



Международная ассоциация ТРИЗ
Префектура Восточного административного округа
города Москвы



ТРИЗ АНАЛИЗ.

Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач

Библиотека Саммита Разработчиков ТРИЗ.

Выпуск 1.

Сборник научных статей.

ТРИЗ Анализ. Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач, сост. Литвин С.С., Петров В.М., Рубин М.С., Библиотека Саммита Разработчиков ТРИЗ. Выпуск 1, Москва, 2007 г. - 105 с.

Сборник научных статей "ТРИЗ Анализ. Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач" для специалистов по ТРИЗ, инженеров и изобретателей, специалистов в области развития систем. Сборник включает актуальные разработки специалистов по ТРИЗ в области анализа проблемных ситуаций и выбора задач. В него вошли работы методически-прикладного и научно-исследовательского характера, обзорные работы, постановки направлений исследований в этой области.

ТРИЗ-анализ систем, выявление проблемных ситуаций и постановка задач стали одними из самых активно развивающихся направлений в современной ТРИЗ. Разрабатываются методы, основанные не только на анализе существующих противоречий развития. Создаются и другие методы синтеза систем и выявления новых задач, основанные на анализе закономерностей развития, объединении свойств различных систем, анализе имеющихся ресурсов. Создаваемые методы выходят за рамки только технических систем.

Предлагаемый сборник является первым в серии научно-методических материалов Библиотеки Саммита Разработчиков ТРИЗ.

© Составители Литвин С.С., Петров В.М., Рубин М.С.
Верстка и Дизайн: М. Букин

Содержание

Герасимов В. М., Кожевникова Л. А. Альтернативный подход к постановке задач.	4
Кожевникова Л.А. Альтернативный подход к постановке задач. Обзор-эссе.	10
Аксельрод Б. М. Анализ обусловленности взаимодействий как системообразующий подход при исследовании ситуаций и систем.	17
Абрамов О. Ю. Выбор технической системы для усовершенствования.	31
Рубин М. С. О выборе задач в социально-технических системах.	35
Мурашковский Ю. С. Постановка задачи в системах научных представлений.	47
Фейгенсон Н. Б. Ресурсы систем как источник для постановки задач.	59
Глазунов В.Н. Методы поиска обходных проблем и задач в изобретательской программе "Новатор 4.0"	61
Кожевникова Л.А. ТРИЗ. Постановка задач. Список рукописных работ из Фонда материалов по ТРИЗ ЧОУНБ.	73
А.Любомирский Выбор базовой системы по параметру "перспективность".	81
Литвин С. С., Инструменты Определения "Правильных Задач" в методике G3:ID.	84
М.С.Рубин, О.М.Герасимов О методах анализа проблемных ситуаций и выбора задач. Опыт обзора.	88
Иванов Г.И., Быстрицкий Алгоритм Выбора инженерных задач – АВИЗ	94
Sergei Ikoenko Problem Identification Approaches in Sustainable Design	102
Информация о Саммите Разработчиков ТРИЗ.	107

Альтернативный подход к постановке задач

Герасимов В.М., Кожевникова Л.А., Россия

Процесс усовершенствования любой системы обычно начинается с понимания того, что в ней должно измениться к лучшему. При этом целью часто является устранение только какого-то одного недостатка или же немногих, больше всего мешающих. Но, даже если это удалось, со временем оставшиеся недостатки усиливаются, и опять необходимо ставить и решать новую изобретательскую задачу.

Что первично?

В книге Г.С. Альтшуллера "Алгоритм изобретения" [1, с. 238] в главе "Психологические барьеры" приведены слова Карла Маркса: "...человечество ставит себе всегда только такие задачи, которые оно может разрешить, так как при ближайшем рассмотрении всегда оказывается, что сама задача возникает лишь тогда, когда материальные условия ее решения уже существуют или, по крайней мере, находятся в процессе становления". Что ж, здесь все понятно - сначала материальные условия, потом задача. Или, другими словами, материя первична, сознание вторично, этому нас еще в институте когда-то учили. Рассмотрим, однако, эту ситуацию подробнее.

Долгое ожидание

Может ли быть так - условия для решения задачи существуют, задача поставлена, а решения все нет? Да, так бывает. Линзовый телескоп (рефрактор) Галилео Галилей придумал в 1609 году, зеркальный телескоп (рефлектор) Исаак Ньютон предложил в 1671 году, по тем временам - спустя не такой уж и большой

срок. А вот менисковый телескоп, распространенный сейчас повсеместно, Дмитрий Дмитриевич Максудов изобрел только в 1942 году, т.е. спустя почти 300 (!) лет после этого. Почему пришлось ждать так невероятно долго, ведь все материальные условия для решения задачи уже были?

Версия ответа и ее анализ

Сам Максудов предлагает такую версию ответа: "Если бы на заре астрономической оптики был известен элементарно простой принцип менисковых систем, в основном доступный пониманию современников Декарта и Ньютона, то астрономическая оптика могла бы пойти по совершенно иному пути и иметь ахроматическую короткофокусную оптику со сферическими поверхностями, базирующуюся лишь на единственном сорте оптического стекла, безразлично с какими константами" [2, с.15].

Получается, что великолепнейшее изобретение опоздало на три столетия только потому, что все это время не был известен "элементарно простой принцип менисковых систем"? Если это так, то просто необходимо внимательнее разобраться с этим принципом, обладающим таким невероятно мощным тормозящим действием. Чтобы не исказить истину, приведем подробные цитаты.

Итак, чтобы защитить открытую трубу зеркального телескопа от температурных воздействий, попадания пыли и посторонних предметов Д.Д. Максудов предложил закрыть ее тонкой линзой - мениском, известным еще в древнем Китае. Но к чему это приведет? Автор пишет: "Такая конструкция очень хороша, но

не внесет ли мениск вредных аберраций? По-видимому, внесет, но какие, - это следует выяснить. Что всегда можно подобрать такие кривизны для мениска, при которых он будет в высокой степени ахроматичным, - это было ясно при первом же рассмотрении вопроса. Остался нерешенным вопрос о сферической аберрации.

Короткое рассуждение показало, что такие мениски могут вносить значительную сферическую аберрацию как положительную, так и отрицательную, оставаясь при этом еще достаточно ахроматичными. И тут я чуть-чуть не упустил важного открытия, рассуждая, что в таком случае можно рассчитать мениск, не вносящий аберрации, т.е. безабберационный мениск. На этих мыслях я задержался несколько часов, пока не подумался, что значительно выгоднее выбрать такой мениск, который вводит в систему положительную аберрацию, способную компенсировать отрицательную аберрацию сферического зеркала или системы сферических зеркал. В этот момент и были изобретены менисковые системы" [3, с.314].

Сферическое зеркало обладает вредной отрицательной аберрацией. Мениск может обладать тоже вредными как отрицательной, так и положительной аберрациями, поэтому выгодно компенсировать один вред другим. Это и есть "элементарно простой принцип менисковых систем", или, другими словами, "метод компенсации", удивительно похожий на хорошо нам знакомый прием "обратить вред в пользу". Трудно согласиться с Дмитрием Дмитриевичем, что 300-летняя задержка крупного изобретения может быть объяснена тем, что такой прием не был никому известен.

Вековая задача

Г.С.Альтшуллер пишет: "Если в течение длительного времени задача остается нерешенной, то это значит, что само направление поисков выбрано неверно. В этом случае даже легкая задача вполне может стать "вековой". Так, например, было с менисковым телескопом"...[1, с. 238]. А какую, собственно, задачу ставило перед собой человечество или,

точнее, та его часть, которая занималась астрономической оптикой? Чтобы ответить на этот вопрос, вернемся опять к истории создания менискового телескопа.

Еще в 20-е годы прошлого века Максудов придумал как получить "школьный телескоп" - одновременно качественный и дешевый, т.е. доступный каждой, даже самой небогатой школе. Это был телескоп-рефлектор со сферическим зеркалом. Таких телескопов Ньютона диаметром 140 мм, хорошо выполненных механически и имеющих первоклассную оптику, изготовили в 1929-30 г.г. более сотни штук. И все же автор был недоволен результатами.

"Все ли хорошо в разработанной конструкции школьного рефлектора?" - спрашивает сам себя Максудов и с горечью признает: "Нет, не все хорошо, так как в нем зеркала, хотя бы и алюминированные, будут быстро выходить из строя; в результате неизбежны нарекания со стороны школ, посылка на повторное алюминирование потускневших и испортившихся зеркал; престиж школьного телескопа может пострадать.

- Как же улучшить конструкцию? - размышляет Д.Д. Максудов. - Единственный, казалось, выход - это усложнить конструкцию, расположив в передней части трубы плоскопараллельное защитное окно, обращенное к телескопу в герметическую конструкцию, не боящуюся запыления, запотевания и механических повреждений зеркал. Введение плоскопараллельного окна из оптического стекла значительно удорожит инструмент; но что делать, если только в этом случае школьный телескоп завоюет себе заслуживаемое им полезное широкое распространение" [3, с. 312]. Скажем прямо - не очень четкая формулировка изобретательской задачи.

Гораздо четче сформулировал эту задачу Г.С. Альтшуллер: "Все ли хорошо в разработанной конструкции школьного рефлектора? Нет, не все хорошо, в частности зеркала, хотя бы и алюминированные, будут быстро выходить из строя. Рефлектор с открытой трубой вряд ли долго проживет в школе. Достаточно уборщице один раз стереть с зеркала пыль, и оно будет испорчено. Прикрыть трубу стеклом? Это, конечно, защитит зеркало. Но из чего сделать

стекло? Простое стекло дешево, однако оно поглощает много света. Оптическое стекло хорошо, зато и стоимость его высока" [1, с.16].

Широко распространено ошибочное мнение, что Максутову удалось разрешить именно это противоречие. Это не так, хотя на поиски решения он потратил более 13 лет. Не решена задача и сейчас, 66 лет спустя, и нет никаких шансов, что она будет решена в ближайшие десятилетия. Ведь ее решение предполагает, что высококачественное оптическое стекло, невероятно дорогое, будет широко доступно по цене оконного. Поэтому, пользуясь терминологией Генриха Сауловича, задачу о стекле для "школьного" телескопа можно спокойно назвать "вековечной". Но ведь придумал же Максутов менисковый телескоп! Как же так - задачу не решил, а телескоп придумал?.. С этим мы разберемся чуть позже, а пока посмотрим - какие именно задачи ставили перед собой специалисты в области астрономической оптики все долгое время "от Ньютона до Максутова"?

Тернистый путь

Сам Д.Д.Максутов по этому поводу пишет: "Работая над теорией менисковых систем и видя их преимущества, невольно вспоминаешь тернистый путь истории оптического приборостроения.

Сколько было изломано копий в борьбе сторонников рефлектора и рефрактора! Сколько было затрачено энергии, с одной стороны, на овладение методикой изготовления и исследования точных асферических поверхностей, а с другой - на разрешение проблемы ахроматических стекол! Сколько изготовлено флинтгласа и других трудоемких сортов стекла для тех случаев, в которых их можно было бы и не применять! Наконец, сколько построено дорогих, громоздких и несовершенных телескопов с не менее дорогим и громоздким механическим оборудованием и дорогими помещениями с огромными вращающимися куполами!" [2, с.15].

Ключевая фраза здесь: **"...борьба сторонников рефлектора и рефрактора"**. Силы, средства и человеческие жизни в течение

многих лет тратились на совершенствование ЛИБО ОДНОГО, ЛИБО ДРУГОГО оптического инструмента. А работа с одной системой предусматривает выявление недостатков только этой системы, как же иначе? Это настолько привычный способ, что может показаться, что он единственный.

Особенностью такого подхода является то, что выявлять недостатки сравнительно просто, а вот устранять их невероятно трудно. Вот только один пример: очевидно, что чем больше диаметр объектива у телескопа-рефрактора, тем лучше. Однако, на сегодняшний день во всем мире есть только два самых крупных визуальных объектива с диаметрами 91 см и 102 см. Оба объектива изготовлены в 1888 г. и в 1896 г. американскими оптиками Д. и А. Кларками. Все дальнейшие многочисленные попытки сделать что-либо подобное закончились неудачей.

Такая же ситуация складывается и во всех остальных технических областях. Значит ли это, что этот путь совершенствования техники (через выявление и устранение недостатков) неправильный или порочный? Нет, ни в коей мере. Просто он не единственный.

Как по-другому?

Г.С. Альтшуллер пишет: "В развитии техники сочетаются два пути - эволюционный (в пределах одного уровня) и революционный (переход с одного уровня на другой). Схематически это развитие можно представить в виде ломаной линии с большим числом поворотов. Узкий специалист хорошо видит направление одного отрезка. Думая о будущем, он склонен видеть это будущее развитие настоящего, он как бы мысленно продолжает конечный отрезок линии. Понимая ограниченность существующих технических средств, специалист отчетливо видит нерешимые задачи, стену, в которую упирается мысленное продолжение данного отрезка. Но диалектика развития техники такова, что "нерешимые" задачи решаются "в обход" - принципиально новыми техническими средствами". [1, с. 243].

Накоплено достаточно большое количество примеров, когда задача ставится не для од-

ной, а сразу для двух технических систем. Причем, они тщательно подобраны друг к другу - выполняют одну и ту же функцию и обладают противоположными достоинствами и недостатками. Это задачи на СИНТЕЗ НОВОЙ СИСТЕМЫ, объединяющей достоинства обоих прототипов и свободной от их недостатков.

Типичным является вариант, когда одна система-прототип выполняет функцию лучше другой, но стоит дороже, а другая - более простая и дешевая, но работает хуже первой [4, 5, 6, 17]. Еще один часто встречающийся вариант, когда обе системы стоят примерно одинаково, но первая лучше выполняет одну часть работы, а вторая - другую часть; при этом, необходимо добиться, чтобы вся работа была выполнена хорошо [7, 8, 9, 16]. Есть примеры, когда задача формулируется не только для устройств, но также сразу для двух технологических процессов ("Шихтованный магнитопровод"; материал готовится к публикации).

Особенностью такого подхода является то, что поставить задачу психологически очень не просто. Вот пример. Электробритва, изобретенная в 30-е годы прошлого века, имела одну бреющую головку. В 1948 году фирма Philips выпустила в продажу бритву с двумя бреющими головками. Затем на бритве появились три головки, недавно по телевизору рекламировали четыре. Фирма Remington ухитрилась изготовить "матрешку" - внутри каждой головки разместили по две сетки и два ножа, т.е., условно говоря, получили шесть бреющих головок... Похоже, что это уже близко к пределу, дальше начинаются непреодолимые технические трудности. С самого начала этой гонки была четко видна цель: увеличить площадь обрабатываемой поверхности. Этого добивались, но какой ценой? Фирма Philips за 50 лет, начиная с 1939 года, выпустила 120 моделей со все большей сложностью конструкции. У всех этих бритв в ножах применяются узкие лезвия, которые хорошо срезают волосы, а бороться приходилось за площадь.

Но ведь параллельно существовали пружинные и инерционные бритвы с широкими лезвиями, которые обрабатывали площадь сразу в несколько раз большую при одной (!)

бреющей головке. Брили они, правда, хуже и поэтому лет 25-30 назад исчезли, не выдержав конкуренции. Классический вариант: "или - или". Бритва или хорошо бреет, но обрабатывает малую площадь, или обрабатывает большую площадь, но бреет неважно. А ведь хочется иметь простую конструкцию с одной головкой, которая обеспечивает и то, и другое - бреет хорошо, и с площадью у нее все в порядке...

Задача "через плюсы" звучит так. **Необходимо сохранить в ноже широкие лезвия. Это позволит эффективно использовать рабочую поверхность сетки. В то же время, на всей поверхности сетки нужно обеспечить хорошие условия резания, поэтому лезвия должны быть узкими.** Или в короткой формулировке: **Лезвия в ноже должны быть широкими, и они должны быть узкими.**

Поставить эту задачу специалисты многочисленных фирм с всемирно известными именами, занимающиеся разработкой новых конструкций электробритв, так и не смогли, помешала психологическая инерция. Поэтому решение ее появилось "на стороне", в инициативном, а не в рабочем порядке, скорее как хобби, чтобы иметь еще один пример постановки задачи "через сложение плюсов". Решить эту задачу оказалось совсем просто, что типично для задач такого типа [16]. На основании идеи, полученной при решении и защищенной в 2003 году патентом США № 6,584,691, было предложено несколько десятков всевозможных конструкций бреющих головок (материал готовится к публикации).

Можно только с грустью повторить всed за Максutowым: "Рассматривая бреющую головку с ротационными ножами и видя ее преимущество, невольно отмечаешь и здесь тот же самый тернистый путь, что и в оптическом приборостроении.

Сколько было изломано копий в борьбе сторонников узких и широких лезвий! Сколько было затрачено энергии... сколько построено дорогих и несовершенных моделей... во что все это обошлось той половине человечества, которая вынуждена бриться!"

Этот пример позволяет предложить намного более правдоподобную версию ответа

на вопрос: почему три столетия не могли изобрести менисковый телескоп? Только потому, что до Максutowa задачу по объединению достоинств линзового и зеркального телескопов НИКТО НЕ СТАВИЛ. Мешала психологическая инерция.

Правильная задача

Ее действительно впервые поставил Максutow для своего "школьного" телескопа.

Нужно делать телескоп-рефлектор. Это позволит применить сферическое зеркало и обеспечит прибору низкую стоимость. В то же время, открытую трубу рефлектора необходимо закрыть защитным окном из дорогого оптического стекла, чтобы получить герметичную конструкцию как у телескопа-рефлектора. Или в короткой формулировке: **Необходимо обеспечить защиту трубы "школьного" телескопа без увеличения его стоимости.**

Напомним, что в такой формулировке Максutowу задачу решить не удалось. Тем не менее, именно эта формулировка позволила ему получить свои менисковые системы.

Чтобы объяснить этот парадокс, рассмотрим сначала - какие бывают варианты ответов на задачи "через объединение достоинств альтернативных систем". Их всего три.

1. Ответ на задачу очевиден сразу [7, 8, 9].
2. Задачу нужно решать, но она легкая [4, 5, 6].
3. Задачу решить нельзя [10, 11].

Граница между 1-м и 2-м пунктом, по сути, размыта. В любом случае, это всегда легкие задачи, для решения которых часто вполне достаточно здравого смысла или простых изобретательских приемов. Не решены задачи были долгое время только потому, что их никто не ставил. А поставить мешала сильнейшая психологическая инерция у специалистов. Чтобы помочь переступить через психологический барьер В.В. Митрофанов и Б.Л. Злотин еще в начале 80-х годов прошлого века предлагали формулировать "системное" противоречие, относящееся сразу к двум сис-

темам (впоследствии оно получило название "альтернативного"): "По-видимому, во многих случаях, когда мы работаем с "живыми" системами, не следует стремиться к углублению противоречия до физического уровня, а можно, оставаясь на уровне системном сформулировать "системное" противоречие - средство транспорта должно быть поездом, чтобы двигаться по рельсам и должно быть самолетом, чтобы иметь высокую скорость. И противоречие не разрешать, а объединять, "симбионизировать" системы. Поезд аэродинамической формы с реактивным двигателем. Это должна быть система 1, чтобы... и система 2, чтобы..." [12]. Многочисленные примеры таких "симбионизированных" (или по современной терминологии - "гибридных") систем приведены в работе [13].

Как быть в 3-ем случае? Г.С. Альтшуллер пишет: "За редчайшим исключением, в технике нет задач, которые вообще (даже в будущем) не удалось бы решить. Невозможно нарушить основные законы природы - законы сохранения и законы диалектики, остальное если и невозможно, то лишь временно" [1, с. 238]. Что же мы подразумеваем, когда говорим: задачу решить нельзя?

Можно вычленить два случая. Первый - это когда в принципе понятно как решить проблему, но существуют мощные сдерживающие (например, финансовые) ограничения. В примере с пропиткой ротора двупной электрической машины [10] проблема в том, что он не помещается в имеющуюся пропиточную камеру. Как построить камеру большего размера ясно, но ясно и то, что она будет очень дорогой и никогда не окупится. Так как резать ротор и пропитывать его по частям тоже экономически не выгодно, то проще признать, что решить эту задачу нельзя. Но ничто не мешает ДОПУСТИТЬ, что эта задача решена и отследить последствия.

Именно так поступил Максutow [11], не сумев за 13 лет придумать как сделать оптическое стекло дешевым. В какой-то момент он перестал ломать голову как получить такое стекло, и просто ДОПУСТИЛ, что оно у него есть. Дальше ему потребовалось всего несколько часов, чтобы пройти несколько простых шагов

и получить свои великолепные менисковые системы. Конечно, когда-нибудь в отдаленном будущем задача получения дешевого оптического стекла, скорее всего, будет решена, но зачем ждать так долго, если значительно выгоднее допустить, что эту задачу решить нельзя и воспользоваться гипотетическим, "идеальным" ответом?

Второй случай - это когда действительно существуют ограничения со стороны законов природы. Однако совместное использование метода объединения альтернативных систем и приема "допустить недопустимое" позволяет обойти и эти ограничения. Да, задачу решить нельзя, но как только что было показано выше, это не всегда обязательно делать. Можно отследить последствия от будто бы решенной задачи. В частности - сложить достоинства реальной и "невозможной" систем. Практика показывает, что получить решение в этом случае, как правило, не сложно. Это еще одно преимущество такого подхода. Следует только оговориться, что он не отменяет другие изобретательские инструменты, а только дополняет их. Работа в этом направлении продолжается, запланирована серия публикаций.

В процессе работы над тезисами были использованы аналитические обзоры [14, 15], написанные на основе материалов из Фонда ТРИЗ ЧОУНБ, в которых подробно рассмотрена история появления и развития идеи объединения альтернативных систем, применение этого метода к постановке задач, психологические проблемы, с которыми сталкиваются решатели.

Май 2007 г.

Литература

1. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г. С. Альтшуллер. - 2-е изд. - М.: Моск. раб-очий, 1973. - 284 с.
2. Максудов Д. Д. Новые катадиоптрические менисковые системы [Текст] / Д. Д. Максудов Труды Государственного оптического института. - Т. XVI. - Вып.124. - 1944.
3. Максудов Д. Д. Астрономическая оптика [Текст] / Д. Д. Максудов. - М.-Л. : ОГИЗ Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1946.
4. Герасимов В. Гвоздь и шуруп : (учебная изобретательская байка) [Электронный ресурс] - Режим

доступа: <http://www.trizminsk.org/e/212011.htm>. - Загл. с экрана.

5. Герасимов В. Мясорубка, любовь моя : (изобретательский диптих) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.trizminsk.org/e/212005.htm>. - Загл. с экрана.

6. Герасимов В. Интенсификация теплообмена : учеб. пример [Рукопись] / В. М. Герасимов, М. Г. Баркан. - 1998. - 8 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.04.2007 № 3134.

7. Герасимов В. М. Гибрид : история с изобретат. семинара [Рукопись] / В. М. Герасимов. - СПб, 2006. - 7 с. - Деп. в ЧОУНБ 23.11.2006 № 3128. - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.trizminsk.org/e/212010.htm>. - Загл. с экрана.

8. Герасимов В. Плетень : (изобретательская байка) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.trizminsk.org/e/212003.htm>. - Загл. с экрана.

9. Герасимов В. Розовый рукомыльник или Как поставить "правильную" изобретательскую задачу? : (изобретательская история) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00925/00925.html>. - Загл. с экрана.

10. Герасимов В. М. Ротор синхронной явнополюсной электрической машины : изобретат. б-ль [Рукопись] / В. М. Герасимов. - 2005. - 25 с. - Рукопись деп. в ЧОУНБ 12.07.2005 № 3045. - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.trizminsk.org/e/212008.htm>. - Загл. с экрана.

11. Герасимов В. М. Менисковый телескоп Д. Д. Максудова : изобретат. история [Рукопись] / В. М. Герасимов. - 2005. - 30 с. - Рукопись деп. в ЧОУНБ 13.07.2005 № 3046. - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.trizminsk.org/e/212007.htm>. - Загл. с экрана.

12. Митрофанов В. В. Проявление единства и борьбы противоположностей в технике : (симбиоз в технических системах) [Рукопись] / В. В. Митрофанов, Б. Л. Злотин. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1989 № 791.

13. Злотин Б. Читая старые ИРы [Рукопись] / Б. Л. Злотин. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 12.07.1990 № 972.

14. Кожевникова Л. А. Альтернативный подход к постановке задач [Рукопись] / Л. А. Кожевникова. - Челябинск, 2007. - 11 с. - Библиогр.: с.7-11 (49 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 10.05.2007 № 3136.

15. Кожевникова Л. А. Объединение альтернативных систем : историко-аналитический обзор [Рукопись] / Л. А. Кожевникова. - Челябинск, 2007. - 35 с. - Библиогр.: с.32-35 (55 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 10.05.2007 № 3137.

16. Gerasimov V. Electric shaver evolution. [Рукопись] / V. Gerasimov. - 1998. - 22 p. - Деп. в ЧОУНБ 26.04.2007 № 3136. - (текст на рус. и англ. яз.).

17. Gerasimov V. Intensification of heat exchange : (case study) [Рукопись] / V. Gerasimov, M. Barkan. - 1998. - 8 p. - Деп. в ЧОУНБ 26.04.2007 № 3135.

Альтернативный подход к постановке задач

Обзор-эссе

Л.А. Кожевникова, Россия

Разработки по теме "Объединение альтернативных систем" начались в 80-е годы. Альтернативными называют конкурирующие системы, выполняющие одну и ту же главную функцию разными способами, имеющие хотя бы одну пару противоположных достоинств и недостатков.

Для саммита разработчиков ТРИЗ 2007 года была заявлена тема "Альтернативный подход к постановке задач". Предполагалось рассмотреть постановку задач с помощью метода объединения альтернативных систем.

В процессе подготовки тезисов возникла потребность проследить, как появилась и развивалась в последствии идея объединения технических, в частности альтернативных систем. Исследования по этой теме начались давно. В них принимали участие многие.

Изначально обзор был задуман как анализ работ, связанных с объединением альтернативных систем, как метода решения изобретательских задач. Нужна была работа справочного характера для написания тезисов к саммиту. В ходе работы тематика обзора расширилась. В связи с этим сильно увеличился его объем. На основе этого обзора было написано эссе. В работе над ним были использованы материалы из Фонда материалов по ТРИЗ ЧОУНБ.

Решение любой проблемы, не только изобретательской задачи, начинается с ее постановки, т.е. с осознания или понимания того, какой недостаток в системе нужно устранить или исправить. Опустим сейчас проблемы, связанные с потребностями, необходимостью, нуждой, просто интересом. Есть некая проблема, задача, которую надо решить.

По аналогии с психологией - осознание проблемы, ее проговаривание - уже есть решение, потому что она (задача) просто понимается. Понимание дает возможность найти именно ту "болевую точку", которая и создает все проблемы, которая служит истоком этих проблем. Нужно уметь поставить задачу так, чтобы она была понятна, нужно понимать, какую именно задачу решать.

Решались задачи по-разному, с использованием самых разных методик. В ТРИЗ сформировался такой метод решения задач, как объединение альтернативных систем. История возникновения и развития этого метода сама по себе достаточно интересна. В его разработке принимали участие многие исследователи. Его идеи были заложены еще в типовых приемах устранения противоречий. Прообразом может служить и идея переноса технических решений, которую начал разрабатывать Т. Кенгерли. Он рассматривал два пути решения задач. Первый - задача ставится - нужно найти решение. Этот подход разрабатывался в АРИЗ. Второй же путь заключался в том "что изобретатель обретает тот или иной факт и только после этого определяет возможность практического приложения обнаруженного факта". [28, с.1] Речь идет о решении задач по аналогии. Но "в практике изобретательского творчества можно усмотреть разновидность первого пути: после постановки задачи изобретатель решает ее только использованием того или иного факта из других ТР" (28, с.2).

Было выявлено "явление переноса: существует множество изобретений, относящихся к разным областям техники, но совершенно подобных по структурным и функциональным признакам ТР". [28, с.5]

В 70-е годы формулируются основные законы развития ТС. Один из них - закон перехода в надсистему. "Исчерпав возможности развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей; причем дальнейшее развитие идет на уровне надсистемы". [9, с.126].

В процесс решения задач привносится элемент объединения. Речь идет об объединении разных систем (частей) в целое (новую систему) с новыми качествами. Возникает линия моно-би-поли.

Впоследствии был выделен класс альтернативных конкурирующих систем, выполняющих одну и ту же главную функцию разными способами, имеющие хотя бы одну пару противоположных достоинств и недостатков.

Все разнообразие видов объединений можно свести к нескольким вариантам:

1. Объединяются две системы, которые развиваются давно (гвоздь - шуруп).

2. Одна из систем развивается давно, вторая только появилась (пароход и парусник).

3. Одна система гипотетическая. В этом случае возможно два варианта: либо такую систему сделать вообще невозможно (джем для окраски ткани изнутри рукава), либо делать ее просто нерационально (большая емкость для пропитки ротора компаундом).

Эти методы решения задач имеют обратную сторону. Они двуедины. Это и инструменты для РЕШЕНИЯ, и инструменты для ПОСТАНОВКИ задач. Это правильное понимание их сути, т.к. любой процесс дуален и представляет собой неразрывное единство составляющих его самостоятельных частей. Такой подход - рассматривать решение и постановку задач как единый процесс, - не противоречит диалектическим законам, которые являются надсистемными для ТРИЗ, поэтому он должен быть правильным. Это первый момент, на котором основан альтернативный подход к постановке задач.

Примечание это не травматичный способ постановки задач. Процесс постановки задач изначально может быть для изобретателя психологически очень сложным. "Изобретатель должен как бы перешагнуть через слово "невозможно", забыть на время о нем. Уже одно-

го этого порой достаточно, чтобы почти автоматически перейти к новым техническим идеям". [1, с. 244] Трудно переступить через "невозможно". Трудно критиковать свои предыдущие решения, трудно решать задачи, зная, что это часто никому не нужно. Об этом написано в работе В.М. Герасимова [19, с.4]. Во второй альтернативной системе ищут то, что нужно получить, а не недостатки, оставшиеся при решении начальной задачи. Рассматриваются недостатки системы, а не умения и знания изобретателя, решающего задачи. Это второй момент.

Об этом тоже писал Г.С. Альтшуллер. В тексте АРИЗ-77 при постановке задачи на шаге 1.3 необходимо "определить, решение какой задачи целесообразнее - первоначальной или одной из обходных. Произвести выбор.

Примечание. При выборе должны быть учтены факторы объективные (каковы резервы развития данной в задаче системы) и субъективные (на какую задачу взята установка - минимальную или максимальную". [9, с. 154]

Далее возникает проблема, на которую в ТРИЗ практически не обращали внимания. "Какой путь выбрать - взяться за создание Новой Вещи или заняться небольшими усовершенствованиями другой, уже прилизанной (прошедшей точку "а") технической системы, т.е. что лучше - журавль в небе или синица в руке, - **этот вопрос выходит за рамки теории решения изобретательских задач** (выделено мною - К.Л.). Теория может лишь требовать, чтобы изобретатель видел обе возможности и сознательно выбирал одну из них.

Выбор же зависит от мировоззрения, от того, что человек считает для себя более ценным" (выделено мною - К.Л.). [9, с.117]

Таким образом, возникло две проблемы - объективная, которую ТРИЗ пыталась решить, и субъективная, которую ТРИЗ отмечала, как проблему, но опускала, выводя за рамки ТРИЗ. "Получив задачу, изобретатель должен определить, следует ли решать данную задачу или идти в обход. Критерии здесь двоякого рода: объективные (исследование "жизненной кривой" системы) и субъективные (личная установка на "большое" или "малое" изобретение)". [9, с. 121]

"Чем не парадокс: эффективность ТРИЗ основана на объективности и закономерности наблюдаемого мира, но добиться этой эффективности можно лишь с помощью мобилизации субъективных возможностей мышления... Для совершенствования ТРИЗ нельзя ограничиться выявлением и уточнением объективных закономерностей внешнего мира. Совершенствование ее прикладной части не может происходить без учета и использования вполне реальных механизмов мышления человека-пользователя" [36, с.2].

И в то же время "в рамках ТРИЗ разрешения противоречия между подсистемой - системой и надсистемой рассматривают как источник развития и эволюции без явного включения в этот процесс человека и его положения относительно этих системных уровней". [22, с.101]

"С одной стороны, ТРИЗ формулирует объективные законы эволюции техники и дает человеку инструмент влияния на эту эволюцию и, таким образом, ограничивает произвольность его действий и повышает их эффективность.

С другой стороны, ТРИЗ не отрицает, что "цель разработки и существования любой технической системы - это удовлетворение потребностей человека" и не углубляется в проблемы, которые возникают при попытках объединить свободную волю человека изобретателя и закономерное, следовательно, не зависящее от капризов и воли отдельных умствующих индивидуумов, развитие техники". [22, с.100]

Новое, что привносится в тему постановки задач путем объединения АС - учет субъективных, психологических факторов, позитивная установка.

Почему это важно?

"В целом ряде исследований было выявлено, что мысленное фиксирование на своей неспособности справиться с ситуацией порождает дистресс. Это так же снижает уровень функционирования и результативность... Эксперименты показали, что люди, твердо уверенные в действенности своих поступков, не столь подвержены сомнениям в себе. Они лучше справляются с неприятностями. Их мышление лучше организовано...

Пытаясь выполнить задание, человек нередко разговаривает сам с собой. Например, говорит себе: "Это мне не по силам", "Я никогда этого не сделаю"... Когда наша внутренняя речь становится негативной, уровень мотивации обычно снижается... В результате мы готовы отказаться от борьбы, поскольку расхождение между субъективной оценкой своих способностей и целями перестает быть оптимальным... Мы должны сделать нашу внутреннюю речь позитивной, например: "Я знаю, что смогу это сделать", "Я знаю, что могу добиться успеха". [49, с. 621-622]

Проще это сделать, когда известно, что надо делать и, самое главное, как это сделать.

"Если человек считает поставленные цели достижимыми, то будет прилагать массу усилий, чтобы их добиться. Но когда оценивает их противоположным образом (из-за того, что нет необходимых качеств или существуют внешние ограничения), усилия его слабее. И, в конечном счете, он отказывается от действий. Иными словами, ожидания, касающиеся результатов, играют важную роль в том, станет ли человек действовать или же нет". [49, с.518]

Традиционно, при решении задачи устраняются недостатки (НЭ). В этом случае постановкой задач считается выявление всех недостатков. Но у любой системы кроме недостатков есть и достоинства (плюсы). Это то, что позволяет данной системе удовлетворять какие-либо потребности. Другой, альтернативный подход к постановке задач заключается в выделении всех ее достоинств и объединение их с достоинствами другой альтернативной системы. Варианты объединения могут быть разными. Объединение достоинств (плюсов) дает "портрет ответа", близкий к ИКР. Поскольку решение любой задачи должно быть максимально идеальным, то такая задача может быть названа "правильной".

Таким образом, правильная задача - это задача, при постановке которой суммируются все положительные свойства и качества, которые должны быть в новой еще не созданной системе. При этом все отрицательные свойства сознательно опускаются. Они должны учитываться только для уточнения условий решения задачи. Хорошего без плохого не бывает.

Нужно НЕ УСТРАНЯТЬ плохие качества системы, а ПОЛУЧАТЬ хорошие. Это очень тонкий психологический момент. Результат констатируется один и тот же, а механизм достижения разный. Можно сказать: "Я не болею". В этом случае мы констатируем наличие противоречия. Есть два состояния - здоровье и болезнь. Они друг с другом несовместимы. Из этой альтернативной ситуации нужно выбрать что-то одно. А можно сказать: "Я здоров". В этом случае нездоровье просто опускается. Оно не опускается в принципе. (Упоминание о нездоровье нужно лишь для того, чтобы понять, что в процессе здоровья происходят какие-то ненужные изменения). Создается очень сильный позитивный настрой, позволяющий организму не поддаваться болезням.

В книге "Человеческие качества" А. Печчеи, председатель римского клуба рассказывает о своем разговоре с Э.Ласло - бывшим концертирующим пианистом, философом, специалистом в области кибернетики, эссеистом.

"Смысл идеи Ласло сводился к следующему. Размышляя о будущем, люди, как правило, акцентируют внимание главным образом на отрицательных тенденциях нынешнего развития, на нерешенной проблематике, на тех изменениях, которые необходимы для выживания человеческого общества, оставляя в стороне и практически не принимая во внимание существующих в нем здоровых, положительных начал. А между тем, возможно, именно на них и нужно если не опираться, то, во всяком случае, рассчитывать, планируя те или иные изменения, "Фокусируя внимание на болезни, мы апеллируем в первую очередь к страху, а основанное на нем поведение трудно направить по желаемому руслу. Фокус на здоровье, наоборот, мотивирует поведение, ориентированное на положительные цели; и тогда любое достижение рассматривается не просто как удача в стремлении избежать несчастия, а как победа", - писал он позднее. "Человек взбирается на Эверест, потому что видит в этом выражение человеческой изобретательности и стойкости. Скажи ему, что он должен сделать то же самое, чтобы выжить или обрести свободу, и он воспримет это как тяжелую нечеловеческую работу".

Цели человечества не могут ограничиваться лишь стремлением избежать катастрофы, обеспечить возможности для выживания и потом владеть прозаическое и ущербное существование в своем полуискусственном мире. Нужно поднять дух человека, ему необходимы идеалы, в которые он мог бы действительно верить, ради которых он мог бы жить и бороться, а если понадобится и умереть". [39, с. 206-207]

Эти рассуждения А. Печчеи приводит, говоря о целях человечества, связанных с его выживанием и в настоящем, и в будущем. Но, что такое цели человечества? Это целая цепь нерешенных проблем, т.е. задач.

Объединение АС - это методика, строящая постановку и решение задач на использовании положительных эффектов (в противовес НЭ), которые всегда есть в предшествующих решениях.

Вариантов объединения "плюсов" немного:

1. Простое сложение. Решение очевидно сразу.
2. При объединении систем получаем задачу, которую еще нужно решить.
3. При объединении систем получаем задачу, которую решить невозможно. Допуская недопустимое (ДН), нужно отследить последствия от полученной при объединении систем задачи.

В первом и третьем случае задачи решать не надо. В первом случае ответ очевиден. В третьем случае нужно отследить последствия от гипотетического решения, потому что задачу решить невозможно. Во втором случае решать задачу легко, потому что становится понятным, что нужно решать.

Этот подход так или иначе можно проследить в разных работах по ТРИЗ.

В. Королев в работе "Первая часть" [32] отмечает, что "введение канонической формулы противоречия существеннейшим образом влияет на смысл и содержание как самого шага 1.1., так и последующих шагов первой части. Например, несложно заметить, что при формулировании мини-задачи шага 1.1. всегда будет "необходимо при минимальных изменениях в системе" обеспечить ликвидацию недо-

статка по п.1 ("но" в ТП-2) без возникновения недостатка по п.3 ("но" в ТП-1) [32, с.2]. По сути речь идет об объединении плюсов двух ТС.

В методике А.В. Подкаптилина, которая получила название "Технология эффективных решений" есть такой раздел как "БИ-системный подход". Он разделен на две части. 1-я - удвоение систем. Рассматривается 5 видов би-систем, в том числе и альтернативная. 2-й прием - "К ТС-1 подбираем ТС-2, устраняющую НЭ-1".

Перечислена последовательность действий:

1. Определить ГПФ и НЭ первой ТС.
2. Подобрать такую ТС, которая имеет ГПФ, хорошо устраняющую НЭ первой ТС.
3. Объединить первую и вторую ТС, игнорируя НЭ второй ТС.
4. Разрешить все появившиеся в новой Би-системе технические противоречия. [46, с.13]

Фактически речь идет об объединении плюсов двух систем, правда не определено, какая Би-система имеется в виду. Возможно, это не имеет значения в данной методике.

В АРИЗ на шаге 1.1. потенциально заложена возможность решения задач путем объединения достоинств двух систем, одна из которых гипотетическая.

"Техническое противоречие составляют, записывая одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь - что хорошо, что плохо.

Иногда в условиях задачи дано только изделение, технической системы (инструмента) нет, поэтому нет явного ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая два состояния изделия, хотя одно из них заведомо недопустимо". [2, с.12]

"Есть общий прием перехода от ситуации к задаче: пусть все останется, как было, но исчезнет (если она отрицательная) или появится (если она положительная) указанная в ситуации особенность. В результате мы переводим ситуацию в мини-задачу и в дальнейшем выходим на наиболее легковнедряемое решение. Можно, наоборот, побольше ограничить: тогда мы получим макси-задачу, очень

труднорешаемую (возможно, вообще нерешаемую на данном этапе развития наших научных знаний), но зато имеющую (общечеловеческое) значение" [8, с.2].

