

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Область задач, содержащих противоречия, выходит далеко за рамки техники. С противоречиями приходится сталкиваться в биологии, в науке, в педагогике, во многих других областях человеческой деятельности. Автора уже давно интересуют возможности использования механизмов ТРИЗ за пределами техники. В этой работе кратко изложены результаты изучения механизмов работы АРИЗ при решении реальных и учебных задач слушателями минской городской школы ТРИЗ, при решении производственных задач с помощью семейства интеллектуальных систем «Изобретающая Машина», а также анализа многочисленных попыток усовершенствования АРИЗ (как самого автора, так и других специалистов по ТРИЗ). Сделана попытка обосновать потенциальную возможность использования АРИЗ в нетехнических областях и изложены причины, препятствующие реализации этого потенциала.

АРИЗ – инструмент для преобразования картины мира решателя

Многолетний опыт эксплуатации АРИЗ дает повод рассматривать его не только и не столько как инструмент для решения задач, содержащих противоречия, но как инструмент, формирующий у пользователя многоэкранную схему сильного мышления¹. В этом плане АРИЗ можно рассматривать как инструмент для изменения стиля мышления, изменения картины мира человека решающего задачу.

Именно это является сверхзадачей АРИЗ. Исследованием возможностей АРИЗ в этом приложении и занимается автор данной работы в последние годы.

О причинах трудности изобретательских задач достаточно много говорится в работах автора ТРИЗ Г. С. Альтшуллера. Здесь хочется заострить внимание только на одной из них – устоявшихся представлениях о возможностях и механизмах изменения объектов задачи.

Изобретательская задача появляется тогда, когда на пути решателя встает противоречие – надо изменить элементы системы, но делать этого нельзя по каким-то причинам. Главной причиной являются сложившиеся стереотипы. Для решения задачи надо разрушить эти стереотипы (см. например задачу о шлаке)². Практически все изобретательские задачи решаются изменением внутренней структуры имеющихся объектов, либо объединением нескольких объектов в единую систему (это единственный способ получить новое качество системы, требуемое по условиям задачи). Проблема состоит в том, чтобы определить, как

¹ См., например, Г.С. Альтшуллер. Структура талантливого мышления / <http://www.altshuller.ru/triz/zrts6.asp> (здесь и далее - примечания редактора).

² Задача о перевозке шлака в тексте АРИЗ-85В: <http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v-p1.asp>

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

именно должна преобразиться исходная структура системы и какими средствами можно реализовать эти преобразования. Другими словами в процессе решения у решателя должно измениться представление о допустимых изменениях объектов задачи. Должно измениться представление о природе самих объектов, а это и означает изменение картины мира данного специалиста. Причем чем более высокого уровня абстракциями являются объекты задачи, тем более сильные изменения претерпевает картина мира данного специалиста. АРИЗ обеспечивает тщательный анализ задачи по многоэкранной схеме сильного мышления с учетом закономерностей развития техники³ и разрушение сложившихся стереотипов.

Не разрешать противоречие, а искать и уточнять

По мере выполнения исследований у автора сильно изменились представления о том, как надо работать с противоречиями. Например, было неожиданностью, что противоречие не надо разрешать, но надо его искать. Что задача должна решаться в процессе поиска противоречия на основе имеющихся в АРИЗ механизмов разрешения противоречий.

Сложилась парадоксальная ситуация. В АРИЗ есть механизм выхода на противоречие. Есть механизмы разрешения противоречий. Но они плохо взаимодействуют – начинающему пользователю бывает трудно увязать их друг с другом. Решение оказалось довольно простым, прямо по стандарту⁴. Если два объекта плохо взаимодействуют друг с другом то между ними надо ввести третий объект, являющийся их видоизменением. Надо вести анализ ресурсов (пространства, времени, ВПР) при поиске противоречия, с использованием существующих принципов разрешения противоречий. Это дает возможность уже во второй части АРИЗ-85-В дать решателю набор конкретных механизмов по анализу ОЗ, ОБ, ВПР и других ресурсов [см. приложение по методике выполнения отдельных шагов АРИЗ⁵].

Например при анализе ОЗ можно предложить человеку набор механизмов разрешения противоречия в пространстве, даже в тех случаях, когда зоны положительного и отрицательного эффектов совпадают и, на первый взгляд, задача в пространстве не решается. Проверая возможность решения в пространстве, мы тем самым уточняем постановку задачи и получаем частичное (или полное решение задачи). То же самое можно делать на каждом шаге второй части АРИЗ. В результате к концу второй части мы даем решателю набор частичных решений его задачи, на основе которых впоследствии строится полное решение.

При этом оказалось, что противоречие, которое мы раньше рассматривали как единое целое (в силу сложившихся стереотипов), на самом деле состоит из нескольких противоречий⁶. Решая задачу мы имеем дело с ПОЛИпротиворечием, а НЕ МОНО. Практически задача трудна потому, что содержит путанку противоречий (противоречие в пространстве,

³ Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука.- М.: Сов.радио, 1979.

⁴ Противоречие как система противоречий//Научно-практическая конференция «Теория и практика обучения техническому творчеству» (Миасс, 21-27 мая 1988 г) :тез. докл.- Челябинск, 1988. – С. 58-59.

⁵ Методика выполнения отдельных шагов изложена в приложении к данной работе.

⁶ См. 4.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

противоречие во времени, целый класс противоречий на системных уровнях), а распутать ее не составляет труда, если вести анализ ресурсов с учетом механизмов разрешения противоречий. Таким образом, для решения задачи разрешения противоречия, найденного при работе с АРИЗ, мы используем принцип дробления – дробим исходное противоречие на несколько составляющих, анализируя внутреннюю структуру данного противоречия.

Количество типов МОНОпротиворечий ограничено числом наиболее общих механизмов разрешения противоречий (первые шесть пунктов в таблице разрешения противоречий) [АРИЗ-82, ТиН.- 1983. - №4. –С.12-13; №6. – С. 8-9]⁷. Работать с этими монопротиворечиями можно уже с первого шага второй части АРИЗ-85-В. Именно там можно начинать распутывать путанку противоречий. При этом идет параллельная работа со всеми монопротиворечиями (подобно тому, как параллельно идет анализ усиленного ИКР для разных ресурсов). В результате такого параллельного анализа решатель получает набор частичных решений – набор запчастей от полного решения задачи. Потом надо синтезировать из этих частичных решений одно (или несколько) общее - из МОНОрешений сделать максимально свернутое ПОЛИрешение.

Механизмы такого параллельного анализа отработывается последние несколько лет в минской городской школе ТРИЗ.

Для того, чтобы использовать предлагаемый подход, в первой части на шаге 1.1 необходимо помимо элемента системы, вызывающего конфликт, указать его параметр (свойство, характеристику, признак), изменение величины которого приводит к увеличению или уменьшению нежелательного эффекта. Зачастую это приводит к тому, что уже на шаге 1.1 мы получаем физическое противоречие (если в качестве параметра выступает физический параметр). Таким образом техническое противоречие должно включать в себя четыре составляющих:

1. Отрицательный (нежелательный) эффект;
2. Элемент, вызывающий отрицательный эффект;
3. Положительный (желательный) эффект, создаваемый выбранным элементом;
4. Параметр (свойство, способность, характеристику, признак) изменение которого в одну сторону позволяет ослабить нежелательный эффект, но, в то же время, ослабляет положительный эффект. Изменение выбранного параметра в противоположную сторону усиливает положительный эффект, но наряду с этим происходит усиление отрицательного эффекта [подробнее о шаге 1.1 см. приложение].

