

© Александр Камин

## Тропою Следопыта

ЕСТЕСТВЕННЫЕ МЫСЛИ О ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**Предлагаемый в статье алгоритм-«трехходовка» рекомендуется для решения сравнительно простых открытых задач из курса естествознания.**

### Пролог

Первый голос

- Отчего зимою день короткий, а ночь длинная, а летом наоборот?
- День зимою оттого короткий, что, подобно всем прочим предметам видимым и невидимым от холода сжимается и оттого, что солнце рано заходит, а ночь от светильников и фонарей расширяется, ибо согревается.

Второй голос

- Наблюдая за Солнцем, люди заметили, что в разные времена года высота Солнца над Землей неодинакова; заметили также, что, когда Солнце находится высоко над Землей, тогда тепло, а когда низко — холодно. Почему так бывает?
- Земля вращается вокруг своей оси и одновременно движется вокруг Солнца.

Уважаемый коллега, сравните партии, исполняемые первым и вторым голосами. Вы, скорее всего, узнали эти тексты. Второй голос принадлежит автору учебника естествознания для третьего класса, а первый — отставному уряднику Войска Донского Василию Семибулатову, герою чеховского рассказа «Письмо к ученому соседу».

Вы наверняка скажете (и будете правы), что второй голос изрекает научную истину, а первый — бред сивой кобылы. Но, похоже, есть между ними и некое родство. Чтобы установить это родство, вообразим, что оба отрывка дали прочесть детям, к примеру, третьего класса.

Как дети могут убедиться, что второй текст — правильный, а первый — нет? Представим себе, что рассуждение почтенного урядника по ошибке попало в учебники естествознания. Дети выучили его, пересказали на следующем уроке близко к тексту, ответили — опять же близко к тексту — на вопрос: «Отчего зимою день короткий, а ночь длинная?» — и обучение состоялось.

Теперь попробуем разобраться, есть ли что-то общее между текстами учебника естествознания и откровениями Василия Семибулатова.

У них одна и та же степень убедительности. Оба текста провозглашают некие истины, не позволяя читателю удостовериться в этих истинах самому. Оба текста страдают мысльобязью: они предполагают читателя, не знающего сомнений, принимающего все написанное на веру. Такое обучение «противно естеству человеческому», как говаривал Михайло Ломоносов, не последний в естественных науках человек. Отмечаем парадокс: естествознание преподается противоестественным образом.

Вспоминается Андерсен. Там в сказке «Снежная королева» действует тролль, смастеривший «такое зеркало, в котором все искажалось донельзя... Человеческая мысль отражалась в зеркале невообразимой гримасой. Не осталось ничего, что не отразилось бы в зеркале в неискаженном виде».

Печально, что учебники естествознания напоминают осколки этого зеркала.

### Вопросы без проблем

Тексты в учебниках естествознания не очень-то способствуют оживлению мысли. Тогда, может быть, мысль будят вопросы к текстам? Вот вам навскидку несколько вопросов из реальных учебников.

- Как ведут себя насекомые летом?
- Каких птиц называют перелетными?
- Как изменяется погода зимой?
- Из каких частей состоит компас?
- Что такое атмосфера?
- С помощью какого прибора можно сравнить тела по степени нагрева?
- Какой должна быть температура воды, чтобы она превратилась в пар?

Такие вопросы, предполагающие единственный ответ, психологи называют закрытыми.

А теперь вопрос вам, коллега. Требуется ли при ответе на такие вопросы думать, соображать, кумекать — словом, шевелить мозгами? Единственное, что требуется, — вспомнить прочитанное (или услышанное на уроке) и пересказать его. Текст воспринимается как сплошной монолог специалиста, читателю остается только кивать и поддакивать. Было в старину ходячее выражение «пища для ума». Предлагает ли учебник эту самую пищу или угощает детей словесной сухомяткой? Автор оставляет этот вопрос без ответа...

### Нам тайны нераскрытые раскрыть пора...

Следует поставить перед собой цель изыскать способ решения всех задач... одним и притом простым способом.

Д'Аламбер, 1717-1783, франц. математик, механик и философ-просветитель.

Возникает вопрос: как же строить изложение учебного материала? Есть ли беспрюирышный способ завоевать интерес детей?

