



Гин
Анатолий Александрович,
основатель и научный руководитель
Лаборатории образовательных
технологий «Образование для Новой Эры»

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ОБУЧЕНИЯ СТАРШЕКЛАССНИКОВ РЕШЕНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

Для активной жизни в динамичном, стремительно изменяющемся мире сегодня недостаточно знаний, умений и навыков, которым обучает нынешняя школа. Резко возрастает объём информации, появляются неизвестные ранее сферы деятельности, новые высокие технологии, новые специальности. Сегодня актуальным становится умение действовать в нестандартной ситуации; анализировать информацию, принимать решения и прогнозировать результаты; быстро и продуктивно включаться в незнакомые виды деятельности; ставить перед собой цели и достигать их; устанавливать эффективные отношения с коллегами и партнёрами; уметь работать в команде; быть готовым к самообучению. Сформировать

5

у учащихся необходимые качества способно обучение, ориентированное на развитие креативности, на формирование у школьников умения решать открытые нестандартные задачи.

Нами разработана система обучения школьников решению исследовательских и изобретательских задач, в основе которой лежит применение адаптированных алгоритмов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Разработанная система включает: исследовательские и изобретательские задачи, которые по своей сути являются открытыми творческими задачами; алгоритмические процедуры для их решения (содержательные характеристики системы); порядок включения указанных компонентов в учебный процесс (процессуальные характеристики).

Рассмотрим элементы разработанной системы. Начнём с задач. Творческие задачи — это задачи, способ решения которых неизвестен, и, прежде чем решать задачу, его надо найти. При решении творческих задач нельзя прямо применить известные способы решения. Они могут быть скомбинированы, перенесены в незнакомую ситуацию. В решении творческих задач прямое использование алгоритма также невозможно, так как в традиционном понимании алгоритм — это последовательность действий, гарантированно приводящая к поставленной цели, то есть к решению задачи. Однако в ходе решения творческой задачи алгоритмы могут быть использованы для достижения специфических целей: переформулирования условия, упрощения его, сокращения вариантов в ходе перебора возможных стратегий решения, нахождения большего числа идей.

Изобретательские задачи — это задачи, в которых требуется найти выход из нестандартной (проблемной) ситуации. Изобретательская задача возникает, когда не существует стандартных, традиционных способов решения или использование таких способов в поставленных условиях невозможно. Изобретательская задача ставит перед решателем вопрос: «Как быть?». При решении изобретательской задачи грамотного применения традиционных знаний, умений и навыков, как правило, недостаточно. Необходимы «инсайт», озарение, догадка, облегчить появление которых призваны алгоритмические процедуры.

Примером изобретательских задач являются следующие:

6

**Как избавить цех от простоев?
(задача из картотеки В. Тимохова, Г. Френклаха)**

Представьте себе столярный цех небольшого мебельного завода. В цеху стоит большой стальной бак с клеем. Клей в бак наливают сверху, а в нижней части бака сделан кран и на него надет шланг. С помощью шланга клей удобно подводить прямо к рабочим верстакам.

Проблема в том, что точно рассчитать, насколько хватит клея после заправки бака, невозможно — это зависит от многих факторов. И регулярно возникает ситуация: клей неожиданно кончается. Мастер пишет заявку начальнику цеха, эта заявка отправляется на склад, там выдаётся новая порция клея, которая и заливается в бак. На всё это уходит около двух часов, а цех всё это время простаивает.

Как быть? Решение должно быть дешёвым и легко внедряемым.

Сохраним памятники!

Сохранение культурно-исторического достояния требует новых решений. Например, как сохранить старинные изделия из дерева? Да ещё с учётом того, что некоторые из них находятся под открытым небом...

Исследовательской мы считаем задачу, в которой необходимо объяснить непонятное явление, выявить его причины. В этом случае ключевыми являются вопросы: как это происходит? почему это происходит? Обычно при решении исследовательской задачи возникает набор ответов-гипотез.

