

12+

ПРИНАНДРЖЕЕВСКАЯ

АНАТОЛИЙ ГИН

ЭВОЛЮЦИЯ:

курьёзная **И** ЛОГИЧНАЯ



100 ОТКРЫТЫХ ЗАДАЧ

Ирина Андржеевская

**Эволюция: курьёзная и логичная.
100 открытых задач**

«Издательские решения»

Андржеевская И.

Эволюция: курьёзная и логичная. 100 открытых задач /
И. Андржеевская — «Издательские решения»,

Теория эволюции — основа современной биологии. В книге — 100 творческих задач, показывающие логичную и захватывающую историю жизни на Земле. Решение задач делает сложные темы понятными и интересными, учит выстраивать доказательства, помогает глубже понять школьный курс биологии. Книга будет полезна тем, кому доставляют удовольствие развитие и интеллектуальные игры: школьникам — для первого погружения в интересную науку, педагогам — для проведения захватывающих уроков, факультативов и кружков.

Содержание

Предисловие от авторов	6
Предисловие для учителей	7
Домен Бактерии	9
Задача 1. Мой дом — моя крепость****	9
Домен Эукариоты	12
Задача 2. Привет, эукариот!****	12
Царство Протисты	14
Задача 3. Амёба: маленький герой	14
Задача 4. Зачем корненожкам много	16
Задача 5. Столкновения плит порождают жизнь****	17
Царство Грибы	19
Задача 6. Тайная жизнь грибов****	19
Задача 7. Откуда вы такие?**	20
Царство Растения	21
Задача 8. Растения или животные?****	21
Задача 9. Как нам выйти из воды?****	23
Задача 10. Прожиточный минимум***	25
Задача 11. Почему опадают листья?****	26
Задача 12. Как цветки спасали дерево***	27
Задача 13. Месть фиговых деревьев***	29
Задача 14. Защита в пустыне***	31
Задача 15. Зачем ядовитому дереву сладкие плоды?***	33
Царство Животные	34
ТИП ГУБКИ	34
Задача 16. Почему природа любила круги?*	35
ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ	37
Задача 17. Как спастись от шторма?***	38
Задача 18. Медузы следуют за солнцем***	39
ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ	41
Задача 19. Черви-мутанты**	42
ТИП МОЛЛЮСКИ	43
Задача 20. Под клешнями эволюции:	44
Задача 21. Подводное око****	45
Задача 22. Чернильная бомба времён палеозоя****	47
ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ,	49
Задача 23. Почему раки «переодеваются» в крабов?***	50
ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ,	52
Задача 24. Был ли доисторический потолок?***	53
Конец ознакомительного фрагмента.	54

Эволюция: курьёзная и логичная 100 открытых задач

**Ирина Андржеевская
Анатолий Гин**

Редактор Юлия Чернова
Корректор Юлия Чернова

© Ирина Андржеевская, 2026
© Анатолий Гин, 2026

ISBN 978-5-0070-9726-0
Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Предисловие от авторов

— Знаете ли вы, что у кита, бегемота и коровы — общие предки? Да-да, предки китов — копытные!

— А куры и воробьи могут гордиться своими «праотцами», ведь они — потомки динозавров!

И это не «просто теория», а научные выводы, основанные на огромном количестве доказательств...

«Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution¹» — эту фразу произнёс в 1973 году Феодосий Добжанский, один из самых продуктивных биологов-эволюционистов.

Хотите глубоко понимать живую природу, или физиологию, или медицину — тогда вам придётся углубиться в теорию эволюции...

Вы поймёте, например, почему и как бактерии становятся всё более устойчивыми к антибиотикам.

Вы даже про себя узнаете много нового. И вам будет совершенно понятно, почему ваш набор генов примерно на 98,8% совпадает с набором генов шимпанзе.

В этой книге — 100 открытых задач по эволюции и множество фактов, которые удивили даже самих авторов.

Каждая задача — это маленькое расследование.

Вы научитесь:

- анализировать факты;
- находить логические ошибки;
- строить научное объяснение.

Это тренировка креативного и критического мышления.

После этой книги биология перестаёт быть набором терминов, она становится цельной картиной мира.

Эта книга не просто про эволюцию. Она — про умение думать. Потому что понимать эволюцию — значит понимать живую природу, себя и историю жизни на Земле.

¹ Ничто в биологии не имеет смысла, кроме как в свете эволюции. — Пер. с англ.

Предисловие для учителей

Удивить, вовлечь, заинтересовать — вы это делаете, чтобы урок биологии прошёл плодотворно. Возьмите новый инструмент для этого — открытые задачи по эволюции.

С открытой задачи можно начинать изучение новой темы.

При этом не обязательно её сразу решать. Удивительный факт заинтересует, «разбудит мышление», а новый материал станет тем ключиком, который поможет ответить на поставленные вопросы, найти решение. Этот приём называется «отсроченная отгадка»².

Открытой задачей можно закончить урок.

Предложите поработать с ней дома, поискать дополнительную информацию, порешать с помощью взрослых и начните с неё следующий урок. Такое креативное домашнее задание ребята не просто сделают с удовольствием, но и будут обсуждать между собой и в семье.

Можно использовать открытые задачи для повторения, закрепления пройденного материала.

При этом происходит актуализация знаний, наглядно демонстрируется практическая ценность усвоенных понятий, развивается системное мышление.

Саму постановку задачи и её решение можно проводить разными способами, которые имеют свои особенности³:

1) При формулировке условия давайте его не полностью, предлагайте детям задавать дополнительные вопросы для уточнения условия (приём «Пресс-конференция»).

2) Решать задачи можно по-разному. Один из способов — это поиск решения во время игры «Да-нетка», когда дети задают вопросы, на которые можно отвечать только «да», «нет» или «не знаю».

3) Хорошо решаются открытые задачи с использованием метода «мозгового штурма» в паре, в небольшой группе и всем классом.

4) Особенно увлекательно работать над задачами в группе, когда идея одного даёт толчок к размышлению для других. Часто подобные задачи используют в играх «Что? Где? Когда?», в «Креатив-боях».

Возможно, какие-то задачи учащиеся решат легко, а при решении других возникнут трудности. Но это хорошо! Не спешите выдавать ответ! Чем упорнее будет «сопротивляться» задача, тем ценнее победа, тем больше удовольствие от решения.

Многие ответы сопровождаются дополнительной увлекательной информацией — «Кстати» или дополнительной подзадачей — «Подумайте». Это позволяет не просто рассказать детям что-то интересное по теме задачи, но и сформулировать новые вопросы и продолжить цепочку решений. А раздел «Хотите знать больше?» содержит дополнительную информацию, расширяющую знания читателя. Задачи сопровождаются ссылками на факты, видео и другие материалы.

² Подробнее о приёмах «Отсроченная отгадка» и «Удивляй» см. книгу: Гин А. А. «Приёмы педагогической техники».

³ Подробнее об особенностях каждого из этих способов, правилах работы и оценивания результатов можно почитать в книгах: Гин А. А. «Приёмы педагогической техники», Гин А. А., Баркан М. «Фактор успеха: учим нестандартно мыслить», Гин А. А., Кавтрев А. Ф. «Креатив-бой». О способах решения открытых задач можно узнать на сайте лаборатории «Образование для новой эры» (<https://trizway.com>). Здесь специалисты-решатели делятся опытом обучения детей и взрослых методам творческого мышления и теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Межпредметные связи позволяют не только интегрировать несколько предметных областей при изучении биологии, но и показать реальную связь между разными науками и жизнью людей. Например, в задаче №17 «Как спастись от шторма?» кроме знакомства с общей характеристикой типа кишечнорастворимых и особенностями жизнедеятельности и обитания медуз учащиеся встречаются с таким физическим явлением, как акустика, знакомятся с бионикой — наукой, изучающей принципы работы живых организмов для создания новых технических устройств, а также видят роль биологии в познании окружающего мира и в практической деятельности людей.

В решении задач помогают различные инструменты теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), в данной задаче — инструмент «Ресурс». Для каждой задачи расписаны межпредметные связи и соответствующий учебный раздел биологии в приложении 2 «Использование задач на уроках биологии».

В книге для каждой задачи указан уровень сложности:

- * — задача несложная, рекомендуется для разминки;
- ** — задача посложнее, рекомендуется для самостоятельной работы, для повторения пройденного материала;
- *** — ещё более сложная задача, рекомендуется для групповой работы;
- **** — очень сложная задача, рекомендуется для креатив-боёв или олимпиад.

