Развитие ума и способностей — самая важная потребность человека (Г. Альтшуллер)

Журнал ТРИЗ
Journal of TRIZ

№2(15) апрель/april 2006

N1(14) июнь 2005

Journal of TriZ

МА ТРИЗ

Журнал Международной общественной ассоциации профессиональных преподавателей, разработчиков и пользователей теории решения изобретательских задач (МА ТРИЗ)

Международная ассоциация ТРИЗ и редакция журнала выражают благодарность организациям, оказавшим изданию финансовую и материальную поддержку: ООО «Алгоритм» (Россия), Gen3Partners (USA), ОО "ТРИЗ-Профи" (Россия).

Редакция:

А.В. Кислов (главный редактор), Н.Я. Картавых, Е.Л. Пчелкина

Корректура: М.Л. Авиксон

Дизайн, верстка: К.С. Раевский

Редколлегия:

Р.М. Грановская, А.В. Кислов, С.В. Кукалев, В.В. Митрофанов, М.С. Рубин, К.А. Склобовский, В.И. Тимохов, С.А. Фаер (Россия); М. Баркан, С. Литвин, А. Любомирский, С. Яковенко (США); П. Амнуэль, В. Петров (Израиль)

Отпечатано в типографии «Взлет» (СПб, 197342, ул. Торжковская, д. 1, к.2) 17.06.05. Тираж 500 экз.
Адрес редакции: Россия, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 60, тел. 324-41-05, факс 324-98-10, e-mail: nktriz@aesd.spb.ru, journal@matriz.ru.

© Журнал ТРИЗ/Journal of TRIZ
Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на "Журнал ТРИЗ" обязательна

Содержание

К 80-ЛЕТИЮ Г.С. АЛЬТШУЛЛЕРА

Уроки Альтшуллера .....

Ленинградская школа ТРИЗ .....

В. Митрофанов. Истоки .....

С.Литвин, А. Любомирский. Алгоритмы ТРИЗ в «Алгоритме»: от искусства к ремеслу .....

ТРИЗ — ПРОГНОСТИКА

О. Абрамов. Рыночно ориентированное прогнозирование развития техничсеких систем .....

ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРИЗ

М. Баркан. От ТРИЗ к интегральной технологии творчества. .....

Ю. Саламатов. ТРИЗ сегодня и в будущем .....

Мнения: Будущее сертификации .....

ШКОЛА ТРИЗ

Г. Иванов. Метод самооценки в подготовке домашнего задания .....

И. Азизова. ТРИЗ на уроках биологии: Задачи с конфликтами. Типы конфликтов .....

Т. Таратенко, И.Г Морозова., В.Ю. Давыдова. Дидактика к приемам .....

Програма курса «Методы научно-технического творчества» .....

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

С. Литвин, М. Гершман. Параллельные линии эволюции .....

Э. Каган. Полеты конусов .....

А. Кислов, А. Ильичев, И. Новиков. Функциональное развертывание ТС .....

С. Карамышев. Неоднозначность оценки функций с точки зрения их полезности/ вредности .....

А. Кынин. ТРИЗ в материаловедении .....

ТРИЗ вне техники

А. Гин. Социальные задачи .....

Г. Архангельский. Метод ограниченного хаоса .....

Практика ТРИЗ

Н. Колчев. Объединение альтернативных систем: транспортные гибридные двигатели .....

Уроки Альтшуллера

К 80-ЛЕТИЮ Г.С. АЛЬТШУЛЛЕРА

15 октября исполняется 80 лет со дня рождения Генриха Сауловича Альтшуллера.

Публикуемый материал хорошо иллюстрирует движение творческой мысли Г.С. в один из самых ответственных моментов становления ТРИЗ: при передче смыслового ядра теории своим ученикам

ПРИМЕЧАНИЕ РЕДАКЦИИ

Этот материал, подготовленный Мастером ТРИЗ Б. Злотиным, одним из ближайших соратников Г. С. Альтшуллера - не статья. Здесь - живая речь Генриха Сауловича. Мы позволили себе только выделить шрифтом те места, где делал акценты сам Г. С.

Редактирование коснулось, в основном, только орфографии и пунктуации.

В нескольких местах в квадратных скобках добавлены отсутствовавшие в прямой речи, но вытекающие из контекста слова, которые, как нам представляется, облегчают чтение.

В темноте кромешной
Трое суток в баре[1]
Нам Альтшуллер мозги теребил[2]
Каждый ждал, конечно,
Что его похвалят[3],
Свою клизму каждый получил[4] ...
Вот и все, что было,
Вот и все, что было,
Кончилась прыгучесть в голове[5].
Для кого-то просто - пробы отрубили,
А ведь это гибель РТВ ![6]

Музыка краденая. Слова народные[7]
Петрозаводск, 20 августа 1980,
последний день семинара

Я узнал про ТРИЗ и начал решать первые свои задачи в 1974 благодаря случайно подвернувшейся книге “Алгоритм Изобретения”, начал воображать себя разработчиком ТРИЗ в 1976, сделав исследовательскую выпускную работу в Народном Университете, стал профессиональным решателем задач (ФСАшником) в 1977. Но в действительности стал ТРИЗ-специалистом только летом 1980, после первого семинара для разработчиков ТРИЗ в Петрозаводске. Первая встреча с Альтшуллером, 3 дня по 16 часов слушания и говорения в тесном баре, два дня великолепных поездок (Кижи и Кивач), разговоры, разговоры, разговоры, и, наконец, двухмесячная работа по перепечатке паршиво записанных магнитофоном материалов, когда каждую фразу раза по три приходилось прослушивать, продумывать и заново переживать, завершили то, что было начато книгой: изменили полностью мышление, взгляды на жизнь, цели на будущее.

