусинская котловина отличается высочайшим количеством солнечных дней в году — по уровню инсоляции и количеству ясных дней летом она сопоставима с курортами Крыма. Именно поэтому здесь созревают арбузы и абрикосы.
E (верно)	Минусинская котловина находится в так называемой «дождевой тени» окружающих её гор Кузнецкого Алатау и Саян. Горы задерживают влажные воздушные массы. Из-за этого осадков здесь выпадает мало, а испаряемость высокая. Июньская засуха — регулярное явление, сильно лимитирующее урожайность без правильного полива и снегозадержания
F (неверно)	Лемминги — узкоспециализированные обитатели заполярных тундр. Они физически не могут мигрировать через тысячи километров сибирской тайги на юг края. Вредителями здесь выступают степные грызуны (суслики, хомяки, полевки) и саранчовые насекомые

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1)балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 16. Стойкие токсины: химическое эхо Сибири

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Стойкие органические загрязнители (СОЗ) представляют собой высокотоксичные соединения, устойчивые к разложению и способные к биоаккумуляции. Специфика индустриального комплекса и исторического наследия природопользования Красноярского края обуславливает присутствие определенных видов СОЗ в экосистемах региона. Какие из перечисленных соединений относятся к группе СОЗ, непосредственно использующихся (или использовавшихся ранее в составе оборудования/агрохимии), а также непреднамеренно образующихся в результате промышленной и хозяйственной деятельности на территории Красноярского края?

A. полихлорированные бифенилы (ПХБ)
B. диоксины
C. метилмеркурид (метилртуть)
D. хлорорганические пестициды (включая ДДТ и гексахлорбензол)
E. диоксид серы

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (верно)	Это классические промышленные СОЗ из «грязной дюжины» Стокгольмской конвенции. Они десятилетиями массово использовались на крупных предприятиях и энергетических объектах Красноярского края (КрАЗ, химические заводы, Красноярская ГЭС) в качестве диэлектриков, негорючих теплоносителей и охлаждающих жидкостей в мощных трансформаторах и конденсаторах. Старое электрооборудование и места его хранения до сих пор остаются источниками загрязнения ПХБ в регионе
B (верно)	Группа опаснейших суперэкотоксикантов, которые относятся к непреднамеренно образующимся СОЗ. Они не производятся специально, а выделяются как побочные продукты при высокотемпературных промышленных процессах, связанных с хлором и углеродом. В Красноярском крае основными источниками диоксинов являются металлургическое производство (включая Норильский никель и Красноярский алюминиевый завод), сжигание угля на ТЭЦ и котельных, а также масштабные лесные пожары
C (неверно)	Метилртуть — это высокотоксичное органическое соединение, которое способно к биоаккумуляции и представляет серьезную экологическую угрозу. Однако она является тяжелым металлом (точнее, его органической формой), а не стойким органическим загрязнителем (СОЗ) в рамках Стокгольмской конвенции, которая регулирует исключительно синтетические углеродные (органические) соединения
D (верно)	Эти соединения активно применялись в сельском хозяйстве южных районов края (особенно в Минусинской котловине) для борьбы с вредителями, а также использовались в авиационной обработке сибирской тайги от вспышек сибирского шелкопряда. Из-за своей химической стойкости они не разлагаются в почве десятилетиями, мигрируют по пищевым цепям и обнаруживаются в организмах диких животных и рыб
E (неверно)	Это газообразное неорганическое вещество. Несмотря на то, что он является главным аэротехногенным загрязнителем в Норильске и Красноярске, вызывает кислотные дожди и поражает леса, он не имеет никакого отношения к углеродным соединениям и классу СОЗ. В атмосфере он относительно быстро трансформируется в кислоты и соли, то есть не обладает многолетней стойкостью в первоначальном виде

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1)балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 17. Читаем экологическую летопись региона

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Ознакомьтесь с таблицей проявления глобальных экологических проблем в различных природных зонах Красноярского края. На основе анализа данных выберите все верные утверждения из предложенного списка.

Природная зона	Изменение среднегодовой температуры воздуха (за последние 30 лет)	Основной наблюдаемый тренд в гидрологическом или мерзлотном режиме	Доминирующий экосистемный сдвиг
Таймырская тундра и лесотундра	рост на (+1,8 - +2,4^0)С	увеличение глубины сезонного протаивания	Продвижение кустарников на север
Среднесибирское плоскогорье (сплошная мерзлота)	рост на (+1,2 - +1,5^0)С	просадки грунта, термокарстовые провалы, увеличение речного стока в зимнюю межень	Трансформация лиственничников, рост частоты крупномасштабных гарей
Центральные и южные районы (островная мерзлота и её отсутствие)	рост на (+0,8 - +1,1^0)С	обмеление малых рек, снижение уровня грунтовых вод, засухи	Аридизация ландшафтов, экспансия вредителей

A. повышение зимнего стока рек в зоне сплошной мерзлоты напрямую связано с увеличением фильтрации подземных вод через талики, образующиеся из-за деградации вечной мерзлоты.
B. процесс «позеленения» Таймырской тундры приводит к резкому увеличению альбедо подстилающей поверхности, что локально замедляет дальнейшее потепление климата.
C. масштабное увеличение глубины сезонного протаивания на Севере формируют опасную положительную обратную связь в глобальном климатическом цикле за счет эмиссии парниковых газов из оттаявших органических остатков
D. климатический тренд в центральных и южных районах снижает экологические риски для темнохвойной тайги (пихта, кедр), так как повышение температур активизирует фотосинтез местных видов.
E. аридизация ландшафтов и экспансия вредителей ослабляют устойчивость таежных экосистем, переводя значительные площади лесов из категории поглотителей (стоков) углерода в категорию его чистых источников.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (верно)	Многолетняя мерзлота является мощным водоупором, который зимой полностью блокирует подземное питание рек. В результате потепления на Среднесибирском плоскогорье мерзлота деградирует и сквозь неё образуются «талики» — участки незамерзающего грунта. Через эти сквозные зоны подземные подмерзлотные воды начинают круглый год фильтроваться в русла рек. Это напрямую ведет к зафиксированному в таблице тренду — росту речного стока в период зимней межени.

B (неверно)	Утверждение в корне неверно с точки зрения физики климата. Продвижение кустарников на север и «позеленение» тундры замещает светлую, хорошо отражающую свет лишайниковую или заснеженную поверхность на более темную, древесно-кустарниковую. Это резко снижает альбедо (отражательную способность) подстилающей поверхности. Темная поверхность поглощает гораздо больше солнечной радиации и тепла, что локально ускоряет дальнейшее потепление климата (еще одна положительная обратная связь)
C (верно)	С ростом температур на Таймыре (+1,8 – +2,4 °C) увеличивается глубина сезонного протаивания. Огромные запасы органики, законсервированные в вечной мерзлоте веками, начинают оттаивать и гнить (активизируются деструкторы). Процесс сопровождается масштабными выбросами метана и углекислого газа в атмосферу. Эти газы усиливают парниковый эффект, вызывая еще большее потепление — это классическая опасная положительная обратная связь.
D (неверно)	Напротив, климатический тренд на аридизацию ландшафтов (иссушение) губителен для темнохвойных пород (пихты, ели, кедра), которые крайне требовательны к высокой влажности воздуха и почвы. Повышение температур на фоне засух вызывает у них глубокое угнетение, закрытие устьиц для экономии воды и снижение интенсивности фотосинтеза, многократно повышая риски их массового усыхания
E (верно)	Засухи и падение уровня грунтовых вод на юге и в центре края приводят к жесткому водному стрессу у хвойных деревьев. Ослабленные леса становятся легкой добычей для вредителей (например, полиграфа уссурийского или сибирского шелкопряда) и масштабных гарей, упомянутых в таблице. Массовая гибель и гниение деревьев, а также их выгорание приводят к тому, что лес перестает связывать углекислый газ из воздуха и, наоборот, начинает массово выбрасывать углерод в атмосферу.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1) балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 18. Рецепт для зеленой Сибири

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Красноярский край обладает мощным промышленным потенциалом, сосредоточенным в сфере цветной металлургии, добычи полезных ископаемых, угольной генерации и лесозаготовки. Переход региона к модели зеленой экономики и принципам декарбонизации сталкивается со структурными противоречиями и географическими ограничениями. Какие из следующих экономических механизмов, проектов и технологических решений являются наиболее перспективными и реальными инструментами зеленой трансформации Красноярского края?