Об объединении плюсов двух систем говорилось и в статье в "Журнале ТРИЗ". [15]

Таким образом, и в АРИЗ, и в работах многих авторов говорилось о том, что решение поставленной задачи получается путем сложения плюсов двух ТС. Причем одна из них всегда была гипотетической. Но никто не рассматривал этот процесс как двуединый и неразрывный, где постановка и решение задачи - это взаимосвязанный процесс. И объединение двух систем никогда не рассматривалось как метод постановки задач. Причем, при такой постановке решение будет простым.

Никогда не говорилось о том, что поставить задачу через объединение плюсов трудно, несмотря на очевидную простоту решения уже поставленной задачи.

Если мы признаем правильность и закономерность такого подхода к постановке задач, то возникают две проблемы. Нужно показать, как этот метод работает. На сегодняшний день есть работы, описывающие разные типы АС, разные варианты объединения, в том числе искусственных и естественных систем. Другая проблема - как научиться пользоваться этим инструментом постановки задач. Когда решают проблемы одной системы, про другую вообще забывают. Пока система не "дожата" до конца, всегда идут привычным путем. И это тоже субъективный, психологический фактор.

В психологии есть этому объяснение. "Многие психологи считают, что стили мышления не что иное, как привычки, которые мы формируем. Если это так, мы можем научиться изменять их, прибегая к принципам подкрепления. У нас есть основания быть оптимистично настроенными, поскольку все мы можем научиться мыслить конструктивно.

Представление о том, что наше мышление состоит из привычек, помогает мне понять, почему зачастую сложно изменить его стиль. Даже если на рациональном уровне я сознаю, что мне следует думать по-иному, все равно скатываюсь к прежнему. Известное кажется легче и естественнее - более "моим". Однако

постепенно я начинаю чувствовать себя комфортнее, если прибегаю к новому стилю мышления. Поменяв образ своих мыслей - даже если это является результатом многочисленных попыток - я вижу мир совсем по-другому. И этот мир лучше". [49, с. 437]

Есть два способа постановки задач. Традиционный - через выявление и устранение нежелательных эффектов, и второй - через объединение "плюсов" двух технических систем. Ни тот, ни другой не лучше и не хуже. Все зависит от того, какую задачу решаем, и какие цели при этом ставим. Оба способа требуют обучения. Важно, чтобы у каждого решателя была возможность выбрать для себя тот вариант, который более комфортен и приемлем с психологической точки зрения, и который более подходит к решаемой задаче. Поскольку способы решения задач разные, то и способы постановки задач тоже должны быть разными.

Я благодарна В.М. Герасимову, которому принадлежит идея написания этого обзора, и который очень терпеливо в процессе работы над ним помогал "распутывать" некоторые неясные моменты.

Список используемой литературы.

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г. С. Альтшуллер. - 2-е изд. - М.: Моск. рабочий, 1973. - 284 с.
2. Альтшуллер Г.С. АРИЗ - значит победа [Текст] / Г. С. Альтшуллер // Правила игры без правил. - Петрозаводск: Карелия, 1989. - С.11-50
3. Альтшуллер Г.С. Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач [Текст] / Г.С. Альтшуллер, отв. ред. А.К. Дюнин. - Новосибирск : Наука, сибир. отд-ние, 1986. - 207 с.
4. То же. - 2-е изд., доп. - Новосибирск : Наука, сибир. отд-ние, 1991. - 225 с.
5. То же. - 3-е изд., доп. - Петрозаводск: Скандинавия, 2003. - 237 с.
6. Альтшуллер Г. С. Основы изобретательства [Текст] / Г. С. Альтшуллер. - Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1964. - 240 с.
7. Альтшуллер Г.С. Профессия - поиск нового (функционально-стоимостный анализ и теория решения изобретательских задач как система выявления резервов экономики) [Текст] / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, В.И. Филатов. - Кишинев: Картия молдовеняскэ, 1985. - 196 с.
8. Альтшуллер Г.С. Процесс решения изобретательской задачи: основные этапы и механизмы [Рукопись] / Г. С. Альтшуллер. - Баку, 1975 - 6с. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1989 № 256.
9. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач [Текст] / Г.С.Альтшуллер. - М.: Сов. радио, 1979. - 184 с.
10. То же. - 2-е изд, доп. - Петрозаводск: Скандинавия, 2004. - 206 с.
11. Бдуленко М. К. Методика выбора модели творческой инженерной задачи-минимум [Рукопись] М. К. Бдуленко. - М.,1999. - 9 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.02.1999 № 2399.
12. Бубенцов В.Ю. Блок анализа изобретательской ситуации. Версия 14 [Рукопись] / В.Ю. Бубенцов. - М., 1999. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 20.10.2001 № 2721.
13. Герасимов В.М. Допустить недопустимое [Текст] / В. М. Герасимов // Журнал ТРИЗ. - 2005. - № 1(14). - С. 61 - (Из материалов ТРИЗ-чтений).
14. То же - Международная конференция МА TRIZ Fest-2005 "Развитие ТРИЗ: достижения, проблемы, перспективы, Комарово, 3-4 июля 2005 г. : тез. докл. / Междунар. Ассоц. ТРИЗ. - СПб, 2005. - С. 94-95.
15. Герасимов В.М. Зачем технике плюрализм [Текст] / В.М. Герасимов, С.С. Литвин. - // Журнал ТРИЗ. - 1990. - Т.1. - № 1. - С. 11-26.
16. Герасимов В. М. Перенос ресурсов: развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему [Текст] : тез. докл. на конф. по ТРИЗ / В. М. Герасимов, Л. А. Кожевникова. - СПб, 2006. - 8 с. - Библиогр.: с. 8. - Деп. в ЧОУНБ 28.10.2006 № 3126.
17. То же. - Международная конференция "Три поколения ТРИЗ" и саммит разработчиков (TRIZ Fest-2006), 13-18 окт. 2006 г. : тез. докл. / Международ. Ассоц. ТРИЗ - СПб, 2006. - С. 298-191.
18. Герасимов В.М. Постановка изобретательских задач : (один из механизмов) [Текст] / В.М. Герасимов, С.С. Литвин.- 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.05.1988 № 443.
19. Герасимов В.М. Техническое консультирование: (объединение альтернативных систем) [Текст]: статья в журнал ТРИЗ / В.М. Герасимов. - 11 с. - Библиогр.: с.11 (3 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 27.03.2006 № 3072.
20. Горяинов Л.Г. Постановка изобретательских задач [Рукопись] / Л. Г. Горяинов. - Екатеринбург, 1991. - 14 с. - Деп. в ЧОУНБ 28.06.1991 № 1241.
21. Горяинов Л. Г. Результаты исследований Алгоритма решения изобретательских задач [Рукопись] / Л. Г. Горяинов. - Екатеринбург, 1994. - 11 с. - Деп. в ЧОУНБ 9.12.1994. № 1795.
22. Зайниев Г. Эволюция и изобретатель [Рукопись] / Г. Зайниев. - 2005. - 415 с.
23. Зиновкина М. М. Основы инженерного творчества и компьютерная интеллектуальная поддержка мышления [Текст] : краткий практ. курс с метод. реком. для студентов техн. вузов и ун-тов / М. М. Зиновкина, А. В. Подкатилин; Моск. гос. индустриал. ун-т. - М., 1997. - 173 с.

24. Злотин Б.Л. О множественности задач при решении при АРИЗ [Рукопись] / Б. Л. Злотин. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 18.09.2000 № 948.

25. Злотин Б. Л. Проблемы развития АРИЗ [Текст] / Б. Л. Злотин, А.В. Зусман // Журнал ТРИЗ. - 1992. - Т.23. - № 1. - С. 41-49.

26. Злотин Б.Л. Читая старые Иры [Рукопись] / Б. Л. Злотин. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 12.07.1990 № 972.

27. Иванов Г.И. Формулирование творческих задач [Текст] / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий. - Челябинск, 2000. - 60 с. - (Б-чка журнала "Технологии творчества", вып.2).

28. Кенгерли Т. Перенос технических решений в изобретательском творчестве [Рукопись] / Т. Кенгерли - 1973. - 38 с. - Деп. в ЧОУНБ 17.09.1988 № 506.

29. Кожевникова Л.А. "ИЛИ-ИЛИ" + "И-И" = ? [Текст] / Л. А. Кожевникова // IX международная научно-практическая конференция "Развитие творческих способностей в процессе обучения и воспитания на основе ТРИЗ", 26-28 июня 2006 г. : тез. докл., материалы конф. - Челябинск, 2006. - С. 264-270.

30. Кожевникова Л.А. Штрихи к портрету. Как решать нерешаемые задачи [Текст] : эссе / Л.А. Кожевникова, В.М. Герасимов // IX международная научно-практическая конференция "Развитие творческих способностей в процессе обучения и воспитания на основе ТРИЗ", 26-28 июня 2006 г. : тез. докл., материалы конф. - Челябинск, 2006. - С. 270-280.

31. Королев В.А. АРИЗ-85В: некоторые тонкости построения и выбора технических противоречий [Текст] / В. А. Королев. - Белая Церковь, 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 22.12.2000 № 2638.

32. Королев В.А. Первая часть [Рукопись] / В.А. Королев. - 5 с. - Прил. Разбор задач. - 4с. - Деп. в ЧОУНБ 10.11.1987 № 302.

33. Королев В.А. Современные тенденции развития АРИЗ [Текст] / В.А. Королев // Технологии творчества. - 1998. - № 1. - С. 8-26.

34. Королев В.А. Тому ли мы учимся? [Рукопись] / В.А. Королев - Белая Церковь, 1997. - 1 с. - Деп. в ЧОУНБ № 2105.

35. Королев В.А. ТРИЗ не точная наука. Но что? [Рукопись] / В.А. Королев. - Белая Церковь, 1993. - 2 с. - Деп. в ЧОУНБ 23.01.1993 № 1604.

36. Королев В.А. ТРИЗ против МПИО: за что воюем? [Рукопись] / В.А. Королев. - Белая Церковь, 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ № 2601.

37. Королев В.А. Что такое "плохо?": о нежелательных эффектах [Рукопись] / В.А. Королев. - Белая Церковь. 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 22.12.2000 № 2637.

38. Митрофанов В. М. Проявление единства и борьбы противоположностей в технике: (симбиоз в технических системах) [Рукопись] / В. М. Митрофанов, Б. Л. Злотин. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1989 № 791.

39. Печчеи А. Человеческие качества [Текст] / А. Печчеи. - М.: Прогресс, 1985. - 311 с.

40. Пиняев А.М. Функциональный анализ изобретательской ситуации [Текст] / А.М. Пиняев. - Л. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 3.08.1990 № 998.

41. Подкатилин А.В. Закономерности развития ТРИЗ. Система развития [Рукопись] / А.В. Подкатилин. - М., 2006. - 12 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.09.2006 № 3119.

42. Подкатилин А.В. ТРИЗ в конструировании [Текст] / А.В. Подкатилин // Журнал ТРИЗ. - 1996. - № 3(13). - С. 11-16.

43. Поиск новых идей : от озарения к технологии : (теория решения изобретательских задач) [Текст] / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. - Кишинев : Картия молдовеняскэ, 1989. - 381 с.

44. Саламатов Ю. П. Система развития законов техники [Текст] / Ю.П. Саламатов // Шанс на приключение / сост. А.Б. Селюцкий. - Петрозаводск : Карелия, 1991. - С. 5 -174.

45. Стрижак С. От альтернатив к консенсусу: (некоторые моменты объединения альтернативных систем) [Рукопись] / С. Стрижак. - 10 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.10.1991 № 1333.

46. Технология эффективных решений [Рукопись] : раздаточ. материалы к семинару / сост. А.В. Подкатилин, В.И. Тимохов. - 28 с., 2 л. табл. - Деп. в ЧОУНБ 30.07.2006 № 3089.

47. Тимошук А. Сводная картотека по теории и практике решения изобретательских задач. Вып.36 [Рукопись] / А. Тимошук. - Житомир, 1980. - 22 с. - Деп. в ЧОУНБ 28.02.1997 № 2042.

48. Френклах Г.Б. Методика постановки задач на аналитическом этапе ФСА с использованием метода "обдувки" Л. Майлза [Рукопись] / Г.Б. Френклах. - 1с. - Деп. в ЧОУНБ 17.02.1992 № 1406.

49. Фрэнкин Р. Мотивация поведения - биологический, когнитивный и социальный аспекты [Текст] / Р. Фрэнкин. - 5-е изд. - СПб : Питер, 2003. - 650 с.

Анализ обусловленности взаимодействий как системообразующий подход при исследовании ситуаций и систем

Б.М.Аксельрод, Россия, Санкт-Петербург

Аннотация.

Предложенный автором ранее метод анализа и синтеза ситуаций и систем на основе построения схемы обусловленности взаимодействий (СОВ) предлагается рассматривать как метод, который:

- С одной стороны, объединяет ряд специфических методов - функциональный анализ (ФА), причинно-следственный анализ (ПСА) и потоковый анализ (ПА). Часто с помощью СОВ анализ можно провести с достаточной глубиной для того, чтобы применение этих трех методов по отдельности уже не понадобилось.
- С другой стороны, СОВ создает предпосылки для целенаправленного использования как указанных, так и других специфических методов.

В целом, его можно считать системообразующим:

- Метод собственно является обобщенной системой анализа, то есть моделирования ТС и формирования ее динамического образа в мозгу решателя.
- Подсказывает систему использования других методик, если решение проблем не было достигнуто с помощью СОВ.

1. КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОВ

1.1. Что такое СОВ?

В ряде работ [1, 2, 3, 4, 5] были развиты основы универсальной методики анализа ситуаций и постановки задач.

Первоначально [1, 4, 5] методика разрабатывалась как усовершенствованный ФСА с единым подходом к анализу конструкций и технологий. В первом варианте была поставлена и достигнута цель устранения ряда недостатков общепринятого ФСА [6, 7, 8].

Основные достижения первой версии подхода:

- разработан понятийный аппарат, позволивший разработать новую систему ранжирования функций, причем эта система - универсальна для всех типов ТС.
- разработаны обобщенные правила свертывания элементов модели и правила выбора элементов для свертывания.
- получен целый ряд методических сверхэффектов, которые вывели разработанный подход далеко за рамки первоначально поставленных целей.

В 2005-2006 гг. [2, 3] была опубликована другая версия, во многом упрощенная. Уточнена суть модели: мы теперь говорим не о функциональной модели, а о модели связей между действиями (взаимодействиями). В ней введены новые понятия и изменены правила строгого ранжирования. При этом сохранена общая идеология, обеспечивающая универсальность подхода к ТС различных типов. Соответственно, для новой версии выполняются все те же методические сверхэффекты, обусловленные этой идеологией.

Каждая из этих альтернативных версий имеет свои достоинства и недостатки, и предполагается в дальнейшем синтезировать интегральный подход на их базе.

Тема же настоящей работы - сообщить о продвижении в развитии метода, достигнутом на сегодняшний день.

1.2. COB как система "свернутого" анализа ТС

1. В [2, 3] уже было указано, что при использовании новой версии обычно оказывается избыточным проведение функционального анализа (ФА).

2. С позиции нового видения, COB-подход позволяет органично дополнять проблемные фрагменты COB сопряженными звеньями причинно-следственных эффектов. В конечном итоге, это приводит также и к "свертыванию" отдельного анализа причинно-следственных цепочек нежелательных эффектов (ПСС НЭ) для ТС в целом.

3. Кроме того, потоковый анализ требует только в случаях, когда необходим конкретный расчет каких-либо потоков.

4. Еще одним серьезным методическим продвижением стало понимание того, что COB-моделирование может задавать всю систему дальнейшего анализа ситуации и синтеза решений. Другими словами, применение COB-подхода на начальной стадии проекта позволяет далее наиболее эффективно использовать различные аналитические и решающие инструменты.

В итоге, COB-подход позволяет существенно сократить трудозатраты без потери качества выполнения проекта.

1.3. Цель данной работы

Настоящая работа демонстрирует, что COB-метод - это не только метод анализа ситуаций и систем. Это - систематический подход к ведению проектов, который позволяет организовать процесс анализа ТС, постановки проблем и синтеза решений в целом, в том числе с использованием других методик.

1.4. Структура статьи

Сначала рассмотрим пример, который позволит:

- Вспомнить основные принципы COB-подхода;
- Получить, с помощью этого подхода, постановки ключевых задач, и при этом
- Выделить некоторые из характерных черт метода.

Затем будут развиты основные положения, подкрепляющие тезисы, выдвинутые в начале статьи.

В настоящей работе пример будет доведен до постановки ключевых задач. Получение решений методом синтеза симбиозных систем с применением метода APOS будет представлено на этой же конференции в [13].

2. Проект "Совершенствование WLAN (беспроводной локальной компьютерной сети)"

2.1. Исходные условия.

Локальная сеть предназначена для обмена информацией между компьютерами в реальном времени. Беспроводная сеть обеспечивает связь между компьютерами посредством ВЧ электромагнитного поля, несущего информационный сигнал. Структура сети представлена на Рис.1.

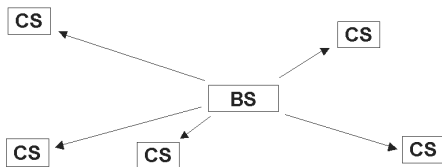


Рис.1. Беспроводная локальная компьютерная сеть. BS - базовая станция, CS - клиентские станции (компьютеры, принтеры и т.п.).

Качество информационного сигнала, принимаемого клиентскими станциями, должно быть достаточно высоким для надежной работы системы.

Требуется обеспечить (все это получается недостаточно хорошо в сочетании):

1. Качество связи с каждым клиентом из множества при

2. Высоком отношении мощности сигнала к шуму (С/Ш),

3. Высокой скорости передачи и

4. Низкой мощности излучения.

Цель проекта: необходимо определить узел, наиболее перспективный для модернизации в свете указанных проблем, и предложить соответствующие решения.

Очевидно, что построение функциональной модели WLAN - процесс очень трудоемкий. Еще больше времени и труда займет построение ПСЦ, связанных с влиянием различных факторов на скорость передачи данных и отношение сигнал/шум. И действительно ли инструментальны получающиеся "простыни" моделей и схем?

Применим COB-подход для эффективного анализа ситуации.

2.2. Построение COB

Соответствующая COB представлена на рис.2. Элементы схемы - взаимодействия - проранжированы по правилам [2]¹. Ранг принципиального² действия получили только два: "Формирование импульсов информационного сигнала" при передаче и "Восстановление информационного сигнала" при приеме. Интересно, что процессы генерации ВЧ сигнала, излучения и распространения и т.д. не попали в число принципиальных действий (Р-действий). На первый взгляд, это выглядит странно. Однако это полностью соответствует правильному применению критерия функционального принципа действия (ФПД) [2, 3].

Здесь необходимо разъяснение некоторых тонкостей, не освещенных ранее в [2, 3]. Прежде всего, при благоприятных условиях

два компьютера способны к обмену информацией без проводного соединения, просто благодаря индукционному наведению сигнала одного компьютера на соответствующие цепи другого, даже без модуляции несущей высокой частотой. Это реально, хотя и выглядит экзотикой. Поэтому на ранг принципиальных действий уже не могут претендовать никакие действия, связанные с подготовкой сигнала к передаче. Кандидатами на получение этого ранга могли бы быть излучение, распространение волн и прием сигнала. Но в указанном "экстремальном" случае эти процессы происходят сами по себе, без специальных мер со стороны человека. Поэтому эти действия могут рассматриваться только как "естественно связанные с принципиальными действиями", то есть natural-действия, порожденные, в свою очередь, принципиальными действиями - "Формированием инфо-сигнала" и "Восстановлением инфо-сигнала".

Как мы видим, применение критерия ФПД иногда само по себе требует преодоления стереотипов.

Все остальные элементы схемы получили ранги в соответствии с правилами [2, 3]. Ограниченные рамки статьи не позволяют объяснить все тонкости.

2.3. Анализ COB

В данном примере не будем останавливаться на ряде нюансов ранжирования. Важно объяснить общую идеологию.

Проблемные элементы COB - кандидаты на первоочередное применение обобщенной процедуры свертывания - могут выбираться двумя путями:

- на основе строгого ранжирования или
- "по вектору сходимости" нескольких правил, включая использование результатов ранжирования.

1 - В настоящей работе принято несколько другое правило расстановки цифровых под-индексов, в соответствии со следующим примечанием. Но суть ранжирования не изменена.

2 - Действия (взаимодействия) могут быть следующих типов: принципиальные (Р-действия), отвечающие функциональному принципу действия ТС (ФПД), пре-действия (р-действия) и после-действия (а-действия) - пре- и после-относительно "порождающих" их действий в причинно-следственном смысле, "естественные", то есть natural (п-действия), а также вредные (Н-действия). Цифры после буквы показывают, сколько однородных действий идет подряд. Совокупное обозначение ранга показывает степень удаленности от Р-действий, степень избыточности данного действия и его связь с вредными действиями.

Для данного примера можно сказать, что основные чисто технические проблемы следовало бы искать, начиная с "Формирования пакета данных", имеющего низший ранг, и действия "Модуляция: совмещение сигналов инфо, протокола и ВЧ", лежащего в начале цепочки не принципиальных действий. Если бы целью было выявление различных проблем, связанных с аппаратно-алгоритмическими недостатками технических решений, то определение этих взаимодействий как наиболее проблемных было бы оправдано.

Однако мы ищем проблемы системного уровня. Поэтому обратимся, прежде всего, к особенностям данной СОВ. Сразу три действия подряд получили ранг "естественных", или natural-действий, связанных с принципиальными. Это - "Излучение", "Распространение радиоволн", "Преобразование поля в эл. ток". Ранг "natural" говорит о том, что сопутствующие им процессы, скорее всего, находятся под слабым техническим контролем. Особенно это относится к действию "Распространение радиоволн".

Примечание. В отличие от указанных natural-действий, остальные взаимодействия в системе реализовывались в результате тщательной разработки, как правило, именно для локальных сетей.

Схема на рис.2 хорошо иллюстрирует также тот факт, что СОВ практически отражает также и схему потоков в системе. Разумеется, это отражение получается на том же уровне, для которого построена сама СОВ. Далее мы увидим, как, по мере уточнения анализа, будет развиваться и видение потоков на приведенных схемах.

Итак, мы выделили наиболее перспективный элемент для дальнейшего анализа - действие "Распространение радиоволн", предположительно, наиболее проблемное, несмотря на неожиданность этого вывода.

2.4. Построение фрагмента СОВ+ПССЭ

Переходим к построению комбинированных фрагментов СОВ и ПССЭ различных явле-

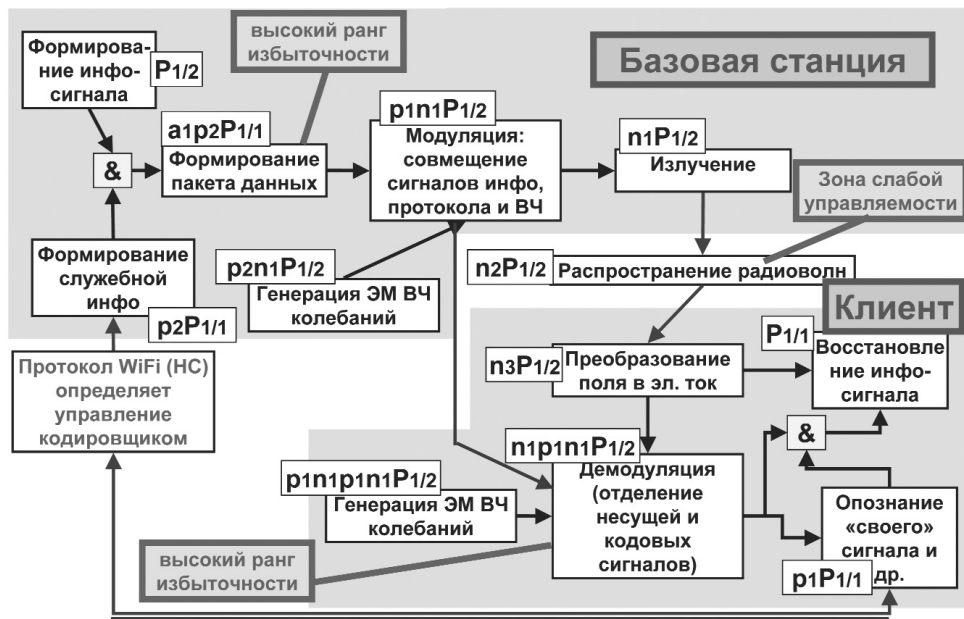


Рис. 2. СОВ верхнего уровня для ТС "локальная компьютерная сеть".

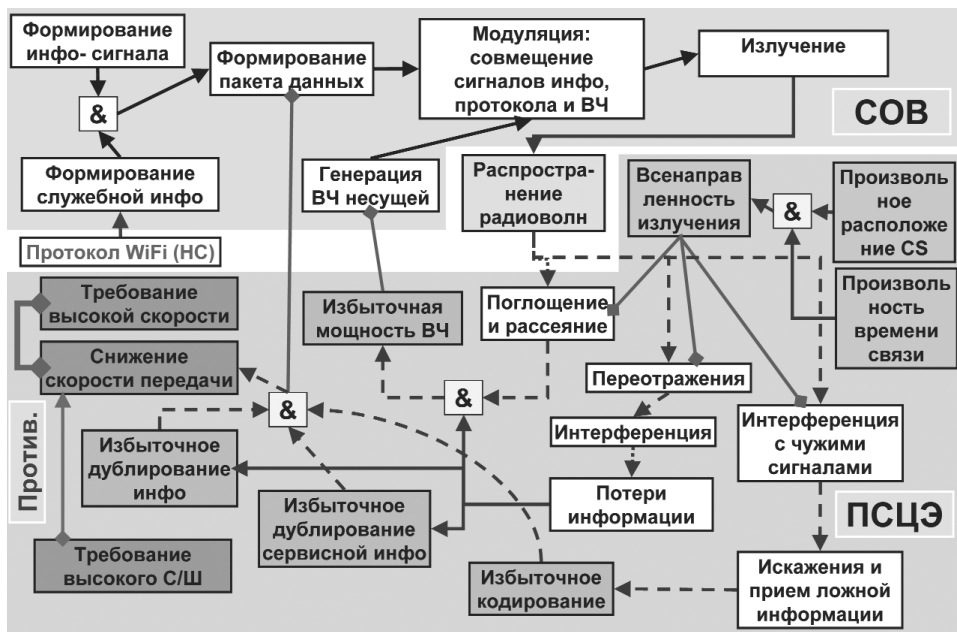


Рис. 3. Фрагмент СОВ+ПСЦЭ для проблемного действия "Распространение радиоволн".

ний и эффектов (ПСЦЭ), связанных с проблемными [взаимо]действиями.

Алгоритм этого этапа следующий.

1. Выделяем участок СОВ с действиями, сопряженными с проблемным.
2. Выявляем все явления, эффекты, задаваемые условия, связанные с проблемным действием, которые могут влиять на целевые параметры - скорость передачи и отношение С/Ш.
3. Достраиваем выбранный фрагмент СОВ цепочками, связанными с этими явлениями и эффектами. В цепочки попадут не только нежелательные и вредные, но все влияющие факторы.

На рис. 3 представлен фрагмент СОВ, дополненный ПСЦЭ, для проблемного действия - "Распространения радиоволн" - в системе WLAN. Связи, ведущие к вредным взаимодействиям и нежелательным эффектам, показаны прерывистыми линиями.

2.5. Основные методические результаты построения фрагмента СОВ+ПСЦЭ

Данный пример наглядно иллюстрирует достоинства моделирования ТС построением фрагмента СОВ+ПСЦЭ.

1. Мы ясно видим **контуры обратных связей от проблемных полезных действий** через вредные и нежелательные эффекты к другим полезным действиям. Это, в частности, – **прямой выход на противоречия**.

В частности, из рис.3 четко видно, как эффекты, возникающие при распространении радиоволн, в сочетании с принципами обработки информации в локальной сети, усиливают противоречие между требованиями высокой скорости и высокого отношения сигнал/шум.

2. COB показывает **взаимосвязь действий, эффектов и явлений во времени, и может также отражать временные харак-**

теристики своих элементов. Таким образом, мы имеем динамическую модель ТС.

3. Мы видим на одной схеме, **в их взаимосвязи, проблемные полезные действия, вредные эффекты и условия, которые обуславливают их**.

4. СОВ, особенно в сочетании с фрагментами ПСЦЭ, позволяет видеть также **и систему потоков в ТС**. При необходимости, их можно **визуализировать на той же схеме**.

Таким образом, мы имеем фрагмент системной модели ТС.

Эта системная модель – основание для эффективной постановки задач.

2.6. Постановка ключевых задач

Из фрагмента СОВ+ПСЦЭ (рис.3) следует постановка ключевой задачи: **"Каким образом излучать (принимать) радиоволны для того, чтобы снизить НЭ, приводящие к снижению скорости передачи или снижению отношения С/Ш?"**.

Далее возможны два пути:

- углублять анализ ПСЦЭ с выходом на более конкретные постановки проблем или
- выполнить целевой проблемно-ориентированный поиск (АPOS)³ с выходом на синтез симбиозной системы того или иного вида [13].

Первый подход не должен вызывать методических проблем, но он имеет свои недостатки (как и любой метод).

Второй подход - с использованием АPOS - высоко алгоритмичен и часто оказывается эффективным. Он описан достаточно подробно в [10, 11, 12].

Построенная модель СОВ+ПСЦЭ уже под-сказывает дополнительные критерии или признаки, которые могут помочь при поиске "аналогичных" решений в других ТС. Это - два единственных элемента блока ПСЦЭ на схеме рис.3, непосредственно связанные с проблемным действием "Излучение/прием радио-

волн", на которые мы можем в принципе влиять в чисто техническом плане:

- Всенаправленность излучения передающей части.
- Произвольность времени связи.

Можно рассматривать эти элементы - условия функционирования, свойства системы - в качестве ресурсов системы.

2.7. Что продемонстрировал пример

Рассмотренный пример продемонстрировал следующие важные вещи:

1. СОВ позволяет быстро выделить наиболее проблемные взаимодействия.

Интересно также, что удалось сразу, на первом же шаге анализа, взглянуть на систему нестандартно. Например, действия, связанные с излучением, распространением и приемом радиоволн, не получили ранга "принципиальных" для данной ТС. Это идет вразрез со стереотипами, так как все эти действия относятся к физическому принципу действия системы. Но мы сразу посмотрели на них критически. Этот сверхэффект метода был выявлен еще при подготовке первой публикации [1].

2. Фрагмент СОВ+ПСЦЭ обладает всеми основными атрибутами системной модели ТС [14]:

- наглядная схема, в которой связаны полезные и вредные взаимодействия,
- существенные факторы и условия функционирования ТС - полезные, вредные и нейтральные,
- нежелательные эффекты,
- контуры обратных связей,
- легкое понимание системы потоков в ТС, с возможностью их визуализации на той же схеме.

Вероятно, в настоящее время в ТРИЗ отсутствует другой метод системного моделирования, особенно с учетом универсальности приложения к конструкциям и технологиям.

3 - Известна методика функционально-ориентированного поиска решений (ФОП) [9], предназначенная для определенного вида поиска по аналогии. Однако приходится констатировать, что к настоящему времени гораздо более инструментальным является метод АPOS [10, 11, 12]. Несмотря на то, что АPOS появился позже ФОП в процессе совершенствования последнего, он представляется более эффективным методом, существенно раздвинувшим рамки парадигмы ФОП.

3. Все указанные достоинства обеспечивают эффективный выход на ключевые проблемы и противоречия, позволяют сформулировать ключевые задачи.

3. ОБ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРИ КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Существуют разные методы организации этапов выполнения проектов. Вероятно, наиболее продуманной следует считать схему (roadmap) [15], разработанную фирмами GEN3 Partners (Boston, MA, USA) и АЛГОРИТМ (Россия, Санкт-Петербург). Однако эта схема исходит из "классического" выполнения всех видов анализа по отдельности, затем применения всех решательных методов... В настоящей работе предлагается другой подход. Многие этапы "классической" системы свортываются, а направление движения задается результатами, полученными при анализе СОВ. При этом СОВ-roadmap может быть дополнена или усилена любым отдельным разделом, присутствующим в roadmap фирмы АЛГОРИТМ.

Почему можно утверждать, что СОВ-метод выполняет функции организации, формирования системы использования других инструментов?

Системообразующие возможности метода основаны на его аналитическом потенциале. Поэтому две эти стороны - аналитическую и системообразующую - довольно трудно разграничить. Однако попытаемся.

4. СОВ как система динамического моделирования

Рассмотрим первое положение из вынесенных в аннотацию:

Метод является обобщенной системой анализа, то есть моделирования ТС и формирования ее динамического образа в мозгу решателя.

Как уже было сказано, в будущем планируется опубликовать интегральную методику, объединяющую версии [1, 2, 3]. Сейчас можно просто резюмировать основные аналитические результаты.

4.1. Связь метода СОВ с системой ТРИЗ+ФСА; соотношение их аналитических возможностей

СОВ - это структура взаимосвязей, которая по содержанию гарантированно включает в себя все функциональные взаимосвязи, одновременно с этим четко отражая структурную организацию системы. Поток легко прослеживаются в связях между действиями (взаимодействиями). Поэтому СОВ гарантированно отображает содержание структурного анализа (СА), функциональной модели (ФМ), потокового анализа (ПА).

В опубликованных к настоящему времени основных работах по СОВ-анализу [1, 2, 3] не рассматривался аспект стоимостного анализа. Однако соответствующий раздел может быть без особого труда добавлен в СОВ-анализ, если это требуется в конкретном проекте. Это - также одна из вероятных тем следующих публикаций по СОВ.

Следовательно, правильный СОВ-анализ дает всю ту информацию, все те выводы и гипотезы, все те постановки задач, которые способна дать общепринятая система ТРИЗ+ФСА [6, 7, 8].

4.2. Связь метода СОВ с ПА; соотношение их аналитических возможностей

Потоковый анализ исследует преобразование потоков веществ или полей, их ветвление, потери или генерацию. Все эти изменения потоков происходят в результате каких-то действий (взаимодействий). Именно поэтому СОВ как структура связей между взаимодействиями естественным образом отражает также и изменения потоков. В частности, на рис.2 и 3 эти изменения можно легко увидеть и, при желании, также нанести на схему.

В [1] вводятся понятия "потока главного продукта" и "потока по цели", которые активно используются при ранжировании в этой версии СОВ. Выше уже было сказано о планирующемся объединении двух версий, изложенных в [1] и [2].

Таким образом, на качественном уровне - на уровне отображения изменений потоков -

СОВ обеспечивает также и результаты потокового анализа.

Другое дело, когда требуется количественная оценка изменений потоков. В этих случаях необходимо выполнить расчеты, как это принято при инженерном проектировании. СОВ, равно как и любое моделирование потоков без численных оценок, не может заменить такой анализ. Но для демонстрации полученных результатов не обязательна отдельная потоковая модель; можно показывать потоки непосредственно на СОВ.

4.3. СОВ и постановка задач на свертывание. Правила обобщенного свертывания

К настоящему моменту правила свертывания получили дальнейшее развитие по сравнению с представленным в [2, 3] и теперь выглядят следующим образом (изменения выделены жирным и подчеркнуты):

Данное действие можно исключить, если:

а) исключить действие, "порождающее" его;

а1) исключить следующее "порождающее" действие по цепочке обусловленности связей в направлении к Р-действию; и т.д.

б) вынудить **причину**, "порождающее" данное действие, не порождать его:

1). ликвидировать причину существования/появления данного действия,

2). убрать влияние этой причины на данное действие,

3). **нейтрализовать эту причину введением нового взаимодействия.**

б1) выполнить то же самое **с другой причиной**, связанной со следующим "порождающим" действием по цепочке обусловленности связей в направлении к Р-действию; и т.д. в этом направлении

в) вынудить само "порождающее" действие обеспечить результат данного действия;

в1) вынудить к тому же следующее "порождающее" действие по цепочке обусловленности связей в направлении к Р-действию; и т.д.

Пункты а, б, в - приоритетные (в порядке убывания приоритета). К ним можно добавить два дополнительных пункта:

г) скомпенсировать причину существования/появления данного действия (не убирая ее),

д) результат данного действия получить из другого действия, отстоящего по цепочке обусловленности связей дальше от Р-действия, чем данное:

- в интервале времени функционирования данного элемента;
- на предшествующем отрезке времени;
- на последующем отрезке времени.

Замечание 1. Следует обратить особое внимание на то, что в формулировку органично вошло предложение "нейтрализовать эту причину [проблему] введением нового взаимодействия" (п.б). Фактически, этим **открывается широкая дверь в область синтеза новых элементов системы, не выходя из логики свертывания.**

Замечание 2. Очевидно, что под действие предложений на свертывание подпадают не только взаимодействия, но, по логике, и их участники - объекты и субъекты действий, а также факторы и условия, сопряженные с ними.

В [2] показано, что новая обобщенная формулировка правил свертывания имеет следующий ряд преимуществ:

1. Она **универсальна** и при этом, по мнению автора, **сочетает большую обобщенность с большей инструментальностью**. Кроме того, она отражает некоторые постановки задач, не попадавшие непосредственно в прежнюю формулировку свертывания (типа "объекта/субъекта нет, а действие выполняется").

2. Задача на свертывание ставится относительно взаимодействия. Поэтому решателю легче выбирать эффективное решение, исходя из конкретики ситуации - ограничений ситуации, свойств и параметров объекта и субъекта. При этом большую роль играет владение системным оператором. Настоящий подход стимулирует многоэкранное мышление.

3. Предлагаемые правила свертывания часто позволяют сформулировать конкретную задачу сразу, с учетом визуально показанных на СОВ причинных и других связей. Эти наглядные связи помогают использовать системный оператор:

- "Включается" видение надсистемы и подсистемы - за счет гибкости расширенных формулировок действий (см. примеры)
- "Включается" видение изменений системы во времени, и др.

4. Инструментальность этих правил повышается также благодаря указаниям о направлении переформулирования задачи вдоль цепочки связей по обусловленности относительно Р-действия.

5. Формулировки новой системы с использованием понятий причинности и обусловленности принципиально и шире, и точнее прежних.

Например, сравним прежнюю формулировку ([2, 3], п.4.3.4б) для исправляющих операций - "операция, создавшая объект функции, перестает его создавать", - с одной стороны, и соответствующую ей формулировку предлагаемой системы (п.б) в случае анализа техпроцесса - "вынудить "порождающую" операцию не создавать причину появления данной операции", - с другой стороны. Новая формулировка шире и точнее:

- она относится не только к исправляющим операциям;
- решатель сразу ориентирован на причинные связи;
- под "причину", которую мы хотим ликвидировать, подпадает не только объект данной функции, созданный "порождающей" операцией, но и, например, его взаимодействия с другими объектами (полями).

6. Предлагаемая система правил свертывания инвариантна относительно выбора субъекта и объекта взаимодействия.

В свете сказанного предлагаемый подход, который можно назвать "обобщенное свертывание", приобретает качественно новые черты. Его последовательное применение можно рассматривать как реальный алгоритм многоэкранного мышления.

Обобщенная формулировка свертывания в явном виде предполагает и ликвидацию элементов ТС, и введение новых элементов. К логике и возможностям прежней формулировки [2, 3] добавляются новые логика и возможности. Так как теперь правила свертывания предполагают не только элементы конструкций и операции, но и объекты и субъекты действий, а также факторы и условия, сопряжен-

ные с ними. По сути, в подход "обобщенное свертывание" входит и синтез новых взаимодействий, то есть синтез систем.

4.4. Связь метода СОВ с анализом ПСЦ НЭ. Соотношение их возможностей

СОВ-подход, не отрицая возможность построения ПСЦ НЭ в любом требуемом объеме, оптимизирует применение этого вида анализа. Предлагается сначала определить проблемные элементы СОВ-модели, затем построить ПСЦ эффектов и явлений, связанных с ними (и не только нежелательных!). Полученные фрагменты СОВ+ПСЦЭ являются качественно новой разновидностью модели. Они позволяют существенно облегчить процесс анализа за счет целого ряда факторов, **стимулирующих мышление решателя**:

- взаимоувязанная система полезных целевых, сопутствующих и вредных действий и факторов, связанных с конкретным целевым НЭ;
- цепочечный характер схемы;
- **отображение контуров ОС**;
- выявление мест плохого согласования между "соседними" действиями;
- последовательный переход от блочного к более детальному анализу и др.

