УДК 159.9.072.43:316:61:316.35

АВТОНОМНЫЙ МЕХАНИЗМ СИМУЛЬТАННОГО СИНТЕЗА В ПРОЦЕССАХ РЕШЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ ЗАДАЧ

В. А. ПОЛИКАРПОВ[1)]

[1)]*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь*

Экспериментальное психологическое исследование мышления осуществляется посредством анализа процесса решения испытуемыми мыслительных задач. Все экспериментальные мыслительные задачи можно разделить на репродуктивные и творческие. К репродуктивным относятся такие задачи, способ решения которых имеется в опыте испытуемого. Решение репродуктивных задач осуществляется посредством специфического механизма мышления – автономного механизма симультанного синтеза. Этот механизм автоматически реагирует на способ организации материала задачи в ее проблемной части и актуализирует соответствующий способ организации решения решенных ранее задач, сходных по способу организации проблемной части с решаемой.

Ключевые слова: мышление; решение задач; автономный механизм симультанного синтеза; алгоритм; инсайт.

AUTONOMOUS MECHANISM OF SIMULTANEOUS SYNTHESIS IN THE PROCESSES OF REPRODUCTIVE PROBLEMS SOLVING

V. A. POLIKARPOV[a]

[a]*Belarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus*

An experimental psychological study of thinking is carried out through an analysis of the process of solving the problems of the thinking of the subjects. All experimental mental tasks can be divided into reproductive and creative. Reproductive concerns such problems, a method for solving which is available in the subject's experience. The solution of reproductive

Образец цитирования:
Поликарпов ВА. Автономный механизм симультанного синтеза в процессах решения репродуктивных задач. *Журнал Белорусского государственного университета. Философия. Психология*. 2019;1:141–146.

For citation:
Polikarpov VA. Autonomous mechanism of simultaneous synthesis in the processes of reproductive problems solving. *Journal of the Belarusian State University. Philosophy and Psychology.* 2019;1:141–146. Russian.

Автор:
Владимир Алексеевич Поликарпов – кандидат психологических наук, доцент; доцент кафедры психологии факультета философии и социальных наук.

Author:
Vladimir A. Polikarpov, PhD (psychology), docent; associate professor at the department of psychology, faculty of psychology and social sciences.
polikarpoff2@yandex.ru

problems is realized through a specific mechanism of thinking – an autonomous mechanism of simultaneous synthesis. This mechanism automatically reacts to the way the organization of the task material in its problematic part and actualizes the appropriate way of organization of the solution, previously solved tasks, similar in the manner of organizing the problem part with the problem.

Key words: thinking; problem solving; autonomous mechanism of simultaneous synthesis; algorithm; insight.

Введение

Психологию мышления, изучающую творческие процессы в их конкретных проявлениях, интересует прежде всего не сам результат, полученный в итоге решения той или иной проблемы (задачи), а способ или способы, которыми этот результат был достигнут. Именно эти способы и есть то новое, чем обогащается само мышление в результате успешного завершения творческого акта. Их возникновение является причиной развития мышления каждого отдельного индивида и его социально-исторической культуры в целом. А. В. Брушлинский отмечает: «Конечная стадия, или конечное состояние, мыслительного процесса решения задачи не есть лишь логически предметная характеристика познаваемого объекта. Эта стадия включает в себя прежде всего те психические новообразования (новые способы анализа, синтеза и обобщения), которые возникают и развиваются по ходу решения задачи в процессе все более углубленного познания объекта» [1, с. 108].

При таком подходе к мышлению обнаруживается тот факт, что новые способы решения не даны изначально в готовом виде, а возникают и формируются в ходе самого мыслительного процесса. Всякая задача потому и является задачей для данного индивида, что ему изначально не известны способы ее решения, т. е. он должен в процессе мышления самостоятельно их найти. В самом деле, результат, промежуточный или конечный, всегда представлен сознанию. Скрыты могут быть только способы, которыми он достигается.