A. полный и одномоментный отказ от угольной генерации на Красноярских ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 с их заменой на ветровые и солнечные электростанции,
B. развитие биоэнергетики на базе крупных лесопромышленных комплексов региона путем глубокой переработки древесных отходов в топливные пеллеты и брикеты,
C. перевод электролизного производства алюминия на АО РУСАЛ на технологию инертных анодов в сочетании с питанием от гидроэлектростанций,
D. лесовосстановление в зоне интенсивного лесопользования и на гарях Среднесибирского плоскогорья,
E. масштабное внедрение систем улавливания и захоронения углерода непосредственно в тело вечной мерзлоты Таймыра.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (неверно)	В условиях сурового сибирского климата с экстремальными зимними температурами и длительным периодом отопления «зеленая» энергетика (солнце и ветер) физически не способна обеспечить базовую тепловую и электрическую нагрузку миллионного мегаполиса. Более того, ветрогенерация и солнечные панели нестабильны и зависимы от погоды. Реальным инструментом трансформации здесь выступает магистральная газификация региона, а не переход на ветряки.
B (верно)	Красноярский край — один из лидеров России по лесозаготовке. Накопление древесных отходов (опилок, коры) усугубляет проблему свалок и пожаров. Переработка этих остатков в биотопливо (пеллеты и брикеты) позволяет заменить ископаемый уголь в малых котельных региона на возобновляемый источник энергии с нейтральным углеродным следом.
C (верно)	Использование относительно чистой энергии Красноярской и Богучанской ГЭС уже обеспечивает красноярскому алюминию низкий углеродный след. Внедрение инновационных инертных анодов вместо традиционных угольных полностью устраняет выбросы парниковых газов и фторидов в процессе электролиза, заменяя их на выделение чистого кислорода
D (верно)	Сибирская тайга служит мощнейшим природным стоком (поглотителем) углерода. Активное высаживание молодых деревьев на месте вырубок и масштабных пожаров позволяет эффективно компенсировать техногенные выбросы предприятий края. Такие климатические лесные проекты признаны реальным рыночным инструментом декарбонизации
E (неверно)	Улавливание и захоронение углерода (CCS) — перспективная технология, но закачка газа в мерзлые грунты технологически опасна и нецелесообразна. Сама вечная мерзлота сейчас активно деградирует из-за потепления климата, что создает огромный риск утечки захороненного газа. Для CCS в крае рассматриваются глубокие

	устойчивые геологические пласты и выработанные месторождения, но не тающие льды Заполярья.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1) балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 19. Антропогенный дисбаланс: расход и потери кислорода

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Глобальный баланс атмосферного кислорода зависит как от интенсивности его выделения растительным покровом, так и от масштабов его техногенного потребления. Выберите виды антропогенной деятельности на территории Красноярского края, которые в наибольшей степени способствуют снижению доли свободного кислорода в атмосфере региона (за счет его прямого химического связывания при горении/производстве или вследствие уничтожения его ключевых природных источников-продуцентов):

A. сжигание бурых углей Канско-Ачинского бассейна на крупных теплоэлектростанциях.
B. производство первичного алюминия методом электролиза на алюминиевых заводах с использованием традиционных угольных (анодных) блоков.
C. накопление и длительное хранение крупнотоннажных отходов лесопиления в закрытых отвалах без доступа воздуха.
D. антропогенные лесные пожары, уничтожающие сотни тысяч гектаров тайги и одновременно сжигающие кислород и уничтожающие его продуцентов.
E. увеличение численности населения Красноярского края и рост объемов их биологического дыхания.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.
Разбор каждого утверждения:

A (верно)	Это классический процесс прямого химического связывания свободного кислорода. При сжигании миллионов тонн угля на ТЭЦ края колоссальные объемы кислорода безвозвратно извлекаются из атмосферы для окисления углерода до углекислого газа
B (верно)	В ходе электролиза на угольных анодах (КрАЗ) выделяющийся кислород мгновенно вступает в реакцию с раскаленным углеродом анодных блоков. Он химически связывается и улетучивается в виде парниковых газов, снижая общую долю кислорода
C (неверно)	В условиях дефицита воздуха разложение идет по анаэробному типу. В этом процессе атмосферный кислород не расходуется, а основным газом-выбросом становится метан
D (верно)	Пожары, возникающие по вине человека, бьют по кислородному балансу края «дважды». Во-первых, при горении биомассы (древесины и хвои) происходит мгновенное химическое поглощение колоссальных объемов свободного атмосферного кислорода. Во-вторых, уничтожаются огромные площади живого таежного фильтра, который должен был выделять кислород в процессе фотосинтеза в будущие десятилетия
E (неверно)	Объем кислорода, потребляемый жителями региона при дыхании, ничтожно мал (в пределах статистической погрешности) по сравнению с промышленными расходами энергетики и металлургии, а также масштабами сибирских пожаров.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1) балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 20. Пирамиды сибирских биоценозов

В данном задании несколько верных ответов. Выберите все, которые вы считаете верными, но обратите внимание, что, если выбран неверный ответ и\или не выбрано верное, балл снижается.

Какие из следующих утверждений верно характеризуют структуру и динамику экологических пирамид в различных природных комплексах Красноярского края?

A. в экосистемах глубоководных олиготрофных озер плато Путорана в летний период пирамида биомассы временно приобретает перевернутый вид, где биомасса фитопланктона оказывается меньше биомассы зоопланктона,
B. пирамида энергии для хвойных лесов Нижнего Приангарья может быть перевернутой в зимний период, так как метаболическая активность хвойных деревьев падает до минимума, и консументы расходуют больше энергии, чем фиксируют продуценты,
C. арктических тундрах Таймыра в трофической цепи «ягель → северный олень → волк» пирамида численностей имеет классический вид (широкое основание, узкая вершина), однако при переходе на цепь паразитов «северный олень → подкожный овод → гиперпаразиты» пирамида численностей становится перевернутой,
D. в темнохвойных лесах Енисейского кряжа пирамида чисел, построенная для трофической цепи «пихта → усач большого черного пихтового → паразитические наездники», имеет веретеновидную (частично перевернутую) форму, так как на одном дереве-продуценте могут одновременно кормиться тысячи насекомых-консументов,
E. согласно закону Линдемана, если чистая первичная продукция степного фитоценоза Минусинской котловины составляет 10 000 кДж энергии, то на уровень консументов второго порядка (хищные птицы) гарантированно перейдет не менее 5 000 кДж энергии.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого утверждения:

A (верно)	Это стандартное явление для водных биоценозов. Фитопланктон размножается с колоссальной скоростью, но обладает малой массой в конкретный момент времени, поскольку его тут же поедает зоопланктон. Продуктивность фитопланктона высока, но мгновенная биомасса оказывается меньше массы потребителей, что временно переворачивает пирамиду биомасс
B (неверно)	Это грубая термодинамическая ошибка. Пирамида энергии никогда не бывает перевернутой, так как при переходе с уровня на уровень около 90% энергии безвозвратно теряется в виде тепла (закон Линдемана). Энергия движется строго в одном направлении, уменьшаясь к вершине, независимо от сезона года.
C (верно)	В классической цепи выедания численность организмов падает к вершине (ягеля много → оленей меньше →волков единицы). В цепи паразитов всё наоборот: один олень (крупный хозяин) кормит тысячи личинок овода, а в каждой личинке живут сотни гиперпаразитов. Количество особей резко возрастает на каждом последующем уровне, из-за чего пирамида чисел переворачивается.
D (верно)	Лесные экосистемы — главный пример инверсии пирамиды чисел. Одно взрослое дерево (всего 1 особь продуцента) представляет собой целую экосистему, на которой живут и питаются тысячи личинок жуков-усачей (консументы I порядка), которых, в свою очередь, атакуют сотни паразитических насекомых. Основание такой пирамиды чисел всегда будет экстремально узким.
E (неверно)	Правило 10% (закон Линдемана) гласит, что на каждый следующий уровень переходит не более 10% энергии. При первичной продукции в 10 000 кДж на уровень консументов

	I порядка перейдет 1 000 кДж, а на уровень консументов II порядка (хищные птицы) попадет всего 100 кДж, а не 5 000.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 ответа	За каждый верный ответ 1 балл
Выбрано более 3 ответов	За каждый верный ответ (+1) балл, за каждый неверный ответ (-1 балл)

Задание 21. Наступление Саянской тайги

В качестве ответа укажите ОДНО слово БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов. Например: Олимпиада.

В связи с глобальными изменениями климата в высокогорьях Саян фиксируется необратимый процесс продвижения древесной растительности (кедра, лиственницы) выше в горы — на территорию бывших горных тундр. Такая вековая направленная динамика экосистем, связанная с изменением внешних климатических факторов, называется _____ сукцессия.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Правильный ответ:

Аллогенная (также академически верными считаются варианты **экзогенная или климатогенная**)	Аллогенная сукцессия (от греч. *allos* — другой, чужой и *genos* — происхождение) или экзогенная сукцессия — это смена растительных сообществ, которая вызывается внешними по отношению к биоценозу причинами и факторами (в данном случае — глобальным потеплением и изменением гидрологического режима). Ей противопоставляется *аутогенная (эндогенная)* сукцессия, которая происходит из-за того, что сами растения меняют среду под собой. Из-за роста среднегодовых температур и увеличения продолжительности вегетационного периода в высокогорьях Западного и Восточного Саяна вечная мерзлота отступает, а суровые условия горных тундр смягчаются. Семена кедра (сосны сибирской) и лиственницы, заносимые птицами (кедровками) и ветром, начинают успешно прорастать там, где раньше они погибали от обморожения. Лес необратимо наступает на тундру, смещая верхнюю границу горных биомов. Поскольку этот процесс запущен глобальным климатом планеты, а не внутренними силами самого сообщества тундры, сукцессия является строго климатогенной (аллогенной).

Формула вычисления баллов:

Введен правильный термин	2 балла
Введен неправильный термин	0 баллов

Задание 22. Живое удобрение Сибири

В качестве ответа укажите ОДНО слово БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов. Например: Олимпиада.

В условиях резко континентального климата Красноярского края при биологической рекультивации почв, склонных к солонцеватости и деградации структуры, высокой эффективностью обладает донник лекарственный, способный развивать мощную стержневую корневую систему, пробивающую уплотненные горизонты урбаноземов и агроземов, переводить труднорастворимые соединения фосфора и кальция в доступные формы, а также фиксировать атмосферный азот. Такое зеленое удобрение называется _____.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Правильный ответ:

Сидерат, сидераты, сидератом	Сидераты — это сельскохозяйственные или дикорастущие культуры, которые временно высаживают на истощенных, нарушенных или уплотненных землях. Их главная задача — не сбор урожая, а фитомелиорация: восстановление плодородия, разрыхление и обогащение почвенного профиля органикой и элементами питания.

Формула вычисления баллов:

Введен правильный термин	2 балла
Введен неправильный термин	0 баллов

Задание 23. Закон сибирского подроста

В качестве ответа укажите ОДНО слово БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов. Например: Олимпиада.

В густых молодняках и средневозрастных насаждениях лиственницы сибирской в таежной зоне Красноярского края в процессе роста происходит интенсивная внутривидовая конкуренция за свет, влагу и почвенное питание, в результате чего происходит _____: более сильные растения подавляют слабые.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Правильный ответ:

Самоизреживание (элиминация)	Самоизреживание— это фундаментальный экологический процесс автоматической регуляции численности и плотности популяции у растений. По мере роста отдельных деревьев их потребность в ресурсах (свете, площади минерального питания, воде) лавинообразно увеличивается, что неизбежно приводит к острой внутривидовой конкуренции.

Формула вычисления баллов:

Введен правильный термин	2 балла
Введен неправильный термин	0 баллов

Задание 24. Танец выживания в ледяной метели

В качестве ответа укажите ОДНО слово БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов. Например: Олимпиада.

В суровых условиях тайги и тундры Эвенкийского и Таймырского районов Красноярского края дикие северные олени выработали уникальные этологические адаптации для выживания зимой. При сильных метелях и падении температуры ниже -50°С огромные стада оленей сбиваются в плотную кучу и начинают непрерывное круговое движение. Это уникальное защитное поведение называется "_____". Молодняк и самки оказываются в самом центре круга, защищенные от ветра телами крупных самцов, а постоянное движение не дает животным замерзнуть и лечь на снег, что в таких условиях привело бы к неминуемой гибели.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Правильный ответ:

Хоровод (карусель)	«Оленья карусель» (или олений хоровод) — это высокоэффективная этологическая (поведенческая) адаптация диких северных оленей, направленная на коллективное выживание популяции в экстремальных условиях полярной зимы. Данный феномен представляет собой сложный механизм социальной самоорганизации стада.

Формула вычисления баллов:

Введен правильный термин	2 балла
Введен неправильный термин	0 баллов

Задание 25. Новые граждане Сибирской тайги

В качестве ответа укажите ОДНО слово БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов. Например: Олимпиада.