4.5. Динамический характер СОВ

Легко показать, что формируемая СОВ-методом модель динамична, хорошо соответствует реальной динамике поведения рассматриваемой ТС.

1. Это напрямую связано с причинно-обусловленной последовательностью связей в СОВ. Она обеспечивает:

- временную обусловленность. Например, временная последовательность всегда выполняется в отношении всех n-действий; также часто это относится и к Р-действиям. Это также однозначно справедливо для всех пре- и after-действий, если речь идет о техпроцессе или о конструкции, реализующей какой-то процесс, будь то зубная щетка, двигатель или информационная система.

- логическую обусловленность. Даже если речь идет о статических конструкциях или ситуациях, СОВ-модель отражает динамику логических связей между элементами ТС. Наиболее очевидный психологический результат для решателя - простота мысленных переходов от статических ситуаций к динамическим. Есть и другие эффекты.

2. Это также напрямую связано с характером элементов этой модели. Элементы модели СОВ, то есть взаимодействия:

- принципиально имеют **характеристику длительности совершения (протекания, выполнения)**. Эта длительность может быть практически нулевой (взаимодействия через э-м поля) или равняться длительности всего рассматриваемого процесса (вытекание отблывателя из каппы...).

- несут информацию о времени и/или длительности протекания этого взаимодействия. Момент начала взаимодействия понятен из модели (схемы), так как определяется взаимодействиями, соседними по связям. Длительность может также явно определяться соседними по схеме взаимодействиями, или может быть включена в формулировку взаимодействия. Кроме того, можно снабжать элементы схемы на рисунке дополнительными значками их длительности. Это получается вполне логично, в отличие, например, от ФМ, особенно для конструкций.

Таким образом, мы доказали исходное положение данного раздела: модель отражает динамику ТС и, следовательно, формирует ее динамический образ в мозгу решателя.

4.6. Заключение по аналитическим возможностям СОВ

Аналитические возможности любого метода определяются **эффективностью получения аналитических результатов**.

Аналитические результаты - это выявленные ключевые проблемы, полученные формулировки ключевых задач и противоречий, постановка задач на целевой информационный поиск, и т.д. Все это должно сопровождаться предварительной оценкой их перспективности для данной ТС и правильной расстановкой

приоритетов между ними. В качестве высшего аналитического результата можно рассматривать получение решения проблемы без использования трудоемких решательных методов. Это, например, нахождение решения путем построения его аналитического портрета, в результате точной формулировки проблемы, с помощью многофакторного АРОС в ходе выполнения поиска и др.

Под эффективностью получения этих результатов понимается отношение их качества к трудозатратам.

Из содержания настоящего раздела можно видеть, что СОВ-метод **как инструмент анализа**:

- по крайней мере, выполняет все те же функции, что и ФСА, ПА, ПСЦНЭ;
- имеет значительный потенциал для повышения эффективности других методов.

При этом СОВ как инструмент моделирования работает эффективнее, чем каждый из остальных методов по отдельности.

Модель системы - продукт нашего мыслительного процесса. Эффективность СОВ-моделирования определяется его отличительными особенностями, облегчающими этот процесс.

Методические причины высокой эффективности метода:

- запеченный характер модели;
- изображение на одной схеме как полезных, так и вредных взаимодействий, а также эффектов, явлений условий;
- отображение на схеме контуров обратной связи, в которые могут быть включены все указанные элементы и факторы;
- втягивание в схему элементов и взаимодействий из НС, связанных с проблемными элементами модели;
- отражение динамических особенностей ТС и др.

Все это приводит к тому, **что модель СОВ обладает большей полнотой, чем другие модели**. Поэтому получаемая модель **ТС более адекватно отражает процессы, взаимосвязи как внутри ТС, так и между ТС и НС**. Вместе с тем, **СОВ-модель гораздо компактней, чем, например, ФМ или ПСЦ НЭ**. Все это вместе и обеспечивает ее **высокую эффективность**.

Обеспечивается синергический, взаимно-усиливающий эффект разных шагов анализа. Следует отметить, что все эти особенности СОВ-метода являются характерными признаками системного подхода [14]. Этим, собственно, теоретически объясняются столь высокие возможности метода. Однако это – тема для отдельной статьи.

Помимо методических, имеется ряд особенностей, лежащих на стыке методических и психологических моментов [1, 2, 3]:

- свободные лингвистические правила формулировок элементов модели;
- формулирование проблем сразу в терминах взаимодействий;
- психологическое облегчение процесса переформулирования проблем:
 - наглядность СОВ (см. выше), ее цепочное строение и отражение контуров ОС;
 - вовлеченность различных факторов и условий в СОВ;
 - инвариантность формулировки обобщенного свертывания относительно субъекта и объекта действия;
 - облегчение использования системного оператора в результате "втягивания" в модель элементов НС;
 - стимуляция многоэкранного мышления при работе с обобщенной формулировкой свертывания.

Г.С.Альтшуллер придавал большое значение включению приемов психологической активизации мышления непосредственно в алгоритмы работы, что нашло отражение в целом ряде шагов АРИЗ. Однако в современных практических методиках редко можно обнаружить аналогичные приемы или шаги. Существует ряд работ [16 и др.], посвященных этой теме. Однако практические методики обычно не включают меры психологического плана. Поэтому СОВ-подход и с этой точки зрения также является передовым, восстанавливая традицию Альтшуллера. Психологические аспекты методики усиливают синергический эффект методических нововведений.

В итоге, СОВ-анализ приводит к эффективной постановке задач в отношении проблемных взаимодействий - элементов, порождающих ключевые проблемы. Обеспечивается простой выход на:

- элементы генетической избыточности,
- зоны рассогласования,
- зоны плохой управляемости,
- элементы, порождающие избыточные действия и их цепочки
- элементы, порождающие ключевые НЭ как внутри ТС, так и в НС,
- ключевые противоречия.

Результаты построения и анализа СОВ аналогичны результатам совместного применения ФСА и ПСЦ, а также потокового анализа. Однако при этом мы практически:

- не применяем ФСА вообще (он оказался свернут); а вместо ФМ строим модель связей взаимодействий;
- в целом, оказывается свернут и этап построения ПСЦ НЭ. Вместо этого мы формируем комбинацию СОВ и причинно-следственных цепочек эффектов (ПСЦЭ) для наиболее проблемных фрагментов СОВ. В комбинированные фрагменты СОВ+ПСЦЭ входят вредные взаимодействия, нежелательные эффекты (НЭ), а также некоторые существенные факторы НС;
- потоковая модель оказывается включенной в СОВ автоматически.

5. СОВ КАК РЕШАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД (ИЛИ РЕШАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВ)

Примеры в [1, 2, 3, 5] демонстрировали некоторые решательные возможности СОВ-подхода.

Прежде всего, они определяются эффективной постановкой проблем. Метод СОВ хорошо подтверждает утверждение, что правильно сформулированная проблема - это уже половина решения.

Примеры из предыдущих работ демонстрировали, прежде всего, насколько эффективен метод СОВ при составлении портрета решения. Он часто оказывается естественным результатом СОВ-анализа, не требующим дополнительной работы.

Столь же эффективно СОВ приводит к решению при целенаправленном переформулировании проблем по правилам обобщенного свертывания.

Если, тем не менее, решение не найдено, то далее COB выступает как метод, оптимизирующий применение других методов.

6. COB КАК МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРУГИХ МЕТОДОВ

В примерах, приведенных в [2, 3], показанные решения достигались за один цикл построение COB → постановка задач → решение задач.

Но не всегда цель проекта достигается столь быстро.

Часто главный результат постановки задач первого цикла - это понимание того, какую ветвь COB следует рассмотреть более тщательно. В этом случае мы действуем по схеме, изображенной на рис.4.

На этапе выбора метода продвижения мы можем принимать решение двух видов:

- перейти к решению поставленных проблем или
- углубить анализ ТС.

Если мы не получаем удовлетворительно-

го решения ключевых проблем 1-го (верхнего) уровня анализа, то мы в любом случае можем выявить наиболее проблемные участки первой COB-модели - в соответствии со сказанным в [1, 2, 3]. Далее проблемные участки моделируются более детально. При этом в общем случае строится COB-модель 2-го уровня анализа и производится новый цикл: анализ - постановка ключевых проблем - решение.

Модель 2-го уровня можно строить в разных модификациях: интегрированная COB-модель или проблемные участки отдельно.

Представляется, что наиболее эффективный подход - строить модель типа COB или фрагмент COB + целевой участок причинно-следственной цепочки эффектов (ПССЭ).

Однако, возможно, что в отдельных случаях полезно выполнять анализ с помощью более привычных ФА или ПСЦН. Это может быть оправдано с точки зрения трудозатрат, так как мы на предыдущем цикле уже существенно ограничили область углубленного моделирования.

По результатам 2-го цикла моделирования формулируются ключевые проблемы 2-го уровня, и т.д. Выбирается метод дальнейшего

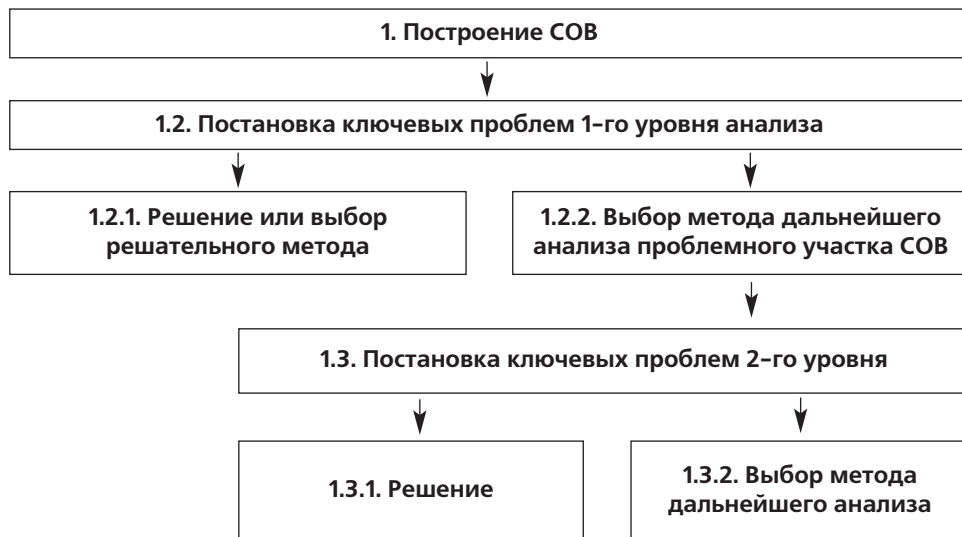


Рис.4. Поэтапное применение COB-подхода.

продвижения. Это могут быть непосредственные решательные методы (стандарты, приемы, АРИЗ, портрет решения), поисково-решательные (ФОП [9], APOS [10-12], синтез симбиозных систем [13] (включая синтез альтернативных систем) и др. Это также может быть дальнейшее углубление анализа - переход на 3-й цикл СОВ-моделирования, и т.д.

Последовательность выполнения методики

В общем случае, при моделировании ТС и решении ее проблем с помощью СОВ следует пройти следующие этапы:

1. Строим структурную блок-схему ТС.
 2. Строим СОВ на уровне блоков. В качестве элементов СОВ выступают целевые действия (взаимодействия) блоков. Предварительно намечаем "векторы анализа". Опционально: ранжируем элементы блок-СОВ.
 3. Строим более детальную СОВ. Определяем проблемные элементы. Это можно сделать двумя путями: используя набор признаков проблемных элементов или через точное ранжирование.
 4. Для проблемных элементов достраиваем СОВ участком ПСЦЭ, связанных с этими элементами.
 5. Определяем ключевые проблемные элементы на фрагментах СОВ+ПСЦЭ.
- Применяем обобщенную формулировку свертывания для постановки ключевых задач.
6. Далее - процесс решения с использованием любых подходов (приемы и стандарты, построение противоречий, портрета решения, перенос признака, APOS...).
 7. При необходимости, выполняем следующую итерацию анализа, еще более детализируя модель СОВ+ПСЦЭ.
- Каждый из этих пунктов может выполняться с разной степенью глубины.

В итоге, мы видим, что СОВ подсказывает систему использования других методик, если решение проблем не было достигнуто с помощью СОВ. В этом - второй смысл понимания СОВ как системообразующего метода. (**Первый был - СОВ как метод системного моделирования**).

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход к исследованию и реконструкции изобретательских ситуаций, к решению проблем на основе анализа обусловленности взаимодействий - эффективный метод, имеющий высокий потенциал развития.

По своему практическому содержанию, СОВ объединяет ряд специальных методов - функционально-стоимостный, причинно-следственный и потоковый анализ, в определенной мере "свертывая" каждый из них в отдельности.

Теоретически рассмотрены и проиллюстрированы следующие положения:

1. СОВ включает ряд новых подходов; среди них есть как чисто методические, так и методико-психологические аспекты
2. СОВ - инструмент системного моделирования
3. СОВ обладает собственными решательными возможностями
4. СОВ выступает как системообразующий метод в отношении применения других методик.

Литература

1. Аксельрод, Б.М. Конструкции и технологии: единая методика ранжирования функций и свертывания элементов. Журнал ТРИЗ, 1995, п.1., с.58-62.
2. . Аксельрод, Б.М. Схема обусловленности взаимодействий как инструмент анализа ситуаций и постановки задач (единая методика анализа конструкций и технологий). Журнал ТРИЗ. N. 1 (14). 2005. С.40-47. (English version: B.Axelrod. Interactions Causality Scheme as a Tool For Situation Analysis and Problem Statement. Journal of TRIZ, 2005, October, N.1 (14), pp.44-51.)
3. Axelrod, B. Express-analysis of systems and new systems synthesis based on interactions causality scheme. Unified approach to designs and technologies. /B.Axelrod// Proceedings of "TRIZ-Future 2006" ETRIA Conference. Kortrijk, Belgium 2006, October 9-11. 10p.
4. Аксельрод, Б.М. Новый инструмент анализа ситуаций и постановки задач: ранговая схема причинно-следственных связей, а также другие разъяснения к статье "Единая методика ранжирования функций и свертывания элементов". /Б.М.Аксельрод// Научно-практическая конференция по применению ТРИЗ в системах искусственного интеллекта. Минск, IMCorp, 1996
5. Аксельрод, Б.М. Методика экспресс-анализа на основе "единой методики ранжирования функций и свертывания элементов". /Б.М.Аксельрод// Науч-

но-практическая конференция по применению ТРИЗ в системах искусственного интеллекта. Минск, IMCorp, 1996

6. Герасимов, В.М. Литвин, С.С. Основные положения методики проведения ФСА. Части 4, 5. Журнал ТРИЗ, 3.2. 1992, стр. 7-45.

7. Литвин, С.С. Герасимов, В.М. и др. Основные положения методики проведения ФСА. Москва, Информ-ФСА, 1991. 40 с.

8. Альтшуллер, Г.С., Злотин, Б.Л., Зусман, А.В., Филатов, В.И.. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев. Картя Молдовеняскэ, 1989

9. Litvin, S. New Triz-Based Tool - Function-Oriented Search /S. Litvin// ETRIA World Conference: TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy.

10. Axelrod, B. New search and problem-solving TRIZ tool: Methodology For Action & Problem Oriented Search (APOS) Based On The Analysis Of Patent Documents /B.Axelrod//TRIZ Future 2005. Graz, Austria. 2005, November 16-18. University of Leoben. pp.325-345.

11. Аксельрод, Б.М. Проблемно-ориентированный поиск по действию с использованием патентных баз данных: новый поисково-решательный инструмент. /Б.М.Аксельрод// Конференция МАТРИЗ TRIZfest-2006, С-Петербург, Россия, 13-20 октября 2006 г. 9 стр.

12. Аксельрод, Б.М. Проблемно-ориентированный поиск по действию с использованием патентных баз данных: новый поисково-решательный инструмент. Журнал ТРИЗ, 2007. В печати

13. Аксельрод, Б.М. Синтез симбиозных систем (ССС), или добавим технике плюрализма. /Б.М.Аксельрод// Конференция МАТРИЗ TRIZfest-2007, июль 2007, Москва, Россия.

14. Системный анализ и принятие решений. Под ред. В.Н.Волковой и В.Н.Козлова. Москва, Высшая школа. 2004

15. Петий И.И., Герасимов О.М. Особенности выполнения консультационных проектов. /И.И.Петий, О.М.Герасимов // Конференция МАТРИЗ TRIZfest-2007, июль 2007, Москва, Россия.

16. Аксельрод, Б.М., Аксельрод, С.И.. Психологические аспекты максимальной реализации творческого потенциала. Журнал ТРИЗ, 1995, n.1., с.94-99.

ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

О. Ю. Абрамов, Россия

Аннотация

Правильный выбор технической системы (ТС) для усовершенствования является сложной задачей в случае, когда целью является получение прибыли от реализации полученных технических решений.

Классический ТРИЗ позволяет определить перспективные направления дальнейшего развития любой ТС, обеспечивающие улучшение выполнения ее главной полезной функции (ГПФ), и получить сильные технические решения, продвигающие ТС в этих направлениях. Однако нет никакой гарантии, что эти технические решения будут востребованы на конкретном рынке, поскольку классический ТРИЗ не учитывает ряд факторов, влияющих на рыночный спрос. Кроме того, ТРИЗ не дает ответа на вопрос как быстро будет развиваться та или иная ТС, что не позволяет прогнозировать сроки получения прибыли от перспективных технических решений и планировать бизнес.

В данной работе обсуждается методика выбора перспективной ТС и направлений ее усовершенствования, учитывающая рыночные тенденции и динамику развития ТС.

Введение

Прогнозирование развития ТС на основе открытых Г.С. Альтшуллером и детализированных его последователями законов разви-

тия ТС (ЗРТС) [1] широко используется при выполнении консультационных ТРИЗ-проектов. В сочетании с "решательными"¹ инструментами ТРИЗ это позволяет получить сильные технические решения когда Заказчик четко указывает какая именно ТС должна быть усовершенствована и какие проблемы должны быть решены.

Однако зачастую Заказчик проекта не знает в усовершенствование какой именно ТС перспективнее всего вложить капитал. В этом случае ТРИЗ-консультант должен решить две задачи:

1. Сначала определить наиболее перспективную ТС и/или ее компонент, усовершенствование которого может принести наибольшую прибыль.

2. Затем найти технические решения, которые эту прибыль принесут.

Если для решения второй задачи можно использовать весь богатый арсенал ТРИЗ, то инструментов для решения первой задачи в настоящее время мало.

Проблема в том, что выбор наиболее коммерчески перспективной ТС из числа конкурирующих² и альтернативных³ ТС, а также выбор перспективных компонентов этой ТС требует изучения рынка, производственных и финансовых возможностей Заказчика и других факторов.

Для сложных высокотехнологичных ТС дополнительная трудность связана с наличием большого числа компонентов, усовершенст-

1 - К решательным инструментам ТРИЗ относятся АРИЗ, Функционально-Ориентированный Поиск информации, Feature Transfer, и др.

2 - Под конкурирующими ТС понимаются ТС, выполняющие одинаковую главную полезную функцию (ГПФ) и использующие для этого один и тот же принцип действия.

3 - Альтернативные ТС - это ТС, выполняющие одинаковую ГПФ, но использующие для этого различные принципы действия.

ование которых может дать положительный эффект, в то время как нужно выбрать только один компонент, усовершенствование которого даст наибольшую отдачу.

В настоящее время прогнозирование развития ТС по ЗРТС и прогнозирование рынка чаще всего выполняются отдельно друг от друга. При этом ТРИЗ-прогнозисты и маркетинго-аналитики часто не могут прийти к общему мнению, какая ТС наиболее перспективна.

В работе [2] сделана удачная попытка поставить в соответствие рыночные тенденции в некоторых областях техники и тенденции развития вытекающие из ЗРТС. Однако результаты этой работы представляются пока недостаточно инструментальными для практического применения в ТРИЗ-проектах.

Следует отметить что в методологии G3:ID разработан мощный инструмент - Main Parameter of Customer's value (MPV) - анализ [3]. MPV-анализ позволяет найти параметр (MPV) ТС, который выгоднее всего улучшать и наиболее перспективную ТС, позволяющую достигнуть максимального значения MPV. При этом используются результаты и ТРИЗ- , и рыночного прогнозов. Этот метод дает хорошие результаты в проектах. К его недостаткам можно отнести сравнительно большую трудоемкость, связанную с определением MPV.

В работе [4] автор предложил менее трудоемкий подход к определению наиболее перспективной ТС и ее перспективного компонента. Однако в предложенной методике [4] не были отражены следующие важные аспекты:

- Перспективные ТС должны выбираться с прицелом на конкретный рынок.
- Перспективные ТС должны выбираться с учетом скорости их эволюции.

Цель данной работы - восполнить этот пробел.

Перспективные ТС должны выбираться с прицелом на конкретный рынок

Наиболее коммерчески перспективная ТС должна обладать высоким техническим и рыночным потенциалом (см. Рис. 1).



Рис. 1. Общая структура процесса поиска наиболее перспективных ТС.

Как отмечено в [4], перспективная ТС должна иметь достаточный резерв для улучшения технических и стоимостных характеристик и для создания сильной интеллектуальной собственности. Это определяет технический потенциал ТС.

Кроме того, перспективная ТС должна быть востребована на рынке именно в тот период, когда планируется получать прибыль от вложения капитала. Объем рынка для данной ТС определяет ее рыночный потенциал.

Следует подчеркнуть, что в одно и то же время на разных рынках наиболее перспек-

Пример 1. Рынок сотовых телефонов с разной функциональностью.

- На рынке развитых стран, где сотовой связью охвачена практически вся территория и все население, востребованы сравнительно дорогие телефоны с большой функциональностью, включающую поддержку высокоскоростных технологий (WCDMA, EDGE, EV-DO и т.п.).
- На рынке развивающихся стран, где сотовая связь охватывает лишь небольшую часть территории и населения, большим спросом пользуются недорогие аппараты с базовой функциональностью.

При этом объемы обоих рынков весьма велики.

Пример 2. Рынок сотовых телефонов, использующих различные стандарт связи.

- В США большую часть рынка занимают телефоны, использующие стандарт CDMA и совместимые с ним технологии (EV-DO и др.).
- В большинстве других стран большее развитие получил стандарт GSM и совместимые с ним технологии (EDGE, WCDMA и др.).

При этом даже рынок США, не говоря уже об остальных странах, достаточно велик чтобы представлять собой коммерческий интерес.

тивными могут быть разные альтернативные или конкурирующие ТС, поскольку для разных рынков могут быть важны разные их параметры⁴. Это связано с тем, что на разных рынках ТС может находиться на разных стадиях своей эволюции.

Как видно из приведенных выше примеров, задачи по усовершенствованию ТС (сотового телефона) будут совершенно различны в зависимости от того, на какой рынок нацелена разработка.

Это значит, что при поиске перспективных ТС нужно сначала определить целевой рынок, на котором планируется коммерциализация ТС.

Перспективные ТС должны выбираться с учетом скорости их эволюции

Для получения коммерческой отдачи от усовершенствованной ТС очень важно правильно оценить время, когда эта ТС будет востребована на рынке.

Плохо, если разработка запоздает и усовершенствование, которое могло быть востребовано на момент начала работы, к ее концу морально устареет.

Так же плохо, если усовершенствование сильно опережает свое время и рынок еще долгое время не будет в нем нуждаться, например, по причине того, что существующая инфраструктура⁵ не может использовать преимущества новой ТС. При этом вложенный в разработку капитал надолго омертвляется и малая или даже средних размеров фирма, вложившая в разработку большую часть своих денег, может и не дожить до момента, когда вложенный капитал начнет приносить прибыль...

Оптимальной представляется ситуация, при которой усовершенствование появляется на рынке в период между концом 2-го и началом 4-го этапа эволюции ТС, когда ТС пользуется максимальным спросом (Рис. 2).

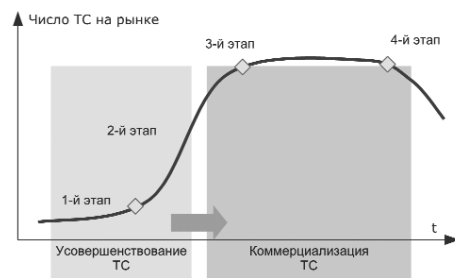


Рис. 2. Оптимальное расположение начала коммерциализации ТС относительно этапов ее жизненного цикла.

Для того чтобы оценить, будет ли это условие выполнено, можно предложить следующий подход:

1. Сделать прогноз развития рынка интересующей нас ТС, используя известные в маркетинге методы.

Альтернативный вариант - приобрести готовый отчет с результатами такого прогноза, сделанный специалистами по анализу данного рынка.

4 - В терминах MPV-анализа можно сказать, что MPV на разных рынках могут различаться.

5 - В терминологии ТРИЗ - надсистема.

Пример 3. Скорость эволюции стандартов беспроводной связи.

Исследование скорости эволюции различных стандартов беспроводной сотовой связи (рассматривались стандарты GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, CDMA (IS-95A,B), CDMA 2000, EV-DO, HSDPA) показало, что порядок времени от начала рассмотрения стандарта до его окончательного утверждения, начала развертывания первых коммерческих сетей и появления первых миллионов пользователей у всех стандартов примерно одинаков. Так, от момента утверждения стандарта до появления первых миллионов пользователей проходило от 2 до 5 лет.

Интересно, что примерно с такой же скоростью идет и эволюция беспроводных локальных сетей различных стандартов (802.11a/b/g/n).

2. Убедиться, что в момент планируемой коммерциализации прогнозируемый объем рынка для данной ТС достаточно велик.

Такой прогноз, особенно долгосрочный, не всегда обладает достаточной достоверностью, поскольку делается обычно путем простой экстраполяции существующих рыночных тенденций. Поэтому его рекомендуется сверить с прогнозом, сделанным на основе ЗРТС (см. следующие шаги).

3. Определить на каком этапе эволюции находится ТС в настоящее время.

Для этого нужно использовать эволюционный анализ по закону S-образного развития ТС.

4. Оценить скорость эволюции данной ТС.

Оценка скорости эволюции ТС, не достигшей еще 3-го или даже 2-го этапа развития представляет наибольшую трудность. Такую оценку можно сделать, усреднив скорость эволюции (или длительность различных ее стадий) для нескольких конкурирующих и альтернативных ТС, которые недавно достигли 3-4 этапа развития.

5. Зная скорость эволюции, определить на каком этапе развития будет находиться ТС к моменту планируемой коммерциализации.

Заключение

Предложенные дополнения к методике выбора наиболее коммерчески перспективных ТС и их компонентов, изложенной в работе [4], позволяя повысить достоверность получаемых результатов без существенного усложнения процедуры.

При этом выбор конкретного рынка для коммерциализации ТС и оценка его объема должны осуществляться в самом начале проекта, до начала работы по методике [4]. Дальнейшая работа продолжается только если прогнозируемый объем выбранного рынка на момент коммерциализации ТС достаточно велик.

Учет скорости эволюции ТС должен осуществляться при выполнении последнего шага методики выбора наиболее перспективной ТС [4] для более надежного оценки стадии развития ТС на момент коммерциализации.

Эффективность предлагаемых дополнений была подтверждена при выполнении реальных консультационных проектов.

Литература

1. Любомирский А.Л., Литвин С.С. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ - опубликовано на сайте <http://www.metodolog.ru/00767/00767.html>, февраль 2003.
2. Буш Е.Д., Кудрявцев А.В. СООТВЕТСТВИЕ РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ И ЗАКОНОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ - Доклад на конференции ТРИЗ-фест 2006, 16-18 октября 2006. Опубликовано на сайте <http://www.metodolog.ru/00840/00840.html#1>.
3. S. Ikonen. MAIN PARAMETERS OF VALUE AS THE BASIS FOR INNOVATION - GEN3 presentation, 2006-2007, can be found at www.aitriz.org/ai/articles/InsideTRIZ/0507.pdf.
4. О. Abramov. MARKET-ORIENTED FORECASTING OF ENGINEERING SYSTEMS EVOLUTION - Journal of TRIZ, №2, 2006, p.p. 13-17. (на русском языке <http://triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3732>)

О выборе задач в социально-технических системах.

Рубин М.С., Россия

Аннотация.

На конкретных примерах рассмотрены проблемы многоаспектного ТРИЗ-анализа социально-технических систем как инструмента выбора задач. Приведены методологические рекомендации проведения ТРИЗ-анализа, предлагаются изменения некоторых понятий ТРИЗ (техническое противоречие, оперативное зона и др.). Рассмотрены методы прогнозирования с позиций постановки задач. Система глобальных прогнозов социально-технических систем должна стать частью культуры инженеров и изобретателей.

1. Многоаспектный анализ социально-технических систем (СТС).

Технические и социальные системы обычно анализируются разными способами. Автомобиль, например, - система техническая, а народность или министерство - социальная. Методы описания и анализа к этим системам применяют, обычно, тоже разные.

Есть системы, которые одновременно можно отнести как к техническим, так и к социальным. Например, город, или завод, или электростанция. Такие системы могут быть описаны и рассматриваться с различных позиций: технических, организационно-социальных, юридически-правовых, финансово-экономических и других. Одной из особенностей таких систем является то, что проблемы (задачи) сформулированные в одном аспекте, на языке одних дисциплинарных понятий, могут

быть решены совершенно в ином аспекте*, с позиций другой дисциплины.

Пример 1. В одном портовом городе мэр решил пополнять казну за счет дополнительных сборов с пунктов быстрого питания на набережной - любимом месте отдыха горожан. Сборы эти не вполне законны, но бороться с властью сложно.

Проблема явно носит социально-экономический характер. Но в любой социальной системе есть и иные, в частности, технические аспекты. Смекалистый предприниматель обратил внимание именно на этот аспект проблемы. Вместо бесплотных споров с нечестным мэром (позже, через несколько лет мэр был так осужден за превышение своих полномочий), предприниматель установил у набережной списанную баржу, на которой поместил ресторанчик и пункты быстрого питания. Со всей набережной люди стали приходить отдохнуть именно на этот "плавающий пункт быстрого питания".

Фактически любая техническая система имеет социальный аспект своего существования. И наоборот, - любая социальная система имеет технический аспект своей деятельности и развития. Таким образом, чисто технической или чисто социальной можно называть только такие системы, в которых мы осознано или неосознано отказались от рассмотрения других ее составляющих. В каких-то случаях такое узкое рассмотрение оправдано, а в каких-то - нет.

* - Аспект - (от лат. *aspectus* - вид), точка зрения, с которой рассматривается предмет, явление, понятие; перспектива, в которой выступает явление, сторона предмета, изучаемого определенной наукой: философский А., экономический А. и др.

Пример 2. На Апатитской ТЭЦ (Мурманская обл., Россия) в 1992 г. возникла проблема усовершенствовать технологию определения качества угля. Утвержденный государственным стандартом система контроля качества угля требовала для проведения контроля на тепловой станции около трех дней. За это время состав с углем уже успевают сжечь в топках, и при плохом качестве угля уже невозможно предъявить претензии поставщику. Необходимо было так усовершенствовать технологию, чтобы сократить эти сроки хотя бы до 2-х дней. Задача усложнялась тем, что на ее решение отводился всего один день - проблема была вынесена на Совет директоров компании.

Задача, сформулированная в начале как чисто техническая (технологическая), была переформулирована в организационно-юридическую.

В результате было предложено внести изменение в договор на поставку угля, и вписать в него пункт об использовании для оценки качества угля не государственный стандарт, а технологию экспресс-анализа, позволяющий получить оценку качества угля буквально за несколько часов. С поставщиками, которые не согласятся на такое изменение, контракт на поставку угля может быть расторгнут. Предложение было принято на Совете директоров ТЭЦ и сэкономило для тепловой станции огромные средства.

Под социально-техническими системами мы будем понимать систему, которая рассматривается многоаспектно. Причем не только с точки зрения технической или социальной. Виды аспектов рассмотрения системы многообразны: физический, химический, технический, биологический, социальный (личностно-психологический, организационный, юридически-правовой, лингвистический, эстетически-художественный, финансово-экономический, политический и пр.).

В ряде случаев многоаспектный подход дает более широкий спектр возможностей для выбора задач и ресурсов для их решения.

Пример 3. На Нижнетуломской ГЭС в начале 90-х годов XX века велись работы по демонтажу гидротурбин. Сделать это можно только взрывом - генераторы зацементированы в фундаменте ГЭС. Для того чтобы не останавливать работу ГЭС, демонтаж делают по одной машине. На короткое время перед взрывом останавливают работу всех (включая действующие) гидротурбины, а потом их запускают вновь. Проблема в пыли, которая возникает во время взрыва. Она затягивается в работающие гидротурбины и выводит их из строя. Направлений поиска решения этой проблемной ситуации много. Можно попытаться найти способ разрушения фундамента без образования пыли. Можно направить образующуюся пыль в какое-то одно место подальше от других турбин и потом ее убрать или вывести за помещение ГЭС. Можно поставить какие-то фильтры на действующие турбины... Вариантов много, каждый имеет свои недостатки, а времени и средств для поиска решения мало.

Задачу эффективно решил директор Каскада Туломских ГЭС (КТ ГЭС) А.П. Ткаченко. Пожарная команда поселка, где располагалась ГЭС, должна проводить плановые учения на ГЭС. Договорились с руководством пожарной команды о том, чтобы учения будут проводиться непосредственно перед взрывом фундамента гидромашин. Помещение ГЭС вокруг фундамента гидромашин заполнили пеной. Пена не только "схватила" пыль после взрыва, но и смягчила ударную волну - стеклянные окна здания не пострадали. Пыль убрали вместе с пеной. Затрат нет никаких.

Примеров СТС очень много. Любая организация - это пример социально-технической системы. В Каскаде Туломских ГЭС, который мы уже упоминали, около двадцати подразделений, каждое из которых может рассматриваться как самостоятельная организация: две гидростанции, приливная станция, электростанция, гидроцех, жилищно-коммунальное хозяйство, гостиничный комплекс и даже дом культуры и детские сады. На КТ ГЭС в 1993 году работало около 400 сотрудников. Управлять или анализировать работу подоб-

ной организации исключительно как технической системы невозможно - возникает масса проблем нетехнического характера.

В 1992-1993 годах группе специалистов фирмы "Петро-ТРИЗ" (Рубин М.С., Селюцкий А.Б., Тригуб А.В., Кулаков К.Э.) были заказаны работы по анализу ряда крупных предприятий Мурманской области и Карелии. Использовать только методы ФСА в этом случае оказалось очень сложно, поэтому были использованы методы многоаспектного анализа. В отличие от ФСА эти работы были названы "ТРИЗ-анализ".

2. Особенности ТРИЗ-анализа социально-технических систем.

Понятие ТРИЗ-анализа было введено в 1991 году [1], а в 1992-1993 годах был проведен ТРИЗ-анализ Каскада Туломских ГЭС [2] (Мурманская область, Россия).

Какие проблемы возникают при попытке использовать ФСА для анализа столь сложных объектов, как КТ ГЭС?

Прежде всего, у таких сложных систем, как правило, не одна главная функция. Это делает невозможным выстроить единую цепочку связанных между собой функций. Можно попытаться построить независимые цепочки от каждой главной функции раздельно. Но как потом сравнивать между собой значимость носителей этих функций при выборе задач? Что важнее, например, подшипник гидротурбины или труба теплопровода для поселка? Кроме того, одни и те же подразделения могут работать на разные главные функции одновременно. Например, Нижнетуломская ГЭС не только преобразует энергию воды в электрическую энергию, но и снабжает электроэнергией поселок Мурмаши.

Еще одна проблема связана с большим количеством элементов в сложных системах. При попытке выстроить единую систему функций подавляющее большинство функций окажется на очень низком ранге, и должны будут рассматриваться как ненужные. Можно попытаться разбить очень сложную систему на ряд более простых и уже для них проводить ФСА. Например, гидротурбина вполне может быть

достойным объектом для самостоятельного анализа. На КТ ГЭС подобных самостоятельных объектов для ФСА могло бы быть порядка ста. Выполнять ее даже при самых быстрых темпах придется лет десять - не меньше. Никто на подобный анализ не согласится, да и эффективность его будет не велика.

При анализе КТ ГЭС для отбора задач выделялись наиболее острые противоречия, которые возникли на момент анализа в организации. Как это делалось?

По всем подразделениям Каскада формулировались имеющиеся нежелательные эффекты (НЭ). На основе предварительного анализа этих НЭ формулировались противоречия, которые имеются на КТ ГЭС.

При формулировке противоречий выявляется их суть, механизмы, приводящие к этому противоречию. К выделенным таким образом объектам (материальные носители противоречий) можно применять и методы ФСА.

Источники выявления и возникновения противоречий могут быть разные. Об этом я постараюсь написать чуть ниже. При анализе КТ ГЭС была использована следующая форма выявления противоречий.

На предприятии была создана рабочая группа, в которую вошли директор и все начальники ключевых подразделений Каскада. Большинство участников рабочей группы прошли обучение по ТРИЗ. Вся работа была разделена на 7 этапов:

- предварительный этап;
- анализ по верхнему уровню (на уровне подразделений) - нежелательные эффекты и формулировки противоречия;
- анализ подразделений КТ ГЭС - нежелательные эффекты и формулировки противоречия;
- анализ выявленных нежелательных эффектов и противоречий, поиск их решений;
- анализ и классификация предлагаемых решений и предложений;
- прогноз развития КТ ГЭС;
- заключительный этап.

В процессе анализа мы старались максимально использовать опыт и знания специалистов КТ ГЭС, которые работали на предпри-

ятии по много лет. Не всегда это просто. Часто сотрудники стараются не говорить, тем более с "пришлыми" аналитиками о наболевших проблемах. Очень важной здесь была позиция директора Каскада Туломских ГЭС, который действительно хотел узнать независимый взгляд на проблемы Каскада. Не менее важным было выстроить доверительные отношения с работниками КТ ГЭС. Были приняты даже "Этические принципы проведения ТРИЗ-анализа предприятий и организаций" (см. приложение 1). Фактически они были частью договора на выполнение ТРИЗ-анализа. Но и этого не достаточно.

Для получения необходимой информации и выстраивания доверительных отношений с теми, кто этой информацией обладает необходимо проводить тщательную подготовку. Человек - главное звено в социально-технических системах. Самая умная машина, самое оригинальное изобретение ничто по сравнению с возможностями и бесконечной изобретательностью человека. Для получения адекватной информации для проведения анализа и успешной реализации выработанных рекомендаций очень важно уметь наладить положительные деловые отношения с ключевыми сотрудниками предприятия. Это очень не простая задача. Можно предложить несколько рекомендаций из нашего опыта (см. приложение 2).

Анализ выявленных нежелательных эффектов позволяет провести их классификацию и сформулировать противоречия. Нежелательный эффект далеко не всегда связан с противоречием. Например, в качестве нежелательного эффекта могут назвать недостаточное количество малой механизации или инструментов - это организационные вопросы, которые, скорее всего не связаны с какими-либо серьезными противоречиями.

Сформулированные в ходе анализа гипотезы о наличии противоречия требуют, как правило, дополнительной (уточняющей) информации.

Пример 4. *Во время анализа предприятия все, с кем ни приходилось беседовать, старательно избегали говорить об одном из подразделений. Это было странно, так как речь шла о применении новых инновационных технологий, в подразделении работало около 20 человек, а стоимость основных средств превышала стоимость многих других подразделений предприятия. Постоянно возникали сложности с подготовкой пропуска в это подразделение. Все это как-то настораживало.*

Анализ документов по подразделению дал неожиданный результат. Оказалось, что расходы на него превышают доходы. Объяснить деятельность убыточного подразделения функциональной необходимостью также было невозможно. При этом условия работы в подразделении были очень сложные, даже суровые.

Эту ситуацию, безусловно, не могли не понимать работники этого подразделения. Реальной Полезной Цели у коллектива подразделения не было. Это должно было приводить к конфликтам внутри коллектива, низкому качеству работы. Возникает социально-психологический конфликт внутри коллектива, который неизбежно приводит к конфликту производственно-функциональному. Несложно представить себе как люди, не имеющие понятную общую цель, начинают конфликтовать между собой, как теряют психологический контроль над собственной личностью, что неизбежно приводит к конфликтам в семье, как происходят технологические нарушения и выходит из строя дорогостоящая техника. Никакая инновация не устоит перед человеком с расстроенными социально-психологическими установками.