Интерес завоевывается с помощью тайны. Можно построить учебный материал как дорогу через таинственный мир. Раскрытие одной тайны приводит к другой и одновременно дает в руки инструменты, позволяющие обращаться с тайнами по-свойски.

Однако ближе к делу.

#### Задача 1. Реки и моря

Реки, впадающие в моря, пресные. Почему же морская вода остается соленой?

На первый взгляд кажется, что правильно ответить на этот вопрос можно только в том случае, если вам знакомо понятие круговорота воды в природе. Я думаю, что дети могут решить эту исследовательскую задачу, опираясь на личный опыт. Для этого нужно научить их задавать самим себе цепочку наводящих вопросов.

**Первый вопрос:** как сделать, чтобы произошло интересующее нас событие?

Ставим этот вопрос к нашей задаче: как сделать, чтобы вода в море оставалась соленой, несмотря на то, что в море непрерывно вливается пресная вода?

Здравый смысл подсказывает две версии.

Версия 1 — непрерывно добавлять соль.

Версия 2 — непрерывно удалять воду.

Чтобы облегчить выбор из этих двух версий, задаем **второй** наводящий **вопрос:** как интересующее нас событие может произойти **само собой**, без направленного вмешательства?

Добавление в море соли без направленного вмешательства произойти, похоже, не может. Остается версия 2: чтобы морская вода оставалась соленой, вода из моря должна непрерывно убывать.

Повторим наш **первый** наводящий **вопрос** (как сделать, чтобы...).

Как сделать, чтобы вода из моря непрерывно убывала? Скорее всего, вы опять предложите два варианта.

Версия 1 — вытекание воды.

Версия 2 — испарение.

Версия 1 для моря не подходит (грубо говоря, море образуется в самой низменной местности, а вода течет сверху вниз). Остается версия 2 — вода в море остается соленой, поскольку часть воды из моря непрерывно испаряется. Решение этой задачи подводит ребят к самостоятельному открытию нового для них явления — круговорота воды в природе.

Не кажется ли вам, коллега, что вопрос «как сделать, чтобы...» помогает выйти на правильный ответ, сокращая блуждания во всевозможных версиях? Чтобы вы могли в этом убедиться — еще одна задачка.

### Задача 2. Топоры предков

Индейцы племени гважажара, отправляясь на тропу войны, по обычаю выкапывали из земли топоры своих предков. «Они не ржавеют», — утверждали индейцы. А почему?

Начинаем решение с **первого вопроса** (как сделать, чтобы...).

Как сделать, чтобы топоры не ржавели?

Версия 1 — хранить топоры в смазке.

Версия 2 — изготавливать их из нержавеющей стали.

Какую из этих версий выбрать?

Сделать выбор помогает **второй** наводящий **вопрос**: как интересующее нас событие могло произойти **само собой**, без направленного вмешательства?

Как сделать, чтобы топоры **сами собой** не ржавели?

Похоже, что этот вопрос подводит нас к версии 2. Остается выяснить, какие нержавеющие материалы были в распоряжении индейцев.

Ребята при обсуждении иногда дают ответ: золото. Но может ли золотой топор рубить? Остается материал попроще: камень. Это и есть ответ: топоры не ржавели, поскольку были сделаны из камня.

Итак, чтобы прийти к ответу, нам пришлось задать **третий** наводящий **вопрос**: какими **ресурсами** располагали индейцы, чтобы изготовить нержавеющие топоры?

Может быть, вы уже хотите задать вопрос автору: что толку в этих наводящих вопросах? Ведь задач существует несметное множество, и вопросы, полезные для одной задачи, могут не подходить к другой. Я постараюсь вас переубедить. Эти три наводящих вопроса — что-то вроде трех неотразимых ходов в игре с природой. Выигрыш заключается в решении задачи, которую природа задает человеку.

Для примера разберем задачу, с которой столкнулся знаменитый естествоиспытатель Огюст Пикар.

### Задача 3. Печка для стратостата

Отважный воздухоплаватель Огюст Пикар собрался подняться в стратосферу, на высоту 30 километров. Он знал, что там не теплее, чем в Антарктиде. Как Пикару обогреть пассажирскую гондолу, этакий металлический шар с окошками? Учтите, что каждый лишний грамм препятствует подъему.