В дендрарии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН в Академгородке Красноярска на протяжении десятилетий успешно изучается интродукция древесных растений из удаленных флористических областей. Такие виды, как форзиция яйцевидная и ясень маньчжурский, перенесенные из Восточной Азии, демонстрируют в условиях красноярской лесостепи высокую зимостойкость. Успешное прохождение ими всех фенофаз, включая плодоношение и формирование жизнеспособных семян, свидетельствует о глубокой акклиматизации. Однако наивысшей степенью адаптации интродуцента к новым условиям считается _____, при которой чужеродный вид полностью встраивается в местные биоценозы, самостоятельно расселяется без помощи человека и начинает возобновляться естественным путем, что иногда может приводить к неконтролируемому росту популяции и вытеснению аборигенных видов

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Ответ: натурализация, дичание

Правильный ответ:

Натурализация, дичание – 2 балла **Инвазия, акклиматизация, интродукция – 1 балл**	Важно различать стадии интродукции. Переход от искусственного выращивания к самостоятельному возобновлению в дикой природе — это строго натурализация. Пропущенным термином является слово натурализация (также в качестве верного синонима можно засчитать словосочетание дичание растений). Если вместо точного термина указано более широкое родовое понятие («инвазия», «акклиматизация», «интродукция», то биологическая суть процесса встраивания в экосистемы понятна, но нарушена точность экологической терминологии. *«Инвазия»*, это свидетельствует о понимании угрозы, но инвазия — это уже *следствие* чрезмерно успешной натурализации

Формула вычисления баллов:

Натурализация, дичание	2 балла
Инвазия, акклиматизация, интродукция	1 балл
Введен неправильный термин	0 баллов

Задание 26. Коварное цветение сибирских вод

В качестве ответа укажите ОДНО слово БЕЗ пробелов, знаков препинания и дополнительных символов. Например: Олимпиада.

Мониторинг гидроэкосистем **Красноярского края** требует четкого разделения типов антропогенного воздействия по их первичному экологическому эффекту. Попадание в водоем тяжелых металлов от металлургических производств или фенолов со сточными водами деревообрабатывающих предприятий относится к токсическому загрязнению, которое напрямую угнетает жизнедеятельность гидробионтов, снижая биомассу экосистемы. Напротив, поступление неочищенных коммунально-бытовых стоков Красноярской агломерации или смыв фосфатных удобрений с сельскохозяйственных угодий вызывают эвтрофирующий эффект. Ключевое отличие эвтрофикации заключается в том, что на начальном этапе этот процесс носит _____ характер: избыток биогенных элементов резко стимулирует первичную продуктивность и лавинообразный рост биомассы фитопланктона и макрофитов, и лишь последующее отмирание этой избыточной органики приводит к дефициту кислорода и вторичной деградации водоема.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Правильный ответ:

Сукцессионный **Стимулирующий** **Прогрессивный** **Трофический** **Положительный** **Позитивный** **Эвтрофный**	Ключевое отличие эвтрофикации заключается в том, что на начальном этапе этот процесс носит стимулирующий характер: избыток биогенных элементов резко стимулирует первичную продуктивность и лавинообразный рост биомассы фитопланктона и макрофитов, и лишь последующее отмирание этой избыточной органики приводит к дефициту кислорода и вторичной деградации водоема.

Формула вычисления баллов:

Введен правильный термин	2 балла
Введен неправильный термин	0 баллов

Задание 27. Экологическая плата за мегаватты

Соотнесите антропогенный фактор и экологические последствия

Строительство плотины ГЭС создало непреодолимый барьер и полностью изменило гидрологию реки. Рассмотрите три антропогенных фактора (левая колонка) и соотнесите их с экологическими последствиями для популяции стерляди на основе закона толерантности (правая колонка).

Антропогенное воздействие ГЭС	Экологические последствия для стерляди на основании закона В.Шелфорда
1. физическое перекрытие русла плотиной	A. выход фактора за нижний предел толерантности в период размножения
2. сброс аномально холодной воды летом ($+10^0$C)	B. прекращение миграций к историческим нерестилищам, искусственное сужение ареала обитания.
3. сброс аномально теплой воды зимой ($+4^0$C и незамерзающая полынья)	C. смещение популяции в зону зимнего пессимума из-за нарушения естественных метаболических циклов

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого соответствия:

1. физическое перекрытие русла плотиной	**B. прекращение миграций к историческим нерестилищам, искусственное сужение ареала обитания** Стерлядь относится к речным рыбам. Для размножения ей необходимы дальние миграции вверх по течению реки к галечно-гравийным русловым нерестилищам. Тело плотины (например, Красноярской ГЭС) становится механической преградой. Из-за отсутствия рыбопропускных сооружений миграционный путь полностью перекрывается. Популяция оказывается изолированной в нижнем бьефе, что искусственно сжимает её ареал.
2. сброс аномально холодной воды летом ($+10^0$C)	**A. выход фактора за нижний предел толерантности в период размножения.** Глубоководные плотины ГЭС забирают воду из нижних, придонных слоев водохранилища, где она круглый год имеет стабильно низкую температуру. Летом в нижний бьеф Енисея сбрасывается вода температурой всего $+10^0$C вместо естественных $+18…+20^0$C. Согласно закону толерантности Шелфорда, для каждого процесса существует свой диапазон выносливости. Нерест стерляди и созревание икры требуют температур не ниже $+12…+15^0$C. Температура $+10^0$C летом оказывается ниже критического минимума (выходит за нижний предел толерантности), из-за чего размножение рыбы на этом участке реки блокируется.
3. сброс аномально теплой воды зимой ($+4^0$C и незамерзающая полынья)	**C. смещение популяции в зону зимнего пессимума из-за нарушения естественных метаболических циклов.** Зимой поверхностные воды водохранилища остывают, но на глубине вода сохраняет плотностный максимум в $+4^0$C. Её сброс формирует многокилометровую незамерзающую полынью. В норме зимой стерлядь должна уходить на глубокие «зимовальные ямы», покрываться защитной слизью и впадать в состояние анабиоза/покоя (период гипометаболизма), экономя энергию. Вода с температурой $+4^0$C в открытой полынье не дает рыбе «уснуть». Метаболизм стерляди остается ускоренным, она расходует жировые запасы. При этом естественная кормовая база зимой отсутствует. Популяция попадает в зону пессимума (угнетения): животные истощаются, что ведет к их массовой зимней гибели.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Выбрано 2 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Выбрано 1 верное соответствие	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Верных соответствий нет	0 баллов

Задание 28. Тайные регуляторы экосистем

Соотнесите химический элемент и его роль в системе региона

Разные химические элементы играют ключевую роль в функционировании конкретных звеньев экосистем края. Установите соответствие между элементом и его специфической ролью в круговороте веществ сибирской тайги.

Химический элемент	Роль в экосистемах региона
1. Фосфор	A. Основной строительный элемент органических соединений; депонируется в гигантских объемах в торфяных болотах Западно-Сибирской равнины
2. Азот	B. Лимитирующий элемент питания для таежных фитоценозов; его дефицит в бедных подзолистых почвах компенсируется за счет симбиоза хвойных деревьев с микоризными грибами и деятельности азотфиксирующих бактерий.
3. Углерод	C. Элемент, круговорот которого в водных экосистемах Енисея тесно связан с миграцией донных отложений и аккумулированием энергии в АТФ планктонных организмов; часто смывается с сельскохозяйственных полей юга края, вызывая локальное цветение водоемов

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого соответствия:

1. Фосфор	**C. Элемент, круговорот которого в водных экосистемах Енисея тесно связан с миграцией донных отложений и аккумулированием энергии в АТФ планктонных организмов; часто смывается с сельскохозяйственных полей юга края, вызывая локальное цветение водоемов** Фосфор является ключевым элементом биоэнергетики (входит в состав АТФ, нуклеиновых кислот и фосфолипидов мембран). В отличие от углерода и азота, у фосфора нет газовой фазы в атмосфере; его круговорот чисто осадочный. В Енисей фосфаты попадают в основном со смывом удобрений с полей Минусинской котловины или со сточными водами, депонируясь в донных отложениях. Избыток фосфора снимает ограничение на рост водорослей, вызывая антропогенную эвтрофикацию («цветение»).
2. Азот	**B. Лимитирующий элемент питания для таежных фитоценозов; его дефицит в бедных подзолистых почвах компенсируется за счет симбиоза хвойных деревьев с микоризными грибами и деятельности азотфиксирующих бактерий** Азот — главный строительный элемент белков и хлорофилла. В холодных таежных (подзолистых и мерзлотно-таежных) почвах края процессы минерализации органики идут медленно, и доступного для растений азота хронически не хватает. Чтобы обойти этот лимитирующий фактор, хвойные деревья вступают в тесный симбиоз с микоризными грибами, которые помогают эффективно всасывать азотные соединения, а также зависят от почвенных свободноживущих и симбиотических азотфиксаторов.
3. Углерод	**A. Основной строительный элемент органических соединений; депонируется в гигантских объемах в торфяных болотах Западно-Сибирской равнины** Углерод составляет основу (скелет) любого органического вещества на Земле. В Сибири, особенно в ее переувлажненной западной части и на севере края, из-за низких температур и нехватки кислорода в почве редуценты не успевают перерабатывать опад. Связанный растениями в процессе фотосинтеза углерод веками не возвращается в атмосферу, а консервируется в виде неразложившейся мортмассы, превращаясь в торф. Болота Сибири — одно из крупнейших планетарных депо (хранилищ) углерода.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Выбрано 2 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Выбрано 1 верное соответствие	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Верных соответствий нет	0 баллов

Задание 29. Природа против вредителей: сибирский опыт

Установите соответствие между методом и экологическим механизмом его действия.

В рамках экологизации сельского хозяйства Красноярского края агрономы всё чаще отказываются от сплошной химической обработки полей в пользу биологических и агротехнических методов. Установите соответствие между агротехническим/биологическим методом и экологическим механизмом его действия.

Агротехнический / Биологический метод	Экологический механизм
1. Создание лесополос (полезащитное лесоразведение) вокруг пашен на юге края	A. Биологический способ борьбы с вредителями (хищничество), позволяющий регулировать численность фитофагов (например, тли или колорадского жука) без применения токсичных пестицидов
2. Выпуск на поля божьих коровок	B. Предотвращение истощения почвы путем смены экологических ниш культур; бобовые травы (люцерна, клевер) вступают в симбиоз с азотфиксирующими бактериями, обогащая почву доступным азотом
3. Соблюдение севооборота (чередование пшеницы, рапса и многолетних бобовых трав)	C. Механическое снижение скорости ветра у поверхности земли, борьба с вымерзанием и ветровой эрозией

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 3 балла.

Разбор каждого соответствия:

1. Создание лесополос (полезащитное лесоразведение) вокруг пашен на юге края	**C. Механическое снижение скорости ветра у поверхности земли, борьба с вымерзанием и ветровой эрозией** Степные районы Минусинской котловины сильно страдают от весенней дефляции (выдувания черноземов) и иссушающих суховеев. Деревья и кустарники в лесополосах служат мощным механическим щитом. Они гасят кинетическую энергию ветра, заставляют снег зимой ложиться на поля равномерно (защита от вымерзания озимых), а весной удерживают талую влагу, спасая структуру агроэкосистемы от эрозии.
2. Выпуск на поля божьих коровок	**A. Биологический способ борьбы с вредителями (хищничество), позволяющий регулировать численность фитофагов (например, тли или колорадского жука) без применения токсичных пестицидов** Это классический пример аутэкологической регуляции через межвидовые связи типа «хищник — жертва». Божьи коровки (как имаго, так и их личинки) являются активными энтомофагами-полифагами. Их искусственное расселение на полях края позволяет эффективно сдерживать вспышки численности тлей и других мелких вредителей естественным путем. Это полностью исключает химический прессинг на почву, полезных насекомых-опылителей и человека.
3. Соблюдение севооборота (чередование пшеницы, рапса и многолетних бобовых трав)	**B. Предотвращение истощения почвы путем смены экологических ниш культур; бобовые травы (люцерна, клевер) вступают в симбиоз с азотфиксирующими бактериями, обогащая почву доступным азотом** Ежегодное выращивание одной и той же культуры (монокультура) истощает конкретные горизонты почвы и ведет к накоплению

	специализированных болезней и вредителей. Севооборот кардинально меняет условия среды. Включение в него бобовых трав (люцерны, эспарцета, клевера), которые за счет клубеньковых бактерий фиксируют атмосферный азот, позволяет восстановить плодородие почвы без внесения огромных доз нитратов, а также прерывает жизненные циклы сорняков и вредных насекомых.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 3 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Выбрано 2 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Выбрано 1 верное соответствие	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Верных соответствий нет	0 баллов

Задание 30. Вклад Сибири в глобальный климат

Установите соответствие между отраслью и количеством выбросов

Установите соответствие между сектором (отраслью) хозяйства Красноярского края и его примерной долей в общей региональной структуре антропогенных выбросов парниковых газов.

Отрасль	Количество выбросов
1. энергетика и транспорт	A. 10%
2. промышленность	B. 84%
3. сельское хозяйство	C. 1%
4. сектор обращения с отходами	D. 3%

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 4 балла.

Разбор каждого соответствия:

1. энергетика и транспорт	**B. 84%** Этот объединенный сектор вносит колоссальный вклад в структуру региональных парниковых газов. Красноярский край тотально зависит от угольной генерации. Сжигание бурых углей Канско-Ачинского бассейна на мощнейших ТЭЦ и ГРЭС региона для обеспечения теплом мегаполисов и энергоемких производств, вкупе с выбросами магистрального транспорта, генерирует подавляющую часть углекислого газа края
2. промышленность	**A. 10%** Сюда относятся прямые технологические (не связанные со сжиганием топлива для энергии) выбросы. В Красноярском крае этот показатель весьма заметен на фоне большинства других субъектов РФ. Основными источниками являются металлургические гиганты (РУСАЛ, Норникель), где происходят химические реакции разрушения углеродных анодов при электролизе алюминия или обжиге сульфидных руд с выделением углекислого газа.
3. сельское хозяйство	**D. 3%** Агропромышленный сектор юга края (прежде всего, развитое животноводство в Минусинской котловине) вносит небольшой, но стабильный вклад. Основным парниковым газом здесь является метан, выделяющийся в результате энтеральной ферментации (биологического дыхания и пищеварения) крупного рогатого скота, а также из навозохранилищ.
4. сектор обращения с отходами	**C. 1%** Данная отрасль имеет самую скромную долю в региональном кадастре парниковых газов. Эмиссия формируется преимущественно на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО) за счет анаэробного (без доступа воздуха) гниения органического мусора с выделением свалочного газа (смеси метана и углекислого газа).

Формула вычисления баллов:

Выбрано 4 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла
Выбрано 3 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Выбрано 2 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Выбрано 1 верное соответствие	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Верных соответствий нет	0 баллов

Задание 31. Дипломатия на защите биосферы

Установите соответствие между конвенцией и экологической проблемой

Установите соответствие между международной экологической конвенцией и конкретной предметной проблемой или группой регулируемых веществ, составляющих основу данной конвенции.

Международная конвенция	Экологические проблемы и регулируемые объекты
1. Базельская конвенция	A. жесткий контроль и сокращение объемов трансграничного перемещения опасных отходов
2. Минаматская конвенция	B. направлена на защиту здоровья человека и окружающей среды от антропогенных выбросов ртути и ее соединений
3. Роттердамская конвенция	C. регулирует международную торговлю определенными опасными химическими веществами и пестицидами
4. Стокгольмская конвенция	D. направлена на полный запрет, сокращение или ликвидацию выбросов стойких органических загрязнителей

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 4 балла.

