

Работа с нестандартными и комбинированными заданиями, интегрирующими несколько содержательных блоков

Учитель биологии высшей квалификационной категории
МБОУ СОШ №49 станицы Смоленской МО Северский район

Имени Турчинского А.П.
Голубович Галина Ивановна

Зачем нужны комбинированные задания на уроках:

- ▶ Такие комбинированные задачи отлично тренируют умение видеть связи. Анализируйте связи. Не решайте задачу механически — пробуйте понять, почему именно такая цепь питания сложилась, какие факторы среды на это повлияли.
- ▶ Используйте дополнительные знания. При решении часто приходится привлекать сведения из зоологии (строение, поведение, классификация), экологии (пирамиды чисел и энергии, сукцессии), цитологии, физиологии, генетики и даже географии.
- ▶ Обсуждайте последствия. Полезно не только дать ответ, но и обсудить, как изменение одного элемента в цепи отразится на всей системе.
- ▶ Такие задачи хорошо развивают системное мышление: ученик учится не просто запоминать факты, а видеть общую картину взаимодействий в живой природе.
- ▶ Развивают логическое мышление и устанавливают межтемовые взаимоотношения.

Экология и биохимия.

- ▶ **В лесной подстилке разлагаются опавшие листья. В этом процессе активно участвуют редуценты (грибы, бактерии) Как это происходит?**

1. Грибы часто выступают первичными колонизаторами. Их мицелий (сеть нитевидных гиф) проникает глубоко в ткани листьев, куда бактериям добраться сложнее. Грибы выделяют во внешнюю среду (внеклеточно) целый набор ферментов и кислот. Это позволяет им расщеплять сложные компоненты: целлюлозу, гемицеллюлозу и даже лигнин (вещество, которое придаёт древесине прочность и которое разлагается особенно трудно). Среди активно участвующих групп — базидиомицеты, аскомицеты, а также несовершенные грибы (например, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*).

2. Бактерии активно вовлечены. Они дополняют работу грибов, расщепляя более простые соединения, которые грибы не смогли переработать. Бактерии участвуют не только в разложении самого опада, но и в разложении отмершего мицелия самих грибов.

В процессе происходит своего рода сукцессия: сначала активны одни группы бактерий (использующие легкодоступные сахара), а на более поздних стадиях подключаются другие (целлюлозолитические, а также бактерии, участвующие в нитрификации — превращении аммиака в нитраты).

3. Размер частиц. Крупные беспозвоночные (многоножки, мокрицы, дождевые черви) не разлагают органику напрямую, но механически размельчают листовую опад, увеличивая площадь поверхности для работы микробов.

4. Состав опада. Скорость разложения зависит от химического состава листьев. Например, листья бука разлагаются медленнее, чем листья шелковицы, из-за более высокого содержания лигнина. Хвойный опад (иголки) тоже разлагается медленно по той же причине.

5. Условия среды. Температура, влажность, кислотность почвы напрямую влияют на активность микроорганизмов.

Клетка и пищевая цепь

- ▶ В экосистеме леса численность популяции зайцев зависит от состояния популяции лисы. Известно, что лиса регулирует численность зайцев, охотясь на ослабленных особей. В клетках зайцев обнаружен дефицит фермента каталазы — фермента, разлагающего перекись водорода (H_2O_2). Какой процесс в клетке нарушен?

1. В клетке нарушен **процесс обезвреживания токсичной перекиси водорода (H_2O_2)**.

