

Учим школьников творческому решению задач

В прошлом выпуске журнала («СШ».03.08) мы начали знакомить вас с педагогическими приёмами по теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), над которыми работает лаборатория образовательных технологий. В журнале даны рекомендации, как использовать при решении творческих задач «мозговой штурм», как его организовать, какие «подводные камни» могут встретиться на этом пути и как их обойти. Сегодня знакомим вас с ещё одним методом — «решением задач по договору». Предлагаемые задачи отражают сельскую тематику и будут интересны школьникам среднего и старшего возраста. Они полезны для тренировки изобретательских и исследовательских навыков мышления. Их можно предложить и на уроках, и во внеклассной работе, дать в качестве задания на дом, включить в содержание конкурса или олимпиады. К задачам даны ответы. Но прежде чем ознакомить с ними ребят, посоветуйте им подумывать, выдвинуть гипотезы, полистать справочники и научно-познавательные книги и только потом обсудить вместе в классе предлагаемый ответ.

Анатолий Гин,
*руководитель
лаборатории
образовательных
технологий,
консультант-эксперт
по теории решения
изобретательских
задач*
Ирина Андржеевская

Однажды Эйнштейна спросили, в чём он видит основное различие между собственным интеллектом и интеллектом других людей. Он ненадолго задумался, а затем ответил: «Если люди ищут иголку в стоге сена, то большинство из них останавливаются, как только найдут её. Но я продолжаю поиски, обнаруживая вторую, третью и, возможно, если мне очень повезёт, даже четвёртую и пятую иголки».

Решение задач по договору отличается как раз тем, что позволяет не просто найти яркую идею и на этом успокоиться, а найти несколько гипотез, каждая из которых может оказаться ключом к истине.

Любой организм живёт в окружающей среде. И чтобы жить, ему необходимо осуществлять все жизненно важные процессы. Эти процессы, направленные на сохранение жизни, можно зашифровать одним словом — «ДОГОВОР» (дыхание, обмен веществ, гомеостаз, обмен энергии, выживание, обмен информацией, размножение). Образно говоря, организм как бы заключает ДОГОВОР

с окружающей его природой об условиях своего существования и выживания в природе.

Задачи, которые «решает» живое существо, как правило, возникают именно в связи с «выполнением» этого ДОГОВОРА. То есть особенности морфологического строения, существования, поведения живых существ, как правило, определяются именно выполнением перечисленных процессов. Хотите найти причину особенностей строения или поведения растения или животного? Значит, подумайте, как эта особенность помогает выполнить ту или иную функцию ДОГОВОРА.

Подскажите ребятам, что при решении задачи надо постараться выдвинуть побольше правдоподобных гипотез, а потом уже выбрать ту (или те) из них, которые кажутся наиболее вероятными.

Примеры работы с договором

ДЫХАНИЕ. Все живые существа дышат. При дыхании из окружающей среды поступает окислитель, необходимый для протекания окислительно-восстановительных реакций в организме, и выделяются газообразные продукты обмена.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ (питание и выделение отходов). Живой организм нуждается в «строительном материале» для клеток (питание и питьё). Организм получает пищу пассивно (фильтрация) или активно добывает (поиск, поглощение пищи, различные способы охоты — привлечение, преследование, подкарауливание), питательные вещества доставляются кровеносной системой к клеткам, отходы удаляются (выделение).

ГОМЕОСТАЗ. Способность к сохранению постоянной внутренней среды (температуры, давления, pH среды...) при неблагоприятных абиотических факторах в изменчивой внешней среде.

ОБМЕН ЭНЕРГИИ (теплообмен). Для жизнедеятельности необходима энергия. Откуда её берут живые существа? Из окружающей среды (энергия Солнца, термальных источников), из преобразованной (запасённой) энергии органических веществ — это питательные вещества, которые расщепляются с выделением энергии. Избыток тепла удаляется из организма при испарении влаги, при дыхании.

ВЫЖИВАНИЕ (поведенческие реакции организма). Стремление к безопасному существованию, способность избегать опасностей при взаимодействии с биотическими факторами внешней среды; способность выживать среди других существ (хищников, паразитов). Это активное движение и преднамеренная неподвижность (маскировка, затаивание, укрытие, отпугивание, бегство); защита от паразитов; конкурентная борьба; поиск благоприятных жизненных условий, в том числе жилища.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ. На всех уровнях организации живой материи происходит обмен информацией. Одни животные предупреждают других об опасности, наличии или отсутствии пищи, о готовности к продолжению рода и т. д. Передают друг другу сигналы растения и даже простейшие организмы. Информация передаётся с помощью звуковых и оптических сигналов, тактильных ощущений, химических веществ...