---

[1] Семинар проходил в темнущем баре, при слабом освещении через цветные витражные окна - чертовски красиво и ни черта не видно
[2] А мы ему - компостировали...
[3] Держи карман шире!
[4] Семиведерную со скипидаром и гвоздиками
[5] См. стр. 19 данной статьи изменить при верстке, подраздел “Обсуждение доклада Литвина об РТВ”
[6] А жалко!
[7] То есть С.Литвина, Б.Злотина и Э.Злотиной

Небольшая часть этой распечатки была использована Генрихом Сауловичем, подготовившим комментированный разбор задачи о термобиметаллическом расцепителе, решение которой он провел на доске перед нами за 12 часов, в максимально трудных условиях - среди 18 человек, каждый из которых был уверен, что знает лучше всех, как надо решать и каждый желал своим знанием осчастливить других. Но масса других материалов, очень важных для понимания ТРИЗ и самого Альтшуллера, никогда опубликована не была, а сохранилась только в старых распечатках и памяти участников: А. Б. Селюцкого (благодаря энергии которого этот семинар только и мог состояться), В. В. Митрофанова, В. А. Богача, Э. Кагана, В. Петрова, Б. Злотина, С. Литвина, В. Канера, Н. Лопатиной, Э. Курги, В. Михайлова, М. Полыковского, В. Ефимова, Г. Хотяновой, Е. Альтшуллера, Мариловцева.

Сегодняшнее чтение этих материалов создает странное ощущение: весь семинар воспринимается как беседа двух человек - Альтшуллера (А) и некоторого обобщенного “ТРИЗовца-80”. Учитывая, что во многих случаях по магнитофонной записи нельзя было установить авторов реплик, а иногда и понять отдельные слова и фразы, я так и разметил текст - как диалог между Г.Альтшуллером и “ТРИЗовцем-80”. Многое из того, о чем мы спорили, уже осуществилось, кое-что, видимо, еще осуществится, что-то оказалось ошибкой - неважно. Важно, что этот семинар стал школой мышления, во многом сформировавшей наше поколение ТРИЗовцев, и я думаю, что эти материалы будут сегодня полезны всем, кто интересуется ТРИЗ.

Было удивительно приятно работать над этими материлами – ведь здесь – наша молодость, общение с гениальным человеком, множеством прекрасных друзей - самое интересное время в моей и, наверное, не только моей жизни. Очень жалко рано ушедших из жизни Генриха Сауловича, его сына Женю Альтшуллера и Фиру Злотину. С некоторыми участниками семинара, полностью посвятившими ТРИЗу свою жизнь, мы постоянно встречаемся, некоторые как-то потерялись.

Я не изменил тексты, только сгруппировал по темам записанные в разные моменты материалы, сократил частые повторы, то, что не относилось к делу, выкрики с мест, демонстрирующие скорее задор, чем понимание вопросов, специфический семинарский юмор по поводу качества обедов и т.п. К сожалению, никакая стенограмма не может передать ту атмосферу творчества, постоянных шуток и подначек, смеха и радости, которую помнят все участники. Но, надеюсь, записи эти окажутся интересными и для сегодняшних читателей.

Борис Злотин

На фото в Кижах:

В верхнем ряду (слева направо) – Мориловцев, Злотин, Митрофанов, Хотянова, за ней Лопатина, Судаков, Литвин, Канер, Женя Альтшуллер, Генрих Альтшуллер, Богач, Курги, Кондраков

В нижнем ряду (слева направо) – Михайлов, Ефимов, Петров, Селюцкий, Злотина.

1. О целях семинара и будущем.

А. У нас выработался очень плодотворный метод обсуждения. Мы поняли, что вот на таких краткосрочных семинарах доказательства превращаются в состязание в остроумии. Не надо доказывать. Наша задача - выслушать как следует мнение оппонента, высказать свое мнение и на этом разбежаться. Мы должны переварить это. Продукция совещания: просто обмен мнениями, а не изменение этих мнений.

А.Школы должны продолжать ту линию, которая выработалась в этих школах. Цель наша сегодня не в том, чтобы выработать единую, жесткую, обязательную для всех линию. Мы не знаем истины в последней инстанции, ее нет. Есть различные мнения. И наша задача - не в выработке линии, боже упаси, а в том, чтобы каждый хорошо представлял другую позицию, знал факт существования другой точки зрения, представлял себе основные позиции других и не попадал через 8 лет или 5 или 2 года, в тупик, а знал, что есть другой путь. Потом нам, наверное, интересно будет через какое-то время обменяться мнениями, уже зная, [к чему привели разные варианты развития].

А. Не надо думать, что мы обязаны мыслить одинаково, что есть какие-то директивы, что я могу вам приказать - я не могу приказать, к счастью. Каждая школа должна стараться развить то, что в ней является самобытным. Надо представлять, что то, что сегодня кому-то кажется ценным, может оказаться и неценным. Мы много теряли уже в предыдущие годы. Поэтому вот на таких встречах и надо столкнуть точки зрения.

А. Шум - все это пройдет, уляжется в головах, а останется главной продукцией нашего семинара наличие определенных двух линий. Мне кажется, эти линии, с первого дня и по сегодняшний, все четче и четче вырисовываются. Это - главная наша продукция.

Одна линия - на установку делать ТРИЗ все более и более жестким, начихав на все его мягкие места. И поэтому, скажем, никакого почтения к оператору РВС у меня нет, и я с величайшим удовольствием его бы выкинул.

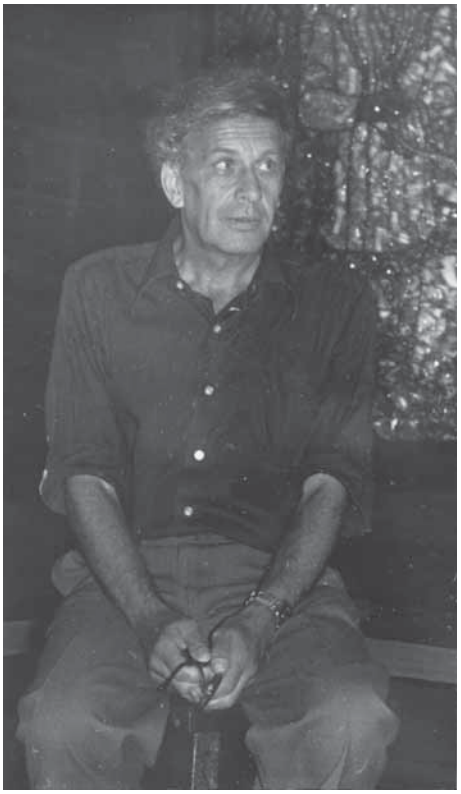
Другая точка зрения: подпирать несовершенство имеющихся АРИЗ, ТРИЗа, стандартов и т.д., подпирать любыми методами, начиная от открытого метода проб и ошибок до всевозможных «полуаризных» методов типа ММЧ. Обе точки зрения имеют свои плюсы и свои минусы, просто нам надо знать, что две таких расходящихся тенденции есть, а вот какая из них лучше? Сегодня они, в принципе, равноправны.