Прежде чем приступить к поискам ответов на вопросы, каким образом в ходе решения задачи формируются новые способы решения и что представляет собой неосознаваемый компонент этих процессов, попытаемся определить, что есть эти способы, как они существуют и как реализуются в конкретном процессе решения задачи.

«Мышление всегда является творческим» [2, с. 356]. Оно является таковым потому, что всегда направлено на поиски неизвестного и завершается нахождением нового результата, характеризующегося, по отношению к уже имеющимся у субъекта знаниям, новизной. Мышление возникает там, где перед субъектом встает проблема, но неизвестны способы ее решения. В этом смысле репродуктивное мышление – бессмыслица.

Однако есть ситуации, когда новое знание получается целиком, уже известными субъекту средствами. В данном случае проблема состоит в выборе средств и, в более сложных задачах, в изобретении последовательности их применения. В известной степени так работает сегодняшняя прикладная математика.

Тем не менее подобные ситуации также характеризуются проблемностью и вызывают мыслительную деятельность, так как изначально неизвестно, какими средствами решать возникшие проблемы. Назовем такие ситуации (у́же – задачи) репродуктивными. Чаще всего они не обогащают мышление новыми приемами, а лишь заставляют его воспроизводить старые, уже известные, повторяя их вновь и вновь. В большинстве своем из наиболее простых репродуктивных задач состоят учебные задачи, рассчитанные на закрепление учащимися новых способов решения (в отличие от тех случаев, когда задача дается с той целью, чтобы ученик сам нашел новый способ решения, т. е. проблемное обучение).

Поставив перед собой цель найти способ существования и реализации способов решения, мы вполне можем воспользоваться наблюдением за решениями репродуктивных задач. Для организации эксперимента, позволяющего сделать это, следует подобрать задачи, которые были бы для испытуемых более, чем учебными (просто тренировочными), но в должной степени знакомыми и поэтому доступными решению. В соответствии с этим в нашем эксперименте математическая задача предлагалась людям, некогда знавшим школьный курс математики достаточно хорошо, но теперь забывшим его. Исследование проводилось среди студентов первого курса одного из гуманитарных факультетов БГУ, поступивших в университет сразу после окончания школы.

Эксперимент

Испытуемым предлагалось следующее условие: доказать, что x в уравнении $x^4 - 7x^3 - 4x^2 - 5x + 4 = 0$ не имеет отрицательных корней.

Задача имеет простое решение. Вся сложность заключается в выборе способа. Данное уравнение не надо решать. Его необходимо преобразовать так, чтобы ответ сразу стал очевиден. Для этого нужно знать:

1) формулы сокращенного умножения, в частности $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$.

Таким образом, в уравнении $x^4 - 7x^3 - 4x^2 - 5x + 4 = 0$ необходимо увидеть или, как говорят математики, выделить полный квадрат. Путем соответствующих преобразований получаем $(x^2 - 2)^2 - 7x^3 - 5x = 0$;

2) члены уравнения можно переносить на другую сторону с противоположным знаком.

Следовательно, переносим выражение $(-7x^3 - 5x)$ вправо и получаем $(x^2 - 2)^2 = 7x^3 + 5x$;

3) любое число, возведенное в степень с частным показателем, всегда положительное.

Значит, в левой части уравнения положительное число: $(x^2 - 2)^2 > 0$. Если в правой части оно окажется отрицательным, $(7x^3 + 5x) < 0$, то равенство будет нарушено. Следовательно, x не может иметь отрицательных значений. (Если $x < 0$, то $x^3 < 0$, $7x^3 < 0$ и поскольку $7x^3 > 5x$ всегда, то $(7x^3 + 5x) < 0$.) Таким образом, решение сводится к простому преобразованию уравнения и получению вывода на основании правила о возведении в степень положительных и отрицательных чисел.

В эксперименте участвовали 28 человек. Задачу предлагалось решать думая вслух. Самостоятельно решение нашел только один испытуемый. Это случилось очень быстро: на 12-й минуте после начала эксперимента.

(*Протокол*.) Испытуемый С. К. (Некоторое время думает молча.)

