



РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Раздел посвящён теоретическому осмыслению истории и перспектив исследовательской деятельности учащихся, определению условий и механизмов, влияющих на её развитие как путей и способов образования.

Видеть необычное в обычном — навык творческих людей

Анатолий Александрович Гин,

вице-президент Международной общественной Ассоциации профессиональных преподавателей, разработчиков и пользователей теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) по вопросам образования

Существует стереотип, что изобретательство — удел инженеров, техников. На самом деле решение открытых изобретательских задач требовалось всегда и везде, на протяжении всей человеческой истории и практически во всех сферах жизни. И в жизни каждого конкретного человека такие задачи возникают постоянно. Но образование и культура не учат людей даже видеть эти задачи, и для большинства взрослых людей жизнь представляется просто как череда событий, хороших или плохих. И только явное меньшинство умеют переводить личные события в задачи. И тогда хорошее решение задачи — это успех. Впрочем, окружающие часто объясняют такой успех просто везением.

Письмо в газету: дайте совет!

Пару месяцев назад я почувствовал недомогание. Врач посоветовала пройти обследование в больнице. Выяснилось, что я просто устал, и серьёзных проблем со здоровьем нет. Но по офису поползли тревожные слухи: дескать, я тяжело болен и, вскоре, моё место займёт новый босс. Мне это очень не нравится, ведь подобные настроения совсем не способствуют эффективной работе. К тому же я не привык публично

обсуждать своё здоровье. Буду признателен за совет, как мне вести себя в этой ситуации.

Михаил Т-в, владелец полиграфической компании.

Задача совсем не сложная, предоставляем читателю возможность решить её самостоятельно. Скажем лишь, что даже такие личные задачи люди часто стараются не замечать. Или просто переживают, жалуются, но не решают!

Подвидом изобретательской задачи считаем конструкторскую задачу. Конструкторская задача отличается тем, что кроме идеи решения нужно предложить конструкцию, которая эту идею реализует.

Например:

Спасти жизнь лётчика

В случае аварии лётчик военного самолёта может воспользоваться катапультирой. Катапульта выбрасывает лётчика из кабины вверх, раскрывается парашют — и жизнь спасена. Но если такую катапульти установить на боевом вертолёте, то лётчик погибнет от удара лопастей винта.

Как быть? Придумайте, каким образом можно спасти жизнь лётчика боевого вертолёта.



Другой базовый тип задач — исследовательская задача. Такая задача возникает, когда необходимо объяснить что-то непонятное. То есть, допустим, произошло или происходит некоторое явление.

Его нужно объяснить — как оно происходит? Каковы причины явления? Обычно условие задачи предполагает целый набор ответов-гипотез. Так происходит и в науке. Любое явление сначала описывается, потом появляются различные гипотезы, объясняющие это явление. Затем эти гипотезы обсуждаются, проверяются. Так, в решении открытых исследовательских задач, и формируется, развивается настоящая наука.

Танцующая капля

Если капля воды попадает на горячую поверхность, то она обычно быстро испаряется. Однако если нагреть поверхность очень сильно, то капля будет скользить, «танцевать» по поверхности, и при этом испаряться она будет намного дольше. В чём причина этого «чуда»?

Видеть необычное в обычном — навык творческих людей. И так же, как и любые другие навыки, его можно развивать. «Танцующую каплю» впервые описал и объяснил японский учёный Никайяма. Вполне научная задача, причём посильная для старшеклассников. Кстати, это явление легко продемонстрировать в школьных и даже домашних условиях.

Источником учебных исследовательских задач может быть любое наблюдение. Например, типичный детский вопрос: почему облака не падают — ведь они состоят из воды, которая тяжелее воздуха? Это вполне достойная исследовательская задача, причём не столь уж и простая.

Вечные часы

В одном европейском музее есть часы, работающие без подзавода уже два века. Каким образом?

