

Учебный процесс

ЗНАКОМЬТЕСЬ: ОТКРЫТЫЕ ЗАДАЧИ

Анатолий Гин, учитель физики, г. Минск

Мир стремительно меняется. Образование стремительно отстаёт. Компьютеры и другие признаки современности в школьном классе положение не исправят. Менять нужно содержание образования. Как? Здесь мы остановимся на одном аспекте: на переходе образования от закрытых задач к открытым...

Два случая из практики Анатолия Гина

Районная олимпиада по физике. Тридцать «головастиков» — победителей школьных олимпиад — приготовились «к бою». Задачи получены, время пошло... Минут через 20 подхожу к одному явно озабоченному мальчику — что случилось?

— Да вот, задача вроде решается, но никак не пойму, куда включить эту цифру?

Читаю условие¹:

В 1785 году французский воздухоплаватель Шарль выбросил с поднимающегося вверх со скоростью 1 м/с воздушного шара камень.

Сколько времени будет лететь камень до земли, если он выброшен с высоты 300 м? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача простая, практически стандартная, но мальчика поставила в тупик цифра «1785». Он привык, что в условии дано всё, что нужно, и ничего лишнего...

А вот передо мною — тридцать учителей физики. Даю «хитрую» задачку:

На сколько изменится уровень воды в ванне, если в неё попадёт кирпич?

Первая реакция — замешательство: а какая ванна? Кирпич какой? Говорю: возьмите примерные стандартные размеры. После этого задача решается практически всеми быстро и уверенно: вода вытесняется в объёме кирпича — что тут решать?

Спрашиваю:

— А вы хорошо подумали?

Тут же с места следует светлая мысль:

— А если ванна до краёв полная? Тогда уровень воды не изменится, просто часть воды выплеснется!

¹ Условие цитирую по памяти.

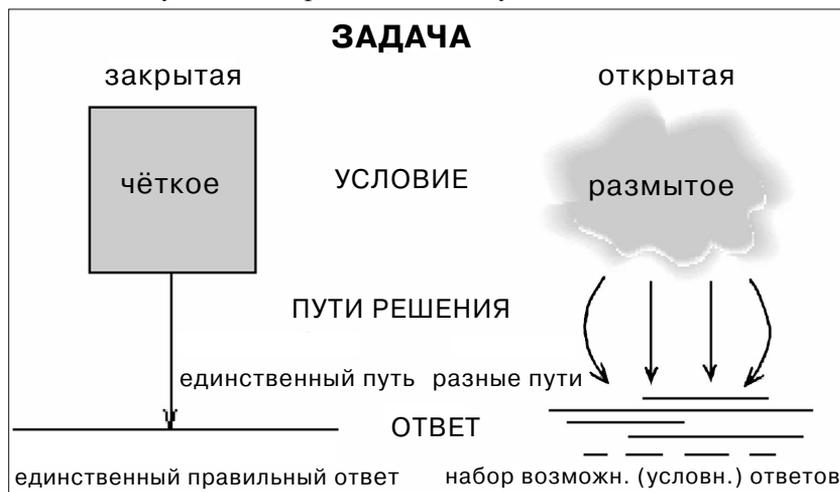
— Замечательно. Это всё?

— Нет-нет! — в аудитории оживление, — воды может быть совсем мало, ведь в задаче не сказано, сколько её... Если вода не покрывает весь кирпич, то вода вытесняется только погружённой его частью. Зная глубину воды, можно рассчитать объём...

— Итак, — подвожу итог, — в этой задаче вам нужно было самим домыслить условие, дополнить его недостающими элементами. Фактически, вы провели маленькое исследование, после которого условие разбилась на три:

- 1) когда уровень воды меньше высоты кирпича;
- 2) когда вода покрывает кирпич, но ванна неполная;
- 3) когда ванна полная.

Это — открытая задача. Вы с ней справились. Теперь поучимся исследовать условие открытой задачи глубже.



Условию сказано: «...в неё попадёт кирпич». Давайте подумаем — как может измениться ответ задачи в зависимости от того, как именно попадёт в ванну кирпич?

В аудитории оживление:

— Кирпич может влететь с большой скоростью — и тогда вода выплеснется от удара!

— Или вообще пробить дырку!

— Вода от удара нагреется, и какая-то часть её испарится!

— А если кирпич уже был горячий, ведь в условии об этом ничего не сказано! Тогда мы можем легко подсчитать, сколько воды испарится и как изменится уровень...