Аудитория набросилась на кого-то, высказавшего странную идею при разборе задачи

А. Здоровое стремление подавить идею. Преподаватель должен [этому] мешать.

2. О творчестве

А. Мы боремся с творчеством. Хотим мы это признать или не хотим – но придется. Нас припрут к стенке и твердо докажут: или мы ничего не сделали, или то, что мы сделали, называется ***формализация творчества***, формализация творческих процессов. Математика накопила громадный опыт в этом отношении. Как сначала интегрировали, 300 лет назад? Чтобы взять любой интеграл, человек строил кривую, делал разбиения, вычислял, исхитрялся геометрическими способами как-то это вычислить. А сейчас, на первом курсе студенту дают таблицу основных интегралов. Это две странички. И он решает задачи. Но вот он не справляется [с интегралом]. Ему мало таблицы. Тогда ему дают справочник (50 или 100 страниц - их целая гамма, разных). Бо-



лее подробный. Он опять не справился. Ему нужны более мелкие таблицы. Ему дают на 300 страниц заумный немецкий справочник. И он спокойно берет [этот интеграл]. Там нет перебора вариантов, он по классу знает и по виду, где искать. Вот примерно к этому надо стремиться и при решении задач изобретательских, открывательских и так далее. Взял АРИЗ. Ступеньки - большие, получил общее направление - эта штука должна перейти на микроуровень. Взял аппарат № 2 - то ли это указатель физэффектов, то ли еще что-то. Ага, это должен быть, по-видимому, метод, при котором электричество будет, а магнетизма, например, не будет. Взял более подробный справочник, пришел точно к ответу.

"ТРИЗовец-80". А как же способности?

А. Способности проявятся. Один придет к ответу по способностям, получив общую рекомендацию перейти с макро- на микроуровень: "Это будет то-то и то-то". А другой возьмет книжки второго слоя, третьего слоя и т.д. Вот и вся музыка.

А. Если коряво формулировать, длинными словами: мы разрабатываем новую технологию производства изобретений, открытий и идей... Мы заменяем творчество решением нетворческих проблем. Это очень правильно. Человечеству не нужно творчество. На кой ляд ему творчество, когда ему нужны автомобиль, мясо, запчасти к автомобилю и так далее... Ему полезные вещи нужны. Прогресс. Вместо автомобиля - иксомобиль какой-нибудь. Вот это все нужно.

А творчество не нужно... Оно только средство, и несовершенное средство. Но так уж тяжело произнести фразу: "Я всю жизнь считал, что мы развиваем творчество, искренне считал". Пока, как в стенку, сорок раз не ударился в то, что мы закрываем творчество, заменяя технологию производства идей, во имя которой существовало творчество, другой технологией, нетворческой.

"ТРИЗовец-80". Вы не могли бы определить, что такое *творчество?*

А. Определять не надо. Вы что, не понимаете, что такое творчество? Пушкин написал поэму "Евгений Онегин", вот это - творчество. Родился Эдисон, придумал электрическую лампочку, вот это - творчество. Не было циклотрона, кто-то изобрел, впервые придумал циклотрон... Метод решения задач перебором вариантов – вот что такое творчество.

А мы ищем законы, правила - точную науку. А вы хотите, чтобы и волки были сыты, и овцы целы. Чтобы все было точно. Как вы меня едите за то, что какой-то шаг неточно работает! Вы все, в душе, стремитесь получить очень точный рецепт, а вместе с тем я вижу страшное сопротивление, когда надо отказаться от понятия *творчества*. Самое страшное, что отказаться вы - с милой душой, все, и я тоже. Но не знаем как, у нас слова нет - назвать, что мы хотим.

А. То, что мы делаем - это творчество и не творчество. Не мы с вами определяем, что такое творческая задача. Творческая задача или нетворческая задача - определяется всем обществом на данном этапе его развития. Сделать сегодня изобретение, ну, например, решить полигонную задачу[8] введением поля, ферромагнитного порошка и прочая, это шикарнейшее изобретение по всем канонам нынешнего общества. Патент выдан в Америке![9]

Если наступит то время, когда все в детском садике, школе и всюду будут решать [подобные задачи], тогда понятие "я творчески решил задачу *по стандарту* "будет абракадаброй. А сейчас создается парадокс. Имеется группа людей, которая очень немногочисленна, которая может решать нетворчески творческие задачи.

3. О технике исследований в ТРИЗ

А. Я вам должен сказать, что в те годы, когда я один развивал ТРИЗ, от излишней самоуверенности или уверенности, как хотите называйте, я терял много лет. Надо было быть изрядным "оптимистом", или я не знаю, какой здесь нужен термин, чтобы не заметить двойных приемов, факта парности приемов. Потом мне было крайне неловко, когда это заметил не я, а девчонка-слушательница. Допустим, она заметила. Но, хорошо понимая, тысячи раз упираясь в то, что какое-то блестящее изобретательское решение не сводится к одному приему, что [их] всегда там куча, надо было потерять 7 или 8 лет, чтобы прийти к суперпростой идее, что осваивать, изучать, выделять в сферу изучения нужно *стандарты, комплексы* сложных приемов и т.д. То есть, видите, история развития ТРИЗ на довольно значительном отрезке времени - это история глупых ошибок, и глупости возникали оттого, что где-то в шестидесятые годы невозможно было устроить вот такое обсуждение. Я думаю, что сколько бы мы сейчас ни говорили на эту тему, все будет невероятно полезно, все сработает в свое время. Не надо ругаться, что у нас здесь - бедлам.

А. ТРИЗ - очень молодая наука. Вот некоторые представили свои тезисы, я видел там разные слова - методы, методология... Мы еще сами не привыкли к тому, что это наука. Наука молодая и все открытия лежат еще очень недалеко от поверхности - надо только копнуть. Но все-таки они сами не выпирают. Надо хоть нагнуться их поднять.

Для меня загадка, почему у нас так мало исследовательских работ. Я вижу только одно объяснение - всем мешает дефицит времени. Как решить эту проблему - я не знаю. Так или иначе, если мы не создадим кадры исследователей-профессионалов за ближайшее десятилетие, ТРИЗ растворится в море всяких выдумок, ибо закон сохранения глупости неизбежно будет заставлять пройти заново весь путь.

"ТРИЗовец-80". Генрих Саулович, Вы сами говорили, что практически сперва рождается закон, а потом подбирается статистика, его подпирающая.