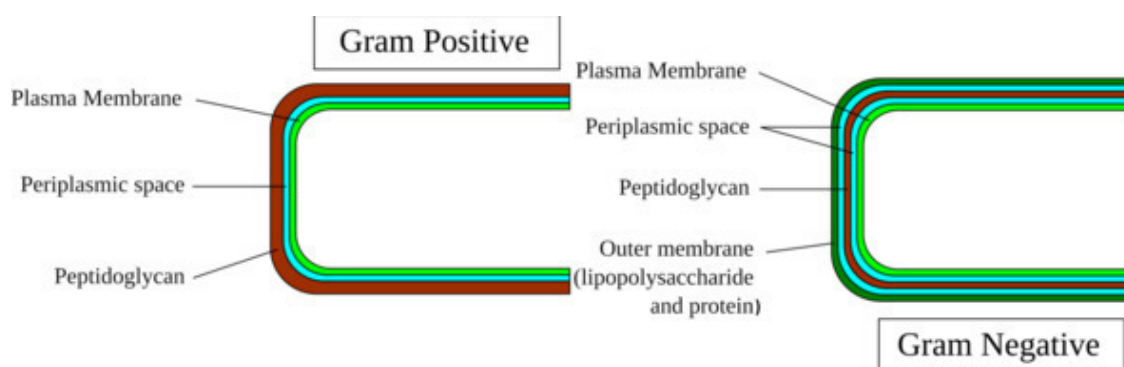
Домен Бактерии и домен Археи

Задача 1. Мой дом — моя крепость****

Представьте: даже крошечная бактерия — это не просто комочек слизи. Это неприступная крепость, выстроенная по законам инженерии. Её наружная «стена», клеточная стенка, защищает тонкую внутреннюю оболочку — цитоплазматическую мембрану. Но не подумайте, что все крепости одинаковы. Бактерии построили два совершенно разных типа укреплений, и каждое по-своему гениально.

Первый тип у грамположительных бактерий — толстая стена, как в средневековом замке. Эта броня выдерживает натиск нападающих, но стоит пробить брешь — и защита сразу ослабевает, враги (например, антибиотик или антитела) прорываются внутрь, и крепость сдаётся.

Другим путём пошли грамотрицательные бактерии. Они «придумали» хитрый двойной щит — как у корпуса подводной лодки или космического скафандра. Их стена тоньше, но снаружи она прикрыта второй дополнительной мембраной. Многие враги отступают перед такой двойной защитой.



Дополнительный липополисахаридный слой у грамотрицательных бактерий / Wikimedia, Graevemoore, CC BY-SA 3.0.

Интересно, а какая крепость древнее? Была ли первая бактерия простым форпостом или сразу возвела двойной барьер? Ответ поможет понять, каким был предок всех бактерий на Земле и, в том числе, наш с вами.

Выскажите гипотезы, к какому типу мог относиться предковый организм ныне существующих бактерий, как могли быть унаследованы и как могли развиваться два разных типа клеточных оболочек?

Контрольный ответ

Есть несколько гипотез об общем предке бактерий:

- Предок с двумя мембранами мог потерять наружную из-за мутаций.
- Предок с одной мембраной мог приобрести вторую при слиянии двух клеток.
- Внешняя мембрана могла появиться у одномембранного предка для защиты от антибиотиков.

- Переходная внешняя оболочка могла появляться, а затем исчезать у предка с одной мембраной при создании эндоспор (см. справку). Если она не исчезала при прорастании эндоспоры, получались бактерии с двумя мембранами.

Кстати

Недавние исследования подтвердили последнюю гипотезу. Сейчас учёные считают, что самые ранние предки всех клеток были монодермами и могли образовывать эндоспоры.

Справка

Эндоспоры — это «спящие» формы бактерий. Они, как заколдованные сказочные герои, могут переживать суровые времена. Когда окружающие условия становятся опасными, например, не хватает еды, слишком жарко или холодно, некоторые бактерии начинают превращаться: бактерия делится на две неравные части. Меньшая часть как бы «поглощается» большей, и внутри неё формируется многослойная суперпрочная структура. Клетка обезвоживается, становится компактной. Внешняя клетка погибает, а внутренняя превращается в эндоспору.

В состоянии эндоспоры бактерия останавливает все жизненные процессы, становится невероятно выносливой и может так ждать годы, столетия, а иногда и миллионы лет! Например, споры бактерий возрастом около 8 миллионов лет нашли в антарктических ледниках, а ещё более древние — в кишечнике пчелы, мумифицированной в янтаре 25—40 миллионов лет назад. И они ожили, когда условия стали подходящими!

Хотите знать больше?

О бактериях, которые выжили в космосе на МКС и адаптировались к космической радиации, читайте в статье Андрея Коршунова на сайте газеты «Известия.ру» по запросу «Давние споры: на МКС нашли формы микробов-долгожителей».

Кстати

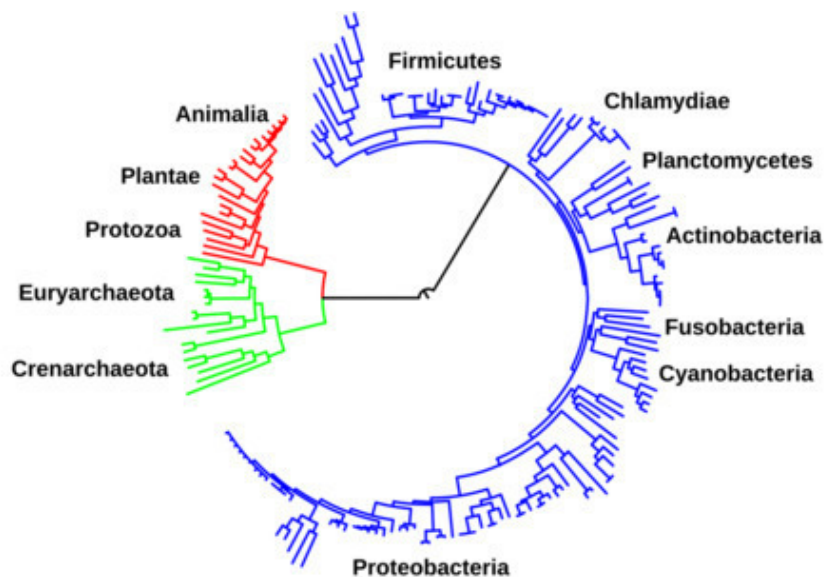
В 1884 году датский учёный Ганс Кристиан Грам искал способ разглядеть пневмококков в тканях лёгких. Бактериолог экспериментировал с красителями: наносил их на образцы, промывал спиртом, пробовал в этом качестве различные вещества. И вот что он заметил: одни бактерии, если их окрасить кристаллическим фиолетовым красителем, затем закрепить раствором Люголя и промыть спиртом, оставались фиолетовыми, а другие от спирта обесцвечивались. Чтобы их увидеть, нужно было повторно окрашивать образцы контрастным красным красителем. Оказалось, что причина этого — в строении клеточной стенки: бактерии с толстой стенкой удерживают краситель, а те, у которых стенка тоньше, теряют цвет при промывании спиртом. Грам назвал их грамположительными и грамотрицательными.

Сам Грам считал метод несовершенным. Учёный писал: «Я опубликовал метод, хотя мне известно, что он пока очень несовершенен. Есть надежда, что и в руках других исследователей он будет полезным». За более чем 100 лет окрашивание по Граму не просто сохранилось, а стало обязательным для бактериологической диагностики во всём мире.

Хотите знать больше?

Бактерии и археи — два из трёх доменов всех живых организмов. У них нет ядра в клетке — в отличие от третьего домена, эукариотов, к которым относятся протисты, грибы, растения и животные.

Эволюционные биологи считают, что бактерии и археи произошли от общего предка, *LUCA* (*Last Universal Common Ancestor*), который жил более 3 миллиардов лет назад. Главный аргумент в пользу существования общего предка всех ныне живущих организмов — единый генетический код у всех живых существ. Учёные продолжают исследования и эксперименты, чтобы воссоздать последнего общего предка. Об этих работах можно почитать на сайте Википедии по запросу «Последний универсальный общий предок» или на сайте Хабр (habr.com) по запросу «Познакомьтесь с общим предком всей современной жизни на Земле: *LUCA*».



Кладограмма, связывающая основные группы живущих организмов с LUCA / Wikimedia, Eric Gaba (Sting), Cherkash. NASA Astrobiology Institute, общественное достояние

Улыбнитесь

Бактерия жалуется другой: «Всё время стараешься, мутируешь, а в итоге всё равно бактерия!»

Домен Эукариоты

Задача 2. Привет, эукариот!****

Появление эукариотов — огромный эволюционный скачок. Ведь прокариоты — простые клетки без ядра и мембранных органоидов, а у эукариотов уже есть ядро и целая система органоидов. Кстати, мы с вами, а также наши любимые кошечки, собачки, попугаи — тоже эукариоты.

Но как же это произошло? Как простейшая клетка-прокариот превратилась в сложную клетку-эукариота, которая при дальнейшем эволюционном развитии привела к разнообразному биологическому миру? Учёные до сих пор не знают достоверного ответа на этот вопрос... Но вот гипотезы есть, конечно.

Предложите идеи, как из прокариотов смогли появиться первые эукариоты?

