

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ

УДК 373.5

С. Н. Дегтярев

КРЕАТИВНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Аннотация. В статье дается описание креативных методов решения задач повышенной сложности (олимпиадных и задач части «С» единого государственного экзамена) на примере обучения физике. Показано, как можно отобрать и сконструировать креативные методы, опираясь на психологические механизмы решения задач и проблем. Рассмотрены такие методы, как понятийно-кластерный, редукции и переходных состояний задачи, даны методические рекомендации по их применению.

Ключевые слова: креативность, психологические механизмы, понятийный кластер, редукция, задачное пространство.

Abstract. The paper describes creative methods of solution to tasks of a higher level, e.g. 'Olympiad' and part «С» of the state examination, when teaching Physics. It shows how to choose and construct creative methods on the basis of psychological mechanisms of tasks and problems solution. Such methods as definition-cluster, reduction and transition conditions are considered. Methodological recommendations for their use are given.

Index terms: creativity, psychological mechanisms, definition cluster, reduction, space of the task.

Формирование у школьников умений применять теоретические знания немислимо без выполнения ими практических учебных заданий – упражнений, задач, лабораторных работ. Без этого невозможно реализовать компетентностный подход в обучении. Однако выполнение учеником практических работ сможет дать положительный эффект в его компетентностном развитии, если содержание задач, упражнений, практикумов не будет ограничено стандартным, типовым характером.

Именно поэтому в учебном процессе школьникам предлагаются не только, типовые задачами, с помощью которых проверяются знания, формируются и совершенствуются навыки, но и задачи сложные, нестандартные, требующие творческого подхода, смекалки, развитости креативных способностей и психологических механизмов решения проблем. Как мы знаем, с подобными задачами по физике, математике, химии не справляется большинство учащихся. На вопрос «Почему не смог решить задачу?» школьники чаще всего отвечают: «Не знаю, как решать», «Не могу сообразить», «Не умею решать такие задачи», «У меня не получается» и т. д. Многие педагоги считают, что подобные задачи следует предлагать только одаренным детям, так как остальные учащиеся все равно с ними не справятся.

Действительно, сложные, оригинальные олимпиадные задачи могут решать не все. Но причина здесь не только в том, что у учащихся недостаточно развит природный интеллект (логика, смекалка, воображение, гибкость мышления, интуиция), но и в том, что в должной степени не разработаны и, следовательно, широко не используются в педагогической практике учитывающие креативный потенциал ученика методические приемы и способы решения сложных, нестандартных задач. Наиболее полный перечень и анализ креативных методов дается в работах А. В. Хуторского [3] и Эвелин Бос [1]. Однако в них слабо представлены конкретные креативные методы решения сложных задач, точнее, совсем не показано, как их применять в решении задач по учебным предметам. Учитель же, как правило, дает учащимся лишь общие рекомендации по решению сложных задач. Например, советует определить, на какую из ранее решенных задач похожа данная задача, предлагает повторить пройденный материал, необходимый для ее решения. Учитель использует коллективные, групповые способы организации работы учеников по решению таких задач, рассчитывая на то, что наиболее способные, одаренные учащиеся найдут решение, затем его подскажут, покажут одноклассникам. Все эти способы полезны и необходимы, но очевидно, что они недостаточны. Учащихся нужно обучать конкретным приемам, методам решения задач, активизирующим их творческий, креативный потенциал. Они должны понимать, что следует делать, когда сталкиваются с совершенно неизвестной задачей, необычно сформулированным условием, нестандартной проблемной ситуацией.

Известно, что в каждом учебном предмете существуют свои предметно-специфические методы решения задач: например, координатный и векторный методы в механике, метод Кирхгофа в электродинамике. Но этих методов оказывается явно недостаточно, когда условия задач выходят за рамки типовых, когда использование напрямую известных алгоритмов не приводит к искомому результату. Для решения обозначенной нами проблемы необходимы общие подходы, методы, приемы и средства, которые могли бы быть полезными и в смежных предметных областях. Очевидно, что эти подходы и приемы должны опираться не столько на особенности того или иного учебного предмета, сколько на общие психологические механизмы решения задач, которые активизируют процессы творческого мышления. В этом и состоит основная идея решения выделенной нами практической проблемы.

Рассмотрим основные психологические механизмы решения задач и попытаемся подобрать или сконструировать соответствующие им методы и приемы.

