

ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ

Наука, согласно представлениям Т.Куна, в своем развитии проходит ряд периодов: допарадигмальный, период нормальной науки, период неуверенности и кризиса, заканчивающийся в ряде случаев научной революцией [1]. В итоге происходит замена старой парадигмы новой.

Аналогичные представления о развитии науки через научные революции можно найти у Б.М.Кедрова [2], указывающего, что преодоление возникающих противоречий в период кризисов происходит диалектически по схеме: от единичного к особенному, а затем к всеобщему через преодоление познавательно-психологического барьера (ППБ). В.А.Кузнецов [3], выделяет четыре этапа в развитии представлений об изучаемом объекте в химии: **изучение состава** вещества, как определяющего его свойства, затем его **структуры**, проявляющей разные свойства при одном и том же составе; поведения, т.е. **динамики** у молекул вещества, и, наконец саморазвития, **эволюции** молекул.

Однако предложенные Т.Куном, Б.Кедровым и В.Кузнецовым схемы отражают лишь форму протекания научных революций, а не их содержание. Они не указывают на технологию, механизмы преодоления кризисных ситуаций и решения «задач-головоломок».

Технология решения задач, как и в науке, так и в технике остается прежней – это технология метода проб и ошибок: бери и пробуй!

Результаты от развития науки методом проб и ошибок очевидны – они связаны с потерей времени, запаздыванием изобретений, открытий и теорий, а в наше время – с потерей огромных средств, отпущенных на развитие науки и техники.

Научно-техническая революция поставила вопрос о необходимости реорганизации существующей технологии изобретательства и открывательства. Наметились два пути. Первый путь - **активизация мышления** человека, решающего задачу (воздействие на интуицию, работа подсознания и т.д.) [4,5,6]. Один из основоположников теории творчества А.Пуанкаре прямо заявлял, что от решение проблемы интуиции зависит успех в раскрытии тайны научного творчества и в конечном счете – прогресс науки. Это мнение разделяют С.Е.Зак, А.Н.Леонтьев, С.Р.Микулинский, В.А.Энгельгард, М.Г.Ярошевский, Г.Саймонд и др. исследователи научного творчества. Отсюда следуют выводы, что наличие непредсказуемых (случайных) элементов в творческом процессе исключает возможность позитивного влияния на ход последнего, его алгоритмизации и, что творческий процесс равно как и интуиция, представляет собой в высшей степени индивидуализированное явление [6].

Понимание того, что от интенсификации перебора вариантов в какой-то степени зависит конечный результат, привело к созданию ряда методов интенсификации творческого процесса, таких как мозговой штурм, Метод фокальных объектов (МФО), синектика, метод психоинтеллектуальной генерации и др., а также составление различных списков и эвристик, подобных списку А.Осборна, Ю.Шрейдера и т.д. [4, 6]. Однако основа этих методов остается прежней: перебор вариантов и метафизические представления о непознаваемости научного творчества.

Второй путь – **выявление объективных законов** – выявление объективных законов, по которым одно научное представление заменяется другим или одна техническая система заменяется другой [7, 8, 9]. По этому пути пошло развитие отечественной теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [7, 8]. Иначе говоря, методология исследования природы

научного творчества может включать аналогичные этапы: сбор необходимого массива информации, разделение по уровням сложности, определение фактора особенности, выявление и формализация структуры творческого процесса и т.д.

Цель данного исследования – поиск путей решения научных (открывательских) задач, основанных на использовании объективных законов развития научных систем.

В зависимости от характера решаемых задач в литературе различают три типа задач: открывательские, научные и исследовательские. **Открывательские задачи** – задачи связанные с получением нового открытия. Методика решения этого типа задач должна отражать технику поиска новых открытий на базе существующих представлений. **Научные задачи** – задачи связанные с изобретением и развитием научных систем на базе существующих открытий. **Исследовательские задачи** – задачи связанные с поиском методики делания открытия, накопления, уточнения и анализа фактов, установлении взаимосвязи между всем перечисленным и философскими установками.

Любое открытие, решение научной задачи в итоге связано с развитием существующих представлений об исследуемом объекте или природе в целом. Степень изменяемости представлений и дает представление о сложности возникающих при развитии научных систем задач. Под **научной системой** будем понимать систему представлений об исследуемом объекте, необходимых и достаточных для объяснения наблюдаемых в нем явлений, свойств и закономерностей в пределах существующей парадигмы.

