

## НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО

Тезисы  
К научно-практической  
Конференции в Челябинске

1. В науке постоянно делаются открытия. Попытки исследовать и сформулировать общие законы творчества предпринимались давно. Преимущественно эти попытки относились к исследованию психологических особенностей личности ученого открывателя. Но диапазон обстоятельств, при которых делались открытия, не позволял свести в единую систему поведенческие особенности открывателей. Случайность, внезапное озарение, догадка и т.д., сопутствующие основной массе открытий, создавали

видимость «индивидуальности» каждого открытия. Отсюда делались выводы о непознаваемости творчества.

Пример 1. Однажды Финзен заметил кошку, которая грелась на Солнце. С появлением тени кошка снова и снова переходила на солнечную сторону. Присмотревшись, он заметил, на коже кошки гнойную рану, и именно этой стороной кошка поворачивалась к Солнцу. Финзен обратил внимание на этот факт и ... в 1903 г. получил Нобелевскую премию...

Пример 2. Изучая движение электронов в магнитном и электрических полях с постоянными и медленно меняющимися параметрами, академик Викслер В.И. ожидая один эффект, обнаружил другой эффект – эффект синхронизма между частотой обращения частиц и частотой колебания ускоряющегося электрического поля. При этом электроны постоянно излучают энергию.

Пример 3. Эрлих – открыватель сальварсана и неосальварсана – потратил два десятка лет на получение этих лекарств, изучив более 500 различных красок и проделав 600 (для сальварсана) и 914 (для неосальварсана) экспериментов.

Пример 4. Создав специальную и общую теорию относительности, Эйнштейн более 30 лет потерял на поиски «Единой теории поля», так и не создав её...

Внешне между этими открытиями нет ничего общего. Но все они получены одним и тем же методом – методом проб и ошибок, игнорирующим какие-либо закономерности. Но несмотря на это, в целом наука развивается закономерно, но ценою многих проб. Примеры тому – открытие СТО; квантовой механики и других теорий.

Пример 5. К открытию СТО наука пришла двумя путями. Первый путь – это развитие представлений о свете и принципе относительности, вытекающих из опытов Дж.Бредли, Арго, из волновой теории Френча из опытов Физо и Майкельсона-Морли. К концу 19 века противоречия между представлениями, вытекающими из этих опытов м теорий были настолько обострены, что нужен был человек, могущий разрешить их, даже ценою разрушения стройного здания классической физики. Таким человеком оказался А.Эйнштейн, но который независимо от реального развития представлений о свете, сам поставил перед собой те задачи, которые объективно возникали перед физикой до открытия СТО. Это был второй путь открытия СТО. Эйнштейн разрешил весь клубок противоречий, возникших при решении поставленных перед собой задач. Интересно отметить, что представление о независимости скорости света от скорости движения источника объективно вытекало из возникшего к концу 1 века противоречия между опытом Дж.Бредли и опытом Майкельсоно-Морли: чтобы попадающий в телескоп свет звезд через 6 месяцев менял свой наклон, Земля должна двигаться по орбите вокруг Солнца сквозь «эфир», но, чтобы дифракционная картина не менялась при повороте прибора или смене времени года (в опытах Майкельсоно), Земля не должна двигаться сквозь «эфир», т.е. должна полностью его увлекать. Подобное противоречие возникло за 100 лет до открытия СТО – после опыта Арго, но не было разрешено...

Чтобы разрушить классическое представление о свете, пространстве и времени, науке потребовалось 277 лет...

Пример 6. Чтобы создать квантовую механику, потребовалось сначала устранить парадокс, связанный с «ультрафиолетовой катастрофой» и ввести представление о дискретности энергии излучения.

Затем узаконить эти представления при объяснении фотоэффекта, дав квантам статус реально существующих частиц. И, наконец, внести эти представления в изобретенную модель атома и объяснить её.

Не случайно этот период для классической физики А.Эйнштейн образно назвал «драмой идей» - настолько сильно было влияние вновь введенного представления о кванте на все здание классической физики.

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

Научно-техническая революция поставила вопрос о необходимости реорганизации существующей технологии открывательства. Наметились два пути: 1. активизация мышления человека, решающего задачу (воздействие на интуицию, работа подсознания и т.д.); 2. выявление объективных законов, по которым одно научное представление заменяется другим.

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 (В.Р.Ирина, А.А.Новиков «В мире научной интуиции» изд-во «Наука», М., 1978 г., стр.77).

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, МФО, синектика, метод психоинтеллектуальной генерации и др., а также составление различных списков и эвристик, подобных списку А.Осборна, Ю.Шрейдера и т.д. Однако, все эти методы ничего не дают для понимания природы научного творчества и возможности решения сложных научных задач. Основа их остается та же: перебор вариантов и метафизические представления о непознаваемости научного творчества.

Второй путь – *выявление объективных законов* – путь, аналогичный пути развития ТРИЗ: использование той же методологии исследования природы научного творчества: сбор необходимого массива информации, разделение по уровням,

определение фактора особенности, выявление и формализация структуры творческого процесса и т.д.

Любое открытие в итоге связано с развитием существующих представлений. Степень изменяемости представлений и дает представление о сложности возникающих при развитии научных систем задач.

Представление об уровнях научных задач хорошо описаны в СК-24. Здесь лишь кратко коснемся особенностей, отличающих задачу высокого уровня от задачи низкого уровня.

Первый уровень решения научной задачи характеризуется применением известных представлений в новых условиях, т.е. применением готовой модели.

Например, обнаружено, что какая то звезда вращается вокруг «пустоты» по кругу. Для объяснения этого явления достаточно привлечь представление о черной «дыре». На 2-м уровне представления не меняются, понятийный аппарат теории не развивается.

Для решения задачи второго уровня достаточно применить для объяснения данного явления наиболее подходящую схему, модель, представление. Здесь представления изменяются применительно к данному явлению, но понятийный аппарат теории остается без изменения.

Например, чтобы объяснить рассеивание альфа-частиц назад, Везерфорди – из нескольких возможных моделей данного явления, выбрал наиболее подходящую, т.е. планетарную модель атома.

При решении задач третьего уровня, применение известных схем, моделей, представлений ведет к нарушению соответствия между ними и реальной действительностью; т.е. к возникновению противоречия. На третьем уровне изменение представлений влечет за собой изменение понятийного аппарата теории<sup>x</sup>.

Например, фотоэффект, из одних представлений следует, что свет должен передавать энергию непрерывно, т.к. он волновой процесс, а из других – свет должен передавать энергию мгновенно, т.к. он не волновой процесс. Разрешение этого противоречия привело к изменению представлений о свете.

Существует и четвертый уровень научных задач, но для их решения недостаточны имеющиеся знания – приходится придумывать модели новым явлениям и, при необходимости, указывать пути их открытия. Изменение представлений носит гипотетический характер – до тех пор, пока задача не будет сведена на более низкий уровень.

Например, задача о квазарах. Имеется ряд «неизвестных»: расстояние до квазаров, из скольких звезд они состоят, какой характер имеет красное смещение (космологическое

расширение Вселенной или обычный Доплер-эффект) и т.д. Решение этой задачи будет зависеть от выбора исходных посылок и трактовки «неизвестных.».

Из приведенных характеристик уровней ясно, что фактором особенности для научных задач высокого уровня является противоречие. Таким образом, решение задач третьего уровня является источником развития понятийного аппарата теории.

В процессе решения задач происходит переход от одних представлений к другим. А каждый такой переход составляет единичный шаг развития науки... Совокупность единичных шагов дает представление о развитии науки в целом. Например, на смену квантовой гипотезе происходит теория Бора, которая со временем сменяется квантовой механикой...

Представления, теории, законы,... служащие для объяснения какого-то явления материального мира, составляют научную систему (НС). Научные системы, пусть плохо, но развиваются в соответствии с объективными законами развития системы.