Разбор каждого соответствия:

1. Базельская конвенция	**A. жесткий контроль и сокращение объемов трансграничного перемещения опасных отходов** Одобренная в 1989 году конвенция была создана в ответ на участившиеся случаи, когда промышленно развитые страны вывозили опасные токсичные отходы на территорию развивающихся государств. Она обязывает страны минимизировать производство таких отходов и жестко контролирует их перемещение через границы, требуя обязательного предварительного согласия импортирующей стороны.
2. Минаматская конвенция	**B. направлена на защиту здоровья человека и окружающей среды от антропогенных выбросов ртути и ее соединений** Конвенция получила свое название в память о японском городе Минамата, где в середине XX века произошло массовое ртутное отравление местных жителей из-за сброса промышленных стоков. Этот международный договор регулирует добычу ртути, ограничивает ее использование в товарах (таких как батарейки, термометры, люминесцентные лампы) и контролирует промышленные выбросы металлургических и угольных предприятий.
3. Роттердамская конвенция	**C. регулирует международную торговлю определенными опасными химическими веществами и пестицидами** Главный инструмент этой конвенции — процедура предварительного обоснованного согласия. Страны-экспортеры обязаны информировать принимающую сторону о высокой токсичности поставляемых пестицидов и промышленных ядохимикатов. Это дает государствам законное право отказаться от импорта опасных соединений, которые они не смогут безопасно утилизировать.
4. Стокгольмская конвенция	**D. направлена на полный запрет, сокращение или ликвидацию выбросов стойких органических загрязнителей** Данный договор регулирует оборот суперэкотоксикантов (СОЗ) — синтетических соединений, которые годами не разлагаются в природе, накапливаются в тканях живых организмов и

	передаются по пищевым цепочкам. Конвенция нацелена на полное уничтожение запасов этих веществ и переход к безопасным альтернативам.

Формула вычисления баллов:

Выбрано 4 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла
Выбрано 3 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Выбрано 2 верных соответствия	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Выбрано 1 верное соответствие	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Верных соответствий нет	0 баллов

Задание 32. Как рождается «черное небо»

Установите правильную последовательность.

Расположите этапы формирования и развития экологической проблемы - «черного неба» (смога) - в долине реки Енисей в правильной причинно-следственной и хронологической последовательности.

A. Накопление в приземном слое атмосферы мелкодисперсной пыли ($PM_{2,5}$), бенз(а)пирена и диоксида серы от ТЭЦ, автотранспорта и частного сектора.
B. Проникновение мелкодисперсных частиц через альвеолы в кровь человека, вызывающее обострение кардиореспираторных заболеваний у населения.
C. Наступление антициклона над котловиной, сопровождающееся полным штилем и температурной инверсией.
D. Снижение прозрачности атмосферы, падение уровня инсоляции и формирование плотной серо-коричневой дымки над жилыми кварталами.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 4 балла.

Разбор последовательности:

1 - C	Это метеорологический триггер и первопричина начала процесса. Антициклон прижимает воздушные массы к земле. В условиях речной долины Енисея возникает температурная инверсия (теплый воздух оказывается над холодным), которая работает как невидимая «крышка», полностью блокируя вертикальное перемешивание воздушных масс (конвекцию). Отсутствие ветра (штиль) исключает горизонтальное рассеивание газов.
2 - A	Поскольку атмосфера заблокирована, непрерывные выбросы от всех городских источников (крупных угольных ТЭЦ, выхлопных газов машин и печного отопления частного сектора, которое в морозы работает на максимум) перестают уноситься в верхние слои. Начинается стремительное концентрирование токсикантов в приземном слое — там, где дышат люди.
3 - D	Накопившиеся твердые микрочастицы сажи и пыли начинают рассеивать и поглощать солнечный свет, из-за чего видимость в городе падает. Химические соединения взаимодействуют между собой, визуализируясь в виде плотной, удушливой серо-коричневой завесы над Красноярском. Это и есть физическое проявление смога, неофициально называемое «черным небом».
4 -B	Это финальное экологическое последствие процесса и его влияние на здоровье человека. Частицы $PM_{2,5}$ настолько малы, что естественные фильтры нашего организма (носоглотка) их не задерживают. Они проникают глубоко в легкие, достигают альвеол, попадают напрямую в кровеносную систему и разносятся по органам, вызывая токсическое повреждение тканей, приступы астмы, обострение сердечно-сосудистых патологий и другие тяжелые медицинские последствия.

Формула вычисления баллов:

Все четыре этапа расставлены в абсолютно верной логической и временной последовательности. Ошибки отсутствуют	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла
Допущена одна ошибка	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Допущено две ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Допущено три ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Цепочка полностью нарушена, либо ответ не представлен	0 баллов

Задание 33. Утренние привычки: невидимый масштаб

Установите правильную последовательность.

Расположите этапы жизненного цикла обычных вещей и действий ученика в правильной причинно-следственной цепочке, которая показывает, как утренние привычки школьника превращаются в увеличение его индивидуального экологического следа

A. Сжигание ископаемого топлива на электростанции для выработки энергии, необходимой для производства новой упаковки и транспортировки товаров.
B. Покупка школьником сока в одноразовой пластиковой бутылке и бутерброда в пластиковом контейнере вместо использования многоразовой фляжки и ланч-бокса.
C. Рост совокупного экологического следа школьника, выраженный в увеличении площади условной биологически продуктивной поверхности Земли (глобальных гектаров), необходимой для обеспечения его жизнедеятельности.
D. Выделение в атмосферу парниковых газов, которые временно не могут быть полностью поглощены лесами и океанами из-за превышения экологической емкости биосферы.
E. Выбрасывание пустой бутылки и упаковки в контейнер для смешанных отходов, отправляемый на полигон, вместо сортировки и сдачи на вторичную переработку.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 5 баллов.

Разбор последовательности:

1 - B	Это начальный этап — потребительский выбор школьника. Отказ от многоразовой альтернативы в пользу одноразовых вещей мгновенно запускает цепочку повышенного расходования природных ресурсов и формирования будущих отходов
2 - E	Это непосредственное действие школьника, завершающее бытовой цикл использования вещи. Так как пластик отправляется на обычную свалку, а не на переработку, он исключается из циклического круговорота материалов. Это порождает дефицит сырья и заставляет промышленность производить новую упаковку «с нуля»
3 - A	Это промышленное следствие действий ученика (анализ жизненного цикла). Чтобы компенсировать выброшенную бутылку и создать новую, заводы тратят колоссальное количество энергии, сжигая уголь или газ. Сюда же накладываются затраты топлива на транспортировку сырья и товаров в Красноярский край.
4 - D	Это глобальное экологическое последствие промышленного этапа. Сжигание топлива сопровождается масштабными выбросами углекислого газа. Естественные поглотители (тайга, океанический планктон) уже не справляются с избыточным объемом газов, так как антропогенная нагрузка превысила восстановительный потенциал (емкость) биосферы.
5- C	Финальный интегральный итог. Экологический след измеряется в глобальных гектарах (гга) показывает, сколько земли и воды нужно, чтобы производить ресурсы и поглощать наши отходы (включая парниковые газы). Из-за утренних привычек школьника планете требуется выделить дополнительную виртуальную площадь для утилизации его углекислого газа и размещения мусора на полигоне, что математически увеличивает его персональный экослед.