Примеры исследовательских задач:

Почему лопались чугунные трубы?

Дело было в конце XIX века. К известному российскому учёному Николаю Егоровичу Жуковскому за помощью обратился молодой инженер Зимин, заведующий московским водопроводом. Глубоко под землёй лопались водопроводные трубы. Качество чугуна было безупречно. Но трубы лопались так, словно были сделаны не из прочного чугуна, а из простого стекла. В чем дело? Зимин не мог найти ответа. Рабочие едва успевали исправлять повреждения в различных концах города. Городская администрация задумалась: а не проще ли опять развозить воду в бочках.

Попробуйте разобраться, почему лопались чугунные водопроводные трубы [1, с. 70].

Зыбучие пески

Весной 1945 года, когда войска союзников уже были в Германии, по автостраде шла колонна американских грузовиков с продуктами. Показались фашистские самолёты, и один из водителей быстро свернул с дороги и укрылся в кустах. Через несколько минут вражеские самолёты исчезли, но машина за эти минуты так погрузилась в грунт, что водитель даже не смог открыть дверцы кабины. Перепуганный солдат только-только успел выбраться через верх кабины, как тут же, на его глазах, тяжёлый грузовик исчез в песчаной пучине. Водитель спасся, ухватившись за куст. В этом месте оказались зыбучие пески. Учёные давно исследуют этот феномен.



Выскажите свои предположения, объясняющие действие зыбучих песков [1, с. 132].

Анализируя условие, вопрос и возможность решения изобретательских и исследовательских задач, мы выявили три основных требования к условию открытой учебной (изобретательской или исследовательской) задачи:

- достаточность условия;
- корректность вопроса;
- наличие противоречия.

Проявление названных условий рассмотрим на примерах.

«В плену у крокодилов» (задача из картотеки Тимохова В. И.)

Во время Второй мировой войны наши лётчики перегоняли гидропланы из Америки. Маршрут проходил через Африку и был тщательно выверен. Но если есть правила, то обязательно находятся те, кто их нарушает... Экипаж одного гидроплана, пленённый красотой африканского озера, сделал посадку в незапланированном месте. Самолёт удачно приводнился, и тут, — о, ужас! — лётчики заметили, что озеро буквально кишит крокодилами... Немедленно взлетать! — решили лётчики — но вот прямо по курсу крокодил. А кто гарантирует, что рядом с ним сейчас не всплывёт ещё один? Трагизм положения в том, что стоит одному из поплавков самолёта попасть на животное, аварии не избежать. Как быть?

Попробовать взять разгон, маневрируя между «живыми айсбергами»? Но гидроплан в воде довольно неуклюж. Подстрелить крокодила? Но тогда наверняка «сбегутся» его кровожадные сородичи, и будет ещё хуже... И всё же лётчики нашли выход из положения! Попробуйте найти его и Вы...

Решили? Если нет, подсказка: в критический момент один из членов экипажа сообразил — нужно использовать что-то такое, чего «эти звери сильно не любят» — чтобы сами разбежались...

Контрольный ответ задачи: лётчики плеснули на поверхность воды бензина, который стал растекаться тонкой плёнкой. Крокодилы сразу «разбежались», освободив путь для разгона.

Можно ли утверждать, что условие задачи «В плену у крокодилов» достаточно? Несомненно. Достаточность условия не подразумевает того, что все данные для решения, как в традиционной школьной задаче, даны в условии. В задаче рассматривается ситуация, когда лётчики на гидроплане сели на озеро и обнаружили вокруг себя крокодилов. Как

их отогнать? В условии НЕ сообщается, что на самолёте есть топливо, — об этом надо догадаться, как и о том, что крокодилы не любят нефти и её производных. То есть совершить творческий акт мышления. В то же время это условие достаточное, потому что в нём есть информация, позволяющая догадаться о том, что в распоряжении лётчиков есть нефть (точнее — её производная), а знания учащихся старшего школьного возраста достаточны, чтобы сделать вывод о её применимости для разгона крокодилов.