— А сам кирпич какой? Какие бывают кирпичи? Бывают легче воды? — надо посмотреть в энциклопедии...

— Довольно, — говорю я. — Вы вошли во вкус. Теперь на основе нашего опыта мы можем составить несколько вполне традиционных закрытых задач «про ванну и кирпич» и привычно довести до получения числового ответа...

Какие задачи мы решаем?

Ответ прост: мы решаем те задачи, решению которых нас научили. А школа учит решать закрытые задачи. Формула закрытой задачи: чёткое условие + утверждённый способ решения + единственно правильный ответ. Шаг влево, шаг вправо от утверждённого способа (а значит, и «разрешённого» способа мышления!) — снижение оценки.

Психологи различают два типа мышления: конвергентное (закрытое, нетворческое) и дивергентное (открытое, творческое). Тип личности с преобладанием конвергентного мышления называют «интеллектуальным», дивергентного — «креативным». Интеллектуал готов решать задачи весьма сложные, но уже кем-то до него поставленные и имеющие известные способы решения, — те самые «закрытые» задачи. Креативный человек способен сам видеть и ставить задачи, стремится выйти за рамки узко поставленного условия... Безусловно, каждый человек обладает как интеллектуальными, так и креативными способностями, но в различной степени. По мере взросления креативное мышление «затухает». Подавляющее число старшеклассников и студентов конформны, боятся самостоятельности, тяготеют не к оригинальной мысли, а к разжёванной и разложенной строго «по полочкам» информации. Неопределённость условия и вариативность решения творческой проблемы их пугают.

Задачи вокруг нас

Нет такой области человеческой деятельности, в которой не было бы открытых задач. В технике, в науке, в быту, в искусстве, в отношениях людей... Хотите примеры?

Кот и скворцы² (бытовая сфера)

Как только в скворечнике на дереве запищали птенцы, тут как тут объявился кот — ходит, облизывается, поживу чует. Мальчик, сма-

² Мальчик обернул ствол дерева жестяным кольцом. Задача из книги: Иванов Г. Формулы творчества, Или как научиться изобретать. М.: Просвещение, 1994. С. 97–98.

стеривший домик для скворцов, захотел помочь птицам. И придумал способ, как закрыть котам доступ к скворечнику напрочно.

Как же?

Мощь меч-рыбы (сфера науки)

Как рыбы и дельфины умудряются двигаться в плотной воде со скоростями, характерными скорее для полёта в воздухе? Меч-рыба, например, согласно некоторым источникам, достигает скорости 130 км/ч. Чтобы набрать такую скорость в воде, рыбе необходимо развить мощность автомобильного мотора! Энергию живые существа черпают из окислительных процессов. Но рыбы — существа холоднокровные, их температура не намного выше температуры воды, в которой кислород, кстати, растворён в очень небольшом количестве. Такие мощности для них недостижимы! Можно предположить, что рыбы каким-то образом «умеют» значительно снизить сопротивление воды.

Как? Пока вопрос без ответа...

И в Древнем Риме воровали³

Когда после застолья все расходятся, хозяин гасит светильники, чтобы масло зря не расходовалось. Но рабы воруют остатки масла.

Как быть? Учтите, что сливать масло — плохое решение, так как в приличном доме светильники всегда должны быть в состоянии готовности.

Перспектива в балете⁴ (сфера искусства)

Режиссёр при постановке балета решил добиться зрительного эффекта уменьшения фигур удаляющихся в лес охотников — так, как это про-

³ Древние римляне поступали так: масло в светильники доливали до конца и проверяли их перед следующим зажиганием. Плутарх. Застольные беседы. Л.: Наука, 1990. С. 118–119.

⁴ Автор задачи — Валентина Березина, специалист по ТРИЗ. А вот и ответ: «Я разбил всех артистов на шесть групп, соответственно их росту. Охотники самого высокого роста проходили по ближайшей к зрителю дорожке, на следующей их сменяли охотники второй группы, ещё меньшие проходили по третьей дорожке и т.д., пока шествие не завершалось уже на мосту охотниками самого маленького роста, которых изображали дети. Иллюзия была столь велика, что публика воображала, будто все одни и те же шесть человек идут по разным дорожкам леса. Такая же градация соблюдалась и в музыке, которая становилась всё тише и замирала... Постепенно ослаблялся и цвет костюмов артистов». Ж.Ж. Новерр. Письма о танце, 1965. С. 106–107.