Контрольный ответ

Есть несколько научных гипотез, которые объясняют, как возникла эукариотическая клетка. Самая признанная гипотеза: древняя прокариотическая клетка — архея — поглотила бактерию, но не переварила её, как обычно. Эта бактерия стала жить внутри хозяина и со временем превратилась в органоид — митохондрию. Появление митохондрий резко увеличило энергетические возможности клетки, позволило увеличить её размер, усложнить геном, создать ядро, цитоскелет, эндомембраны.

Примерно такой же механизм привёл к появлению хлоропластов. Эукариотическая клетка поглотила цианобактерию, та не была переварена и со временем превратилась в хлоропласт, что дало начало развитию растений.

По другой гипотезе у прокариотической клетки, предка эукариот, плазматическая мембрана начала вдавливаться внутрь клетки, образуя замкнутые пространства, которые в процессе эволюции постепенно превращались в ядерную оболочку, эндоплазматическую сеть, аппарат Гольджи.

Учёные рассматривают и комбинацию этих идей: архея стала «хозяином» бактерии, бактерия стала митохондрией (или хлоропластом), далее — благодаря резко возросшим энергетическим возможностям — клетка усложнилась, мембраны вдавливались и скручивались в сферы, образовав ядро и эндомембранную систему.

Кстати

В геноме любого эукариота есть гены и от архей, и от бактерий. Но каково их точное соотношение? Раньше подсчёты были приблизительными, но недавно исследователи провели точный анализ, используя базы данных с полностью расшифрованными геномами. И вот что выяснилось: в среднем 44% белок-кодирующих генов эукариот архейного происхождения, а 56% — бактериального. При этом у разных групп эукариот цифры могут заметно отличаться от среднего как в большую, так и в меньшую сторону.

Хотите знать больше?

Подробнее о геномах бактериального и архейного происхождения у разных организмов, а также о новой гипотезе происхождения эукариот в результате симбиоза трёх организмов

можно прочитать в статьях Сергея Ястребова на сайте Элементы.ру по запросам «Подсчитан вклад архейных и бактериальных генов в эукариотные геномы» и «Предложена новая гипотеза происхождения эукариот».

Царство Протисты

Задача 3. Амёба: маленький герой в океане воды***

Представьте себе крошечный живой комочек, меньше пылинки, видимый только в микроскоп. Это амёба (лат. *Amoeba proteus*) — простейший одноклеточный организм. На первый взгляд она кажется примитивной, но на самом деле внутри неё идёт напряжённая работа. Можно сказать, что амёба живёт... в наводнении, и ей постоянно грозит потоп.

У амёбы нет жёсткой оболочки. Её окружает тонкая цитоплазматическая мембрана, похожая на эластичную плёнку. А внутри клетки расположена цитоплазма, в которой растворены разные вещества: соли, сахара и другие. Их концентрация выше, чем в окружающей воде. И поэтому вода постоянно просачивается внутрь амёбы — работает осмотическое давление. Обратно вода сама по себе выходит, понятное дело, не собирается. Если бы не особая защита, амёба быстро раздулась бы, как шарик, и лопнула. Но природа придумала механизм спасения!

Как амёба «откачивает» лишнюю воду?



Амёба протей / Wikimedia, SmallRex, CC BY-SA 4.0

Контрольный ответ

У амёбы есть мини-насос — сократительная вакуоль. Это маленький пузырёк внутри клетки, который работает, как крошечная помпа.

Вот как это происходит: вакуоль постепенно наполняется ненужными отработанными «шлаками» — продуктами жизнедеятельности клетки. Осмотическое давление в вакуоли постепенно повышается, и в неё начинает поступать лишняя вода. Когда вакуоль становится достаточно большой, она резко сжимается и выталкивает жидкость с отходами наружу. После этого вакуоль снова начинает наполняться.

Этот цикл повторяется снова и снова: вакуоль то растёт, то сокращается, не давая амёбе «утонуть» в собственной цитоплазме. По сути, она выполняет роль почки, органа выделения, который есть у более сложных живых существ.

Кстати

Хотя учёные уже много знают об амёбах, некоторые загадки остаются. Например, до конца не понятно, как именно мембрана «решает», какие вещества пропускать, а какие задерживать. Чтобы разобраться в этом, исследователи продолжают опыты...

Задача 4. Зачем корненожкам много комнат?*

Корненожка, или фораминифёра (лат. *Foraminifera*) — одноклеточный микроскопический организм. У неё есть удивительный домик — раковина из извести. Это не маленькая однокомнатная квартирка, а целый многоэтажный дом с множеством помещений. Внутри раковины камеры разделены тонкими перегородками. Их могут быть десятки и даже сотни! При этом перегородки не сплошные, в них есть отверстия, через которые протоплазма свободно перетекает из комнаты в комнату. Получается единое цельное тело, спрятанное в надёжном «домике».

У разных видов корненожек домики устроены по-разному: где-то камеры выстроены в цепочку, где-то закручены спиралью, а у некоторых, например, у представителей родов *Archiacina* и *Orbitolites*, внутренние камеры расположены по спирали, а наружные образуют концентрические кольца, словно этажи вокруг центра.

Зачем такому маленькому существу такой сложный дом?

Контрольный ответ

Многокамерный домик намного прочнее однокамерного и гораздо лучше выдерживает нагрузку. Раковина служит бронёй, защищает мягкое протоплазматическое тело корненожки от хищников, давления воды, острых песчинок и других опасностей. Чем сложнее строение раковины, тем надёжнее защита. Спиральные завитки, концентрические кольца, множество камер распределяют нагрузку и делают домик почти неуязвимым; всё это — «инженерные» решения эволюции. Они помогли корненожкам выживать на протяжении сотен миллионов лет. Благодаря прочным многокамерным раковинам эти крошечные существа успешно заселили океаны.

Задача 5. Столкновения плит порождают жизнь****

Древние крошечные одноклеточные морские фораминиферы, или корненожки, оставили после себя следы. По их окаменелым останкам, известковым ракушкам из карбоната кальция, геохронологи определяют возраст древних отложений: палеозойских, мезозойских, кайнозойских; также их используют в палеоклиматических исследованиях при изучении прошлого климата Земли.

Но учёные из австралийского университета Джеймса Кука (*James Cook University*) изучали другой вопрос. Их интересовало, как часто эти организмы менялись. Другими словами — когда и почему возникали новые виды фораминифер. А насчитывается их видов великое множество: около 10 000 современных и более 40 000 ископаемых. Они отличаются размерами, строением и сложностью форм раковин, количеством камер: от одной до нескольких сотен. По изменениям в ДНК исследователи смогли «прочитать» историю: когда и где появлялись новые виды.

И вот что оказалось: самые богатые и разнообразные «города жизни» в океанах появлялись там и тогда, где и когда земля под водой двигалась, то есть сталкивались гигантские тектонические каменные плиты. Во времена тектонической активности, которая продолжалась иногда миллионы лет, словно включался «генератор биоразнообразия» — там один за другим возникали новые виды фораминифер.

Почему при столкновениях тектонических плит возникали новые виды живых организмов?

Контрольный ответ

Обитатели океана живут каждый в своём уголке подводного «города»: кто-то обитает среди камней, кто-то облюбовал песок, а кто-то прячется в тёмных глубоких ущельях. Одни любят тепло, а другие — прохладу...

Когда сталкиваются тектонические плиты, под водой всё меняется: возникают новые ландшафты (горы, хребты, глубокие впадины), это влечёт за собой смену условий обитания — освещённости, течений, климата. Возникает сразу множество разных новых мест для морских обитателей. И каждое новое «жилище» — это шанс для появления нового вида. Одни организмы осваивают твёрдые скалы, другие учатся зарываться в песчаное дно, третьи находят убежище на мелководье. Чем больше разных мест для жизни, тем больше возможностей для появления новых видов, которые будут приспосабливаться к новым условиям.

Подумайте***

В Википедии есть информация о том, что многие виды фораминифер биполярны: в морских бассейнах северного полушария их спирально завитые раковинки закручены по часовой стрелке, а в южном — против часовой стрелки. Этот интересный факт оказался мифом, научных доказательств этой зависимости нет. Направление закручивания раковин фораминифер не связано с полушарием, а зависит от генетики, внутренних и внешних биохимических процессов, происходящих при их формировании: химического состава воды, питательных веществ, доступных организму, температуры, давления.

Как мог возникнуть этот миф?

Контрольный ответ

Этот миф, скорее всего, возник из-за путаницы с эффектом Кориолиса — силой, которая влияет на движение объектов на вращающейся Земле. В северном полушарии эта сила отклоняет движущиеся объекты вправо, а в южном — влево. Однако эффект Кориолиса имеет значение для больших масс, например, для океанских течений, циклонов, но не значим для микроскопических организмов типа фораминифер.

Кстати

От 42 до 39 миллионов лет назад регионом наибольшего биологического разнообразия была территория на стыке Южной Европы и Северной Африки. Около 20 миллионов лет назад на Земле было два таких региона — побережье Индии и Филиппины. В настоящее время регионом наибольшего биологического разнообразия является так называемый Индо-Австралийский архипелаг, также известный как Коралловый треугольник, с его многообразием мелководных морских ареалов.