Наука – это большая иерархическая система (Г.Л.Фильковский «Дифференциальные закономерности развитий научных представлений.»). В своем развитии она проходит несколько качественно отличающихся друг от друга уровней: представления, теории, законы, сама наука. Фундаментом любой науки являются представления об изучаемых явлениях и объектах. Как и в изобретательстве, в науке на разных уровнях иерархии действуют разные механизмы развития, проявляются разные закономерности.

Примерами научных систем являются три закона Кеплера, описывающие движение планет вокруг Солнца; постулаты теории Бора, необходимые и достаточные для объяснения устойчивости атома и поглощения и испускания атомом энергии; постулаты СТО Эйнштейна, объясняющие свойства пространства-времени.

**2.** Технология научного творчества имеет две четко выраженные компоненты. Первая – «добывание» знаний путем отражения реальной действительности и изобретение новых представлений о ней. Вторая – изобретение способов «добывания» и преобразование этих представлений. Эти компоненты взаимно дополняют друг друга. В самом общем виде процесс научного творчества выглядит так: сначала придумывается модель исследуемого объекта (явления), отраженного в нашем сознании в виде образа, а затем ее сравнивают с реальным объектом (явлением) и, при не соответствии ее реальному объекту (явлению), она преобразуется в модель, в которой устраняется это несоответствие. Такую же связь между представлениями об объекте и способе их преобразования можно наблюдать и в ТРИЗ. В ТРИЗ есть система законов, которая дает представление «что такое ТС?» и как ее преобразовывать и развивать, чтобы она выполняла требуемые функции. Здесь есть

особенность присущая ТС: развитие представлений о ТС влечет за собой развитие самой ТС в результате чего она приобретает новое качество. Например, рассмотрим обычный наклономер.

Наклономер – это обычный маятник связанный со шкалой и показывающий отклонение нити маятника от силовой линии поля тяжести, когда шкала меняет свое положение относительно горизонтальной плоскости.

Предположим, что нужно повысить точность наклономера. Но это значит, что нужно изменить представление, в котором предполагается что маятник должен отклониться только по силовой линии поля тяжести, следовательно, его чувствительность к полю будет зависеть только от его длины. Эти представления изменили, усилив действие существующего поля магнитным полем, за счет введения двух магнитиков, расположенных на концах шкалы. Итак, изменили представления, и изменился и сам наклономер.

Развитие и преобразование представлений в науке не влечет за собой изменение исследуемых объектов. Природные объекты развиваются сами, независимо от представлений, являющихся их отражением в нашем сознании.

Например, развитие представлений о свете. По теории Ньютона свет представляется в виде потока корпускул, в теории Френеля – волновым процессом, в теории Максвелла – колебаниями электромагнитного эфира, в теории Эйнштейна – квантами и, наконец, в современных представлениях – в виде волны-частицы. Сам же свет за время развития представлений нисколько не изменился.

**3.** Источником познания объективного мира является постоянное взаимодействие между опытом и теорией. Несоответствие между представлениями, вытекающими из опыта и представлениями теории, выражается в виде противоречия. Оно является источником развития представлений.

Противоречие выражает соотношение противоположных представлений об объекте. С одной стороны оно отражает объективное развитие материальных объектов или представлений, в которых противоположности существуют и, с другой стороны – неполноту наших знаний об исследуемом объекте.

Пример 7. В 1935 г. Кеезом было обнаружено, что, теплопроводность гелия 2 (при  $T^{\circ}$  ниже  $2,2^{\circ}$  К) в узких капиллярах в миллион раз больше, чем у самого теплопроводного металла – серебра. Но другие опыты показали, что вязкость гелия в тысячу раз меньше, чем у воды, а при переходе от гелия-1 к гелию-2 было замечено дополнительное уменьшение вязкости. Как это объяснить?

Известно, что чем сильнее взаимодействуют (связаны) атомы друг с другом, тем выше теплопроводность и, следовательно, вязкость. Вязкость при этом рассматривается как сила трения между соседними слоями атомов. Возникает противоречие: чтобы иметь высокую теплопроводность, слои атомов должны быть сильно связаны друг с другом и, чтобы иметь низкую вязкость, они должны быть слабо связаны друг с другом.

Пример 8. В большом Магеллановом Облаке был обнаружен переменный рентгеновский источник излучения. По мнению А.Энштейна источник является остатком Сверхновой звезды, вспыхнувшей 5200 лет назад. Но все известные остатки Сверхновых – постоянные источники излучения. Как это объяснить?

Итак, перед нами противоречие: чтобы быть остатком Сверхновой, излучение источника должно быть постоянным, но, чтобы соответствовать наблюдениям, излучение должно быть переменным.

Из примеров видно, что противоречие включает в себя противоположности, отражающие реально существующие и достоверно известные свойства исследуемого объекта. Суть противоречия в научных системах – противоположности, нарушающие единство представлений о свойствах изучаемого объекта: для одних наблюдений объект должен обладать одним свойством, а для других – другим.

Любой объект содержит и одновременно исключает в себе противоположные свойства. В научном творчестве единство противоположностей нарушается стремлением к отражению все более полной картины мира. С развитием теории, представления становятся все более адекватными реальной действительности. Это одна из тенденций развития НС. В технике это стремление к идеальности. В науке «идеальная» НС сама объясняет наблюдаемое явление, закономерность, свойство, исходя из минимума предпосылок.

В процессе развития НС встречается несколько типов противоречий. Исходя из симметрии и совпадения технологий научного и технического творчества в главном, логично предположить, что в НС существуют противоречия, аналогичные противоречиям в ТС, но отражающие особенности НС. Поэтому нет необходимости вводить новые понятия для обозначения противоречий в НС.

а) На поверхности любой задачи лежит **административное противоречие (АП)**: нужно что-то объяснить, но какие представления привлечь для этого – неизвестно. Эвристическая сила этих противоречий равна нулю.

Например, известно ряд фактов и явлений, которые наблюдались в районе Бермудского треугольника: сильные магнитные бури, понижение уровня океана, корабли без

пассажиров и команды... и наконец, открытие в этом районе океана сильных подводных течений, образующих гигантские воронки и т.п.

Какие факты взять за основу, чтобы все наблюдаемые здесь явления? Пока неизвестно. Хотя существует ряд гипотез: гигантская воронка, влияние внеземных цивилизаций, подводные озера и т.д. Наиболее перспективна связь всех явлений, на мой взгляд, с недавно открытыми подводными течениями...

Пример 9. Общепринято, что квазары – звездоподобные объекты - галактические ядра, спектр излучения которых имеет большое красное смещение; они во много раз ярче, любого из известных ядер галактик, хотя находятся на «краю» Вселенной; квазары – переменные источники излучения – они «мигают»; не имеют «соседей» с таким же красным смещением. Как объяснить эти противоречивые факты? Какое из представлений привлечь, чтобы объяснить, например, природу красного смещения: космологическое разбегание галактик или обычный Доплер-эффект? Не ясно.

б) В основе административного противоречия лежит **научное противоречие**: при попытке объяснить новое явление с помощью существующей НС нарушается единство представлений между существующей НС и представлениями вытекающими из опыта или между двумя существующими НС. Научное противоречие (**НП**) не дает конкретного ответа при решении задачи, т.к. выражает отношение между разными представлениями или объектами, но позволяет, как и ТП, отбросить сразу все «пустые пробы». В более простой форме НП выглядит так: объясним одно, но не объясним другое.

В примере 7 НП возникало между двумя представлениями: увеличению теплопроводности должно соответствовать увеличение вязкости и, наоборот. Но опыт показал другое: увеличению теплопроводности соответствует уменьшение вязкости. Можно и иначе сформулировать НП: объясним, например, увеличение теплопроводности действием какого-то механизма (ведь связь между теплопроводностью и вязкостью общеизвестна), но не объясним уменьшение вязкости. Дело в том, что НП отражает борьбу тенденций в НС, но какую из них выбрать для дальнейшего развития НС – дает анализ задачи.

Другой пример.