Нам удалось все-таки встретиться с руководством этого инновационного подразделения. Встретили нас радушно. По их словам все у них очень хорошо. Никаких "нежелательных эффектов" у них нет. Когда мы сами начали рассказывать, какие проблемы, на наш взгляд, у них имеются, то сильно поразили воображение руководства. "Лед" растаял, мы всерьез стали обсуждать насущные проблемы подразделения. Со временем основные наши предложения были реализованы.

3. Методологические проблемы ТРИЗ-анализа.

Многоаспектный ТРИЗ-анализ социально-технических систем ставит ряд задач методологического характера. Попробуем обозначить некоторые из них.

3.1. Нужны методические рекомендации о том, в каких случаях (для каких систем) какие аспекты необходимо учитывать при проведении ТРИЗ-анализа.

3.2. Задача, сформулированная в одном аспекте, может иметь решение на уровне другой аспектной области. В какой именно? В АРИЗ сейчас имеются рекомендации (инструменты) по переформулировке задач (противоречий), сформулированных на языке технических требований на язык физических свойств (физических противоречий). Аналогичный инструментарий должен быть создан и для переформулировки социально-экономических задач в технические и наоборот. Необходимы методики по переходу формулировки задачи из одного аспектного уровня на другой. Возможно, такой механизм удастся создать универсальным - для любого типа аспекта.

3.3. Переход от рассмотрения задач в рамках технических требований к рассмотрению их в терминах физических свойств потребовал в свое время введения в ТРИЗ новых понятий и терминов: физическое противоречие, физический эффект и пр. Аналогичные изменения должны произойти и при многоаспектном рассмотрении задач. Например, вместо технического противоречия может использоваться термин "противоречие требований", вместо физического противоречия - "противоречие свойств". Наряду с этим уже входят в обиход такие термины, как бизнес-противоречия, художественные противоречия и т.д.

3.4. Многоаспектный подход к анализу систем позволяет выделить два типа противоречий:

- противоречия внутри одного аспектного слоя: выполнение одного требования известными методами приводит к ухудшению другого требования, выраженного в терминах того же аспектного слоя. Любое

техническое, физическое, художественное, социальное или иное противоречие могут быть примером для данного типа противоречий. При этом противоречие одного аспектного слоя может быть связано с противоречием другого аспектного слоя. Например, переход от технического противоречия к физическому.

- межаспектные противоречия: требования или свойства одного аспектного слоя входят в противоречие с требованиями или свойствами другого аспектного слоя. Типичным является противоречие между формальным и неформальным лидером в коллективе, между техническими и эстетическими (художественными) требованиями. На межаспектных противоречиях построен, например, анализ в психодраме (Я.Л.Морено) [3]: противоречия между социоэмоциональными (формирование способности к межлическим отношениям) и ролевыми качествами личности.

Пример 5. Нижнетуломская ГЭС была введена в строй в 1936 году. Это была вторая ГЭС на Кольском полуострове и поэтому одновременно была создана координирующая организация - Колэнерго. Первое время они даже располагались в одних помещениях.

В 1965 году дала энергию Верхнетуломская ГЭС, которая в более чем в 6 раз мощнее Нижнетуломской ГЭС [4]. Возникла новая организация - Каскад Туломских ГЭС. Руководство Каскада было размещено на месте своего производственно-функционального центра - в помещениях Верхнетуломской ГЭС.

Так возникло структурно-организационное межаспектное противоречие. С позиций эффективного взаимодействия с Колэнерго руководство Каскада Туломских ГЭС лучше разместить на Нижнетуломской ГЭС (в Мурманских), а с производственно-функциональных позиций - руководство КТ ГЭС лучше разместить на Верхнетуломской ГЭС. Это противоречие "притягивает" к себе ряд нежелательных эффектов.

В настоящий момент управление КТ ГЭС находится в п. Мурманск.

Сейчас в ТРИЗ приняты только противоречия внутри одного аспектного слоя: технического или физического. Многоаспектные противоречия приводят к смешиванию аспектов при формулировке противоречий требований, например, технические требования могут входить в противоречие с художественными требованиями [5].

Типизация противоречий возможна и на основе вида источника противоречий, например:

- противоречивые потребности, исходящие от одной и той же системы (например, выполнение нужной функции и снижение затрат одновременно);
- противоречия в иерархической системе выполняющихся функций;
- противоречивые требования к свойствам одной и той же системы.

Различный характер противоречий накладывает особенности и на типовую формулировку противоречий, и на способ их анализа.

3.5. Ход выбора задач и решение задач состоят из одних и тех однотипных процессов. При выборе задач и их решении можно выделить 7 основных процессов:

- получение информации о требованиях к системе;
- получение информации о системе, ее элементах и структуре;
- получение и уточнение информации о связях внутри системы и о внешних связях;
- определение и уточнение противоречий в системе;
- определение ресурсов и возможных изменений;
- определение изменений, необходимых для системы, чтобы удовлетворить требования;
- определение последствий вносимых изменений для системы (надсистем, подсистем).

Для выбора задач больший акцент делается на получении новой информации, а при решении задач - на поиск возможных измене-

ний. Например, в разные модификации АРИЗ Г.С. Альтшуллер включал и в выбор задач, и в решение задач одни и те же механизмы: анализ противоречия, идеальное решение, ресурсы и пр.

Это делает возможным разработку и использование однотипных механизмов как для анализа ситуации и выбора задач, так и для решения выбранных задач. При этом на этапе выбора задач может использоваться терминология одного аспектного слоя, а при переходе на решение задач - терминология другого (выбранного) аспектного слоя.

3.6. В ходе развития понятийного аппарата ТРИЗ уже возникала необходимость перехода от понятий чисто физических - к абстрактным. В первую очередь речь идет о понятии поля в вепольном анализе, в котором под полем понимается любое взаимодействие, включая такие, как механическое поле, запаховое поле, звуковое поле...

Многоаспектный анализ делает необходимым сделать аналогичный переход и по отношению к пространству. В ТРИЗ важное место занимает анализ оперативного пространства - пространства, где возникает и где должен быть устранен конфликт. Для технических задач чаще всего речь идет о физическом пространстве, в котором происходит конфликт. Но для задач в области электроники, в энергосистемах с распределенными параметрами физическое пространство конфликта выделить не всегда удается. Тем более часто не удается выделить физическое пространство конфликта в социальных, в юридических и многих других системах. В этом случае необходимо строить абстрактное (матричное) пространство взаимодействия элементов системы и в нем уже выделять зону конфликта.

Многоаспектный ТРИЗ-анализ затрагивает самые различные области знаний, в которых, как правило, уже имеется свой аналитический аппарат, например, в области финансов, экономики и бизнеса. Это позволяет с одной стороны переносить аналитические методы из одной области в другую через их обобщение, а с другой объединять между собой аналитические методы из разных областей. В качестве

примера можно привести объединение аналитических методов ТРИЗ и бизнеса: SWOT-анализ, "Бостонская матрица" и другие [6].

Разработка методологических инструментов для ТРИЗ-анализа - самостоятельная исследовательская работа. Мы приведем только некоторые из рекомендаций, которые могут оказаться полезными при проведении ТРИЗ-анализа.

4. Определение "глобальности" задачи.

Любая проблемная ситуация может описываться 4 характеристиками:

- с чьих позиций (в интересах кого) должна быть разрешена проблемная ситуация;
- какой временной период в прошлом или на будущее охватывает проблемная ситуация (например, несколько веков, менее одного века, десятки лет, менее 10 лет, менее 1 года, менее месяца, менее дня, менее часа);
- какой пространственно-социальный масштаб имеет проблемная ситуация (например, весь мир, несколько государств, одно государство, регион одного государства, город, район города, цех, дом, офис);
- какой системный уровень имеет проблема: филогенез (историческое развитие) или онтогенез (индивидуальное развитие).

Необходимо придерживаться принципа: уровень "глобальности" решаемой проблемы (комплекса задач) не должен превышать уровень выбранной задачи и соответственно исходного решения.

Например, проблема в примере 2 была изначально поставлено как общепромышленная - она имеется на любой ТЭЦ. Временные ресурсы (два дня) для ее решения не соответствовали уровню проблемы и сложности технологии. Поэтому ранг проблемы был понижен до уровня проблемы конкретной ТЭЦ и переформулирован с технической задачи на юридическую. Были использованы ресурсы ситуации - на Апатитской ТЭЦ имелся прибор для экспресс-анализа качества угля. Речь не идет о том, чтобы делать выбор между мини-зада-

чей и макси-задачей. Какая бы проблема не была выбрана, необходимо просто определиться с ее уровнем и ставить задачи исходя из этого уровня.

В примере 1 мы приводили задачу об организации точек быстрого питания на набережной портового города. В этой ситуации можно было выбрать задачу, связанную с борьбой с незаконными действиями мэра. Она не хуже и не лучше того пути, по которому пошел предприниматель, организовав плавучий ресторанчик. Просто нужно четко осознавать, какая задача выбрана: зарабатывать деньги или бороться за справедливость. Можно даже выбрать для решения обе эти задачи, но стратегия и ресурсы их решения будут различны, их нельзя путать. Иначе это неизбежно приведет к противоречиям и новым проблемам.

5. Многоаспектный поэлементный анализ.

В многоаспектном поэлементном анализе в рассматриваемой системе выделяются:

- элементы, из которых состоит система;
- аспекты, в которых она будет рассматриваться;
- параметры, с помощью которых будет проводиться сравнение.

Необходимо также выделить приоритет выделенных аспектов, - какой из них важнее в данном конкретном анализе.

В качестве примера рассмотрим многоаспектный поэлементный анализ КТ ГЭС на верхнем уровне (на уровне его подразделений).

Для простоты включим в рассмотрение только 4 элемента. Учитывая интересы заказчика реально проведенного анализа, мы назовем их просто:

- подразделение 1;
- подразделение 2;
- подразделение 3;
- подразделение 4.

Рассмотрим их с трех аспектов, которые перечислены в порядке их важности:

1. функциональный аспект;
2. экономический аспект;
3. организационно-управляющий аспект.

Аспект анализа	Функ.	Эконом.	Управл.	Показатель 1 = - (Экономический - Функциональный)*	Показатель 2 = (Управляющий - Функциональный)
Подразделение 1	75,00%	45,8%	17,9%	0,29	-0,57
Подразделение 2	25,00%	28,4%	71,4%	-0,03	0,46
Подразделение 3	0,00%	20,6%	0,0%	-0,21	0,00
Подразделение 4	0,00%	5,2%	10,7%	-0,05	0,11

* Знак минус стоит из-за того, что параметр "стоимость основных средств" необходимо снижать.

В качестве параметра отражающего функциональный аспект будет взята производимая электроэнергия, приведенная для сравнения к 100%. Этот параметр стремятся увеличить. Функциональный аспект взят за базовый (ведущий), сравнения будут производиться с этим показателем.

В качестве параметра отражающего экономический аспект будет взята стоимость основных средств, приведенная для сравнения к 100%. Этот параметр стремятся уменьшить.

В качестве параметра отражающего организационно-управляющий аспект взята экспертная оценка информированности и влияния на управленческие решения, приведенная для сравнения к 100%. Этот параметр стремятся увеличить.

Анализ таблицы показывает, что в подразделении 1 возможен конфликт, связанный с низким влиянием на принимаемые решения, а на подразделении 3 возможны проблемы, связанные с ее низкой экономической эффективностью.

Возможны различные модификации этого анализа. Например, если бы за базовый аспект мы выбрали другой параметр, то выводы могли бы несколько отличаться от полученных выше.

Здание, можно рассматривать с позиции несущих возможностей, сейсмической устойчивости, удобства пользования (эргономики), эстетического восприятия, удобства для транспортных коммуникаций, стоимости и пр. При их сравнении относительно эстетического (базового) аспекта будут получены одни противо-

речия и задачи, а с точки зрения стоимостного аспекта будут выделены другие проблемы.

Выделенные на верхнем уровне проблемные элементы (подразделения) могут быть рассмотрены дополнительно более детально. Например, для анализа проблем подразделения 1 можно определить, из каких составляющих состоит понятие "информированность и влияние на управленческие решения" и провести аналогичный анализ для этих элементов. Видимо здесь имеется пересечение с факторным анализом - ведь необходимо понимать, какие параметры включать в рассмотрение, а какие нет. В качестве параметров можно использовать изменение (скорость, ускорение) параметра во времени и/или в пространстве.

В социально-технических системах элементами могут быть не только материальные объекты. Наличие социально-психологических и иных типов связей делает необходимым разделять системы с так называемыми "мягкими" связями (по аналогии с программным обеспечением) и "жесткими" связями (по аналогии с аппаратными компьютерными средствами). В системах с "мягкими" связями (технических, социальных, художественных) можно формулировать межаспектные противоречия - технически-художественные, социально-технические и пр. В системах с "жесткими" связями (физических, химических, биохимических, физиологических) противоречия могут формулироваться только на уровне одного аспектного слоя (физический подход не должен смешиваться с химическим и т.д.).

	Подразделение 1			Подразделение 1			Подразделение N		
№ аспекта	1	2	3	1	2	3		1	2	3
Подразделение 1										
Подразделение 2										
....										
Подразделение 4										

Более детальный анализ возможен, если использовать удельные параметры по отношению к каждому из элементов системы в отдельности или учитывать все существующие взаимодействия между элементами (матрица или поле взаимодействия элементов). Для этого может быть использована, например, такая форма таблицы.

Многоаспектный поэлементный анализ можно рассматривать как обобщение уже известных методов анализа различных типов систем. Например, если в качестве аспектов анализа взять функциональную значимость и стоимость, то мы получим аналог ФСА. Если рассматривать техническую систему с точки зрения ее реальных функциональных параметров и потребительских качеств покупательского спроса, то получится аналог МРV-анализа [8]. Если построить анализ системы на сравнении социоэмоционального аспекта и ролевых качеств личности, то мы получим аналог психодрамы (социограмма**).

Методы многоаспектного поэлементного анализа могут обобщить возможности уже известных методов анализа, создать единые механизмы анализа для самых различных типов социально-технических систем.

6. Методы прогнозирования и постановка задач в СТС.

Метод системного многоуровневого прогнозирования направлен на создание системы взаимосвязанных идеальных прогнозов развития социально-технических систем и описан в статье [7]. Система прогнозов разрабаты-

вается на основе глобальных прогнозов (прогноза) и тенденций филогенетического развития социально-технических систем (города, транспорта, энергетики, жизнеобеспечения и пр.). Прогнозные образы затем используются при проведении ТРИЗ-анализа конкретной социально-технической системы.

Например, в 1988-1989 г.г. в рамках работ по развитию концепции БТМ - бесприродного технического мира [9] - был подготовлен прогноз "Вода без водопровода". Речь идет о том, чтобы жилые дома были обеспечены водой, но без помощи водопровода и канализации. Понятно, что это требует целого ряда технических решений. И не только технических. В некоторых Европейских странах, например, резко увеличены цены на канализационные сбросы. Они стали выше стоимости чистой воды. Это должно стимулировать развитие технологий с замкнутым циклом.

При проведении ТРИЗ-анализа Каскада Туломских ГЭС в 1992-1993 годах одной из проблем было названо функционирование Электрокотельных, которые обеспечивали теплом весь поселок Мурмаши - в нем проживают сотрудники Нижнетуломской ГЭС, Колэнерго и их семьи. Главная проблема: из-за электрокоррозии часто выходит из строя во-

** - Социограмма - способ представления, межличностных и межгрупповых отношений (симпатий/антипатий) в виде системы связей (графа) между индивидами или социальными группами.

допровод и сами электрокотлы. Уже в процессе изложения проблем Электрокотельных возник образ прогноза "Воды без водопровода". Только в данном случае вода доставляет тепло. Задача была переформулирована. Тепло в домах должно быть, а водопровода и электрокотлов со всеми их проблемами не должно быть. В данном конкретном случае решение очевидно: дома нужно обогревать электричеством, а не горячей водой. Это дает большую экономию. Исчезает необходимость целого подразделения. Выяснилось также, что электрокабель, подведенный к домам, имеет достаточный диаметр и может выдержать дополнительную нагрузку для установки электрообогревателей.

Еще один пример прогноза - работа "Спорт - Западная XX века" [10], опубликованная в 1988 году. В прогнозе речь идет о том, что спортивное движение будет вытесняться международным физкультурным движением. В те годы о фитнесе в СССР вообще не знали, а в США он только зарождался. Сейчас это мощная индустрия, в которую вовлечены несколько десятков миллионов людей. "В Лондоне фитнес-клубы регулярно посещают 20% населения, в Барселоне - 35%, в некоторых районах США этот показатель достигает 40%, в Германии - 60%. В этих странах фитнес-центры - неотъемлемая составляющая в цепочке повседневной жизни: дом-работа-фитнес-клуб".оборот мирового рынка фитнеса достиг \$77 млрд. в год и постоянно увеличивается. В России ежегодный рост объема фитнес-услуг составляет 30% [11]. Спортивная индустрия заметно сдает свои позиции по сравнению с фитнесом, как и было спрогнозировано уже в 1988 году.

Прогноз, сделанный 20 лет назад, мог быть использован не только для формулирования технических и исследовательских задач, но и для эффективного капиталовложения.

Прогнозирование - один из инструментов эффективного выбора и постановки задач развития социально-технических систем. Система прогнозов, необходимая для инженеров, изобретателей и предпринимателей может формироваться на основе глобального (над-

системного) прогноза развития цивилизации. Основой для подобных прогнозов могут стать такие разработки, как проектирование БТМ.

Идеальный образ будущего, обрисованный в системе взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга прогнозов, может быть ориентиром и для выбора задач, и для оценки предлагаемых решений. Система глобальных прогнозов социально-технических систем должна стать частью культуры, супермодели мира [12] инженера и изобретателя, как это произошло у архитекторов, например в творчестве Ле Корбюзье.

7. Выводы.

Для анализа развития социально-технических систем необходимо использовать многоаспектный подход с учетом не только технических сторон системы.

ТРИЗ-анализ социально-технических систем должен опираться не столько на анализ функций, сколько на выявление и анализ существующих конфликтов.

Многоаспектный анализ социально-технических систем делает необходимым не только решение ряда задач методологического характера, но и пересмотреть некоторые уже сложившиеся в ТРИЗ представления. Например, от технических противоречий необходимо переходить к межаспектным противоречиям требований (ПТ), а от физических противоречий - к противоречиям свойств (ПС) "жестких" форм материи (физических, химических, биохимических, физиологических). Вместо физического пространства при определении оперативной зоны конфликта необходимо использовать матрицу взаимодействий элементов конфликтующей пары социально-технической системы.

При постановке задач необходимо придерживаться принципа: уровень "глобальности" решаемой проблемы (комплекса задач) не должен превышать уровень искомого решения. Принятое в ТРИЗ представление о мини-задаче не всегда приводит к минимальным изменениям, а макси-задача не всегда приводит к глобальным и сложным изменениям.

Многоаспектный поэлементный анализ обобщает возможности уже известных методов анализа и создает единые механизмы анализа для самых различных типов социально-технических систем.

Идеальное многоуровневое прогнозирование - действенный инструмент для выбора и постановки задач развития социально-технических систем. Система взаимосвязанных глобальных прогнозов должна стать частью культуры инженера и изобретателя.

8. Литература

1. "Проблемы развития ТРИЗ - ТРТЛ" М.С.Рубин, Петрозаводск, 1991 г. "Журнала ТРИЗ" 19.11.91 <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3608>
2. Рубин М.С., ТРИЗ-Анализ Каскада Туломских ГЭС (краткая справка), 1993, <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3643>
3. Морено Я. Л. Психодрама / Пер. с англ. Г. Пимочкиной, Е. Рачковой. - М.: Апрель Пресс: ЭКСМО-Пресс, 2001. (а также <http://www.sunhome.ru/psychology/11082>, http://www.erudition.ru/referat/printref/id.53060_1.html)
4. Сайт ОАО "Колэнерго" <http://www.kolenergo.ru/company/history/>
5. Ю. Мурашковский, "Биография искусств", "Скандинавия", Петрозаводск, 2006 год.
6. Рубин М.С., ТРИЗ в малом бизнесе - конкурентная фора, 2004 г., Флоренция. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3616>
7. М.С.Рубин, 1999 г., Петрозаводск. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3602>
8. S.Litvin "Business to Technology - New Stage of TRIZ Development". TRIZ Future 2005 ETRIA Conference, Graz, Austria, November 2005.
9. Г.С. Альшуллер, М.С. Рубин, "Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике", 1987 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3470>
10. Рубин М.С., "Спорт - Западная XX века" г. Баку, октябрь 1988 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3419>
11. Фитнес и франчайзинг, <http://www.beboss.ru/news/260207118/> 26.02.07
12. Ю. Мурашковский, Исследования и исследователи, 21.11. 2005 г., <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3450>

Приложение 1 к статье Рубина М.С. "О выборе задач в социально-технических системах".

Этические принципы проведения ТРИЗ-анализа предприятий и организаций.

1. Эксперты ТРИЗ руководствуются теми целями и задачами, которые поставлены самим предприятием и его руководством. Эксперты могут совместно со специалистами развивать и уточнять их, но не подменять другими, более "выгодными" или "благородными".

2. Эксперты проводят анализ в тесном сотрудничестве с работниками предприятия всех уровней: от директора до непосредственных исполнителей.

3. Информация, полученная экспертом от консультанта, не может быть обращена против самого консультанта или его предприятия (фирмы).

4. Цель эксперта - помочь не только предприятию или учреждению в целом, но, по возможности, и каждому его работнику в отдельности. Желательно придерживаться принципа: есть проблемы, но нет виновных, есть недостатки, но нет злоумышленников.

5. Эксперты стремятся не давать оценок отдельным личностям предприятия, не занимаются кадровой политикой - это исключительное право предприятия и его руководства. При анализе деятельности отдельных людей недопустимы оценки типа "плохой" и "хороший".

6. Эксперт не подменяет функции и обязанности отдельных работников предприятия. Деятельность эксперта можно сравнить с работой тренера. Естественно, что его задача не в том, чтобы, например, бегать быстрее других, а чтобы первыми к финишу приходили его подопечные.

7. Эксперты стремятся достичь наилучших результатов при минимальных изменениях на предприятии.

Приложение 2 к статье Рубина М.С. "О выборе задач в социально- технических системах"..

Некоторые рекомендации по организации ТРИЗ-анализа предприятий.

1. Очень важна поддержка руководителя организации, в которой проводится анализ. Эта поддержка должна быть не только формальной (приказы и пр.). Желательно его личное участие на ключевых этапах анализа и принятия решений по ходу анализа.

2. Анализ необходимо проводить совместно с рабочей группой из ключевых специалистов организации. У нас был опыт, когда в рабочую группу вошли не начальники подразделений, а их заместители. К концу работы это привело к конфликту, который пришлось уstrarнять в считанные дни.

3. Беседа с ключевым специалистом организации является важной частью анализа. К ней необходимо тщательно готовиться, учитывая самые разные аспекты этой встречи: от делового до личного аспектов.

4. Необходимо максимально изучить и понимать то устройство или процесс, о котором идет речь даже в тех случаях, когда Вам кажется (и возможно так оно действительно и есть), что это Вам не нужно это знать. Убедить в этом специалиста, отдавшему своему делу большую часть жизни будет практически невозможно. Беседа не получится.

5. Очень важно знать и понимать характер взаимодействия и взаимоотношений между подразделениями. Не только функциональные, но и личностные, организационные. Необходимо иметь информацию об основных параметрах, по которым подразделения можно сравнивать между собой: стоимость основных средств, доля вклада в основной продукт, численный состав, подконтрольный объем ресурсов (финансовых, материальных и пр.). Например, кто-то не без основания может посчитать, что для тепловой электростанции ключевым звеном в технологии является теплоэлектрогенератор. Такая позиция может мешать в работе с начальником транспортного цеха ТЭЦ. Стоимость угля в конечной продукции ТЭЦ примерно 70%. Это, безусловно, придает "вес" мнению руководителя такого подразделения.

6. Кроме информации от специалистов самого предприятия необходимо иметь информацию от независимых источников и экспертов. Необходимо формировать собственное представление о ситуации в том или ином подразделении и перспективах на будущее: главные противоречия и тенденции развития.

7. Необходимо учитывать особенности личности специалистов, с которыми совместно ведется анализ. В некоторых случаях к работе по ТРИЗ-анализу можно рекомендовать привлекать психолога, знакомого с основами ТРИЗ.

Постановка задачи в системах научных представлений

Ю.С.Мурашковский

Аннотация.

1. Выявлен ряд типовых задач, возникающих при развитии систем научных представлений.
2. Разработана пятиуровневая иерархия изменений в системах научных представлений.
3. Показано, что уровень решения не зависит от характера задачи, а зависит только от постановки надзадачи и от процедуры решения.
4. Выявлены некоторые типовые надзадачи, которые повышают уровень решений задач.
5. Выявлены некоторые типовые процедуры, повышающие уровень решения задач в системах научных представлений.

1. Задача и надзадача.

Задача, как таковая, самостоятельной ценности не имеет. Задача ставится для получения результата, то есть новой системы с новой функцией. А функция системы, как известно, определяется надсистемой. Следовательно, значимость решения в первую очередь зависит от того, зачем нам нужно это решение, в какой надзадаче мы его стараемся получить, и в какой надсистеме будем применять.

Пример 1. В 1933 году аспирант Вавилова П.А.Черенков по предложению своего руководителя изучал механизм люминесценции растворов ураниловых солей под действием гамма-лучей и обнаружил, что помимо обычной люминесценции существует еще слабое синее свечение самих растворителей, т.е. раствор светится даже тогда, когда в нем ничего не растворено.

Ранее это явление наблюдали Мария и Пьер Кюри, но посчитали неизвестное свечение обычной слабой люминесценцией каких-то примесей в "чистом" растворе. Вавилов же, хорошо знавший все свойства люминесценции, понял, что это что-то другое. Например, новое свечение не ослабевало ни при нагревании, ни при добавлении в раствор самых сильных "тушителей" (йодистого калия, азотнокислого серебра и др.). Вавилов предположил, что голубое свечение вызывается не непосредственно гамма-лучами, а порожденными ими быстро движущимися электронами. (1. 254)

В случае Кюри обнаруженное явление трактовалось в надзадаче "объяснить новое явление, не меняя старых объяснений". Ничего нового и не появилось. В случае же Черенкова и Вавилова надзадача была "новому явлению - новое объяснение". И в такой надзадаче то же самое наблюдение привело к открытию нового явления и к созданию новой частной теории.

Пример 2. Известно, что кристаллические минералы могут обладать адсорбционной способностью, то есть притягивать и удерживать на своей поверхности молекулы других веществ. Английский кристаллограф Дж. Берналл обратил внимание на то, что глинистые материалы обладают большей адсорбционной способностью. Кроме того, они по-разному взаимодействуют с различными типами соединений, которые адсорбируют. Это было объяснено соответствием структур кристаллов глинистых материалов структурам молекул тех веществ, которые они адсорбируют.

Для синтеза белков и нуклеиновых кислот клетки вырабатывают богатые энергией молекулы, которые с помощью ферментов обеспечивают энергией каждый этап присоединения

мономера. Ферменты также устраняют лишние молекулы, например, воду, мешающую дегидратации. В лабораториях синтезируют полипептиды и полинуклеотиды в безводном растворителе, при высоких концентрациях мономеров и с высокоэнергетическими реагентами. На примитивной Земле единственным растворителем была вода, нужных мономеров было крайне мало, реагенты были просты, ферментов не было вовсе. Трудно себе представить при таких условиях образование полимеров. Английский химик А.Г.Кернс-Смит предположил, что жизнь началась с кристаллов, образующих минералы. Обладая способностью воспроизводить себе подобных, неорганические кристаллы как бы демонстрируют тем самым зачаточные генетические свойства. У них обнаруживается также ограниченная способность к мутациям, которая проявляется в том, что в регулярном расположении атомов в кристалле могут возникать дефекты. Такие обладающие слоистой структурой минералы, как глины, склонны копировать дефекты одного слоя в структуре следующего, что можно рассматривать как своеобразную генетическую память. Замечено, что дефекты в структуре кристаллических граней часто оказываются участниками химической активности, включая катализ. Кернс-Смит высказал предположение, что такое простое органическое соединение, как формальдегид, синтез которого мог катализироваться минералом, несущим подобный дефект, обладало способностью ускорять процесс воспроизведения дефектного кристалла и повы-

шать точность копирования, в результате чего численность таких кристаллов по сравнению с другими типами быстро возрастала. С этого началась эволюция белково-нуклеиновой генетической системы, которая в дальнейшем отделилась от своего минерального предка. (2.64-66)

В первом случае открытое явление отнесено к области кристаллографии. В этой надсистеме объяснение повышенной адсорбционной способности глинистых минералов стало не более чем еще одним мелким фактом в науке.

Во втором случае открытое явление отнесено к теории химического происхождения жизни. И привело к созданию новой частной теории. Получил объяснение ранее непонятный этап предбиологического развития, было теоретически найдено недостающее промежуточное звено между геологическим и биологическим развитием. Появился новый принцип, который можно применить для создания ряда новых теорий.

II. Пирамида изменений

Из этих и других примеров видно, что решения одной и той же задачи будут разными в зависимости от того, насколько изменена исходная система. Для оценки возможных изменений мы можем воспользоваться уже привычной в ТРИЗ пятиуровневой шкалой, с учетом отличий системы научных представлений от технических систем.

Уровень	Пример А	Пример Б	Пример В
5-й уровень. Создание новой парадигмы, направления научного мышления (конкретного прототипа среди научных моделей нет)	Пример 3: Небесная сфера, на которой закреплены небесные светила. Возникла, вероятно, в Древнем Вавилоне.	Пример 4: Представление о том, что атом не является неделимой частицей, а имеет структуру. Модель Томсона "булка с изюмом" и планетарная модель Резерфорда.	Пример 5: Понятие "поля", как невидимой и неведущественной сущности, передающей воздействие на расстоянии.

Уровень	Пример А	Пример Б	Пример В
4-й уровень. Создание улучшенной новой модели, которая устраняет основные пробелы в новой парадигме (прототипом является исходная парадигма)	Пример 6: Несколько небесных сфер для каждой планеты и звезд. Возникла, вероятно, в Древней Греции.	Пример 7: Понятие стационарных орбит для электронов, на которых они не испускают и не поглощают энергию. Н. Бор.	Пример 8: Структура поля - силовые линии. М.Фарадей.
3-й уровень. Гипотеза или частная теория, согласующая парадигму с конкретным наблюдением или результатом эксперимента (прототипом является предыдущее объяснение этих результатов)	Пример 9: Древнегреческий астроном Гиппарх ввел дополнительные сферы (эпициклы) для каждой планеты - это дало возможность объяснить возвратное движение планет.	Пример 10: Дополнительные орбиты (орбитали) для разных групп электронов - это дало возможность объяснить явление валентности.	Пример 11: Объяснение распространения поля в виде поперечных колебаний - это дало возможность объяснить явление поляризации света. О.Френель.
2-й уровень. Уточняющие объяснения (прототипом является предыдущее, чуть менее точное объяснение)	Пример 12: Введение эпициклов второго и третьего порядка - это дало возможность еще немного уточнить траектории движения планет. Данные об этом приведены у Птолемея.	Пример 13: Парное расположение электронов на орбиталях - это дало возможность согласовать представления химиков и физиков о движении электронов.	Пример 14: Уточнение распределения частот колебаний электромагнитного поля по всему спектру - это облегчило расчеты энергий электромагнитных излучений.
1-й уровень. Объяснения отдельных мелких явлений , не связанные в общую систему (ad hoc - "по месту", "лингвистические объяснения"), несущественные уточнения численных параметров	Пример 15: Птолемей уточнил расстояния до небесных сфер, что еще немного повысило точность предсказаний движения планет.	Пример 16: Орбитали и электронные пары получили свои обозначения, что облегчило проведение расчетов.	Пример 17: Участки спектра электромагнитного излучения получили свои названия.

III. Типовые задачи

Задачи, возникающие при разработке систем научных представлений, являются типовыми и их можно классифицировать.

1. Начальное изучение объекта или явления.

Пример 18. (Английский врач Вильям Гильберт 18 лет изучал магниты и написал книгу "О магните, магнитных телах и о большом магните - Земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов" - 1600 г.)

Он открыл, что при нагревании магнита выше некоторой температуры его магнитные свойства исчезают; впоследствии эта температура (588°C) была названа точкой Кюри...

Гильберт открыл, что, когда приближают к одному полюсу магнита кусок железа, другой полюс начинает притягивать сильнее. Эта идея была запатентована лишь через 250 лет после смерти Гильберта.

Гильберт открыл, что предметы из мягкого железа, в течение долгого времени лежащие неподвижно, приобретают намагниченность в направлении север-юг. Процесс намагничивания ускоряется, если по железу постукивать молотком.

Гильберт открыл экранирующее действие железа. Он первым сказал, что магнит со "шлемом" или "носом", т.е. магнит, вправленный в арматуру из мягкого железа, притягивает гораздо сильнее. Гильберт высказал гениальную мысль о том, что действие магнита распространяется подобно свету. <...>

Очень важным в учении Гильберта представляется то, что он, по-видимому, первым отличил электрические явления от магнитных, вскрыв их различную природу. Гильберту удалось разделить магнитные и электрические явления, которые с тех пор стали исследовать раздельно. (3. 28-29)

2. Построение модели.

Пример 19. В это время в исследования включился Луи Пастер (1822-1895). <...> Он

недвусмысленно показал, что загадочной "первопричиной", витавшей в воздухе и вызывающей в стерильном бульоне рост микроорганизмов, являются те же самые микроорганизмы, которые переносятся частицами пыли. (2. 42-43)

Пример 20. Как мы знаем, Ньютон открыл то, что цвета лучей "суть первоначальные и прирожденные" их свойства, различные для различных лучей. Он подозревал, что "свойство цвета" воплощено в размере световых частиц: наименьшие из них дают фиолетовый цвет (самый слабый и темный), наибольшие - красный... (4. 41-42)

3. Разработка методики экспериментальной работы с моделью.

Пример 21. Мы получили смесь мононуклеотидов и олигонуклеотидов. Теперь смесь нужно разделить на составные части. <...>

Один из них - хроматография на бумаге. Если анализируемую смесь нанести на "старт", а затем бумагу медленно промыть смесью различных растворителей с некоторыми добавками (примером такой смеси может служить раствор изопропилового спирта, соляной кислоты и воды), молекулы разных соединений застрянут в различных участках бумаги. После хроматографирования "застывшие" в разных местах бумаги химические соединения удаляют, например, с помощью воды или других растворителей. Собрав отдельные мононуклеотиды или олигонуклеотиды, исследователь может определить их химические и физико-химические и выяснить, с каким конкретным соединением имеет дело. И конечно, не надо забывать самого главного. Очередность высвобождения нуклеотидов из молекулы ДНК или РНК указывает, в какой последовательности они там были соединены. (5.10)

4. Отыскание элементарной модели.

Пример 22. Начало науки о кристаллах относится, пожалуй, к XVIII в. Именно тогда французский аббат Аюи, наблюдая дробле-

ние крупных кристаллов кальцита, обнаружил, что каждый осколок имеет в точности ту же форму, что и исходный большой кристалл. Аюи высказал предположение, что такое дробление в принципе не может продолжаться бесконечно; должен же существовать самый-самый маленький кристаллик, который сохранял бы все свойства кристалла! <...>

(В XX в. с открытием дифракции рентгеновских лучей такая элементарная ячейка кристалла была обнаружена. Е.С.Федоров считал, что способов "укладки" кристаллов может быть 230.) (6. 127-131)

5. Проверка и уточнение модели.

Пример 23. ...Юнг приводил наиболее убедительный эксперимент с тремя экранами, один из вариантов "experimentum crucis", доказывающего явление интерференции. Сначала однородный свет направлялся на первый экран, в котором было проделано большое отверстие. Оно как бы представляло собой источник света, падающего на два других экрана. В среднем экране отверстий было два. Располагались они на небольшом расстоянии друг от друга. Наконец, пучки света, прошедшего через эти отверстия, попадали на третий экран. В том месте, где они перекрывались, видны были чередующиеся темные и светлые интерференционные полосы. Если же исследователь закрывал одно из отверстий, полосы, как того и следовало ожидать, исчезали. (4. 75-76)

Пример 24. Наиболее полно, детально разработана и общепризнанна система А. Л. Тахтаджяна (1966). В ней автор учел все новейшие достижения в области биологических наук, имеющее значение для филогенетических связей у цветковых растений. В систему Тахтаджяна внесены важные коррективы в сложившиеся ранее представления о генетических связях с таксонами покрытосеменных. В последнем варианте 1980 г. Система включает 11 подклассов, причем все двудольные растения распределены в 7 подклассах, а одностольные - в 4 подклассах. (7.21)

6. Нахождение измеряемых параметров модели.

Пример 25. Клаузиус ввел в термодинамику понятие энтропии. Эта физическая величина характеризует тепловое состояние тела или системы тел и показывает, в какой степени различные виды энергии в системе превратились в тепловую, которая уже не может самостоятельно перейти в другие виды энергии. Энтропию можно рассматривать как некоторую функцию, однозначно определяющую в данный момент времени состояние тела или системы тел. А так как переход всех видов энергии в тепловую увеличивает хаотическое движение молекул, то энтропию можно считать также мерой хаотичности движения молекул. (1. 162)

Пример 26. В 1925 г. ленинградские физики (группа Ю.Б.Харитона), изучая горение паров фосфора в кислороде, обнаружили неожиданное и непонятное для классической кинетики явление. Как только давление кислорода падало до 0,1 мм рт.ст., реакция полностью останавливалась. Ниже этого критического давления фосфор с кислородом не реагировал вовсе! Пары фосфора, смешанные с кислородом не реагировали вплоть до какого-то определенного порога, за которым сразу происходила вспышка. <...>

При самой тщательной проверке существование критического давления подтвердилось; дальше загадки посыпались одна за другой. Оказалось, что величина нижнего предела (P_1) зависит от разбавления инертным газом, от давления паров фосфора и... от размеров сосуда! Последняя зависимость оказалась абсолютно строгой - величина P_1 изменялась пропорционально квадрату диаметра реакционного сосуда. (6. 67-71)

7. Расширение модели за пределы первоначальной области применимости.

Пример 27.

У Лавуазье хватило гения и мужества, чтобы сделать и следующий, еще более важный шаг. Он подверг коренному пересмотру тыся-

четлетнюю догму о четырех элементах, образующих все на свете тела, восходящую ко временам Аристотеля. О том, насколько это учение было общепринятым, говорит уже тот факт, что в обязанности деканов английских университетов вменялся контроль за тем, чтобы все диссертации, представлявшиеся к защите, ни в коей мере не содержали критики Аристотеля. (б. 23)

Пример 28. Особняком среди математических работ Архимеда стоит его "Исчисление песчинок в пространстве, равном шару неподвижных звезд", или "Псаммит". Была поставлена задача - показать, что "...есть числа, превышающие число песчинок, которые можно вместить не только в пространстве, равном объему Земли ... но и целого мира"). Греки обозначали цифры буквами. Это было неудобно и ограничивало представления о больших числах. Архимед разработал новую систему записи чисел.

Описав предложенную им систему счисления, Архимед решает поставленную задачу. По его вычислениям в объеме, который занимает вся видимая Вселенная, содержится тысяча мириад "восьмых чисел" песчинок, что в современной записи соответствует числу 10^{63} . (1. 20-21)

Внутри каждой из этих надзадач есть свое деление. Например, "построение моделей" включает в себя построение общих моделей, построение частных моделей, устранение противоречий между разными моделями или между моделями и наблюдениями и т.д. Углубление в этом направлении не входит в задачу настоящего доклада.

IV. Диктатура надзадач

Возьмем простую исходную ситуацию - первоначальное изучение объекта.

Пример 29. Появляются так называемые травники, в которых даются описания и изображения первым делом полезных растений. Названия растений скорее соответствуют перечню их признаков и каждым ботаникам да-

ются произвольно. Возникает острая необходимость разобраться в этом большом многообразии растений. Первую научную систему растений дал итальянский врач А. Цезальпино (1519 - 1603). В своем большом труде "О растениях" (1583) он разделил весь растительный мир на два отдела и на 15 классов. Ученый интересовался вопросами внешнего и внутреннего строения растений, изучал прорастание семян; он описал более 1000 растений. (7.17)

Одна и та же задача. В первом случае - с травниками - ставилась надзадача простого сбора информации. Решения задачи не превышали первого уровня. Во втором же случае изначально была поставлена очень высокая надзадача - создание качественно новой модели. И результат - первая широкая научная классификация растений.