Под психологическим механизмом понимают автономный, результативный, несущий предметно-смысловое содержание, обладающий пространственной и временной организацией психический процесс или совокупность процессов (В. Ф. Спиридонов).

Основной функцией психологического механизма решения задач является то или иное преобразование содержания задачи, расширение, установление связей элементов задачи с рассматриваемыми объектами или явлениями, что и обеспечивает достижение искомого результата.

В психологии выделяют несколько классов мыслительных механизмов решения задач.

1. Мыслительный механизм «случайного» решения.

Решение задачи (в том числе и перенос способа решения) происходит случайно на основании неожиданного совпадения каких-то элементов задачи с элементами прошлого опыта. По Э. Клапареду, это «резонансный» механизм, когда решение является результатом активизированного совпадения элементов внутреннего опыта, знаний с проблемной ситуацией задачи. Данный механизм включает интуицию и может быть нам полезен для конструирования и отбора общих приемов решения сложных (или трудных для ученика) задач.

2. Телеологические (целенаправленные, или целесообразные) мыслительные механизмы.

Данные механизмы после появления цели подчиняют логике движения к ней ненаправленный, хаотичный поток ассоциаций, который был индуцирован проблемной ситуацией. Успешность решения задачи зависит от богатства и насыщенности ассоциативного потока (имеет значение количество и разнообразие возникающих ассоциаций), а также от сформированности и осознанности образа будущего результата. Цель заставляет осознать отношение между данными и искомым. Это ведет к выделению правильного ответа (или нескольких ответов). Данный механизм требует развитости ассоциативного мышления, дивергентного, разнонаправленного мышления. Акт осознания отношений предметов принято считать мышлением в «чистом виде».

Наиболее известным телеологическим механизмом является «анализ через синтез», который ввел в психологию С. А. Рубинштейн. Суть его состоит в вычленении посредством анализа явлений, составляющих задачу, и включении их через синтез в новые системы отношений, детерминированных целью. Это и приводит к открытию новых свойств изучаемого объекта, к различным вариантам (или одному варианту) решения.

Характеризуя данный механизм, обратим внимание на то, что анализ как часть мыслительных операций реализуется преимущественно через логическое, конвергентное мышление, когда происходит выделение элементов объекта (элементов задачи), его «расчленение» на основе строгих критериев, признаков. Операция «синтез» проявляется в ассоциативном, многомерном, дивергентном мышлении, так как требует установления многообразных связей (ассоциаций) одного элемента объекта (задачи) с другими. Данные связи и служат основой осознания, выделения наиболее существенных отношений задачи, определяемых ее целью, что и приводит к искомому решению (ответу).

Известен еще один вид телеологического механизма, который построен на теории задачного пространства (Г. Саймон и А. Ньюэлл). Ее основные положения:

- задача представляет собой два отличающихся состояния: исходное и целевое. Оба состояния заданы условиями задачи;

- переход от исходного состояния к целевому представляет собой процесс решения задачи. Для задачи может существовать несколько вариантов таких переходов (т. е. решений). Каждое из состояний – это репрезентация проблемной ситуации, данной в задаче, на каком-то промежуточном этапе решения. Совокупность возможных состояний и носит название задачного пространства;

- переход между состояниями осуществляется с помощью ментальных (умственных) и практических действий, которые связаны по своему содержанию с предметной областью задачи (физика, химия и т. д.).

Существуют и другие модели, описывающие психологические механизмы решения задач, но мы ограничимся перечисленными как наиболее признанными и авторитетными.

Теперь перед нами встает вопрос: как на основе названных психологических механизмов отобрать или сконструировать методы и средства решения сложных задач? Воспользуемся советами Р. Декарта, данными им в «Рассуждении о методе, чтобы верно направлять свой разум и отыскивать истину в науках».

1. Никогда не принимать за истинное ничего, что бы я не признал таковым с очевидностью.

2. Делить каждую трудность на столько частей, сколько потребуются, чтобы лучше ее разрешить.

3. Располагать свои мысли в порядке, начиная с предметов простейших и постепенного перехода к познанию сложных.

4. Делать как можно более полные перечни предметов и явлений, чтобы быть уверенным, что ничего не упущено.

Важным Р. Декарт считал и наглядное изображение фигур, объектов задачи.