К концу 19 века были установлены 2 закона, описывающие распределение энергии по спектру света: - это закон Вина для коротких волн и закон Рэлея для длинных волн. Если применить закон Вина для всего спектра, то для длинных волн он расходится с кривой распределения, построенной по данным опыта. Если же привлечь закон Рэлея, то он не совпадет с реальной кривой в короткой части спектра. Итак, НП: объясним часть спектра (длинную или короткую), но не объясним весь спектр (интенсивность излучения).

В основе НП лежит физическое противоречие (**ФП**): к одному и тому же объекту НП или его части предъявляются взаимопротивоположные физические требования. Здесь ФП в



научных системах ничем не отличается от ФП в технических системах, т.к. они имеют дело с одними и теми же объектами материального мира. Уже из самого факта совпадения ФП следует, что основная часть арсенала средств ТРИЗ может быть перенесена в научное творчество.

ФП доводит противоположные представления до крайности, указывая на причину их несоответствия, т.е. конкретные физические состояния объекта, лежащие в основе представлений о нем.

Например, при попытке объяснить фотоэффект, возникает ФП: чтобы скорость вылетающего электрона не зависела от интенсивности (или энергии) пучка света, электрон должен принимать строго определенную порцию энергии, но, чтобы количество вылетающих из материала электронов зависело от интенсивности (энергии) пучка, электрон должен принимать разное количество энергии. Но фототок – это поток электронов. Отсюда ясен путь разрешения ФП.

Другой пример.

Изучая кристаллы, содержащие в качестве примесей редкоземельные ионы двух сортов, одни из которых способны поглощать длинноволновые инфракрасные лучи, а другие испускать коротковолновый видимый свет, авторы открытия обнаружили, что облучение такой системы потоком невидимых инфракрасных квантов вызывает видимое свечение. Это противоречило основному закону люминесценции, согласно которому в процессе преобразования излучения может происходить только увеличение длины. ФП: чтобы длина волны при излучении увеличивалась, ион-1 должен передать иону -2 часть поглощенной энергии, но чтобы при излучении длина волны уменьшалась, ион-1 должен передать иону-2 несколько частей (больше, чем поглотил) энергии.

В отличие от НП ФП дает четкое направление решения задачи. Оно отражает конфликт между свойствами объекта или ПС. Свойства, составляющие ФП, связаны с понятийным содержанием конфликтующих представлений.

Например, свойство электрона принимать строго определенное количество энергии и разное количество энергии, связано с понятием о свете, как объекте, имеющим строго определенную энергию.

Кроме приведенных типов противоречий существует еще один тип **противоречия: логическое (ЛП)**. Логическое противоречие отражает путаницу, логические ошибки и непоследовательность мысли. Оно обычно возникает при «линейном» обобщении каких-либо опытных данных или знаний на ту область, к которой они не относятся.

ЛП отражает несоответствие между уровнем, на котором находится объект и представлением, описывающим этот объект. Например, микромир нельзя описывать,

основываясь на принципах классической механики. Попытка однозначно определить бета-распад привела к представлению о нарушении закона сохранения энергии: электрон во всех случаях уносил энергию меньше, чем мог унести, остаток энергии не был обнаружен. Отсюда делался вывод, что, если энергия материнского ядра больше, чем энергия продуктов распада и разница не обнаружена, следовательно, нарушается основной закон сохранения энергии. Ошибка была в том, что в качестве исходного положения было постулировано состояние электрона (электрон уносит меньше энергии, чем мог унести), а не сам закон сохранения.

Другой пример.

Против теории Дарвина в свое время выступал инженер Дженкинс. Его возрождение состояло в следующем. Пусть имеется поле белых цветов. Допустим, что появился один красный цветок и пусть красный цвет более выгоден цветку, чем белый. Тем не менее красный цветок может скреститься только с белым – остальные цветы белые. Потомки будут розовыми. Эти потомки также скрестятся, в основном с белыми цветами – их гораздо больше. В следующих поколениях розовые цветы постепенно будут растворяться среди белых. Так за несколько поколений прогрессивный красный цвет бесследно исчезает и все остается как было.

Дженкинс так представил себе противоречие: для того, чтобы была верна теория Дарвина, признак от красного цветка должен передаваться целиком, а признак при передаче ослабевает. Он постулировал, что красный цвет выгоднее, чем белый и, что признаки красного цветка ослабевают при скрещивании. А далее он сделал из этого вывод, что элементарные признаки (красный и белый цвет) смешиваются. Ошибка Дженкинса состояла в том, что он постулировал ослабление красного цвета в белом, т.к. из опыта видел, что признаки передаются от обоих родителей.

Еще один пример ЛП – высказывание критянина Эпименида: «Все критяне лжецы».

Эпименид сам критянин. Следовательно, он лжец, то его заявление все критяне лгуны – ложно. Значит, критяне не лгуны. Между тем Эпименид как определено условием, - критянин, следовательно, но не лгун, и поэтому утверждение «все критяне лгуны - истинно». Таким образом мы пришли к взаимоисключающим предложениям. Одно из них утверждает, что высказывание является ложным, а другое квалифицирует это высказывание как истинное.

Подобные противоречия в литературе называют по-разному: софизмами, парадоксами, логическими противоречиями и т.п. Очевидно, подобные ЛП не следует разрешать, т.к.

его разрешение не имеет смысл. В этом случае ЛП снимается путем отрицания одного из ложных представлений.

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.

В СК-24 дана формальная процедура построения цепочки и перехода от одного противоречия к другому по схеме:

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

При этом цепочка обладает тем свойством, что достаточно разорвать такую цепочку в каком-то месте, как она вся рассыпается и, другие противоречия снимаются автоматически.

Однако, предложенная процедура построения и разрешения ЦП не решает ряд вопросов:

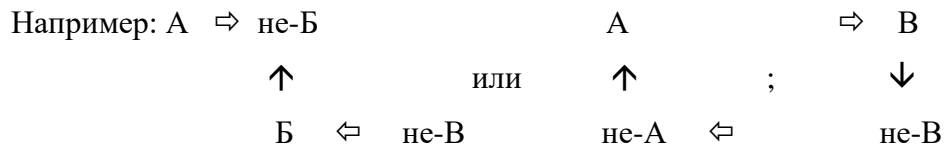
1. выбор нужного противоречия, т.к. разрешение не всякого противоречия выводит на решение;
2. в каком отношении ЦП находится с НП и ФП?;
3. не ясна связь между ЦП и моделью задачи;
4. как использовать ЦП при решении задачи по АРИЗ.

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, аналогичный правилам АРИЗ-77, позволяющий выбрать одно единственное правильное решение.

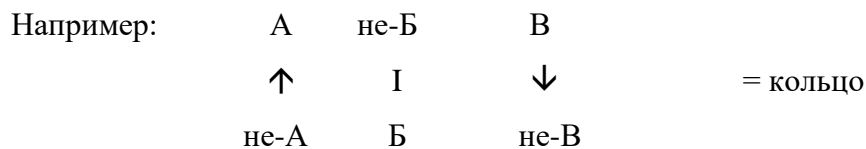
При построении ЦП следует учесть следующие особенности:

1. любая цепочка противоречий должна строиться на основе достоверных фактов (опытов, теорий, представлений). При этом, противоречия цепочки должны состоять из реальных свойств или представлений, вытекающих из них.
2. в зависимости от достоверно известных фактов ЦП может включать свойства (представления об) объекта, проявляющиеся на разных уровнях (системы, подсистемы и надсистемы).
3. если все достоверно известные факты взаимосвязаны, они обязательно должны войти в цепочку.

4. каждую из цепочек свойств (представлений)  $A \Rightarrow \text{не-}B \Rightarrow B$  и  $\text{не-}A \Leftarrow B \Leftarrow \text{не-}B$  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. Вертикальная стрелка показывает переход от представления, к достоверно известному факту, т.е. переход от недостоверного известного факта к достоверному.