Вообразите себя, читатель, на месте Огюста Пикара. Найдете решение — вы выиграли, экспедиция состоялась. Не найдете — экспедиция сорвана.

Итак, начали.

Как сделать, чтобы гондола нагрелась?

Выбирать есть из чего.

Версия 1 — обогреть углем, бензином или газом (печка).

Версия 2 — обогреть электричеством (электроплитка).

Версия 3 — греться изнутри (усиленным питанием, упражнениями).

Каким образом можно добиться, чтобы гондола обогревалась **сама собой**?

Этот вопрос делает все три версии сомнительными. К тому же они требуют «лишних граммов».

Кажется, решение зашло в тупик. Но в обойме остался еще один наводящий вопрос — о ресурсах. Есть ли в нашем распоряжении какие-нибудь источники тепла? Ответ виден невооруженным глазом — солнце!

Неужели выход из положения — греться на солнышке?

Перед нами выбор: или сдаться, или повторить наводящий вопрос «как сделать, чтобы...».

Как сделать, чтобы солнце нагревало кабину?

Ответ можно найти, опираясь на жизненный опыт: если хотят защититься от солнечных лучей, носят светлую одежду. Если наоборот — темную. (Можете положить под яркую лампу белый и черный лоскутки и проверить, какой нагреется быстрее.)

Поиск **ресурса**: есть ли в нашем распоряжении возможность сделать кабину темной? Ответ очевиден: покрасить черной краской! Это и есть решение Пикара: он выкрасил гондолу в черный цвет, поглощающий солнечные лучи. В гондоле после этого стало даже жарко — и это при сорокаградусном морозе снаружи.

Подведем предварительные итоги: решение исследовательской задачи облегчается, если последовательно ответить на три вопроса.

- Как сделать, чтобы интересующее нас событие произошло?
- Как это событие могло бы произойти **само собой**, без направленного вмешательства?
- Какие **ресурсы** (скрытые возможности) можно для этого использовать?

Для краткости назовем эту цепочку вопросов «трехходовкой».

Иногда задача раскалывается после первого же вопроса. В других случаях в ход идут все три вопроса. Бывает и так, что трехходовку следует применить несколько раз к одной задаче.

## От слов к делу

Если пятилетнему ребенку дать в руки молоток, он обнаружит, что многие вещи в доме нуждаются в прибивании. Новый самолет должен пройти испытания. Может быть и вам, коллега, хочется испробовать новый инструмент в деле? Тогда решим с его помощью несколько задач.

### Задача 4. Как измерить море?

В одной из русских летописей записано, что в 1028 году князь Глеб Святославович измерил расстояние между Крымом и Таманским полуостровом. Возможно ли это, ведь между Крымом и Таманским полуостровом — Керченский пролив шириной около четырех верст (примерно 5 км)?

Заменяем вопрос «Возможно ли это?» на вопрос «Как это сделать?» Как сделать, чтобы князь мог измерить ширину Керченского пролива?

Версия 1 — натянуть между берегами веревочку, а потом измерить ее длину шагами или пядями. Вот только найти тонкую и прочную веревочку такой длины в то время было невозможно.

Версия 2 — построить между Крымом и Таманью мост и пройти по нему, считая шаги.

Ставим второй вопрос: как мост мог бы построиться **сам собой**, без постороннего вмешательства? Море в этом месте могло бы зимой замерзнуть.

Это и есть ответ. В том году море замерзло, и князь измерил расстояние шагами.

### Задача 5. Говорят, что раньше йог мог...

Как бы вы объяснили способность некоторых людей ходить по раскаленным углям?

Как сделать, чтобы можно было прикоснуться к очень горячему предмету? И вы, уважаемый коллега, и ваши ученики знают ответ на этот вопрос... Так вы пробуете, разогрелся ли утюг, касаясь его влажным пальцем. Влага испаряется, и прослойка пара на короткое время защищает палец от ожога.

Как могло бы увлажнение при касании горячих углей происходить **само собой**? Влага должна сама собой оказываться между горячими углями и ногами.