Эксперт: О чем вы думаете? Мы договорились, что вы будете думать вслух.

Испытуемый: Подождите (короткая пауза). Я знаю, как решить эту задачу. Уравнение нужно представить в виде такого равенства, чтобы стало ясно, что в случае, если x – отрицательное число, оно не выполняется. (Но он не преступает к преобразованиям, а просто смотрит на уравнение.)

Эксперт: Чего же вы ждете? Ведь вы сказали, что знаете, как решить задачу.

Испытуемый: Я знаю, что делать, но не знаю, как преобразовать уравнение в такое равенство.

Эксперт: А как вы догадались о том, что нужно делать?

Испытуемый: Я просто помню, что все задачи с подобным условием так решаются. Теперь я думаю, как преобразовать это уравнение. Сейчас я хочу, я думаю как-нибудь сгруппировать члены уравнения, чтобы что-нибудь вынести.

Эксперт: Зачем?

Испытуемый: Может, что-нибудь получится. Мне кажется, что, пока все члены уравнения в левой части, они должны как-то разбиться на две группы. Я мысленно группирую их. (При этом он проводит ручкой над уравнением, словно пересчитывая члены уравнения или ставя скобки.) Правильно! Правильно. Это полный квадрат. (Переписывает уравнение.)

$(x^4 - 4x^2 + 4) - 7x^3 - 5x = 0;$
$(x^2 - 2)^2 - 7x^3 - 5x = 0;$
$(x^2 - 2)^2 = 7x^3 + 5x;$
$(x^2 - 2)^2 = x(7x^2 + 5).$

Если x меньше единицы, то произведение $x(7x^2 + 5)$ тоже меньше единицы. Но это невозможно, так как нарушается равенство. Я бы раньше решил, если бы не надо было думать вслух.

Остальные 7 человек не решили задачу самостоятельно.

Имеется задача, которая в чистом виде содержит в себе решение предыдущей. Условие следующее: доказать, что x в уравнении $x^2 - 2x + 1 - x^3 = 0$ не имеет отрицательных корней.

Ее решение не ставит проблемы выбора средств. Достаточно знать указанные при описании предыдущей задачи три правила алгебры, чтобы решить ее:

$x^2 - 2x + 1 = (x - 1)^2;$
$(x - 1)^2 - x^3 = 0;$
$(x - 1)^2 = x^3.$

В левой части всегда положительное значение, следовательно, в правой части уравнения x не может быть отрицательным.

Данная задача предлагалась испытуемым в качестве подсказки, после того как они признавали предыдущую задачу для себя нерешаемой. Вспомогательная задача была решена всеми. После возвращения к основной задаче семеро испытуемых решили ее.

Каждый протокол требует отдельного анализа. Выберем по одному из тех, что принадлежат решившим и не решившим задачу.

(*Протокол.*) Испытуемая Л. Д. быстро решила вспомогательную задачу. До этого она, по ее выражению, наугад группировала и переставляла члены уравнения. Это подробно записано на ее листке с решением.

(После решения вспомогательной задачи.)

Эксперт: Теперь попробуйте решить снова вашу задачу.

Испытуемый: Ну, давайте. Так, ну, правильно, они похожи, можно решить.

(Вот, чем кончается у нее предыдущее решение:
$(x^4 - 7x^3 - 5x) - (4x^2 + 4) = 0;$
$x(x^3 - 7x^2 - 5) - 4(x^2 + 1) = 0).$

Тут можно выделить полный квадрат. А вот и x в нечетной степени: $7x^3$. Все. (Решает.)

Эксперт: Почему вы решили, что они похожи?

Испытуемый: Так, ну, во-первых, условие общее. Потом, когда Вы предложили решить снова старое уравнение, я подумала, что второе, как это иногда делают в школе, Вы дали, чтобы помочь решить первое. Но это было предположение. Когда я увидела, что условия похожи, я поняла, что это так. И потом, там и там можно было выделить полный квадрат.