Царство Грибы

Задача 6. Тайная жизнь грибов****

Когда мама и папа дают частичку своей ДНК, их потомство получается уникальным. И если все разные, то у кого-то да найдутся «суперсилы», чтобы какая-нибудь болезнь не уничтожила всех разом — так природа защищает виды. Однако некоторые грибки используют половое размножение не просто для «перемешивания» наборов генов, как это обычно происходит в природе.

У одного из очень опасных грибов, *Cryptococcus neoformans*, который вызывает тяжёлые болезни у людей, нет «мальчиков» и «девочек» — все клетки выглядят одинаково и гены родителей идентичны. И он даже умеет размножаться «в одиночку», бесполом размножением, просто копируя себя. Странно, но у этого грибка есть и половое размножение.

Зачем нужен такой способ размножения, если нет никакой разницы между родителями и все клетки одинаковы?

Контрольный ответ

Клетки одинаковы, но при половом размножении иногда у потомков появляется дополнительная, непарная хромосома. Благодаря лишней хромосоме дополнительные гены в их клетках являются ресурсом развития — они в изменённых условиях смогут производить другие белки, и у грибов возникнут новые «суперспособности»: выносливость, устойчивость к перепадам температуры, к лекарствам, увеличение продолжительности жизни. Генетически разнообразное потомство будет отличаться от родителей и лучше приспособится к выживанию в новых условиях.

Хотите знать больше?

О том, как проходили исследования по изучению грибка *Candida auris* под руководством Цзяньпин Сюй (*Jianping Xu*), можно прочитать по запросу «Смертоносные грибки защищаются от лекарств половым размножением».

Задача 7. Откуда вы такие?*

На суше грибы обычно растут во влажной почве или на пнях. Представьте себе: грибы могут жить и выживать в ледяных глубинах на пятикилометровой отметке, куда не проникает луч света, где почти нет кислорода, где органической пищи — считанные крупницы. Эти экстремалы — морские грибы, которые учёные только недавно начали изучать. Грибы живут на океанском дне, внутри водорослей, в планктоне, прикрепляются к морским животным.

Недавно произошло удивительное открытие: в холодных грунтах Чукотского моря нашли грибы, которые раньше встречали только возле Антарктиды!

Как грибы могли расселиться по всему земному шару, преодолев расстояния в тысячи километров?

Контрольный ответ

Сами по себе крошечные организмы не могут совершать такие грандиозные путешествия. Скорее всего, грибы были перенесены в толще воды океанскими течениями. Возможно, они приплыли, прикрепившись к более крупным активно плавающим морским организмам.

Один из авторов этого сборника предполагает, что возможно ещё одно решение: эти грибы появились очень давно и были распространены везде, когда Земля была полностью покрыта льдами (этот период истории планеты получил условное название «Земля-снежок»). А потом, при потеплении океана, они выжили только в самых холодных местах: в Антарктиде, в грунтах Чукотского моря...

Кстати

Учёные только начинают изучать морские грибы. Их интересует, как грибы приспосабливались к разным условиям существования, как эволюционно изменялись первично и вторично морские грибы. Морские грибы разлагают органику, могут перерабатывать нефть. Они служат пищей для микроскопических животных и участвуют в жизни коралловых рифов — иногда как друзья, иногда как враги.

Сейчас науке известно около полутора тысяч видов морских грибов. Но споры не прекращаются: некоторые исследователи сомневаются, можно ли их вообще называть «грибами» в привычном смысле, настолько они необычны!

Возможно, именно вы при изучении морских грибов, этих древних организмов, сможете дать ответы на вопросы о жизни на Земле.

Царство Растения

Задача 8. Растения или животные?***

Иногда растения и животные оказываются настолько близки, что учёные спорят: растение это или животное? Например, одноклеточные эвглена и вольвокс. Они сочетают признаки и растений, и животных. Ботаники относят их к водорослям, а зоологи — к жгутиковым простейшим.

Почему даже учёные не могут точно определить, что за организм перед ними?

Подсказка: сравните их строение, питание и движение.

Контрольный ответ

У эвглены зелёной не клеточная стенка, как у растений, а плотная оболочка; есть светочувствительный глазок, помогающий находить освещённые участки. На свету эвглена, как растение, образует органические вещества с помощью хлоропластов, а в темноте, как животное, заглатывает готовую пищу. Активно передвигается с помощью жгутика.

Вольвокс образует шарообразные колонии, как животные. У периферийных клеток есть хлоропласты, которые обеспечивают фотосинтез. Вся колония скоординированно активно перемещается с помощью жгутиков.

Эвглена и вольвокс обладают признаками разных царств. Ботаники рассматривают эвглену и вольвокс как растения — водоросли из-за наличия хлоропластов и способности к фотосинтезу, а из-за активного движения и особенностей строения зоологи относят их к животным — жгутиковым простейшим. Эти организмы занимают промежуточное положение между растениями и животными, и в этом их эволюционная важность как переходных форм.

Подумайте****

И растительные, и животные организмы состоят из клеток, в которых есть ядро. Эта общность клеточного строения говорит о родстве животного и растительного миров.

Но кем были первые эукариотические организмы: растениями или животными?

Контрольный ответ

Первые одноклеточные эукариоты не были ни растениями, ни животными. От них возникли первые предки растений, животных и грибов.

Кстати

Ключевым событием в происхождении растений стал эндосимбиоз — включение в состав клетки фотосинтезирующих цианобактерий, которые впоследствии эволюционировали в хлоропласты.

Животные произошли от подвижных гетеротрофных одноклеточных эукариот. Они сохранили способность к фагоцитозу и активному передвижению.

Грибы возникли от неподвижных гетеротрофных организмов, они перешли к поглощению растворённых веществ через клеточную стенку (осмотрфное питание).

Первые эукариотические организмы были основой для дальнейшей эволюции всех царств эукариот и дали начало современному биоразнообразию.

Задача 9. Как нам выйти из воды?***

Жизнь зародилась в воде, и древнейшие растения — водоросли — росли в воде миллионы лет. Но пришло время — и растения вышли на сушу. Условия в этой среде сильно отличались от водной, и чтобы жить в новой среде, растениям пришлось сильно измениться.

Как отличались новые условия жизни растений от прежних?

Что нового появилось у растений, чтобы они могли приспособиться к новым условиям?

Какие противоречия возникали при выходе растений на сушу?

Какие задачи «решали» растения для того, чтобы выжить на суше?

Контрольный ответ

Толща воды — это единая однородная среда, где каждой клетке водорослей одинаково доступны растворённые в воде вещества и солнечная энергия.

А что же на суше? На суше растения оказались в двух совершенно различных средах. В почве были вода и минеральные вещества, но там не было света и газов, а в воздухе был солнечный свет, кислород и углекислый газ для фотосинтеза, но не было воды. Растениям пришлось одновременно находиться и в почве, и в воздухе. Для этого они как бы разделились сами в себе: часть осталась в почве, а другая часть — в воздухе, и эти части стали выполнять разные функции. Появились специализированные клетки, из которых развились специализированные ткани. Корневые волоски всасывают воду, листья на свету синтезируют питательные вещества. Чтобы связать эти две части, у растений появились проводящие ткани. Покровные ткани защищают от засухи и повреждений, механические помогают поддерживать вертикальное положение и противостоять ветрам, дождям. Чтобы пережить зиму, понадобилась запасная ткань. А размножение с помощью семян позволило растениям расселяться без воды.

Кстати

Современные данные по эволюции растений указывают на то, что высшие растения не переселялись на сушу как многоклеточные организмы. Скорее всего, формирование многоклеточных структур происходило прямо на суше из их одноклеточных предков, которые ранее адаптировались к наземным условиям.

Подумайте***

Растения на суше столкнулись с воздействием гравитации. В водной среде она была существенно меньше, и растениям пришлось адаптироваться к её влиянию.

Как растения приспособились к этому условию?

Контрольный ответ

Растениям пришлось «учиться» расти в определённом направлении, причём разные части растения стали реагировать на силу тяжести по-разному: корни росли строго вниз, к центру Земли, даже если растение лежало на боку, а стебли и побеги изгибались вверх, к свету, преодолевая силу тяжести.

Кстати

Это явление называется гравитропизмом, или геотропизмом. Сигнал подают содержащиеся в клетках специальные крахмальные гранулы, которые оседают под действием силы тяжести и показывают, где «низ». Гормон ауксин перераспределяется и «заставляет» органы расти в нужном направлении, вызывая асимметричный рост: у корня верхняя сторона растёт быстрее, чем нижняя, а у стебля нижняя сторона растёт активнее верхней — и в результате происходит изгиб в нужном направлении.

Хотите знать больше?

Подробнее о том, как растения учились чувствовать гравитацию, можно почитать в статье Кирилла Стасевича на сайте журнала «Наука и жизнь» по запросу «Когда растения почувствовали гравитацию».