⁷ В тексте АРИЗ-82Г на сайте <http://altshuller.ru> : «Рассмотреть возможность устранения физпротиворечия с помощью типовых преобразований оперативной зоны (таблица 2 "Разрешение физических противоречий" - см. книгу Г.Альтшуллера «Творчество как точная наука»)».

Пример. Задача о шлаке.

Цель шага 2.1 – выявить имеющуюся и требуемую структуры оперативного пространства. Проверить возможность решения задачи в пространстве или с помощью системных переходов 1 и 2 (по отношению к пространству).

ОЗ – это место где происходит положительный (желательный) и отрицательный (нежелательный) эффекты (ПЭ и ОЭ). Область ПЭ (задерживать тепло) находится над поверхностью расплавленного шлака. Область ОЭ (препятствие вытеканию шлака) находится над поверхностью шлака.

Анализируем взаиморасположение зон ПЭ и ОЭ. Они совпадают. Для этого случая есть некоторый набор конкретных рекомендаций. Одна из них предлагает использовать системный переход 2: переход к системе, работающей на микроуровне. Значит надо рассмотреть ту область, где зоны ОЭ и ПЭ совпадают, не как единое целое, а как состоящую из большого количества небольших зон. Вторая рекомендация состоит в использовании системного перехода 1-б: сочетание системы с антисистемой. Отсюда надо каждую из полученных микрзон представить в виде БИ-системы из «крышка есть» и «крышки нет». Часть каждой из полученных зон должен включать в себя крышку и некрышку (пустоту).

Следующий шаг АРИЗ: 2.2 анализ ОВ.

Задачи шага 2.2 – выявить имеющуюся и требуемую структуры оперативного времени. Проверить возможность решения задачи во времени или с помощью системных переходов 1 и 2 (по отношению ко времени).

Для анализа ОВ надо выявить интервал времени, когда возникают ОЭ и ПЭ и проанализировать в соответствии с рекомендациями, частично совпадающими с рекомендациями к шагу 2.1.

Интервал времени ПЭ (задерживать тепло) – время транспортировки шлака. Интервал времени ОЭ (препятствие вытеканию шлака) – время слива шлака.

Анализ ОВ.

Взаимное расположение интервалов ПЭ и ОЭ - на оси времени они не совпадают. Отсюда еще одно частичное решение – во время ПЭ крышка должна быть, а во время слива шлака крышка должна исчезать.

Шаг 2.3: анализ ВПР.

Задачи шага 2.3 - выявить имеющуюся и требуемую СТРУКТУРЫ веществ и полей в ОЗ в течение ОВ и в прилегающих интервалах времени и пространства. Проверить возможность решения задачи в пространстве-времени или с помощью системных переходов 1 и 2.

Вещества в ОЗ в течение ОВ: Воздух, шлак.

Воздух.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Газ, подвижный, хороший теплоизолятор, его внутренняя структура не мешает вытеканию шлака, но он очень подвижен и забирает тепло у расплава. Нужно сделать газ неподвижным. Другими словами надо перестроить пространственно-временную структуру газа, сделать ее неизменной по параметру время.

Шлак.

Может быть твердым и жидким, из твердого шлака получается хорошая крышка, но его внутренняя структура такова, что препятствует вытеканию жидкого шлака.

Поля в ОЗ во время ОВ: температурное (тепловое), гравитация, механическое поле конвекции воздуха.

Тепловое поле имеет две четко выраженные области - высокотемпературную (расплав шлака и окрестности) и низкотемпературную (окружающее шлак пространство). Структура границы этих областей – плавный переход от горячего к холодному. Еще одно частичное решение – для решения задачи надо создать какую-то область с резким переходом от горячего к холодному.

Гравитация.

Направленное поле. Всегда к центру земли. Может создавать большие механические усилия. Надо изменить структуру поля так, чтобы во время транспортировки оно не влияло на работу крышки, а при сливе возникала составляющая, убирающая крышку.

Механическое поле конвекции воздуха.

Это поле работает плохо, имеет хаотическую структуру все время изменяется. Видимо можно говорить о сложной пространственно-временной структуре этого поля. Нужно так изменить структуру этого поля, чтобы нагретый газ не уходил далеко за пределы ОЗ.

Анализ результатов работы по второй части АРИЗ.

На основе имеющихся у нас ресурсов пространства, времени, веществ и полей надо сделать структуру, которая бы обладала следующими свойствами.

1. Часть пространства над шлаком должна быть разбита на множество элементов. Каждый из этих участков пространства должен включать в себя «кусочек крышки» и «кусочек без крышки» – пустоты.
2. Механическое поле конвекции воздуха должно быть остановлено в непосредственной близости от поверхности шлака.
3. Остановив движение воздуха, мы сделаем более четкую границу раздела областей теплового поля с высокой и низкой температурой.
4. В качестве «кусочков крышки» можно использовать шлак, а в качестве «кусочков некрышки» – воздух.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

5. Энергию для удаления крышки можно взять у гравитационного поля.

6. Крышка должна исчезать из ОЗ в то время, когда шлак надо вылить. Поэтому она должна быть легко разрушаемой под действием гравитационного поля.

Если всех этих подсказок окажется недостаточно, то работа продолжается по третьей части. Появляется ИКР для икс-элемента. Затем усиленный ИКР для структур каждого из ВПР (отдельно для пространства и времени). Практически работа с усиленным ИКР – это анализ ресурсов с упором на идеальность. Все начинается по второму кругу и более системно. Такую «мясорубку» выдерживают немногие задачи.

Описанный подход был опробован на занятиях минской городской школы ТРИЗ. В результате на каждом шаге второй части АРИЗ нарастает поток частичных решений. В какой-то момент времени у слушателей возникает полное решение задачи. Если не во второй части, то в третьей, при работе с пакетом ИКР. Зачастую до конца третьей части дойти просто не удастся – решение появляется раньше. Приходится применять искусственные меры, с тем, чтобы все же показать слушателям весь АРИЗ. Как у слушателей появляется полное решение из набора частичных, можно только догадываться.

Для того, чтобы лучше разобраться в механизмах появления полного решения из частичных решений (а это тесно связано с механизмами получения нового качества или системного свойства), в настоящее время проводится специальное исследование информационного фонда – анализируется примерно 300 примеров технических решений на предмет системного использования основных механизмов ТРИЗ в этих решениях.

Учет исходного состояния картины мира решателя

Четыре года назад, в процессе работы разработки первой экспериментальной версии АРИЗ, ориентированной на компьютер, автор пришел к выводу, что поиск противоречия должен вестись с учетом представлений о задаче данного конкретного решателя. Ведь именно решатель является «изделием». Именно его представления об объектах задачи должны измениться в результате решения. Задача потому и возникает, что сложившиеся стереотипы мешают увидеть существующие возможности наделения объектов задачи новыми свойствами. У каждого специалиста свое видение проблемы, поэтому в одной и той же задаче разные решатели выходят на разные типы технических противоречий.

Работа с экспериментальной версией компьютерного варианта АРИЗ показала, что пользователи выходят на три типа противоречий.