2. **Каталаза** — это фермент, который катализирует реакцию разложения перекиси водорода на воду и кислород: $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{каталаза}} 2H_2O + O_2$

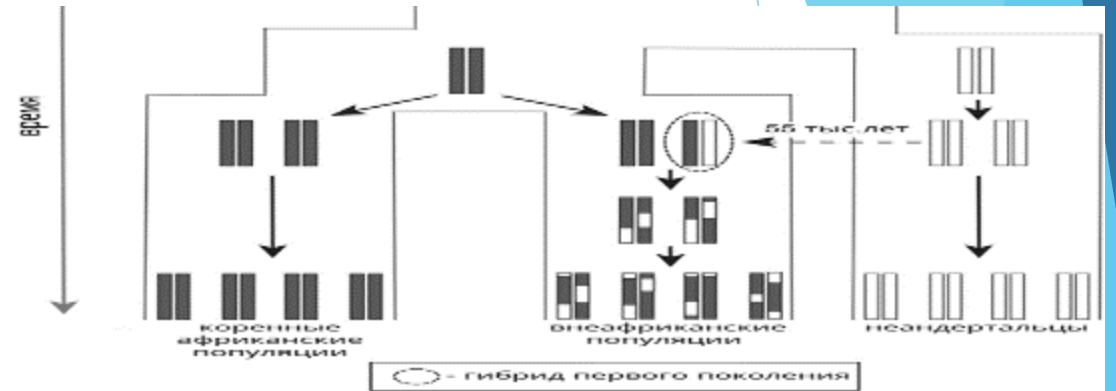
3. **Перекись водорода — токсичное вещество**. Она образуется в клетках как побочный продукт нормального обмена веществ (например, в ходе окислительных реакций в пероксисомах).

4. H_2O_2 способна повреждать клеточные структуры, разрушая липиды мембран (перекисное окисление липидов), повреждая белки и ДНК.

5. **Без каталазы перекись накапливается**. Из-за дефицита фермента H_2O_2 не разлагается, а значит, начинает действовать как сильный окислитель и **вызывает окислительный стресс**. Это приводит к повреждению и гибели клеток.

Смешанные задания (эволюция)

- Примерно 55 тыс. лет назад предки современного человека, выходявшие из Африки, скрещивались с неандертальцами, поэтому в геноме современных людей имеется 2-3% неандертальской ДНК. Какой должна быть доля неандертальской ДНК у гибридов первого поколения неандертальцев и людей? Известно, что доля неандертальской ДНК постепенно уменьшается и распределяется между хромосомами, при условии, что гибриды скрещиваются дальше исключительно с людьми. За счет какого процесса происходило распределение (перемешивание) неандертальской ДНК между гомологичными хромосомами? Некоторые аллели, связанные с адаптацией к холодному климату в геноме современного человека имеют неандертальское происхождение. Почему эти аллели раньше возникли у неандертальцев и были унаследованы предками современных людей? К какой группе движущих сил (факторов) антропогенеза относится данный пример?



- 1) 0,5 (50%; $1/2$);
- 2) генетическая (гомологическая) рекомбинация (кроссинговер; комбинативная изменчивость);
- 3) неандертальцы раньше приспособились к жизни в холодном климате (условиях низкой температуры)
ИЛИ к моменту гибридизации неандертальцы долгое время жили в условиях севера (холодном климате);
- 4) данные аллели оказались полезными (повышали приспособленность) предкам человека при расселении по Земле (в области с благоприятными для жизни температурами)
ИЛИ данные аллели были поддержаны естественным отбором при расселении предков человека;
- 5) к биологическим факторам.

Фотосинтез и хемосинтез

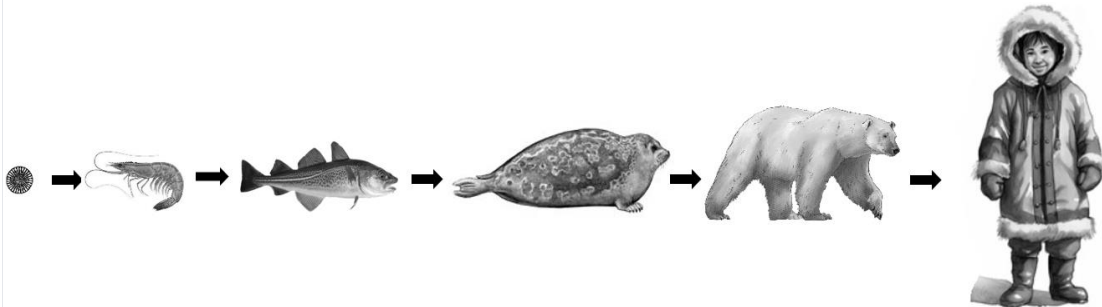
Галофильные прокариоты - это экологическая группа археобактерий (архей), которые обитают в неглубоких тропических водоёмах, содержащих насыщенный раствор солей. На рисунке представлена схема одного из типов фотосинтеза галофильных прокариотов.