В этом смысле в теории познания важной составляющей является не только внешняя форма проявления закономерностей развития научных систем, но и технология решения научных задач, о которых Т.Кун говорит как о «решении задач-головоломок».

Процесс познания любого явления является целенаправленным в целом, но беспорядочным в каждом творческом акте. Цельная картина об исследуемом явлении создается постепенно, путем изучения составляющих явление частей.

Исходя из системности, целостности [9] мира и динамичного развития путей познания, следует учитывать следующие особенности развития научных систем (НС).

1. Развитие - это постоянная смена единства противоположностей их конфликтом и устранение его единством противоположностей, но каждый раз на новом качественном уровне. Следовательно, открывательская задача может возникнуть тогда, когда в процессе познания нарушится единство представлений об исследуемом объекте и возникает **научное противоречие (НП)** между известными науке и аномальными фактами.

Научное противоречие или несовместимость представлений, возникающая в научной системе с позиций существующей парадигмы (Π_0), может быть представлено в виде пары противоположностей – **физического противоречия (ФП)** или физической несовместимости требований, выраженной в виде тождества:

А есть не-А

Тогда само **физическое противоречие** или **несовместимость** взаимоисключающих требований может быть сформулировано следующим образом: **Чтобы с позиций существующей парадигмы Π_0 объяснить факт Φ_1 , исследуемый объект O должен обладать свойством C , но, чтобы объяснить аномальный факт Φ_2 , объект O должен обладать свойством не- C .**

$$\begin{array}{ccc} \Phi_1 & \xrightarrow{\Pi_0} & C \\ \Downarrow & & \\ \text{не-}C & \xleftarrow{\Pi_0} & \overline{\Phi_2} \end{array} = \text{ФП} = \text{ФНТ} \quad (1)$$

2. Для формулировки противоречия необходимо, чтобы известному свойству отыскался свой антипод, противоположность. Кроме того, факты должны быть взаимосвязаны.

3. Большинство открытий новых явлений, свойств и закономерностей происходит случайно, поэтому процесс выявления научного противоречия (НП) от возникновения задачи до ее формулировки слишком длителен.

4. Анализ развития научных систем во времени показывает, что развитие каждой НС идет через разрешение определенной **цепочки противоречий (ЦП)**. ЦП – своего рода логическая цепь в развитии НС, построенная с позиций существующей в науке парадигмы о свойствах исследуемого объекта..

$$\begin{array}{ccccc} A & \Rightarrow & \text{не-Б} & \Rightarrow & B \\ \uparrow & & I & & \downarrow \\ \text{не-А} & \Leftarrow & Б & \Leftarrow & \text{не-В} \end{array} = \text{ЦП}$$

Цепочка обладает тем свойством, что достаточно разорвать ее в каком-либо месте, как она вся рассыпается и все противоречия снимаются автоматически. Применение **ЦП** для решения научных задач показывает, что в зависимости от выбираемого противоречия из общей цепочки получается ряд решений. Следовательно, здесь нужен какой-то критерий, позволяющий выбрать одно единственное правильное решение.

При построении **ЦП** следует учесть следующие особенности:

- любая цепочка противоречий должна строиться на основе достоверных фактов (опытов, теорий, представлений).
- в зависимости от достоверно известных фактов **ЦП** может включать свойства (представления об) объекта, проявляющиеся на разных уровнях (системы, подсистемы и надсистемы).
- если все достоверно известные факты взаимосвязаны, они обязательно должны войти в цепочку.
- каждую из цепочек свойств (представлений) $A \Rightarrow \text{не-Б} \Rightarrow B$ (связаны с известными фактами) и $\text{не-А} \Leftarrow Б \Leftarrow \text{не-В}$ (связаны с аномальными фактами) соответственно будем называть 1-м и 2-м условием, а противоречие, к которому сходятся стрелки от представлений 1-го и 2-го условия, будем называть **основным**. Направление горизонтальной стрелки показывает переход от достоверного известного факта к представлению, вытекающему из него.