Пример 30. В течение тысячелетий люди учились решать различные математические задачи. Корни уравнений первой и второй степеней умели находить уже древние египтяне. Формулы для решения уравнений третьей и четвертой степеней были получены в XVI в. Наконец, в 1824 г. Н.Х.Абель показал, что уравнение степени выше четвертой, записанное в общем виде, т.е. с буквенными коэффициентами, не может быть решено в радикалах - его корни не могут быть вычислены при помощи четырех действий арифметики... и извлечения корней. Но если уравнение вида $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 = 0$ при $n \leq 5$ нельзя решить в радикалах, то корни многих конкретных уравнений (с численными коэффициентами) могут быть найдены для уравнений сколь угодно высокой степени... В своих работах Галуа показал, как установить, решается ли данное частное уравнение в радикалах или нет.

Основное понятие теории Галуа - понятие группы. Группа - это совокупность объектов, имеющих определенные общие свойства. Например, действительные числа составляют группу. Их общее свойство состоит в том, что произведение двух действительных чисел тоже действительное число. Движения на плоскости тоже образуют группу. Свойство этой

группы заключается в том, что сумма двух любых движений тоже дает движение. Можно рассматривать группу операций, производимых над некоторыми "предметами", и т.п. Для определения группы надо сформулировать правила, которые должны выполняться, чтобы данную совокупность объектов можно было называть группой. Такие правила называют групповыми аксиомами. (1. 157)

Опять-таки, пока ставилась надзадача решения конкретных типов уравнений, решения не превышали третьего уровня. Галуа сразу поставил надзадачу более высокого уровня - выявить принципы изучения ВСЕХ уравнений такого рода. И результат - решение пятого уровня, новый принцип, который оказался приемлем не только в математике.

Даже в простейшем случае проверки уже полученных ранее результатов другая постановка надзадачи радикально меняет результат.

Пример 31. Генри Кавендиш, повторяя уже описанные опыты горения водорода, обнаружил, что в результате получается вода. Лавуазье повторил опыты Кавендиша. И доказал, что вода является не элементом, а соединением кислорода с водородом. (6. 22)

Этот пример требует пояснения. В этот период общепринятой была древнегреческая модель, согласно которой все вещества состоят из четырех элементов - земли, воды, воздуха и огня. Такие вещества, как кислород и водород, не выделялись в отдельные элементы, а считались разновидностями воздуха (водород назывался "горючим воздухом", а кислород - "воздухом, способствующим дыханию" или "дефлогистированным воздухом"). Кавендиш сделал открытие третьего уровня - показал, что при горении элемента "воздух" получается другой элемент "вода". Лавуазье с самого начала ставил гораздо большую надзадачу - показать, что горение не есть выделение "флогистона", а соединение с кислородом. То есть, настоящими элементами являются не древнегреческие, а вполне конкретные - кислород, водород и другие. Это новое представление о природе - пятый уровень.

Таким образом, очевидно, что уровень решения не зависит от характера или постановки самой задачи, а является функцией надзадачи.

V. Процедуры преобразования моделей

Но сама по себе постановка надзадачи еще не приводит к решениям высоких уровней.

Пример 32. В начале 19 века стала окончательно ясна несостоятельность учения о самозарождении жизни в готовом виде. Перед многими учеными стояла задача разработки новой модели происхождения жизни. Одним из тех, кто взялся за эту задачу был Уильям Томсон (позднее лорд Кельвин) Вот что он говорит в президентском обращении к Британской ассоциации развития науки, 1871:

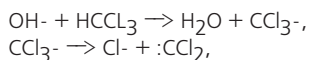
"Достаточно точными экспериментами, проведенными к настоящему времени, показано, что любой форме жизни всегда предшествует жизнь. Мертвая материя не способна превратиться в живую, не испытав предварительно воздействия живой материи. Мне это представляется такой же несомненной научной истиной, как закон всемирного тяготения. Я готов принять в качестве научного постулата, справедливого всегда и повсюду, утверждение, что жизнь порождается только жизнью и ничем, кроме жизни. (Далее Томсон предлагает гипотезу метеоритного способа переноса жизни.) (2. 44-47)

Идея далеко не новая. Уже в то время были данные, ставящие ее под сомнение. В 1924 году А.И.Опарин выдвинул теорию химического происхождения жизни. Почему же этого не сделал Томсон? Информации для выдвижения такой гипотезы у него было достаточно.

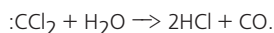
Собственно говоря, Опарин по сравнению с Томсоном сделал всего один шаг. Он предположил наличие промежуточных этапов между химической эволюцией и биологической. Является ли этот шаг методически уникальным?

Пример 33. Первым был найден наиболее древний из всех известных сейчас первобытный человек-питекантроп (буквально "обезьяночеловек"). Кости питекантропа впервые были обнаружены в результате настоячивых поисков, продолжавшихся с 1891 по 1894г., голландским врачом Э. Дюбуа вблизи Триниля, на острове Ява. Отправляясь в Южную Азию, Дюбуа поставил своей целью найти останки переходной от обезьяны к человеку формы, так как существование такой формы вытекало из эволюционной теории Дарвина. Открытия Дюбуа с избытком оправдали его ожидания и надежды. Найденные им черепная крышка и бедро сразу показали огромное значение тринильских находок, так как было обнаружено одно из важнейших звеньев в цепи развития человека. (8)

Пример 34. В 1862 г. А.Гейтер высказал предположение, что хорошо известный распад хлороформа под действием щелочи, сопровождающийся образованием оксида углерода (?I) и соли муравьиной кислоты, протекает через промежуточное образование крайне активного "двуххлористого углерода" CCl_2 . <...> Лишь к 1950 г. стало ясно, что Гейтер (почти сто лет назад) был абсолютно прав в своем предположении о механизме распада хлороформа. С применением новейших методов исследования было показано, что при действии сильных оснований хлороформ сначала теряет протон, затем образовавшийся анион CCl_3^- , отщепляя анион Cl^- , превращается в: CCl_2



Который, в свою очередь, реагируя с водой, дает оксид углерода:



В присутствии избытка гидроксильных ионов получается формиат-ион:



Как видим, введение промежуточного этапа является достаточно стандартной процедурой преобразования научных представлений.

Таких стандартных процедур обнаружено достаточно много. Приведу несколько из них.

1. Использование прямых аналогий. Замена предыдущей аналогии на более ресурсную.

Пример 35. Конечно, сама по себе дифракция не обязательно ведет к волнам. Позднее Ньютон склонен был объяснять ее тем, что частицы света, пролетая вблизи какого-либо тела, притягиваются ими, так что световой луч изгибается в этом месте. Однако для Гримальди изгибание луча скорее служило свидетельством волновой природы света. То, что палка, которую он помещал в световой конус, давала более широкую тень, чем он ожидал, учитывая прямолинейное распространение лучей, вызвало в его воображении видение волн, расходящихся от брошенного в воду камня. (4. 25-26)

2. Структурирование. Придание определенной структуры изучаемому объекту. Изменение структуры объекта. Повышение степени структурированности. Придание структуры надсистеме изучаемого объекта. Для процессов - переход от линейной структуры к разветвленной и параллельной. Разделение свойств в структуре.

Пример 36. Сосредоточившись на центральной проблеме Фрейда: "Что такое "я"?", Ж. Лакан пришел к выводу, что субъект может осознать себя только во взаимодействии с другими говорящими существами. Опираясь на лингвистику, Лакан напоминает, что реальность не бесформенна, но организована элементами, которые придают ей смысл ("означающими"). Их роль выполняет язык, он организует такое восприятие реальности у индивида, благодаря которому формируется личность. (9. 42) (**Структурирование надсистемы**)

Пример 37. В 1925 г. ленинградские физики (группа Ю.Б.Харитона), изучая горение паров фосфора в кислороде, обнаружила неожиданное и непонятное для классической кинетики явление. Как только давление кислорода падало до 0,1 мм рт.ст., реакция полностью останавливалась. Ниже этого критического давления фосфор с кислородом не реагировал вовсе! Пары фосфора, смешанные с кислородом не реагировали вплоть до какого-то определенного порога, за которым сразу происходила вспышка. <...>

Предположение, что эта реакция является просто цепной, ничего не проясняло и даже противоречило опыту, так как все цепные реакции шли с постоянной скоростью (без ускорения, а тем более резкого). И вот тут-то и наступило "озарение"!

Н.Н.Семенов выдвинул гипотезу, согласно которой возможны не только простые, неразветвленные цепи, но и цепи разветвленные, когда ведущий цепь радикал дает в результате элементарного акта не один новый радикал, а два или три. (6. 67-71) (**Переход к разветвленной структуре процесса**)

3. Выявление элементарной системы. Выявление элементарного параметра. Выявление элементарного акта в процессе. Выявление параметра, отделяющего элементарные системы. Выявление структуры комбинации элементарных систем. Выявление элементарной надсистемы.

Пример 38. Новейшие исследования привели шведского ученого М.Нильссона к заключению, что культ большинства греческих богов создан еще в крито-микенский период. В дальнейшем мифологические сюжеты усложнялись внесением новых черт, подсказанных условиями самой жизни, и включались в целые повествования наподобие рассказов о приключениях людей. Рассказы о подвигах отдельных героев объединяются в рассказы о больших коллективных предприятиях - вроде похода аргонатов за "золотым руном" или охоты на Калидонского вепря. Таким же путем, вероятно, создавались и сложные ми-

фологические повествования, как миф о Троянской войне, о походах аргосских племенных вождей против Фив и т.п. Богатые раскопки на острове Крите и в местах Трои, Микен, Тиринфа, Пилоса и других показали, что в основе сказаний об этих городах лежат исторические данные. А надписи этой эпохи позволяют предполагать, что некоторые из героев таких сказаний, как Приам, Гектор, Парис, а может быть, Этеокл и другие, были историческими личностями. (10.31-32) (**Выявление элементарных систем**)

Пример 39: Бюффон... отрицая реальность видов в одних сочинениях, он не только признавал в других трудах их реальность, но и, опередив науку своего времени на добрую сотню лет, предложил использовать критерий репродуктивной изоляции для разграничения видов. (11.9-10) (**Выявление параметра, отделяющего элементарные системы**)

4. Переход в надсистему. Изучение группы объектов вместо одиночных объектов. Допущение существования множества объектов, считавшихся одиночными. Изучение взаимодействия и свертывания объектов внутри множества. Переход от однофакторной системы к многофакторной. Рассмотрение изучаемого объекта с позиций надсистемы. Переход к изучению надсистемы вместо объекта.

Пример 40: Синтезируя данные дарвинизма, эволюционной морфологии и эмбриологии с данными популяционной генетики, Шмальгаузен и Симпсон (1944) в дополнение к описанной Дарвином движущей, или ведущей, форме отбора выделили стабилизирующую, или центростремительную, форму отбора. (11.28) (**Переход к многофакторной системе**)

Пример 41. В составе ДНК постоянно находятся очень небольшое количество кремния. Правда, немного, всего доли процента, но все же его присутствие в ДНК считают доказанным. И в ДНК, и в РНК, кроме перечисленных азотистых оснований, так сказать, обычных,

прозаических, встречаются и экзотические. Их называют минорными. Сначала думали, что они вещь случайная. Но потом стало ясно, что присутствие минорных оснований не такая уж редкая вещь. Обнаружили минорные пиридиновые основания, например, метилцитозин, псевдоуридин и другие. Найдены были и минорные пуриновые основания, такие, как 1-метилгуанин, 1-метиладенин... Экзотическое оказалось закономерным явлением. Только для так называемых транспортных РНК количество минорных оснований достигает 50. (5.7) **(Допущение существования множества объектов, считавшихся одиночными)**

Пример 42. Культурная антропология выходит за рамки социальной психологии. Последняя рассматривает индивида, как члена общества и малых групп. Первая же приступает к изучению "культур". <...> Культурная антропология рассматривает индивида как часть целого. (9. 37) **(Рассмотрение изучаемого объекта с позиций надсистемы)**

Всего на сегодня выделено 11 таких процедур. Намечаются и другие. Но простое увеличение числа процедур является тупиковым путем. Гораздо важнее ответить вопрос: является ли применение процедуры гарантией получения решения высокого уровня?

Пример 43: Тихо Браге предложил свою геогеоцентрическую систему мира, которая представляла собой неудачную комбинацию учений Птолемея и Коперника. Ученый считал, что Солнце вращается вокруг неподвижной Земли, а все остальные планеты - вокруг Солнца. Гипотеза Тихо Браге имеет сейчас, конечно, лишь исторический интерес. (1. 41)

Тихо Браге применил процедуру, которую мы назвали переходом в надсистему. Тем не менее, адекватной модели с высокой новизной он не получил.

VI. Время внутри времени

Как мы уже видели, типовые процедуры преобразования научных представлений со-

стоят из ряда "подпроцедур". Но это не просто список вариантов. Эти "подпроцедуры" образуют строго определенную временную последовательность. Рассмотрим это на примере процедуры "разделение во времени".

На определенных этапах развития представлений возникает стандартная ситуация, когда классификация разрастается, теряет связность, целостность. В этой ситуации решением является введение в модель параметра времени. Поначалу это простое допущение возможности изменений.

Пример 44. Работая с растениями, проводя опыты по скрещиванию, он (К.Линней - Ю.М.) пришел к важному выводу о том, что под влиянием внешних условий, а также при скрещивании виды, особенно культурные, могут изменяться, давая многочисленные разновидности. (7.19)

Это не такой простой шаг, как может показаться на первый взгляд. Парадигма классификации цепко держит мышление.

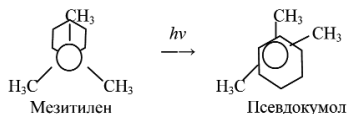
Затем новые представления проходят элементарное, первичное структурирование во времени. Это может быть переход от непрерывного процесса к дискретному и наоборот, или введение обратимых или циклических процессов и т.п.

Пример 45. Дальнейшее развитие идеи Лаара получили в работах советского химика В.В.Разумовского (теория электронной таутомерии). Основной пункт этой теории - допущение реального (во времени) существования предельных структур, с исключительно высокой скоростью превращающихся друг в друга. Очевидно, речь идет о быстрой миграции электронов от одного атома к другому (у Лаара так вел себя водород). (6. 54)

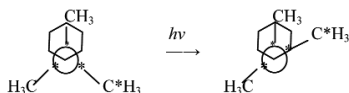
Затем в простых одноэтапных временных последовательностях появляются промежуточные этапы.

Пример 46. Рассмотрим, например, симметричный триметилбензол (мезитилен). При облучении УФ-светом мезитилен превраща-

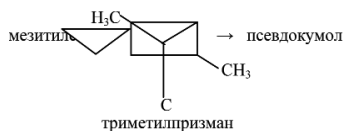
ется в псевдокумол - одна из метильных групп как бы переходит к соседнему атому кольца:



Как же протекает эта реакция? <...> В ходе реакции само бензольное кольцо явно претерпевает глубокую перестройку - оно разрушается и воссоздается вновь. Это можно доказать, используя радиоактивную метку (радиоактивные атомы углерода помечены звездочкой). Оказывается, что в этой реакции метильная группа переходит вместе со "своим" углеродным атомом кольца!



Чтобы мог осуществиться такой переход, на какое-то время кольцо надо поломать. Полагают, что реакция протекает через промежуточное образование углеводородов, в которых бензольного кольца нет вовсе, например через изомерный исходному углеводороду призмат:



(6. 86-87)

Затем окончательно формируются представления, которые в онтогенезе можно называть многостадийными процессами, а в филогенезе - периодизациями.

Пример 47. Ценность этой точки зрения заключается в том, что она, наталкивая на размышления, привела средневекового арабского мыслителя Ибн-Рушда (Аверроэса) к гени-

альной догадке. По его мнению, естественный магнит искажал ближайшее к нему пространство в соответствии с его формой. Ближайшие к магниту области среды, в свою очередь, искажали ближайшие к ним и так до тех пор, пока "специи" не достигали железа. (З. 27)

Пример 48. Джон Леббок в 60-е годы XIX в. разделил каменный век по технике обработки камня на палеолит и неолит. В конце XIX в. француз Габриель де Мортилье раздробил эти этапы на мелкие: палеолит - шелль, ашель, мустье, солютре, мадлен; мезолит - азиль и тарденуаз. Позже Анри Брейль добавил еще один этап - ориньяк. (12.69)

Следующим этапом является превращение дискретных периодизаций в непрерывные и закономерные эволюционные модели.

Пример 49. Сформулированный им (Ч.Лайелом - Ю.М.) принцип актуализма в геологии (к которому впервые подошли Хаттон и Ламарк) представлял себе целостную концепцию эволюцию Земли, т.е. первую фундаментально обоснованную теорию небиологической эволюции. Лайелл показал, что такие ныне действующие (актуальные) факторы, как горообразование, вулканизм, оледенения, потоки, дождь, ветер, приливы и отливы, вполне могут объяснить и объясняют как те изменения земной поверхности, которые происходят на наших глазах, так и те, которые происходили в геологическом прошлом. (11.12)

На этом этапе эволюционные модели чаще всего представляют объект равномерно развивающимся. Затем приходит очередь моделей неравномерного развития.

Пример 50. Последующие наблюдения подтвердили первоначальные выводы и показали также - на этот раз в соответствии с ожиданиями - что самые далекие сверхновые уклоняются вниз (в сторону большей яркости) от линейной зависимости блеска от фотометрического расстояния. Это означаем, что в еще более далекие времена Вселенная расширя-

лась с замедлением - потому что в те времена она была более плотной и гравитация еще тормозила расширение. Как показывают опубликованные в 2004 г. данные о 7 самых далеких сверхновых ($cz > 1,25$) и о 180 более близких, победа антигравитации над тяготением свершилась около 6 млрд. лет назад: переход от замедления к ускорению расширения Вселенной наблюдается при $z = 0,46 \pm 0,13$ (13. 217-218)

Таким образом, применение типовых процедур преобразований научных представлений приводит к получению решений высоких уровней только в том случае, если мы правильно определим, на каком этапе развития находится рассматриваемая модель, и применим к ней процедуру перехода к следующему этапу.

Неправильным определением этапа развития модели ошибки не ограничиваются. Даже правильно выбранную процедуру можно применить некорректно. Но разбор типовых ошибок при применении процедур является отдельной темой.

VII. Выводы

Относительно задач, возникающих при развитии систем научных представлений, можно констатировать:

1. Понятие "правильной постановки задачи" является относительным и полностью зависит от надзадачи.
2. Существуют типовые надзадачи, в рамках которых ставятся задачи.
3. Качество решения задач, связанных с развитием научных представлений можно определить по величине изменения, внесенного в исходную модель. Величину изменения можно измерить по пятиуровневой шкале.
4. Качество решения задачи определяется двумя параметрами - выбором надзадачи и применением типовой процедуры преобразования представлений.
5. Типовые процедуры преобразования представлений представляют собой времен-

ные последовательности элементарных преобразований. Качество решения определяется правильным выбором этапа развития модели и применением соответствующего по времени преобразования.

VIII. Литература

1. В.П.Лишевский. ОХОТНИКИ ЗА ИСТИНОЙ. Изд-во "Наука", М., 1980.
2. Хоровиц Н. Поиски жизни в Солнечной системе. М., Мир. 1988.
3. В.П.Карцев. МАГНИТ ЗА ТРИ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ. 4-е издание, переработанное и дополненное. М., Энергоатомиздат, 1988.
4. Олег Мороз. ПРЕКРАСНА ЛИ ИСТИНА? Изд-во "Знание", Москва. 1989.
5. Е. Романцев. Закономерные чудеса. М., "Молодая гвардия". 1987.
6. О.Ю.Охлобыстин. ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ ХИМИЧЕСКИХ ИДЕЙ. Изд-во "Наука", М., 1989.
7. А.П.Меликян. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМАТИКИ РАСТЕНИЙ. М., Знание. 1984.
8. Всемирная История. Том 1. <http://anomalina.narod.ru/hist1-1/3.htm>
9. М.-А.Робер, Ф.Тильман. ПСИХОЛОГИЯ ИНДИВИДА И ГРУППЫ. М., "Прогресс". 1988.
10. С.И.Радциг. История древнегреческой литературы. М., Высшая школа. 1977.
11. Н.Н.Воронцов. ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ: ИСТОКИ, ПОСТУЛАТЫ И ПРОБЛЕМЫ. М., "ЗНАНИЕ". 1984.
12. Алексеев В.П., Першиц А.И. История первобытного общества. "История". - М.: Высш. Шк., 1990. - 351 с.: илл.
13. Ефремов Ю.Н. Звездные острова: Галактики звезд и Вселенная галактик. Фрязино: "Век 2", 2005. 272 с.

Ресурсы систем как источник для постановки задач

Фейгенсон Наум Борисович (E-mail: feyg@bk.ru), Россия

Аннотация.

Настоящая работа носит постановочный характер. Обсуждается постановка задачи интенсивного использования ресурсов для развития систем. Такая постановка часто встречается на практике, но весьма слабо освещена в разработках по ТРИЗ

Классические постановки изобретательских задач вкратце сводятся к следующему. В системе имеется недостаток, препятствующий деятельности системы. Как быть? Далее применением различных методических инструментов уточняется сущность этого недостатка и затем отыскивается соответствующий ресурс, способный устранить исходный или связанный с исходным недостаток.

В практических ситуациях весьма часто возникает совершенно иная, почти противоположная формулировка проблем. В системе имеется ресурс, но используется он недостаточно. Как быть? Следует отметить, что подобная постановка задачи встречается не только для технических систем

В качестве примеров можно привести следующие формулировки практически встречающихся проблем более полного использования ресурсов.

- Разработана пневмошлифовальная машина с чрезвычайно высоким числом оборотов - вместо прежнего рекорда 80 тыс. получили 230 тыс. об/мин. Есть ли другие области применения такого уникального результата?
- Многие отрасли промышленности накопили громадные запасы отходов, содержащих множество недоиспользованных

ресурсов. Эти "отходы" эпизодически используются как первичное сырье. Ситуация с проблемой переработки недоиспользованных ресурсов характерна как для "старых" отраслей, так и для бурно развивающихся (атомная энергетика). Реализация полностью замкнутого цикла функционирования осуществляется пока только для экстремальных условий обитаемых космических кораблей.

- Разновидность задач - использование физических, геометрических и других эффектов. Неясно, как и где из этого ресурса извлечь пользу. Одним из свежих примеров могут служить так называемые метаматериалы с необычными свойствами преломления излучения.
- Распространенные проблемы постоянного обновления линейки выпускаемых продуктов и диверсификации производства также по сути являются задачами более полного использования ресурсов.

Примеры подтверждают распространенность и важность задач по интенсификации использования ресурсов. В обобщенном смысле специалисты по ТРИЗ решают такую же задачу наилучшего применения ресурса - есть мощный интеллектуальный потенциал, но используется он плохо...

К числу инструментов ТРИЗ, используемые для решения таких или близких по смыслу задач можно отнести следующие:

- морфологический анализ;
- АРИЗ;
- методика поиска сверхэффектов;
- инверсный функционально - стоимостный анализ;

- функционально - ориентированный информационный поиск;
- фонд эволюционных альтернатив™ по Б.Злотину;
- сочетание анализа надсистемных тенденций и параметрических ограничений[1].

Основные недостатки инструментов, применяемых для решения задачи интенсификации использования ресурсов можно свести в следующим:

- большие объемы работ по поиску и оценке идей;
- существенная зависимость получаемого результата от опыта решателя.

Ключевое отличие задачи интенсификации использования ресурсов - направленность не на новое решение задач, а на поиск новых возможностей и связанных с ними задач. Соответственно определить границы поиска трудней, чем устранить определенный недостаток.

Важно отметить, что даже в случае получения плодотворного решения остаются вопросы его практического использования, особенно в удаленных от сферы интересов заказчика областях.

Для наглядного представления требований к решению задачи поиска новых возможностей использования ресурса автором предложена схема "полноты частей инновации", показывающая необходимость учета тенденций развития нескольких уровней надсистем.

Зададимся вопросом - а действительно нужно ли вот так полно исчерпывать ресурсы системы? Ведь многие технические системы прекращают развиваться невзирая на наличие ресурсов - просто их рыночная ниша занята другими. В экономике известен "голландский синдром", также называемый "разоряющим ростом". Феномен сводится к тому, что интенсивная и несбалансированная разработка одного ресурса оказывает замедляющее воздействие на всю экономику страны. Специалистам по ТРИЗ известно, что слишком "плотно" свернутые технические системы трудно поддаются изменениям. Более того, наличие ресурсов и навыков их использования создает

психологическую инерцию. Думаю, что каждый из нас наблюдал затруднительные ситуации, в которых люди или фирмы делали не то, что нужно, а то, что лучше умеют.

Таким образом, в определенных случаях полное и исчерпывающее использование ресурса приводит к затруднениям в дальнейшем развитии систем.

Что представляется важным при дальнейшей разработке задач интенсификации использования ресурсов? Ниже сформулирован не претендующий на полноту список вопросов для разработки:

- Как определить стоит ли вообще в конкретных условиях решать задачу интенсификации использования ресурсов, не является ли такая постановка задачи ложной?
- Может ли быть выделена линия развития использования ресурса - по аналогии с уже используемыми линиями дробления, повышения управляемости и др.?
- Универсальна ли предлагаемая схема "полноты частей инновации"?
- Как известно, сеть применяемых в ТРИЗ понятий имеет перекрытия. Возможно, что предлагаемое выделение задачи использования ресурсов является "перетитуловыванием" (термин Г.Альтшуллера) таких понятий как недостаточное согласование, невыявленный сверхэффект, локальная и глобальная идеальность?

Автор заранее благодарен за продуктивную критику и дополнения к данной работе постановочного характера.

Литература

1. Фейгенсон Н.Б., Павлов В.В., РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В сб. докладов на Международной конференции "MATRIZ Fest 2005" "Развитие ТРИЗ: достижения, проблемы, перспективы"
<http://www.metodolog.ru/00479/00479.html>

Методы поиска обходных проблем и задач изобретательской программе "НОВАТОР 4.0"

В.Н. Глазунов, Россия

Аннотация

Понятие проблемной ситуации (ПС), обходной проблемы и обходной задачи. Переход от проблемной ситуации к задаче (задачам). Моделирование ПС с помощью тернарного языка описания. Расширение модели ПС методами восходящего и нисходящего причинно - следственного анализа. Распределение значений "потребность" и поиск проблем на модели ПС. Объектные и параметрические противоречия на модели ПС. Определение элементов ПС. Определение очередности решения исходной и обходных проблем. Поиск обходных задач. Примеры поиска обходных проблем и задач. Демонстрация поиска обходных задач программой "Новатор 4.01".

Введение

Предлагаемые методы поиска обходных проблем и задач разработаны в рамках проекта "Новатор 4.0". Целью данного проекта является создание изобретающей программы 2-го поколения. Результат работы программ данного класса представляет собой законченные варианты концепции разрабатываемого устройства или технологии, оформленные в виде стандартного исследовательского отчета. Работа с подобными программами не требует от пользователя предварительного обучения методам решения изобретательских задач.

Выполнить указанные требования возможно лишь при условии, что работа изобретающей программы основана на формальных методах решения проблем. В связи с этим

предлагаемые методы поиска обходных проблем и задач строго формальны.

1. Понятие проблемной ситуации, обходной проблемы и обходной задачи

Методы ТРИЗ или соответствующие им компьютерные программы используются разработчиками (пользователями) для устранения какой-либо технической проблемы. Обычно человек осознает проблему в виде некоторой проблемной ситуации (ПС).

В проблемной ситуации проблемная и ситуационная части взаимосвязаны и не отделяемы друг от друга. **Проблема** - это то, что в рамках ситуации не соответствует предъявляемым требованиям. **Ситуация** - это совокупность условий и обстоятельств, с учётом которых предполагается устранить рассматриваемую проблему.

Для фиксации проблемы в описании проблемной ситуации используются словесные структуры типа:

"действие - объект", например, "создать магнитное поле",

"действие - процесс - объект", например, "устранить вибрацию корпуса",

"действие - параметр - объект", например, "измерить температуру жидкости"

и т.п.

В свою очередь, ситуация представляет собой структуру, которую образуют логические и конкретные отношения, установленные между конкретными объектами, свойствами и отношениями. Примеры описания ситуаций приведены ниже в разделе 3.1.

Проблему, первично осознанную пользователем, можно назвать **исходной**. Обычно исходная проблема связана с другими проблемами, которые явно или неявно указаны в проблемной ситуации. Эти проблемы могут быть причинами возникновения исходной проблемы или быть её последствиями. Такого рода проблемы можно называть **обходными**, т.к. их решение позволяет устранить исходную проблему, не решая её непосредственно.

Исходная проблема связана с обходными проблемами причинно-следственными отношениями. Совокупность этих отношений определяет пути перехода от исходной проблемы к обходной проблеме.

Как показывает практика, в ряде случаев, обходную проблему устранить проще, чем исходную. По этой причине, выявление в проблемной ситуации явных и неявных обходных проблем представляет большой практический интерес.

Как правило, описание исходной проблемной ситуации слабо структурировано. В нем нет четкого деления на проблемную и ситуационную части. Вычленение проблемы из контекста проблемной ситуации превращает её в задачу. В дальнейшем, эту задачу можно решать как с учетом, так и без учета ограничений, указанных в ситуационной части.

При вычленении из проблемной ситуации исходной и обходных проблем существующие между ними причинно-следственные связи отбрасываются. В результате эти проблемы воспринимаются как отдельные, не связанные между собой задачи. Поэтому переход между такими задачами можно назвать **контекстно-зависимым** (см. пример: раздел 3, пункт 9, 3-й список проблем).

С другой стороны, как показали исследования, проведенные при разработке программы "Новатор 4.0", между задачами существует как минимум 11 несимметричных отношений перехода, не зависящих от контекста. Это позволяет установить между задачами отношения перехода, которые реализуются в любой ситуации. Иными словами, переход между задачами, в соответствии с указанными отношениями, является **контекстно-независимым**. Список этих отношений приведен в таблице 1.

№	Название отношения перехода
1	Переход к тождественной задаче по термину
2	Переход к общей задаче по термину
3	Переход к частной задаче по термину
4	Переход между частными задачами по термину
5	Переход к тождественной задаче
6	Переход к общей задаче
7	Переход к частной задаче
8	Переход между частными задачами
9	Переход между подзадачами
10	Переход к более "простой" задаче
11	Переход к "похожей" задаче

Таблица 1. Отношения перехода между задачами

Часть несимметричных отношений перехода определяет эксперт, исходя из своих знаний, а остальные вычисляются при компиляции базы знаний "Новатора 4.0".

Множество задач и несимметричных отношений переходов образуют структуру, которая является частью онтологии задач конкретной предметной области [1, 2].

Так как отношения перехода между задачами несимметричны, а число задач предметной области ограничено, то для любой задачи существует конечное число связанных с ней

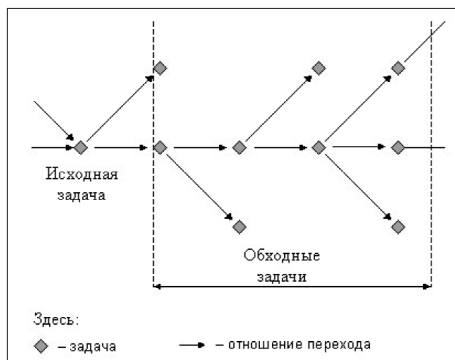






Рис. 1. Фрагмент онтологии задач.

Наличие последовательности переходов между исходной и любой обходной задачами гарантирует, что все решения обходной задачи являются также решениями исходной задачи.

 – модуль программы Новатор 4.0
  – результат операции

 – операция модуля программы
  – часть базы знаний Новатора

Модель * – расширенная модель проблемной ситуации

Проблемы – исходная и обходные проблемы в терминах Пользователя

Проблемы * – исходная и обходные проблемы в терминах Новатора 4.0

Концепции * – концепции, ранжированные по качеству

63

2. Краткое описание операций поиска обходных проблем и задач

2.1. Моделирование проблемной ситуации

Пользователь фиксирует исходное описание проблемной ситуации в модуле "Постановка задания". Исходное описание проблемной ситуации обычно слабо структурировано. Оно состоит из разноформатных частей: фрагментов текста, рисунков, диаграмм, математических формул и т.п. Подобная информация не может служить исходными данными для формального метода (см. раздел "Введение"). Поэтому сначала разработчик, на основе исходного описания проблемной ситуации, должен построить её модель.

В настоящее время (насколько известно автору) для моделирования проблемных ситуаций применяются только бинарные языки, базирующиеся на двух категориях. Возможны два типа бинарных языков описания: объектно - реляционные и атрибутивно - реляционные.

В основе объектно - реляционных языков лежат категории объекта и отношения, а атрибутивно - реляционных - категории свойства и отношения. К 1-му типу относится, например, язык всепольного анализа [3] и язык "объект - действие", используемый в программе TechOptimizer (продукт IMCorp). Ко 2-му типу относится язык, используемый в параметрическом методе анализа противоречий [4] и программе "Новатор 3.01" (продукт Компании Метод).

Языки обоих типов ограничены, так как модель ситуации может одновременно содержать:

- объекты, образующие ситуацию, в том числе, технические системы, их подсистемы и элементы;
- свойства объектов;
- отношения между объектами;
- отношения между свойствами, например, между показателями технической системы и свойствами ее элементов.

Поэтому, в общем случае, для описания таких моделей необходим язык, использующий три категории: объект, свойство и отношение. Подобную группу языков можно называть тернарными языками [5, 6].

Для программы "Новатор", на основе формальной тернарной онтологии (продукт Компании Метод), разработан вариант тернарного языка описания, который, в свою очередь, реализован в виде специального объектного графического редактора. С помощью этого редактора разработчик может построить модель ситуации в виде блок-схемы.

Для фиксации проблемы в модели ситуации используется модальность "потребность" со значениями: "неопределенный", "желательный", "нежелательный" "желательный и нежелательный". Если значение потребности элемента ситуации (объекта, изменение свойства или отношения) равно "желательный", то это означает, что суть проблемы - отсутствие в ситуации требуемого элемента. В противном случае, проблема сводится к наличию в ситуации нежелательного элемента. При значении потребности элемента "желательный и нежелательный" в ситуации имеет место противоречие, т.е. антиномия - проблема [4, 7].

Алфавит рассматриваемого варианта тернарного языка описания представлен в таблице 2.

Правила построения формул языка (допустимые комбинации исходных символов) определяются доступностью выбора того или иного символа в меню объектного графического редактора в процессе построения модели проблемной ситуации.

2.2. Расширение модели

Модель проблемной ситуации фиксирует исходное представление пользователя о проблеме. Однако, часто, лучший способ устранения проблемной ситуации удается найти, решая не исходную проблему, а какую - либо связанную с ней (обходную) проблему.

Для того чтобы определить какие проблемы связаны с исходной проблемой, Новатор использует методы нисходящего и восходящего причинно-следственного анализа. Пер-

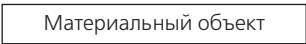
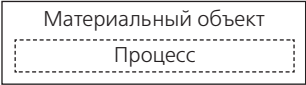
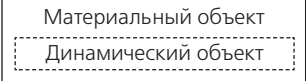

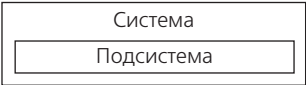
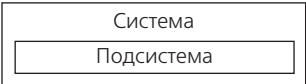
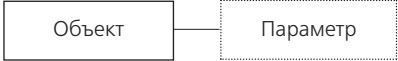
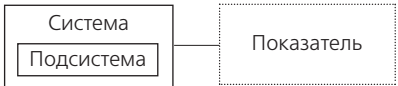
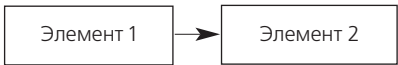
Группа	Название символа	Графический вид символа
Объекты	Материальный объект	
	Процесс	
	Динамический объект	
	Пространственный объект	
	Система	 Система определяется наличием элемента или подсистемы
	Подсистема или элемент	 Подсистема определяется входением в систему
Свойства	Параметры	
	Показатели	
Отношения	Приводит к	

Таблица 2. Алфавит тернарного языка описания

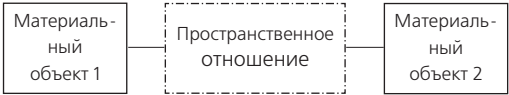
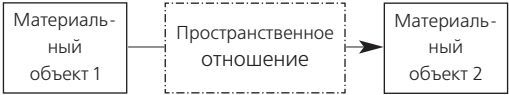
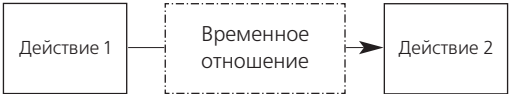
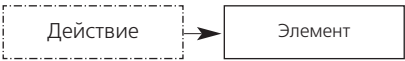
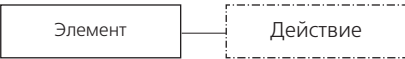





Группа	Название символа	Графический вид символа
Отношения	Пространственные отношения	<p><i>симметричное</i></p>  <p><i>асимметричное</i></p> 
	Временные отношения	
Действия	Действие на	
	Действие от	
	Действие между	
	Функция от	аналогично "Действие на"
	Функция на	аналогично "Действие от"
	Функция между	аналогично "Действие между"
Изменения	Изменение	
	Увеличение	
	Уменьшение	
	Наличие	
Потребность	Неопределенно	Обозначается <u>черным</u> цветом элемента ситуации
	Желательно	Обозначается <u>зеленым</u> цветом элемента ситуации
	Нежелательно	Обозначается <u>красным</u> цветом элемента ситуации
	Желательно и нежелательно	Обозначается <u>сиреневым</u> цветом элемента ситуации

Таблица 2 (продолжение). Алфавит тернарного языка описания

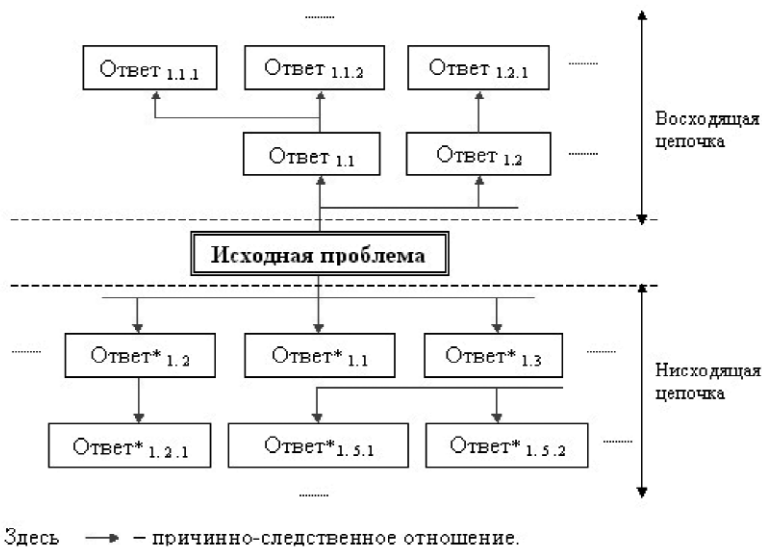


Рис. 3. Восходящие и нисходящие причинно-следственные цепочки.

вый из этих методов определяет причины исходной проблемы, а второй - её последствия. Для выявления причин исходной проблемы "Новатор" задает Пользователю последовательность вопросов "почему происходит ...", а для выявления последствий этой же проблемы - последовательность вопросов "к чему приводит ...". Используя ответы Пользователя, "Новатор" строит связанные друг с другом нисходящую и восходящую причинно-следственные цепочки. Отвлеченный пример этих цепочек приведен на рисунке 3.

Далее "Новатор" предлагает Пользователю расширить исходную ситуацию, включив в нее новые объекты, отношения между ними, а также свойства объектов.

При разработке модели проблемной ситуации Пользователь может неоднократно возвращаться к процедуре расширения модели.

2.3. Поиск проблем

Если на модели ситуации задано значение потребности хотя бы одного элемента, то "Новатор" может определить значения потребно-

сти большинства остальных её элементов. Для этого "Новатор" использует всю совокупность отношений, указанных в модели ситуации.

При расчете значений потребности возможны случаи, когда одному и тому же элементу модели поочередно присваиваются противоположные значения: "элемент - желательный" и "элемент - нежелательный". В этом случае "Новатор" присваивает потребности элемента третье значение: "желательный и нежелательный". Для элементов модели с таким значением потребности "Новатор" формирует антиномии - проблемы в форме технического или физического противоречий [3].