А. Не всегда так и даже не так (весьма неуверенно). Если я даже

---

[8] **Задача об испытаниях трактора на разных почвах.** Предлагается вместо почвы использовать полигон – огромный ящик, наполненный ферромагнитным порошком, с мощной обмоткой под ним, создающей магнитное поле. Это позволяет делать «почву» более или менее твердой, меняя величину магнитного поля. Тогда на семинаре у меня эта фраза вызвала что-то вроде мозгового спазма – я специалист по электромагнитным полям и понимал, что изобретение это совершенно безумное, свидетельствующее о полном непонимании автором физики. Ведь трактор - сам ферромагнитный, значит, при включении поля весь порошок немедленно на него налипнет, возникнет что-то вроде шара из порошка с трактором внутри. Но мои робкие попытки объяснить это Генрих Саулович отвергал с хода – изобретение соответствует законам развития технических систем. На это было нечего возразить. Только много позже стало понятно что соответствие ЗРТС – важный, но отнюдь не решающий критерий. Законы физики и законы социального развития «сильнее» и решения должны сперва соответствовать им, а потом – ЗРТС. **БЗ**

[9] Мы все тогда свято верили, что бардак и глупости только у нас, а у буржуев все куда разумнее, и что дурацкие изобретения там патентовать не будут. Жаль, конечно, что эти иллюзии оказались только иллюзиями. **БЗ**

сегодня где-то так работаю, вы можете меня "спрягать", что я работаю, мы работаем методом проб и ошибок, совершенствуя АРИЗ. И я допускаю, что это есть. Но это плохо. Я не хочу так больше работать. Я хочу взять на себя повышенные обязательства работать без метода проб и ошибок, даже в совершенствовании ТРИЗ.

А. Я все время твердил, что метод проб и ошибок должен быть уничтожен. ТРИЗ - смертельный враг МПиО. Любое привнесение, любое включение перебора вариантов - это регресс, это чудовищно плохо. Двигаться, как ни трудно, надо только в другую сторону. **Менять ТРИЗ надо только в сторону ТРИЗ**. Это я знаю твердо.

А. Для того, чтобы развивать ТРИЗ, надо применять к его развитию «ТРИЗные» элементы. Противоречия, законы развития объектов - внутри самой ТРИЗ. Законы - это объекты внутри ТРИЗ и вполне естественно, что они тоже должны подчиняться каким-то законам. Мне кажется чрезвычайно плодотворным такой подход.

А. Существует и наращивается система законов, и существует она в виде кучи. А в этой куче должно быть какое-то закономерное взаимодействие законов.

А. Несколько дней назад Канер обратил мое внимание на такое интересное явление. Вот есть закон развития технических систем, направление развития систем к идеальности. С другой стороны, мы считаем отличным решение задачи о тракторном полигоне. А там значительно увеличилась сложность решения. То есть закон увеличения степени идеальности вступает в открытый конфликт с законом увеличения степени вепольности.

А. Что происходит? Исследователь ТРИЗ должен научиться применять правила и технику ТРИЗ при работе на развитие самого ТРИЗ. Что взволновало Канера в этом явлении, на что он правильно обратил внимание? Явное противоречие, столкновение законов. До этого мы рассматривали законы отдельно, и ни у кого не было повода, никто не обратил внимания на столкновение законов между собой. Ужасно интересное явление. Я бросил всю работу и дня два возился со всеми нашими задачами, перелопачивая - нет ли здесь какой-нибудь случайности, может [быть], задача о полигоне решена неверно...

А. Нет, то, что нашел Канер - это действительно распространенное явление. Законы сталкиваются между собой и должны быть [другие] законы, которые регулируют действие первых законов. В данном случае это действует примерно так: иерархию технических систем можно представить в виде системы концентрических кругов. Простая система, более сложная система, еще более сложная система... Где-то там, за потолком этого здания самый последний круг - техническая цивилизация. Так вот, видимо, закон, регулирующий столкновение законов, звучит в данном случае примерно так: ***повышение степени идеальности достигается за счет вытеснения сложных, громоздких, энергоемких частей из внутренних окружностей во внешние***. То есть, увеличивая степень идеальности какой-то технической системы, мы в то же время уменьшаем степень идеальности надсистемы, в которую данная система входит. Либо оставляем без изменений, либо ухудшаем. Лишь в редких случаях на 2-3 этажа распространяется механизм этого оттеснения. Возьмите любую нашу задачу и увидите, что мы что-то, какие-то внутренние круги действительно упрощаем за счет усложнения чего-то другого "за пределами сцены".

А. Я назвал это *оперативной зоной*. Для каждой задачи, видимо, можно выделить оперативную зону, в которой обязательно надо соблюдать правило увеличения степени идеальности. Там категорически нельзя применять ничего сложного, там степень идеальности должна возрастать за счет того, что мы получаем возможность несколько снизить идеальность за пределами этой зоны.

А. Вот вам классический пример. Взяли транспортное средство. Оторвали четыре колеса, вытащили оттуда двигатель и создали магнитную дорогу. Само транспортное средство стало значительно идеальнее. Дорога превратилась в электромагнитную или магнитную дорогу, значительно более сложную.

А. Я не хочу сейчас защищать тезис о существовании оперативной зоны, о необходимости при решении каждой задачи ее выявлять и как-то учитывать, чего мы пока не умеем, но сам механизм этот - он очень интересно разрешает [противоречия]; и причем разрешает разнесением свойств между системой и надсистемой. Типовой прием решения! Нам важна рабочая форма, как это работает при решении задач. Какой-то рецепт - вот в этом месте надо увеличить степень идеальности, убрать оттуда вес, убрать оттуда объем... а вот за пределами этого, ради бога, увеличивайте [вес, объем], это никому не помешает.

Несколько раздраженная реакция на возражения

А. Полностью признавая, что законы между собой не сталкиваются в ваших определениях и прочая, и прочая, я обращаю ваше внимание на следующее мелкое, частное, совершенно не нужное вам явление: если "по-сумасшедшему" понимать идеальность и повышение идеальности, не учитывая всяких мысленных моделей в 600 полигонов[10] и т.д., ***налицо четкое столкновение законов***. И мне такой подход представляется значительно более перспективным. Потому что, в отличие от вашего, который ничего не дает (у вас нет проблемы!), здесь возникает проблема.

4. О решении разных задач.