5. Если при движении по 1-му или 2-му условию представление следует из какого-то факта, но из самого представления физически не следует новое и т.д., то такая цепочка является **логически замкнутой** для данной группы фактов. Такие логически замкнутые цепочки условно будем называть кольцами.



6. Разрешение цепочки противоречия следует начинать с основного противоречия кольца.

Например, в приведенном кольце основное противоречие  $\text{не-}B - B$ .

Учитывая отмеченные особенности, построим ЦП для примера 9.

$A$  – квазары имеют большое красное смещение, следовательно, они от нас убегают (по существующим представлениям).

$B$  – светимость квазаров во много раз ярче светимости ядер галактик.

$B$  – светимость квазаров меняется – они мигают.

$\Gamma$  – квазары не имеют соседей с такими же красными смещением.

Все приведенные факты находятся в явном противоречии друг с другом. И прежде чем построить ЦП, постулируем одно из представлений, например, что красное свечение связано с космологическим расширением Вселенной (официальная точка зрения). Теперь, исходя из постулируемого представления, найдем вторую часть противоречия для перечисленных фактов, путем их отрицания.

$\text{не-}A$  – квазары не убегают от нас, т.е. не «расширяются» вместе со Вселенной.

$\text{не-}B$  – квазары светятся слабо.

не-В – светимость квазаров не меняется, т.е. они не мигают.

не-Г – квазары имеют соседей с таким же красным смещением.

Основываясь на постулируемом представлении найдем физическое средство для каждого известного факта.

Из А следует, что квазары находятся далеко (на «краю») Вселенной – не-Д.

Из Б следует, что квазары – это скопление звезд – Е и оно находится близко –Д, т.к. сильно светится.

Из В следует, что квазары – это одна звезда – не-Е, т.к. много звезд не могут мигать одновременно.

Из А также следует, что квазары имеют соседей с таким же красным смещением – не-Г.

Построим цепочку противоречий:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{не-Г} & \Leftrightarrow & \text{А} & \Rightarrow & \text{не-Д} & \Rightarrow & \text{не-Б} & \Leftrightarrow & \text{не-Е} & \Leftrightarrow & \text{В} \\ \downarrow & & 1 & \uparrow & & 2 & & \downarrow & & 3 & & \uparrow \\ & & \text{Г} & \Rightarrow & \text{не-А} & \Leftrightarrow & \text{Д} & \Leftrightarrow & \text{Б} & \Rightarrow & \text{Е} & \Rightarrow & \text{не-В} \end{array}$$

Следует отметить, что ЦП охватывает сразу 3 уровня: систему – сам квазар; подсистему – его излучение; надсистему – связь квазара с другими объектами (положение во Вселенной). Причем, для каждого уровня можно составить отдельную цепочку, состоящую из физических противоречий, лежащих в основе фактов, относящихся к определенному уровню.

ФП для кольца 3 запишется так: чтобы обладать свойством В, квазар должен иметь свойство не-Е и, чтобы обладать свойством Б, квазар должен иметь свойство Е. Аналогично записывается ФП и для других колец. Отсюда ясно, что при решении задачи следует учитывать только следующие свойства (представления) ЦП:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{не-Г} & \Leftrightarrow & \text{А} & \Rightarrow & \text{не-Д} & = & \text{не-Е} & \Leftrightarrow & \text{В} \\ \downarrow & & \uparrow & & \text{Г} & & \text{Е} & & \\ \text{Г} & \Rightarrow & \text{не-А} & & \text{Д} & \Leftrightarrow & \text{Б} & \Rightarrow & \text{Е} \end{array}$$

Теперь достаточно разрешить любое из основных противоречий, как вся цепочка «рассыпается». Это связано с тем, что все кольца описывающие разные уровни системы, взаимосвязаны. Например, при разрешении противоречия не-Е – Е, в свойстве Б следует учитывать то, что из него вытекает свойство Д, относящееся к кольцу 2.

В отличие от задач содержащих одно ФП, охватывающее также одно явление, ЦП содержит сразу несколько ФП и охватывают комплекс взаимосвязанных явлений. Следовательно, технология решения задачи с ЦП должны учитывать связь между отдельными ФП. Но в целом технология разрешения конкретного ФП цепочки ни чем не будет отличаться от соответствующей технологии разрешения ФП в ТРИЗ.

В зависимости от количества явлений, объясняемой конкретной НС, НС можно условно подразделить на «малые» и «большие». «Малая» НС охватывает одно явление, например, теория гидрата аргона. ЦП для задач «малых» НС состоит из одного кольца. «Большие» НС охватывают определенную группу взаимосвязанных явлений, например, теория Бора, СТО. От ЦП задач «больших» НС составляют из нескольких колец. Обычно развитие «больших» НС растянуто во времени, т.к. построение всей цепочки, необходимой для построения самой НС, требует открытие всех фактов входящих в основные противоречия колец.

Пример 10. Согласно планетарной модели атома Резерфорда вокруг массивного ядра – солнца вращаются маленькие планеты – электроны, которые располагаются по разным орбитам, как планеты вокруг Солнца. Но в соответствии с классическими представлениями, которые рассматривали процесс излучения и поглощения как непрерывный волновой процесс, атом должен постоянно излучать энергию, т.е. вращающийся вокруг ядра электрон должен через некоторое время упасть в него. Но опыты показывают, что атом устойчив. Как это объяснить?

Итак, нам известны следующие факты:

А – электроны в атоме вращаются вокруг ядра.

не-А - электроны не вращаются вокруг ядра.

не-Б – электроны излучают энергию при вращении.

Б – электроны не излучают энергию при вращении.

В – атом устойчив.

не-В – атом не устойчив.

Постулируем, что уравнения Максвелла справедливы для вращающегося электрона.

Следовательно:

не-Г – электрон излучает энергию непрерывно.

Г – электрон излучает энергию прерывно.

Д – уравнения Максвелла справедливы для атома.

не-Д – уравнения Максвелла не справедливы для атома.

Построим цепочку противоречий:

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{не-В} & \Leftrightarrow & \text{не-Б} & \Leftrightarrow & \text{Д} & \Rightarrow & \text{не-Г} \\
 \downarrow & & & & \uparrow & & \downarrow \\
 \text{В} & \Rightarrow & \text{Б} & \Rightarrow & \text{не-Д} & \Leftrightarrow & \text{Г}
 \end{array}$$

Для разрешения этой ЦП Бор отверг 1-е условие и постулировал 2-е ( $\text{В} \Rightarrow \text{Б} \Rightarrow \text{не-Д} \Leftrightarrow \text{Г}$ ): атом устойчив; электроны не излучают при вращении вокруг ядра; уравнения Максвелла не справедливы для атома; электрон излучает прерывно. Теперь нетрудно прийти к двум постулатам Бора.

Следует отметить, что при решении задач, в которых одно из условий не содержит достоверного факта, необходимо отказаться от условия (системы) несущего противоречие и перейти к другому условию. Этот же прием можно наблюдать и в задаче об источнике тепла Солнца.

Как уже отмечалось, противоречие, с одной стороны, отражает объективное развитие материальных объектов, в которых противоположности существуют, и, с другой стороны – неполноту наших знаний об исследуемом объекте. Реальные свойства, составляющие противоречие, относятся к разным уровням организации объекта (подсистеме, системе и надсистеме). Следовательно, весь смысл разрешения противоречия будет заключаться в том, что противоположности разносятся между системами объекта так, чтобы они уже сами по себе противоречия не составляли. Суть системного подхода к разрешению противоречия хорошо изложена в статье Г.Л.Фильковского «Дифференциальные закономерности развития научных представлений»: «Системное представление объекта в соответствии с которым каждый объект рассматривается как система состоящая из подсистем и входящая в состав надсистемы, и обеспечивающая возможность совмещения в одном объекте противоположных свойств. Изменение представлений на каждом единичном шаге развития свойств состоит в повышении степени системности».

Итак, в процессе научного творчества происходит перестройка и развитие научных систем, ведущее к повышению их степени системности.