Какие **ресурсы** можно было бы использовать для увлажнения ног? В организме такие ресурсы — запасы влаги — есть. Например, обычный пот. Видимо, выделение пота и позволяет ходить по раскаленным углям. Влага, покрывающая кожу, испаряется во время краткого контакта ноги с углем, и прослойка пара защищает ногу.

### Задача задаче — рознь

Теперь попробуем выяснить, чем отличаются разобранные задачи от «вопросов без проблем». Главное отличие в том, что эти задачи допускают различные подходы к решению, а часто и различные ответы. Такие задачи называются открытыми. Они похожи на те задачи, которые человек решает в жизни, а не на уроке. Открытые задачи можно разделить на исследовательские и изобретательские. В исследовательской задаче требуется найти причину происходящего явления, в изобретательской — найти или усовершенствовать способ достижения какой-либо цели.

Два слова о «вопросах без проблем». Можно попытаться вообще обойтись без них — но как тогда проверить знание фактов и терминов? Выход в том, чтобы в эти вопросы добавить «изюминку» — побуждение к действию.

Вот как можно, к примеру, изменить закрытые вопросы со с. 1-2 (в левой колонке — старые варианты, в правой — новые).

Каких птиц называют перелетными?	Вы обнаружили в ближнем лесу птиц неизвестной породы. Как можно выяснить, оседлые это птицы или перелетные?
Как изменяется погода зимой?	А) Спящая красавица проснулась и выглянула в окно. Может ли она отличить раннюю весну от поздней осени? Как именно? Б) Космонавт после долгого полета вернулся на Землю. Счет дням, месяцам и годам он потерял. Сможет ли он отличить теплый весенний день от прохладного летнего? Зимнюю оттепель — от ранних осенних холодов?
Из каких частей состоит компас?	Разберитесь, для чего компасу каждая из его составных частей?
Что такое атмосфера?	Ваш космический корабль сел на неизвестную планету, очень похожую на Землю. Стандартных приборов у вас нет. Как выяснить, есть ли на планете атмосфера. На какой высоте атмосфера кончается? Как это определить?
С помощью какого прибора можно сравнить тела по степени нагрева?	Сравните медицинский и оконный термометры. Найдите как можно больше отличий между ними. Чем объясняются эти отличия?
Какой должна быть	Вы нашли в бабушкином сундуке старинный

температура воды, чтобы она превратилась в пар?	термометр со стершейся шкалой. Как бы вы восстановили эту шкалу?
Как ведут себя насекомые летом?	Попробуйте сами придумать вопрос «с изюминкой» на эту тему.

Похоже, вопросы из правого столбца — ни что иное, как открытые задачи. На наш взгляд, вопросы из правого столбца вызовут оживление на уроке, а из левого — только нагонят на детей тоску или, хуже того, отобьют охоту наблюдать за природой.

Итак, подведем предварительные итоги. Если вы хотите обеспечить интерес детей к естествознанию, имеет смысл предлагать детям материал в виде открытых задач — исследовательских и изобретательских. Понятно, что одновременно нужно дать инструмент для решения — цепочку наводящих вопросов.

**Первый:** как сделать, чтобы нужное действие произошло?

**Второй:** как нужное действие могло бы произойти само собой?

**Третий:** есть ли в нашем распоряжении подходящие ресурсы?

### **Исследовать, чтобы обучать**

Переходим теперь к главной проблеме: как строить изложение базовых знаний? В принципе, ответ известен: лучше всего люди усваивают знания, добытые в ходе собственного исследования. Сложность состоит в том, чтобы такое исследование организовать. А для этого подходят открытые задачи.

#### **Задача 6. Что в просвете**

Вы наверняка много раз видели струю пара из носика чайника. Объясните, почему между струей и носиком всегда существует просвет. Как по-вашему, чем заполнен этот просвет?

Если предложить ребятам эту задачу, одни будут говорить, что в просвете горячий воздух, другие — что там водяной пар. В этот момент имеет смысл задать вопрос: можно ли проверить, что на самом деле находится в просвете? И тут уже нетрудно догадаться, как это сделать, — поместить в просвет бумажку или тряпочку и увидеть, что она намочла.