РАЗМНОЖЕНИЕ. Стремление и способность к продолжению рода (в том числе поиск и привлечение партнёра). Забота о потомстве.

Задача 1. Ёж в яблоках

Примеры выдвижения гипотез



С детства знакомая картинка: ёж, несущий на своих иголках яблоко. Куда и зачем он его несёт? Зоологи утверждают, что яблоки ежи не едят — они ведь насекомоядные! Тем более что на зиму никакого пропитание им и не требуется — в это время они спят, как медведи или барсуки. И наконец, было замечено, что из множества яблок ежи выбирают дички, то есть наиболее кислые яблоки.

Зачем они ежам?

ДЫХАНИЕ

Гипотез нет.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Гипотеза 1. Ежи не едят яблоки, они едят насекомых. Но, может быть, яблоки служат хорошим кормом для насекомых, которые на яблоках и размножаются? Ежи, таким образом, запасают еду для насекомых, а потом их едят.

ГОМЕОСТАЗ

Гипотеза 2. Ежи выбирают кислые яблоки. Может быть, ежам нужна кислота для нейтрализации щелочей, которые, возможно, выделяются через колочки?

ОБМЕН ЭНЕРГИИ (теплообмен)

Гипотеза 3. Яблоки гниют, при этом выделяется энергия. Возможно, ежи используют энер-

гию гниения, чтобы во время спячки, когда температура тела животных понижается, в норке зимой поддерживалась плюсовая температура.

ВЫЖИВАНИЕ (поведенческие реакции организма).

Гипотеза 4. С помощью кислот, которые есть в кислых яблоках, ежи борются с паразитами, которые могут находиться на их иголках.

Гипотеза 5. Так ежи маскируются.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ

Гипотеза 6. Ежи яблоками сигнализируют другим ежам, что пора впадать в спячку.

РАЗМНОЖЕНИЕ

Гипотеза 7. Ежи используют яблоки как предмет подношения своему партнёру.

Гипотеза 8. Ежи с помощью яблок подчёркивают своё превосходство для привлечения партнёра, подобно тому, как это делают петухи с помощью гребня или павлины с помощью хвоста.

Гипотеза 9. Может быть, яблоки едят маленькие ежата. Или в яблоке разводятся насекомые, которых едят ежата, пока сами не могут охотиться на насекомых.

Задача 2.

С приближеньем темноты я — любитель высоты



А. Гин, И. Андреевская
Учим школьников творческому
решению задач

С приближением ночи саранча, кузнечики и другие луговые насекомые, которые днём обычно предпочитают находиться на поверхности земли, заползают на верхушки травинок или луговых кустиков. Почему? Объясните поведение этих насекомых.

ДЫХАНИЕ

Гипотез нет.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ (питание и выделение отходов)

Гипотеза 1. Травоядные насекомые, ведущие ночной образ жизни, питаются травинками, их верхушки более сочные и нежные, более полезные, здесь больше питательных веществ.

Гипотеза 2. Насекомые, ведущие ночной образ жизни, питаются нектаром полевых цветов, поэтому они забираются повыше, чтобы добраться до цветков.

Гипотеза 3. Поиск воды. На верхушках травы ночью быстрее начинается конденсация влаги.

ГОМЕОСТАЗ

Гипотеза 4. Все насекомые — холоднокровные животные. Температура их тела, а также активность зависят от температуры окружающей среды. Насекомые поднимаются повыше от прохладной почвы и греются в тёплом вечернем воздухе. И утром температура воздуха значительно быстрее поднимается повыше от почвы, на вершинах травинок, что помогает насекомым скорее начать активный образ жизни.

ОБМЕН ЭНЕРГИИ (теплообмен)

Гипотеза 5. Все насекомые стремятся к свету вслед за уходящим солнцем, а уровни освещённости на земле и в нескольких сантиметрах от земли уже существенно различаются.

ВЫЖИВАНИЕ (поведенческие реакции организма)

Гипотеза 6. Защита от врагов: ночью на охоту выходят ночные наземные хищники, и дневные насекомые стремятся убраться от них подальше и повыше, поэтому и забираются на высокие травы и кустарник.

Гипотеза 7. Ночью из-за повышенной влажности воздуха и понижения температуры на травах выпадает роса. Насекомые забираются повыше, чтобы утром солнце быстрее подсушило им крылышки и ножки, иначе они просто не могут прыгать и двигаться.