**4.** Существуют несколько путей развития НС. Здесь будут рассмотрены несколько из них.

а. Теория является **обобщением серии опытов**. Базой для изобретения и развития НС являются **обнаруженные новые свойства, явления и закономерности**.

Например, исследуя рассеяние альфа-частиц Э.Мароден обнаружил, что альфа-частицы отклоняются на очень большие углы со слишком большой вероятностью, чтобы это можно было объяснить, не прибегая к гипотезе о наличии в атоме массивного ядра очень малых размеров, тем более, что одна из 8000 частиц отражается назад. Резерфорд понял,

что «такое рассеяние назад должно быть результатом однократного столкновения и, произведя расчеты, увидел, что это никоим образом невозможно, если не предположить, что подавляющая часть массы сконцентрирована в крошечном ядре».

Другой пример.

Исследуя свойства жидкого гелия-2 П.Л.Капица пришел к противоречию: чтобы иметь очень низкую вязкость, атомы гелия должны очень слабо взаимодействовать друг с другом, но, чтобы иметь высокую теплопроводность, они должны очень сильно взаимодействовать друг с другом. Это противоречие он разрешил постановкой серии опытов, анализируя которые пришел к выводу, что гелий-2 имеет два состояния: нормальное и сверхтекучее. Обобщая опыты Капицы Л.Д.Ландау создал теорию сверхтекучести, рассматривая в ней гелий как кванту жидкость, подчиняющуюся законам квантовой механики.

б. Теория появляется в результате **открытия новых закономерностей** на базе уже известных и вновь обнаруженных явлений. Открытие нового явления еще не меняет существующей НС, даже если оно не укладывается в него. Возникшее противоречие разрешается открытием новой закономерности у исследуемого объекта.

Например, объяснение фотоэффекта. Еще в 1886 г. Г.Герц заметил влияние ультрафиолетового света на длину искры при электроискровом разряде. Дальнейшее изучение этого явления привело к открытию ряда закономерностей. Так, при облучении металлической пластинки лучами определенной длины, из металла вылетали электроны. При этом

1. Кинетическая энергия вылетающих электронов не зависела от интенсивности падающего света;
2. Фотоэффект происходит тем интенсивнее, чем меньше длина волны или больше частота действующих лучей.
3. Увеличение энергии лучей за счет амплитуды не вызывает увеличения энергии вылетающих электронов.
4. Весь процесс происходит мгновенно, почти безинерционно.

Исследуя эти частные закономерности, Эйнштейн дал им качественное и количественное объяснение, используя при этом гипотезу Планка о квантах света, т.е. он открыл новую закономерность материального мира, в которой кванты уже не гипотеза, а реальное свойство света.

Еще один пример из СК-24.

До появления теории Дарвина были известны следующие факты:

А – все организмы имеют общность происхождения. Но это можно допустить, если:



а – организмы имеют кровную связь. Но чтобы доказать это нужно предположить:

не-б – возможность превращения от одного организма в другой, наиболее к нему близкий, т.е. относящийся к одному виду, но другие наблюдения показывают, что:

Б – эти виды не изменяются и не превращаются один в другие и т.д.

Здесь возникает противоречие:

$$\begin{array}{ccc} A \Leftrightarrow a \Leftrightarrow \text{не-Б} & & A \Leftrightarrow a \\ \uparrow & & \downarrow \\ \text{не-А} \Leftrightarrow \text{не-а} \Leftrightarrow Б & \text{, где НП:} & \text{I} \\ & & \text{не-а} \Leftrightarrow Б \end{array}$$

Можно развить ЦП дальше, указывая на причины неизменяемости видов.

Из Б следует, что признаки от одного организма не должны передаваться к другому, но с другой стороны, они как-то передаются (б - В).

Постулируя, что признаки все-таки передаются, можно разрешить следующее противоречие: чтобы признаки от одного организма передавались другому (В), организмы должны принадлежать одному виду (в) и, чтобы виды не изменялись и не превращались один в другой (Б), организмы должны принадлежать разным видам (в). Это противоречие разрешено во времени между двумя подсистемами: организмы меняются со временем – сначала принадлежат одному виду, а потом изменяются и расходятся по разным видам. Отсюда первое положение теории Дарвина – ПОЛОЖЕНИЕ ОБ ЭВОЛЮЦИИ ВИДОВ.

Разрешение этого противоречия поставило новую задачу: организмы изменяются и в тоже время другие наблюдения показывают, что они ПРИСПОСОБЛЕННЫ. Как это объяснить?

Составим следующую ЦП:

Г – приспособленных организмов должно быть мало, - это вытекает из изменчивость видов.

не-Г - приспособленных организмов должно быть много (в идеале - все).

$$\begin{array}{ccc} \text{не-Б} & \Leftrightarrow & Г \\ \uparrow & & \downarrow \\ Б & \Leftrightarrow & \text{не-Г} \end{array}$$

ФП: приспособленных организмов должно быть мало, чтобы они изменялись и превращались друг в друга и, их должно быть много, чтобы они не изменялись и не превращались друг в друга и, их должно быть много, чтобы они не изменялись и не превращались друг в друга. Противоречие разрешено во времени между над системой и системой: все организмы приспособлены, но они входят в надсистему организмов, в которой составляют лишь малую часть. Эти другие организмы были раньше, а потом исчезли. Так появилось второе положение Дарвина – ПОЛОЖЕНИЕ ОБ ОТБОРЕ. Но тут

же возникла новая задача: почему исчезают неприспособленные организмы, кто осуществляет отбор в природе?

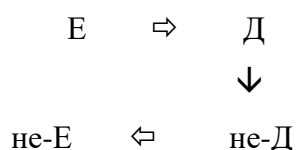
Составим новую ЦП:

Е – неприспособленные организмы исчезают.

не-Е – приспособленные организмы не исчезают.

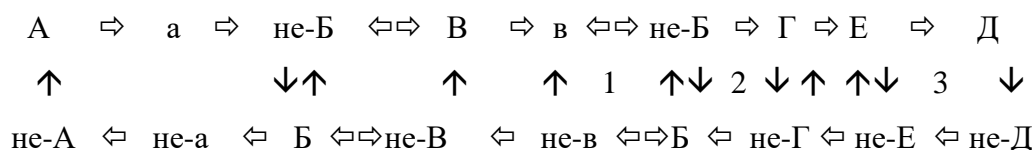
Д – есть некто, осуществляющий отбор.

не-Д – «некто» нет.



Разрешение этого противоречия привело к третьему основному: ПОЛОЖЕНИИ О ЕСТЕСТВЕННОМ ОТБОРЕ.

Итак, для получения трех положений теории Дарвина пришлось разрешить следующую цепочку противоречий.



Каждое из колец ЦП дает при разрешении одно из положений теории Дарвина.

в. Теория появляется в результате планомерного развития представлений на основе знания законов развития НС.

Например, сознательное применение одного из механизмов развития представлений ИКР к эволюции растений позволило Г.Г.Головченко открыть ветроэнергетику растений.

Другой пример.

Сознательное применение чего-то вроде оператора РВС при решении изобретательской задачи, позволило Г.С.Альтшуллеру придти к открытию удивительных свойств газов, проявляющихся на больших глубинах. Выяснилось, что у каждого газа есть своя критическая глубина, на которой он меняет свое агрегатное состояние, приобретая плотность больше единице. Такой «газ» просто-напросто потонет. Следовательно, при определенных условиях в океанских глубинах могут существовать «озера» сжиженных «газов».

Сознательное применение некоторых законов или приемов развития представлений позволяет заранее подсказать ряд свойств, явлений или закономерностей материального мира.