4.1. Два пути решения задач

А. Еще раз повторю то, что мне представляется самым главным: в ТРИЗ есть две группы разных механизмов. Есть *стандарты*, появляются сейчас стандартизированые описания *физэффектов*, и эта чисто стандартная часть должна работать чисто, без перебора вариантов. Я говорю - *должна работать*, а не работает потому, что она появилась 5, максимум 6-7 лет тому назад и, может быть, где-то стандарты пробуксовывают из-за неясности формулировки; это бывает и с официальными стандартами, но в принципе [уже есть] 28 стандартов[11], минимум десяток намечается сейчас групп физэффектов. Вот все эти классы задач - они *обязаны* решаться без всякого перебора вариантов. Буквально через пару лет это должно быть.

А. Стандарты можно применять не думая - сделай так и все. Это жесткая формула. Совсем другое АРИЗ. АРИЗ предназначен для решения нестандартных задач. Тех задач, которые мы не умеем классифицировать, и поэтому они не подходят под тот или иной *стандарт* или *физэффект*. АРИЗ заставляет думать. АРИЗ оставляет место - и не только оставляет место, но и требует! - требует мышления. Мыслить приходится на каждом шаге.

А. Очень остро в нашей повседневной организационной и иной практике стоит вопрос о том, совместим ли перебор вариантов с АРИЗом или несовместим. Идеологически - несовместим. Если рассматривать в развитии - несовместимы ни в коей мере и противопоказаны друг другу. Практически при сегодняшнем уровне мы кое-где допускаем нечто соответствующее перебору вариантов. Я говорю "перебор вариантов" за неимением другой терминологии. Это не вполне перебор вариантов. Вот как рисовал вчера перебор вариантов "ТРИЗовец 80": это много кружочков или клеточек и человек перескакивает с одного на другой либо

[10] При анализе «полигонной» задачи, чтобы обосновать эффективность решения несмотря на очевидную его дороговизну, была предложена условная модель – 600 полигонов с разными почвами, которые заменяются одной магнитной системой.

[11] Самая первая система включала 10 стандартов, потом была система из 28, потом 59, потом 76 – развитие остановилось только из-за болезни Генриха Сауловича

совсем без системы, либо по какой-то сплошной системе, либо по тем [клеточкам], которые начинаются на букву “А”... У нас - не этот процесс.

А. У нас - я бы назвал это процессом прояснения, исчезновения тумана. Процесс совсем другой. У нас есть какая-то линия. Мы идем по шоссе - и вдруг оно расширяется. В тумане не видны контуры. Дальнейшее движение теряет смысл. Возвращаемся назад и, используя новые данные, пересматриваем задачу, получаем значительно более узкий путь. Потом снова, до тех пор, пока не придем к решению. Вот этот процесс возвращения к задаче, ее переосмысливания и движения по более узкому коридору я бы не назвал перебором вариантов. Это что-то другое.

“ТРИЗовец-80”. Психологи это называют последовательной переформулировкой задачи.

А. Да, они называют это последовательной переформулировкой задачи, но это неудачное название, потому что при перебрасывании [с одного на другое] по методу проб и ошибок тоже происходит последовательная переформулировка, *но там теряется суть самого процесса.*

А. Во всяком случае, явление это относительно новое, оно пока плохо поддается формализации, оно не отражено в тексте ни одного АРИЗа, хотя какие-то отрывки есть в разных примерах. Надо будет его взять под наблюдение, подобрать хорошие примеры, появится какая-то терминология, но суть [этого явления] - ***процесс итерации***.

А. Тенденция развития очень четкая - пройдет энное количество лет и стандартизованная часть будет основной работающей частью. АРИЗ останется не для изобретателей, которые должны будут пользоваться *стандартами*, может быть - еще чем-то, что проявится в научном, например, поиске, а для исследований, для *прощупывания* новых задач – технических, социальных, научных, художественных - там АРИЗу придется работать. Там он будет снова буксовать, проскальзывать...

4.2. Стандарты

А. Идеально, когда так: задача - стандарт - ответ. Никаких лишних действий, никаких рассуждений, никаких колебаний, стандарты должны действовать напрямую. При решении стандартных задач мы *действительно* не имеем права менять задачу. Стандарты существуют для того, чтобы данную задачу решить так, как это предписано стандартом. Разумеется, стандарт может дать какой-то сбой, быть неисправным, нечетко сработать, но по идее - это жесткое предписание для решения определенного класса задач. И наша задача в том, чтобы это предписание становилось все более и более четким, жестким, определенным, а сама система разрасталась и охватывала все более новые и новые классы задач.

А. Когда мы применяем стандарты, мы почти уверены в том, что полученное решение, как бы оно ни казалось на первый взгляд странным, даже, может быть, неудачным - оно достаточно сильно.

А. При решениях по стандарту были несколько раз такие случаи. Давали задачу стандартного типа. Я или другой преподаватель решали, выдавали ответ. Задачедатель был крайне недоволен - это не годится. Я не вникал. (Было 2-3 таких случая, когда активно преподавали в последние годы в Баку.) Картина обычно бывала такая - через какое-то время задачедатель приходил и говорил: “Вы знаете, в вашей идее что-то такое все-таки есть. Правда, вы не учли там того-то, но это я вот так сделал, и что-то такое получилось”.

А. Стандарты дают верное, правильное общее направление, идею в (подчеркиваю!) общей форме, [так] что в принципе можно махнуть рукой на недовольство заказчика: вы окажетесь правы. Если же вы не окажетесь правы, вы выиграете больше - какой-то новый стандарт, какое-то новое открытие в ТРИЗ.

А. Вот вчерашняя задача. Это решение стандартное. Мы перевели с макроуровня на микро- и за этим решением стоит вся мощь стандарта, по крайней мере, сотни очень сильных аналогичных решений, свидетельствующих о том, что *так бывает всегда хорошо*, исключений не может быть. Деревяшка, которая просто деревяшка - всегда хуже, чем та же деревяшка, у которой мы научились хоть немного, хоть одним пальцем играть на ее внутренней структуре и начали задействовать ее молекулярный уровень, атомный уровень и т.д. Поэтому у меня не было вчера ни малейших сомнений в том, что оппоненты говорят дело. Но, честно говоря, у меня была полная глухота к восприятию всего этого - за решение стоял стандарт, закон.