Первый, классический – при улучшении одного параметра, свойства системы, мы ухудшаем другое свойство. Второй тип, тоже ставший классическим – когда есть некоторая система с недостатком, в которую надо ввести подсистему для его устранения, но это по каким-то причинам затруднительно, либо просто противоречит закону стремления к идеальности (примерами могут быть задачи о шлаке и молниеотводе). Третий тип противоречий – когда для улучшения системы надо "нарушить" законы природы. Одна и та же задача на первом этапе решения может быть представлена конкретным решателем по одному из этих типов. Это отражает первоначальные представления решателя о причинах появления задачи.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

На самом же деле противоречие возникает из-за того, что представления человека об объектах задачи в силу каких-то причин мешают увидеть ему, что объекты задачи могут быть наделены новыми свойствами. Поэтому «изделием» любой методики решения изобретательских задач является человек, решающий задачу. В этом состоит вторая большая неожиданность – оказывается, надо обрабатывать не столько саму задачу, сколько представления решателя о ней. Надо помочь решателю разобраться, какие именно новые свойства и в каком виде должны появиться у объектов задачи, а затем определить, каким именно образом могут быть получены эти свойства. Это две разные задачи, но их не всегда разделяют. Это еще один момент, на котором хотелось бы остановиться.

Два этапа решения

При решении задачи необходимо проделать две операции. Между ними нет четкой границы, они могут быть реализованы параллельно, но осознанное выделение этих двух этапов решателем облегчает процесс анализа задачи.

Первый [этап] состоит в том, что необходимо абстрагироваться от конкретных элементов системы, ориентируясь только на зависимость ключевых параметров, описывающих существующее состояние ВПР системы в пространстве и времени. Это позволяет нам построить достаточно абстрактную пространственно-временную структуру ключевых параметров, требований, свойств, характеристик.

Для схемных и нетехнических задач помимо пространства и времени может понадобиться рассмотрение изменений параметров (требований, свойств, характеристик, признаков) описывающих имеющиеся ресурсы в зависимости от каких-то дополнительных параметров.

В процессе анализа исходной пространственно-временной параметрической структуры, используя механизмы ТРИЗ (особенно принципы разрешения ФП и ММЧ), уточняют наличие монопротиворечий разных типов и формируют требования к новой пространственно-временной структуре ресурсов, обеспечивающей решение задач и построение системы, не содержащей противоречий.

Итогом этого этапа анализа задачи являются две абстрактные параметрические структуры. Одна из них отражает существующую проблему. Вторая дает абстрактную параметрическую структуру (образ) решения.

Второй этап (часто идущий на подсознательном уровне параллельно с первым) состоит в том, чтобы наполнить абстрактный образ решения конкретным содержанием. Опорными точками в этом могут быть только ресурсы (для технических систем это вещества и поля, в художественных системах в качестве одного из ресурсов выступает зритель, читатель, слушатель) и эффекты, связанные с ресурсами, на которых строится данный тип систем (для ТС это физ- хим- геомэффекты, для художественных систем большую роль играют психологические эффекты восприятия окружающего мира). Изменить пространственно-временную структуру, описывающую проблему в соответствии с полученным образом решения, можно только используя эффекты, присущие имеющемуся типу ресурсов. Поэтому при конкретизации абстрактного образа решения необходимы специально организованные указатели эффектов, связанных с основными ресурсами данного типа систем.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Если говорить о технических системах, то прежде всего надо рассмотреть, как из имеющихся веществ и полей построить нужную структуру с помощью моно- или полиэффектов. Если это затруднительно сделать с имеющимися вещественно-полевыми ресурсами, то нужно найти готовое вещество, обладающее нужными свойствами и структурой, а для этого нужны соответствующим образом организованные указатели веществ.

Подход автора к построению указателей эффектов, веществ и других возможных ресурсов, ориентированных на решение изобретательских задач, будет описан ниже. А пока – пример, иллюстрирующий сказанное в этой части.

Пример

В задаче о шлаке у нас получился следующий образ решения:

Область над поверхностью расплава должна быть сделана в виде пористой структуры, которая под действием гравитации разрушалась бы во время опрокидывания ковша.

Из веществ у нас есть только воздух и расплав шлака. Значит, из них и надо как-то сделать тонкостенную пористую структуру. Для этого надо в расплав шлака ввести пузыри газа, либо насыпать сверху на расплав шлаковой крошки нужного размера и формы. Возникают подзадачи – как сделать крошку или ввести пузыри газа.

Для создания пузырей можно использовать эффект увеличения объема жидкости или твердого вещества при переходе в газообразное состояние, для этого нужно перемешать шлак с жидкостью (или крошкой твердого вещества) имеющей температуру кипения ниже температуры шлака.

Таких веществ в готовом виде в задаче нет, поэтому надо поискать на стороне.

Общая схема постановки и решения задачи

Ключевое противоречие, которое необходимо разрешить при постановке задачи: чтобы оценить правильность постановки задачи, нам надо иметь ее решение, но именно для того, чтобы получить решение, мы и хотим уточнить задачу.

Этот замкнутый круг размыкается системными переходами: постановка задачи осуществляется в ходе ее решения. ИКР постановки задачи – формулировка задачи в виде противоречия. Его-то и надо постоянно искать, уточнять и проверять его наличие в текущей формулировке задачи. Но противоречие представляет собою систему противоречий⁸ – полипротиворечие, поэтому наряду с уточнением противоречия в целом уточнять надо и

⁸ Противоречие как система противоречий // Научно-практическая конференция «Теория и практика обучения техническому творчеству» (Миасс, 21-27 мая 1988 г) : тез. докл.- Челябинск, 1988. – С. 58-59.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

монопротиворечия, его составляющие. Для постановки и решения задачи нам нужно знать именно внутреннюю структуру данного противоречия, т.к. от структуры монопротиворечий мы можем легко поставить задачу в виде исходной параметрической структуры и найти ту параметрическую структуру, которая снимет существующие проблемы, после чего останется лишь наполнить конкретным содержанием абстрактную структуру. Сделать это можно на основе указателей эффектов, построенных соответствующим образом.

Сама по себе исходная постановка задачи – это система представления информации, необходимой для ее решения. Эту систему надо перестроить таким образом, чтобы облегчить получение решения. Это значит, что исходную информационную систему (условие задачи, данное решателем), не дающую ключа к решению, [надо] наделить новым качеством – способностью подсказывать решателю требуемое решение. А новое качество система может получить двумя путями: либо перестройкой внутренней структуры (надо опуститься на уровень подсистем исходной системы), либо объединением системы с другой, уже существующей. При постановке и решении задач предлагается использовать оба эти пути. Если задачу рассматривать как систему, то в качестве ее подсистем мы будем рассматривать информацию, связанную с объектами задачи и их взаимодействием, а надсистемой будет информация, внешняя по отношению к задаче, информация не вошедшая в условия задачи, дополнительная информация, органическое объединение с которой позволяет решить задачу. Часть такой надсистемной информации может располагаться в разного рода указателях (эффектов, веществ).

Таким образом возможна трактовка процесса постановки и решения задачи несколько в ином ракурсе – анализ и структурирование информации, непосредственно связанной с задачей с целью привлечения новой информации. Объединение «внутренней» СТРУКТУРИРОВАННОЙ информации с «внешней» позволяет получить новое качество – постановку задачи в таком виде, что ответ лежит «на поверхности». При этом этап структуризации «внутренней» информации неизбежен для сложных задач и служит для того, чтобы получить абстрактный образ решения и тем самым сократить преребор массива «внешней» информации.