Какой пигмент улавливает энергию света галофильных прокариотов? Как изменится кислотность (pH) цитоплазмы у данных прокариотов в момент интенсивного освещения? Ответ поясните. Будут ли данные прокариоты выделять кислород в процессе фотосинтеза? Ответ поясните с позиции условий обитания этих прокариотов.

- ▶ 1) бактериородопсин (ретиаль);
- ▶ 2) на свету кислотность цитоплазмы понизится (pH повысится);
- ▶ 3) протоны (H^+ ; ионы водорода) под действием энергии света (с помощью бактериородопсина) будут транспортироваться из цитоплазмы (в периплазматическое пространство; в периплазму);
- ▶ 4) данные прокариоты (археи) не будут выделять кислород;
- ▶ 5) вода не является донором электронов для процесса фотосинтеза у данных прокариот ИЛИ в процессе фотосинтеза у данных прокариот не происходит фотолиз воды ИЛИ кислород (при фотосинтезе) образуется из воды;
- ▶ 6) археи экономят воду (не расходуют воду), так как испытывают её дефицит в солёных водоёмах
- ▶ ИЛИ археи используют самую эволюционно древнюю (аноксигенную) форму фотосинтеза.

География, экология, физиология

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) – стойкие органические загрязнители, использование которых в настоящее время ограничено международной конвенцией. Во второй половине XX века ПХБ выбрасывались промышленными предприятиями стран Европы, Азии и Америки. При положительных температурах ПХБ являются летучими соединениями, а при отрицательных температурах они активно адсорбируются и конденсируются на твердой поверхности. В организме животных ПХБ накапливаются в жировой ткани. Исследования конца XX века показали, что самая высокая концентрация ПХБ в биосфере отмечается в грудном молоке инуитов – коренных жителей Арктики. Почему более высокая концентрация ПХБ регистрировалась не в местах их выброса, а в экосистемах Арктики? Используя схему пищевой цепи, определите, какого значения могла достигать концентрация ПХБ в организме ребенка-инуита, питающегося грудным молоком, если в морской воде содержание ПХБ составляло 5 пг/кг ($1 \text{ пг} = 10^{-12} \text{ г}$)? Ответ поясните. Для защиты инуитов от воздействия ПХБ мировое сообщество предлагало им отказаться от традиционной диеты. Однако потребление большого количества жира морских животных не только является культурной традицией инуитов, но и необходимо для их физического выживания. Почему? Назовите одну возможную причину.



Элементы ключа:

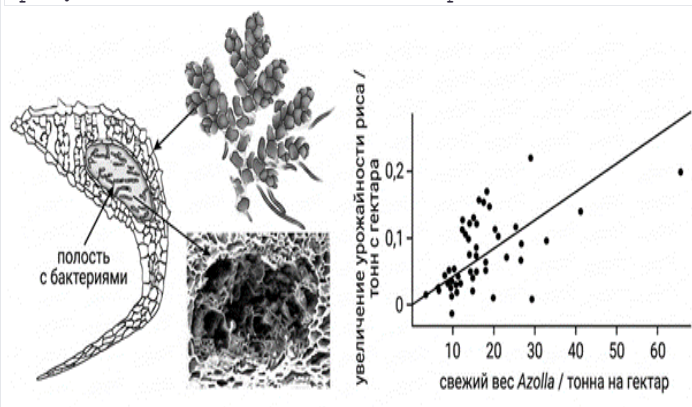
- ▶ 1) ветра (воздушные потоки; течения) переносили ПХБ из мест их выброса в Арктику;
- ▶ 2) ПХБ конденсировались и адсорбировались на поверхности снега и льда ИЛИ при низких температурах в Арктике ПХБ теряли летучесть и осаждались на поверхности;
- ▶ 3) концентрация ПХБ в организме грудного ребенка-инуита могла достигать 5 мкг/кг ($5 \cdot 10^{-6} \text{ г/кг}$);
- ▶ 4) ребенок, питающийся грудным молоком, занимает более высокий (следующий) трофический уровень по сравнению с матерью;
- ▶ 5) при переходе на следующий трофический уровень концентрация ПХБ увеличивается примерно в 10 раз
- ▶ ИЛИ организмы на следующем трофическом уровне съедают (по массе) примерно в 10 раз больше по сравнению с предыдущим уровнем, накапливая ПХБ;
- ▶ 6) жир является источником энергии, необходимой для поддержания температуры тела (терморегуляции) ИЛИ
- ▶ жир морских животных содержит витамин D, который не может вырабатываться в достаточном количестве кожей инуитов (при дефиците УФ-лучей, из-за ношения теплой одежды) ИЛИ
- ▶ жир содержит незаменимые ненасыщенные кислоты (которые инуиты не могут получать из растительной пищи ввиду ее отсутствия) ИЛИ организм инуитов эволюционно адаптирован к кетогенной диете (с высоким содержанием жиров и углеводов).

Зоология, физиология

- ▶ Многие виды рептилий могут длительное время обходиться без кислорода. Например, некоторые ящерицы выживают в среде чистого азота в течение 25 минут, а отдельные виды черепах - в течение нескольких часов. Какой метаболический процесс обеспечивает организм рептилий энергией в среде чистого азота? Высокая толерантность рептилий к гипоксии закрепилась в ходе эволюции в связи с тем, что их ткани получают небольшое количество кислорода. С какими особенностями строения дыхательной и кровеносной системы рептилий это связано? Почему млекопитающие в отличие от рептилий не способны так долго обходиться без кислорода?
- ▶ 1) гликолиз (брожение);
- ▶ 2) ячеистые легкие;
- ▶ 3) обладают небольшой дыхательной поверхностью;
- ▶ 4) неполная перегородка в желудочке;
- ▶ 5) не разделяет (полностью) потоки венозной и артериальной крови (к органам поступает смешанная кровь);
- ▶ 6) у млекопитающих более высокий уровень метаболизма (требующий больших затрат кислорода).

Взаимодействия организмов

Водный папоротник азолла растёт на затопленных рисовых полях в Азии. Было установлено, что в полостях папоротника развивается специфическая цианобактерия анабена. Когда папоротник умирает, он оседает на дно водоёма, разлагается и формирует почву для культивирования риса. Зависимость между урожайностью риса и количеством папоротника азоллы представлена на графике. Как называется тип взаимодействия (по типу оказываемого воздействия) между папоротником и цианобактерией? Объясните его значение для папоротника. Как изменяется урожайность риса при увеличении количества папоротника? Объясните почему.



- ▶ 1) симбиоз (симбиотические взаимоотношения; мутуализм);
- ▶ 2) цианобактерии (анабена) осуществляют фиксацию азота;
- ▶ 3) цианобактерии (анабена) снабжают (органическим) азотом (аммонием) папоротник;
- ▶ 4) урожайность увеличивается;
- ▶ 5) в почву поступает большое количество азота (аммония; фиксированного азота; органического азота).

Чтобы составить или решить задачу, где нужно связать цитологию и биохимию

- ▶ Сформулируйте вопрос, требующий анализа процесса. Например: «Как нарушение работы шероховатой эндоплазматической ретикулума повлияет на модификацию белков?» или «Какой процесс в клетке напрямую зависит от наличия АТФ, синтезируемого в митохондриях?».
- ▶ Включите расчётные элементы. Часто требуется вычислить молекулярную массу, количество аминокислот в белке, число компонентов в электрон-транспортной цепи или баланс протонов.
- ▶ Добавить контекст. Опишите ситуацию (например, воздействие токсина, дефицит питательного вещества), чтобы мотивировать биохимический «сценарий». Такие комбинированные задачи отлично тренируют умение видеть связи между строением и функциями на разных уровнях — от клеточного до экосистемного.