Резюмируя сказанное, отметим: условие открытой учебной задачи достаточно, если недостающие данные могут быть «вычислены» из данной в условии информации, или найдены учащимся (с учётом его возраста и уже освоенных компетенций) в открытом информационном пространстве (словари, справочники...), или присутствуют в его опыте, либо в объёме уже освоенных знаний. Корректность вопроса в задаче соблюдена — чётко указана цель «немедленно взлетать!». Противоречие в задачу внесено путём анализа невозможности выполнения цели путём простого «лобового» решения — подстрелить крокодила.

Рассмотрев исследовательские и изобретательские задачи, перейдём к алгоритмическим процедурам. Алгоритмические процедуры не являются чёткими алгоритмами, правильное выполнение которых гарантированно приводит к решению творческой задачи. Это — пошаговые процедуры переформулирования первоначальной задачи и применения различных эвристических приёмов для её решения. Решая задачу с использованием алгоритмических процедур, изобретатель по установленным правилам корректирует первоначальную формулировку задачи, строит модель задачи, определяет имеющиеся ресурсы, формулирует идеальный конечный результат, выявляет и анализирует противоречия, применяет специальные приёмы преодоления психологической инерции.

В разработанной нами системе применяются алгоритмические процедуры трёх уровней. Каждый уровень сложнее предыдущего и, в снятом виде, включает алгоритмические процедуры предыдущего, расширяя их и увеличивая количество действий внутри каждого этапа.

Поскольку алгоритмические процедуры разработаны для детей, то используемые аббревиатуры содержат в скрытом виде возможности эмоционального воздействия. Для них алгоритмическая процедура называется «ПРИЗ» — сокращение от «процедура решения изобретательской (исследовательской) задачи», и, вместе с тем, символически обозначает решение задачи как ожидание «приза» — полученного удовольствия от решения, эмоционального всплеска, вызванного пониманием «Я сумел!», «Я смог!».

Обратимся к разработанному нами алгоритмическим процедурам.



ПРИЗ – 1

Часть 1. Подготовка к работе

Прочитайте условие задачи, сформулируйте его простыми словами без специальных терминов.

Запишите условие задачи в традиционной форме (дано, найти).

Часть 2. Системный подход

Проанализируйте условие задачи и ответьте на следующие вопросы:

1. Какой объект в данной задаче основной? Из каких частей или элементов он состоит?
2. Какие объекты находятся вокруг основного объекта? С какими объектами и как он взаимодействует?
3. Какие процессы протекают в самом объекте, с его участием и вокруг него?

Часть 3. Выдвижение гипотез

Подумайте, как перечисленные ниже явления могли бы способствовать получению необходимого в условии задачи результата. Сформулируйте гипотезы.

Далее часть 3 «Выдвижение гипотез» приобретает специфику при решении физических и биологических задач.

Для задач с физическим содержанием ученикам предлагается рассмотреть следующие явления: механические, акустические, тепловые, электрические, магнитные, электромагнитные, оптические, ядерные, химические, биологические, психологические.

Для задач, в которых требуется объяснить анатомические, физиологические или этологические особенности биологических существ, необходимо переформулировать задачу по приёму «Зри в корень» и использовать «ДОГОВОР с природой» (ДОГОВОР — это также аббревиатура, но несущая определённый смысл, что позволяет облегчить запоминание: *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*).

Суть приёма «Зри в корень» в том, что вместо общего вопроса «Почему данному биологическому существу присуща данная особенность» задаётся вопрос «Как данная особенность помогает биологическому существу выполнять функции, позволяющие ему существовать в природе» [2].

Часть 4. Отбор гипотез

Отберите наиболее вероятные гипотезы и расставьте их в порядке убывания правдоподобности.

Часть 5. Проверка гипотез

Предложите эксперименты (в том числе мысленные) по проверке каждой вероятной гипотезы.

Если можете, выполните соответствующие расчёты.