Например, расположив все элементы в порядке возрастания атомных весов Менделеев обнаружил, что не все клетки таблицы заняты. Сознательно используя прием непрерывности (возрастание атомных весов и свойств соседних элементов) и прерывности (свойств элементов, повторяющихся через определенный период) Менделеев нашел атомные веса всех отсутствующих элементов и предсказал их свойства. Например, экабор, экаалюминий и экасилиций (скандий, галлий и германий) вскоре после предсказания были открыты:

	2	3	4	5
2	Be 9	B 11	C 12	N 14
3	Mg 24	Al 27	Si 28	P 31
4	Ca 40 Zn 65	?  ?	T 48 ?	V 51 As 75
5	Sr 88	Y 89	Zr 91	Nb 94

Еще один пример.

Имея представление о звезде, как статичном газовом шаре, Цвики и Бааде решили представить себе как происходит процесс образования нейтронных звезды и все последствия взрыва Сверхновой. Они сознательно использовали прием переход к антисистеме, т.е. отказались от представлении о звезде как о статическом газовом шаре и рассмотрели весь процесс в динамике, предсказав существования нейтронных звезд. А затем используя прием уменьшения размера звезды до тех пор, пока не появятся качественные изменения, они вплотную подошли к предсказанию «черных дыр».

Фактически они предсказали ряд объективных закономерностей, появляющихся при эволюции звезд.

Рассмотренные пути развития НС находятся в тесном взаимодействии друг с другом. Как заметил академик Капица, потребность связи между опытом и теорией непосредственно вытекает из потребности развития самой науки.

**5.** В положении об открытиях записано: «Открытием признается установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материально мира, вносящих коренные изменения в уровень познания.»

Определение понятия «открытия» основывается на том положении диалектики, что мир есть закономерное движение материи, которая с большим или меньшим приближением отражается в нашем сознании в процессе познания природы.

Теперь мы знаем, что механизм научного творчества заключается в перестройке и развитие НС. Но не каждое научное открытие, признанное по Положению открытием,

развивает наши представления о материальном мире<sup>x</sup>. Представления развиваются в результате решения конкретных противоречий. С этих позиций мы и рассмотрим, насколько определение открытия по Положению соответствует его содержанию.

<sup>x</sup> Здесь имеется ввиду изменение (развитие) понятийного содержания представления.

Определение охватывает три категории открытий: открытие закономерности, свойства и явления. Но оно не отражает соотношение между этими категориями и уровнем коренных изменений, вносимых ими в систему познания. Задачи, возникающие перед открывателем закономерностей, свойств и явлений также различны, как и различны по содержанию эти категории открытий.

Открыть неизвестную ранее объективно существующую закономерность – значит установить внутреннюю, повторяющуюся существенную связь явлений и выразить ее в виде количественных соотношений. Например, открытие Менделеевым периодического закона, согласно которому свойства химических элементов зависят от заряда атомного ядра.

Открытие закономерности отличается широтой охвата класса явления и, как правило, отражает сущность, механизм явления.

Открыть явление – значит обнаружить формы проявления сущности материального объекта. Как правило обнаружение явления не требует объяснения его сущность, т.к. установление внутренних и внешних связей между явлениями проявляется как открытие закономерности. По замечанию К.Маркса: «Противоречие между сущностью и явлением и обуславливает характер процесса познания». Можно уточнить – противоречия между формой явления и его содержанием.

Открыть свойства объектов - значит обнаружить ранее неизвестные свойства объектов, проявляющиеся при взаимодействии с другими объектами и явлениями. Свойство – это качественный признак, составляющий отличительную способность какого-либо материального объекта.

Например, свойство реимплантационной активации мышц обеспечивает повторное развитие функционирующего органа на месте удаленной мышцы.

Как видно из характеристик категорий, трактуемых Положением открытиями, вносящие коренные изменения в уровень познания, - не соответствуют основному содержанию научного творчества. Собственно говоря, уровень познания изменяет не само открытие, а измененное представление, вытекающее из него, или повлекшее его открытие. А такие категории, как открытие свойства или явления сами по себе не развивают понятийного содержания представлений. Как заметил В.И.Ленин: «Мир – это закономерное движение материи и научные открытия отражают процесс закономерности этого движения».

**6.** В зависимости от характера решаемых задач в литературе различают три типа задач: открывательские, научные и исследовательские. Им не даны четкие определения и не установлены границы между ними. Ниже сделана попытка дать общее определение этим типам задач.

Открывательские задачи – задачи связанные с получением нового открытия. Методика решения этого типа задач должна отражать технику поиска новых открытий на базе существующих представлений НС.

Научные задачи – задачи относящиеся к той части научного творчества, которая связана с изобретением и развитием НС 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<sup>x</sup>.

<sup>x</sup> См. подробно Г.С.Альтшуллер «Как делаются открытия, 1960 г.»

Все три типа задач объединяет общая технология творческого процесса, заключающаяся в преобразовании и перестройке представлений об исследуемых системах.

В самом общем виде задачи можно разделить на две группы.

1. Открытие или создание новой научной системы.

Например, обнаружено явление или свойство объекта, нужно объяснить их. Задача решается придумыванием теоретической модели, отражающей форму или сущность реального явления или свойства, не противореча представлениям, вытекающим из опыта.

В опытах Марсдена было обнаружено отклонение альфа-частиц на большие углы по отношению направлению движения. Резерфорд придумал такую модель этому явлению, которая не противоречила представлениям, вытекающим из опыта.

Сюда же относятся задачи, связанные с обнаруженными закономерностями, которые нужно объяснить или дать количественное описание формул. Например, открытие периодического закона Менделеевым, или открытие всемирного тяготения Ньютоном.

К открытию 4-го закона Ньютон не выдвигая какую то смелую гипотезу, а на основе систематического строгого анализа всех известных фактов движения планет. Эти факты выражались тремя законами Кеплера.

1. Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокуса которого находится Солнце.

2. Радиус-вектор проведенные от Солнца к планете, покрывает равные площади за равные промежутки времени.

3. Кубы больших полуосей эллипса пропорциональны квадратам периодов обращения.

Исходя из 2-го закона механики Ньютон установил, что орбиты, определенные согласно законам Кеплера вполне достаточны для вычисления «????????????» в выражении  $F = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2}$ . Где F – сила заворачивающая Луну к Земле и заставляющая падать яблоко.

Предположив, что планеты описывают эллипс близкий к окружности и учитывая 3-й закон Кеплера, Ньютон вывел свою знаменитую формулу:

$$F = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2};$$

2. Открытие новых явлений, свойств или закономерностей на основе существующих или новых научных систем.

Например, в 1962 г. Д.Джозевсон на основе чисто теоретического анализа явления сверхпроводимости пришел к заключению, что «сверток», состоящий из пар электронов, коррелированный определенным образом, можно заставить течь через зазор в 10 А. заполненный изолятором, и разделяющим два сверхпроводника. При этом туннелирование пар осуществляется за счет волновой природы электронов. А если через эту цепь пропустить постоянный ток, то он вызовет излучение высокой частоты, исходящее из зазора, что значит, что в зазоре возникает переменный ток высокой частоты. Опыт подтвердил это предсказание.

Другой пример.

После создания СТО теоретически был предсказан эффект возникновения рентгеновского фона вокруг воронки «черной дыры» при аккреции в нее вещества.

Открытие закономерности как правило связаны с обобщением большого количества опытных фактов или разрешением цепочки противоречий.

Например, сравнивая колебания тяжелого и легкого маятника, Галилей пришел к выводу, что период колебания не зависит от веса груза. Движение маятника – замедленный вариант падения тела, а значит, - все тела падают с одинаковым ускорением.

Еще один пример. К концу 1924 г. Точка зрения, согласно которой электромагнитное излучение ведет себя двояко: как волна и как частица, стала общепризнанной. Луи де Бройль, применив принцип симметрии между излучением и веществом, обобщил это представление на всю материю. Дениссон и Джермер в своих опытах подтвердили этот важный вывод.

Дальнейшую дифференциацию задач предполагается производить по классам ФП и количеству представлений, необходимых для создания НС о конкретном явлении, свойства или закономерности.