А о том, как растения при выходе на сушу не только произвели «зелёную революцию», но и едва не погубили всё живое на Земле, вызвав глобальное оледенение и превратив Землю в «снежок», можно узнать из статьи Владислава Стрекопытова на сайте Элементы.ру по запросу «Стремительное распространение растений по суше вызвало одно из самых суровых оледенений».

Задача 10. Прожиточный минимум***

Болотистые почвы бедны фосфором, калием и особенно азотом. Растения, обитающие на заболоченных почвах, страдают от недостатка полезных веществ, заметно отстают в росте и находятся в угнетённом состоянии. Но и на болотах, на таком невероятно скудном пайке, некоторые растения приспособились обеспечивать себе необходимый «набор продуктов».

Как растения на болотах могут добывать отсутствующие в почве вещества?

Контрольный ответ

Нужных питательных веществ нет в почве, но они есть... в воде и в воздухе! Некоторые растения в ходе эволюции обзавелись приспособлениями для ловли и переваривания насекомых. Поедая насекомых, они пополняют недостаток растворимых соединений азота. У таких растений развились ловчие органы — видоизменённые листья, снабжённые железами, которые выделяют пищеварительные ферменты и органические кислоты, что помогает растению усваивать пойманную добычу.

Кстати

В происхождении животного способа питания растений главную роль могло сыграть то, что в болотах перепревает множество трупов насекомых, ракообразных и других мелких животных. Они могли служить пищей для сапрофитных растений. В процессе эволюции некоторые растения приспособились сами ловить и переваривать насекомых и ракообразных. Получается, что растения при определённых условиях могут питаться и гетеротрофно, как питаются животные. Такой способ питания встречается также у тропических растений.

Задача 11. Почему опадают листья?***

Приходит осень — и деревья сбрасывают листву. Зимой деревьям не выжить с листьями, ведь вода в почве замерзает, а листья продолжают её испарять даже на морозе, обезвоживая дерево. Но, оказывается, листопад бывает и в тропиках. Листья опадают и у вечнозелёных растений, но постепенно, без связи с сезонами года.

Зачем деревьям в тропиках листопад?

Какое эволюционное значение имеет это приспособление?

Контрольный ответ

Листопад помогает растениям выживать при наступлении неблагоприятных условий: морозов в северных и умеренных широтах, засухи — в тропических и субтропических регионах. Эволюционно этот механизм возник и развился у лиственных деревьев, чтобы адаптироваться к сезонным изменениям климата, уменьшить потерю воды и пережить неблагоприятные периоды.

Сбрасывание старых листьев ещё и очищает дерево от накопившихся солей и вредных веществ. А все полезные дереву вещества перед листопадом перемещаются из листьев в ствол и корни.

Подумайте**

Ели, сосны и другие хвойные растения не сбрасывают листья (хвою), хотя растут в холодном климате, где зимой бывают суровые морозы.

Что помогает хвойным деревьям выживать с иголками?

Контрольный ответ

У иголок хвои небольшая площадь поверхности, восковая плотная оболочка уменьшает испарение, эфирные масла, смолы и сахара в высокой концентрации превращают клеточный сок в густой вязкий сироп, который не кристаллизуется и не замерзает даже в морозы.

Кстати

Листопад регулируется генетически и гормонально. Фоторецепторы улавливают сокращение светового дня, запускают выработку гормона старения листа. Этот гормон размягчает клеточные стенки, чтобы лист легко отделился от ветки. Активируются гены, которые расщепляют хлорофилл — хлоропласты превращаются в геронтопласты. У основания черешка начинают делиться клетки, образуя рыхлый отделительный слой, а на стволе в этом месте образуется пробковый слой, который закрывает место разрыва.

Задача 12. Как цветки спасали дерево***

Эколог Данни Кесслер (*Danny Kessler*) изучал растение *Nicotiana attenuata* — дикорастущий табак, который ещё называют табаком койота, — и его связи с опылителями. Ночью нектар из его цветков собирают бабочки — бражники. Поэтому обычно растение открывает цветки, когда начинает смеркаться. На рассвете пить нектар прилетают колибри, для них новые цветки открываются примерно до 9 часов утра.

Однажды Кесслеру понадобилась фотография, на которой будет запечатлён момент опыления растения. Рано утром, когда рассвело, Данни отправился за нужным снимком и заметил, что бутонов, которые только начали раскрываться, необычно много — получалось, что те цветки, которые должны были открыться вечером и оставаться открытыми всю ночь для опыления, тоже только начали распускаться. Учёный обратил внимание и на то, что на растении, к тому же, появилось немало гусениц, поедающих листья.

Что же произошло? Почему растение изменило время раскрытия цветков?



Цветок табака койота / Wikimedia, Stan Shebs, CC BY-SA 3.0

Контрольный ответ

Бражники, лакомясь нектаром, ещё и откладывали на листья яйца. Вскоре из яиц вышли гусеницы и начали поедать листья. И табак стал защищаться от нашествия бражников: вместо того чтобы раскрывать цветки вечером, он начал делать это преимущественно утром. В результате опылять цветки стали только колибри, которые листья не едят.

Кстати

Чтобы проверить эту идею, экологи провели несколько экспериментов. Они посадили гусениц на те растения, где их не было, и уже через 8 дней смещение времени открытия бутонов

стало заметным: утром распускались 35% цветков вместо обычных в это время 11%. Потом они надрезали листья и капнули на них вещество, выделяемое гусеницами — тот же эффект. Растение табака сдвигало время открывания цветков, реагируя на гусениц, и меняло образ жизни с ночного на дневной.

Причём новые цветки были больше «подстроены» под колибри: они испускали меньше веществ, которые нравились бражникам, в нектаре становилось меньше сахаров, а сам цветок стал более удлинённым по форме, что подходило для длинных клювов колибри. Форма цветков табака и время их раскрытия запрограммированы генетически, но, как доказали учёные, эти показатели можно изменить.

Кстати

Когда гусеницы поедают листья, растение начинает выделять летучие вещества, которые привлекают жуков-геокорисов — большеглазых клопов рода *Geocoris*. Эти хищные насекомые поедают гусениц.

Задача 13. Месть фиговых деревьев***

Фиговые деревья, или инжир, (лат. *Ficus carica*) и инжирные плодовые наездники, или фиговые осы (лат. *Blastophaga psenes*) осы дружат давно: насекомые опыляют фиги, а фига позволяет осам откладывать яйца в плоды, чтобы в них развивались личинки. Почти каждому виду растения — а их более 700 видов — соответствует свой вид насекомого-опылителя. Но некоторые осы начали жульничать и не выполнять договор: они откладывали личинку, но при этом не опыляли растение.

Оказывается, фига наказывает таких мошенников. Как?

Контрольный ответ

Дерево сбрасывает незрелый плод, в котором развивается личинка. Он падает на землю, и личинка погибает.



Плоды и листья инжира / Wikimedia, Forest & Kim Starr, CC BY 3.0 us

Кстати

Учёные из Корнеллского университета и Смитсонианского института тропических исследований выяснили, как дерево определяет «жульничество». Когда оса откладывает яйцо в завязь цветка, растение получает химический сигнал и «проверяет», произошло ли опыление. Если при этом опыления не произошло, и пыльца не попала на рыльце пестика, в плоде меняется соотношение растительных гормонов ауксинов и этилена, снабжение плода питательными веществами прерывается и начинается процесс отделения плодоножки. Так фиговое дерево реагирует на отсутствие опыления.

Учёные считают: такие «санкции» свидетельствуют о длительной эволюции симбиотических отношений инжира и ос-наездников. Инжир и осы эволюционировали вместе миллионы лет, они не могут существовать друг без друга. Такой механизм позволяет сохранить симбиоз и поддерживать честные отношения, исключая эгоистическое использование.

Задача 14. Защита в пустыне***

Растения в пустыне — большая редкость. И уж если пустынное животное нашло пустынное растение — животное его съест. Кактусы, верблюжьи колючки, древесные аргании колючие пытаются спастись от поедания с помощью острых шипов. Но в пустыне есть и растения, которые почему-то шипы не отрастили. Однако они «изобрели» другие механизмы выживания.

Как пустынные растения без шипов защищают себя от травоядных?

Контрольный ответ

Известны разнообразные эволюционные приспособления растений для защиты от травоядных животных: резкий неприятный запах, ядовитость, симбиоз с жалящими насекомыми.

Листья некоторых пустынных растений вырабатывают клейкое вещество, на которое налипает поднятый ветром песок. Это создаёт эффект наждачной бумаги для зубов животных и отбивает у них желание полакомиться растением.

Хотите знать больше?

То, что пустынные растения выделяют липкий секрет, чтобы приклеивать к себе песок, учёные замечали не раз. Выдвигались различные гипотезы об эволюционном значении этого защитного механизма, в том числе — его участия в терморегуляции или для маскировки. Однако ранее экспериментально гипотезы не проверялись.

Недавно американские учёные в течение двух месяцев проводили эксперименты с песчаной вербеной (лат. *Abronia latifolia*) и наварретией (лат. *Navarretia mellita*) и доказали, что этот механизм нужен растению именно для защиты от растительноядных животных и связан исключительно с «наждачным» эффектом песка.