Действительно, решение сложной и непонятной задачи следует начинать с составления перечня явлений, о которых идет речь в задаче, элементов задачи, понятий и формул, закономерностей и законов, имеющих отношение к условию задачи. Все это необходимо представить в наглядном виде. Отсюда вытекает идея использовать *понятийный кластер* в качестве вспомогательного средства решения задачи (кластер (от англ. *cluster*) – группа, концентрация, скопление).

Понятийный кластер – это графическое отображение ментальной структуры (ассоциативно и семантически связанной системы понятий) индивида.

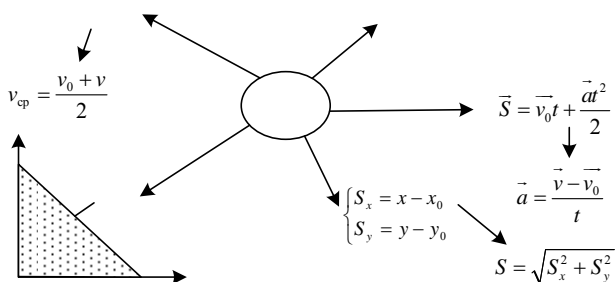
Понятийные кластеры используются педагогами в начальной школе в качестве эффективного средства развития ассоциативного мышления,

но на средней и старшей ступени данное средство, к сожалению, не получило должного распространения. Составление кластера – это эффективный метод, который заставляет гармонично взаимодействовать разные области человеческого мозга, левое и правое полушарие. Это обеспечивает комплексное протекание мыслительных процессов: и логических, линейных, и творческих, многомерных, что приводит к креативным результатам мышления.

Целью составления кластера является актуализация знаний ученика (на основе ассоциативного, дивергентного мышления) вокруг ключевого элемента задачи (понятия, физической величины, закона и т. д.). Учащийся временно отходит от задачи и пытается в наглядной форме зафиксировать свой опыт и знания, необходимые для решения. И, как показывает практика применения кластера в решении сложных задач, учащимся чаще всего удается найти, обозначить, зафиксировать в нем необходимые для решения элементы, которые воспроизводятся в ассоциативном, креативном потоке мышления. Но это еще не означает, что найдено решение. Задача будет решена, когда учащийся осознает значимые отношения между ее элементами, увидит связи между искомым и исходными данными. И теперь нужно снова вернуться к анализу условия задачи. Понятийный кластер помогает высветить скрытые элементы задачи, а логика и опыт позволяют найти нужные отношения и оформить их в виде решения.

Решение задачи с применением кластера опирается и на резонансный, и на телеологические (в частности, ассоциативный и «анализ через синтез») механизмы решения задач.

В качестве примера покажем понятийный кластер, составленный одним из учащихся физико-математического класса. Кластер сформирован вокруг ключевого элемента «путь» (S), очень часто встречающегося в задачах по механике (рисунок).



Пример ассоциативно-логического понятийного кластера

Итак, кластер расширяет информационное поле решения задачи, позволяет выйти за рамки конкретного условия задачи, представить бо-

лее полно рассматриваемое физическое (или иное) явление и увидеть ключевые связи, отношения данного явления, а следовательно, и задачи, позволяет осознать эти отношения, а значит, решить задачу наиболее интересным, рациональным способом.

Рассмотрим следующий метод, который можно назвать *редукцией задачи*. Суть редукции состоит в упрощении условия задачи, сведении ее к известной задаче (или типу задач), решение которой ученику известно либо не вызывает затруднений. Редукция задачи – это творческий процесс. Нужно увидеть в различных вариантах изменения условия задачи значимые связи и элементы, соотнести их с проблемным, наиболее «трудным» элементом. Упрощая задачу, делая ее более понятной для себя, ученик отказывается от самого «трудного» для него элемента, который кажется непреодолимым препятствием на пути ее решения. Такой прием является своеобразным «рентгеном» для сложной задачи, позволяет увидеть в ее необычной формулировке известные ученику способы решения. После того как актуализированы способы решения более простых задач, нужно вернуть в условие задачи ее «трудный» элемент и ответить на вопросы – а что он меняет в решении, что может добавить к объяснению условия? Повторное погружение в условие сложной задачи, в ее анализ теперь уже происходит в актуализированном поле информации, необходимой для решения. Установление и осознание значимых связей между элементами задачи на основе ассоциативно-логического (телеологического) и резонансного механизмов мышления в поле актуализированной информации будет проходить более эффективно и продуктивно. Заметим, что с помощью понятийного кластера также создается актуализированное поле необходимой для поиска решения информации.