Гипотеза 8. Насекомые любят покачаться на травинках, как на качелях. Может быть, к вечеру стихает ветер, и насекомые забираются на травинки, которые теперь не сбросят их при сильном раскачивании.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ

Гипотеза 9. Кузнечики вечером и ночью стрекочут, и чем выше, тем, может быть, дальше слышен звук. Возможно, они обозначают звуком, что эта территория занята.

РАЗМНОЖЕНИЕ

Гипотеза 10. Чем выше заберутся кузнечики, тем больше вероятность того, что самки и самцы услышат звук и быстрее найдут друг друга.

Гипотеза 11. Многие насекомые подают световые сигналы особям противоположного пола — они более заметны, если насекомое поднимется повыше над травой.

Отбор гипотез. Любая из выдвинутых гипотез может оказаться ответом к задаче! И тем не менее многие гипотезы приходится отбрасывать. При отборе нужно оценить выдвинутые гипотезы на их правдоподобность — при необходимости найти справочную информацию, провести наблюдения или эксперимент, а в некоторых случаях и расчёт. Как правило, остаются одна или две-три гипотезы как кандидаты на

правильный ответ. Расположите их в порядке убывания правдоподобности: сначала самую правдоподобную, на ваш взгляд, гипотезу, потом менее правдоподобную... Сравните свои гипотезы с ответом.

Если вам не удалось правильно решить задачу — порассуждайте, почему, какие ошибки в своих рассуждениях вы допустили, чего не учли...

Посмотрите, например, какие гипотезы выделяли наши ученики как наиболее правдоподобные в задаче 2.



Гипотеза 1

То, что верхушки травинок более сочные, можно проверить экспериментально. То, что трава обычно объедена больше на верхушках, хорошо видно на фотографии. Однако эта гипотеза может быть правдоподобна только для насекомых, ведущих ночной образ жизни.



«Сельская школа» 4/2008

Гипотеза 3.

На верхушках травы действительно конденсация влаги происходит лучше.

Гипотеза 4.

Насекомые греются в тёплом вечернем воздухе — скорее всего, этот фактор имеет очень кратковременное значение, так же как и фактор стремления насекомых к свету, — температуры на земле и в нескольких сантиметрах от земли существенно не различаются. Но утром температура воздуха и солнечное освещение на верхушках травинок действительно значительно выше, чем на почве. Это тоже можно проверить экспериментально.

Гипотеза 6.

Защита от врагов — эта гипотеза правдоподобна для дневных насекомых, которые ночью спят.

Ответы к задачам

1. Ежи натывают на иглы кислые и едкие продукты, чтобы продезинфицировать иглы.

(Акимушкин И. И. Причуды природы. М.: Мысль, 1981. С. 25.)

2. Ночью на охоту выходят многочисленные ночные хищники — ежи, степные гадюки, щитомордники. Они истребляют насекомых, которые находятся на поверхности земли. Вот насекомые и забираются на верхушки растений — подальше от земли. (Мариковский П. И. Насекомые защищаются. М.: Наука, 1978. С. 184.)

Как видите, с помощью ДОГОВОРА нам удалось выйти на широкий спектр гипотез, среди которых оказались и контрольные ответы.

Предложите школьникам ещё несколько задач, при решении которых можно использовать метод «мозгового штурма» или «ДОГОВОРА».

А. Гин, И. Андреевская
Учим школьников творческому
решению задач

Предложите ребятам для решения ещё несколько задач.

ПОЛИВ С СЕКРЕТОМ

Многие дачники обычно поливают свои огороды ранним утром или перед закатом солнца — считается, что растения не следует поливать в жаркий полдень, когда на них падают прямые солнечные лучи.



Почему существует такое мнение? На чём оно основано? Действительно ли это так?

Ответ. Есть мнение, что капельки воды, оставшиеся на листьях растений после полива, собирают солнечные лучи, подобно маленьким линзам, поэтому растение может получить ожоги.

Точка роста. Нужно сказать, что авторы не проверяли это утверждение. Предлагаем вам самим выполнить необходимые эксперименты и доказать или опровергнуть такое мнение.

Кстати. В провинции Нова Скотия (Канада) действует закон, запрещающий поливать лужайки во время дождя.

ВО САДУ ЛИ, В ОГОРОДЕ...

Во саду ли, в огороде рос зелёный огурец. Оказывается, температура огурца в жару на 1–2 градуса ниже температуры воздуха.

Как огурцу это удаётся?

Ответ. Огурец на 98 процентов состоит из воды, которая в жару активно испаряется и охлаждает его.