Вот несколько ответов-гипотез, предложенных школьниками:

- часы подзаряжаются от замаскированного провода от ветряка на крыше;
- используется сила посетителей, открывающих двери;
- «работает» сила атмосферного давления: достаточно применить коробочку типа той, что используется в барометре-анероиде. При увеличении давления коробочка будет сжиматься и заводить пружину часов

(это явление изучается в школьном курсе физики);

- используется явление изменения длины человеческого волоса при изменении влажности воздуха;
- часы «работают экспонатом», то есть они вообще не идут, не показывают правильное время.

Решение подобных задач развивает креативные навыки детей, учит их смотреть на вещи и явления под разными углами зрения, видеть необычное в обычном. А ещё именно при решении таких задач учащиеся убеждаются, что лишнего знания не бывает. При решении конкретной задачи неожиданно могут оказаться востребованными любые знания из любой науки — физики, химии, биологии, географии. Впрочем, так же и в реальной науке. Непросто великие естествоиспытатели, как правило, были широкообразованными людьми. Любой фокус тоже может быть подан как исследовательская задача.

Смертельный номер

«Он выходил на арену, кланялся, японски прижав руки к животу, затем сбрасывал с себя лёгкое серое кимоно и оказывался в коротком трико, с обнажёнными атлетическими руками... Его ассистентка нагревала на жаровне большую ложку-половник, предварительно набросав в неё кусочки какого-то металла, вероятнее всего, олова или свинца. И когда металл расплавлялся, она обносила ложку вокруг арены, показывая публике расплавленный металл, белевший в дымящейся ложке, как сметана. Она подносила ложку японцу, склонялась в глубоком ритуальном поклоне. Японец резким движением подносил ко рту раскалённую ложку, вливал в себя расплавленный металл, а через некоторое время на глазах у публики выплёвывал кусочки затвердевшего металла, которые один за другим со стуком падали на поднос, подставленный японкой. Это было непостижимо, и весь цирк разражался аплодисментами...»

Объясните, каким образом человек может брать в рот расплавленный металл.

Какая бы идея-гипотеза ни была получена в результате решения задачи, её ждёт проверка.

Экспертная задача ставит перед решателем вопрос «Что будет, если?» и предполагает аналитическую работу по выяснению последствий какого-либо явления или внедрённого решения.

Проверкой может быть расчёт или эксперимент. При этом эксперимент в ряде случаев может быть и мысленным. В мысленном эксперименте продумываем самые разные последствия того, что будет, если догадка верна. Например, при решении задачи «Смертельный номер» старшеклассники предположили, что это был какой-то металл, имеющий очень маленькую температуру плавления. Поиск в Интернете привёл к идее, что это галлий — металл с температурой плавления около 30 градусов по Цельсию. То есть его можно расплавить даже в руках! Но дальше мы с учениками провели мысленный эксперимент: что будет, если галлий взять в рот? Изучение свойств металла показало, что он очень токсичен, а значит проводить такой фокус с галлием невозможно. А значит, гипотеза неверна и нужно искать другую. Такой мысленный эксперимент — это фактически решение экспертной задачи. Приведём ещё один пример экспертной задачи.

Страшной лопаты пушки нет

В 1940 году один из младших командиров Советской армии сделал предложение усовершенствовать сапёрную лопату. Он предложил вместо деревянной ручки делать стальную трубу, через которую можно стрелять минами. То есть сделать лопату-миномёт. Об этой идее доложили самому главнокомандующему!

Попробуйте найти аргументы «за» и «против» этого новшества. Как вы думаете, было ли оно принято на вооружение?

Решение задачи сопровождается погружением в историю, изучением технических характеристик миномётного оружия и сапёрных лопат, особенностей их применения. Лопата-миномёт не была принята на вооружение. Испытания показали, что лопата стала намного тяжелее, пользоваться ею стало неудобно. А для миномёта она, наоборот, была слишком легка, и даже маленькие неэффективные снаряды невозможно было послать точно в цель. Впрочем, эксперты-артиллеристы предупреждали об этом и до испытаний.