Благодаря использованию тернарного языка описания ситуации, "Новатор" может находить не только параметрические [4], но и объектные физические противоречия. Последний тип противоречий состоит в требовании наличия и отсутствия объекта или процесса (см. пример в разделе 3.1).

После распределения значения потребности "Новатор" формирует список всех проблем, присущих ситуации.

2.4. Определение элементов модели

При разработке модели ситуации Пользователь применяет привычный для него набор терминов. С другой стороны, база знаний "Новатора" содержит обобщенные технические решения (концепции), т.е. решения, имеющие предельную степень общности. Для их описания используется фиксированный набор терминов. Поэтому велика вероятность формального несовпадения описания выявленной проблемы с описанием ее решения в базе знаний "Новатора". В этом случае "Новатор" не сможет найти решение выявленной проблемы. Для устранения этого терминологического несовпадения Новатор предлагает Пользователю установить отношения между терминами, используемыми в названии проблемы, и терминами Словаря.

2.5. Определение очередности решения проблем

В результате анализа расширенной модели проблемной ситуации "Новатор" может сформировать очень большой перечень проблем. Здесь возникает необходимость определить очередность их решения. Для этого Пользователь должен указать в полученном перечне самую важную, по его мнению, проблему. Затем "Новатор" определяет очередность решения всех остальных выявленных проблем. При расчете очередности решения той или иной проблемы "Новатор" учитывает её "расстояние" от 1-й, наиболее важной проблемы. "Новатор" учитывает также перспективность решения проблем - комплексный показатель, который рассчитывается при компиляции базы знаний.

По умолчанию, в качестве наиболее важной проблемы, "Новатор" выбирает исходную проблему. Так, если Пользователь не указал наиболее важную проблему, "Новатор" всё равно расставит все найденные проблемы в порядке их важности (очередности решения).

При определении очередности решения проблем, "Новатор" относит антиномии - проблемы в конец списка. Это связано с тем, что

"Новатор" предназначен для неподготовленных пользователей, которым обычно сложно правильно интерпретировать некоторые отвлеченные способы разрешения противоречий.

3. Примеры поиска обходных проблем и задачам

3.1. Пример перехода от исходной проблемы к обходным задачам

Ниже приведен сценарий анализа тестовой проблемной ситуации программой "Новатор" версия 4.02. В сценарии упоминаются некоторые действия Главного меню: "Исследовать проблему", "Найти проблемы", "Определить элементы" и "Определить очередность". Большинство этих действий точно соответствует операциям, указанным на функциональной блок - схеме (см. рисунок 2).

Исходная проблемная ситуация

При определенных режимах движения судна на подводных крыльях поверхностный слой гидродинамического профиля, погруженного в воду, разрушается в результате гидродинамической кавитации [3].

Сценарий анализа ситуации

1. Пользователь строит исходную модель ситуации и указывает в ней нежелательный элемент - процесс "разрушение".

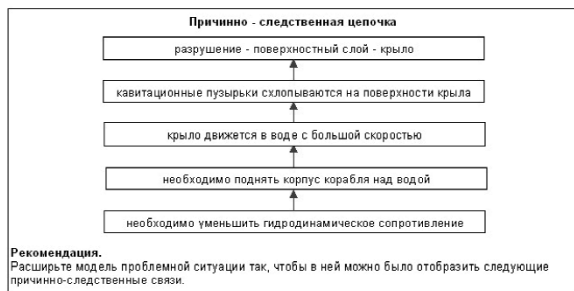


Список проблем			
№	Проблемы	Отложить	Число решений
1	устранить - разрушение - поверхностный слой - крыло		2

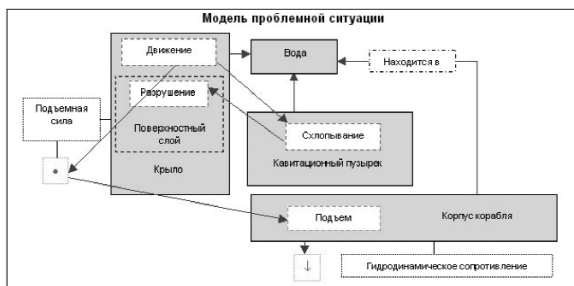
Статистика

Всего проблем - 1, из них полностью определено - 1. Всего решений: 2

Исследование проблемы
Почему разрушение - поверхностный слой - крыло? Потому что: <ul style="list-style-type: none"> • кавитационные пузырьки схлопываются на поверхности крыла.
Почему кавитационные пузырьки схлопываются на поверхности крыла? Потому что: <ul style="list-style-type: none"> • крыло движется в воде с большой скоростью.
Почему крыло движется в воде с большой скоростью? Потому что: <ul style="list-style-type: none"> • необходимо поднять корпус корабля над водой.
Почему необходимо поднять корпус корабля над водой? Потому что: <ul style="list-style-type: none"> • необходимо уменьшить гидродинамическое сопротивление корабля.
Почему необходимо уменьшить гидродинамическое сопротивление корабля? Потому что



Исследование проблемы
К чему приводит разрушение – крыло?
Разрушение – крыло приводит к:



2. Пользователь выбирает в меню программы действие "Найти проблемы", после чего "Новатор" формирует 1-й список проблем.

3. Пользователь выбирает в меню программы действие "Исследовать проблему".

1) Новатор задает Пользователю ряд вопросов 1-го типа (см.раздел 2.2).

Примечание.

Здесь и ниже серым цветом выделены вопросы "Новатора", а черным - ответы Пользователя.

2) После вывода на экран последнего вопроса Пользователь нажимает кнопку [Конечная причина]. "Новатор" строит нисходящее дерево и выводит его в соответствующее окно.

3) "Новатор" задает Пользователю ряд вопросов 2-го типа (см. раздел 2.2).

4) После вывода на экран данного вопроса Пользователь нажимает кнопку [Недопустимое последствие]. "Новатор" строит восходящее дерево из одной вершины, которое не активно.

4. Пользователь выполняет рекомендацию "Новатора" и расширяет модель, используя результаты исследования.

Список проблем			
№	Проблемы	Отложить	Решений
1	устранить - разрушение - поверхностный слой - крыло		2
2	устранить - схлопывание - кавитационный пузырь		259
3	создать - подъемная сила - крыло		2
4	создать - подъем - корпус корабля		16
5	сохранить-устранить - движение - крыло		0

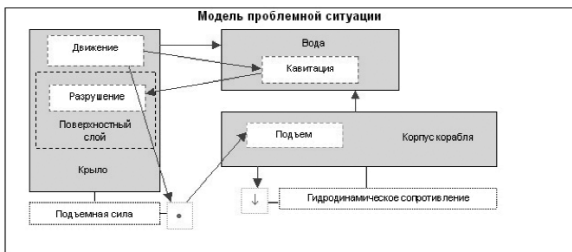
Статистика
Всего проблем - 5, из них полностью определено – 3. Всего решений: 279.

Примечание. Здесь серым цветом выделены названия проблем, содержащие неопределенные термины. Проблемы, содержащие неопределенные термины, имеют значительно больше решений, чем аналогичные, полностью определенные проблемы.

Определение элементов	
Название элемента модели	Термин словаря
Схлопывание	некоторый процесс
Кавитационный пузырек	некоторый материальный объект
Корпус корабля	твердое тело

Примечание. Пользователь не нашел в Словаре термины, близкие по смыслу элементам модели "Кавитационный пузырек" и "Схлопывание".

Рекомендация.
Измените модель проблемной ситуации так, чтобы в неё не входили термины: Кавитационный пузырек и Схлопывание.



Список проблем			
№	Проблемы	Отложить	Решений
1	устранить - разрушение - поверхностный слой - крыло		2
2	устранить - кавитация - вода		5
3	создать - подъемная сила - крыло		2
4	создать - подъем - корпус корабля	✓	2
5	создать-устранить - движение - крыло	✓	0

Статистика: Всего проблем - 5, из них полностью определено - 5. Всего решений: 11

5. Пользователь выбирает в меню программы действие "Выявить проблемы", после чего "Новатор" формирует 2-й список проблем.

6. Пользователь выбирает в меню программы действие "Определить элементы". "Новатор" выводит на экран соответствующее окно. Пользователь устанавливает соответствие между именами неопределенных элементов и терминами Словаря.

7. "Новатор" формирует рекомендацию.

8. Пользователь изменяет расширенную модель проблемной ситуации.

9. Пользователь выбирает в меню программы действие "Выявить проблемы", после чего "Новатор" формирует 3-й список проблем.

10. Пользователь переходит в режим "Разработать концепцию". "Новатор" показывает решения проблемы (задачи), 1-й по списку: "устранить - разрушение - поверхностный слой - крыло".

После компиляции базы данных, входящая в неё онтология содержит ряд обходных задач (целей), которые связаны с задачей "устранить - разрушение - поверхностный слой - крыло". Это задачи:

- "устранить - разрушение - поверхностный слой - твердое тело"
- "защитить от - разрушение - поверхностный слой - крыло"
- "защитить от - разрушение - поверхностный слой - твердое тело".

В настоящее время, база знаний "Новатор" содержит концепции решений только первой задачи. Ниже приведены названия этих концепций:

- Защитное покрытие устраняет разрушение поверхностного слоя твердого тела,
- Восстановление поверхностного слоя твердого тела компенсирует его разрушение.

3.2. Переход от исходной задачи к обходным задачам

Как видно из функциональной блок-схемы (см. рисунок 2), в качестве исходных данных "Новатор" может использовать не только описание проблемной ситуации, но и условия

задачи. В этом случае, такую задачу можно называть исходной.

Переход от исходной задачи к обходным задачам "Новатор" осуществляет автоматически. Пользователь только выбирает в списке одну из задач (целей), после чего "Новатор" находит её прямые и обходные решения. Ниже приведен результат анализа тестовой задачи программой "Новатор" версия 4.01.

Задача: Найти концепции способов смягчения воды.

Для решения поставленной задачи (достижения цели) "Новатор" нашел следующие прямые и обходные концепции.

Концепции	
✓ <input type="checkbox"/>	прямые
	Кипячение смягчает воду
	обходные
	- адсорбировать - растворенное вещество
	Пористое тело адсорбирует растворенное вещество
	- экстрагировать - растворенное вещество
	Несмешиваемая жидкость экстрагирует вещество из раствора
	- уменьшить - концентрация - раствор
	Химическое окисление уменьшает концентрацию раствора
	Добавка дополнительного количества растворителя уменьшает концентрацию раствора

Для каждой обходной концепции "Новатор" формирует объяснение, показывающее, почему использование данной концепции позволяет решить исходную задачу (достичь поставленную цель).

Обходная концепция	Объяснение перехода к обходной концепции
Пористое тело адсорбирует растворенное вещество	Данная концепция позволяет достичь поставленную цель потому, что: 'растворенная соль' - это 'растворенное вещество' 'удалить - растворенное вещество' можно, если 'поглотить - растворенное вещество' (переместить в поглотитель) 'поглотить - растворенное вещество' можно, если 'адсорбировать - растворенное вещество'
Несмешиваемая жидкость экстрагирует вещество из раствора	Данная концепция позволяет достичь поставленную цель потому, что: 'растворенная соль' - это 'растворенное вещество' 'удалить - растворенное вещество' можно, если 'поглотить - растворенное вещество' (переместить в поглотитель) 'извлечь - растворенное вещество' можно, если 'экстрагировать - растворенное вещество'

Таблица 3. Объяснение переходов от исходной задачи к обходным концепциям

Обходная концепция	Объяснение перехода к обходной концепции
Химическое осаждение уменьшает концентрацию раствора	Данная концепция позволяет достичь поставленную цель потому, что: 'растворенная соль' - это 'растворенное вещество' вместо того чтобы 'удалить - растворенное вещество' можно 'уменьшить - концентрация - раствор'
Добавка дополнительного количества растворителя уменьшает концентрацию раствора	Данная концепция позволяет достичь поставленную цель потому, что: 'растворенная соль' - это 'растворенное вещество' вместо того чтобы 'удалить - растворенное вещество' можно 'уменьшить - концентрация - раствор'

Таблица 3 (продолжение). Объяснение переходов от исходной задачи к обходным концепциям

Литература

1. Гаврилова Т.А. Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Санкт-Петербург, Питер, 2000.
2. Guarino N., Giarretta P. Ontologies and Knowledge Bases. Amsterdam, IOS Press, 1995.
3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Москва, Советское радио, 1979.
4. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. Москва, Речной транспорт, 1990.
5. Уемов А.И. Вещи, свойства и отношения. Москва, Издательство Академии наук СССР, 1963 г.
6. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. Москва, Мысль, 1978 г.
7. орская Т.Г. О Типологии диалектических противоречий в познании. Журнал "Вопросы философии", 1981, № 11.

ТРИЗ. Постановка задач

Список рукописных работ из Фонда материалов по ТРИЗ ЧОУНБ

Л. Кожевникова, Хранитель Фонда материалов
по ТРИЗ ЧОУНБ, Россия, г. Челябинск

Саммит разработчиков ТРИЗ 2007 года посвящен проблемам постановки изобретательских задач. Любое исследование начинается с изучения предшествующего опыта и достижений. Специально к саммиту был подготовлен список рукописных работ из Фонда материалов по ТРИЗ ЧОУНБ. В данный список включены только рукописные работы, хотя в книгах Г.С. Альтшуллера и других исследователей, разработчиков и преподавателей достаточно много интересной информации. Просто рукописные материалы менее известны и доступны.

Список был составлен по просьбе М.С. Рубина для написания обзора по данной теме.

Я хочу сразу отметить, что подборе работ для списка, конечно, есть субъективные моменты. В нем хорошо просматривается мое понимание этой проблемы. К тому же очень немного работ, которые прямо посвящены проблеме постановки задач, и я выбирала из Фонда те, которые считала более подходящими.

Все работы были разделены на несколько разделов. Хотя, такое деление, заведомо условно, т.к. практически все работы многоаспектны и затрагивают сразу многие вопросы ТРИЗ.

Я посчитала необходимым снабдить каждый раздел небольшим комментарием.

Л. Кожевникова

Традиционно при обучении ТРИЗ основное внимание уделяется инструментам, с помощью которых задачу можно решать. Но не меньшее значение имеет постановка задачи, т.е. ее ПОНИМАНИЕ. Нужно УМЕТЬ ПОСТАВИТЬ задачу, чтобы она была понятна. Нужно понять, что решать. Тогда и процесс решения будет намного проще.

В первый раздел включены работы Г.С. Альтшуллера, в которых рассматривается изобретательская задача как объект решения. В его работах, как в книгах, так и в рукописях, в текстах АРИЗов уже заложены все основные положения превращения ситуации в изобретательскую задачу.

"Есть общий прием перехода от ситуации к задаче: пусть все останется, как было, но исчезнет (если она отрицательная) или появится (если она положительная) указанная в ситуации особенность. В результате мы переводим ситуацию в мини-задачу и в дальнейшем выходим на наиболее легковнедряемое решение. Можно, наоборот, побольше ограничений: тогда мы получим макси-задачу, очень труднорешаемую (возможно, вообще нерешаемую на данном этапе развития наших научных знаний), но зато имеющую (общечеловеческое) значение.

Один путь ведет к изобретениям (какого уровня - пока неизвестно), другой - к поиску новых открытий. Нельзя сказать, какой путь лучше. **Выбор должен осуществлять сам**

изобретатель в зависимости от своего мировоззрения (выделено мною - К.Л.). Вероятно, неплохой тактикой является перевод ситуации в мини-задачи и решение мини-задач, если одновременно на каждой ситуации рассматривается макси-задача с целью выбора той единственной макси-задачи, за которую когда-то надо взяться. (Альтшуллер Г.С. Процесс решения изобретательской задачи: основные этапы и механизмы. - Баку, 1975 - с. 2).

В данном списке работ не рассматривается проблема уровней изобретательских задач, которая напрямую связана с их постановкой. Поскольку задачи каждого уровня решаются своими инструментами, то и постановка задач каждого уровня должна различаться.

В последующие разделы включены работы, развивающие и дополняющие положения из работ Г.С. Альтшуллера.

1. Альтшуллер Г.С. Изобретательские задачи / Г.С. Альтшуллер. - 5 с. - Деп в ЧОУНБ 17.02.1992 № 1419.

2. Альтшуллер Г.С. Изобретательские задачи / Г.С. Альтшуллер. - 7 с. - Деп. в ЧОУНБ 18.12.1995 № 1914.

3. Альтшуллер Г.С. Типичные классы изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1976. - 9 с. - Деп. в ЧОУНБ 2.12. 1990 № 1104.

4. Альтшуллер Г.С. Процесс решения изобретательской задачи: основные этапы и механизмы / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1975. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1989 № 256.

ТРИЗ построена на одном постулате - техника развивается по объективным законам, которые можно изучить и использовать для решения изобретательских задач. Наиболее общие законы развития природы, общества и мышления изучает диалектика. Техника, как объект исследования в это определение не введена. Однако, анализ изобретений, проведенный Г.С. Альтшуллером, показал, что "необходимость в изобретении возникает в тех случаях, когда задача содержит дополнительное требование: выиграть и...ничего не проиграть...

Таким образом, обычная задача переходит в раздел изобретательских в тех случаях,

когда необходимым условием ее решения является устранение технического противоречия" (Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - 2-е изд. - М., 1973. - С. 88).

Понятие противоречия, лежащего в основе развития всех систем - это один из основных законов диалектики. Таким образом, технические системы, т.е. техника развивается по законам диалектики. Отсюда необходимость разобраться в сущности технического противоречия.

Второй блок работ, связанных с постановкой задач - это работы, в которых исследуется техническое противоречие как основа решения изобретательских задач.

5. Бушев А.Б. Модель процесса управления конфликтом в изобретательской задаче / А.Б. Бушев. - 3 с. - Библиогр. 6 назв. - Деп. в ЧОУНБ 26.02.2005 № 3020.

6. Викентьев И.Л. Противоречие - благо? / И.Л. Викентьев - 1989. - 7 с. - Деп. в ЧОУНБ 21.11.1990 № 1094.

7. Голдовский Б.И. О противоречиях в технических системах : материалы к семинару преподавателей методики изобретательства ОЛМИ при ЦС ВОИР / Б.И. Голдовский. - Горький, 1974. - 28 с. - Библиогр.: с.28 (9 назв.). - Деп в ЧОУНБ 26.09.1989 № 758.

8. Голдовский Б.И. О противоречиях в технических системах -2 / Б.И. Голдовский. - Нижний Новгород, 1999. - 35 с. - Библиогр.: с.34-35 (45 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 28.02.2000 № 2547.

9. Зломанов Ю.П. АРИЗ-94Т с пояснениями и размышлениями / Ю.П. Зломанов. - Набережные Челны, 1994. - 25 с. - Библиогр. 6 назв. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1994 № 1774.

10. Зломанов Ю.П. Как я мыслю непротиворечие : (размышление о втором пришествии) / Ю.П. Зломанов. - Набережные Челны, 1996. - 60 с. - Деп. в ЧОУНБ 1.04.1997 № 2069.

11. Зломанов Ю.П. Как я мыслю "противоречие" : (проблема противоречия прежде и теперь). Практико-философский аспект / Ю.П. Зломанов. - Набережные Челны, 1988. - 14 с. - Библиогр.: с.14 (24 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 25.05.1988 № 399.

12. Зломанов Ю.П. О формально-логической структуре Первой части АРИЗной логики / Ю.П. Зломанов. - Набережные Челны, 1997. - 7с. - Деп. в ЧОУНБ № 2176.

13. Зломанов Ю.П. Проблема формально-логической структуры первой части АРИЗной логики и ее решение : (философский аспект) / Ю.П. Зломанов. - Набережные Челны, 1997. - 20 с. - Библиогр.: с.20 (9 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 23.11.1999 № 2499.

14. Зломанов Ю.П. Что есть противоречие? Ответ прост - оборотень!.. / Ю.П. Зломанов. - Набережные Челны, 1997. - 8 с. - Деп. в ЧОУНБ 28.10.1997 № 2177.

15. Карасик Е. Об одном типе внутренних противоречий развития противоречий / Е. Карасик. - Баку, 1978. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 2.12.1990.

16. Королев В.А. АРИЗ-85В: некоторые тонкости построения и выбора технических противоречий / В.А. Королев. - Белая Церковь, 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 22.12. 2000 № 2638.

17. Королев В.А. Первая часть / В.А. Королев. - 5 с. - Прил. Разбор задач. - 4 с. - Деп. в ЧОУНБ 10.11.1987 № 302.

18. Королев В.А. Первый шаг / В.А. Королев. - Белая Церковь, 1987. - 2с. - (В порядке обсуждения). - Деп. в ЧОУНБ 11.07.1987 № 110.

19. Митрофанов В.В. Ищите...противоречия! / В.В. Митрофанов. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.05.1988 № 407.

20. Митрофанов В.М. Проявление единства и борьбы противоположностей в технике : (симбиоз в технических системах) / В.М. Митрофанов, Б.Л. Злотин. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.09. 1989 № 791.

21. Митрофанов В.В. Размышления о решении задач / В.В. Митрофанов. - 15 с. - Прил. 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 12.06.1990 № 937.

22. О кривой сохранения противоречий. - 1 с. - Деп. в ЧОУНБ. - 14.10.1987 № 289.

23. Саламатов Ю.П. схемы конфликтов в моделях задач: тез докл. конф ЕТРИА (Страсбург, 6-8 нояб. 2002 г.) / Ю.П. Саламатов. - 8 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.12.2002 № 2841.

24. Туров Н.П. Еще раз о противоречиях / Н.П. Туров. - 1988. - 4 с. - Деп. в ЧОУНБ 17.08.1988 № 479.

25. Фильковский Г.Л. Противоречие: анализ и примеры / Г.Л. Фильковский. // К общей теории творчества. Анализ противоречия и математизация методики : сб. статей : материалы для разработчиков методики ОЛМИ при ЦС ВОИР. - 1974. - С. 7-25. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1986 № 766.

26. Хоменко Н.Н. Противоречие как основа противоречий : (Миасс-88) / Н. Н. Хоменко. - 1 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.10.1989 № 2346.

Следующий основной раздел списка - непосредственно анализ изобретательских ситуации постановка задач.

Эта проблема, похоже, краеугольная не только в ТРИЗ. "Н. Винер еще на заре информатизации общества предупреждал, что в области принятия решений исключительно важно отделять "человеческое" от машинного.

Большинство ключевых задач, которыми гордятся сотрудники Института прикладной математики Академии, были посчитаны на машине БЭСМ-6 и на еще более медленных компьютерах. Талантливая постановка задачи оказалась важнее возможностей техники. Вице-президент одной из крупнейших компаний по производству суперкомпьютеров недавно объяснял нам, что могут быть созданы машины следующих поколений, намного превосходящие существующие. Их не создают, потому что под них пока нет достойных задач. Задач, которые могли бы существенно продвинуть нас в решении ключевых проблем. Или улучшить жизнь людей.

Оказалось, что новые задачи придумывать очень трудно. Это искусство сродни писанию книг или рисованию картин. Старые задачи, посчитанные на новой технике, обычно не дают нового качества". (Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. - 3-е изд. - М., 2003, с.10).

В 70-е годы формируются законы развития ТС, которые стали использоваться при постановке задач.

"При выборе должны быть учтены факторы объективные (каковы резервы развития данной в задаче системы) и субъективные (на какую задачу взята установка - минимальную

или максимальную" (Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. - М., 1979, с. 154)

"Изобретателю надо знать особенности "жизненных кривых" технических систем. Это необходимо для правильного ответа на вопрос, крайне важный для изобретательской практики: "следует ли решать данную задачу и совершенствовать указанную в ней техническую систему или надо поставить новую задачу и создать нечто принципиально иное?" Чтобы получить ответ на этот вопрос (шаг 1.3. в АРИЗ), надо знать, каковы резервы развития данной технической системы.

Почти всегда можно собрать сведения о ходе предыдущего развития и построить график изменения одного из главных показателей системы (скорость, производительность, мощность, точность и т.д.) (Там же, с. 116)

Речь идет об анализе S-образных кривых, с помощью которых строятся графики развития ТС. "Сильные решения потому и сильны, что отражают тенденции развития технических систем" (Там же, с.105).

В данный список не включены работы по законам развития ТС, поскольку это большой, самостоятельный раздел ТРИЗ. Работы из этого отдела требуют отдельного обзора и осмысления.

Далее возникает проблема, на которую в ТРИЗ практически не обращали внимания. "Какой путь выбрать - взяться за создание Новой Вещи или заняться небольшими усовершенствованиями другой, уже прилизанной (прошедшей точку а) технической системы, т.е. что лучше - журавль в небе или синица в руке, - этот вопрос выходит за рамки теории решения изобретательских задач. Теория может лишь требовать, чтобы изобретатель видел обе возможности и сознательно выбирал одну из них. Выбор же зависит от мировоззрения, от того, что человек считает для себя более ценным" (Там же, с.117).

Таким образом, при постановке задач возникало две проблемы - объективная, которую ТРИЗ пыталась решить, и субъективная, которую ТРИЗ отмечала, как проблему, но опускала, выводя за рамки ТРИЗ. "Получив задачу,

изобретатель должен определить, следует ли решать данную задачу или идти в обход (шаги 1.1-1.3 в АРИЗ-77). Критерии здесь двоякого рода: объективные (исследование "жизненной кривой" системы) и субъективные (личная установка на "большое" или "малое" изобретение)" (Там же, с. 121).

"Эффективность ТРИЗ основана на объективности и закономерности наблюдаемого мира, но добиться этой эффективности можно лишь с помощью мобилизации субъективных возможностей мышления... Для совершенствования ТРИЗ нельзя ограничиться выявлением и уточнением объективных закономерностей внешнего мира. Совершенствование ее прикладной части не может происходить без учета и использования вполне реальных механизмов мышления человека-пользователя". (Королев В.А. ТРИЗ против МПиО: за что воюем?. - Белая Церковь, 2000, с.2

Этот аспект постановки задач в работах практически не отражен. Хочется обратить на это внимание.

27. Бдуленко М.К. К законам развития технических систем / М. К. Бдуленко. - Новосибирск, 1984. - 10 с. - Библиогр. : с.10 (6 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 13.09.1987 № 244.

28. Бдуленко М.К. К развитию технических систем : доклад на регион. науч.-техн. конф. "Эври-ТРИЗ-2003" / М.К. Бдуленко. - М., 2003. - 10 с. - Библиогр. : с.10 (16 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 22.04.2003 № 2880.

29. Бдуленко М.К. Методика выбора модели творческой инженерной мини-задачи-минимум / М.К. Бдуленко. - М., 1999. - 9 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.02.1999 № 2399.

30. Бдуленко М.К. Формула преодоления конфликта : тез докл. к науч.-практ. конф. Междунар. Ассоц. ТРИЗ / М. К.Бдуленко. - 2001. - 3 с. - Библиогр. 7 назв. - Деп. в ЧОУНБ 20.03.2002 № 2751.

31. Бубенцов В.Ю. Блок анализа изобретательской ситуации. (Версия 3) / В.Ю. Бубенцов. - М., 1999. - 8 с. - Деп. в ЧУНБ 20.10.2001 № 2720.

32. Бубенцов В.Ю. Блок анализа изобретательской ситуации. (Версия 14) / В. Ю. Бубен-

цов. - М., 1999. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 20.10.2001 № 2721.

33. Герасимов В.М. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) / В.М. Герасимов, С.С. Литвин. - 38 с. - Библиогр.: с. 38 (7 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 31.10.1990 № 1061.

34. Герасимов В.М. Механизмы формирования сверхэффекта / В.М. Герасимов, С.С. Литвин. - Л., 1988. - 4 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.05.1988 № 404.

35. Герасимов В.М. Постановка изобретательских задач / В.М. Герасимов, С.С. Литвин. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.05.1988 № 443.

36. Герасимов В.М. Технический отчет № 1 по теме "Механизмы перехода в надсистему альтернативных систем" / В.М. Герасимов, С.С. Литвин. - Л., 1990. - 37 с. - Библиогр.: с.37 (6 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 29.03.1990 № 871.

37. Горяинов Л.Г. Постановка изобретательских задач / Л.Г. Горяинов. - Екатеринбург, 1991. - 14 с. - Деп. в ЧОУНБ 28.06.1991 № 1241.

38. Злотин Б. Методические рекомендации по выявлению и формулированию задач : анализ изобретательской ситуации / Б. Злотин. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 15.07.1996 № 1979.

39. Злотин Б.Л. О множественности задач при решении по АРИЗ / Б.Л. Злотин. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 18.09.2000 № 948.

40. Злотин Б.Л. Преобразование моделей задач при работе по АРИЗ / Б.Л. Злотин. - 1с., 2 л. табл. - Деп. в ЧОУНБ 12.06.1990 № 943.

41. Иванов Г.И. Алгоритм выбора изобретательских задач из производственной ситуации - АВИЗ (п)-93 / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, В.Н. Никитин. - Ангарск, 1993. - 32 с. - Деп. в ЧОУНБ 2.02.1994 № 1709.

42. Иванов Г.И. Мини алгоритм формулирования задач из производственно-технологической проблемной ситуации - АВИЗ 2000 (п.т.) / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий. - Ангарск, 2000. - 8 с. - Деп. в ЧОУНБ 22.12.2000 № 2630.

43. Иванов Г.И. Мини алгоритм выбора и формулирования задач / Г.И. Иванов. - 1999. - 2 с. - Деп. в ЧОУНБ 30.11.1999 № 2509.

44. Иловайский И.В. Анализ проблемных ситуация в инженерном деле. - 1986-1988 / И.В. Иловайский. - 14 с. - Библиогр.: с.12-14 (31 назв.).- Деп. в ЧОУНБ 10.10.1989 № 754.

45. Каган Э.Л. Противоречие безысходности / Э.Л. Каган. - Волгоград, 1993. - 8 с., 3л. черт. - Деп. в ЧОУНБ 13.07.1993 № 1649.

46. Кондраков И. Многовариантность устарения несовместимых требований / И. Кондраков. - Минеральные Воды, 1997. - 14 с. - Библиогр. 6 назв. - Деп. в ЧОУНБ 29.03.1998 № 2229.

47. Королев В.А. Отзыв на работу / Иванова Г.И. и Быстрицкого А.А. "Формулирование творческих задач" (Челябинск, 2000) В.А. Королев. - Белая Церковь, 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 29.10.2001 № 2731.

48. Королев В.А. ТРИЗ не точная наука. Но что? / В.А. Королев. - Белая Церковь, 1993. - 2с. - Деп. в ЧОУНБ 23.01.1993 № 1604.

49. Королев В.А. ТРИЗ против МПиО: за что воюем? / В.А. Королев. - Белая Церковь, 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ № 2601.

50. Кукалев С.В. Основные положения функционально-ресурсного подхода / С.В. Кукалев. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.04.1994 № 1735.

51. Огнев В.И. Проблемный анализ изобретательской ситуации / В.И. Огнев. - 9с., 1л. табл. - Библиогр.: 3 назв. - Деп. в ЧОУНБ 15.04.1994 № 1728.

52. Огнев В.И. Технология проблемного анализа изобретательской ситуации / В.И. Огнев. - 1992. - 22 с. - Библиогр.: 2 назв. - Деп. в ЧОУНБ 15.04.1994 № 1727.

53. Подкатилин А.В. Закономерности развития ТРИЗ. Система развития / А.В. Подкатилин. - М., 2006. - 12 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.09.2006 № 3119.

54. Саламатов Ю.П. Схемы конфликтов в моделях задач / Ю.П. Саламатов. - Красноярск. - 8 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.12.2002 № 2841.

55. Саламатов Ю.П. Топологический анализ исходных (изобретательских) ситуаций / Ю.П. Саламатов. - 7 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.12.2002 № 2842.

56. Сорокин В.В. Использование дерева целей при анализе изобретательской ситуации / В.В. Сорокин. - 6 с. - Библиогр. 4 назв. - Деп. в ЧОУНБ 17.02. 1992 № 1404.

57. Френклах Г.Б. Методика постановки задач на аналитическом этапе ФСА с использованием метода "обдувки" Л. Майлза / Г.Б. Френклах. - Израиль, 1922. - 1 с. - Деп. в ЧОУНБ 17.02.1992 № 1406.

58. Френклах Г. Механизм постановки задачи / Г. Френклах. - Израиль, 1990. - 2 с. - Деп. в ЧОУНБ № 1120.

59. Френклах Г.Б. Механизм постановки задачи : 2-й вариант / Г. Френклах. - Израиль, 1991. - 4 с. - Деп. в ЧОУНБ 9.12.1991 № 1346.

60. Френклах Г.Б. Система "Анти" / Г.Б. Френклах, Г. Езерский. - Гомель, 1988-1989. - 29 с. - Прил. Примерный список тем исследовательских работ, 1 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.10.1989 № 2347.

61. Хоменко Н. Построение модели задачи : (тез. к конф. по ТРИЗ, Новосибирск, 1984). - 1 с. - Деп. в ЧОУНБ 17.06.1995. - № 1863.

Традиционно, так сложилось в ТРИЗ, при решении задачи в одной системе всегда устраняется НЭ, т.е. недостаток, то, что мешает. И это настолько естественный и не подлежащий сомнению вариант действий при решении задач и проблем, что этому посвящено достаточно много работ. Основное внимание в них уделяется тому, чтобы не допустить условий, служащих причиной его появления. Конечная цель, с которой начинается задача - не допустить НЭ или исправить его, если не удалось не допустить

Почему практически все методики решения задач, в том числе и неалгоритмические, построены на устранении НЭ? Ни одна ТС при создании не появляется совершенной. Процесс эволюции ТС выявляет незамеченные или непредвиденные недостатки. Это позволяет улучшить систему.

"Что хорошего в таком подходе? Недостатки видны сразу и их не нужно долго искать, задач мало. При успешном решении и внедрении предложений ТС становится намного лучше. Время, затраченное на работу, небольшое. Такой подход привычен, им широко пользуются всегда и везде.

А что плохого? Эффективность работы низка. В системе остается много неустраненных недостатков, которые только сегодня ка-

жутся мелкими. Часть из них через некоторое время увеличится, обострится и, в свою очередь, станет "брать за горло" (Герасимов В.М., Литвин С.С. Постановка изобретательских задач: (один из механизмов) - с.1).

Практически во всех работах, посвященных постановке или решению задач есть информация, связанная с НЭ. В данных работах эта тема раскрыта более подробно.

62. Бдуленко М.К. Методика выбора модели творческой инженерной задачи-максимум : доклад на конференции по креативной педагогике (Москва, 17-20 февр. 1999 г.) / М.К. Бдуленко. - М., 1999. - 9 с. - Деп. в ЧОУНБ 25.02.1999 № 2399.

63. Бдуленко М.К. Справка М.К / Бдуленко. - Краснoгорск, 1990. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 29.10.2003 № 2938.

64. Горяинов Л.Г. Результаты исследований алгоритма решения изобретательских задач / Л.Г. Горяинов. - Екатеринбург, 1994. - 11с. - Деп. в ЧОУНБ 9.12.1994 № 1795.

65. Конторовский С.А. Алгоритм построения функциональной схемы АПФС-90А Центр методологии творчества "Вектор" / С.А. Конторовский. - 1990. - 28 с. - Деп. в ЧОУНБ 5.05.1991 № 1191.

66. Королев В.А. Что такое "плохо"? : (о нежелательных эффектах) / В.А. Королев - Белая Церковь, 2000. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 22.12.2000 № 2637.

67. Пиняев А.М. Методика поиска причин непонятных (нежелательных) эффектов в сложных технических системах / А.М. Пиняев. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 30.08.1991 № 1302.

68. Технология эффективных решений : раздаточные материалы к семинару / сост А.В. Подкатилин, В.И. Тимохов. - 28 с., 2л. табл. - Деп. в ЧОУНБ 30.07.2006 № 3089.

69. Усвиичус К. Искры проблем / К. Усвиичус. - Вильнюс 1992. - 7 с. - Деп. в ЧОУНБ 7.09.1992 № 1555.

Функционально-идеальное моделирование В.А. Королев, рассматривая тенденции развития АРИЗ в работе "Современные тенденции развития АРИЗ" //Технологии творчества. - 1998. - №1. - С. 8-26) указывает на то,

что по мере развития ТРИЗ формировались и выделялись классы задач, которые решались стандартными путями. "Первым выделился класс задач, описываемых характеристическими противоречиями и решаемых изменениями технической системы. Затем отделился класс задач, описываемых системой стандартов и решаемых преимущественно внесением в систему дополнительных элементов. Последнее время наиболее интенсивно ведется работа по выделению класса задач, описываемых функционально-идеальным моделированием и аналогичными методами". Задачи этого класса решаются путем устранения первопричины их возникновения". (с.20)

Техническое противоречие выявляются и формулируется не только в действиях, которые осуществляет ТС, но и в ее функциях. Отсюда и возникла необходимость функционально-идеального моделирования, позволяющего выяснить причину возникновения НЭ и попытаться устранить ее.

"Функциональный анализ изобретательской ситуации - это средство для уточнения исходной расплывчатой ситуации, а также для выявления, формулирования и классификации вытекающих из нее изобретательских задач" (Пиняев А.М. Функциональный анализ изобретательских ситуаций. - Л. - с.1.- Деп. в ЧОУНБ № 998). Работ по функционально-идеальному моделированию достаточно много.

70. Бубенцов В.Ю. Блок алгоритма предварительного анализа В.Ю. Бубенцов. - М., 1998. - 5 с. - 20.10.2001 № 2719.

71. Герасимов В.М. Аналитический этап ФСА : (фрагменты рекомендаций) / В.М. Герасимов. - Л., 1989. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1989 № 724.

72. Герасимов В.М. Основные положения методики проведения ФСА : метод реком. / В.М. Герасимов, С.С. Литвин, Науч.-исслед.лаб изобретающих машин IMLab. - Л. - Минск, 1991. - 77 с., 44 л. черт. - Деп. в ЧОУНБ 28.07.1991 № 1292.

73. Герасимов В.М. Построение функционально-идеальной модели при проведении ФСА / В.М. Герасимов, С.С. Литвин. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 29.09.1990 № 1029.

74. Девойно И.Г. Функциональное наполнение технических систем / И.Г. Девойно.- 12 с. - Деп. в ЧОУНБ 15.07.1995 № 1891.

75. Дубров В.Е. О методике построения теории развития ТС. Функционально-ресурсные представления ТС / В.Е. Дубров. - Л., 1987. - 11 с. - Библиогр.: с.10-11 (9 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 25.05.1988 № 395.

76. Иловайский И.В. Новый взгляд на мир техники / И.В. Иловайский. - 4 с. - Библиогр. 5 назв. - Деп. в ЧОУНБ 21.05.2001 № 2660.

77. Калошин Н.Г. Диаграмма Исакавы-Сибирякова / Н.Г. Калошин, В.Г. Сибиряков. - 1996. - 10 с. - Деп. в ЧОУНБ 28.05.1998 № 2257.

78. Королев В.А. Управление процессами / В.А. Королев. - Белая Церковь, 2002. - 7 с. - Деп. в ЧОУНБ 29.08.2002 № 2813.

79. Кукалев С.В. Основные положения функционально-ресурсного подхода / С.В. Кукалев. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ 26.04.1994 № 1735.

80. Пиняев А.М. Функциональный анализ изобретательских ситуаций / А.М. Пиняев. - Л. - 35 с. - Деп. в ЧОУНБ 3.08.1990 № 997.

81. Пиняев А.М. Функциональный анализ изобретательских ситуаций : автореферат / А.М.Пиняев. - Л. - 6 с. - Деп. в ЧОУНБ № 998.

82. Пиняев А.М. Функциональный подход к анализу изобретательских ситуаций / А.М. Пиняев. - Л., 1990. - 16 с. - Библиогр. 4 назв. - Деп. в ЧОУНБ 16.10.1990 № 1044.

83. Сибиряков В.Г. Диаграмма Исакавы и Сибирякова для анализа систем / В.Г. Сибиряков. - 6 с. - Библиогр.: 4 назв. - Деп. в ЧОУНБ 24.04.1992 № 1450.

84. Смирнов Д. С. Функциональное свертывание / Д.С. Смирнов. - 29 с. - Деп. в ЧОУНБ 2.07.1989.