Формула вычисления баллов:

Все пять этапов выстроены в абсолютно верной логической и хронологической последовательности. Ошибки отсутствуют	За каждый верный ответ 1 балл, итого 5 баллов
Допущена одна ошибка	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла
Допущено две ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Допущено три ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла

Допущено 4 ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Цепочка полностью нарушена, либо ответ не представлен	0 баллов

Задание 34. Экспедиция РГО: Заповедный Енисей

Установите правильную последовательность.

Представьте, что вы являетесь участником комплексной научной экспедиции Русского географического общества (РГО) и движетесь на научно-исследовательском судне по реке Енисей строго с севера на юг — от побережья Карского моря до южных границ Красноярского края.

Расположите особо охраняемые природные территории (ООПТ) региона в правильной последовательности по мере их пересечения или приближения к ним по маршруту экспедиции (от самых северных к самым южным).

A. Национальный парк «Красноярские Столбы»

B. Путоранский государственный природный заповедник

C. Саяно-Шушенский государственный природный биосферный заповедник

D. Большой Арктический государственный природный заповедник

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 4 балла.

Разбор последовательности:

1 - D	Это начальная точка маршрута. Заповедник расположен на самом севере полуострова Таймыр и охватывает побережье и острова Карского моря, включая район Диксона в устье Енисейского залива. Это крупнейший заповедник России и всей Евразии, представляющий зону арктических тундр и пустынь.
2 - B	Двигаясь вверх по течению Енисея на юг, экспедиция проходит Дудинку и Норильск. К востоку от этого участка Енисея (в районе притоков Хантайка и Курейка) раскинулось уникальное плато Путорана. Путоранский заповедник охраняет нетронутые горно-таежные и тундровые экосистемы этого базальтового плато, знаменитого своими каньонами и тысячами водопадов
3 - A	Пройдя через всю обширную зону средней и южной тайги Туруханского и Енисейского районов, судно прибывает в центральную часть края — к городу Красноярску. Непосредственно к правому берегу Енисея в черте города примыкает национальный парк «Красноярские Столбы», расположенный на северо-западных отрогах Восточного Саяна в зоне горной тайги.
4 - C	Финальная, самая южная точка водного маршрута (в районе Саяно-Шушенского водохранилища). Заповедник находится на юге края, в высокогорьях Западного Саяна на левом берегу Енисея. Он расположен на стыке сибирской тайги и центральноазиатских степей и известен как место обитания крупнейшей охраняемой группировки снежного барса (ирбиса) в регионе.

Формула вычисления баллов:

Все четыре ООПТ выстроены в абсолютно верной географической последовательности строго с севера на юг. Ошибки отсутствуют.	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла
Допущена одна ошибка	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Допущено две ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Допущено три ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Логика географического маршрута полностью нарушена, либо ответ на задание не предоставлен	0 баллов

Задание 35. Эффект токсичной матрешки

Установите правильную последовательность.

Некоторые загрязняющие вещества (например, тяжелые металлы или хлорорганические пестициды), попадая в гидросферу, не выводятся из организмов, а накапливаются в жировых тканях или органах. Расположите звенья экологической цепи и сопутствующие процессы в правильной последовательности увеличения концентрации токсиканта в тканях организмов (от самого чистого звена к звену с максимальным, летальным уровнем токсического отравления).

A. Налим обыкновенный (*Lota lota*) — придонный хищник, основу рациона которого составляют мелкие рыбы, бентос и молодь других видов.
B. Одноклеточные диатомовые и зеленые водоросли, сорбирующие растворенные в воде химические соединения всей поверхностью клеток.
C. Скопа (*Pandion haliaetus*) — специализированная хищная птица-рыбоед, атакующая крупных рыб с воздуха на мелководье и замыкающая трофическую цепь.
D. Ветвистоусые и веслоногие рачки (зоопланктон), активно фильтрующие воду и поедающие микроводоросли.
E. Речной окунь (*Perca fluviatilis*) — средний по размеру факультативный хищник, массово поедающий планктоноядных рачков и мелких беспозвоночных.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 5 баллов.

Разбор последовательности:

1 - B	Это начальное звено (продуценты). Они первыми улавливают растворенные в воде следовые, минимальные количества токсиканта из окружающей среды, сорбируя их всей поверхностью клеток в процессе минерального питания и фотосинтеза. Концентрация яда здесь самая низкая в биологической цепи
2 - D	Консументы I порядка. Каждый рачок за свою жизнь отфильтровывает колоссальные объемы воды и съедает тысячи микроводорослей. Так как токсикант не выводится из их организмов, он начинает аккумулироваться в их жировых каплях, и его концентрация возрастает на порядок по сравнению с фитопланктоном.
3 - E	Консументы II порядка. Окунь на протяжении жизни массово поедает зараженных рачков. Происходит вторичное концентрирование: яд из тысяч съеденных беспозвоночных переходит в мышечные и жировые ткани рыбы, делая её организм значительно более токсичным, чем планктон
4 - A	Консументы III порядка. Будучи крупным придонным хищником, налим питается окунями и другой мелкой рыбой. Накапливая токсины из организмов своих жертв, налим концентрирует в своих органах (особенно в жирной печени) опасные дозы тяжелых металлов или пестицидов. На этом этапе у рыбы могут начинаться патологические изменения органов.
5- C	Консументы IV порядка (высшие хищники), замыкающие пищевую пирамиду. Скопа питается исключительно крупной рыбой (налимами, щуками). По закону биомагнификации, в тканях, мозге и яйцах хищных птиц концентрация яда достигает своего исторического пика — она может быть в сотни тысяч и миллионы раз выше, чем в самой речной воде. Это приводит к летальному отравлению, истончению скорлупы яиц и полной блокировке размножения птиц.

Формула вычисления баллов:

Все пять звеньев выстроены в абсолютно верной логической последовательности. Ошибки отсутствуют	За каждый верный ответ 1 балл, итого 5 баллов
Допущена одна ошибка	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла

Допущено две ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла
Допущено три ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Допущено 4 ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Цепочка полностью нарушена, либо ответ не представлен	0 баллов

Задание 36. Разрушение ледяного замка

Установите правильную последовательность.

Расположите экологические и ландшафтные процессы в правильной причинно-следственной и хронологической последовательности их развития при деградации криогенных (вечномерзлых) экосистем севера Красноярского края под влиянием глобального потепления (от исходного климатического импульса до глубокой перестройки структуры фитоценоза).

A. Массовое усыхание коренных лиственничных редколесий («пьяный лес») из-за механического вывала деревьев при просадках субстрата и переувлажнения их корнеобитаемого слоя.
B. Активация термокарста, сопровождающаяся вытаиванием подземных льдов, просадкой перекрывающих пучащихся грунтов и формированием провальных понижений рельефа.
C. Заселение образовавшихся избыточно увлажненных антропогенно-природных пустошей и окраин провалов влаголюбивыми кустарниками (ивами, ольховником, ерником) и осоками, приводящее к общему «позеленению» и кустарниковой экспансии.
D. Многолетнее повышение среднезимних температур воздуха и увеличение мощности снежного покрова, снижающее глубину сезонного промерзания почвы.
E. Увеличение глубины сезонно-талого слоя (СТС) урбаноземов и природных криоземов в летний период, приводящее к переходу верхнего горизонта мерзлоты в пластично-текучее состояние.

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 1 балла. Всего за задание 5 баллов.