Цитология + биохимия

- ▶ В эукариотической клетке нарушена работа комплекса Гольджи. Какие последствия это вызовет в биохимическом плане? Какие структуры клетки пострадают и почему?
- ▶ 1. Комплекс Гольджи отвечает за сортировку и модификацию белков, а также за их упаковку в секреторные пузырьки.
- ▶ 2. Если он не функционирует, белки могут накапливаться в цитоплазме или лизосомах (которые тоже участвуют в расщеплении веществ).
- ▶ 3. Это напрямую связано с биохимическими процессами: нарушением сортировки приведёт к накоплению неправильных белков в аппарате Гольджи.
- ▶ 4. Лизосомные ферменты начнут расщеплять ненужные компоненты внутри клетки.

Цитология + биохимия

- ▶ Сравните строение и функции митохондрий и хлоропластов. В чём ключевое биохимическое различие, которое определяет разные функции этих органелл?
- ▶ 1. Митохондрии участвуют в клеточном дыхании (окисление органических веществ с синтезом АТФ).
- ▶ 2. Хлоропласты же отвечают за фотосинтез — в них локализованы пигменты, и там же идут светозависимые реакции (фотофосфорилирование).
- ▶ 3. Ключевое различие — в типе энергетического обмена: в митохондриях преобладает окислительное фосфорилирование (использование кислорода для получения АТФ), а в хлоропластах — фотосинтез (использование световой энергии).

Цитология и экология

- ▶ В водоём, загрязнённый сточными водами, попали отходы, содержащие соединения тяжёлых металлов. Эти вещества накапливаются в клетках водорослей и высших растений.
 - ▶ Какой процесс в клетках будет нарушен в первую очередь? Ответ обоснуйте. Какие последствия для экосистемы это может вызвать? Укажите не менее трёх последствий. Предложите способ очистки воды с учётом цитологических и экологических знаний.
- ▶ 1. В первую очередь будет нарушен фотосинтез (цитология), так как тяжёлые металлы блокируют работу фотосистем.
 - ▶ 2. Последствия: снижение биомассы продуцентов (водорослей, растений), уменьшение кислорода, гибель консументов, нарушение цепей питания.
 - ▶ 3. Способ очистки может включать использование специальных сорбентов или биоремедиаторов, которые поглощают или разлагают загрязнители.

Цитология и сукцессия экосистемы

На участке земли, где была проведена вспашка (что нарушило почвенные микроорганизмы), началась сукцессия (появление растительности). Объясните, какие изменения в составе почвы и в клетках растений будут происходить на первых этапах? Укажите, какие цитологические процессы лежат в основе этих изменений. Какие группы микроорганизмов наиболее активно участвуют в разложении растительных остатков? Как это связано с формированием гумуса? Как изменение органического вещества повлияет на доступность питательных веществ для растений? Какие долгосрочные изменения в растительном покрове и в клеточных процессах (например, в синтезе хлорофилла) можно ожидать по мере развития сукцессии?

- ▶ После вспашки, нарушившей сложившееся сообщество, начинается вторичная сукцессия — последовательная смена растительных сообществ на участке, где почва уже сформирована. Этот процесс затрагивает как состав почвы, так и клеточные процессы в растениях.
- ▶ Изменения в составе почвы
- ▶ На первых этапах вспашка, нарушая структуру почвы, активизирует аэробные микроорганизмы