7. Технология решения творческих задач в науке и технике совпадают в главном. В обоих случаях речь идет о перестройке представлений о системах. Творческие задачи – и на открытие и на изобретение ставятся одинаково: «Дана система, имеющая такие-то недостатки. Необходимо придумать новую систему, лишенную недостатков.» Для науки, так же как и для техники справедлив постулат о закономерном развитии НС и возможности познания и использования законов развития для сознательного решения задач, считающихся творческими, - без перебора вариантов и без расчета на озарение или случайную удачу.

Совпадая в главном, задачи в науки и техники имеют свои особенности, принципиально не влияющие на технологию решения, но играющие определенную роль при постановке задач и внедрение готового решения.

Одна из особенностей состоит в том, что для постановки и решения задач в технике достаточны имеющиеся в науке и технике знания. Для решения же задач в науке этих знаний недостаточно. Научные задачи содержат много неизвестных, поиск которых требует проведения эксперимента. Тогда как в технике достаточно произвести расчет.

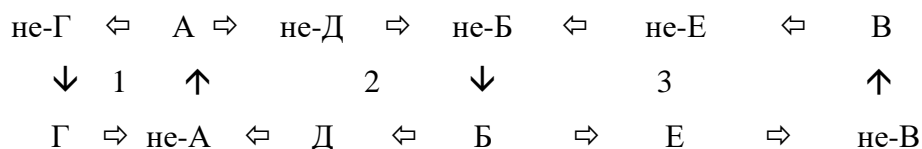
Другая особенность проявляется на стадии «внедрения»: представления о новой ТС воплощаются в металле; представления о ПС применяются для объяснения явлений в природе.

Эта особенность НС осложняет дифференциацию научных задач, т.к. в отличие от техники, где дифференциация задач производится по «вепольному» признаку, в науке дифференциации подлежат представления.

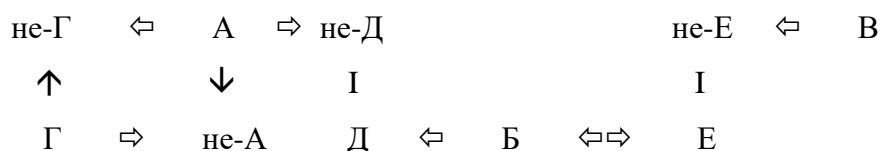
Решение научной задачи, так же и технической начинается с выбора и постановки наиболее перспективной задачи. При построении модели научной задачи наибольшую трудность представляет выбор «нужного» противоречия. Трудности не возникают, если условие задачи включает одно противоречие. Если же условие задачи состоит из цепочки противоречий, то выбор становится неопределенным. В АРИЗ эта трудность снимается рядом правил, позволяющим однозначно выбрать нужное противоречие и построить модель задачи. Отмеченная трудность осложняется и тем, что решение научной задачи не требует изменения элементов, входящих в модель задачи, - изменяются представления об этих элементах. Решение же технической задачи требует изменения не только представлений об элементах ТС, но и изменения самих элементов ТС. Но эта трудность снимается, если исходить из причин, вызвавших необходимость изменения представлений об элементах ТС и ПС. Такой причиной является нарушение единства представлений о свойствах элемента в рамках конкретной НС (о ПС или о ТС). Таким образом, в качестве «изменяемого элемента» при решении научных задач следует выбирать тот, в котором

нарушено единство представлений о его свойствах в рамках конкретной НС. Обычно конфликт возникает между двумя представлениями: существующими и вытекающими из противоречащего этим представлениям опыта. Тогда модель задачи может быть записана так: Элемент (о котором нарушено единство представлений) должен обладать свойством «С» (по существующим представлениям), но, как показывает опыт, он обладает свойством «не-С». Дальнейшее решение этой задачи по АРИЗ. Как было показано в ряде статей Г.Л.Фильковского и Г.С.Альтшуллера, а также при решении конкретных научных задач, такие механизмы АРИЗ как ИКР и ФП являются необходимыми компонентами теории решения научных задач. Здесь особых трудностей не возникает. Поэтому остановимся на вопросе решения научных задач, представленных в виде цепочки противоречий. Для наглядности рассмотрим пример 9. (условия см. стр. 7, 10).

Цепочка противоречий записанная на странице 10 является моделью задачи со многими неизвестными.



Но данную ЦП со многими неизвестными можно привести к ЦП с двумя неизвестными, оставив в ней только достоверно известные свойства квазаров и свойства вытекающие из них.



Неизвестными величинами являются «не-Д - Д» (или А - не-А) и не-Е -Е. достаточно определить одну из них, как задача станет разрешимой далее и с помощью схемы. Аналогичной схеме АРИЗ. Но в нашей задаче эти «величины» неизвестна, поэтому решение следует начинать с того кольца, которое имеет одно неизвестное. Это кольца 1 и 3. Рассмотрим, например, кольцо 3. Но прежде чем построить модель задачи для кольца 3, нужно постулировать одно из достоверных известных свойств. Здесь следует придерживаться следующей рекомендации: постулировать нужно то свойство (представление), которое находится в одной цепочке с условием, вытекающем из существующих представлений. Для кольца 3 нужно постулировать свойства

$\text{В} \Rightarrow \text{не-Е} \Rightarrow \text{не-Б}$ , т.е. квазар – это «мигающая звезда», имеющая слабую светимость. В этом случае конфликт возникает между свойствами. В (квазар «Мигает») и Б (квазар имеет высокую светимость), которые нарушают единство представлений о квазарах: квазар должен быть одной звездой, чтобы «мигать» и множеством звезд, чтобы ярко



светиться. Следовательно, изменяемыми представлениями будут «не-Е - Е», а «изменяемым» элементом сам квазар. Запишем модель задачи:

$$\begin{array}{ccc} \text{не-Е} & \Leftrightarrow & \text{В} \\ & \text{I} & \\ \text{Б} & \Leftrightarrow & \text{Е} \end{array}, \text{ которая записана в виде физического противоречия.}$$

Противоречие легко разрешается между парой состояний квазара: квазар мигает как одна звезда, но светится как много звезд, т.к. находится близко к нам (это следует из Б)  $\text{Б} \Leftrightarrow \text{Д}$ .

В целом после построения модели задачи, дальнейшее решение идет по схеме АРИЗ. При этом ИКР формулируется автоматически: квазар сам ярко светится как множество звезд (Б), сохраняя способность мигать как одна звезда (В).

Итак, разрешив противоречие 3-го кольца следует перейти к следующему по цепочке, т.е. ко 2-му. Теперь постулируем, что квазар ярко светиться и находится близко от нас, т.е.  $\text{Б} \Leftrightarrow \text{Д}$  и решим задачу с новым противоречием:

$$\begin{array}{ccc} \text{А} & \Leftrightarrow & \text{не-Д} \\ & \text{I} & \\ & \text{Д} & \Leftrightarrow \text{Б} \end{array}$$

ФП: чтобы ярко светиться, квазар должен быть близко, но, чтобы иметь большое красное смещение, он должен быть далеко. Это противоречие так же легко разрешается: квазар находится близка, но имеет большое красное смещение (движется с большой скоростью), как будто-бы находится далеко. При правильном разрешении противоречия 3-го кольца, решение может быть получено автоматически, т.е. считыванием условия, при котором разрешается противоречие не-Е – Е:

$$\text{В} \Leftrightarrow \text{не-Е} \text{ --- } \text{Е} \Leftrightarrow \text{Б} \Leftrightarrow \text{Д} \Leftrightarrow \text{не-А} \Leftrightarrow \text{Г}.$$

Если прочитать это условие, то получится следующее решение: квазар мигает как одна звезда (он одна звезда), но светится как много звезд, т.к. находится близко, он не «убегает» вместе со Вселенной (т.е. это не космологический Доплер-эффект, не расширение Вселенной), т.к. вокруг него нет соседей с таким же красным смещением.