Подвидом экспертной задачи можно считать и задачу прогнозную. Прогнозная задача обычно ориентирована на будущее, когда последствия отдалены, и проверить их опытным путём не представляется возможным.

Вперёд, в пещеры!

Полезные ископаемые часто добывают глубоко под землёй. А после разработки месторождений остаются огромные пещеры. Как люди могут использовать эти внутриземельные пространства?

Возможные ответы-гипотезы (из опыта работы со старшеклассниками):

- люди будут специально вызывать обвалы, как сейчас вызывают сход снежных лавин, чтобы опасность обвала не застала врасплох; появятся соответствующая профессия и способы воздействия на породы;
- возможно, пещеры будут заполнять промышленными отходами, экономя полезную площадь Земли;
- если продумать, что и в какой последовательности сваливать, то через много лет, когда отходы «перебродят», можно получить склады полезных ископаемых для потомков;
- будут использовать пещеры для туризма;
- можно делать в них фабрики и заводы, или, например, музеи...

Кстати, этот металл просто так во рту не затвердеет, ибо в полости рта температура выше.

Такую идею описал в одной из своих книг основоположник ТРИЗ Г.С. Альтшуллер.

Впереди у нас — множество нерешённых открытых задач. И качество нашей жизни будет напрямую зависеть от качества их решений.

Классификация открытых задач — как, впрочем, и любая другая — относительна. Она включает в себя не всё, а только основные виды задач. На самом деле любая открытая задача высокой степени открытости может включать разные типы интеллектуально-креативной деятельности, содержать подзадачи изобретательского, исследовательского, экспертного вида.

Рассмотрим следующего рода задачу.

Пожар в небоскрёбе

Пожар в жилом доме всегда очень опасен. Но особо опасен пожар на огромной высоте, в небоскрёбах. Предложите решения, которые позволят избежать человеческих жертв, минимизировать любые потери при пожарах в небоскрёбах.

Эта задача многоплановая. Человечество до сих пор не нашло единственного и исчерпывающего решения. В условиях



не сказано, с чьей позиции рассматривается задача. Таким образом, нужно искать решения и с позиции строительных организаций, и с позиции пожарной службы, и с позиции жильцов высотных этажей, и с позиции государства в целом. Для поиска идей могут понадобиться знания техники, архитектуры, физики и химии, психологии и какие-либо ещё.

Серьёзное решение подобной задачи можно превратить в объёмный коллективный проект. Сначала нужно провести анализ условия, собрать информацию по теме. Выяснить возможные причины пожаров, факторы риска, изучить стандартные решения, которые уже есть в этой сфере. При этом придётся решить несколько экспертных задач, чтобы выявить недостатки уже имеющихся решений. Решить исследовательскую задачу по выявлению скрытых, редких, необычных причин пожаров, чтобы создать их исчерпывающий список. Потом решать изобретательскую задачу, поставленную собственно в условии. После этого попробовать сделать прогноз: как будут бороться с пожарами в далёком будущем. Ряд идей, найденных при решении, можно проверить дополнительным поиском информации, или в беседах с экспертами, или экспериментально.

Авторами разработана и другая, значительно более разветвлённая, многопараметровая классификация открытых задач в форме морфологической таблицы.

Учителя математики знают, как часто при решении обычных задач с расчётом дети получают бессмысленные результаты. Например, эту работу выполнили полтора землекопа. Математика в школе оказалась очень далека от того, что её изначально породило — от практических нужд. Цифры оказались «вне жизни».

Для некоторых детей обучение математике кажется столь же бессмысленным, как соревнование с калькулятором. Дело в том, что сегодня в курсе математики учат формальным математическим действиям. А нужно учить применять математику, то есть, прежде всего, строить модель задачи. Такую модель, которая позволит применить формулы, сделать расчёт.