Ознакомиться с результатами исследования можно в статье Олега Лищука на сайте N+1 (nplus1.ru) по запросу «Растения защитились от съедения естественной «наждачной бумагой».



Лист прибрежной песчаной вербены, демонстрирующий псаммофорию — налипание песка / Wikimedia, MeadowLore, CC BY-SA 4.0

Задача 15. Зачем ядовитому дереву сладкие плоды?***

На островах Карибского моря в прибрежных рощах на очень бедных песчаных почвах растёт дерево манчинелла, или манцинелла (лат. *Hippomane mancinella*), похожее на нашу яблоню. И плоды у него как небольшие яблочки. Само дерево вырастает до 15 метров в высоту. Манцинелловое дерево — одно из самых опасных деревьев на планете. Ядовитый млечный сок содержится и в его плодах-яблочках, и в любой другой его части. Даже прикосновение к коре дерева или просто сидение под ним вызывает ожоги.

И тем не менее плоды манцинеллы — сладкие, с ароматным запахом, напоминающим жасмин и грушу! Но зачем дереву заботиться об их вкусе и аромате? Сладкие плоды обычных деревьев предназначаются для того, чтобы их съедали животные, а потом вместе с навозом, как с удобрением, «высевали» семена, расселяя таким образом растения. Но если животное попробует ядовитые плоды манцинеллы, то погибнет — а даже если выживет, то никогда больше не будет их есть.

Тогда какой биологический и эволюционный смысл в сладких ядовитых плодах?



Плод и листья манцинеллы / Wikimedia, Hans Hillewaert, CC BY-SA 3.0

Контрольный ответ

Манцинеллы растут на очень бедных песчаных почвах, в которых совсем мало питательных веществ. Поэтому дереву выгодно, чтобы животные, соблазнённые вкусом и ароматом плодов, охотно ели их и умирали от яда прямо под деревом. Жертвы становятся для растения удобрением и снабжают его питанием.

Царство Животные

ТИП ГУБКИ

Задача 16. Почему природа любила круги?*

Давным-давно, 3,5 миллиарда лет назад, первые живые существа были похожи на крошечные шарики. Такая шарообразная форма была простой и удобной: всё равномерно, ничего не торчит.

Жизнь усложнялась, и появлялись многоклеточные организмы. И тут природа не ушла от самого простого и красивого — от «круглого» плана строения и радиальной симметрии. Эта древняя форма существует и сегодня: среди современных животных тоже есть организмы, у которых от центра во все стороны расходятся одинаковые части. Трубнообразные черви, сферические морские ежи, кольцевые медузы... Или вот, например, менее известные — губки. Эти существа без головы, глаз и ног похожи на пористые мешочки с дырочками. Они тихо сидят на дне моря или реки и пропускают через себя воду с мельчайшими кусочками пищи. Эти удивительные создания умеют восстанавливаться: даже если губку разорвать, каждая её часть может вырасти в новый организм.

Почему радиальная симметрия была эволюционно выгодной для ранних форм жизни?

Какие эволюционные и физиологические преимущества даёт радиальная симметрия?

Какие ограничения были у радиальной симметрии и к чему привели эти ограничения в эволюционном плане?



Гигантские бочкообразные губки (лат. *Xestospongia testudinaria*) / Wikimedia, Albert Kok, общественное достояние

Контрольный ответ

Организмы радиально симметричной формы хорошо «чувствовали» окружающую среду со всех сторон и могли равномерно захватывать пищу или обнаруживать угрозу с любой стороны. Простая форма и структура были энергетически выгодны: рост шёл одновременно и

одинаково во всех направлениях. Организм легко восстанавливался после повреждений, регенерируя утраченные части тела. Это повышало шансы на выживание неподвижных или мало подвижных существ. К тому же в водной среде округлые формы обеспечивали хорошую гидродинамику.

Несмотря на преимущества, радиальная симметрия имела и недостатки. Таким организмам было сложно целенаправленно двигаться и активно искать пищу, ведь у них не было переднего и заднего концов, как и специализированных частей тела.

В ходе эволюции возникла более удобная для активного образа жизни и дальнейшей специализации двусторонняя (билатеральная) симметрия — сформировалась передняя часть тела с органами чувств и мозгом и задняя — с сильными конечностями для движения. Туда же переместились пищеварительная и выделительная системы. Билатеральная симметрия стала преобладающей у активно передвигающихся животных.

Кстати

Математический факт: шаровая форма обеспечивает наибольший объём при заданной площади поверхности.

ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

Задача 17. Как спастись от шторма?***

Медузы — медлительные существа. Они передвигаются с помощью купола-зонтика и щупалец. Мускульные волокна по краю купола сокращаются — и из-под купола выбрасывается струя воды. От толчка животное продвигается вверх или вперёд — это реактивный способ, но никак не реактивная скорость! Часто медузы просто парят в толще воды и перемещаются с течением.

Каждый организм стремится туда, где больше пищи и теплее. Так и медузы стремятся обитать поближе к берегу, где больше питательных веществ, кислорода и вода более тёплая. Но стоит разгуляться буре — и шторм выбросит желеобразных медуз на берег, где они погибнут.

В процессе эволюции выжили те медузы, которые успевали вовремя уйти подальше от берега на безопасную глубину, а для этого они должны были стать предсказательницами и заранее узнать, что приближается шторм.

Как медузы могут «предсказывать» шторм?

Контрольный ответ

Шторм на море сопровождается природными звуками: вой, свист и гул ветра, шум, грохот и гудение волн, шипение и плеск, когда волны разбиваются. Эти мощные звуковые колебания, однако, быстро затухают. Но есть другие колебания, которые рождает разбушевавшееся море. Штормовой ветер срывает гребни волн, при этом происходит схлопывание воды и возникают акустические удары. Эти удары создают инфразвук. Он распространяется на сотни километров почти без затухания. Инфразвуковые волны и улавливает купол медузы. Шторм ещё далеко — и у медлительных медуз есть время. Те медузы, которые уловили инфразвук, уходят подальше от берега, в спасительную глубину, чтобы выжить и продолжить род.

Кстати

Инфразвуковые волны частотой 8—13 Гц называют «голосом моря». Эти волны большой длины слабо затухают на больших расстояниях и распространяются в воде со скоростью свыше 1000 м/с. Человеческое ухо такие колебания не воспринимает. Медузы же чувствуют эти колебания. Их купол-колокол, как рупор, усиливает инфразвуковые волны. Эти усиленные колебания воспринимают в теле медузы особые слуховые колбочки — статоцисты. Они представляют собой что-то вроде пузырьков с камешками на нервных нитях и располагаются по краю купола. Нити в пузырьках колеблются от воздействия волн и передают сигналы в нервную систему. Получив предупреждение о шторме, пока он бушует ещё за сотни километров, за 15—20 часов до его прихода, медузы уходят на глубину и спасаются от выбрасывания на берег и повреждения о прибрежные скалы.

Кстати

Изобретатели-бионики сконструировали аналогичный электронный прибор — предсказатель бурь, работа которого основана на принципе «инфрауха» медузы. Он реагирует на инфразвуки и заранее, за 15 часов, а не за два, как обычный морской барометр, предупреждает о приближении штормов, тайфунов, ураганов и гроз.

Задача 18. Медузы следуют за солнцем***

Миллионы лет назад острова Палау в Тихом океане поднялись из океана. Они прихватили с собой морскую воду вместе с медузами. И с тех пор потомки тех медуз живут обособленно в озере, которое получило название озеро Медуз. Два вида сцифоидных медуз: золотая (лат. *Mastigias papua*) и лунная, или ушастая (лат. *Aurelia*) — не имеют здесь естественных врагов, и медузы размножились до примерно 2 миллионов особей. На их щупальцах исчезли стрекательные клетки — зачем они, если нет врагов! Но эти пленники солёных озёр оказались без привычной пищи. И если лунная медуза перешла на питание веслоногими рачками, то золотая, которая питалась мелкими рыбками, при отсутствии рыбы выбрала другой способ питания.

Для того, чтобы добыть себе пищу, медузы каждый день совершают необычный ритуал: плывут в самые солнечные места. Как только наступает утро, примерно в 09:30, медузы мигрируют из западной части озера в восточную, а после 15:30 возвращаются из восточной части водоёма снова на запад. Кроме этого, они «танцуют» у поверхности: совершают вращательные движения против часовой стрелки. И всё это для того, чтобы утолить аппетит.

Догадаетесь, чем и как питаются золотые медузы?