А. Допустим, даже они правы. Допустим, это решение настолько неудачно, что его можно перечеркнуть. Первый выигрыш: если это решение неудачно, если переход с макроуровня на микроуровень в данном случае плох, я выигрываю значительно больше, чем решение какой-то одной паршивой задачи. Я выигрываю аномалию в постулате, законе, правиле. А это - всегда чревато выходом на целый класс интересных открытий. Дальше. Допустим, никакого выхода на новый класс не будет. Ну просто оказалось, что в силу каких-то узкоспециальных, случайных даже, причин - слабое решение. Ну и черт с ним! Ведь вы получили значительно более интересный общий принцип. Отмычку, ключ к целому классу задач. Ответ на эту задачу можно сформулировать в общем виде так: если в машинах, механизмах, технических системах имеются разные железяки, контактирующие между собой, то во многих случаях целесообразно использовать те контактные явления, которые могут возникать при соприкосновении, при контакте и которые до сих пор не используются.

Систему стандартов надо срочно менять, введя в нее повсеместно, в метод ее употребления, понятия ИКР и ФП.

4.3. АРИЗ

“ТРИЗовец-80”. У нас с вами разные цели. Слушатель хочет получить набор решений, рассмотреть, какие лучше...

А. У нас разная тактика. У вас какие-то буржуазные замашки. Вы хотите захапать все возможные решения, связанные с этой задачей. Это использование АРИЗа не по назначению. ***АРИЗ - алгоритм, который должен дать одно очень хорошее решение, отвечающее тенденциям развития технической системы***. У меня скромное пролетарское желание - я хочу получить одно, самое хорошее решение. Чтобы ничего не усложнялось (не отступить от ИКР), чтобы вдруг не появилось вот такого автомата для продажи газированной воды, пристроенного к этой тонкой пластине, в оперативном поле - я буду бороться, чтобы там ничего не появлялось.

А. В общем, *слово АЛГОРИТМ ужасно неудачно применительно к АРИЗу*. Слово алгоритм надо перевести на систему алгоритмов, на стандарты. ***Решение задачи по АРИЗу - это творчество в любом понимании.*** **Организованное творчество - это самое главное. Возможность организации творчества дает надежду на то, что так же можно организовать творчество в других видах человеческой деятельности, что неизмеримо более заманчиво, чем просто возможность решать технические задачи.**

А. Часто бывает - от АРИЗа требуют примерно такого же четкого однозначного механического решения, как мы сейчас вправе требовать от стандартов. А между тем, АРИЗ по самой своей природе не приспособлен к этому.

А. В большинстве случаев решение, к которому вы приходите по АРИЗ - коряво, выглядит не убедительно; т.е. то, что является скорей исключением и редким случаем, когда вы применяете стандарты, при АРИЗе скорей правило - он редко дает очевидные, убедительные, покоряющие ответы. Выходит такой «гадкий утенок». Вот здесь, решая задачи по АРИЗу, надо быть морально готовым к тому, что вы на выходе получите сопротивление аудитории, возражения... Что можно сделать? Там за вами стояли какие-то правила, более или менее надежные. Здесь этого нет. Здесь слабость решения может быть и слабостью вашего решения и слабостью АРИЗа, реальной, а не кажущейся. Единственное, что можно сделать, это вновь, еще раз просмотреть решение задачи; вновь, еще раз просмотреть каждый шаг и сверить полученный ответ с тенденциями развития технических систем.

А. АРИЗ предназначен для решения задач, по которым мы не можем заранее прийти к тому или иному *стандартному классу.* Оба инструмента построены на одном и том же фундаменте. Там и там используются правила, законы, постулаты развития технических систем. Только в стандартах они используются в чистом виде, работают открыто. Можно так сравнить: *если стандарты - это кадровая армия, то АРИЗ - это кадровая армия плюс народное ополчение, плюс партизаны*, плюс кто во что горазд с кольями, дрекольем на врага. Здесь всё: помимо тех же законов, ИКР, ФП, наряду с ними есть и чисто психологические моменты мобилизации человека.

Они тоже основаны на принципах и законах, но других совсем, на законах мышления. В чем это конкретно выражается?

- Во-первых, ставится задача в одном понимании, в одних словах, а фактически на выходе получаем решение совсем других задач. Вот это одна из главных особенностей работы по АРИЗ. Обычно где-то в середине происходит какой-нибудь фокус - меняется смысл слова, меняются какие-то понятия, *перерождается* сама задача. И [это] очень важно! Многие ошибки при решении возникают от того, что мы мчимся при решении задачи [по алгоритму] шаг за шагом - раз, раз, раз..., отвечая на вопросы и *пропуская этот момент*, трудноуловимый момент перестройки понятий, в которых дана задача. Потом, когда задача будет решена, выяснится, что мы, в сущности, неправильно ставили ее, слушатели возмущаются...
- Второй момент. В АРИЗе есть какие-то дистанции асфальтированные, а есть такие, которые вообще можно сравнить, наверно, с пунктирной линией. Там нет ровной, накатанной дороги - где-то, на каком-то кусочке проскочил довольно быстро, почти механически, а потом надо затормозить себя и проверить, так ли это все. Оглянуться - выстраивается ли какая-то логическая линия. То есть работа по АРИЗу всегда должна идти в очень замедленном темпе, с многократным возвращением назад с целью просматривания - выстраивается ли ровная логическая линия развития или нет.
- Вот еще одна особенность. По мере приближения к интересной области наступает запрет. Так что "невозможно" хозяина задачи я воспринимаю как одобрение. Я в эту область буду стремиться: *почему это невозможно?*

А. Вот конкретный пример. Лет 7 назад проводили семинар, и [я] дал задачу о разделении щепы коры и древесины. Смысл задачи был примерно такой. Есть вещество А - такая-то щепа, есть вещество В - такая-то щепа и надо суметь их отделить, хотя характеристики их ничем не отличаются. И вот тут встал оппонент и сказал, что такую задачу решить принципиально невозможно. Отличить неотличимое нельзя. Зачем тратить время. На него зашикали, бедного человека подавили, он утих, но взыграл через 5 часов, когда задача была благополучно решена: "Я был прав. Вы решили *не ту* задачу. Ту задачу, которую вы поставили, никто решить не смог. Это *философски* неверно». Главный философ предприятия!

А. Действительно, мы не научились разделять неразделимое. Мы решили другую задачу - мы научились разделять вещества, которые различаются. *Заранее* стали придавать разные свойства - тогда, конечно, очень легко различать. Вот этот эффект - он проявляется при решении многих трудных задач.