Такая трактовка постановки-решения задачи еще раз подтверждает, что изделием ТРИЗ является не сама задача, а представление о задаче данного конкретного решателя. Для задач, решение которых длительное время не было получено, в представлениях данного решателя отражаются (подчас неосознанно) устоявшиеся парадигмы той области человеческой деятельности, в которой возникла задача, но у каждого конкретного решателя эти парадигмы имеют собственную «окраску». Именно сложившиеся в общественном сознании или в сознании индивидуума парадигмы являются источником психологической инерции, мешающей решению задачи. Поэтому в процессе постановки-решения задачи необходимо так построить процесс, чтобы решатель смог изменить свое представление об объектах задачи и их взаимодействии (анализ «внутренней» информации) и связать новые представления, полученные в результате анализа, с дополнительной («внешней») информацией, которая если и была известна пользователю, но никак не связывалась с данной задачей.

Один из методов борьбы с психологической инерцией – разбиение решения задачи на несколько шагов, каждый из которых выполняется, не вызывая психологической инерции.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Предлагается следующая укрупненная схема постановки-решения изобретательских задач. Предполагается, что предварительно пользователем проанализирована исходная ситуация и выбрана задача, которую он считает наиболее трудной. Это может быть сделано разными методами. Наиболее простой из них – метод золотой рыбки. В литературе по ТРИЗ он описан как метод подавления психологической инерции⁹. На семинаре по ТРИЗ в Симферополе (июнь 1986 г.) Г.С.Альтшуллер предложил использовать этот метод для уточнения задач и анализа задач «путанок», состоящих из нескольких подзадач. Еще ранее¹⁰ Г.С.Альтшуллер предложил в качестве критерия для оценки правильности постановки задачи наличие более одного глагола в формулировке ИКР. Наличие двух и более глаголов говорит о том, что задачу или требуемое действие можно разбить на несколько подзадач и анализировать их отдельно.

1. Опираясь на понятия противоречия, ресурсов и ИКР выявляется параметр (свойство, признак, характеристика, способность), к величине которого предъявляются противоречивые требования.

2. Опираясь на принципы разрешения физпротиворечий (первые шесть пунктов в таблице разрешения физпротиворечий АРИЗ-85-В), проверяется наличие соответствующих монопротиворечий (в пространстве, во времени и т.д.). Для специфичных областей техники (таких, как схемотехника) и нетехнических задач полезно проанализировать наличие противоречия в пространстве других параметров.

3. В процессе анализа монопротиворечий формируются монорешения – «конструктор», из которого впоследствии будет построено полирешение, учитывающее все особенности данной задачи в комплексе.

4. Следующий шаг – синтез абстрактных структур (образов) задачи и решения.

5. Получив абстрактную структуру параметров, обеспечивающую решение задачи, можно переходить к его конкретизации. Для этого используются требования к изменению имеющихся ресурсов (полученные в монорешениях, полирешении) и специальным образом организованный указатель эффектов, связанных с данными ресурсами.

Примечание

На всех перечисленных этапах могут появляться подзадачи, связанные с исходной задачей. В этих случаях надо провести анализ этих подзадач по шагам 1-3 и перестроить абстрактные структуры (задачи и полирешения) с учетом полученных дополнительно монорешений.

От анализа элементов к анализу интервалов и подмножеств

⁹ Амнуэль П.Р., Михайлов В.А. Развитие творческого воображения: метод. указания к практикуму по ТРИЗ. Чуваш. Гос.ун-т. - Чебоксары, 1980.

¹⁰ Альтшуллер Г.С. Анализ учебных изобретательских задач //Теория и практика решения изобретательских задач.- Горький, 1976. В виде препринта сборник издан в 1975г. учебным центром Миноборонпрома в г. Красногорске (ссылка с сайта <http://altshuller.ru>).

значений параметров, характеризующих эти элементы

Анализ модели задачи по АРИЗ-85-В проводится на уровне элементов системы или их частей, находящихся в оперативной зоне в течении оперативного времени и ВПР, доступных в данной конкретной ситуации. Проведение этого анализа с учетом принципов разрешения физических противоречий позволяет значительно повысить эффективность анализа проблемы. Причем эффективность настолько велика, что очень часто задача решается уже в конце второй части АРИЗ-85-В, когда проводится комплексный анализ полученной во второй части информации (монопротиворечий и монорешений). Оказалось, что эффективность и универсальность анализа можно дополнительно повысить, если перейти к анализу взаимозависимостей параметров (свойств, характеристик, признаков, качеств) характеризующих элементы совершенствуемой системы (изделие, инструмент, другие ВПР).

Но для проведения такого углубленного анализа на уровне параметров необходимо уже к началу второй части знать параметр, к величине которого предъявляются взаимоисключающие требования. Для этого автор использует параметрическое противоречие, формулируемое сразу после шага 1.1 на основе ТП1, ТП2 и двух состояний одного из элементов системы, которые выявляются при формулировании ТП1 и ТП2. В частном случае параметрическое противоречие может совпадать с физическим, но это необязательно.

Если в результате попытки сформулировать параметрическое противоречие (или еще раньше при формулировании ТП1 и ТП2) оказалось, что при изменении параметра в сторону ослабления отрицательного эффекта положительный эффект, как минимум, не ухудшается, то это говорит о том, что, либо неправильно сформулированы ТП1 и ТП2 (причиной этого часто бывает неправильный выбор инструмента и изделия), либо надо решать задачу о том, как изменить параметр в этом направлении. Если сразу или после обращения к указателю эффектов не удастся предложить приемлемый способ изменения выбранного параметра в нужном направлении, то надо сформулировать новую задачу в виде противоречия препятствующего, требуемому изменению.

Это может служить одним из способов уточнения задачи при проверке наличия противоречия в изобретательской ситуации. Ниже будут приведены примеры других способов уточнения задачи с помощью противоречия.

Примечание

Если используется параметрическое противоречие, то автоматически отпадает необходимость в выборе схемы конфликта на шаге 1.4.

Определив, с помощью параметрического противоречия параметр, к которому предъявляются взаимоисключающие требования, т.е. изменение которого влияет и на положительный и на отрицательный эффект (далее будем называть его параметр-функция), мы можем приступить к анализу его зависимости от других параметров (эти параметры мы будем далее называть параметрами-аргументы). Наиболее общими параметрами-аргументами для технических систем являются такие параметры и характеристики, как пространство (по одной, двум или всем трем осям), время, структуры веществ и полей.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Надо отметить, что далеко не все параметры могут характеризоваться с помощью числовой оси. Такие характеристики, как температура, время, плотность можно вполне охарактеризовать некоторым множеством точек на числовой оси. Но для таких характеристик, как степень дробления вещества (сплошное тело, пористое, сыпучее и т.д.) или физико-химического состояния вещества использование числовой оси затруднительно. Значения таких характеристик образуют некоторое множество значений, причем это множество значений не всегда можно как-то упорядочить.

И еще одно существенное замечание. Речь пойдет об относительности противоположных значений анализируемых параметров. Вопрос, который может показаться скорее философским, чем практически полезным. Что такое противоположное состояние параметра? Как его находить? Какие значения (интервалы значений или элементы множества состояний выбранного параметра) являются противоположными?