Бегущая по волнам

...Фрези стояла, закусив губу. В это время, как на грех, молодой лейтенант вздумал ей сказать комплимент.

— Вы так легки, — сказал он, — что при желании могли бы пробежать к острову по воде, не замочив ног...

— Пусть будет по-вашему, сэр, — сказала она...

И вот с волны на волну, прыгая и перескакивая, Фрези Грант побежала к тому острову.

Оцените, с какой скоростью должна была бежать Фрези Грант, чтобы не утонуть?

Попробуйте сделать расчёт и решить эту задачу. Для её решения вполне достаточно знания курса физики и математики средней школы. Однако наблюдали настоящий испуг, когда предложили решить её группе учителей физики. За этим условием они не видели привычных формул, потому что их тоже не учили строить модель.

Впрочем, модель этой задачи не столь уж и проста. Многолетняя практика показала, что взрослые люди с высшим образованием часто сдаются и перед более простыми задачами. Они не понимают, как можно применить хорошо известные им формулы в такой расплывчато сформулированной задаче.

Как правило, в школе учат решать задачи с точным расчётом. Это те самые закрытые задачи, при решении которых человек дублирует компьютер. В жизни же гораздо чаще возникает необходимость прикинуть, рассчитать приблизительно. Количество еды на время похода; бензина, чтобы хватило для путешествия; денег — тоже, чтобы хватило; листовок во время предвыборной кампании; автобусов для города. И в инженерной деятельности, и в науке ценность таких приблизительных расчётов по упрощённой модели очень высока — всегда была и есть.

Из воспоминаний космонавта

Алексея Леонова

Академик Мстислав Келдыш был удивительным человеком. Он занимался расчётами траекторий космических кораблей, которые доставляли аппаратуру на Луну. Однажды на корабле отказала система автоматической ориентации, и необходимо было срочно определить смещение. Начальник Вычислительного Центра убежал считать на ЭВМ, а Келдыш на пачке сигарет карандашом что-то прикинул и через минуту сказал: «Двадцать метров». Начальник ВЦ через полчаса прибегает, запыхавшись, и радостно кричит: «Посчитали — двадцать метров!».

Что значит «Уметь считать»?

Колоссальное значение имеет умение упрощать задачу, строить модель, которую

посильно решить. Построение модели — это первый шаг по превращению жизненной ситуации в задачу. Школа этому не учит. Школа учит решению задач, которые кто-то уже придумал и написал в удобном виде. Вот так быстро и надёжно получить приблизительный результат — высший пилотаж креативного ума! Так в древние времена Фалес измерил высоту пирамиды Хеопса, Эратосфен — радиус земного шара; а в недавние времена Энрико Ферми произвёл «ядерный» эффект на военных, оценив мощность ядерного взрыва с помощью клочков бумаги. Ферми был среди учёных и военных, наблюдавших за взрывом на большом удалении от эпицентра. Он подбросил кусочки бумаги в момент, когда сильно ослабевшая ударная волна достигла наблюдательного пункта. Ему достаточно было измерить, на сколько волна отнесла бумагу.

Такие задачи, требующие построения модели и примерного расчёта, называют оценочными задачами. На практике многие исследовательские или изобретательские задачи после решения на уровне идей переходят в фазу оценочной задачи. В этом типе задач при необходимости можно проверить идею расчётом.

Необычные камни в Долине Смерти

В Калифорнии в Долине Смерти есть высохшее озеро, окружённое горами. Глиняное дно бывшего озера представляет собой почти идеально гладкую поверхность. Здесь часто проводят тренировки и соревнования автогонщики. Дожди в долине — большая редкость, поэтому почва там почти всегда твёрдая и специальных трасс для гонок не требуется. Казалось бы, гони в любую сторону и ни о чём не думай. Но вот беда: на гладкой поверхности бывшего дна озера, даже вдали от окружающих его гор, встречаются одиночные камни массой до 300 кг. Такие «препятствия» смертельно опасны для гонщиков, несущихся на огромных скоростях.