исходит в реальности. Но размеры сцены невелики, и рост артистов не уменьшается зрительно.

Как быть?

Закрытые задачи встречаются только в школе. Жизненные задачи выглядят иначе:

- Как наладить «нейтралитет» с хулиганами на улице?
- Как познакомиться с мальчиком (девочкой)?
- Где продолжить учёбу после школы?
- ...

Те подростки, которые не справляются с ними, портят характер и жизнь себе и окружающим.

Жизнь требует решения открытых задач, а школа учит решать закрытые задачи. В этот зазор между требованием жизни и реальностью школы проваливаются усилия учителей и мотивация школьников.

Зоопарк открытых задач

Креативное мышление можно поддерживать и развивать, поднимать на более высокий уровень. Правда, для этого нужно поменять содержание образования. Вместо быстро устаревающих фактов нужно учить способам мышления, их практическому применению, то есть решению творческих задач в широком диапазоне знаний. Сегодня мы уже на практическом опыте 25-летней продолжительности убедились, что это работает. А при этом и факты (понятия, термины, формулы, научные принципы), которые — никуда не денешься — нужно запоминать, будут усвоены гораздо лучше. Ведь именно при решении открытых задач, в интеллектуально-креативной деятельности высокого порядка, ученики сами убедятся в том, что факты куда успешнее применимы тогда, когда они в голове, а не в Интернете.

Итак, система образования должна «повернуться лицом» к открытым задачам. Разберёмся, какие они бывают. Давайте представим себе такую ситуацию: вы хотите есть. На столе перед вами хлеб. Как быть? Ответ очевиден, задачи пока нет. Но вот появляется дополнительное условие: возле стола — голодный лев. Он тоже хочет есть. И ждёт, когда за хлебом явитесь вы. Как быть? И вот это уже — изобретательская задача... Итак, изобретательская задача ставит перед решателем вопрос «как быть?», когда дополнительные условия делают очевидные решения невозможными, когда грамотного применения традиционных знаний (умений, навыков...) недостаточно.

«Военная хитрость» с картофелем⁵

Картофель ядовит — так утверждали некоторые французские врачи XVIII века. «Иммигрант» из Америки — картофель — был встречен населением Франции настороженно. Даже знаменитая «Большая энциклопедия», которую в 1765 г. издавали виднейшие учёные Франции — Дидро, Д’Аламбер и другие, и та сообщала, что картофель — это грубая пища, годная только для нетребовательных желудков.

Знаменитый французский агроном Антуан Пармантье задался целью внедрить его на французских полях, ведь для многих простых людей это было бы спасением от голода. Однако научные и логичные доказательства не срабатывали — народ упорно не сеял картофель. Тогда Пармантье понял, что нужна какая-то хитрость.

Попробуйте найти разные способы заинтересовать людей в картофеле.

Эта задача — изобретательская. Стандартные способы решения: уговор, объяснение, популяризация — не работают. Почему они не работают — отдельный вопрос. По всей видимости, слишком велико было недоверие народа к своей собственной элите. Поэтому настоятельно воспринимались любые советы «сверху». Ниже мы приведём то решение, которое нашёл Пармантье. В 1787 году Пармантье добился от короля разрешения посадить картофель на поле, которое по его просьбе охранял вооружённый отряд королевских солдат. Но только днём, а на ночь охрана снималась. И тогда народ, привлечённый запретным плодом и недостатком продовольствия в Париже, начал по ночам выкапывать картофель и сажать его у себя на огородах.

Таким образом хитроумный агроном решил изобретательскую задачу: как распространить картофель в условиях неприятия его народом. Конечно, это не единственно возможное решение, и при желании вы можете найти и другие.

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, люди повышенной креативности, умеют переводить личные события в задачи. И тогда хорошее решение задачи — это успех. Впрочем, окружающие

⁵ Сюжет задачи предоставлен В. Бубенцовым.

люди часто объясняют успех такой креативной личности просто везением. Ниже мы приведём пример несложной личной задачи.

***Письмо в газету — дайте совет!*⁶**

Пару месяцев назад я почувствовал недомогание. Врач посоветовала пройти обследование в больнице. Выяснилось, что я просто устал и серьезных проблем со здоровьем нет. Но по офису поползли тревожные слухи: дескать, я тяжело болен и вскоре мое 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, и мы представляем читателю возможность порешать её самостоятельно. Скажем лишь, что даже такие личные задачи люди часто стараются не замечать. Или просто переживают, жалуются, но не решают!