ПРИЗ-1 — самая простая, первая версия алгоритма решения открытой (исследовательской или изобретательской) задачи.

Формулировки шагов ПРИЗ-1 разработаны таким образом, что они более подходят для решения исследовательских задач. Это сделано намеренно. ПРИЗ-1 может быть использован в традиционных школьных курсах физики и биологии. А исследовательские задачи лучше согласуются с традиционными курсами естественных наук.

Для профильных классов мы предлагаем более сложные, но и более эффективные алгоритмы ПРИЗ-2 и ПРИЗ-3.

Шаги этих алгоритмов сформулированы под решение изобретательских задач. Исследовательские задачи решаются с помощью этих алгоритмов после предварительной переформулировки с помощью приёма «Обращение задачи» (предложен Б. Злотиным), в результате чего условие исследовательской задачи подаётся в изобретательской постановке.

Суть приёма в том, что условие исследовательской задачи обращается (то есть переформулируется) таким образом, чтобы задача стала изобретательской. То есть вместо задачи «Как объяснить или понять то или иное явление в той или иной системе?» решается задача «Как в данной системе это явление получить?». Целесообразность приёма в том, что в такой постановке решать задачу удобно, привлекая весь решательный аппарат ТРИЗ: приёмы устранения технических противоречий, стандарты на решение изобретательских задач, алгоритм решения изобретательских задач, информационные фонды, ресурсный подход. В отличие от обычной изобретательской задачи, при решении обращённой задачи обязательным становится использование внутрисистемных ресурсов, ведь если явление происходит, значит, все необходимые для этого ресурсы в системе имеются. Полученное решение позволяет сформулировать гипотезу о механизме проявления изучаемого явления с последующей проверкой.

Приём обращения сначала стал активно использоваться специалистами по ТРИЗ при решении задач, возникающих при необходимости поиска причин брака в производственном процессе, а впоследствии и в научной деятельности.



Пример переформулирования задачи по приёму «Обращение задачи».

Первоначальная формулировка задачи:

В пустыне построили несколько ветрогенераторов для выработки электроэнергии. Однако оказалось, что их КПД меньше расчётного, хотя силы ветров и все инженерные расчёты верны. Особенно эффективность ветрогенераторов уменьшалась по ночам. Почему?

Формулировка обращённой задачи:

Каким образом можно уменьшить КПД ветрогенераторов в пустыне при постоянной силе ветра?

ПРИЗ-2 представляет собой алгоритм из четырёх частей. Основное отличие от ПРИЗ-1 содержится в части второй: «Поиск идеи». Во-первых, здесь в качестве решательного механизма предлагается рекуррентная (повторяющаяся) процедура поиска «условий выполнения» решения. Во-вторых, добавляется использование ряда приёмов (наиболее «сильных») из списка приёмов устранения противоречий Г. С. Альтшуллера [3].

ПРИЗ-3 отличается от ПРИЗ-2 добавлением во вторую часть решательного механизма ИКР (идеальный конечный результат) и наличием части пятой, целью которой является рефлексия по результатам решения задачи.

Обучение школьников решению исследовательских и изобретательских задач происходит:

- на уроках естественных дисциплин, когда завершается изучение большой темы;
- в ходе специально разработанного нами элективного курса «Учись мыслить смело» для учащихся 9–10-х классов;
- в процессе учебных погружений, на которые отводится 24 учебных часа, включаются темы: качества творческой личности, работа с информацией, решение задач.

В качестве форм работы используются, наряду с известными, специально разработанные нами игры:

- «НИЛ — научно-исследовательская лаборатория», в игре моделируется деятельность научного коллектива по решению определённой научной проблемы. Класс делится на группы, роль руководителя лаборатории выполняет учитель, давая задания группам «исследователей», которые решают проблему и представляют её решение «приёмной комиссии». По сути — это групповая работа учащихся, но облечённая в форму ролевой игры с исследовательским акцентом.
- «Да-нетка» — игра учит правильно задавать вопросы. Учитель загадывает какой-либо объект (число, предмет, литературного героя), ученики, задавая вопросы и получая ответы только «да», «нет», «и да,

и нет», пытаются выяснить, какой объект загадан. От аналогичной, всем известной игры, игра отличается обсуждением характера вопросов: какие вопросы были сильными, какие — слабыми, как надо было переформулировать слабые вопросы, чтобы они эффективно «работали» на ответ.