Озеро Медуз / Wikimedia, Lukas, CC BY 2.0

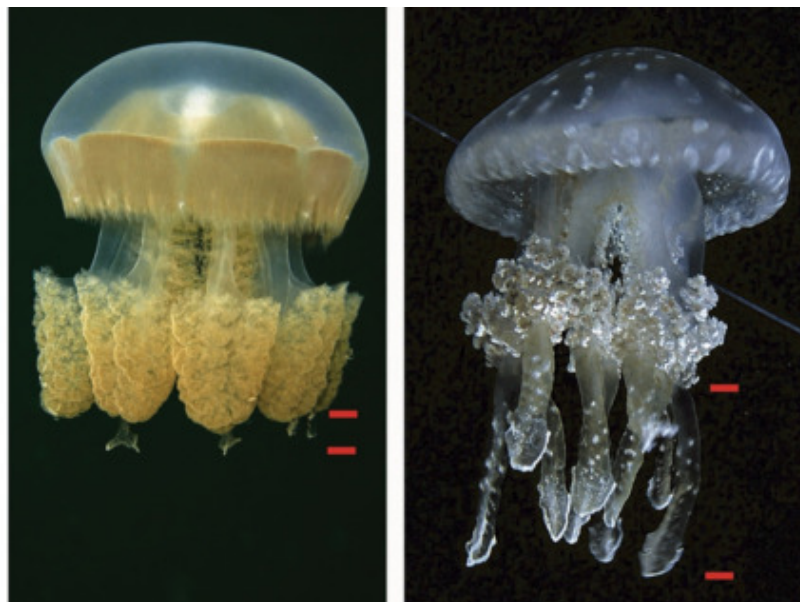
Контрольный ответ

Медузы «подружились» с одноклеточными морскими водорослями-зооксантеллами и поселили их в своих тканях. Водоросли на солнце производят питательные вещества и делятся ими с медузами, а медузы «возят» друзей вслед за солнцем, перемещаясь по озеру и обеспечивая растения солнечным светом. И для них же совершают «танец», поддерживая равномерное и достаточное освещение со всех сторон.

Кстати

Золотые медузы озера Медуз отличаются от предков, которые остались жить в открытом океане. Они утратили пигментные пятна на теле. У них почти не осталось придатков щупа-

лец, которые окружают ротовое отверстие, и стрекательные клетки редуцировались. Не только внешний вид и физиология, но и поведение медуз в других условиях существования стало другим. Учёные-биологи пока не могут определиться, рассматривать ли золотую медузу в качестве подвида или это один из видов-двойников комплекса видов. Возможно, точно ответить на этот вопрос сможете вы, будущие исследователи.



Различия в морфологии золотых медуз: озёрной формы (слева) и океанической формы (справа) / Wikimedia, Dpallan, Davefoc, CC BY-SA 3.0

Подумайте***

Животное, которое зависит от фотосинтезирующих симбионтов, должно обеспечивать их достаточным количеством света. Хорошо подвижным медузам — они катают друзей, как на прогулочном кораблике!

А как решили эту проблему те моллюски, которые тоже питаются за счёт водорослей, живущих в их мантиях? Ведь моллюски практически неподвижны, да ещё заключены в раковину...

Контрольный ответ

Одни из таких моллюсков, крупные тридакны, просто приоткрывают створки, и свет проникает в населённые водорослями ткани.

Второй способ используют маленькие двустворки «разбитое сердце». Верхняя сторона их раковин усеяна мелкими прозрачными окошками, пропускающими свет.

Хотите знать больше?

Подробнее об устройстве и изучении пока единственного известного в природе естественного оптоволоконна можно прочитать в статье Александра Маркова на сайте Элементы.ру по запросу «Моллюски используют волоконную оптику, чтобы обеспечить светом своих симбионтов».

ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Задача 19. Черви-мутанты**

В Британии учёные-экологи обнаружили земляных червей, которые не просто выживают в отравленной промышленными отходами почве, а питаются ядами с высоким содержанием свинца, мышьяка, цинка и меди. Анализ ДНК подтвердил, что эти необычные существа являются новыми подвидами малого красного червя (лат. *Lumbricus rubellus*), которые эволюционировали в токсичной среде. Новые подвиды обитают исключительно в неестественных условиях. Самое поразительное, что в обычной, чистой почве они... умирают! Каждый такой подвид червя специализируется на своём «блюде»: одни перерабатывают свинец, другие — мышьяк. В процессе пищеварения они превращают опасные вещества в более безопасные соединения, которые способны усваивать растения.

Как можно использовать это новое открытие? Предложите практические варианты.

Контрольный ответ

Червей можно использовать для восстановления загрязнённых почв. Если их заселить на загрязнённые территории, они будут «переваривать» токсины, подготавливая землю для растений. На подготовленные почвы можно высевать растения, чтобы вернуть к жизни отравленные земли.

С помощью таких червей можно проводить диагностику загрязнения и оценивать токсичность почв. По поведению и здоровью червей можно оценивать, насколько почва токсична.

ТИП МОЛЛЮСКИ

Задача 20. Под клешнями эволюции: как крабы изменили мидий**

Голубые мидии (лат. *Mytilus edulis*), также известные как обыкновенные мидии, обитающие на северо-восточном побережье США, заметно изменились всего за 15 лет после того, как в 1988 году туда завезли азиатских прибрежных крабов (лат. *Hemigrapsus sanguineus*). Крабы питаются мидиями, раскалывая мощными клешнями их панцири.

Зоологи Аарен Фримен (*Aaren S. Freeman*) и Джеймс Байерс (*James E. Byers*) утверждают, что именно крабы, завезённые из другого региона, стали причиной морфологических изменений моллюсков.

Догадываетесь, что же произошло с популяцией этих мидий и как они изменились?



Голубые мидии / Wikimedia, Андреас Тренге, CC BY-SA 2.5

Контрольный ответ

Крабы легче раскалывали более тонкие раковины мидий и истребили таких особей. А особи с более толстыми створками, которые не поддавались клешням крабов, выжили и дали потомство. Получается, что мидии прошли ускоренную эволюцию, во время которой отбор в виде хищных крабов привёл к уничтожению признака тонкостенности раковин. Теперь в популяции этих мидий преобладают более толстые и прочные «домики».

Кстати

Те же самые мидии, обитающие севернее, где крабы не водятся, имеют створки обычной толщины.

Задача 21. Подводное око****

У гигантского кальмара (лат. *Architeuthis dux*) самые большие глаза в животном мире. Их диаметр достигает 27 сантиметров, это больше, чем голова человека.

Глаза кальмаров устроены сложно: есть роговица и радужка, зрачок, хрусталик и стекловидное тело, а также сетчатка. Когда кальмар фокусирует зрение, его хрусталик не изменяет форму, как у наземных позвоночных, а перемещается вперёд и назад.

В глубинах океана царит почти полная темнота. Огромные глаза могут улавливать малейшие проблески света, например, вспышки биолюминесценции, которые возникают, когда кашалот, главный хищник кальмаров, движется сквозь толщу воды. Благодаря гигантским глазам кальмар может заметить опасность на расстоянии до 120 метров. Это жизненно важное приспособление позволяет кальмару выживать в тёмных глубинах океана.

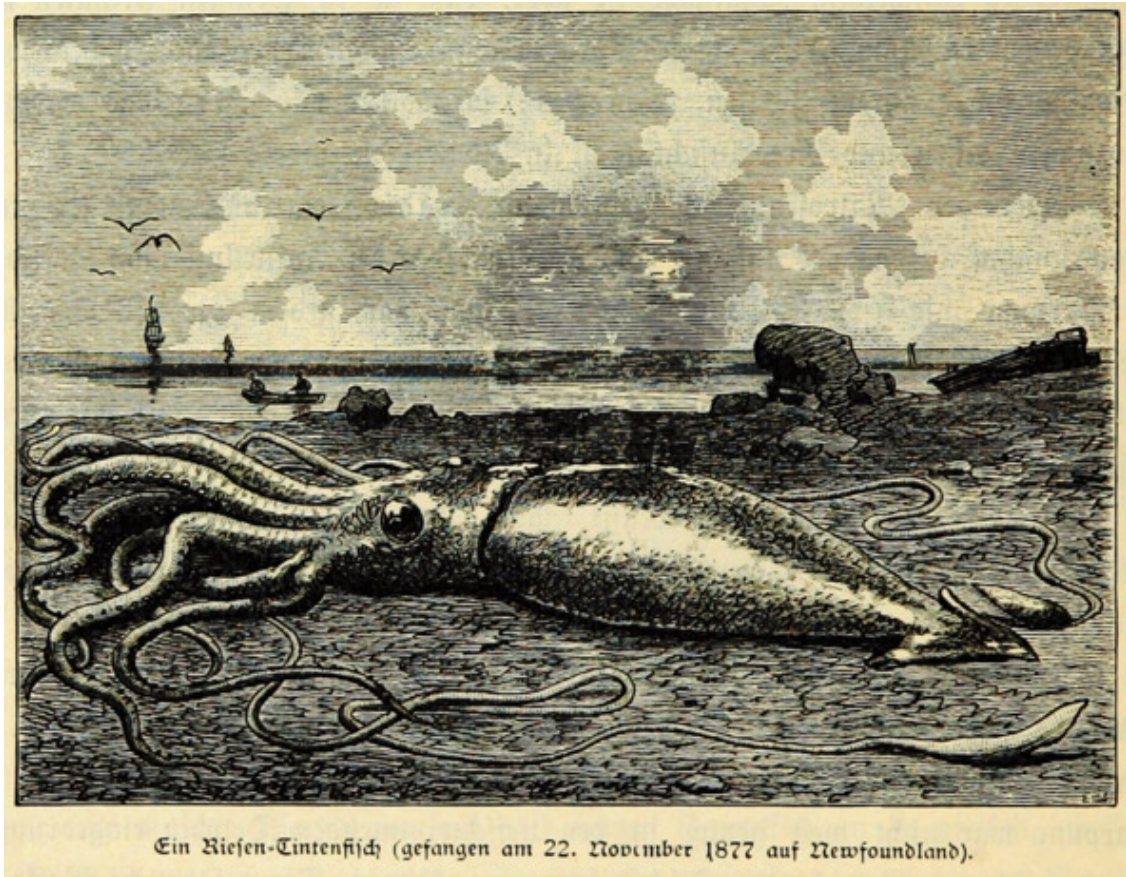
Кальмары — активные животные. Они курсируют от поверхности до огромных глубин. Но на глубине в несколько километров давление воды колоссально, оно может запросто сплющить даже многие металлические объекты. А огромные мягкие глаза глубоководных кальмаров остаются целыми.