А. Другой пример, тоже хорошо известный - это решение задачи о ледоколе. Там возникает такая же картина. Слушатели довольно часто не без оснований говорят: вы ведь не решили задачу про ледокол. Вы решили задачу о создании совсем другого корабля. Вы изменили задачу. Какое Вы имеете право менять задачу?

А. Мы должны прививать слушателям свойство: *не испытывать религиозного почтения к словам*. Словесная формулировка не совершенна. Не цепляться за каждое слово, а помнить, что оно имеет множество синонимов. **Понятие - иллюзия, вещь меняющаяся. Понятиями человек прикрывает свое незнание.**

А. Допустим, в АРИЗ вложена неверная трактовка задачи, неверная трактовка того или иного шага. Тогда что должно быть продукцией через 2-3 шага? Продукцией, мне кажется, должно быть выявление, обострение несоответствий, обострение той болезни, которая была заложена вначале. Он [АРИЗ] должен усиленно начать "скрежетать", показывать, что так нельзя.

А. В алгоритме нет очень важного момента: проделал один шаг - надо вернуться, согласовать и *слить в единую линию*. Выполнил следующий шаг, снова надо вернуться, согласовать и слить в единую линию. Вот этого нигде не было. Шаг вперед и много шагов назад. Как это формализовать? Нельзя ждать до конца и потом возвращаться, слишком много придется переделывать. Может быть, следует ввести такое правило-примечание в каждый шаг или в общие указания по работе с алгоритмом.

О работе с мини-задачей

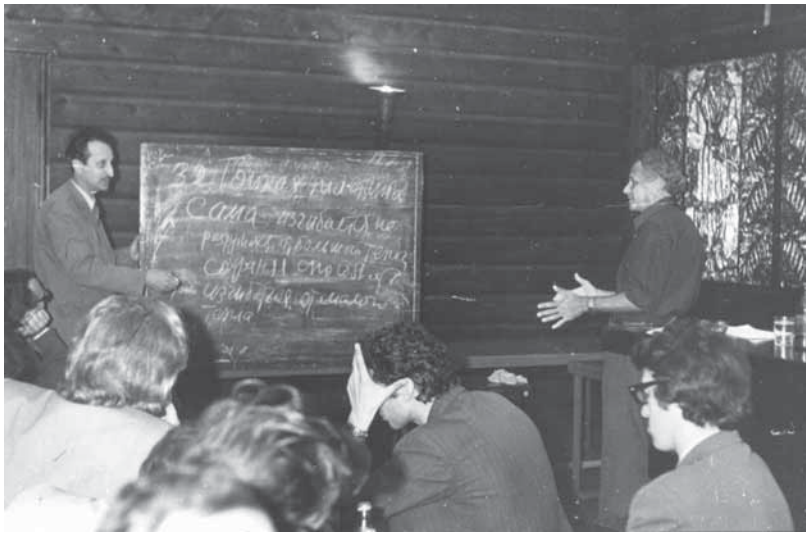
А. Законы должны быть такими, чтобы они исполнялись. Главный принцип, по которому человек действует, это принцип великой лени. Закон должен исходить из того, что человек - ленив. Ну зачем он будет делать глобальную работу, не попытавшись отделаться минимумом? Сначала надо решить минимальную задачу и с этим покончить.

О завершении работы по АРИЗ

А. Есть какая-то система, она попадает к нам с какой-то частичной задачей. Мы решаем эту задачу и по ходу дела меняем эту систему. Была - такой, стала - такой. А вот после этого мы обязаны, работая по АРИЗу, внести в систему *следующие* прямые изменения. Меняется немножко и надсистема. Но дело в том, что сама вот эта вот система, в принципе, не меняется, только через измененные элементы.

Я могу привести аналогию. Как работает плохой врач? К нему приходит человек, у него рана на пальце. Он смотрит рану на пальце, перевязывает, делает все необходимое. Что делает хороший врач? Спрашивает о здоровье - подходит комплексно. Хороший врач отличается от плохого тем, что он решает для себя принципиальный вопрос: то, что здесь произошло, произошло по местным причинам? Или если уж человек встал на ремонт, так давайте подвинтим, подкрасим всюду, где можно.

Получается, скажем, мы применяем здесь, к примеру, семь законов, семь правил, семь стандартов (восемь, девять, десять...). А остальные - простаивают. Уж если больной лег к нам в больницу, задача поступила к нам на рассмотрение, почему бы ее не пропустить через *этот* элемент, через *другие* элементы, такие правила, которые прямо в АРИЗ не входят. Вот принцип динамизации. Мы знаем, что любая система, если она не динамична, станет значительно более динамичной. Почему не проверить ее по этому показателю?! Был круг, сделали квадрат и вбили два гвоздика, система заработала. Мы знаем о законе перехода с макроуровня на микроуровень. Почему бы не проверить эту часть, всю систему на действие этого закона? Это очень многое сулит, мы же ничего не потеряем.



Чему учить, когда учишь АРИЗу

А. До 75-го года, когда все задачи пропускали только через АРИЗ, было крайне рискованно вводить вольнодумство, отсебятину и прочую самодеятельность. Теперь мы надежные, стандартные задачи - а это, в общем-то, большой кусок - отвели на стандарты. *Ну чего нам бояться? Почему не сказать слушателям, что не все задачи совершенно гладко проходят по АРИЗу.*

Надо учить не букве АРИЗа, нужно учить не изменять духу.

(Продолжение - в следующем выпуске журнала)

В. Митрофанов

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ШКОЛА ТРИЗ

В этом году питерская школа ТРИЗ достигла «христовского» возраста. По аналогии можно считать, что 33 года – это пора зрелости и больших свершений. Мы попросили ответить на вопросы редакции основателя школы Волюслава Владимировича Митрофанова и активных её продолжателей Семена Соломоновича Литвина и Александра Львовича Любомирского.

ИСТОКИ

1. Что было главной причиной возникновения школы ТРИЗ в Ленинграде?