Подвидом изобретательской задачи мы 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 катапультной. Катапульта выбрасывает лётчика из кабины вверх, раскрывается парашют — и жизнь спасена. Но если такую катапульту установить на боевом вертолёте, то лётчик погибнет от удара лопастей винта.

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

Другим базовым типом задач является исследовательская задача. Такая задача возникает, когда необходимо объяснить что-то непонятное. То есть произошло или происходит некоторое явление. Его нужно объяснить — как оно осуществляется? Каковы причины явления? Обычно условие задачи предполагает целый набор ответогипотез. Так происходит и в науке. Любое явление сначала описывается, потом появляются различные гипотезы, объясняющие это явление. Затем эти гипотезы обсуждаются, проверяются. Так, в реше-

⁶ Газета «Элитный персонал», № 8 (394), 1 марта 2005 г.

нии 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 по поверхности будет скользить, «танцевать», и при этом испарение её произойдет намного медленнее.

В чём причина этого чуда?

«Танцующую каплю» впервые описал и объяснил японский учёный Никайяма. Вполне научная задача, причём посильная для решения старшеклассниками. 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:

- замаскированный провод 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 правильно время.

Решение подобных задач развивает креативные навыки детей, учит их смотреть на вещи под разными углами зрения, видеть необычное в обычном. А ещё именно при решении подобных задач учащиеся убеждаются, что лишних знаний не бывает. При решении конкретной задачи неожиданно могут оказаться востребованными любые знания из любой науки — физики, химии, биологии, географии и др. Впрочем, так и в реальной науке. Неспроста великие

естествоиспытатели, как правило, были широкообразованными людьми. Любой фокус тоже может быть подан как исследовательская задача.

Смертельный номер

«Он выходил на арену, кланялся, по-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, вливая 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 раздражался аплодисментами...»⁷

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

Какая бы идея-гипотеза ни была получена в результате решения задачи, её ждёт проверка. Проверкой может быть расчёт или эксперимент. При этом эксперимент в ряде случаев может быть и мысленный. В мысленном эксперименте мы продумываем самые разные последствия того, что будет, если наша 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 Цельсия. То есть его можно расплавить даже в руках! Но дальше мы с учениками проводим мысленный эксперимент — что будет, если галлий взять в рот? Изучение свойств металла показало, что он очень токсичен, то есть проводить такой фокус с галлием невозможно. А значит, гипотеза неверна и нужно искать другую...

Такой мысленный эксперимент — это, фактически, решение экспертной задачи.

⁷ Из книги Валентина Катаева «Разбитая жизнь, или волшебный рог Оберона».

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 предупредили 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!

Добыча полезных ископаемых приводит к появлению огромных незаполненных пещер в толще поверхностного слоя Земли.

Как будут использовать внутриземельные пространства люди?

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

- люди будут специально вызывать обвалы, как сейчас вызывают сход снежных лавин, чтобы опасность обвала не застала враг-сплох; появится соответствующая профессия, способы воздействия...
- возможно, пещеры будут заполнять промышленными отходами, экономя полезную площадь Земли;
- если продумать, что и в какой последовательности сваливать, то через много лет, когда отходы «перебродают», можно получить склады полезных ископаемых для потомков — такую идею описал в одной из своих книг Г. С. Альтшуллер;
- будут использовать пещеры для туризма;

- можно делать в них фабрики и заводы или, например, музеи...

Данная в этой главе классификация открытых задач — как, впрочем, и любая другая — относительна. Она включает в себя не все, а только основные, по мнению авторов, виды задач⁸.

На самом деле любая открытая задача высокой степени открытости может включать в себя разные типы интеллектуально-креативной деятельности, то есть содержать в себе подзадачи изобретательского, исследовательского, экспертного вида. Например, следующая задача:

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 условии не сказано, с чьей позиции рассматривается задача. Таким образом, нужно искать решения и с позиции строительных предприятий, 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 выяснить 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 проблемой пожаров в далёком будущем... Ряд идей, найденных при решении, можно проверить дополнительным поиском информации, или в беседах с экспертами, или экспериментально.

⁸ Авторами разработана и другая, значительно более разветвлённая, многопараметровая классификация открытых задач в форме морфологической таблицы.