- «Компетентность» — в игре формируются три группы учащихся: две группы — «конкуренты», одна группа — «наниматели», которая будет определять победителя. Во время игры: а) учитель задаёт тему; б) команды придумывают друг для друга по 5 заданий по этой теме (тип заданий регламентируется заранее учителем, например: команды должны приготовить по 2 репродуктивных вопроса, по 1 творческому и по 2 задачи); в) команды поочерёдно дают друг другу задания и вопросы, одновременно с этим фирма-наниматель оценивает, например по 5-балльной системе, каждое задание, и по 10-балльной системе каждый ответ; г) наниматели совещаются и принимают решение — кто принят на работу. А пока наниматели совещаются, учитель делает краткий «разбор полёта», обращает внимание на ошибки, делает выводы [4].
- «Креатив-бой», по форме напоминает широко известные игры «Что, где, когда?» или «Брейн-ринг», но есть и существенное отличие. В качестве заданий в «Креатив-бое» предлагаются открытые (изобретательские или исследовательские) задачи. Такие задачи не всегда имеют единственно правильный ответ. Участникам «боя» требуется не столько эрудиция (знание фактов или событий), сколько умение объединять самые разные знания и творчески их применять. В одном бое они могут столкнуться с задачами, для решения которых необходимы знания физики, биологии, техники, а также разнообразные бытовые знания. Желательно, чтобы у предложенных задач было много вариантов решения, а также несколько вариантов ответов. Жюри «Боя» состоит из экспертов, которые оценивают качество предложенных ответов, полноту их обоснования, а также системность подхода и оригинальность решений [5].

Описав содержательные и процессуальные аспекты обучения школьников решению изобретательских и исследовательских задач, сформулируем дидактические основания применения алгоритмических процедур в обучении школьников решению творческих задач:

- 1) Дидактические основания применения алгоритмических процедур охватывают содержательный и процессуальный аспекты обучения.
- 2) Функция алгоритмических процедур в решении творческих (изобретательских и исследовательских) задач заключается в формировании



у учащихся определённой последовательности умственных действий, упорядочивающих решение исследовательской или изобретательской задачи.

Содержательный аспект

- 3) Обучение школьников применению алгоритмических процедур предполагает введение в учебный процесс совокупности задач, определённым образом сконструированных и структурированных. В совокупность входят:
 - а) задачи открытого типа, требующие интеграции различных предметных знаний и знаний обыденных, житейских (выходящих за пределы конкретных учебных предметов);
 - б) предлагаемые учащимся задачи должны удовлетворять следующим требованиям: достаточность условия, корректность вопроса, наличие противоречия;
 - в) совокупность задач выстроена так, что вначале учащимся предлагаются творческие, нестандартные задачи, эмоционально воздействующие на учащихся и мотивирующие их на освоение алгоритмических процедур для увеличения эффективности поиска решений;
 - г) учебные творческие задачи вводятся в курс обучения в соответствии с линией усложнения задач (на основании количества ходов, вариантов решения, потребности в специализированных знаниях и т. д.).
- 4) Обучение решению творческих задач осуществляется с помощью алгоритмических процедур, подобных тем, которые используются в ТРИЗ, адаптированных к учебной деятельности в соответствии с возрастом учащихся и дидактическими целями.
- 5) Алгоритмические процедуры вводятся от простых к сложным. Последующие алгоритмические процедуры содержат в себе в «снятом виде» действия, которые уже отработаны в предыдущих процедурах. Усложнение происходит за счёт увеличения ходов решения, введения специальных терминов ТРИЗ (идеальный конечный результат, главная идея, условия выполнения), введения этапа рефлексии.