Подумайте. Температура цветков, наоборот, может быть на 5–10 градусов выше температуры окружающего воздуха. Это филодендроны, панданусы, имбирные саговники, пальмы. А цветки виктории регии, кувшинки из Южной Америки, которые достигают 35 сантиметров в поперечнике, могут иметь температуру на 15 градусов выше воды!

Объясните возможный механизм этого явления. Выскажите свои гипотезы: зачем растениям нужны «теплокровные» цветки?

Кстати. В чём же ценность огурца, ведь он на 98 процентов состоит из воды? Это рекордсмен по содержанию щелочных валентностей, поэтому предупреждает и устраняет ацидоз (сдвиг кислотно-щелочного равновесия в организме в кислую сторону). В огурцах много калия. Пектиновые вещества способствуют оздоровлению кишечника, тартроновая кислота сдерживает синтез жира из углеводов, способствуя похудению. Свежие огурцы стимулируют кислотообразующую функцию желудочных желёз, способствуя лучшему усвоению съеденной пищи. Фосфорная кислота, витамины В, С, каротин и клейкие вещества способствуют очищению кожи, смягчают и отбеливают её, делают гладкой, упругой и бархатистой. Ну как, не мало?

Подумайте. В мешке 100 килограммов огурцов. Огурец на 99 про-





центров состоит из воды. Огурцы подсушили, и теперь вода составляет уже 98 процентов их веса.

Сколько теперь весят огурцы?

Подумайте. Идёт ли в плодах фотосинтез? Если «да» — приведите примеры, если «нет» — объясните, почему.

Рассада с прямыми стеблями

Благодаря рассаде можно получить более ранний или более высокий урожай, а некоторые теплолюбивые овощи можно вырастить в средней полосе только рассадой. Поэтому многие дачники выращивают рассаду дома, хотя городские квартиры совсем не приспособлены для этого. В квартирах рассаду выращивают, как правило, на подоконниках или около окон. Молодые растения тянутся к солнечному свету, даже при дополнительном искусственном освещении их стебельки сильно вытягиваются и искривляются.

Как вырастить в комнате хорошо развитую рассаду с прямыми стеблями?

Ответ. Чтобы рассада хорошо развивалась, нужно улучшить её освещение. Для этого напротив окна рядом с ящиком следует установить хорошо отражающую свет поверхность. При этом необязательно использовать зеркало. Можно, например, установить лист оцинкованного железа или отражающую свет плёнку.

Подумайте. Почему комнатные цветы не испытывают недостатка света и вырастают на подоконниках с нормальными стеблями?

Панамка для растений

Растениям для роста и развития, для протекания реакции фотосинтеза необходим свет, поэтому многие из них лучше растут на открытых пространствах, а не в тени больших деревьев. Но на открытых участках возникает опасность перегрева. Вот растениям и приходится решать задачу: как быть на солнышке и не перегреться?

Перечислите способы, с помощью которых растения могут спастись от перегрева.

Ответ. Вот некоторые способы, которые нашла природа в результате эволюции:

- увеличить испарение листьями воды — при этом их температура понижается;
- выделять летучие эфирные масла;
- спрятаться от солнца (пустынные растения низкие, плотно прижаты к земле или даже спрятаны под землёй);
- повернуть листья ребром к солнечным лучам (белая акация);
- сложить части листа (кислица при повышении температуры или попадании прямых солнечных лучей складывает листочки сложного листа верхней зелёной стороной внутрь, так же поступают многие бобовые растения — мышиный горошек, клевер);
- увеличить толщину листа (толстому листу сложнее перегреться);
- уменьшить размер листьев (колючки практически не нагреваются, а растение получает дополнительную пользу — защиту от врагов и минимальное испарение влаги); наиболее защищены от перегрева листья, которых нет (нет листьев у саксаула и джезгуна);

- защитить листья густым опушением (появляется дополнительная термоизоляционная воздушная прослойка);
- защитить листья специальным покрытием (листья многих пустынных растений плотные, кожистые, покрыты блестящим восковым налётом — кутикулой).

Многие растения сочетают различные способы защиты.



Справка. При испарении только одного грамма воды тело теряет 2430 Дж энергии.

Кстати. Перистые листья белой акации несколько раз в течение суток изменяют своё положение. Утром листочки распростёрты так, что солнечный свет падает прямо на всю их поверхность. В полдень, когда света много, они поворачиваются ребром к солнечным лучам. При этом лучи падают на листья наклонно или вообще проходят мимо. К ночи, с заходом солнца, листочки акации как бы клонятся ко сну и свешиваются вниз.



Подумайте. Каким способом растения могут уменьшить испарение влаги?