Покажем вариант редукции на конкретном примере – задаче по физике за 10-й класс, которая вызывает у учащихся значительные затруднения.

Мальчик бросает мяч со скоростью V под углом α в сторону стены. На каком расстоянии от стены он должен встать, чтобы поймать мяч? Удар мяча считать абсолютно упругим.

Как показывает практика, с данной задачей подавляющее большинство школьников не справляется. Они, применяя стандартный алгоритм решения кинематических задач, пытаются определить высоту удара, скорость мяча в момент удара, угол и скорость отскока и т. д. В результате «запутываются» в преобразованиях и вычислениях, которые иногда занимают не одну страницу, и до конечного результата задачу не доводят. Если же использовать креативный метод редукции, то задача превращается из сложной в простую. Редукция позволяет легко выйти на альтернативную идею решения. Итак, где же в задаче главная трудность для ученика, делающая задачу сложной? От какого элемента задачи следует отказаться, чтобы она стала простой? Очевидно, это наличие стены. Если этот момент убрать, задача становится простой. Есть стандартная

формула расчета дальности полета тела, брошенного под углом к горизонту. В упрощенном варианте задачи легко найти расстояние и изобразить траекторию полета. «Вернем» стену на место, выполним соответствующий рисунок траектории мяча с отскоком от стены. Но теперь легко просматривается симметрия траекторий движения мяча относительно стены (траектория после упругого удара и траектория мяча в случае отсутствия стены). А это значит, что путь, пройденный мячом в обоих случаях, будет одинаковым, следовательно, искомое расстояние – это разница дальности полета мяча (в случае, когда нет стены) и первоначального расстояния, на котором находится мальчик от стены. Задача решена.

Степень редукции в различных задачах может быть разной. Могут быть разные варианты редукции для одной и той же задачи. Главное для ученика – обнаружить то состояние сложной задачи, для которого он смог бы найти решение и отталкиваясь от которого сумел бы поэтапно решить исходную задачу.

Третий метод назовем *методом переходных состояний задачи*. Основан он на теории задачного пространства и соответствующего ей психологического механизма, рассмотренного ранее. Выбор метода определяется особенностями процесса решения сложной задачи.

Для учащихся, не имеющих опыта решения сложных, олимпиадных задач, затруднено целостное восприятие ключевых отношений, параметров и элементов задачи. Трудно понять, как одни элементы задачи связаны с другими. Задача распадается на, казалось бы, не взаимосвязанные фрагменты. Учащемуся трудно увидеть общую логику решения такой задачи. Именно тогда рекомендуется воспользоваться методом переходных состояний задачи.

В соответствии с этим методом следует найти те неизвестные величины, дополнительные или вспомогательные параметры, поиск которых не вызывает особых затруднений. Если это сделать, задача приобретает дополнительные данные (элементы), ее условие расширяется. Задача переходит в новое (одно из промежуточных) состояние. Ценность его в том, что новые найденные элементы могут подтолкнуть ученика к новым идеям, навести на определенную логику решения, соответствующую цели задачи.

Данный метод можно рекомендовать к использованию, если не «срабатывают» другие методы.

Выбор того или иного метода при решении сложной задачи остается за учеником. Этот выбор будет зависеть от характера трудностей, с которыми сталкивается учащийся, решая задачу, от его индивидуальных предпочтений в способах решения задач, особенностей мыслительности, склонности проявлять ассоциативное, дивергентное или логическое, конвергентное мышление, от необходимости опираться в рассуждениях на графические образы, схемы или предпочтение работать с абстрактными, формальными объектами, от опыта решения сложных задач, качества овладения базовым теоретическим материалом и способами, алгоритмами

его применения в стандартных, типовых ситуациях и, возможно, от других факторов. Однако нужно учитывать, что предлагаемые креативные методы не заменяют, а дополняют друг друга. И при решении сложной задачи можно использовать сразу несколько методов. Всегда является полезным составление понятийного кластера, который хорошо сочетается и с методом переходных состояний задачи, и с методом редукции. Поэтапное редуцирование задачи можно рассматривать как переходные состояния задачи, что объясняет сочетаемость методов редукции и переходных состояний. Гармоничное сочетание креативных методов решения сложных задач объясняется тем, что невозможно разделить действие различных психологических механизмов решения задач или проблем.