- ▶ Ключевой процесс формирования гумуса запускается при разложении растительных остатков. Микроорганизмы (бактерии, грибы) расщепляют органическое вещество, и в результате сложных биохимических реакций образуется гумус — стабильное органическое вещество, улучшающее структуру почвы и служащее запасом питательных веществ.
- ▶ Долгосрочные изменения связаны с накоплением гумуса. По мере развития сукцессии формируется более плодородный слой, повышается содержание азота, фосфора и других элементов, что создаёт условия для роста более сложных растительных сообществ.
- ▶ Изменения в клеточных процессах (на примере хлорофилла)
- ▶ На ранних этапах из-за стресса от нарушения почвы и изменённых условий (недостаток влаги, света) синтез хлорофилла может быть подавлен, что приводит к бледно-зелёной окраске листьев.
- ▶ • По мере развития и формирования более благоприятных условий (накопление гумуса, улучшение питания) содержание хлорофилла в листьях возрастает, и растения приобретают более насыщенную зелёную окраску.
- ▶ Таким образом, сукцессия — это динамичный процесс, в котором изменения в почве напрямую влияют на клеточные процессы в растениях, а смена растительных сообществ, в свою очередь, трансформирует условия для микроорганизмов и других организмов.

Изменения в клетках растений:

- ▶ На ранних этапах сукцессии, когда растения только начинают заселять участок, их клеточные процессы адаптируются к новым условиям.
- ▶ • Синтез белков и ферментов. Растения активно активируют гены, отвечающие за устойчивость к стрессам (засуха, изменённый минеральный состав почвы), и усиливают синтез белков, необходимых для поглощения питательных веществ.
- ▶ • Фотосинтез. В клетках растений, способных к фотосинтезу, усиливается активность фотосистем и повышается содержание хлорофилла, что позволяет эффективнее улавливать свет в условиях более высокой освещённости на открытых участках.
- ▶ • Метаболизм. Изменяется профиль ферментов, участвующих в азотном обмене и расщеплении органических соединений, чтобы обеспечить рост в изменённых почвенных условиях.
- ▶ Группы микроорганизмов, участвующих в разложении растительных остатков
- ▶ Наиболее активно в этом процессе участвуют:
 - ▶ • Бактерии-аммонификаторы — расщепляют белки и другие азотсодержащие соединения с образованием аммиака (аммония), который затем может быть переработан в нитраты.
 - ▶ • Актиномицеты и грибы — разлагают сложные полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозу), на долю которых приходится значительная часть растительной массы.
 - ▶ • Олиготрофные бактерии — способны использовать очень низкие концентрации органических веществ, выступая важным звеном в начале разложения.

Как работать с такими задачами

- ▶ При решении подобных заданий :
 - ▶ • Чётко выделять два уровня: сначала анализировать клеточные процессы (цитология), затем — их роль в экосистеме (экология).
 - ▶ • Использовать таблицы и схемы: они помогают визуализировать взаимосвязи.
 - ▶ Формулировать развёрнутые ответы: важно не просто дать ответ, но и объяснить причинно-следственные связи.
- ▶ Наиболее удобно выполнять такие задачи в группах, в которых каждому отведена определенная тематика ответа. Одну и ту же задачу подобного типа предлагаю двум группам, которые затем защищают свои решения.
- ▶ Можно использовать в качестве домашнего задания.

Цитология + основы медицины

- ▶ В лаборатории изучали препарат эпителиальной ткани. Под электронным микроскопом видно, что клетки плотно прилегают друг к другу, образуя сплошные слои. Ядра клеток тёмные, а цитоплазма почти не видна. Назовите структуру, которую вы рассмотрели. Какие функции она может выполнять? Почему в данном случае клетки образуют такие скопления?
- ▶ Медицинская связь: Такие структуры характерны для эпителиальной ткани (например, в коже, слизистых оболочках). Плотное прилегание клеток обеспечивает защиту организма. В данном случае под электронным микроскопом была рассмотрена эпителиальная ткань (а точнее — её структурно-функциональная единица, эпителиоцит).