Существуют два предельных способа выполнения шагов АРИЗ¹¹, все остальное – это промежуточные сочетания этих двух крайностей. В первом случае каждый шаг АРИЗ выполняется «на грани фола» на самом минимуме требований, еще чуть-чуть и шаг будет выполнен неверно. Второй случай предельно тщательного выполнения каждого шага. В первом случае АРИЗ срабатывает как система шагов, причем система с большим резервированием, для сглаживания возможных последствий от ошибок. Во втором случае в дополнение к первому появляется возможность более полно использовать для решения идеи, заложенные в каждом шаге. При этом решателю открывается возможность выйти на решение практически на каждом шаге АРИЗ. Все определяется глубиной знания ТРИЗ как единой системы, возможностями решателя свободно переходить от одних механизмов ТРИЗ к другим, находить наилучшие места использования в АРИЗ различных инструментов, накопленных в ТРИЗ. Второй способ работы с АРИЗ открывает большие творческие возможности при решении задач. Именно о таком, тщательном и продуманном способе работы с АРИЗ, идет речь в данной работе.

Если использовать первый способ, то достаточно найти первое попавшееся значение параметра, которое представляется противоположным и использовать его при усилении конфликта, при формулировке параметрического или физического противоречия. Но тогда мы упускаем возможность более глубокого анализа проблемы, а вместе с этим отбрасываем полезную для решения информацию или, что хуже, кинувшись в крайность, можем выйти на решение, влекущее к ухудшению исходной системы, стараясь без необходимости зависить нужные значения параметров. Кроме всего прочего может оказаться, что противоположным в данном случае может оказаться совсем не то, что является противоположным в обиходе.

Чтобы качественно и полно выполнять шаги, предполагающие формулировку и усиление противоречий, полезно использовать оператор масштабирования. Дело в том, что мысленный эксперимент по ступенчатому изменению величины выбранного параметра позволяет определить интервалы его значений, в которых происходит качественное изменение системы, определить примерные границы этих интервалов. А на основе этой информации – скорректировать, заменить или, даже решить задачу.

¹¹ Альтшуллер Г.С. Разбор задачи о разгоне шарика. – 25 с. – Деп. в ЧОУНБ 26.09.89 № 725.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Понятие «интервал» применимо только для тех характеристик и признаков, которые можно описать с помощью числовой оси. Чтобы работать еще и с теми параметрами, значения которых описываются некоторым неупорядоченным множеством, далее будет использоваться понятие «подмножество возможных значений».

Теперь мы можем вернуться к анализу параметрического противоречия по второй части АРИЗ.

Прежде всего мы должны определить для параметра-функции два несовместимых значения (два интервала, в пределах которых должны находиться значения параметра-функции) из всего множества значений, допустимых для данного параметра (свойства, характеристики, признака), если это еще не было сделано на шаге обострения конфликта.

После этого проводится анализ параметров-аргументов, от которых может зависеть изменение параметра-функции. Такими универсальными параметрами являются пространство, время и структура имеющихся ВПР. Кроме них возможен анализ в пространстве других параметров, специфичных для систем данного типа. Для этого определяются интервалы (подмножества значений) параметра-аргумента, в которых возникают положительный и отрицательный эффекты.

Следующим шагом подмножеству значений (или интервалу) параметра-аргумента, при которых возникает положительный эффект, ставится в соответствие значение параметра-функции, необходимое для обеспечения положительного эффекта. То же самое делается и для отрицательного эффекта. Затем можно переходить к проверке на противоречивость полученной информации.

Для этого надо попытаться сформулировать монопротиворечия в соответствии с принципами 1, 2, 4, 5, 6 из таблицы разрешения противоречий АРИЗ-85-В. Если формулировка какого-либо противоречия не получается, то это является признаком того, что задача может решиться с помощью данного принципа разрешения противоречий.

Если противоречие получилось, то это означает, что оно должно разрешаться либо в пространстве другого параметра, либо другими принципами разрешения физпротиворечий. Такая процедура повторяется для всех параметров-аргументов.

Надо отдельно остановиться на анализе такого параметра, как структура ресурсных веществ и полей.

Прежде всего надо составить списки ресурсных веществ и полей. Если полей не окажется, то это может быть признаком того, что задача решается достройкой веполя с введением поля.

Получив списки веществ и полей, можно приступать к проверке наличия противоречий для структур ВПР. Для этого полезно использовать списки веществ, полей и линию дробления вещества, предложенные И.Л.Викентьевым¹².

¹² Викентьев И.Л., Кайков И.К. Лестница идей. Основы ТРИЗ в примерах и задачах. - Новосибирск, 1992.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Анализируя структуру веществ с помощью линии дробления вещества И.Л. Викентьева, надо прежде всего выявить, какого типа вещества у нас есть в распоряжении и определить, вещества с какой структурой нужны для сохранения положительного эффекта и для ликвидации отрицательного эффекта. Сопоставив требуемые и имеющиеся структуры веществ, мы можем сформулировать требования к эффектам, которые понадобятся нам для разрешения противоречивых требований к структуре веществ. При этом уточняющую роль смогут сыграть принципы разрешения ФП 7-11 из соответствующей таблицы АРИЗ-85-В¹³.

Анализируя имеющиеся и требуемые структуры веществ, полезно использовать метод маленьких человечков (ММЧ).

Анализ полей надо проводить по двум типам структур. Первый тип структуры полей – это пространственное распределение поля (однородное, неоднородное, если неоднородное, то какова форма неоднородности). Второй тип структуры поля – это направление векторов сил, создаваемых полем в разных точках пространства. Для анализа имеющейся и требуемой структур поля надо использовать принципы разрешения ФП 1, 2, 4, 5, 6, формулируя требования в виде противоречий в соответствии с указанными принципами. Это же требование справедливо и для анализа структур веществ.

Перед тем, как перейти к работе по третьей части АРИЗ, необходимо провести предварительный комплексный анализ полученных монорешений и монопротиворечий. Если решение не получено, перейти к третьей части АРИЗ. Если удалось построить полирешение, удовлетворяющее известным требованиям, перейти к седьмой части АРИЗ, оценить полученное решение и сформулировать подзадачи, которые могут решаться отдельно либо в комплексе с уже имеющейся параметрической структурой решения.

Кратко приведенную схему решения можно представить в таком виде:

1. Анализ и уточнение исходной ситуации.
2. Постановка задачи в виде ТП1 и ТП2.
3. Выявление элемента, создающего конфликтную ситуацию.
4. Определение параметра выявленного элемента к величине которого предъявляются взаимоисключающие требования (параметр-функция).
5. Выделение значений (интервалов, подмножеств значений) для параметра-функции, которые необходимо обеспечить для сохранения положительного эффекта и для устранения отрицательного.
6. Формулировка параметрического противоречия.
7. Определение дополнительных параметров-аргументов в зависимости от которых находится параметр-функция (помимо пространства, времени, структур веществ и полей)
8. Увязывание требуемых значений параметра-функции с интервалами (подмножествами значений) параметров-аргументов в соответствии с принципами разрешения ФП и проверка на противоречивость. (Этот шаг выполняется по каждому из параметров-аргументов. В результате мы получаем набор частичных решений (монорешений) поставленной задачи).