Общее решение ЦП получено, но осталось одно противоречие связанное с природой самого квазара: чтобы иметь большое красное смещение, т.е. большую скорость относительно нас и находится близко от нас, квазар должен иметь дополнительный источник энергии – больший, чем энергию, получаемую при расширении Вселенной, и не должен иметь такого источника, чтобы быть звездой. С самого начала мы постулировали, что квазар природный объект и, следовательно, источником его энергии могут быть известные нам виды энергии. Разрешив последнее противоречие, получим: квазар –

искусственный объект, но наблюдается нами как природный. По гипотезе Г.С.Альтшуллера, квазары – это фотонные ракеты движущиеся от нас. Возникает вопрос, а почему тогда нет «квазаров» с фиолетовым смещением? Ответ очевиден: сопло фотонных ракет направлено от нас. Следовательно, если удастся обнаружить у квазаров боковое красное смещение, - гипотеза будет доказана.

При решении изобретательских задач также возникают цепочки противоречий. Особенно это характерно для задач, имеющих несколько конфликтующих пар. Например, рассмотрим задачу о молниеотводе.

Из ситуации задачи следует, что вся система (молниеотвод – радиотелескоп – радиоволны - молния) обладает следующими свойствами:

А – молниеотвод хорошо ловит молнию;

Б – молниеотвод наводит радио тень;

В – молниеотвод должен быть – это следует из А (чтобы ловить молнию);

По условию задачи нам нужно, чтобы молниеотвод не создавал радио тени (не-Б).

Построим цепочку противоречий.

$$\begin{array}{ccccccc}
 A & \Rightarrow & B & \Rightarrow & B \\
 \uparrow & 1 & \uparrow\downarrow & 2 & \downarrow \\
 \text{не-}A & \Leftrightarrow & \text{не-}B & \Leftrightarrow & \text{не-}B
 \end{array}$$

В соответствии с правилом 3 мы должны принять (постулировать) условие, что «отсутствующий» (не-В) молниеотвод не наводит радио тени, но и не ловит молнии (не-А), т.е. не-Б  $\Rightarrow$  не-В  $\Rightarrow$  не-А. конфликт возник между двумя кольцами, отсюда и каноническая форма записи при ее решении по АРИЗ. Причем, каждое из колец отражает одно из постулируемых условием задачи требований: полезное А и требуемая не-Б. Чтобы решить задачу, нужно разрешить противоречие В --- не-В, т.е.

$$\begin{array}{ccc}
 A & \Rightarrow & B \\
 & & I \\
 \text{не-}B & \Leftrightarrow & \text{не-}B .
 \end{array}$$

**8.** В науке, так же как и в технике, при решении задач применяются приемы разрешения противоречий. Некоторые приемы описаны Г.Л.Фильковским в СК-24. Но есть часть приемов, известных как приемы разрешения противоречий в ТС, которые также применяются при решении научных задач. Это закономерно, т.к. ФП в науке ни чем не отличается от ФП в технике. Приведем несколько примеров.

1. До Эйнштейна считали, что скорость света всегда зависит от скорости системы отсчета. И нужно было применить прием наоборот – скорость света не зависит от скорости системы отсчета, чтобы придти к основному постулату СТО.

2. По существующим в 50-е годы представлениям, образованием белка в клетке должно происходить по схеме: ДНК → РНК → белок, т.е. определенная последовательность частей состава ДНК должна определять аналогичную последовательность частей состава молекулы-матрицы РНК, вызывая большое разнообразие видов белков. Но другие исследования показали, что большое видовое разнообразие состава ДНК не сопровождается аналогичным видовым разнообразием состава РНК, т.к. процесс происходит по схеме ДНК → белок. Как это может быть?

ФП: чтобы образование белка происходило по 1-й схеме, РНК должна быть однородна по составу с ДНК, но, чтобы образование белка происходило по 2-й схеме, РНК не должна быть однородной по составу с ДНК.

Противоречие разрешено системным переходом: в целом молекула РНК неоднородна с ДНК, но одна из ее подсистем однородна с ДНК, - она и способствует синтезу большого видового разнообразия белков. Одновременно здесь применен прием однородности – неоднородности взаимодействующих объектов: неоднородные системы, взаимодействующие друг с другом или образующие новую систему, должны иметь однородные части (подсистемы) – через посредство которых осуществляется взаимодействие или синтез.

3. в примере со сверхпроводимостью применен парный прием: объединение электронов в пары в условиях сверхнизких температур и распад (дробление) пар при нормальных условиях.

4. В примере 10 приведен прием объединения на микро-уровне: ионы, поглощающие инфракрасное излучение, объединяются в систему способную возбудить ион испускающий оптическое излучение. Природная система сама разрешает возникшее перед ней противоречие.

Этот же прием применяется при решении Качугиным задачи академика Лисипина (Г.С.Альтшуллер « Творчество как точная наука», М-79, стр.52).

5. Наблюдая радиоактивный распад ядер, помещенных в магнитное поле, Ц.Ву заметила, что из ядер вылетают электроны и антинейтроны или позитроны и нейтрино. Причем, электроны вылетают преимущественно под тупыми углами к направлению магнитного поля. Между тем по закону зеркальной симметрии острые и тупые углы должны были бы встречаться одинаково часто, но зеркальное изображение опыта выглядит не так, как сам опыт в прямом противоречии с законом зеркальной симметрии. При зеркальном отражении нейтрино не переходит в антинейтрино. Это противоречие разрешается применением принципа асимметрии: нейтрино – зеркально несимметричная частица, которая, благодаря своему спину, вращается по часовой стрелке. Теперь при отражении в

зеркале вся картина из правого винта превратилась в левый. Опыты подтвердили это решение Ландау. Для решения же всей проблемы применен более сложный прием – системный переход с принципом асимметрии: нейтрино (подсистема) несимметрична, но в целом весь процесс распада ядра симметричен.

Нет сомнений, что основная часть приемов разрешения противоречий, известная в ТРИЗ, успешно может быть перенесены на научное творчество. Но помимо приемов разрешения противоречий существуют приемы обнаружения новых явлений и закономерностей, которые применяются при решении открывательских и исследовательских задач. Эти приемы описаны в статье Г.С.Альтшуллера «Как делаются открытия».

Пополнение фонда приемов для решения научных задач – одна из важных задач в становлении теории решения научных задач.

**9.** Мир техники – это мир технических систем. Их развитием занимается техническое творчество. Представления возникающие при этом сводятся в систему представлений (НС) о конкретной группе ТС. Развитие этих систем представлений влечет за собой развитие ТС.

Существует мир природных систем (ПС). Их изучением занимается научное творчество. Представления, возникающие при этом, сводятся в системы представлений (НС) о конкретной группе ПС. С развитием НС увеличивается степень соответствия ее представлений более полному отражению реальных ПС.

И природные и технические системы едины по своей материальной сущности. Едины и пути развития систем представлений об этих типах систем, т.к. они в одинаковой мере подчинены законам диалектики. Об этом убедительно говорит решение ряда научных и исследовательских задач с помощью представлений ТРИЗ, перенесенных на научное творчество. Например, объяснение парадокса, связанного с эффектом Россела, открытия ветроэнергетики растений, изобретение поиска внеземных цивилизаций, исследование дефектов в пленках двуокиси кремния, выдвинутая гипотеза о двуокиси квазаров.

Развитие теории технического и научного творчества показывает, что на данном этапе существуют два подхода (две идеологии) к проблеме творчества: диэлектрический – путь развития ТРИЗ – основанный на представлении о закономерном развитии систем представлений о ТС и ПС и возможности познания и сознательного управления им, и метафизический – путь абсолютизации и развития метода проб и ошибок – путь игнорирующий объективные закономерности развития представлений о ТС и ПС. Эти две идеологии с появлением ТРИЗ вступили в противоборство. Но увеличение сферы действия ТРИЗ убеждает в несостоятельности метафизических представлений о

непознаваемости природы творчества и невозможности его формализации. Это закономерный процесс становления любого изучения. И так будет до тех пор, пока в технологии производства новых знаний не утвердятся новое учение о творчестве.

26.02 1979 г.