Почему клетки образуют такие скопления (домашнее задание)

- ▶ • Тесный контакт и отсутствие межклеточного вещества. Главная особенность эпителия — клетки плотно прилегают друг к другу, а межклеточного матрикса практически нет. Это нужно, чтобы создать надёжный барьер.
- ▶ • Защита от внешних воздействий. Такое строение защищает подлежащие ткани от механических повреждений, высыхания, проникновения патогенных микроорганизмов и химических веществ.
- ▶ • Ограничение диффузии. Плотные контакты между клетками не дают веществам свободно проходить между ними, направляя транспорт строго через сами клетки.
- ▶ **Почему ядра тёмные, а цитоплазма почти не видна**
- ▶ • Тёмные ядра. Тёмная окраска связана с высокой концентрацией хроматина (ДНК, связанной с белками). В эпителиальных клетках ядра часто крупные и интенсивно окрашиваются, так как в них активно идёт транскрипция (синтез РНК) для обеспечения жизнедеятельности и быстрой регенерации ткани. Эпителий часто обновляется, поэтому клетки должны активно синтезировать белки.
- ▶ • Слабо выраженная цитоплазма. В некоторых типах эпителия (например, в многослойном плоском ороговевающем эпителии на стадии кератиноцитов или в специализированных клетках) цитоплазма может быть относительно бедной органеллами. В ней мало митохондрий, слабо развит эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи, потому что основная задача этих клеток — не активный синтез и секреция, а формирование защитного барьера.

Домашнее задание (индивидуально)

- ▶ **Функции эпителиальной ткани**
- ▶ • **Барьерная.** Разделяет среды, защищает организм от внешних факторов. Например, эпидермис кожи защищает от ультрафиолета и бактерий, а эпителий кишечника — от токсинов.
- ▶ • **Защитная.** Включает не только механическую защиту, но и иммунную. В эпителии есть клетки, выделяющие антимикробные вещества, а также специализированные иммунные клетки.
- ▶ • **Транспортная.** Эпителий может обеспечивать перенос веществ. Например, однослойный эпителий в лёгких участвует в газообмене, а в кишечнике — в всасывании питательных веществ.
- ▶ **Секреторная.** Железистый эпителий образует железы (слюнные, потовые, эндокринные) и выделяет различные вещества: ферменты, гормоны, слизь.
- ▶ • **Рецепторная.** Некоторые эпителиальные клетки выполняют сенсорную функцию. Например, вкусовые рецепторы или обонятельный эпителий.

Чтобы составить или решить такую задачу, можно придерживаться плана:

- ▶ 1. Чётко определите, какие цитологические структуры или процессы вас интересуют (строение мембраны, органоиды, деление клетки, транспорт веществ, взаимодействие структур).
- ▶ 2. Свяжите это с медицинской проблемой. Подумайте, какие заболевания или реакции организма могут быть связаны с нарушением именно этих структур или процессов.
- ▶ 3. Сформулируйте вопрос так, чтобы требовалось не просто описать строение, а сделать вывод или предложить решение (например, «как это нарушение отразится на функции органа?», «какой метод диагностики будет информативен в этом случае?»).

Экология и зоология

- ▶ Объясните, почему у некоторых пустынных грызунов развиты особые механизмы регуляции температуры тела (например, активность ночью или особенности строения шерсти). Как это связано с их экологической нишей? Вопрос: Какие факторы среды могли способствовать отбору таких адаптаций? Приведите 2–3 примера и покажите цепочку «адаптация — экологическая роль».
- ▶ 1. Ночью в пустыне прохладнее, поэтому грызун снижает потерю тепла через испарение.
- ▶ 2. Днём, когда жарко, такая особенность помогает избежать перегрева.
- ▶ 3. Это напрямую связано с экологической нишей: животное занимает определённую нишу в экосистеме, где такие приспособления повышают шансы на выживание.

Зачем нужны такие задачи на уроках:

- ▶ Такие задания учат не просто запоминать факты, а:
 - ▶ • связывать разные уровни организации живой природ;
 - ▶ • анализировать причинно-следственные связи;
 - ▶ • применять теоретические знания для решения практических (иногда даже гипотетических) ситуаций;
 - ▶ • мыслить системно;
- ▶ Прослеживаются навыки учащихся работать в команде, уметь высказать свою точку зрения по различным вопросам практической и теоретической биологии;
- ▶ Подготовиться к сдаче ОГЭ по биологии.