Рассмотренные нами различные модели мыслительных механизмов, по сути, представляют собой попытки описать сложный целостный процесс мыследеятельности субъекта, выделяя ее различные аспекты: ассоциативность и дивергентность, логику и системность, интуицию и «случайное» озарение и т. д. Но все же общие рекомендации по применению креативных методов можно дать, отталкиваясь от тех возможных трудностей, которые учащиеся могут испытывать, решая задачу.

1. Решая сложную задачу, нужно сначала обратить внимание на возможность ее редукции. Если учащийся, упрощая условие задачи, обходя ту или иную ее «трудность», увидит в этом упрощенном варианте знакомый тип задачи, вспомнит тот или иной способ ее решения, то он может обойтись и без других креативных методов.

2. Если редукция не помогает, задачу не удастся упростить, свести к известному типу задач, то полезно сначала составить понятийный кластер для ключевого элемента задачи (чаще всего для искомого). Кластер поможет расширить информационное поле задачи, включить в активное внимание ученика всю необходимую совокупность связей и отношений задачи. И это, конечно, может помочь в определении логики решения задачи, выстраивании логической линии от известных данных задачи к ее искомому.

3. Если и составление кластера не помогло преодолеть трудности задачи, это означает, что для учащегося задача «распалась» на отдельные фрагменты, связи между которыми он не видит. В этом случае и будет полезен метод переходных состояний. Решая задачу, нужно попытаться найти те ее элементы (промежуточные неизвестные), поиск которых не вызывает особых затруднений у ученика. Затем следует попытаться соотнести найденные промежуточные величины с искомым задачей. Вполне возможно, что на каком-то промежуточном этапе решения учащийся увидит скрытые связи (или связь), элементы, необходимые для окончательного решения. Используя метод переходных состояний, в принципе, задачу решить можно, но не всегда удастся сделать это рациональным способом. Поэтому полезным бывает уже после найденного решения еще раз проанализировать все промежуточные состояния задачи (этапы ре-

шения). Это может помочь найти более рациональный путь решения, более изящную идею и способ решения, которые нужно обязательно запомнить, чтобы в будущем суметь увидеть эти идеи и способы в других, структурно похожих сложных задачах. И тогда более длительный и кропотливый метод переходных состояний может быть заменен методом редукции.

Нельзя исключить, что ни один из перечисленных креативных методов не поможет ученику решить задачу. Это вполне возможно. Дело в том, что данные методы являются дополнительными к основным предметно-специфическим методам решения задач по конкретному учебному предмету. Предлагая учащимся решать сложные задачи, нужно исходить из того, что они качественно освоили соответствующие предметно-специфические методы, знакомы с основными типами задач по изучаемой теме, освоили теоретический материал, иными словами, имеют определенную подготовку. Тогда они могут ставить перед собой более высокие цели – выйти на уровень сложных, олимпиадных задач. И даже если ученик все же не справился со сложной задачей, пытаясь решить ее разными методами, – это все равно очень полезная для него работа: происходит приобретение необходимого опыта, обнаруживаются слабые места его теоретической подготовки или недостаточность сформированности тех или иных навыков, что в совокупности укажет путь дальнейшего совершенствования знаний и опыта учащегося по учебному предмету.

С задачами повышенной сложности, нестандартными, оригинальными задачами учащиеся сталкиваются на предметных олимпиадах, а также при выполнении части «С» единого государственного экзамена. Из-за высокого уровня сложности заданий части «С» по предметам естественно-математического цикла объем выполнения этой части выпускниками школ оказывается достаточно низким. Так, в Тюменской области данный показатель по физике в среднем составляет 25%. Но если организовать системную работу по обучению учащихся креативным методам решения сложных задач, это даст более высокие результаты. Объем выполнения части «С» учащимися гимназии Тюменского государственного университета, которых обучают креативным методам решения задач, составляет в среднем 70%. Кроме этого, гимназисты ежегодно становятся призерами и победителями городских и областных школьных олимпиад по физике.

Литература

1. Бос Э. Как развивать креативность / пер. с нем. К. А. Петросян. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 189 с.
2. Спиридонов В. Ф. Психология мышления: Решение задач и проблем: учеб. пособие. М.: Генезис, 2006. 319 с.
3. Хуторской А. В. Развитие одаренности школьников: методика продуктивного обучения: пособие для учителя. М.: ВЛАДОС, 2000. 320 с.