Теперь утверждение: вода бывает в невидимом (газообразном) состоянии — будет уже не голословным — ребята смогут сами объяснить появление облаков, выпадение росы и тумана. Вместе с задачей 1 «Реки и моря» эта задача может служить своеобразным исследовательским блоком по теме «Круговорот воды в природе».

#### **Задача 7. Прыгающая монета**

Если достать из холодильника пустую стеклянную бутылку и положить на ее горлышко монетку, смоченную водой, то через некоторое время монетка подпрыгнет. Как бы вы это объяснили?

Вначале разберем задачу.

Задаем первый вопрос из нашей «трехходовки». Как сделать, чтобы монетка подпрыгнула? Нечто должно толкнуть или потянуть ее вверх. Можно придумать тысячи способов, но зададим второй вопрос — и вариантов станет намного меньше.

Как интересующее нас явление могло бы осуществиться само собой? Это возможно, если нечто, толкающее монетку, находится внутри сосуда.

Попробуйте надуть на морозе воздушный шарик и внести его в комнату. Шарик заметно раздуется. Воздух внутри бутылки ведет себя так же: расширяется при нагревании. Можно ли это проверить? Такую проверку могут сделать сами ребята: положить на пустую бутылку монетку, а потом бутылку подогреть.

С обсуждения этой задачи можно начинать тему «Свойства воздуха». Можете удостовериться сами, что, увидев этот опыт в классе, ребята не раз проделают его дома, а потом поделятся с вами своими открытиями.

Какие еще темы школьного курса естествознания можно подать в таком исследовательском ключе? Мне кажется, почти все. Любую тему можно изложить, опираясь на исследовательские задачи, причем эти исследования не потребуют специального оборудования — их смогут провести сами ребята при помощи учителя.

Если подать материал в исследовательском ключе не удастся, значит, излагать его пока не стоит. Материал будет усвоен на уровне попугая: дети воспроизведут слова, не понимая толком их смысла.

## **А что потом?**

Будем считать, что вы познакомились с новым «инструментом» преподавания — открытыми задачами. Что делать дальше?

- Для начала опробуйте «трехходовку» на нескольких новых задачах. Для этого в конце статьи помещен мини-задачник. Часть задач в нем разобрана, остальные попытайтесь решить сами.
- Выберите самую интересную для вас тему и попробуйте составить по этой теме несколько открытых задач. Постепенно вы сможете составлять открытые задачи к любой теме.
- Предлагайте задачи из статьи и ваши собственные задачи ученикам. По ходу решения обращайтесь к ученикам на «трехходовку».
- Предложите ученикам самим составлять исследовательские и изобретательские задачи. Недостатки задач не стоит жестко критиковать, лучше вместе с детьми доработать задачу. Неплохие задачи могут получиться из вопросов, которые дети задают вам на уроках.

Желаем вам успеха.

## **Приложение Мини-задачник**

Не делай ничего наугад, а только по правилам искусства.

Леонардо да Винчи

### **Где вы, доктор Айболит?**

Из диких зверей самая опасная — лисица, потому что переносит бешенство. Из-за этого лисиц до последнего времени безжалостно отстреливали. Наконец, изобрели вакцину против бешенства. Достаточно съесть капсулу, чтобы не заболеть, но лисиц не заставишь ходить на прививки. Как решить проблему?

### **Решение**

Можно ли добиться, чтобы лечение лисиц произошло само собой? Другими словами, требуется, чтобы лисица сама приняла вакцину. Располагает ли «доктор Айболит» ресурсами, позволяющими привлечь лисицу к вакцине? Таким ресурсом может быть любое лакомство, которое нужно смешать с вакциной. Швейцарские «айболиты» так и поступили: в шарики из рыбьей муки и жира закатали капсулы с вакциной и разбросали их на звериных тропах. Обладая тонким обонянием, лисы легко находили шарики и съедали — вместе с лекарством. В Швейцарии таким способом с одного раза полностью искоренили бешенство среди диких животных.

### **Забор-невидимка**

Вдоль автотрассы близ города Мюнхена построили шумозащитную стену высотой четыре метра из небьющегося стекла. Оказалось, что птицы, не замечая на лету невидимый забор, разбивались. Так погибло множество

птиц, и нужно было срочно искать выход из положения. Как по-вашему, что можно сделать?