Ответ. Дополнительно к тем приспособлениям, которые есть у растений для защиты от перегрева, есть ещё защита на тканевом уровне:

- уменьшение количества устьиц;
- расположение устьиц только на нижней, более защищённой стороне листа;
- погружение устьиц в специальные углубления.

Жабы в огороде

С весны некоторые сельские жители ловят жаб и выпускают их в огороды.

Как вы думаете, зачем?

Ответ. Жабы в ночное время истребляют на грядках слизней, гусениц бабочек и других вредителей.

Кстати. Жаба может ловить добычу на расстоянии до 10 сантиметров, при этом она слизывает свою жертву влажным языком. Весь процесс выбрасывания языка и возвращения его с добычей в рот занимает лишь $\frac{1}{15}$ долю секунды, поэтому человеческий глаз не способен заметить, как жаба расправляется с добычей.



Кстати. Лягушки и жабы проталкивают пищу в глотку... глазами. Когда добыча в пасти, глаза погружаются наполовину, помогают протолкнуть пищу и возвращаются на место.

Подумайте. В засушливый период, когда пересыхают речки и водоёмы Центральной Австралии, коренные жители этих пустынных районов материка выходят на охоту за жабами.

Но они их не едят. Зачем же тогда ловят?

Ответ. Эти земноводные так хорошо приспособились к местному климату, что всегда, даже в самое сухое время года, в их желудках есть вода. Из нескольких жаб можно добыть флягу драгоценной влаги.

Как бороться с кротами?

На лугах среди зелёной травы часто можно видеть так называемые кротовины. Это кучки грунта, который кроты выбрасывают на поверхность, когда роют свои подземные ходы и вентиляционные шахты. На ничейной земле проделки кротов никакого вреда не приносят. Однако беда, если кроты поселяются в огороде, — они подтачивают корни растений, и урожая не видать. Необходимо как-то бороться с кротами.

Они постоянно живут под землёй, поэтому ничего не видят, а вот слух имеют прекрасный.

Как же помешать кротам поселяться в огороде?

Ответ. Можно заливать кротовые норки водой, это помогает на ограниченных площадях, например



«Сельская школа» 4/2008



в теплицах. А для больших огородов народные умельцы придумали «кротопрогонялку». На тонкий металлический прутик, воткнутый в землю, надета перевернутая вверх дном пустая пластиковая бутылка. При малейшем ветерке бутылка раскачивается и постукивает по прутику. Такой постоянно повторяющийся звук раздражает кротов, и они избегают этого участка. На участок в 20–30 соток достаточно десятка таких «кротопрогонялок». В настоящее время промышленность выпускает подобные «кротопрогонялки» с различными шумовыми эффектами.



Кстати. Крот — живая подземная машина — оставляет за собой чистый туннель с гладкими стенками. Инженер Александр Требелёв исследовал работу кротов. В ящик с землёй он запускал крота и просвечивал ящик рентгеновскими лучами. Оказалось, что крот всё время вертит головой, вдавливая грунт в стенки туннеля. Группа изобретателей получила авторское свидетельство на «искусственного крота». В передней части машины расположен

А. Гин, И. Андреевская
Учим школьников творческому
решению задач

режущий конус. Он не только режет грунт, но и, подобно голове крота, раскачивается, вдавливая частицы земли в стенки туннеля.

Вот так урожай



Фермеру повезло — урожай созрел на славу. Клубника спеет не по дням, а по часам, вишни выросли размером со сливу, смородина гнёт кусты к земле и уже начинает осыпаться. Свободных рук для сбора урожая не хватает. Недалеко город, но денег, чтобы нанять работников, тоже нет.

Как же фермеру вовремя убрать урожай и получить с него прибыль?

Ответ. Фермеру нужно быстро собрать урожай и сохранить товар, нужна дополнительная рабочая сила, но не нужны посредники и расходы на транспортировку. Фермер дал рекламу и пригласил покупателей в своё хозяйство «в гости». Он предложил им отдохнуть у него в саду с мороженым, печеньем, шарами, музыкой — устроить пикник. И в это время самим собирать ягоды, взвешивать их и расплачиваться. А ещё фермер дал им возможность самим сварить варенье, джем, мармелад в специальном цеху, где для этого есть все приспособления, банки, сахар.

Кстати. Крыжовник хорошо переносит дальние перевозки, но пересыпать ягоды из одной тары в другую не рекомендуется, это снижает их качество... Как снизить потери при доставке урожая потребителю? Правило первое «О мгновенном превращении урожая в товар» гласит: «Продукт должен быть переработан на месте его производства. При этом время, за которое урожай превращается в товар, должно стремиться к нулю».