(*Протокол.*) Вот на чем остановилась испытуемая А. Б., решая основную задачу:

$x^4 - 7x^3 - 4x^2 - 5x = -4;$

$x(x^3 - 7x^2 - 4x - 5) = -4.$

Создалось впечатление, что x может быть отрицательным. После решения вспомогательной задачи и перехода к основной она все равно не может воспользоваться подсказкой.

Эксперт: Посмотрите, может быть, задача, которую Вы только что решили, и эта похожи между собой.

Испытуемый: Да, у них условие общее, но решение различное. Тут же нет полного квадрата. Хотя, может, есть кое-что другое (общее).

(Признает задачу для себя нерешаемой.)

Рассмотрим первый протокол. Условно разобьем весь процесс решения на отдельные этапы. Основанием для такой разбивки мы выбрали поэтапное применение единичных способов решения, завершающееся единичными выводами. Это сделано в целях упрощения анализа протоколов и само по себе не означает описания свойств мыслительного процесса. В выделенных этапах реализация способов решения предстает в чистом виде.

(*Этап № 1.*) Испытуемый С. К. сразу объявляет, что знает план решения. Он предполагает (несмотря на его сиюминутную уверенность, все-таки предполагает, так как не ясно еще, как именно реализовать план), что уравнение нужно представить в виде равенства невыполнимого в случае существования отрицательных значений x.

В соответствии с указанным прогнозом он ждет, что окажется возможным как-то преобразовать уравнение в такое равенство: «Теперь я думаю, как преобразовать это уравнение». Данное обстоятельство является попыткой сразу реализовать план, что испытуемому не удается. Однако способ, который был предложен, еще не скомпрометировал себя, так как не были использованы все пути его реализации. С. К. продолжает действовать в том же направлении. (*Этап № 2.*) Он предполагает, что данное уравнение можно как-то преобразовать, и тогда окажется возможным превратить его в ожидаемое равенство: «Сейчас я думаю как-нибудь сгруппировать члены уравнения, чтобы что-нибудь вынести».

Вместе с идеей сгруппировать члены появляется дополнение к общему прогнозу. Он как бы уточняется: уравнение нужно представить в виде неравенства, для этого в его левой части должны появиться две группы членов: «Мне кажется, что, пока все члены уравнения в левой части, они должны как-то разбиться на две группы». Дальнейшие действия – реализация этого дополнения. Испытуемый мысленно группирует члены и вдруг (*Этап № 3.*) замечает полный квадрат. Сразу прогноз: здесь можно вычленить полный квадрат, и его применение может оказаться полезным, и сразу его реализация. После применения формулы уравнение предстает в новом виде: $(x^2 - 2)^2 - 7x^3 - 5x = 0$. Теперь оно соответствует требованиям общего плана (в левой части члены разбиты на две группы, и возможно перенести одну из них на другую сторону уравнения) и позволяет применить его. Часть $(-7x^3 - 5x)$ переносится. Ожидая в равенстве $(x^2 - 2)^2 = 7x^3 + 5x$ такое свойство, как «в случае, когда $x < 0$, равенство не выполняется», испытуемый находит это свойство: в левой части обязательно положительное число, так как там четная степень, значит, в правой x должен быть только положительным. Испытуемому недостаточно того, что x в правой части стоит в нечетной степени и угрожает нарушить равенство, (*Этап № 4.*) испытуемый выносит x за скобки: $x(7x^2 + 5)$. Теперь четко видно, что, хотя x в правой части может быть отрицательным, он не может иметь этого знака, так как в правой части все выражение положительное. План счастливо реализован.

В данном протоколе мы выделили четыре этапа решения: появление плана, решение преобразовать уравнение, использование формулы полного квадрата, вынесение в правой части уравнения x за скобки.

Итак, в первом приближении видно, что решение задачи начинается прогнозом. Этот прогноз содержит в себе способ решения, который предполагается применить для получения результата. Хотя сам он перед индивидом предстает как результат. Точнее, прогноз формулируется как результат (языком результата), а не как, скажем, план, содержащий последовательность действий, требуемых для решения задачи, но касается он прежде всего именно действий. Главная (и единственная) его функция – это организовать выбор тех действий, которые необходимы для нахождения результата. С. К.: «Уравнение нужно представить в виде такого равенства, чтобы стало ясно, что в случае, если x отрицательное число, оно не выполняется».