¹³ См. Таблицу принципов разрешения ФП в АРИЗ-85В: <http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v-t2.asp>

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

9. Синтез абстрактной параметрической структуры, которая решает поставленную задачу (синтез полирешения).
10. Конкретизация полученного абстрактного решения на основе эффектов (физических, химических, математических или любых других), присущих тем ресурсам, которые участвуют в работе систем данного типа). В процессе конкретизации необходимо отслеживать возможность свертывания появляющейся системы (адаптивный блок АСУНД)¹⁴.

Примечание

При появлении подзадач на любом из этапов для нее строится абстрактная параметрическая структура решения и объединяется с абстрактной параметрической структурой надзадачи. После чего повторяется операция конкретизации откорректированной абстрактной схемы решения¹⁵.

ПОСТРОЕНИЕ УКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ

Для использования указателей эффектов при переходе от абстрактной параметрической структуры к конкретному решению указатели эффектов должны быть организованы соответствующим образом.

Эффекты должны быть расклассифицированы по признаку изменения структуры (зависимости) того или иного параметра-функции от параметров-аргументов. Причем, описание каждого эффекта (как изменение одного параметра в зависимости от других) должно быть представлено на разных уровнях абстракции. Последнее нужно для того, чтобы облегчить выход на требуемый эффект, используя данные, полученные в процессе абстрагирования от исходной ситуации. Нужно иметь возможность работать с эффектами на всех промежуточных ступеньках абстрагирования. Кроме того, представление эффектов на разных уровнях абстракции облегчает поиск аналогии между эффектами, когда надо один эффект заменить на другой.

Например эффект теплового расширения может быть описан на таких уровнях абстракции:

1. Конкретное вещество, конкретный коэффициент расширения.

Примечание. Возможно, такой уровень конкретики понадобится только при расчетной оценке полученного решения.

2. При нагревании тела увеличивают свои размеры.
3. Размеры тел могут как-то изменяться в зависимости от температуры.
4. Размеры тела изменяются при изменении некоторого параметра.

¹⁴ Непонятно, что имеется в виду.

¹⁵ Далее по тексту – незаконченные фрагменты: «пример о проницаемости-непроницаемости» и «Одной из самых распространенных ошибок при использовании оператора РВС...»

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

5. Один параметр увеличивается с увеличением другого параметра.
6. Один параметр изменяется в зависимости от другого.

Последний пункт может показаться ненужным, но здесь нужно вспомнить о том, что есть эффекты, обеспечивающие стабильность величины одного параметра при изменении других (например эффект Зенера в полупроводниковом переходе, когда напряжение перестает изменяться с изменением тока т. е. один параметр сначала изменяется, а затем перестает изменяться при изменении другого параметра).

Имея таким образом организованные указатели эффектов и абстрактную параметрическую структуру решения, можно начинать поиск нужного эффекта. Абстрактная параметрическая структура решения показывает, какие изменения структуры на абстрактном уровне должны произойти, а указатели эффектов позволяют «привязать» полученную абстрактную структуру к конкретному типу систем, к конкретной ситуации.

Конкретизация абстрактной схемы начинается с самого верхнего уровня описания эффектов (в примере это п.6). Для решения задачи необходимо изменение параметра в зависимости от другого. Причем зависимость должна быть прямая, а не обратная. Затем уточняется, какой конкретно параметр является аргументом, а какой параметр функцией. И т. д. Так, шаг за шагом, с использованием особенностей ситуации уточняется сам эффект и конкретное вещество или тип веществ, необходимых для использования. Такой подход позволяет объединить указатель эффектов с указателями веществ и полей. Т. е. связать в одном указателе и эффекты, и ресурсы, на которых реализуются эти эффекты. На каждом шаге конкретизации происходит сужение поля поиска требуемого эффекта. Происходит плавный и легкий переход от абстрактного образа решения к конкретному техническому решению.

Подход к организации указателя эффектов через описание эффекта на разных уровнях абстракции позволяет систематизировать не только физические (химические, геометрические), но и любые другие эффекты (например психологические эффекты восприятия для художественных систем) по их способности изменять или образовывать абстрактные параметрические структуры на тех или иных ресурсах.

Например, в художественных системах ресурсами являются зритель и художественное произведение, точнее материал, из которого создается художественное произведение. Поэтому при решении задач из области художественных систем наряду с физическими эффектами, связанными с веществами и полями произведения, необходимо использовать и эффекты восприятия зрителем этих веществ и полей.

Резюме

В процессе решения проблемы АРИЗ перестраивает картину мира решателя, изменяя его представления о возможностях изменения объектов задачи. Поэтому в качестве «изделия», которое должен обрабатывать АРИЗ и ТРИЗ в целом надо рассматривать не столько задачу, сколько самого решателя, а еще точнее – фрагменты его картины мира, связанные с объектами задачи. Поэтому одна из линий развития АРИЗ должна ориентироваться на выполнение этой функции. Один из путей в этом направлении – увеличение плавности переходов между шагами АРИЗ, с тем, чтобы минимизировать психологические трудности восприятия выполняемых операций и получаемых результатов.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

С этой целью необходимо более детально отработать механизм абстрагирования-конкретизации заложенный в АРИЗ. Этот механизм должен обеспечить:

- а) переход от конкретной технической проблемы к ее представлению в виде абстрактной параметрической структуры;
- б) получение набора частичных преобразований исходной параметрической структуры, на основе комплекса инструментов ТРИЗ;
- в) синтез, на основе частичных преобразований, новой абстрактной параметрической структуры, обеспечивающей комплексное решение проблемы;
- г) переход от полученной абстрактной параметрической структуры к конкретному решению учитывающему особенности данной проблемы;

Для обеспечения конкретизации полученной в ходе анализа абстрактной параметрической структуры необходимы указатели специальных эффектов, связанных с имеющимися типами ресурсов. Причем описание каждого эффекта должно быть представлено на разных уровнях абстракции.

Противоречие порождающее проблему, на самом деле является сложно организованной системой противоречий. Процесс постановки-решения задачи (поиск, уточнение и разрешение противоречия) сводится к непрерывному уточнению этой системы противоречий, поиску частных обходных путей (в соответствии с комплексом инструментов ТРИЗ), объединению частных обходных путей в единую систему, решающую задачу. Линия углубления этого анализа выглядит следующим образом:

- а) противоречивые требования к системе;
- б) противоречивые требования к элементу системы;
- в) противоречивые требования к значению параметра, характеризующего данный элемент (параметра функции);
- г) разложение противоречия параметра-функции на отдельные составляющие, по числу параметров-аргументов;
- д) анализ на наличие противоречий по каждому из параметров-аргументов;
- е) синтез абстрактной параметрической структуры решающей задачу.

Анализ существующей системы противоречий идет параллельно с процессом абстрагирования-конкретизации, тесно с ним переплетаясь.

Для обеспечения выхода на частичные решения необходимо более тесно увязать в единую систему отдельные механизмы ТРИЗ, обеспечив, по мере необходимости, выход из АРИЗ на соответствующие инструменты ТРИЗ в процессе анализа системы противоречий и построения абстрактной структуры комплексного решения.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

Частью механизма абстрагирования-конкретизации должен стать механизм, позволяющий из частичных решений, получаемых при анализе системы противоречий, синтезировать полное решение, соответствующее законам развития систем – механизм получения нового качества объектами задачи.