Разбор последовательности:

1 - D	Это первопричина и климатический импульс. Рост зимних температур запускает весь процесс. Обильный снег работает как теплое одеяло. Он не дает почве сильно промерзнуть за зиму, из-за чего грунт сохраняет больше тепла к началу теплого сезона.
2 - E	Прямое следствие теплой зимы и жаркого лета. Слой почвы, который ежегодно оттаивает летом, становится глубже. Тепло проникает к верхним горизонтам вечной мерзлоты, которые раньше никогда не таяли, и превращает скованный льдом грунт в пластичную, нестабильную жидкую массу.
3 - B	Геоморфологический этап. Вековой лед, скрытый под землей (жилы, пласты), начинает таять. Объём грунта резко уменьшается. Пустоты под землей схлопываются, и верхние слои почвы лавинообразно проседают. На месте ровной тундры образуются провалы, воронки и канавы (термокарстовый рельеф).
4 - A	Первичный биологический удар. Из-за просадок земли корни лиственниц теряют опору. Деревья хаотично наклоняются в разные стороны, формируя феномен «пьяного леса». В образовавшихся провалах заиляется и застаивается вода. Корни лиственниц, не выносящие застойного переувлажнения, загнивают, и вековой коренной лес массово гибнет.
5- C	Финальная перестройка фитоценоза (сукцессия). На месте погибших лиственниц и затопленных провалов формируется новая экосистема. Коренные сообщества сменяются влаголюбивыми осоками и агрессивными кустарниками (ивой, ольхой, карликовой березой), которые легко переносят сырость. Это приводит к глобальному «позеленению» Арктики и необратимому изменению ландшафта севера Красноярского края.

Формула вычисления баллов:

Все пять звеньев выстроены в абсолютно верной логической последовательности. Ошибки отсутствуют	За каждый верный ответ 1 балл, итого 5 баллов
Допущена одна ошибка	За каждый верный ответ 1 балл, итого 4 балла
Допущено две ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 3 балла

Допущено три ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 2 балла
Допущено 4 ошибки	За каждый верный ответ 1 балл, итого 1 балл
Цепочка полностью нарушена, либо ответ не представлен	0 баллов

Задание 37. Углеродный баланс приенисейской тайги

В качестве ответа введите целое число. Не пишите единицы измерения (слово «тонн» или букву «т»). Не ставьте пробелы между цифрами (пишите 12345, а не 12 345). Если число отрицательное, введите минус (-) перед ним. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов), быть не должно.

В рамках региональной климатической программы ученые Сибирского федерального университета провели комплексный геоэкологический аудит промышленного узла в долине реки Енисей. Исследователи сопоставили прямые антропогенные выбросы углекислого газа (CO_2) от предприятий с реальной поглотительной способностью прилегающего лесного массива.

Параметры техногенной нагрузки промузла:

- угольная котельная за год сожгла 50 000 тонн бурого угля Канско-Ачинского бассейна. Удельный коэффициент эмиссии составляет 400 кг чистого углерода (C) на 1 тонну угля.
- металлургический цех за год выплавил 10 000 тонн первичного алюминия. В процессе электролиза на выгорание угольных анодов тратится строго 0,5 тонны чистого углерода (C) на производство каждой 1 тонны готового металла.

Параметры компенсирующей экосистемы:

- промышленный узел окружен замкнутым массивом темнохвойной тайги площадью 25 000 га.
- среднегодовой показатель Чистой Первичной Продуктивности (NPP) этой тайги составляет 4 тонны абсолютно сухого органического вещества (фитомассы) на 1 гектар в год.
- в составе сухой органической фитомассы местной тайги доля чистого углерода (C) составляет строго 50% по массе.

Дополнительные справочные данные (константы):

- молярная масса углерода (C) = 12 г/моль.
- молярная масса кислорода (O) = 16 г/моль.
- весь выделившийся и поглощенный углерод в рамках задачи рассматривается строго в составе углекислого газа (CO_2).

Задание 1. Оценка антропогенной нагрузки.

На основе исходных данных вычислите суммарную массу **чистого углерода (C)** в тоннах, которую за один год выбросили в атмосферу котельная и металлургический цех вместе взятые

Задание 2. Оценка потенциала экосистемы.

На основе исходных данных вычислите общую массу **чистого углерода (C)** в тоннах, которую ежегодно связывает и накапливает окружающий массив тайги в процессе годового прироста своей фитомассы.

Задание 3. Расчет углеродного баланса территории.

Определите чистый годовой профицит (остаток) исследуемой территории по элементу **углероду (C)** в тоннах.

Задание 4. Финальная конвертация газов.

Вычислите, на сколько тонн CO_2 в год поглотительная способность приенисейской тайги превосходит (или не превосходит) суммарные выбросы промышленного узла.

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 8 баллов.

Разбор последовательности:

№ задания	Решение	Ответ
Задание 1.	Сначала вычислим, сколько тонн чистого углерода выбрасывают в атмосферу предприятия промышленного узла за один год.	25000

	1. Выбросы от угольной котельной: котельная сжигает 50000 тонн угля в год. Коэффициент эмиссии – 400 кг (0,4 тонны) чистого углерода на 1 тонну угля. Выбросы котельной: 50000*0,4= 20000 тонн 2. Цех выплавляет 10000 тонн алюминия в год. Коэффициент эмиссии – 0,5 тонны чистого углерода на производство 1 тонны готового металла. Выбросы цеха составляют 10000*0,5 = 5000 тонн углерода. Суммарные антропогенные выбросы промузла: 20000+5000=25000 тонн углерода	
Задание 2.	Рассчитаем, сколько тонн чистого углерода способна ежегодно извлекать из атмосферы окружающая тайга за счет своего чистого годового прироста (NPP). 1. Общий прирост абсолютно сухой биомассы тайги: Площадь лесного массива 25000 га, чистая первичная продуктивность – 4 тонны сухого органического вещества на 1 га в год. Общая сухая биомасса составляет 25000*4=100000 тонн сухой органики в год 2. Масса чистого углерода, связанного тайгой: Доля чистого углерода в сухой фитомассе среднетаежных хвойных пород составляет ровно 50% (или 0,5). Поглощение углерода будет равно 100000*0,5=50000 тонн в год	50000
Задание 3.	Сопоставим объемы поглощения углерода природой и объемы его выбросов промышленностью, чтобы узнать чистый годовой остаток (профицит): Баланс углерода = поглощение тайгой – выбросы промузла Баланс С = 50000-25000 = 25000 тонн углерода в год. Это означает, что на исследуемой территории Красноярского края формируется устойчивый профицит: тайга успешно справляется с нагрузкой и поглощает на 25000 тонн чистого углерода больше, чем выбрасывает промышленный узел	25000
Задание 4.	Растения поглощают углерод из воздуха, а промышленный узел выбрасывает его исключительно в виде диоксида углерода (CO_2). Переведем чистый остаток углерода в эквивалент CO_2 через соотношение молярных масс элементов: - молярная масса углерода = 12 г/моль - молярная масса CO_2 = 12+16*2=44 г/моль Чтобы узнать, из какого объема CO_2 образуется 25000 тонн чистого углерода, составим пропорцию через молярные веса: Масса CO_2 = 25000 тонн С*(44/12) = 91666,67 тонн CO_2 Согласно правилам математического округления, число 91666,67 округляется в большую сторону до ближайшего целого. Получаем 91667	91667

Формула вычисления баллов:

Все четыре расчета правильны. Ошибки отсутствуют	За каждый верный ответ по 2 балла, итого 8 баллов
Допущено ошибка в одном из звеньев или задание отсутствует	0 баллов