До тех пор пока окончательно не скомпрометирует себя или вдруг не будет заменен новым, прогноз неизменно влияет на весь ход решения. В этом качестве он выступает для индивида как ожидание. Отыскиваются и применяются те действия, которые могут способствовать реализации плана.

На втором этапе, после неудачной попытки сразу реализовать план, испытуемый снова делает прогноз: нужно преобразовать уравнение – сгруппировать члены и что-нибудь вынести. И он снова действует, ожидая, что откроется такая возможность: наугад группирует члены уравнения в надежде найти способ как-то сгруппировать их. Так повторяется на каждом этапе.

Как видим, основным «ведущим» началом мыслительного процесса является прогнозирование. Ведь если бы сначала вовсе отсутствовало хотя бы в минимальной степени предвосхищение искомого, то процесс мышления у данного индивида вообще не начался бы, поскольку он не может осуществляться наугад, без определенной направленности. В связи с этим большую актуальность приобретают вопросы: «Как возникает прогноз?»; «Как именно он существует?»; «Как именно он реализуется в процессе мышления?». Для нас поиск ответов на эти вопросы особенно интересен, так как проблема прогнозирования оказалась связанной с проблемой выбора, существования и реализации способов решения.

Напомним еще раз, что в данном случае речь идет о решении репродуктивных задач.

Во всех случаях прогнозирования, зафиксированных в протоколах, можно выделить нечто общее. Прогнозирование оказывается следствием *узнавания* в исходном материале задачи задач, решенных ранее, имевших схожий исходный материал. После чего способ решения прежде решенных задач становится ожидаемым способом решения новой задачи. Анализ первого протокола показал, что на первом этапе испытуемый сам говорит об этом: «Я просто помню, что все задачи с подобным условием так решаются». На втором этапе, встав перед невозможностью сразу реализовать план, он применяет традиционный в алгебре прием: пытается как-то преобразовать уравнение, группируя его члены. Невозможность реализовать план тоже выступает как условие, требующее определенных действий. На третьем этапе, двигаясь по этому пути, испытуемый замечает, узнает в некоторых членах уравнения исходное состояние формулы полного квадрата. Для людей, имевших дело в основном только с учебными задачами, наличие в их исходном материале таких компонентов, которые позволяют применить какую-то формулу сокращенного умножения или, например, в геометрии теорему Пифагора, всегда означает правильное приближение к результату.

Использование этого приема действительно приводит к решению задачи. На самом заключительном этапе, когда, по мнению С. К., недостает последнего звена, оно находится точно так же. Избранная логика решения требует, чтобы в правой части уравнения x был неопределен, т. е. допускал бы как положительные, так и отрицательные значения. Поскольку имеющееся выражение, по мнению испытуемого, не удовлетворяет этому требованию, он принимает решение как-то преобразовать его в надежде на то, что это изменит положение. Избранное средство вновь оказывается удачным. На этом этапе, как и на втором, решение преобразовать выражение принимается, потому что так обычно делается в алгебре в случаях, когда какое-то выражение не удовлетворяет требованиям плана.

Таким образом, прогнозирование в решении репродуктивных задач – это узнавание способа решения решенных ранее задач, сходных по своей исходной ситуации с решаемой. Механизм такого узнавания – это механизм отыскания и применения способа решения.

Итак, мы поставили вопрос: «Что представляет собой способ решения, как они существуют и как реализуются в процессе мышления?»

Уже имеющиеся в опыте индивида способы решения существуют как конкретные факты решения решенных ранее задач. Они применяются тогда, когда ситуация, сложившаяся в результате анализа решаемой задачи, оказывается формально схожей с исходной ситуацией ранее решенных задач, решение которых может стать решением данной задачи. Отыскание нужного принципа решения всегда характеризуется неожиданностью. Сам субъект в такие моменты оказывается пассивным наблюдателем. Срабатывает какой-то «автомат» мышления, действующий помимо воли и сознания.