85. Сорокин В.В. Модель технической системы "функция-принцип" / В.В. Смирнов. - Улан-Удэ. - 1993. - Ч.1. - 7 с., 1л. схем. - Библиогр.: с.7 (5 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 14.07.1993 № 1658. Ч. 2. Решение изобретательских задач с использованием ФПр-модели. - 9 с. - Библиогр. 3 назв. - Деп. в ЧОУНБ 20.08.1993 № 1669. Ч.4. Операции с функциями. - 14 с. - Библиогр.: с.14 (7 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 13.10.1993 № 1675. Ч.5. Комплексные функции. - 9 с. - Библиогр. 2 назв. - Деп. в ЧОУНБ 24.01.1994. -

№ 1697. Ч.7. Синтез технических систем. - 14 с.
- Библиогр.: 6 назв. - Деп. в ЧОУНБ 15.04 1994
№ 1721. Ч.8. Синтез технических систем. -11 с. -
Библиогр. : 3 назв. - Деп. в ЧОУНБ 15.04.1994
№ 1722.

86. Стрижак С. Алгоритм формулирования функций объектов / С. Стрижак. - 1990. - 9с. - Библиогр. 2 назв. - Деп. в ЧОУНБ 19.10.1991 № 1334.

87. Стрижак С.В. От альтернатив к консенсусу : (некоторые аспекты объединения альтернативных систем) / С.В. Стрижак. - Челябинск. - 10 с. - Деп. в ЧОУНБ 19.10..1991 № 1333.

88. Щербак В.Н. Новый инструмент для структурирования систем - диаграмма Щербака / В.Н. Щербак. - Херсон, 1992 . - 8.с. - Библиогр. : с. 6 (3 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 28.11.1992 № 1591.

В обзор не включены разборы задач, как учебных, так и производственных, имеющихся в Фонде. Во всех этих работах показан процесс постановки. Но это уже чистая "практика". Задача же саммита - дальнейшее развитие теории.

Выбор базовой системы по параметру "перспективность"

А.Любомирский

Аннотация

Целью бенчмаркинга является выбор системы для дальнейшего анализа. Предлагается в качестве критерия выбора использовать ожидаемое время достижения цели проекта, оцениваемое по формуле $K_t = (P_o - P_c) \operatorname{ctg} \alpha$, где

K_t - ожидаемое время достижения цели проекта;

P_o - значение параметра, которое нужно достичь в соответствии с целью проекта;

P_c - значение параметра, достигнутое системой на данный момент;

α - угол наклона к оси времени касательной к S-кривой в точке, соответствующей данному моменту.

Исходная ситуация и постановка задачи

В настоящее время выбор базовой системы в процессе выполнения бенчмаркинга вызывает значительные трудности, по большей части связанные с критерием "перспективность". За таковой предлагалось принимать либо разность между достигнутым значением параметра и ближайшим пределом развития по этому параметру, либо абсолютное значение этого предела. Первый подход представляется несостоятельным, поскольку при равенстве пределов лучшей объявляет наименее развитую систему, а второй нередко приводит к дилемме: что лучше, высокоразвитая система с низким пределом развития или слаборазвитая - с высоким? Применение в данном случае весовых коэффициентов, зависящих от типа проекта, возможно, но вносит избыточный субъективизм. В итоге в последнее время

сложилась практика игнорирования этого критерия как мутного, субъективного и ненадежного, выдуманного оторванным от жизни начальством исключительно для охмурения клиентов и наездов на исполнителей.

Но даже использование только текущих значений параметров несвободно от недостатков. Дело в том, что параметров, служащих критериями оценки, обычно несколько, они имеют разную размерность, и впрямую их складывать нельзя. Проблему решают переходом к оценке в баллах, что весьма субъективно и поэтому неубедительно.

Таким образом, задачу можно сформулировать так:

Необходимо предложить более или менее объективную и практичную методику выбора базовой системы на этапе бенчмаркинга.

Описание методики

Для начала вспомним, что по результатам бенчмаркинга за базовую должна быть выбрана лучшая система. Но что значит "лучшая"? Определим это следующим образом - лучшей является система, которую предположительно легче всего довести до уровня, определяемого целями проекта в рамках заданных ограничений. В неясном виде этот подход используется и сейчас, т.к. мы выбираем систему с самым высоким достигнутым параметром, предполагая, что ее легче будет "дотянуть" до нужного уровня. Это, в общем, верно, но не всегда, поскольку в данном случае не учитывается, насколько система способна к дальнейшему развитию. Действительно, может, у системы достигнутый уровень параметра весьма высок и поэтому близок к цели проекта, но она находится на глубоком 3-м этапе, ресурсы давно исчерпаны, и нам понадобятся титанические усилия, чтобы поднять ее на

нужную высоту. А другая система, напротив, пока не блещет, но 2-й этап открывает значительные возможности для роста, и нам не составит большого труда добиться целей проекта, сделав ставку именно на нее.

Таким образом, для учета всех названных соображений, за критерий выбора предлагается принять ожидаемое (предполагаемое, прогнозируемое) время достижения системой уровня, определяемого целями проекта по данному параметру. Для краткости назовем его Т-критерий (K_t).

При этом, поскольку данный критерий используется для сравнения как минимум двух систем, будем определять это время для каждой системы, что называется, "при прочих равных условиях". Т.е. при условии равенства затраченных на улучшение этих систем ресурсов - времени, денег и т.п. Тогда система, у которой это время минимально, и будет лучшей. Логика проста - поскольку данная система "сама по себе" способна достичь нужного уровня раньше остальных, значит, она предоставляет для этого наилучшие возможности, и следует ими воспользоваться, выбрав эту систему в качестве базовой (Рисунок 1):

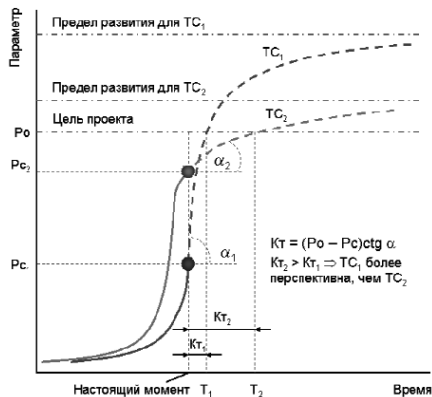


Рисунок 1. Выбор системы по Т-критерию

Математически это может быть выражено формулой:

$$K_t = (P_0 - P_c) \operatorname{ctg} \alpha \quad (1) \quad \text{где}$$

K_t - ожидаемое время достижения цели проекта (Т-критерий);

P_0 - значение параметра, которое нужно достичь в соответствии с целью проекта;

P_c - значение параметра, достигнутое системой на данный момент;

α - угол наклона к оси времени касательной к S-кривой в точке, соответствующей данному моменту.

Поскольку P_0 и P_c известны точно, проблема заключается в определении α . Если имеется достаточно данных о развитии системы в прошлом, он может быть определен весьма точно. Обычно это условие не выполняется - данных либо нет, либо не удастся (не хочется, нет времени) их собрать. Но можно применить графический метод - просто примерно построить кривые для сравниваемых систем и оценить по ним K_t .

Возможны несколько вырожденных случаев.

- Углы наклона сравниваемых кривых примерно одинаковы. В этом случае, в соответствии с формулой (1), системы сравниваются просто по достигнутым параметрам P_c .
- Достигнутые параметры сравниваемых систем примерно одинаковы. В этом случае, в соответствии с формулой (1), системы сравниваются только по углам наклона касательных к S-кривым; практически - по этапу развития (2-й лучше 3-го).
- Цель проекта вообще не определена - чем больше, тем лучше (что характерно для прогнозных проектов). В этом случае достигнутые значения параметров и этапы развития не имеют значения, и выбор следует делать исходя из пределов развития - чем выше предел, тем лучше система.
- Предел развития ниже цели проекта. В этом случае система исключается из кандидатов на базовую как бесперспективная и может быть использована только как "чемпион по параметру" для Feature Transfer. В особо тяжелых случаях (например, в связи с требованиями клиента) эту систему можно использовать, если огра-

нения проекта не накладывают запрета на такие изменения, которые необходимы для преодоления предела данного вида.

Очевидным образом предложенная формула не работает, если предел развития лишь немного превосходит цель проекта, а система находится на 1-м или 2-м этапах. В этом случае необходимо графически построить S-кривую и оценить (спрогнозировать), когда примерно она достигнет цели проекта.

Алгоритм выполнения бенчмаркинга

Чтобы не усложнять алгоритм, будем считать, что конкурирующие системы уже выявлены и параметры для их оценки вместе с весовыми параметрами определены, равно как и цели и ограничения проекта.

1. Для всех систем определить достигнутые значения параметров в натуральном выражении и внести их без весовых коэффициентов в таблицу для Feature Transfer.

2. Выявить "чемпионов" - системы с максимальным значением одного из параметров.

3. Для всех систем по всем параметрам определить ближайшие пределы развития и внести их в натуральном выражении в таблицу пределов (с указанием типа предела).

4. Внести в таблицу пределов значения параметров, которые нужно достигнуть в соответствии с целями проекта. В случае прогнозного проекта в качестве цели использовать потребительский предел развития (в частном случае - бесконечность).

5. Для прогнозных проектов - выявить систему с самыми высокими пределами (с учетом весовых коэффициентов) и принять ее за самую перспективную.

6. Сравнить пределы развития с целевыми параметрами. Отметить системы, у которых хотя бы один предел развития ниже целевого параметра, как бесперспективные.

7. Построить S-кривые для всех систем (кроме бесперспективных) по всем параметрам. Нанести на графики текущие значения параметров (из таблицы для Feature Transfer), целевые значения параметров и пределы раз-

вития по этим параметрам (оба значения - из таблицы пределов). Прогнозную часть кривых показывать пунктиром.

8. Определить Т-критерии для всех кривых - аналитически (по формуле 1) или графически - и внести их в основную таблицу бенчмаркинга.

9. Перемножить Т-критерии и весовые коэффициенты и сложить. Суммарный Т-критерий по каждой системе внести в таблицу.

10. Выявить систему с минимальным суммарным Т-критерием и принять ее за наиболее перспективную. При наличии нескольких систем с равными или близкими суммарными Т-критериями, сделать выбор исходя из вторичных критериев.

Достоинства предложенной методики

• Практическая применимость.

Действительно, две из трех входящих в формулу переменных известны точно (цель проекта и текущее значение параметра), а третий (угол наклона S-кривой) может быть вычислен на основе исторических данных или приблизительно оценен графически. Еще одна переменная, не входящая прямо в формулу, но используемая при построении S-кривой и принятии решения - предел развития, так же может быть определен существующими методами достаточно уверенно.

• Объективность и логичность.

Нет необходимости складывать "апельсины с селедкой" - достигнутый параметр с некой перспективностью. Формула дает сразу итоговый критерий, учитывающий и то, где система находится сейчас, и то, на что она способна в будущем. Т.е. из таблицы бенчмаркинга достигнутые параметры вообще исчезают - остаются только Т-критерии (имеющие, кстати, одинаковую размерность и поэтому легко складывающиеся между собой без использования балльной системы). Весовые коэффициенты, отражающие относительную важность параметров, по которым определяются Т-критерии, применяются как обычно - они безразмерные, и на суммирование не влияют.

Инструменты Определения "Правильных Задач" в Методике G3 : ID

С. Литвин, США

Сначала было Решение

Начну, как водится, с анекдота. Блондинка спрашивает у приятеля: "Что такое копчик?" Тот отвечает: "Это такой рудиментарный орган, которым заканчивается позвоночник." Блондинка: "Ой, надо же, а у меня там голова..." Если отнестись к этой шутке серьёзно, то блондинка проявила в этой ситуации более глубокие аналитические способности, чем её образованный приятель. Она увидела, что в исходной постановке задача о том, чем заканчивается позвоночник, имеет, как минимум, два разных решения. А её приятель недооценил важность правильной постановки задачи.

В самом названии Теория Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) изначально заложен примат генерации новых идей и решений по сравнению с анализом исходной инновационной ситуации. Главный вопрос классической ТРИЗ: "Как найти сильное решение изобретательской задачи?" Да, конечно, есть в классической ТРИЗ и аналитические процедуры, переводящие изобретательскую ситуацию в конкретную изобретательскую задачу. Это начальные шаги АРИЗ, выявляющие сначала техническое, а затем и более глубокое физическое противоречие, которое далее решается приемами, эффектами или аналогами. Это также вепольный анализ, моделирующий задачу для последующего применения Стандартов. Однако при этом подразумевается, что сама исходная инновационная проблема (изобретательская ситуация по Альтшуллеру) кем-то задана и сомнений не вызывает [1].

Какая задача правильная?

Дальнейшее развитие ТРИЗ привело к пониманию общественной потребности в ответе на другой вопрос: "Как определить правильную задачу, которую нужно решать?" Наличие противоречия или вредного взаимодействия в вепольной модели ещё не означает, что именно этой проблемой и нужно заниматься. В 80-90-е годы прошлого века в ТРИЗ постепенно росло понимание роли Ключевых Задач в процессе инновации. Соответственно появились и методические инструменты, позволяющие формулировать "правильные" задачи, которых просто не было в исходной изобретательской ситуации. Я особо хочу подчеркнуть, что речь идет не о поиске имеющихся задач, а о строительстве, выращивании, конструировании совершенно новых типов задач. Аналогиями в человеческой деятельности являются строительство дома (хижины, шалаша) вместо поиска подходящей пещеры, или выращивание новых видов плодов или грибов, вместо их поиска и сбора. В эту новую категорию эвристических более перспективных, "правильных" попадают задачи, полученные в результате применения аналитических процедур, разработанных в 80е-90е годы прошлого века последователями Альтшуллера. К ним относятся ТРИЗовский Функционально-Стоимостный Анализ (кстати кардинально отличающийся от своего одноименного предшественника, разработанного Л. Майлсом в США), Поточковый Анализ, Причинно-Следственный Анализ, Свертывание, Объединение Альтернативных Систем, Сверхэффект, Механизмы Законов Развития ТС, и др. [2-6].

Важно отметить, что в категории Ключевых Задач есть две логически отличающиеся подгруппы. Первая - это задачи, которые являются первопричиной исходных, целевых проблем. Например, исходная проблема - как существенно понизить жирность орехового масла без значительного увеличения его цены. Эта задача содержит очевидное техническое противоречие: известные способы замешивания натуральных порошковых ингредиентов, обеспечивающих пониженную жирность, в высоковязкую жидкость (каковой является ореховое масло нормальной жирности), такие как шнековые смесители, дисковые мельницы и струйные распылители, приводят к существенному понижению производительности технологического процесса, что в свою очередь приводит к значительному росту затрат. Попытки решать эту задачу, используя АРИЗ и приемы решения притиворечий не привели к эффективным результатам. В результате применения Анализа Причинно-Следственных Цепей были выявлены несколько глубинных физических ключевых задач, связанных с первопричинами повышенной вязкости орехового масла. Решение этих задач позволило предложить высокопроизводительную технологию, использующую вибрационное псевдо-оживление высоковязких жидкостей.

Вторая подгруппа - это задачи, которые специально "конструируются" так, чтобы их решение улучшало требуемую характеристику или параметр исходной ТС. При этом исходная задача как бы игнорируется, а вместо неё решается другая, эвристически более эффективная. Например, Свертывание ставит задачу по переносу функций устраняемых компонентов ТС, на оставшиеся компоненты. Объединение Альтернативных Систем формирует новую задачу сразу для двух ТС, одной из которых вообще не было в исходной изобретательской ситуации.

Применение новых аналитических подходов сместило акцент технического творчества с генерации идей на анализ ТС. Интересен сверхэффект от такого перехода: многие новые "сконструированные" задачи либо имеют очевидные решения, т.е. не содержат проти-

воречия, либо их решение не требует больших затрат сил и времени. Причина этого явления очевидна - просто эти задачи никто и не пытался решать, поскольку их просто не было в исходной ситуации.

Однако на этом развитие ТРИЗ Анализа не остановилось.

В поисках правильной системы

Следующим логическим шагом стал новый вопрос: "Как определить правильную систему, которую нужно улучшить?" Это направление развивалось с начала 2000-х годов в рамках основанной на ТРИЗ методике TRIZplus, которая затем вошла в состав методики следующего поколения, получившей название GEN3 Innovation Discipline, или сокращенно G3:ID. Главная идея этого перехода выкристаллизовалась в результате исследования сотен крупных ТРИЗовских консультационных проектов. Некоторые проекты, завершившиеся красивыми решениями ярких нетривиальных задач, тем не менее не приводили к реальному практическим результатам потому, что усовершенствованию подвергалась техническая система, которая в силу объективных научных, экономических или социальных причин ограничена в своём развитии или обречена на поражение в соревновании с другими системами. Осознание необходимости обоснованного выбора правильной ТС для инновации привело к появлению новых аналитических инструментов, таких как G3:ID Benchmarking, Innovation Agenda, Функционально-Ориентированный Поиск, Pragmatic S-Curve Analysis, и т.д. [6-8]. Эти подходы направлены на выявление лучшей ТС, которую и следует брать за прототип для усовершенствования.

В качестве примера можно привести проект по усовершенствованию системы отбеливания зубов. Исходная система, которая полностью оккупировала рынок к моменту проведения проекта, - специальная коробочка-поддон (по-английски трэй) содержащая сильный химический агент. Трэй одевался на челюсть на ночь, поскольку днём ходить с таким "украшением" на лице никто естественно не

хотел. Но это был не единственный недостаток трэев. Мощный химический агент хорошо отбеливал зубы, но при этом через слюну попадал в рот и дальше в организм, разрушая мягкие ткани. Если из соображений безопасности снизить концентрацию агента, то резко ухудшится его отбеливающая способность. Кроме неудобства пользования трэи были ещё и довольно дорогими. Представляете сколько задач (в том числе с прекрасными противоречиями) можно было сформулировать и решать вокруг такого "чудесного" объекта? Этим все благополучно и занимались. Существовали сотни(!) патентов по усовершенствованию трэев, в магазинах можно было купить десятки разных типов трэев, каждый из которых пытался решить какую-то из вышеупомянутых проблем.

В результате G3:ID Benchmarking и Функционально-Ориентированного Поиска был выявлен новый принцип действия (существовавший на тот момент не в виде реального продукта на рынке, а только в виде публикации о ранних стадиях исследования причём даже не в области отбеливания зубов) - это был пленочный или пластырный способ введения опасных веществ без их распространения в нецелевые зоны. Именно эта несуществующая, виртуальная ТС была выбрана нами в качестве "правильного" объекта усовершенствования. Таким образом были сформулированы не только новые нетривиальные задачи, но при этом ещё и относящиеся к ТС, далекой от исходной системы. Решение этих задач привело к появлению на рынке нового поколения продуктов для отбеливания зубов, так называемых White Strips, - прозрачных пленочек, наклеиваемых на зубы и постепенно выделяющих отбеливающий агент только в направлении зубной эмали. Этот продукт фактически мгновенно полностью захватил весь рынок систем индивидуального отбеливания зубов (трэи, где вы - ау?). Причина проста - новый продукт гораздо удобнее, безопаснее и дешевле, чем трэй. Таким образом, переходом к правильной ТС были "убиты" все три главных недостатка исходной ТС.

Цель тоже бывает неправильной

Ну и, наконец, последний рывок в развитии аналитических инструментов ТРИЗ связан с еще одним вопросом: "Как определить правильную цель усовершенствования?" Выход на этот вопрос - это также результат анализа практических консультационных проектов и отражает еще одну типовую причину неудачи некоторых из них. Представьте себе ситуацию: ТС для усовершенствования выбрана правильно, были сформулированы нетривиальные ключевые задачи, которые привели к красивым эффективным решениям. Всё замечательно? Нет, оказывается всё это либо вообще не повлияет, либо повлияет незначительно на бизнес компании. "Зачем же тогда было огород городить?" - спросите вы. Но ведь это вовсе неочевидно без специального анализа. Пример? Пожалуйста.

Компания выпускает различные приспособления для упаковок пищевых продуктов. Один из ведущих продуктов - упаковочные фольги. Проблема: некоторые пищевые продукты имеют острые края, углы, и т.п., прорывающие фольгу, это нарушает герметичность и приводит к порче пищи. В результате анализа был выбран лучший продукт, поставлены и решены задачи по его усовершенствованию. Однако, когда дым рассеялся, оказалось, что потребность рынка в новом замечательном непрорывающемся и недорогом продукте очень незначительна. Т.е. неправильной оказалась цель инновационной инициативы.

Для преодоления подобных проблем в G3:ID был разработан ряд аналитических инструментов, позволяющих сфокусировать инновационный процесс на правильных целях. Это, в первую очередь, Main Parameters of Value (MPV) Analysis, главная идея которого заключается в том, что не все потребительские свойства продукта равны на рынке [9]. MPV - это параметр, который определяет поведение потребителя на рынке, главным образом то, ради чего потребитель покупает данный продукт. С точки зрения MPV настоящая инновация - это существенное улучшение хотя бы одного MPV. Кстати, обратите внимание: по Алтшуллеру настоящее изобретение - это

обязательно разрешение противоречия. Но с точки зрения рыночных трендов совершенно не принципиально получен новый эффективный продукт путем разрешения противоречия, принесен в почти готовом виде из какой-то другой области, или вообще является результатом (страшно произнести в ТРИЗовских кругах) разумного компромисса. Главное, что он существенно улучшает хотя бы один MPV.

Так в примере с отбеливанием зубов все попытки улучшить столь, казалось бы, важный параметр как эффективность отбеливания, были обречены на провал поскольку это был не MPV. Реальными MPV оказались удобство и безопасность пользования. Их кардинальное улучшение и обеспечило безоговорочную победу White Strips на рынке.

Еще одним инструментом в этой области является Innovation Strategy Development, рождённый на стыке ТРИЗ и анализа стратегий бизнеса [10]. Он позволяет заранее оценить, какое направление инновационной деятельности более эффективно для данной компании - улучшение потребительских свойств некой категории товаров, снижение затрат, или выявление новых перспективных рынков сбыта для соответствующего продукта или технологии.

Интересно, что кроме G3:ID к необходимости правильного нацеливания инновационного процесса пришли также разработчики "Direct Evolution", которые предлагают заменить изобретательство на сознательное стратегическое управление процессами эволюции технических систем [11].

Выводы

Подводя итоги этого обзора, я хотел бы напомнить еще раз эволюцию развития аналитических инструментов ТРИЗ в виде цепочки вопросов. Как найти сильное решение изобретательской задачи? → Как определить правильную задачу, которую нужно решать? → Как определить правильную систему, которую нужно улучшать? → Как определить правильную цель усовершенствования?

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Процесс решения изобретательской задачи: основные этапы и механизмы. - Баку, 1975.
<http://www.altshuller.ru/triz1.asp>.
2. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Филатов В.И. Профессия - поиск нового. - Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1985.
3. Герасимов В.М., Литвин С.С. Единая система ТРИЗ-ФСА. - Журнал ТРИЗ №3.2., 1992.
4. Герасимов В.М., Литвин С.С. Зачем технике плюрализм. - Журнал ТРИЗ №1, 1990.
5. Герасимов В.М., Литвин С.С. Построение функционально-идеальной модели при проведении ФСА. 1989. Фонд материалов по ТРИЗ ЧОУНБ.
6. Любомирский А.Л. Практические Механизмы Законов Развития Технических Систем. - Бостон, США, 2003.
<http://methodolog.ru/instruments/html>.
7. S.Litvin. New TRIZ-based tool - Function-Oriented Search. ETRIA Conference TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy.
8. M.Verbitsky, P.Casey. Quantitative diagnostics of a Product Portfolio and creation of Innovation Agenda.
http://www.gen3partners.com/newsjune06/GEN3_DiagnosticsOfProductPortfolio.pdf.
9. J.Sims, S.Kogan, Bringing innovation to the innovation process. Industry Week, USA, September 7, 2005.
10. M.Verbitsky, P.Casey. Innovation beyond TRIZ - weeding out the pipeline.
<http://www.pdma.org/visions/march07/npd-trends-weeding.php>
11. Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution - philosophy, theory, and practice.
<http://www.ideationtriz.com/new/materials/DirectedEvolutionBook.pdf>

О методах анализа проблемных ситуаций и выбора задач.

Опыт обзора

М.С.Рубин, О.М.Герасимов, Санкт-Петербург, 2007 г.

Введение.

Обзорные работы - важная часть организации исследовательской деятельности. В преддверии ТРИЗ Саммита 2007 было решено, что хорошо бы провести подобную работу по теме этого Саммита - анализ проблемных ситуаций и выбор задач. У нас не было цели привести информацию абсолютно о всех методах анализа - это, наверное, и невозможно. Мы написали только о некоторых наиболее известных нам методах. Мы благодарим Аксельрода Б.М., Кожевникову Л.А., Литвина С.С. и Соколова Е.Л., которые поддержали идею составления обзора и помогли в сборе информации. Список работ данной теме приведен в статье Л. Кожевниковой "ТРИЗ. Постановка задач. Список рукописных работ из Фонда материалов по ТРИЗ ЧОУНБ" (публикуется в настоящем сборнике).

1. Методы, использующие анализ возникших проблем

(“Все хорошо, да что-то не хорошо”).

Идеология ТРИЗ во многом построена на анализе проблемной ситуации: известно к чему нужно стремиться, и есть нежелательные эффекты (“административное противоречие”). Анализ проблемной ситуации позволяет выявить (уточнить) изобретательскую задачу и, опираясь на ее условия, продвигаться к ее решению. Важной составляющей постановки задачи в этом случае является выявление технического противоречия и формулировка конечного цели решения задачи.

1.1. Постановка задач в различных версиях алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ).

Шаги и части по уточнению и выбору задач имеются в 8 версиях АРИЗ: - АРИЗ-56, АРИЗ-61, АРИЗ-64, АРИЗ-65, АРИЗ-68, АРИЗ-71, АРИЗ-77, АРИЗ-82-Г. В версии АРИЗ-85-В эта часть отсутствует.

Основные понятия и вопросы, используемые в различных версиях АРИЗ:

- какое основное звено задачи
- какая конечная цель решения задачи (отличается от формулировок ИКР для решения задач)
- что мешает достижению идеального результата и почему
- прообраз из другой отрасли техники (поставить вопрос: как данное противоречие устраняется в других отраслях техники?).
- прообраз в природе (поставить вопрос: как данное противоречие устраняется в природе?).
- можно ли достичь той же цели “в обход” (“обходная” задача)
- определить требуемые количественные показатели
- какова экономическая цель решения задачи (“Какие расходы снизятся, если задача будет решена?”)
- какова техническая цель решения задачи (“Какую характеристику объекта надо изменить?”)
- каковы (примерно) допустимые затраты?
- уточнить задачу, используя патентную литературу
- как (по патентным данным) решаются задачи, близкие к данной?

- сравнить задачу с тенденциями развития данной отрасли (а также ведущей отрасли) техники.
- применить оператор РВС для условий задачи
- какова более общая задача
- как решаются задачи, обратные данной?
- дана система, включающая элементы (перечислить)
- какие элементы трудно (легко) видоизменить в условиях данной задачи.
- перейти к надсистеме (к подсистеме)
- Учесть предполагаемые масштабы применения.

(Тексты различных версий АРИЗ опубликованы в работах Г.С.Альтшуллера - <http://www.altshuller.ru/triz/ariz.asp>).

1.2. Алгоритм выбора изобретательских задач (АВИЗ).

Назначение: Алгоритм предназначен для выявления и формулирования задач при нарушениях и сбоях в производственно-технологических процессах.

Основные идеи:

- Не решать проблему, а создавать условия, при которых она не возникает.
- Что порождает проблему, то и должно ее устранять.
- Формулировать задачи в зоне ее возникновения. Чем дальше от зоны первопричины будет формулироваться задача, тем сложнее потребуются решение.
- Текст идеально составленной задачи несет в себе... ответ

Основные инструменты АВИЗ перекликаются с основными инструментами АРИЗ.

(Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, "Алгоритм Выбора Инженерных Задач - АВИЗ" - в настоящем сборнике, а также на сайтах:
<http://www.metodolog.ru/00470/00470.html>
<http://matriz.karelia.ru/ru/section.php?docId=4234>)

1.3. "Технология Эффективных Решений"

"Технология Эффективных Решений" (ТЭР) - методика решения проблем, предусматривающая внедрение наилучших для дан-

ных конкретных условий решений, путем разрешения всех Технических Противоречий, встречающихся в процессе внедрения.

Анализ связей по схеме ТЭР приводит к резкому изменению точки зрения на проблему. По схеме ТЭР можно моделировать практически любую жизненную ситуацию, проанализировать связи и возникшие в них незамеченные НЭ, устранить их решающими механизмами ТРИЗ, и в результате - резко поднять эффективность деятельности.

(Подкатилин А.В., "Система Развития", ТРИЗ-Саммит 2006, Санкт-Петербург, 2006 год, <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3433>)

1.4. Анализ причинно-следственных цепочек нежелательных эффектов.

Метод предназначен для выявления ключевых недостатков, т.е. недостатков расположенных в начале цепочки нежелательных эффектов. Т.к. большинство недостатков связаны друг с другом причинно-следственным образом и если установить их причинно-следственные связи, то можно все недостатки выстроить в виде цепочек, в которых каждый недостаток может являться причиной одних недостатков и следствием других. При этом можно решить только задачи по устранению небольшого числа ключевых недостатков, порождающих все остальные, и тем самым коренным образом улучшить систему.

(Литвин С.С., Любомирский А.Л., Методический справочник (Guide), ИМИцентр, 1998, 40 с.)

2. Методы анализа систем и выявления задач

(Все хорошо. Как сделать еще лучше?)

В этом разделе перечисляются методы анализа, позволяющие тем или иным способом выявить имеющиеся недостатки, несоответствия и сформулировать задачи. Задача может быть поставлена и иначе, например, добиться самых хороших показателей объединением свойств альтернативных техниче-

ких систем. В некоторых случаях поставленные задачи требуют применения методов анализа и выявления противоречий, а в некоторых случаях решение находится и без них.

2.1. Функционально-Стоимостный Анализ. (ФСА) - организационно-технический метод совершенствования техники, основанный на системном исследовании объекта или технологического процесса. Предназначен для снижения затрат на единицу полезного эффекта, достигаемое путем:

- повышения потребительских свойств объекта при одновременном сокращении затрат;
- повышения потребительских свойств объекта при сохранении или экономически оправданном увеличении затрат;
- сокращения затрат при сохранении или обоснованном снижении функциональных параметров объекта до необходимого уровня.
- повышение качества объекта в целом или его составных частей;
- снижение затрат на производство; снижение материалоемкости, фондоемкости
- ликвидация "узких мест" в производстве;
- снижение эксплуатационных и транспортных расходов.

(Герасимов В.М.; Калиш В.С.; Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Литвин С.С. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Методические рекомендации. - М.: Информ-ФСА, 1991. -40 с.

Функционально - Стоимостный Анализ (ФСА) Краткая информация для руководителей производственных предприятий Самара 2004 г. Шарипов Р.Х. <http://metodolog.ru/00940/00940.html>)

2.2. Инверсный ФСА.

Инверсный ФСА - методика, предназначенная для поиска новых областей применения для существующего (или слегка модернизированного) объекта, при этом главная функция является не исходной точкой, а целью анализа. При проведении поиска анализируют по очереди все функции в форме "действие ==> обобщенный объект". Каждую такую функцию объявляют главной. После этого

составляют списки областей, в которых можно искать реальные объекты, подпадающие под описание обобщенного объекта главной функции и нуждающиеся в выполнении этой функции. Если реальный объект найден, он подставляется в формулировку главной функции вместо обобщенного. После этого ставится задача по модернизации объекта анализа для оптимального выполнения новой главной функции. При этом объект может быть подвешен к обычному ФСА.

Выбор областей зависит от того, на какие сектора рынка ориентируется компания, от ожидаемого объема продаж и т.п.

(Литвин С.С. Методика инверсного ФСА: Методические рекомендации: НИЦ "Алгоритм", 1996. -41 с.)

2.3. Функционально-морфологический анализ. Метод предназначен для создания потенциально новых продуктов. Идея метода состоит в формальном составлении сочетаний типовых функций некоего элемента (или свойства) с объектами, окружающими человека, и последующем отборе осмысленных вариантов.

(Литвин С.С. Функционально-морфологический анализ: Методические рекомендации.: НИЦ "Gen 3 Partners", 2007. -7 с.)

2.4. Поточковый анализ. Предназначен для выявления негативных факторов, определяющих низкую эффективность технической системы, связанных с нарушением прохода через ТС потоков вещества, энергии, информации и т.п. При проведении потокового анализа рассматривают и анализируют пространственное распределение полей и веществ, перераспределение и преобразование потоков, а также изменения их параметров в пространстве и во времени.

Горяинов Л.Г. Анализ энергетических цепочек как метод совершенствования технических систем - Гомель: Интерцентр Веда, Журнал ТРИЗ. 1990, 1 (№2) Матвиенко Н.Н. Энергетический анализ/Возможности применения энергетических понятий при структурном обследовании систем. -- Гомель: Интерцентр Веда, Журнал ТРИЗ. 1990, 1 (№2)

2.5. MPV-анализ. Анализ Main Parameters of Value (главные параметры оценки) предназначен для определения продуктов, перспективных для инноваций из выпускаемого продуктового ряда и определения потенциальной рыночной привлекательности разработанных продуктов. Разработанный алгоритм позволяет выбирать продукты наиболее перспективные для инноваций и показать направления по повышению их рыночной привлекательности. В частности, определяются и сравниваются функциональные и потребительские качества продуктов, их стоимость, текущий и прогнозный объем рынка.

- J.Sims, S.Kogan "Bringing Innovation to the Innovation Process". Industry Week, USA, September 7, 2005.*
Treacy "Does the Voice of the Customer Matter?" Advertising Age, USA, 2005.
S.Litvin "Business to Technology - New Stage of TRIZ Development". TRIZ Future 2005 ETRIA Conference, Graz, Austria, November 2005.
S. Kogan "How IT Companies Can Stay Competitive in a Global Market". ZDNet Tech News, USA, October 10, 2006.
S.Kogan "The Rules of Disciplined Innovation". Fortune Business Innovation Insider, July 13, 2006.
L.Malinin "The Method for Transforming a Business Goal into a Set of engineering Problems". TRIZ Future 2006 ETRIA Conference, Kortrijk, Belgium, October 2006.

2.6. Функционально-ориентированный поиск (ФОП). ФОП ориентирован на поиск аналогов по функции, в отличие от поиска аналогов противоречий, как предлагал в своих работах Г.С.Альтшуллер. Особое значение это направление получило с развитием информационных технологий. Создаются методики и инструменты автоматизации процесса ФОП. Одна из них - Проблемно-ориентированный поиск по действию (Action & Problem Oriented Search - APOS). APOS обеспечивает нахождение решений-аналогов различного типа, получивших название симбиогенных аналогов. APOS позволяет определять лидирующие области деятельности человека, выявляет конкурирующие системы с аналогичным назначением. Нахождение функционального аналога позволяет создать новую

техническую систему переносом принципа действия одной системы на иную, функционирующую в другой области. При этом могут возникать вторичные задачи по переносу принципа действия.

- (Кенгерли Т.А. Перенос технических решений в изобретательском творчестве. Баку: Общественная лаборатория методики изобретательства при ЦС ВОИР Материалы к семинару преподавателей методики изобретательства, 1973, (<http://www.metodolog.ru/00635/00635.html>)*
М.Вербицкий. "Семантический ТРИЗ", 2005 г. (<http://www.trizland.ru/trizba.php?id=186>)
S.Litvin. "New TRIZ-based Tool - Function-Oriented Search". ETRIA Conference TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy
Аксельрод Б.М. Проблемно-ориентированный поиск по действию с использованием патентных баз данных: новый поисково-решательный инструмент. МА ТРИЗ, Труды международной конференции "Три поколения ТРИЗ", Санкт-Петербург, 13-18 октября 2006 года.
С.А. Колчанов, М.С. Рубин, Е.Л. Соколов, "Концепция автоматизированной системы функционально-ориентированного поиска", МА ТРИЗ, Труды международной конференции "ТРИЗ Фест - 2007", Москва, 9-10 июля 2007 года.)

2.7. Объединение свойств альтернативных технических систем. Альтернативные технические системы (АС) - это такие конкурирующие системы, которые имеют хотя бы одну пару противоположных достоинств и недостатков, т.е. то, что хорошо у одной из них, у другой плохо, и наоборот. АС как бы дополняют друг друга по какой-то паре характеристик.

- (В.М. Герасимов, С.С. Литвин. "Зачем технике плюрализм" /- Журнал ТРИЗ. - 1990. - Т.1. - № 1. - С. 11-26.*

Л.А. Кожевникова "Альтернативный подход к постановке задач. Обзор-эссе", статья в настоящем сборнике.)

2.8. Моделирование схемы обусловленности взаимодействий (COB). COB - это универсальная методика анализа ситуаций и постановки задач. Первоначально она разрабатывалась как усовершенствованный ФСА с единым подходом к анализу конструкций и

технологий. Основные достижения первой версии подхода:

- была разработана новая система ранжирования функций, универсальная для всех типов ТС.
- разработаны обобщенные правила свертывания элементов модели и правила выбора элементов для свертывания.

В 2005-2006 гг. была опубликована другая версия COB, во многом упрощенная. Уточнена суть модели: речь идет не о функциональной модели, а о модели связей между действиями (взаимодействиями). В ней введены новые понятия и изменены правила строгого ранжирования. При этом сохранена общая идеология, обеспечивающая универсальность подхода к ТС различных типов.

(Аксельрод Б.М. Конструкции и технологии: единая методика ранжирования функций и свертывания элементов. Журнал ТРИЗ, 1995, п.1., с.58-62, Аксельрод Б.М. "Анализ обусловленности взаимодействий как системообразующий подход при исследовании ситуаций и систем" - публикация в настоящем сборнике.)

2.9. "Диверсионный" анализ. Главная идея "диверсионного подхода": для нахождения возможных опасностей специалист "переворачивает" цель и вместо обычного вопроса:

- "Какие дефекты, виды брака, другие нежелательные эффекты возможны в данной конструкции или технологии?" задается вопрос:
- "Как можно испортить данную конструкцию, технологию, как обеспечить получение дефектов?"

Теперь задача превратилась в обычную изобретательскую, решать которую можно с привлечением аппарата ТРИЗ. При этом особое внимание уделяется поиску вредных эффектов, которые могут быть произведены путем использования имеющихся в системе и ее окружении ресурсов. По сути дела речь идет о изобретении диверсий, отсюда и название подхода. Естественно, после того, как "диверсия" придумана, следует проверка - не реализована ли она на практике, есть ли вероятность ее реализации при каких-то стеченьях обстоятельств. И если такая возможность

не исключается, решается следующая изобретательская задача, как этого не допустить.

(Злотин Б.Л., Зусман А.В., Решение исследовательских задач, Кишинев, 1991 г., с. 116 http://www.trizscientific.com/TRIZ_sci/history/history014_afd_r.htm)

2.10. ТРИЗ-анализ социально-технических систем. Предназначен для анализа сложных объектов с большим количеством элементов и несколькими основными функциями. В отличие от ФСА основной акцент при анализе делается не на анализе функций, а на выявление противоречий.

(Рубин М.С., "Проблемы развития ТРИЗ - ТРТЛ" Журнале ТРИЗ" № 1.2, 1991 г <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3608>, ТРИЗ-анализ Каскада Туломских ГЭС (краткая справка,) 1993г., <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3643>, а также статья Рубин М.С. "О выборе задач в социально-технических системах" в настоящем сборнике.)

2.11. Типовые контрольные вопросы на информационном этапе ТРИЗ - инжиниринга. Список специальных контрольных вопросов рассчитан на получение максимального объема информации при проведении информационного этапа ТРИЗ-Инжиниринга. Вопросы разбиты по основным группам информации. Основные отличия настоящего вопросника от существующих списков контрольных вопросов связаны с тем, что он рассчитан на использование инструментария единой системы ТРИЗ-ФСА на последующих этапах работы.

(Литвин С.С. Типовые контрольные вопросы на информационном этапе ТРИЗ - инжиниринга. Журнал ТРИЗ 95,1, 1995, С.63-65.)

2.12. Многоуровневое идеальное прогнозирование как метод постановки и выбора задач. Многоуровневое идеальное прогнозирование предназначено для разработки идеального будущего образа социально-технической системы. Проецируя этот образ на конкретную ситуацию можно формулировать задачи для развития социально-технической или технической системы.