Механизм абстрагирования-конкретизации, построенный на основе анализа системы противоречий, опирающийся на указатели разного рода эффектов, расширит возможность использования ТРИЗ при решении нетехнических задач.

Автор благодарит Девойно И. Г., Викентьева И. Л., Круглову Н. В. за конструктивное обсуждение положений данной работы и за то, что на протяжении нескольких лет терпеливо и неустанно требовали от автора завершения этой статьи.

декабрь 1991 г.¹⁶

¹⁶ Далее – незаконченный фрагмент: «Добавить пример Викентьева о подшипнике».

Приложение. Рекомендации по выполнению отдельных шагов АРИЗ-85-В

Примечание

Рекомендации по использованию правил, примечаний и шагов АРИЗ-85-В не исключают применение этих правил, примечаний и шагов на соответствующих этапах работы с задачей при ее решении по АРИЗ-85-В. Рекомендации по «частичному забеганию вперед» призваны облегчить выполнение текущего шага. Тогда при подходе к традиционному месту выполнения этих шагов в АРИЗ мы получаем дополнительную информацию и выполнение данных шагов по «полной программе» на своем месте дает возможность повысить их информативность в плане решения и уточнения задачи.

Приведенные рекомендации, естественно, не отменяют выполнения существующих в АРИЗ правил и примечаний.

Шаг 1.1

В основе этих рекомендаций лежат шаги второй и третьей части АРИЗ-77¹⁷ [с ФП?] [Творчество как..].

1. Формулировку ТП надо начинать с указания отрицательного (нежелательного) эффекта, возникающего в системе – эффекта который надо устранить.

2. Определить элемент системы который приводит к возникновению отрицательного (нежелательного) эффекта.

В зависимости от самой задачи и представлений решателя о ней здесь возможны два варианта:

а) элемент реально существует в системе,

б) элемента нет но предполагается его введение в систему.

На этом шаге полезно использовать понятия «изделие» и «инструмент» (см. примечания 5-7 шаг 1.2 АРИЗ-85-В).

3. Определить положительный эффект, создаваемый выбранным элементом.

Здесь возможны три варианта:

а) элемент не создает положительного эффекта – его можно просто удалить (этот вариант встречается редко).

¹⁷ Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов.радио, 1979

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

б) элемент не создает положительного эффекта, но удалить его нельзя – это означает, что при решении задачи надо обойти какое-то явление природы.

в) элемент создает какой-то положительный (желательный) эффект.

В зависимости от того как решателем были выполнены предыдущие три шага возможны три типа противоречий.

Первый тип.

Обычное ТП, когда при создании положительного эффекта какой-то элемент системы вызывает побочный отрицательный (нежелательный) эффект.

Второй тип.

Для устранения отрицательного эффекта в систему надо ввести некоторый элемент, некоторую подсистему, но это ведет к усложнению системы (нарушается закон стремления к идеальности).

Третий тип.

Для устранения отрицательного эффекта надо нарушить закон (явление) природы, но такое нарушение невозможно.

Практически всегда два первых варианта можно свести к третьему, но если это вызывает затруднения, то и делать этого не надо.

Прежде, чем двигаться дальше, во втором и третьем случае имеет смысл рассмотреть возможность применения стандартов на доработку вепоя из имеющихся ресурсов. Или стандарты на переход к сложным вепоям. Если в третьем случае не удалось применить систему стандартов, то, при дальнейшей работе по АРИЗ использовать формулировку противоречия с отсутствующим элементом системы (по Королеву В. А. – отсутствующее средство устранения отрицательного эффекта). При работе со вторым типом противоречия может оказаться полезной работа Королева В.А. (г. Белая Церковь) «Первая часть»¹⁸.

На этом этапе полезно использовать таблицу 1 «Схемы типичных конфликтов в моделях задач» из АРИЗ-85-В.

4. Выявить свойство (параметр, характеристику, способность, признак), изменение которого (увеличение или уменьшение) приводит к ослаблению нежелательного (отрицательного) эффекта. Если при этом положительный эффект тоже ослабляется, то мы получили одно состояние выбранного элемента (аналог ТП-1).

Изменение выбранного параметра в противоположную сторону должно приводить к

¹⁸ Королев В.А. Первая часть.- Белая Церковь, 1987. – 10 с. – Деп. в ЧОУНБ 10.11.87 № 302.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

усилению положительного эффекта, при одновременном усилении отрицательного эффекта – это будет вторым состоянием элемента (ТП-2).

В тех случаях, когда при изменении параметра отрицательный эффект снижается, а положительный не ухудшается, это означает, что надо решать задачу о том, почему нельзя реализовать это изменение, либо проверить правильность выбора изделия и инструмента.

5. В некоторых случаях (например когда в качестве параметра выступает физическая, химическая или геометрическая характеристика элемента) сразу после формулировки ТП-1 и ТП-2 можно перейти к физическому противоречию (шаг 3.3 АРИЗ-85-В). Это облегчит применение рекомендаций по выполнению шагов второй части.

Шаг 1.4

Если на шаге 1.1 мы получили четкое физическое противоречие, либо противоречие другой базовой науки для данного типа систем, то необходимость выполнения этого шага отпадает.

Базовая наука – наука на основе которой строятся системы данного типа. Например, для технических наук это физика, химия, геометрия, для информационных систем это математика, для художественных систем это психология восприятия и т.д.

Шаг 1.5

На этом шаге полезно использовать подход описанный в операторе РВС¹⁹.

В минской городской школе этот подход называют «Оператор масштабирования». Он состоит в том, что выявленный (в соответствии с рекомендациями к шагу 1.1) параметр ступенчато увеличивают до бесконечности, а затем, тоже ступенчато, уменьшают до нуля или, если параметр это позволяет, – до минус бесконечности. Это дает возможность отследить границы качественного изменения задачи и либо усилить конфликт, либо переформулировать задачу. Причем не всегда параметр должен приобретать значение «ноль» или «минус бесконечность». В некоторых случаях бывает вполне достаточно изменение параметра до уровня его значения в окружающей среде.

Например, для задачи о защите радиотелескопа от молний мы приходим к выводу, что электропроводность громоотвода должна быть бесконечно большой, чтобы хорошо отводить разряд молнии, и должна быть примерно такой же, как электропроводность окружающего воздуха (этого вполне достаточно для беспрепятственного прохождения радиоволн).

При обострении противоречия с применением оператора масштабирования при ступенчатом изменении выбранного параметра (свойства, характеристики, признака) надо отслеживать те значения, при которых задача качественно изменяется и, в необходимых случаях, корректировать задачу.

¹⁹ См. шаг 1.9. в тексте АРИЗ-77 на сайте фонда Г.С. Альтшуллера: <http://www.altshuller.ru/triz/ariz77.asp> .

Шаг 1.6

Если на шаге 1.1 получено физическое (базовое) противоречие, то на этом шаге можно использовать следующую формулировку базовой задачи:

Икс-изменение (Икс-элемент) должно обеспечить величину выбранного параметра, необходимую для достижения положительного (желательного) эффекта, обеспечивая при этом значение величины выбранного параметра, необходимое для ликвидации отрицательного (нежелательного) эффекта.

Шаг 2.1

1. Определить область пространства, в которой проявляется отрицательный (нежелательный) эффект.
2. Определить область пространства, в которой возникает положительный (желательный) эффект.
3. Сопоставить расположение областей пространства, в которых возникают положительный (желательный) и отрицательный (нежелательный) эффекты (ПЭ и ОЭ).