Мы разделили мышление на феноменализацию – доступное восприятию воплощение мыслей в ходе решения – и на то, что происходит за ней [3, с. 88]. То, что происходит за ней, относится к действию этого «автомата». Ситуация, напоминающая исходную ситуацию той или иной решенной ранее задачи, складывается в феноменализаторе. Далее работает «автомат». Нечто узнает в сложившейся ситуации знакомые условия, имевшие место ранее в решении подобных задач, и выбрасывает в феноменализатор план (способ) решения.

Что это значит? Мы говорили о том, что то или иное воплощение мысли в феноменализаторе всегда выступает как значение, смысл и как просто образ. Как смысл оно существует для субъекта, для его *Я*. Как образ оно существует для того *нечто*, которое действует за феноменализатором. Образ, актуальное для *нечто* воплощение мысли, имеет какие-то самостоятельные характеристики – его структура. Это форма мысли. «Автомат» мышления имеет дело именно со структурой образа. Установив формальное (структурное) подобие очередного воплощения мысли в феноменализаторе (сложившаяся в ходе анализа ситуация) исходной ситуации ранее решенной задачи, он выбрасывает в феноменализатор на возникшее воплощение мысли *форму* решения этой ранее решенной задачи. Пред сознанием сразу предстает предполагаемое решение задачи в виде плана, воплощенного средствами образного феноменализатора или сразу в виде словесного вывода.

Как это происходит? В данном случае, как и всегда, мышление предстает перед нами как аналитико-синтетическая деятельность. Когда в процессе анализа внимание концентрируется на каком-то свойстве анализируемого объекта, это свойство оказывается свойством вообще и оживляет длинный ряд ассоциаций (назовем это пока ассоциациями) с теми объектами, которые имеют то же свойство. В описанных выше экспериментах: «Итак, во-первых, условие общее. Потом, когда Вы предложили решить снова старое уравнение, я подумала, что второе, как это иногда делают в школе, Вы дали, чтобы помочь решить первое <…>. И потом там и там можно выделить полный квадрат». Выбранное таким способом решение (вспомогательная задача) оказывается в феноменализаторе. Для нас это происходит мгновенно. Имеющаяся до этого момента выбора-переноса информация решаемой задачи существует в виде разрозненных, не связанных в логическую последовательность элементов. После наделения ранее решенной задачи формой она становится логически связанным целым, т. е. решением. Этого факта мы не найдем в отчетах испытуемых, «думающих вслух». Он происходит накануне отчета.

Описанный «автомат» мышления мы назвали автономным механизмом симультанного синтеза.

Вышеописанный процесс подходит под определение инсайта. Мы нашли его в решении репродуктивной задачи.

Библиографический список

1. Брушлинский АВ. *Мышление и прогнозирование*. Москва: Наука; 1979.
2. Брушлинский АВ. Творческий процесс как предмет исследования. В: Брушлинский АВ. *Избранные психологические труды*. Москва: Институт психологии Российской академии наук; 2006. с. 356 – 372.
3. Поликарпов ВА. *Квазиграфические объекты в процессах познания и понимания*. Минск: Белорусский государственный университет; 2012.

References

1. Brushlinsky AV. *Myshlenie i prognozirovanie* [Thinking and forecasting]. Moscow: Nauka; 1979.
2. Brushlinsky AV. [Creative process as a subject of research]. In: Brushlinskii AV. *Izbrannye psikhologicheskie trudy* [Selected psychological works]. Moscow: Psychology Institute of Russian Academy of Sciences; 2006. p. 356–372.
3. Polikarpov VA. *Kvazigraficheskie ob'ekty v protsessakh poznaniya i ponimaniya* [Quasigraphic objects in the processes of knowledge and understanding]. Minsk: Belarussian State University; 2012.

Статья поступила в редколлегию 30.08.2018.
Received by editorial board 30.08.2018.