Почему глаза кальмара не повреждаются на километровых глубинах от гигантского давления воды?

Контрольный ответ

Глаз кальмара не сплющивается от внешнего давления, потому что внутриглазное давление равно внешнему. В глазу кальмара есть то, чего нет у других животных — небольшое отверстие в роговице: сквозь него вода свободно проникает внутрь глаза и уравнивает давление, защищая глаз от сдавливания.

Также в глазу кальмара нет воздушных пустот, которые могли бы схлопнуться под давлением, всё заполнено плотными тканями и жидкостями, окружено прочными и упругими оболочками.



Гигантский кальмар, пойманный в 1877 г. у берегов Ньюфаундленда / Wikimedia, Detlev von Heydebrand u der Lasa, общественное достояние

Кстати

У сухопутных животных есть аналогичный механизм для защиты органов слуха: евстахиева труба, которая соединяет полость среднего уха с носоглоткой. Она пропускает воздух из носоглотки в барабанную полость среднего уха. Благодаря этому давление внутри уха остаётся равным атмосферному, что при резких перепадах давления защищает барабанную перепонку от разрыва.

Подумайте**

Догадайтесь, зачем артиллеристы открывают рот перед тем, как произвести залп из орудия?

Контрольный ответ

При артиллерийском выстреле возникает мощная ударная волна — резкий скачок давления. Если рот открыт, давление внутри и снаружи барабанной перепонки выравнивается быстрее, ударная волна переносится не так жёстко, снижается риск травмировать барабанную перепонку.

Задача 22. Чернильная бомба времён палеозоя****

Одно из удивительных защитных приспособлений, которое головоногие моллюски приобрели в процессе эволюции, — чернильная «бомба». У каракатиц и осьминогов нет защитной раковины, и поэтому чернильный мешок так важен.

Раньше палеонтологи придерживались мнения, что чернильные мешки были также и у древних аммонитов. Аммониты, как и современные наутилусы, имели внешнюю раковину и были ближайшими родственниками современных кальмаров и осьминогов. Но они вымерли в конце мезозойской эры. А меланин, который входит в состав чернил головоногих моллюсков, хорошо сохранился и присутствует в их ископаемых останках. Однако, как оказалось, чернильных мешков у аммонитов никогда не было.

Сейчас палеонтологи считают, что чернильный мешок головоногим с наружной раковиной не только не был нужен (их и так защищала раковина), но и не мог у них сформироваться.

Тогда почему в их останках присутствует меланин? И как сформировался мешок у современных головоногих, предками которых были аммониты?

Контрольный ответ

Поверхность раковин моллюсков скользкая, чтобы к ней не прикреплялись различные обрастающие организмы. Но поверхность предпоследнего оборота, и это хорошо видно на раковинах современных наутилусов, покрыта чёрным шершавым веществом — «чёрным слоем», основу которого и составляет меланин. Этот слой обеспечивает сцепление мягкого тела моллюска со спиральной раковиной. При опасности мягкие ткани сжимаются, тело отцепляется от чёрного слоя, и моллюск прячется в раковине. А потом, цепляясь за чёрный опорный слой, моллюск может выползти наружу.

Такой же чёрный слой был и у аммонитов. А у древнейших предков осьминогов, живших ещё в палеозойскую эру, раковина стала внутренней — мягкие ткани охватили её со всех сторон. Сцепление мантии с раковиной стало больше не нужно, а меланин продолжал выделяться. Он стал периодически выводиться через кишечник, а это и стало началом эволюции чернильных мешков.



Обыкновенный наutilus (лат. *Nautilus pompilius*) / Wikimedia, J. Baecker, общественное достояние

Кстати

Головоногие используют чернила по-разному. Могут просто выпустить их, создавая в воде «дымовую завесу», под защитой которой спасаются бегством от хищника или, наоборот, подбираются к добыче. Или выбрасывают чернила в густой слизи — те образуют в воде компактный тёмный объект. В это же время сам моллюск мгновенно бледнеет и отскакивает в сторону.

Цвет чернил не одинаков: у каракатиц они коричневые, у осьминогов — чёрные. Чернила вырабатывает вырост прямой кишки — чернильный мешок.

Улыбнитесь

Осьминог не стал художником: хоть у него и была тушь, ни в одной из его восьми рук не было кисти.

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ, КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ

Задача 23. Почему раки «переодеваются» в крабов?***

А вы знаете, что такое «карцинизация»? Представьте себе: некоторые раки в ходе эволюции со временем становятся всё больше похожи на крабов. У них появляется широкий плоский панцирь, а хвост-брюшко прячется под тело. Они не только приобретают внешнее сходство, но и начинают вести себя, как крабы. Такое превращение учёные называют карцинизацией. Они не могут точно объяснить, почему карцинизация происходила снова и снова независимо у разных видов ракообразных и каковы причины этих изменений. Но если природа «изобретает» эту форму, значит, это выгодно.

Как вы думаете, почему ракам может быть выгодно «переодеваться» в крабов?

Контрольный ответ

Оказывается, у «крабовой» формы тела много плюсов.

Во-первых, это защита от хищников. Широкий плоский панцирь, как щит, прикрывает тело сверху. А спрятанный подогнутый под грудь хвост не даст хищнику ухватиться. К тому же краб может забраться в узкую щель между камнями, где его не достать. Крабовая форма позволяет находить укрытия, куда длиннотелым ракам не пролезть.

Во-вторых, так удобнее двигаться. Низко расположенное тело не упадёт и не перевернётся, а ходить боком очень ловко на неровном дне. С плоским телом легче зарываться в грунт (а некоторые крабы даже умеют лазить по скалам и деревьям).

В-третьих, так легче добывать еду. У крабов более массивные мощные клешни, а глаза и усики расположены близко к ротовым конечностям, это помогает быстрее заметить и схватить добычу.

В-четвёртых, крабы экономят силы: их компактное тело требует меньше энергии для движения и защиты, чем длинное тело обычного рака.

Кстати

Крабовидность тела — это не случайность, она помогала лучше выживать. Но этот эволюционный процесс обратим: существует и декарцинизация — когда менялись условия существования и преимущества плоской формы переставали перевешивать издержки, ракообразные теряли «крабовость».

Пример декарцинизации: лягушачий краб (лат. *Spanner crabs*) с удлинённым панцирем, который не только утратил типичную крабовую форму, но и передвигается вперёд и назад — в отличие от других видов крабов, которые передвигаются боком.

Генетических данных и палеонтологических находок пока недостаточно, чтобы чётко и ясно ответить на загадку карцинизации. Может быть, новые исследования раскроют эту тайну природы, и кто-то из вас, будущих учёных, поможет найти ответ на эти вопросы.



Кrab-лягушка / Wikimedia, Kzhr, CC BY-SA 2.5

Хотите знать больше?

Оказывается, крабы неоднократно в процессе эволюции выходили на сушу и возвращались обратно в воду. Среди них есть «рыбы», «земноводные» и «рептилии», если провести аналогию с позвоночными. И так же, как и этим животным, крабам приходилось приспосабливаться к новой среде обитания. Но у крабов гораздо больше переходных форм между водным и наземным образом жизни — они образуют практически непрерывную цепочку. Об изучении этого явления можно прочитать в статье Георгия Куракина на сайте Элементы.ру по запросу «Крабы многократно выходили на сушу и возвращались обратно в воду».

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ, КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

Задача 24. Был ли доисторический потолок?***

Пауки спокойно бегают по ровному потолку, отвесным стенам и любой гладкой поверхности, горизонтальной или вертикальной. А ещё маленький паучок может поймать большую муху — и даже с этой ношей он не упадёт с потолка. Некоторые пауки удерживают ногами груз, который больше их собственного веса в 170 раз!

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.