Процессуальный аспект

- 6) Решение творческих задач на основе алгоритмических процедур осуществляется на уроках, во внеурочной деятельности, на элективных курсах, в ходе специальных «погружений».
- 7) Формы обучения решению творческих задач носят игровой характер («НИЛ», «Компетентность», «Креатив-бой» и т. д.), позволяя использовать эмоциональный потенциал игр, соревновательный командный характер.

Применение разработанной нами системы обучения школьников решению исследовательских и изобретательских задач с естественно-научным содержанием способствует повышению их познавательной мотивации, развитию креативности, даёт возможность успешно адаптироваться к жизни в быстро меняющемся мире.

В заключение приведём несколько отзывов детей — участников погружения в решение исследовательских и изобретательских задач, проведённого на Ямале в декабре 2011 г.:

- Очень интересные задания, интересные факты... Всё вообще здорово! Я в восторге!
- Не было таких моментов, когда мне было бы неинтересно. Я узнал новые способы мыслить, и они действительно работают.
- Сильно понравилось ощущение важности каждого мнения, каким бы бредовым оно не казалось. Рассматривались действительно интересные и полезные вещи.
- Я узнал о ТРИЗ, о выдающихся людях, о том, как они достигали своих целей.
- Мне понравилась та свобода мышления, которую нам дали. Любая задача требовала не столько правильного ответа, сколько разнообразных путей её решения. Я научился мыслить однобоко.
- Эти занятия породили во мне желание учиться во всех направлениях. Да и с физикой — оказывается, она намного интереснее. Буду больше читать различной литературы; обучаться не только в школе, но и дома; вообще везде, где это возможно. Буду сама придумывать и изобретать.
- Задачи были действительно непростыми, но это вызывало ещё больше интереса. Также интересно было слушать мнение других ребят, развивать их мысли. Я научилась подходить к решению задач с разных сторон и думаю, что это действительно пригодится мне в жизни. Я бы с удовольствием посещала регулярно такие занятия.
- Мне очень понравилась работа в команде. Мы научились мыслить креативней, рациональней и более правильно. И, главное, не бояться высказывать свои мысли. Думаю, что пользы было больше, чем, если бы я пошёл на уроки. Я бы хотел, чтобы такие семинары были как можно чаще.
- На этих курсах я наконец-то попробовал себя в своём деле. Кто-то с 7 лет танцует, кто-то играет на гитаре, кто-то рисует... Я играю мыслями. Каждая задача для меня — как существо, которое нуждается в помощи. Пока не решу — не успокоюсь. На семинаре я утвердился в своих решениях и выводах и понял, что это моё. Отличная программа, отличный курс. Понравилось всё. Спасибо! [6].



ЛИТЕРАТУРА

1. Гин А., Кавтрев А. Объяснить необъяснимое // Серия «Библиотека Мир 2.0». — М.: ВИТА-ПРЕСС, 2012.
2. Гин А. А., Андржеевская И. Ю. 150 творческих задач о том, что нас окружает: учеб.-методич. пособие. — М.: ВИТА-ПРЕСС, 2012.
3. Альтшуллер Г. С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. — 3-е изд. — М.: Альпина Паблишерз, 2010.
4. Гин А. А. Приёмы педагогической техники: Свобода выбора. Открытость. Деятельность. Обратная связь. Идеальность: Пособие для учителей. — М.: Вита-Пресс. 2012.
5. Гин А. А., Кавтрев А. Ф. «Креатив-бой»: как его провести: метод. пособие для общеобразоват. школ и учрежд. дополн. образования. — М.: ВИТА-ПРЕСС, 2012.
6. Кавтрев А. Отчёт о семинаре на Ямале, декабрь 2011. Электронный ресурс <http://www.trizway.com/art/search/350.html> Дата обращения 18 апреля 2013 г.