Исследователи Долины Смерти выяснили, что камни попали на поверхность бывшего дна уже после того, как озеро высохло. Но они никак не могли понять, каким образом камни туда попали. Любители мистики объясняли это явление вмешательством сверхъестественных сил. Попробуйте объяснить, как камни оказались на поверхности озера на больших

расстояниях от гор? Учтите, что катиться при падении с горы по инерции камни так далеко не могут.

Эту задачу многократно решали как во взрослой аудитории, так и со старшеклассниками.

Обычно дети предлагают 7–10 идей разной степени вероятности. Вот некоторые из них:

- камни были заброшены вулканами;
- это метеориты;
- камни когда-то были принесены людьми, возможно, с целью совершения каких-то обрядов;
- камни вылезли из-под земли;
- камни сначала скатывались с гор, а потом перемещались благодаря сильным ветрам.

Дальнейший анализ условий, поиск информации о Долине Смерти приводит к мысли, что самая вероятная гипотеза — последняя. Ведь в долине бывают ураганные ветры, к тому же сопровождающиеся выпадением осадков, которые делают глину скользкой. Но теперь встаёт вопрос: может ли ветер, даже по скользкой поверхности, двигать тяжёлый камень? С маленьким камнем ситуацию легко промоделировать экспериментом, создав ветер с помощью фена или пылесоса.

А с большим? Тут нужен расчёт. Знания старших школьников вполне достаточны, чтобы построить модель и рассчитать возможный результат. А теперь вопрос: учит ли школа этому важнейшему умению? Ответ — нет! А можно ли научить детей решать такие задачи? Ответ — да! И начинать нужно с детей начальной школы.

Лесок в школе

Представьте, что в школьном дворе решили сделать маленький хвойный лесок, целиком состоящий из зелёных пушистых ёлочек. Площадку для леска выбрали размером с классную комнату. Сколько ёлочек нужно купить?

Оценочные задачи намного интереснее детям, естественнее и ближе к практике. Зачастую их можно придумывать по ходу учёбы. Например, решили провести выставку детских рисунков. Какая площадь стены понадобится? Решение подобных задач учит детей заранее просчитывать некоторые результаты своих действий, то есть делает их поведение более сознательным. Искусственное разделение изучения единой природы на отдельные



предметы имеет не только очевидные плюсы, но и весьма существенные минусы. Открытые задачи позволяют разрешить это противоречие традиционной системы образования. Это инструмент получения и применения знаний в их естественном единстве. Ведь знакомясь с новой задачей, вы никогда не знаете, какая именно область ваших знаний поможет вам найти лучшее решение. Однажды великий американский изобретатель Эдисон попросил математика Эптона вычислить объём колбы электрической лампочки. Эптон был хорошим математиком, и примерно через час расчётов он получил результат. После этого Эдисон измерил объём колбы за несколько секунд — с помощью мензурки с водой.

Уметь считать — это значит уметь применять математику в различных жизненных, профессиональных, научных контекстах. То есть решать открытые оценочные задачи. Иначе математика выхолащивает-

ся, теряет смысл для подавляющего большинства людей.

Существует распространённый стереотип: сначала нужно дать ребёнку прочные знания, а потом уже учить его творчеству. Некоторые оппоненты ТРИЗ считают, что мыслить творчески нужно учить не ранее, чем в университете. Это вроде как сначала нужно птичку хорошенько откормить в клетке, а потом уже учить летать.

Само приобретение, освоение знаний должно быть творческим процессом — тогда оно будет увлекать, а не надоедать. Полагаю, что основной элемент этого творческого процесса — открытые задачи.

Цель хорошего образования — дать человеку возможность быть полезным, востребованным, жить в ладу с людьми и окружающим миром. Но этот мир полон противоречий, которые становятся или проблемами, препятствиями на жизненном пути или же решёнными задачами. ■