Здесь возможны три варианта:

- а) зоны ОЭ и ПЭ не пересекаются;
- б) зоны ОЭ и ПЭ имеют общую область пространства;
- в) зоны ОЭ и ПЭ полностью совпадают.

Второй случай дальше рассматриваться не будет, т.к. к нему применимы правила для первого случая (в тех частях, где зоны не пересекаются) и/или для третьего случая (в той области, где зоны совпадают).

4. Если в первом случае противоречие не разрешается прямым разделением в пространстве (это бывает в тех случаях когда нежелательный эффект, возникающий в зоне ОЭ неразрывно связан с созданием положительного эффекта в зоне ПЭ), то можно сформулировать подзадачу о том, как обеспечить положительный эффект за счет имеющихся ресурсов. Обычно это задача на обход законов (явлений) природы и для ее решения нужно использовать соответствующие эффекты, с тем, чтобы построить цепочку эффектов (полиэффект) позволяющих «нарушить» законы природы без их нарушения (решить обходную задачу).

Для решения обходной задачи обычно можно использовать группы стандартов на достройку веполя или стандарты на переход к сложным веполям. [пример - задача Колецова]²⁰

²⁰ Работу найти пока не удалось.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

5. В третьем случае можно дать несколько рекомендаций.

5.1 Если зоны ОЭ и ПЭ совпадают, то надо проверить возможность использования принципа вынесения (прием 2) для нейтрализации нежелательного эффекта.

5.2 В случае, когда зоны ПЭ и ОЭ совпадают, необходимо проверить возможность совместного, с принципом разрешения в пространстве, использования системных переходов 1-6 и/или 2. Это значит, что область пространства, где возникают ПЭ и ОЭ, должна быть разбита на несколько небольших областей и в каждой из этих микрообластей должны появиться микрзоны ОЭ и ПЭ, разнесенные в пространстве. Тогда на уровне макрзоны окажется, что в ней находятся одновременно и ПЭ и ОЭ, а на уровне микрзон будет проведено разделение противоречивых свойств в пространстве.

Для изменения микроструктуры могут быть использованы приемы: [3, 4, 7, 14, 29, 30, 31, 33, 35, 40, 43, 44, 46.]²¹

5.3 Если ни один из описанных выше случаев не подошел, надо рассмотреть возможность разрешения по другому параметру (в пространстве другого параметра, например во времени) - прием 17 (принцип перехода в другое измерение).

Шаг 2.2

1. Определить временной интервал действия положительного эффекта.
2. Определить временной интервал действия отрицательного эффекта.
3. Определить временные интервалы, когда нет ни положительного, ни отрицательного действия. Наличие таких интервалов времени говорит о возможности как-то подготовиться к появлению конфликта, используя приемы предварительного действия: [9, 10, 11].
4. Сопоставить выявленные временные интервалы.

Возможны четыре варианта расположения этих интервалов времени:

- а) интервалы ПЭ и ОЭ не пересекаются и действуют непосредственно друг за другом;
- б) интервалы ПЭ и ОЭ не пересекаются, но между ними есть интервал, когда не возникает ни положительного ни отрицательного эффекта;
- в) интервалы ПЭ и ОЭ частично пересекаются;
- г) интервалы ПЭ и ОЭ полностью совпадают.

В случаях а) и б) возможно разнесение противоречивых требований во времени. Причем в

²¹ Имеются в виду приемы устранения технических противоречий.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

случае б) можно использовать прием 41.

Случай в) дальше рассматриваться не будет, т.к. к нему применимы правила для случаев а) и б) (в тех частях где зоны не пересекаются) и/или для случая г) (в той области где зоны совпадают).

Для случая г), если нет возможности разнести положительный и отрицательный эффекты во времени (использовать принцип вынесения по параметру время), разделить интервал времени, в котором должно происходить одновременное действие ПЭ и ОЭ, на несколько небольших интервалов. И сделать так, чтобы в каждом из этих интервалов времени взаимоисключающие требования выполнялись последовательно.

Дополнительный шаг - после существующего шага 2.2

Этот шаг полезно сделать при решении задач из области схемотехники, либо при работе с другими нетрадиционными для АРИЗ системами.

1. Определить от какого еще параметра (параметра-аргумента), кроме пространства и времени, зависит параметр-функция (свойство, характеристика, признак), выбранный на шаге 1.1 в соответствии с предложенными рекомендациями.
2. Для параметра-аргумента определить интервалы значений, в которых возникают ПЭ и ОЭ.
3. Провести анализ взаимного расположения интервалов параметра-аргумента. По аналогии с анализом оперативного пространства и оперативного времени.
4. Проверить возможность разделения противоречивых требований к параметру-функции для различных интервалов аналогично тому, как это делалось для ОЗ и ОВ.

Шаг 2.3

1. Составить список веществ в соответствии с примечанием 20 АРИЗ-85-В.
2. Составить список полей в соответствии с примечанием 20. Если полей нет, то это может быть признаком того, что задача решается достройкой веполя.
3. При составлении списков ВПР полезно использовать раздаточный материал И.Л.Викентьева и И.К.Кайкова «Списки типовых полей и веществ, используемых при решении изобретательских задач»²².
4. Определить существующие структуры ресурсных веществ. Если есть вещества, имеющие одинаковую структуру, то дальнейшее рассмотрение можно продолжить лишь с одним из них.

²² Викентьев И.Л., Кайков И.К. Лестница идей. Основы ТРИЗ в примерах и задачах. - Новосибирск, 1992.

Возможности ТРИЗ как универсального решателя задач

5. С помощью метода маленьких человечков определить, как должны измениться существующие структуры ресурсных веществ. Прodelать эту операцию отдельно для каждого типа уже имеющихся структур.
6. Если среди имеющихся ресурсов нет веществ с нужной структурой, определить, из каких ресурсных веществ могут быть получены необходимые структуры.
7. Определить имеющиеся структуры ресурсных полей.
8. Определить какие структуры полей нужно получить чтобы задача решилась.

Примечания

Каждый тип поля может быть охарактеризован двумя типами структур. Первый тип структур – скалярное распределение поля в пространстве (однородное, неоднородное, форма неоднородности).

Второй тип структур – векторное распределение поля (направление его распространения, направления сил, создаваемых данным полем).

Анализ каждого типа поля надо проводить по обоим типам структур, определяя уже имеющиеся и необходимые структуры.

При работе над структурами ВПР надо постоянно учитывать общие принципы разрешения противоречий из таблицы 2 АРИЗ-85-В. Анализируя возможность изменения имеющихся структур в пространстве, во времени, по любому другому параметру.

9. Опираясь на соответствующие указатели эффектов, провести предварительный анализ возможности комплексного преобразования имеющихся ресурсов.

Объяснить, что в данной работе используется подход – каждый шаг на пять баллов²³.

Объяснить почему термин «функция» не нужен²⁴.

²³ Очевидно, речь идет о втором типе выполнения шагов АРИЗ, когда каждый шаг выполняется максимально тщательно.

²⁴ Вероятно, речь идет о том, что в предложенном варианте формализованный язык описания взаимодействий через изменение / сохранение параметров позволяет работать с функцией как с одним из признаков (параметров, характеристик) системы.