$$\begin{array}{ccccc} \text{Например: } A & \Rightarrow & \text{не-Б} & & A & \Rightarrow & B \\ & \uparrow & & \text{или} & \uparrow & & \downarrow \\ & Б & \Leftarrow & \text{не-В} & \text{не-А} & \Leftarrow & \text{не-В} \end{array}$$

логически замкнутые цепочки образуют кольца.

$$\begin{array}{ccccc} \text{Например: } A & \rightarrow & \text{не-Б} & \rightarrow & B \\ \uparrow & & I & \downarrow & \\ \text{не-А} & \leftarrow & Б & \leftarrow & \text{не-В} \end{array} = \text{кольцо}$$

5. Разрешение цепочки противоречия следует начинать с **основного противоречия** кольца, например, **не-Б – Б**. Теперь достаточно разрешить любое из основных противоречий, как вся цепочка «рассыпается». Это связано с тем, что все кольца, описывающие разные уровни системы, взаимосвязаны

Для устранения подобных противоречий могут быть использованы следующие приемы [7]:

1. **Разделение несовместимых свойств во времени:** Пусть система обладает то свойством **С**, то свойством **не-С**.
2. **Разделение несовместимых свойств в пространстве:** пусть часть системы обладает свойством **С**, а другая – свойством **не-С**.
3. **Разделение несовместимых свойств системным переходом:** пусть система обладает свойством **С**, а надсистема, включающая данную систему – свойством **не-С**. Или же пусть в целом система будет обладать свойством **С**, а подсистемы - свойством **не-С**.

4. **Разделение несовместимых свойств перестройкой структуры (организации) системы:** перейти от системы, обладающей свойством C , к системе, обладающей свойством $не-C$, а свойством C наделить подсистемы системы.

5. **Разделение противоречивых свойств, допустив разное взаимодействие с разной внешней средой:** пусть в одних взаимодействиях (в одних условиях) проявляется свойство C , а в других – свойство $не-C$. При этом проявление свойств C и $не-C$ не требует изменения самого объекта.

6. **Разделение противоречивых свойств путем использования переходных состояний,** при котором сосуществуют или попеременно появляются противоположные свойства: пусть система обладает свойством C до определенного состояния, а при переходе через него, обладает свойством $не-C$, изменяясь при этом.

7. **Чтобы избавиться от противоречия, нужно перейти от системы к антисистеме.**

8. **Чтобы избавиться от несовместимости, надо отказаться от системы, несущей их:** пусть для объяснения наблюдаемых явлений система должна обладать свойством C и свойством $не-C$, но одно из свойств, например, C не подтверждено наблюдениями, тогда нужно перейти к представлению об объекте со свойством $не-C$ и придумать новую модель явлению.

9. **Чтобы избавиться от противоречия, нужно совместить в одном объекте противоречащие друг другу свойства, присущие разным объектам, но проявляющиеся одновременно в данном объекте, а затем придумать новую модель объекта:** пусть объект, проявляя свойства C , присущие объекту А; и свойства $не-C$, присущие объекту В, является объектом В.

Арсенал приемов устранения несовместимостей в открывательских задачах не ограничивается приведенным списком. Приемы – это операторы преобразования представлений о системах. При решении большинства открывательских задач, как правило, применяются сочетания приемов.

Как известно, любой объект может быть познан только в сравнении со своей противоположностью: **свойство C - свойство $не-C$** . На числовой оси это может быть представлено множеством состояний свойств между свойствами C и $не-C$ (рис. 1). Следовательно, если у объекта есть свойство C , то его развитие будет происходить тогда, когда это свойство возможно будет сравнить с антисвойством – $не-C$ объекта и совершенствовать его в том направлении, в котором возможно увеличение многообразия, обобщения

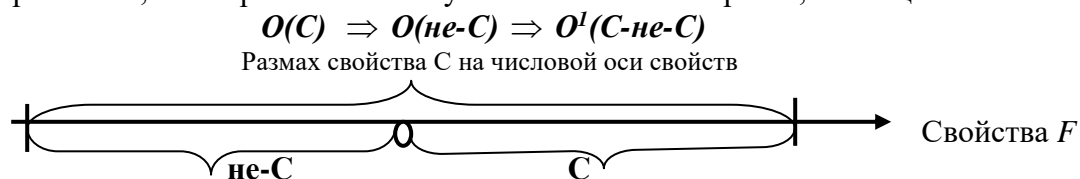


Рис. 1. Числовая ось свойств

Любая научная система создается для выполнения конкретной функции или функций (D), например, объяснения наблюдаемого явления. Следовательно, к системе или ее части в процессе развития могут быть предъявлены требования в выполнении новой функции (D_1) в пределах существующей парадигмы, для чего система должна будет обладать свойством, например, C_1 , которое может находиться в пределах размаха свойства C и $не-C$ на числовой оси свойств или вне этих границ. Здесь возможны три пути решения:

1. Свойство $C_1 < C$ и находится в пределах размаха \bar{C} . Удовлетворение требований не составляет труда, т.к. свойство C_1 находится в пределах размаха свойств C и совместимости требований в выполнении функций D и D_1 . В этом случае формула решения возникшей проблемы будет иметь вид: $C_a + C_1$. Несовместимости требований ($НТ$) или противоречия при решении задачи в этом случае не возникает.

2. Свойство C_I находится в пределах размаха \bar{C} , и принимает граничные значения $C_I = \text{не-}C$. Для осуществления функции D система должна обладать свойством C , а для осуществления функции D_I , - свойством $C_I = \text{не-}C$. В этом случае возникает несовместимость физических свойств (**ФНТ**) в одной системе. Формула **физической несовместимости требований (ФНТ)** или физического противоречия будет иметь вид выражения:

$$D \Rightarrow C \leftrightarrow \text{не} - C \Leftarrow D_I \quad \text{или выражения (1)}$$

Для совмещения несовместимых свойств в одной системе могут быть использованы приемы устранения **ФНТ** 1, 2, 3, 4, 5 и 6 [8], чтобы они не конфликтовали друг с другом.

3. Свойство C_I находится за пределами размаха \bar{C} , т.е. $C_I > C$ или $\text{не-}C$. В этом случае возникает несовместимость свойств, но совместить их в пределах одной системы невозможно в силу их физической природы. В противном случае необходимо вводить в исходную систему дополнительные допущения или придумать совершенно новую систему, исключающую свойства C и C_I . Например, опыт Майкельсона и представления об эфире. Для устранения несовместимости требований к одной и той же системе пришлось перейти к новой научной системе, в которой скорость света постоянна и не зависит от выбора системы координат. Это приемы 7, 8 и 9.

Учитывая, что функции D и D_I зависят от свойств C и C_I , а сами свойства - от признаков, из которых они образуются, то ясно, что причина несовместимости требований (**ФНТ**) вызвана физической несовместимостью свойств (**ФНС**), а причина несовместимости последних вызвана физической несовместимостью признаков (**ФНП**), т.е. перечисленные несовместимости являются взаимовложенными **ФНТ(ФНС(ФНП))**.

Вывод: Развитие теории научного и технического творчества показывает, что на данном этапе существуют два подхода (две идеологии) к проблеме творчества: диалектический – путь, основанный на представлении о закономерном развитии систем представлений о природных системах и возможности познания и сознательного управления ими; и метафизический – путь абсолютизации и развития метода проб и ошибок, непознаваемости природы творчества и невозможности его формализации.

Библиографический список

1. Кун Т, Структура научных революций. - М.: Прогресс, 1977.
2. Кедров Б. О творчестве в науке и технике: (Научно-популярные очерки для молодежи) – М.: Мол. гвардия, 1987. - 192 с.
3. Кузнецов В.И. Случайность научных открытий и закономерности развития химии // Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева. -1977. - № 6. Т. 22. – С. 618-628.
4. Жук А.Н. Творческое мышление в науке // Психологический журнал. - 1980. - Вып. I. - № 4. - С. 154-162.
5. Природа научного открытия. Философско-методологический анализ. - М.: Наука, - 1986. -302 с.
6. Ирина В.Р., Новиков А.А. В мире научной интуиции. - М.: Наука, - 1978. - С. 77.
7. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Изд-во «Сов.радио», - 1979. – 170 с.
8. Kondrakov I.M. Algoritmizacja rozwiazan zadan odkrywczych // Projektowanie systemy, t.V, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk. -Warszawa, - 1983, - с. 61-75.
9. Марутаев М. Гармония мироздания – закон Единого Целого // Российский колокол. - 2005. - № 5. - С. 136-169.