#### Решение

Как сделать, чтобы птицы заметили забор? Проще всего покрасить его. Но тогда возникает другая сложность: требуется много краски, да и работа растянется на долгий срок.

Зададим еще раз вопрос «Как сделать, чтобы...». Как сделать, чтобы забор был покрашен, а краски ушло немного? Вы наверняка нашли уже выход из положения: нанести краску на стекло полосками. Именно так и предотвратили гибель птиц.

#### Что увидим — то проглотим!

Маленькие дети часто берут в рот и глотают пуговичные батарейки от электронных часов. Это опасно и временами плохо кончается. Что бы вы предложили?

#### Светофор для слепых

Представьте себе картину: к светофору подошел слепой. Иногда ему приходится долго ждать, пока кто-нибудь переведет его через перекресток — ведь сам слепой не видит сигналов светофора. А во многих городах эту проблему уже решили. Как?

#### Орех (текст М. Пришвина)

Нашли орех, расколотый надвое, как будто его по линейке пилой срезали, и ученые долго думали: какой зверь мог так ровно разделить орех? Белка не могла, от белки скорлупа рваная, соня орешниковая, такая маленькая, тем более не могла захватить орех целиком в рот и распилить. Нечего говорить о мышах, полевках и землеройках величиной почти с наперсток. Известный зверь ни один не мог распилить орех на две половинки, а может быть, есть какой-нибудь неизвестный? Нет, все звери в лесу нам известны. Тут пришел простой человек и сказал: «Леший грыз». А когда все засмеялись над его словами, он всех ученых окинул насмешливым взглядом и сказал: «А если неизвестных зверей в лесу нет и в лешего не верите, то ведь нетрудно и догадаться, отчего раскололся орех».

#### Во саду ли, в огороде...

... рос зеленый огурец. Оказывается, температура огурца в любую жару на 1-2 градуса ниже температуры воздуха. Как огурцу это удается?

#### Осел останется ослом

Однажды ишак, перевозивший мешки с солью, случайно упал в воду. С тех пор хитрое животное на переправе всегда норовило лечь в воду. Но погонщик оказался еще хитрее. Как он поступил?

#### Находка капитана Визе

На шхуне «Святой Фока» были и паруса, и паровая машина. Зима оказалась затяжной, и топливо для машины закончилось, когда судно находилось в открытом море. Можно было дотянуть до берега на парусах, но тогда бы морякам не хватило запасов пищи. Капитан Владимир Визе все же исхитрился и довел шхуну до Большой Земли на машине. Где он взял топливо?

#### Кольцо — не украшение

При ловле рыбы с помощью ручных бакланов на шею этой большой птице надевают кольцо. Для чего?

### **Поющая статуя**

В честь ассирийского царя Артаксеркса в Фивах была воздвигнута знаменитая черная поющая статуя. С восходом солнца статуя пела — издавала мелодичные звуки. Как бы вы это объяснили?

Я благодарю коллег из ЛОТ «Универсальный решатель» И. Андржеевскую, А. Гина, А. Камина (мл.) и В. Тимохова. Они предоставили для статьи значительную часть задач.

Статья стала намного понятнее самому автору после обсуждения с упомянутыми коллегами, а также с учителями: Е. Брусковой (Москва), С. Гин (Гомель), М. Гундарь (Харьков), Р. Каминой (Луганск). Я благодарен им за помощь.

Статья была напечатана в сборнике «Педагогика + ТРИЗ» № 6–2001.

### **Рекомендуемая литература**

- Альтшуллер Г. С. И тут появился изобретатель. — М.: «Детская литература», 1989.
- Викентьев И. Л., Кайков И. К. Лестница идей. — Новосибирск, 1992.
- Гин А. А. Приемы педагогической техники. — М.: «Вита-Пресс», 1999.
- Злотин Б. Л., Зусман А. В. Месяц под звездами фантазии. — Кишинев: Лумина, 1988.
- Тимохов В. И. Сборник творческих задач по биологии, экологии и ТРИЗ. — СПб.: «ТРИЗ-ШАНС», 1996.