(Рубин М.С., "Методы прогнозирования на основе ТРИЗ", 1999 г. "Вестник Академии Прогнозирования", гл. редактор Бестужев-Лада И.В., изд. "Нектар Науки", № 1 1999 г., стр. 19. <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3602>)

3. Методы анализа систем, не получившие широкое применение в ТРИЗ:

- Мозговой штурм - <http://offline.business-magazine.ru/2004/51/35182/>
- Синектика Гордон - <http://www.advertology.ru/article28044.htm>
- Метод контрольных вопросов - <http://www.uprav.biz/materials/education/view/2971.html>
- Список контрольных вопросов по А.Ф. Осборну - <http://www.superidea.ru/tm/met/spiskonv.htm>
- Морфологический анализ (Ф.Цвикки), - http://triz-chance.ru/morphological_analysis.html
- Метод Р.Коллера (функционально-физический метод поискового конструирования) - <http://www.inventech.ru/pub/methods/coller>
- Метод Мэтчета (управление мышлением в процессе работы проектировщика) - <http://rex.vniigim.ru/HTML/isu.doc>
- Диаграмма или сетевой график ПЕРТ (PERT Chart от Program Evaluation and Review Technique) - специальный тип сетевой модели (диаграммы) проекта (http://ait.ustu.ru/disciplines/discret/el_ucheb/graf/part512.html)
- График Гантта (Gantt Chart) - частная разновидность линейного графика, отображающая план работ во времени <http://www.traectoria.ru/glossary/page.1/char.%C3%word.45/>
- Метод направленного мышления. Середя Н.И. Рабочий - изобретатель. - Рига, Лиесма, 1961, - 83 с.
- Метод семикратного поиска. Буш Г.Я. Методологические основы научного управления изобретательством, - Рига: Лиесма, 1974, -167 с.
- Метод использования библиотеки эврис-

тических приемов. Методы поиска новых технических решений / под. Ред. д.т.н. проф. А.И.Половинкина, - Йошкар-Ола: Марийское книжное издательство, 1976 г., - 192 с.

- Метод десятичных матриц. Повилейко Р.П. Классификация методов решений конструкторско-изобретательских задач / Десятичные матрицы // в кн.: Информатика и ее проблемы. - Новосибирск, 1972 г., вып. 5, с. 1-37.

Список методов анализа ситуаций и выбора задач, безусловно, не исчерпывается перечисленными выше. Достаточно вспомнить о таких методах, как анализ систем на выполнение законов развития технических систем, параллельные линии эволюции (С.Литвин, М.Гершман), деревья эволюции (Н.Шпаковский), Комплексный метод (Голдовский Б.И., Вайнерман М.И.), выбор задач с помощью оператора отрицания нежелательного действия (А.И. Пономаренко) и др.

4. Программные продукты для постановки и выбора задач.

4.1 TechOptimizer - <http://www.invention-machine.com> а, также http://shpackovsky.narod.ru/soft_ru.html

4.2. Программные продукты компании "Ideation International Inc." - <http://www.ideationtriz.com/>

4.3. Поиск и решение обходных проблем в программе Новатор 4.01 - статья В.Н. Глазунова Методы поиска обходных проблем и задач в изобретательской программе "НОВАТОР 4.0" в настоящем сборнике, а также на сайте <http://www.method.ru/index.phtml?str=novat>

Выводы

1. Методы поиска и постановки задач можно разделить на методы перебора вариантов и методы направленного (последовательного) анализа.

2. Методы направленного анализа можно разделить на два типа:

- методы анализа проблемных ситуаций
- методы, не основанные на анализе проблемных ситуаций.

3. Методы, не основанные на анализе проблемных ситуаций ("непроблемные" методы), в последние годы развиваются активнее других. При этом они не имеют единого методологического подхода, не имеют общей терминологической системы. Общая теоретическая основа для этих методов могла бы стать базой для формирования теории развития технических систем (ТРТС).

4. Возникают и развиваются программные продукты, облегчающие процесс анализа систем и выявления задач для их развития. Повышается роль автоматизированных информационных систем при анализе ситуаций и постановке задач.

5. Методы анализа и постановки задач постепенно выходят за рамки только технических систем.

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ - АВИЗ

Иванов Г.И. Россия. Быстрицкий А.А. Россия

Геннадий Иванович Иванов, мастер ТРИЗ, член региональной организации "Ангарск - ТРИЗ", сотрудник ООО "Внедрение новых технологий", инженер, конструктор высшей категории, автор более сотни изобретений. ТРИЗ занимается с 1975 года. Провел на промышленных предприятиях России и за рубежом более 70 учебно-практических семинаров с решением реальных производственных задач. Автор нескольких книг и многих публикаций по методологии творчества.

Александр Анатольевич Быстрицкий, ведущий консультант и преподаватель ТРИЗ, член региональной организации "Ангарск - ТРИЗ", сотрудник ООО "Внедрение новых технологий", кандидат технических наук, автор нескольких изобретений. ТРИЗ занимается с 1980 года. Имеет публикации по методологии творчества, ведет исследования в области законов развития технических систем и РТВ.

Предлагается алгоритм формулирования задач из производственно - технологической проблемной ситуации, учитывающий провер-

ку проблемы на ложность, поиск первопричины, анализ вещественно - полевых ресурсов и их привлечение для разрешения противоречий.

Ключевые слова: Проблема, функция, нежелательное событие, нежелательный элемент, ресурсы, идеальный конечный результат, противоречия.

Материал для этой работы крупными собирался в течении многих лет и является результатом многих десятков практических семинаров по Теории Решения Изобретательских Задач, проведенных на промышленных предприятиях России и в зарубежных странах.

Известно, что в ТРИЗ хорошо развиты решательные инструменты - АРИЗ, стандарты, приемы и другие, но в меньшей степени изучены вопросы формулирования задач, особенно, из производственной ситуации [1, 2, 3, 4].

Усилия многих разработчиков направлены на решение именно этой проблемы [5,6,7,8,9,10]. Однако, дело усложняется тем, что исходная ситуация, с которой приходится

сталкиваться решателю на производстве, почти всегда имеет массу неопределенностей и неточностей, что приводит к ошибкам уже в начале анализа.

Своей исходной мыслью авторы считают, что любая производственная проблема, имеет свою первопричину и поэтому в первую очередь необходимо найти место и время ее возникновения. Затем необходим анализ ресурсов в месте первопричины и их привлечение для разрешения противоречий. Казалось бы, что эти простые и давно известные истины понятны всем.

Однако, большинство решателей неизбежно испытывает трудности перед вопросами: "Что считать за первопричину?" "Где место и момент ее возникновения?", "Какие лучше привлечь ресурсы для решения задач?" Многие даже опытные специалисты, хорошо изучившие и усвоившие решательные инструменты ТРИЗ, останавливаются в растерянности, встречаясь с новой производственной проблемой. Они говорят: "Дайте мне четко сформулированную задачу, и я предложу ее решение". Увы, на производстве, не бывает "четко сформулированных задач"...

Сложность взаимосвязей и многоярусность отношений в иерархии технических систем затрудняют выявление главного звена в цепи нежелательных явлений и событий. Поэтому вопрос выявления задач из производственной ситуации по прежнему остается актуальным.

В этой работе мы предлагаем некоторые подходы к решению указанной проблемы. Элементы нашей методики впервые были применены в 1987 году в г.Дальнеморске на предприятиях промышленного объединения "Бор". (Стенограмма семинара хранится в архиве Ангарского центра методологии научно-технического творчества)

Первый вариант алгоритма выбора задач из производственной ситуации - АВІЗ 93, авторов Иванова Г.И., Быстрицкого. А.А., Никитина В.Н., был доложен на Петрозаводском семинаре в 1993 году и одобрен Генрихом Сауловичем Альшуллером.

Дальнейший опыт, накопленный при решении реальных производственных задач,

позволил усилить некоторые положения методики и создать алгоритм АВІЗ2000(ПТ), который был доложен на съезде Международной Ассоциации ТРИЗ в 2005 году.

Предлагаемый для ознакомления последний вариант мини алгоритма - АВІЗ 2006(ПТ) сохраняя логику предшествующего, имеет более четкую направленность на выявление противоречий, что позволяет с большей уверенностью формулировать задачи.

По глубокому убеждению авторов каждый вид проблемной ситуации - производственно-технологической, конструкторской, исследовательской, аварийной требует своего отдельного алгоритма. Поэтому в планах авторов намечено не только совершенствование уже созданного алгоритма, но и разработка новых. С благодарностью примем все критические замечания по данной работе. Наш адрес - ivano@irmail.ru

Выражаем благодарность: Бдуленко М.К., Балакерскому И.А., Быстрицкому А.А., Веселкову С.Н., Гасанову А.И., Гальетову В.П., Голикову С.К., Герасимову В., Ивановой Л.И., Иванову И.Г., Кондрат С.А., Кожевниковой Л. А., Калошину Н.Г., Канеру В.Ф., Качугину И.Б., Кареву А.А., Кондратьеву А.Н., Королеву В.А., Митрофанову В.В., Михайлову В.А., Петрову В.М., Подкатилину А.В, Селюцкому А.Б., Склобовскому К.А., Сибирякову В.Г., Суркову П.В., Хоменко Н., Чуксину П. и многим другим коллегам за конструктивную критику, замечания, предложения и помощь при создании алгоритма.

Мини Алгоритм Выявления Инженерных Задач из производственно-технологической проблемной ситуации - АВІЗ 2006 (П.Т.)

Мини алгоритм составлен на основе материалов Теории Решения Изобретательских Задач - ТРИЗ (автора Г.С. Альшуллера) и предназначен для выявления и формулирования задач при нарушениях и сбоях в различных производственно-технологических процессах.

ВНИМАНИЕ!**Пользование данным алгоритмом предполагает знание основ ТРИЗ.**

Прежде чем приступить к работе по данному алгоритму, необходимо убедиться в том, что рассматриваемая ситуация действительно относится к производственно-технологической проблеме (См. приложение №1 "Виды технических проблем"). Затем необходимо описать проблему в свободном изложении, но с обязательными ответами на вопросы: - "ЧТО?", "ГДЕ?", "КОГДА?" и "ПОЧЕМУ?" (См. приложение №2 "Уровни описания проблем" и №3 "Рекомендации по описанию производственно-технологической проблемы").

Напоминаем, что алгоритм только повышает эффективность творческого применения инженерных знаний, но не заменяет их.

Основные принципы алгоритма:

- Не бороться с проблемой, а создавать условия, при которых она не возникает.
- Что порождает проблему, то и должно ее устранять.
- Формулировать задачу необходимо в месте ее начального возникновения. Чем дальше от первопричины формулируется задача, тем сложнее потребуются решение.
- Для эффективного решения используют ресурсы только в зоне возникновения задачи.
- Большие изменения в системе надо получать малыми изменениями в подсистеме.
- Текст идеально составленной задачи не сет в себе ... ответ.

Основные шаги алгоритма:**1. ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ**

1.1. Выяснить, возникают ли вредные последствия в будущем на уровнях системы, надсистемы и подсистемы, если проблему не решать.

1.2. Выяснить, не является ли проблема результатом устаревших или ошибочных указаний и распоряжений, произведенных в прошлом.

1.3. Выяснить, не является ли проблема результатом ошибочных или излишних

действий совершаемых в настоящем на предыдущих технологических постах.

1.4. Проверить возможность самоустранения проблемы на последующих постах.

1.5. Проверить возможность передачи проблемы элементам надсистемы, для которых она является полезной при выполнении их функции.

При отсутствии положительных решений, продолжить анализ с пункта 2.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛАВНОЙ ФУНКЦИИ РАССМАТРИВАЕМОЙ СИСТЕМЫ.

Под главной функцией понимается основное технологическое(!) назначение системы.

Если сложно выделить главную функцию, выбрать ту, при которой возникает проблема.

Для определения функции применить два слова - сказуемое (глагол) и существительное.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО СОБЫТИЯ - Н.С.

Под Нежелательным Событием понимается возникновение какого-либо нежелательного физико-химического процесса или явления, оказывающего вредное влияние на выполнение главной функции. Для определения Нежелательного События рекомендуется использовать два слова - существительное и глагол.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО СОБЫТИЯ.

Указывается конкретное место в технологическом оборудовании (узле), где ВПЕРВЫЕ начинается проявляться Нежелательное Событие.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО СОБЫТИЯ.

Указывается конкретный функциональный момент или физико-химический процесс при совершении которых возникает Нежелательное Событие.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА - Н.Э.

Под Нежелательным Элементом понимается элемент (вещественный или полевой),

который находится в месте Нежелательного События и является причиной его возникновения

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА И МОМЕНТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА.

Определить место в технологической цепи, где впервые возникает или проявляется Нежелательный Элемент.

7.1. Если Нежелательный Элемент возникает не в месте обнаруженного Нежелательного События (см.п.4), то, двигаясь по технологической цепочке или физическому процессу назад, найти истинное место его первоначального возникновения.

7.2. Если в месте первоначального возникновения Нежелательного Элемента невозможно или запрещено вносить какие-либо изменения то, отступая от этого места назад остановиться там, где запрет уже не действует и имеется возможность вносить изменения.

Примечание:

Изобразить крупным планом место возникновения (нахождения) Нежелательного Элемента, указав все (!) имеющиеся там элементы и элементы примыкающих систем. Найденное место возникновения Нежелательного Элемента является **Оперативной Зоной – О.З.**, в которой будут производиться в дальнейшем все необходимые изменения.

8. УЧЕТ И АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВЕННО- ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ - ВПР.

Учет и анализ ВПР производится в месте возникновения Нежелательного Элемента (см.п.7)

8.1. Из веществ первую очередь учитывается сам Нежелательный Элемент, затем остальные вещества, находящиеся в рассматриваемой зоне и, наконец, вещества ближайших (примыкающих) систем и надсистем.

8.2. У каждого обнаруженного вещества определить имеющийся у него полевой ресурс - (энергию, свойства), носителем которых он является.

Так же зафиксировать поля, источники которых находятся за пределами рассматриваемой

зоны, например, гравитационное поле Земли, различные электромагнитные волны, радиационное излучение и т. д.

8.3.Выявленные вещества распределить по группам:

- Вредные;
- Избыточные;
- Нейтральные;
- Полезные.

8.4. По каждой группе (см. п.8.3.) составить отдельную иерархическую таблицу, в которой расположить вещества по степени их энергонасыщенности и представительства в рассматриваемой зоне. Во всех случаях на первое место ставить Нежелательный Элемент и вредные ресурсы.

9. СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧ СПОЗИЦИИ ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА ИКР.

Поочередно, используя выявленные ресурсы, - в первую очередь Нежелательный Элемент, затем вредные, избыточные, нейтральные и, в последнюю очередь, полезные, составить ряд задач по нижеследующей схеме: **"Элемент** (указать элемент из п.8.4), **используя** (указать его полевой ресурс из пункта 8.2), **не допускает** (указать Нежелательное Событие, пункт 3)". По этой же схеме составить все остальные задачи.

Примечание.

В некоторых случаях целесообразно формулировать задачи с одновременным (совместным) использованием двух и более ресурсных элементов.

Желательно каждый вариант задачи пояснять двумя рисунками "Как есть" (п.7.3). и "Как надо" (по формулировке задачи). Для уменьшения влияния инерции мышления, рекомендуется использовать метод Моделирования Маленькими Человечками (ММЧ).

10. ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЙ В ЗАДАЧАХ.

В каждой задаче (составленной в п.9) выявить элемент, который для достижения поставленной цели (ИКР) испытывает несовместимые (противоречивые) требования по своему

му физическому(!) состоянию. Зафиксировать эти требования в следующих редакциях:

10.1. **"Элемент** (указать элемент из п.9,) **чтобы выполнить** (указать функцию из п.2) **должен быть** (указать первое требуемое действие или физическое состояние, которое, как правило, уже выполняет рассматриваемый элемент).

10.2. **"Элемент** (указать тот же элемент из п.9) **чтобы устранить** (указать Нежелательное Событие из п. 4.) **должен быть** (указать второе требуемое действие или физическое состояние, которое не выполняется элементом, но которое необходимо для достижения поставленной в п.9 цели).

11. УТОЧНЕНИЕ ФОРМУЛИРОВОК ЗАДАЧ.

Пересоставить задачи с учетом выявленных в пункте 10 противоречий, при этом:

11.1. Если требования, обозначенные в пунктах 10.1. и 10.2. необходимо выполнить в ОДИН и ТОТ ЖЕ МОМЕНТ, то такое противоречие РАЗРЕШАЕТСЯ РАЗНЕСЕНИЕМ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ элемента. Задача составляется по следующей схеме:-

"Элемент (указать элемент из п.10) **для устранения** (указать Нежелательное Событие п.3) **разделяется на две части, одна из которых**, (указать первое требуемое действие или физическое состояние из п.10.1.) **а другая, используя** (указать полевой ресурс элемента из п.8.2.) **в это же время** (указать второе требуемое действие или физическое состояние из п.10.2)"

11.2. Если требования, обозначенные в пунктах 10.1. и 10.2. необходимо выполнить в ОДНОМ и ТОМ ЖЕ МЕСТЕ, то такое противоречие РАЗРЕШАЕТСЯ РАЗНЕСЕНИЕМ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ ВО ВРЕМЕНИ. Задача составляется по следующей схеме:-

"Элемент (указать элемент из п.10), **для устранения** (указать Нежелательное Событие п.3) **во время** (указать технологический момент из п.5) **выполняет** или **становится**, (указать первое требуемое действие или физическое состояние из п.10.1.) **а во время**

(указать другой технологический момент) **используя** (указать полевой ресурс элемента из п. 8.2) **выполняет** или **становится** (указать второе требуемое действие или физическое состояние из п.10.2).

11.3. Если требования, обозначенные в пунктах 10.1. и 10.2. необходимо выполнить в ОДНОМ(!) МЕСТЕ и в ОДИН(!) МОМЕНТ, а приведенные в пунктах 11.1 и 11.2. принципы не эффективны, то такое противоречие разрешается ИЗМЕНЕНИЕМ СИСТЕМНЫХ ОТНОШЕНИЙ в самом элементе.

Для этого используются следующие приемы:

- Преобразование элемента в би или поли систему (дробление),
- Перевод элемента в другое агрегатное состояние - твердое, жидкое, газовое, плазменное, (полевое).
- Использование возможностей имеющих на микроуровне вещества элемента, путем реализации какого - либо физико - химического или иного эффекта. (См. сборники физических, химических, геометрических, биологических и иных эффектов).

В этих случаях задача пересоставляется по ниже следующему варианту: -

"Элемент (указать элемент из п.10), **для устранения** (указать Нежелательное Событие п.3) **во время** (указать технологический момент из п.5) **становится** (би системой, или поли системой, (дробится) или принимает другое агрегатное состояние или проявляет определенный физико - химический эффект (указать нужное)) и выполняет (указать желаемое действие, функцию п.2)"

Примечание.

Каждый вариант необходимо пояснять двумя рисунками: **"Как есть"** и **"Как надо"**.

Для получения окончательных решений полученные задачи решают инструментами ТРИЗ - приемы, стандарты, вепольный анализ, АРИЗ.

12. ОЦЕНКА ПОЛУЧЕННЫХ ЗАДАЧ.

Отобрать из ряда сформулированных задач (или решений, если они появились на этом этапе) те, которые устраняют недостаток и приближают систему к идеалу, то есть:

- Упрощают конструкцию, с обеспечением выполнения функции и надежности работы.
- Увеличивают количество выполняемых системой функций (при введении незначительных конструктивных изменений).
- Сворачивают элементы системы в рабочий орган.
- Передают, хотя бы часть функций элементам надсистемы.

Примечание:

В реальной практике возможны случаи, когда предпочтение отдается не лучшим (приближенным к идеалу) формулировкам и решениям, а тем, которые хотя и являются громоздкими и энергоемкими, но в данный момент имеют возможность быстрого внедрения, так как могут быть использованы уже имеющееся готовое оборудование и материалы. Однако, в дальнейшем, при возрастании экономических требований, необходимость вернуться к первым формулировкам и решениям будет обостряться.

Литература:

1. Г.С. Альшуллер. Творчество как точная наука. Москва. "Советское радио" 1979г.
2. Г.С. Альшуллер. Найти идею. Новосибирск. "Наука" 1986
3. Г.С. Альшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. Поиск новых идей. Кишинев. "Картя Молдовеняскя". 1989г
4. Ю. П. Саламатов. Как стать изобретателем. Москва. "Просвещение". 1990г.
5. А. М. Пиняев. Функциональный анализ изобретательских ситуаций. "Журнал ТРИЗ" №1. 1990г.
6. Г. И. Иванов. Формулы творчества или как научиться изобретать. Москва. "Просвещение". 1994г.
7. Иванов Г. И. , Быстрицкий А.А. Формулирование творческих задач Челябинск 2000г.

8. Ю. П. Саламатов. Система законов развития техники (часть 1) . Минск - Красноярск. 1990г.

9. А. И. Пономаренко. Выбор задачи с помощью оператора отрицания нежелательного действия. "Журнал ТРИЗ" №1 1995г.

10. А. В. Подкатилин. ТРИЗ в конструировании. "Журнал ТРИЗ" №3 1996г.

11. В.А. Королев. Современные тенденции развития АРИЗ. ж. Технологии творчества №1. 1998г. "ТРИЗ-инфо" г. Челябинск..

12. Материалы электронных сайтов Международной Ассоциации ТРИЗ.

Приложение №1

ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

ВСЕ ПРОБЛЕМЫ СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕЛОВЕКА МОЖНО РАЗДЕЛИТЬ НА СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ:

• Аварийные проблемы.

Основные признаки: Возникновение в технической системе саморазвивающихся неуправляемых процессов, приводящих к разрушению самой технической системы и окружающей среды.

• Производственно – технологические проблемы.

Основные признаки: Сбои, остановки, не ритмичность и не эффективность главного технологического процесса. Выход технологических параметров за пределы допускаемых норм, возникновение брака, неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

• Конструкторские проблемы.

Основные признаки: Низкая производительность технической системы, большая энергоемкость и большие габаритные размеры (масса), ненадежность, недолговечность и сложность конструкции.

Конструкторские проблемы имеют следующие направления: -

Развитие существующей системы.

Меняются все части системы кроме рабо-

чего органа, который принципиально остается прежним, меняя только свои габаритные и количественные показатели.

Создание новой системы.

Меняется рабочий орган, который работает на новых физических принципах, остальные части системы могут оставаться прежними или так же изменяться.

• Научно – исследовательские проблемы.

Основные признаки: Отсутствие информации о происходящих физико - химических процессах, несовпадение полученного результата с ожидаемым, возникновение неизвестного.

Примечание. Авторы считают, что для каждого вида проблемы должен быть свой алгоритм формулирования задач.

Авторами уже разработан алгоритм выбора и формулирования задач из производственно - технологической ситуации - АВИЗ(п)2000. Остальные алгоритмы находятся в стадии разработки.

Иванов Г.И. E-mail: ivano@irmail.ru

Приложение №2

УРОВНИ ОПИСАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.

Описание любой технической проблемы может быть выполнено на следующих уровнях: - Социально-административном, Техническом, Физическом.

Социально-административный уровень описания проблемы: -

Описание проблемы выполняется на уровне надсистемы или с привлечением элементов надсистемы. Описывается конфликт между окружающей средой и технической системой, между человеком и результатами его труда. Описание отражает финансовые, организационные, эксплуатационные и экологические неблагоприятия.

Пример. "Завод платит большие штрафы за загрязнение прилегающих к нему территорий. Бетонные лотки, по которым отводятся жидкие отходы, переполняются и отходы выливаются на землю. Техническим службам завода срочно принять меры к устранению указанного недостатка и обеспечить транспортировку жидких отходов без загрязнения прилегающих территорий".

Технический уровень описания проблемы: - Описание выполняется на уровне системы где возникла проблема. Описывается конфликт между двумя и более техническими системами. Как правило, описание отражает функционально - технологические неблагоприятия и предлагается устранить недостаток на уровне рассматриваемой системы.

Пример. Бетонные лотки для транспортировки жидких отходов забиваются осадками и переполняются. Увеличить угол наклона лотков не возможно. Ручная очистка трудоемка и не эффективна. Применение механических самоходных скребков связано с большими затратами материалов, электроэнергии и усложнением системы. Предложите способ или устройство для эффективной очистки лотков

Физический уровень описания проблемы: - Описание выполняется на уровне подсистемных элементов и отражает происходящие в них нежелательные физико - химические процессы или явления. Описываются конфликт, который испытывает один(!) элемент рассматриваемой системы, к которому предъявляются противоположные или не совместимые требования по его физическому(!) состоянию. Предлагается устранить недостаток на уровне элементов подсистемы.

Пример. В лотках во время спуска жидких отходов имеющиеся в них твердые частицы пропитываются водой, теряют плавучесть и оседают на дно, забивая лоток. Предложите способ предотвращения потери плавучести твердых отходов.

Как видим, при всей краткости описания проблемы в нем содержатся ответы на все основные вопросы- "Где?" - в лотках, "Когда?" - во время спуска отходов, "Что?" - частицы оседают на дно, "Почему?"- теряют плавучесть.

ОПИСАНИЕ ЛЮБОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ НЕОБХОДИМО ДОВОДИТЬ ДО ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ, Т.Е. ДОЛЖНЫ ОПИСЫВАТЬСЯ КОНКРЕТНЫЕ ФИЗИКО - ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, КОТОРЫЕ ПРОИСХОДЯТ В ПОДСИСТЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ И КОТОРЫЕ ЯВЛЯЮТСЯ ПРИЧИНОЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.

Иванов Г.И. E-mail: ivano@irmail.ru

Приложение №3

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЕРВИЧНОМУ ОПИСАНИЮ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ

Фамилия, имя, отчество:

.....

Место работы, должность:

.....

Адрес предприятия, телефон, факс, E-mail:

.....

1 - Дать название проблемы:

.....

.....

2 - Указать к какому виду проблемы относится рассматриваемая ситуация

ПОЯВЛЕНИЕ БРАКА, НАРУШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМ, СБОИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ, НИЗКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, БОЛЬШИЕ ЭНЕРГО И ТРУДОЗАТРАТЫ, Если ни один из указанных видов не подходит, указать свой:

.....

3 - Выполнить подробный рисунок рассматриваемой технической системы или чертежи.

4 - В свободном изложении описать рассматриваемую систему в статике.

5 - В свободном изложении описать рассматриваемую системы в динамике (работе).

При этом, с максимальной точностью и достоверностью, описать происходящие физические процессы, отвечая на вопросы:

- Конструкторские "ЧТО происходит?", - описать нежелательный физический процесс, который происходит в системе, является недостатком и требует устранения.
- Конструкторские "ГДЕ происходит?", - указать конкретное место (узел, деталь, элемент) где наблюдается недостаток.
- Конструкторские "КОГДА происходит?", - указать в какой момент выполнения технологической операции или физического процесса возникает недостаток.
- Конструкторские "ПОЧЕМУ происходит?", - указать причину возникновения нежелательного физического процесса (недостатка).

Примечание. Если по указанным вопросам отсутствуют четкие и достоверные ответы, дальнейший анализ проблемной ситуации будет не эффективным.

6 - Описать какие меры принимались ранее для решения рассматриваемой проблемы и почему эти меры оказались не эффективными.

7 - Указать какой требуется конечный результат при решении проблемы.

8 - Указать предполагаемый экономический или иной эффект в случае успешного решения проблемы.

Примечание. Описание должно выполняться на отдельных листах и заверяться подписью составителя.

Описание должно относиться к одному конкретному объекту технической системы. В случае

невозможности выполнения этого требования рассматриваемую ситуацию разделяют на ряд самостоятельных проблем и по каждой из них составляют свое ОТДЕЛЬНОЕ описание.

Составитель рекомендации Иванов Г. И.
E-mail: ivano@irmail.ru

Problem Identification Approaches in Sustainable Design

Sergei Ikovenko, Dr.-Eng., PhD, professor

GEN3Partners, USA

Sustainable Design is the systematic application of environmental considerations to product design at all stages of a product's life cycle. These stages include resource extraction, manufacturing, shipping/transport, useful life, and end of life (from cradle to grave or cradle to cradle). The ultimate goal of Sustainable Product Design is to create systems that enable us to produce and consume goods and services without compromising our future. To achieve it requires a redesign of goods and services so that they are eco-efficient and/or eco-effective.

The essential aim of sustainable design is to produce places, products and services in a way that reduces use of non-renewable resources, minimizes environmental impact, and relates people with the natural environment. Sustainable design is often viewed as a necessary tool for achieving sustainability. It is related to the more heavy-industry-focused fields of industrial ecology and green chemistry, sharing tools such as life cycle assessment and life cycle energy analysis to judge the environmental impact or "greenness" of various design choice.

While the practical application varies among disciplines, some common principles are as follows:

- Low-impact materials: choose non-toxic, sustainably-produced or recycled materials which require little energy to process;
- Energy efficiency: use manufacturing processes and produce products which require less energy;
- Quality and durability: longer-lasting and better-functioning products will have to be replaced less frequently, reducing the impacts of producing replacements;

- Design for reuse and recycling: "Products, processes, and systems should be designed for performance in a commercial 'afterlife'.";
- Biomimicry: "redesigning industrial systems on biological lines ... enabling the constant reuse of materials in continuous closed cycles...";
- Service substitution: shifting the mode of consumption from personal ownership of products to provision of services which provide similar functions, e.g. from a private automobile to a carsharing service. Such a system promotes minimal resource use per unit of consumption (e.g., per trip driven);
- Standardization and modularity: standard, modular parts allow products to be repaired rather than replaced and promote interoperability so that systems can be upgraded incrementally rather than wholly scrapped and replaced.

Design engineers have a tough job, balancing safety, energy efficiency, and cost with the consumer's passion for the latest and greatest technology. Unfortunately, it seems that the design engineer rarely even gets to the point of thinking about what will happen to the product at the end of its useful life. At most manufacturing companies, the folks in the environmental department are usually concerned with the product's environmental impact, but they are primarily focused on the manufacturing operations and the operating life of that product. Good intentions aside, it seems that most folks don't give much thought to what happens to a product when it has reached the end of life. We have simply relied on the scrap recycling industry to deal with that

problem and, up to now, recyclers have done a good job. However, as time goes by and new materials and technologies are developed, the challenge that recyclers face in safely and economically recycling those products grows ever more difficult. The issue becomes more and more vital and urgent.

To address these challenges, concept of Design for Recycling was created, to help protect the environment and create a sustainable means for conserving our resources. Design for Recycling seeks to achieve two very basic goals: first, to eliminate or reduce the use of hazardous or toxic materials that may present a grave danger to the environment or put a recycler's workforce in jeopardy, and second, to discourage the use of materials that are not recyclable or manufacturing techniques that make a product nonrecyclable using current technologies. The best time to address these issues is at the design stage.

Addressing a product's end-of-life is essential at the very beginning. Adopting this premise helps to ensure a thriving recycling chain, which goes well beyond the scrap processor to the mill, smelter, or extruder who will take the recycled materials and make them into new steel, copper, brass, aluminum or plastics. Design for Recycling is a mindset that every design engineer must embrace if they hope to have their products considered environmentally friendly. The days of a manufacturing just concerning itself with the environmental impacts of its manufacturing process and its products during their useful lives are long gone - it is essential to design products having in mind their recycling.

Over the years, industry has faced significant challenges from materials such as cadmium, lead, to name a few. In each instance, we have worked diligently with the industry that has used these materials to seek alternatives that will still meet their needs and satisfy the customers' desires while still protecting the environment and workers involved in the recycling.

There's more than environmental compliance at stake here. As new materials are developed, such as graphite composites, they pose a new

threat to the recycling of products. As these new materials are introduced into products, displacing materials that have been recyclable for generations, they adversely affect the recyclability both practically and fiscally. Both can have a devastating impact.

Even materials that are recyclable can pose a problem when used in combination. Take for instance a product that uses many different types of plastics. Today's recycling technology is such that it is very difficult to mechanically segregate more than two or three different types of plastic and hand sorting is simply not a cost effective means of accomplishing the job. A product that utilizes six, seven, or more polymers effectively becomes non-recyclable, or at least the plastics fraction of that product will be non-recyclable.

In sustainable design the concepts of Design for Reuse and Design for Disassembly go hand in hand with the Design for Recycling.

Recycling is the reprocessing of materials into new products. Recycling prevents useful material resources being wasted, reduces the consumption of raw materials and reduces energy usage, and hence greenhouse gas emissions, compared to virgin production.[1] Recycling is a key concept of modern waste management and is the third component of the waste hierarchy. Recyclable materials, also called "recyclables" or "recyclates", may originate from a wide range of sources including the home and industry. They include glass, paper, aluminium, iron, textiles and plastics. Biodegradable waste, such as food waste or garden waste, is also recyclable with the assistance of micro-organisms through composting or anaerobic digestion. Recyclates need to be sorted and separated into material types. Contamination of the recyclates with other materials must be prevented to increase the recyclates value and facilitate easier reprocessing for the ultimate recycling facility.

TRIZ and TRIZplus can be effectively used for both for sustainable design problem identification and for problem solving. The essence of problem identification lies with determining so called eco-contradictions that is contradictions that derive from contradictory requirements of the Design for Reuse, Design for Recycling,

Design for Disassembly etc. and the operational specifications for a product.

Typical requirements of the Design for Recycling, Design for Reuse and Design and Design for Disassembly, for example, are:

- remove subassemblies that can be resold as is.
- remove hazardous materials
- separate the remaining materials into single materials with as little effort as possible
- use modules (consolidated parts) that can be removed and reused in other applications
- mark all materials for identification that cannot be sorted easily
- make parts easy to disassemble
- reduce materials and energy invested in the parts
- reduce the number of parts
- reduce the part size
- reduce the time to assemble
- eliminate redundant components
- use recycled materials where possible
- reduce scrap
- evaluate materials chosen for their environmental impact, and recyclability
- minimize waste in production processes
- packaging should be eliminated, or replace with reusable packaging
- when reliability is a problem, make the components easy to maintain and repair.
- avoid finishing operations that might contaminate materials
- use snap fits that can be undone or broken easily
- mark the location of snap fits so that they can be separated quickly
- reduce the fastener count
- avoid threaded and permanent fasteners (eg glue)
- reduce the number of components to reduce the number of steps in disassembly
- assembly from top in layers so that parts can be picked off
- avoid parts with mixed materials
- etc.

The TRIZplus tools that can be effectively used for problem identification here are Function Analysis, Trimming and Function- Oriented Search.

Function Analysis and Eco-Contradictions Problems

Function Analysis is a primary tool for identifying eco-contradictions. The algorithm is rather simple:

1. Build a function model of a product/engineering system following the requirements of the operational specifications.
2. Build a function model of a product/engineering system following the requirements if the Design for Recycling, Reuse and Disassembly.
3. Juxtapose these function models.
4. Identify eco-contradictions.

Example. Filter bags for bag-houses for cleaning industrial gases should be durable: the non-woven fibers should be well entangled, the bag should withstand intensive abrasion against the supporting cage of the bags during the regeneration (especially in case of pulse jet cleaning). The fibers of the bags may have complex nomenclature - they may contain biodegradable threads and non-biodegradable or even threads that may be toxic when deposited into a landfill.

At the same time, the requirements of the Design for recycling the bags should be:

- easy to disassemble - the fibers should be free from each other;
- the toxic threads should be easily extracted and encapsulated (should be loose and free);
- the fibers should be weak and easy to break, etc.

Trimming and Trimming Eco-Problems

There is a number of requirements of the Design for Recycling, Reuse and Disassembly that appeal to Trimming directly. For example:

- reduce materials and energy invested in the parts;
- reduce the fastener count;
- reduce the number of components to reduce the number of steps in disassembly;
- avoid finishing operations that might contaminate materials;

- eliminate redundant components;
- etc.

To identify eco-trimming problems:

1. Build a function model of a product/engineering system following the requirements of the operational specifications.
2. Perform Trimming according to the Design for Recycling, Reuse, Disassembly.
3. Identify Trimming Eco-Problems.

Function-Oriented Search and Eco-Substitution Problems

The environmental benefits of recycling are well known. Many businesses, governments, and households are collecting discards for recycling, and are recovering more materials than ever before. In fact, over one-fifth of the municipal solid waste generated in our country is currently recycled or composted. Despite progress in recycling, however, people are still generating too much waste. Every day, on average, each individual discards about four pounds of material. These discards burden both the environment and our economy.

Even recycling, which adds major economic and environmental benefits, creates economic and environmental costs. The best approach to our solid waste challenge is to cut the creation of waste in the first place. Waste that is not created does not have to be managed later. That's why waste prevention (reducing and reusing) is the ideal solid waste solution.

Waste prevention involves altering the design, manufacture and other life stages of a product towards either reducing the usage of the resources or at least substituting the expensive, toxic or hazardous materials with cheaper, environmentally benign and biodegradable substitutes.

As soon as the substitution gets into the picture Function-Oriented Search (FOS) can be effectively used for this purpose. Knowing what functions the undesirable components/materials

perform a less harmful substitute can be found using a usual algorithm for using FOS.

Some comments on eco-problem solving. Because majority of contradiction can be successfully resolved by separating contradictory requirements in space, time, on conditions or system level as well as by satisfying them, a special role in problem solving belongs to so called smart materials.

Smart materials are materials that have one or more properties that can be significantly altered in a controlled fashion by external stimuli, such as stress, temperature, moisture, pH, electric or magnetic fields, etc. There are a number of types of smart material, some of which are already common. Some examples are as following:

- piezoelectric materials;
- thermoresponsive materials, either shape memory alloys or shape memory polymers;
- magnetic shape memory alloys are materials that change their shape in response to a significant change in the magnetic field;
- pH-sensitive polymers;
- halochromic materials;
- chromogenic systems (electrochromic, thermochromic, magnetochromic, etc. materials);
- etc.

Conclusions

TRIZplus tools can be effectively used for problem identification in Sustainable Design for formulating:

- Eco-Contradictions;
- Eco-Trimming problems;
- Eco-Substitution problems.

with consecutive application of tools of classical TRIZ and Function-Oriented Search for problem solving.

References.

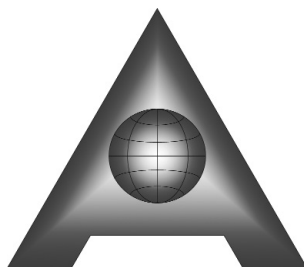
1. Fan Shu-Yang, Bill Freedman, and Raymond Cote (2004). "Principles and practice of ecological design". Environmental Reviews.
2. Ryan, Chris (2006). "Dematerializing Consumption through Service Substitution is a

Design Challenge". Journal of Industrial Ecology. 4(1).

3. S.Ikovenko, K.Stevenson. TRIZ as a Tools for Sustainable Design and Environmental Engineering. Abstracts for TRIZCON 2005, April17-19, 2005, Brighton, MI, USA.

4. S.Litvin. New TRIZ-Based Tool - Function-Oriented Search. ETRIA Conference TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy.

5. S.Litvin. TRIZ Readings - Altshuller's Tradition Continues. ETRIA Conference TRIZ Future 2005. November 16-18, 2005, Graz, Austria.



Информация о Саммите Разработчиков ТРИЗ

Основная задача Саммита Разработчиков ТРИЗ - организовать взаимодействие разработчиков и исследователей в области развития ТРИЗ как науки. Саммит продолжает традиции научных семинаров по развитию ТРИЗ, которые проходили в Петрозаводске в 1980-х годах по инициативе Г.С.Альтшуллера. На сайте www.triz-summit.ru публикуется информация об этих семинарах, проведенных в 1980, 1982, 1985 и 1987 годах.

ТРИЗ-Саммит проходит один раз в год при организационной поддержке МА ТРИЗ или других ТРИЗовских партнерских организаций

(Altshuller Institute, ETRIA). В рамках ТРИЗ Саммита уже прошли встречи разработчиков ТРИЗ в 2005 и 2006 годах. В рамках подготовки к ТРИЗ Саммиту 2007 в Москве подготовлен настоящий сборник статей.

Все встречи разработчиков ТРИЗ тематические. На каждой из них обсуждались конкретные проблемы развития ТРИЗ как науки. Для обсуждения научных разработок в области ТРИЗ создан сайт www.triz-summit.ru, начала выпускаться Библиотека Саммита Разработчиков ТРИЗ.

Учредители Саммита Разработчиков ТРИЗ:

Мастер ТРИЗ Литвин Семен Соломонович

E-mail: Simon.Litvin@GEN3partners.com

Мастер ТРИЗ Петров Владимир Михайлович

E-mail: vladpetr@netvision.net.il

Мастер ТРИЗ Рубин Михаил Семенович

E-mail: mik-rubin@yandex.ru

ТРИЗ Анализ.
Методы исследования
проблемных ситуаций и выявления
инновационных задач

Библиотека Саммита Разработчиков ТРИЗ.

Выпуск 1.

Сборник научных статей.

<http://www.triz-summit.ru>