У многих есть желание помогать людям в их делах. Это коснулось и меня, когда я познакомился с ТРИЗ. Я понимал, что ТРИЗ может стимулировать рационализаторские предложения и даже изобретения (пусть небольшие) моих сотрудников. И мне захотелось обучить их ТРИЗ, привить любовь к творчеству. И я был страшно удивлён, когда они отказались изучать ТРИЗ! Тогда я стал проводить занятия с группой комсомольских работников, читать лекции на базе предприятий и, в конце концов, с помощью комсомола попал в Выборгский дворец культуры, где была организована школа молодого рационализатора. Я понимал, что если на заводе не удаётся привлечь народ к творчеству, то в городе всегда найдётся человек пятьдесят, которые захотят изучать ТРИЗ. Самое главное - у меня была уверенность в этом, что ТРИЗ дает каждому человеку уверенность в своих силах и возможность решать простые производственные задачи по повышению качества изделий и увеличению выхода продукции. И хотя я понимал, что теория Г.С. Альтшуллера не завершена, технических материалов, которые он присылал мне, было достаточно, чтобы выполнить свое желание.

2. Что способствовало успешному развитию и столь долгой жизни основанной Вами школы ТРИЗ?

Организация народного Университета на базе школы молодого рационализатора привела к тому, что к нам пришло много талантливых, способных к творчеству людей. Я не только обучал их ТРИЗ, но и сам у них учился. Так, благодаря В. Петрову, я познакомился с книгами Д. Карнеги, а “с подачи” С. Литвина и Б. Злотина – стал читать фантастику, которую раньше не любил. Это обучение способствовало тому, что мне приходилось много читать, беседовать со слушателями и т.д.

В Университете был организован методический совет, который собирался 2 раза в месяц и на нем решались все вопросы, возникающие в процессе обучения, проводились защиты дипломов, подготовка к конференциям и т.д. В совет входили все желающие, и каждый имел право голоса. Большое внимание уделялось подготовке преподавателей. Те, кого мы считали достойными обучать ТРИЗ, обязательно заслушивали на университетских конференциях и на контрольных лекциях, которые они проводили.

Преподаватели рассказывали слушателям Университета о собственных исследованиях и полученных результатах. Занятия проводились не только по ТРИЗ и АРИЗ, но и по ознакомлению со статьями из журналов «Химия и жизнь», «Знания и сила», «Наука и жизнь», реферативными журналами, «Бюллетенями изобретений» и т.д. Кроме этого, использовались репродукции картин М.К. Чюрлёниса, его музыка. Каждый выпуск слушателей ходил на лекции знакомого искусствоведа в Эрмитаж. Были экскурсии в музей Артиллерии, которые проводил Б.Злотин. Перед защитой дипломных работ всегда проводилась предзащита, на которой могли присутствовать все желающие. В конце учебного года мы приглашали представителей редакции какого-нибудь журнала. Они нам рассказывали о своих планах, отвечали на вопросы. К этому же времени готовились доклады для конференции, которая проводилась в Университете. Таким образом, в конце учебного года у нас был праздник, продолжавшийся 3 дня: встреча с редакцией журна-

ла, конференция и защита дипломных работ. Лучшие дипломы отмечались золотой, серебряной и бронзовой медалями. Присуждение мест проводилось коллективно.

Это разнообразие знаний приводило к тому, что мы каждый год имели слушателей, друзей и товарищей предыдущего выпуска.

3. Что, по-Вашему, отличает Питерскую школу ТРИЗ от других школ?

Как уже упоминалось, кроме изучения ТРИЗ в Университете была культурологическая программа. Люди проводили время не ради выгоды, а ради интереса. Именно эта компонента (к сожалению, нереальная сегодня), позволила вырастить поколение разносторонних специалистов, ставших впоследствии Мастерами ТРИЗ.

4. Какие наиболее яркие практические результаты дала Петербургская школа ТРИЗ?

Самым ярким практическим результатом могло бы стать повсеместное внедрение ТРИЗ на предприятиях города. Однако в связи с буржуазной революцией промышленность «упала», число инженеров, желающих стать изобретателями, резко сократилось, что сказалось на количестве слушателей Университета. А учитывая, что все передовые страны взялись за изучение ТРИЗ, можно ожидать, что нашей стране скоро предложат закупить какую-нибудь “ТРИЗ+” или “ТРИЗ++”...

Естественно, остается мечта, чтобы в стране был организован научно-исследовательский институт ТРИЗ.

Теперь о реальных результатах.

Многие выпускники Университета на базе ТРИЗ организовали свое Дело либо активно применяли ТРИЗ в различных направлениях. Б. Злотин после отъезда из Ленинграда создал Кишинёвскую школу ТРИЗ. Н. Колчев организовал в Сосновом бору «Клуб юных изобретателей», который существует и поныне. И. Викентьев занялся ТРИЗ-образованием детей, организовал школу «Взмах», а затем рекламную фирму «ТРИЗ-шанс». В. Канер и О. Новосельцев в Центре «Информпатент» использовали ТРИЗ для создания и описания изобретений, В. Волков - для оценки изобретательского уровня разработок, В. Саурин - для прогнозирования тематики НИР. Многие инженеры (Т. Китенко, Т. Таратенко и др.) стали учителями школ и несут ТРИЗ детям вместе с профессиональными педагогами: сегодня ТРИЗ преподают более 100 учебных заведений города и области. В. Федорову ТРИЗ помогла изобрести всем известный прибор “ВИТАФОН” и создать успешно работающую фирму. С. Фаер стал одним из первых использовать ТРИЗ в общественных отношениях и социологии.

Многим людям обучение ТРИЗ помогло найти себя в новой профессии. Например, морские офицеры Ю. Федосов, С. Хиврич, П. Чуриков, А. Ефимов, выйдя в отставку, стали профессиональными тризовцами.

На заводе Электросила выпускниками университета Б. Злотиным, В. Герасимовым и С. Литвиным была организована группа специалистов по функционально-стоимостному анализу (ФСА), которая показывала очень хорошие результаты. Впоследствии ими при поддержке В. Цурикова, создателя корпорации “Invention Mashine Corporation” в США, была организована фирма «Изобретающая Машина», ныне - Научно-исследовательский центр «Алгоритм». Пожалуй, это - наиболее значимое достижение петербургской школы ТРИЗ

М. Литвин А. Любомирский

АЛГОРИТМЫ ТРИЗ В «АЛГОРИТМЕ»: ОТ ИСКУССТВА К РЕМЕСЛУ

1. Можно ли считать, что в Петербурге существует своя научная школа ТРИЗ?

Если да, то каковы ее общие особенности?

Как положено, начнем с определения. Согласно Большому энциклопедическому словарю, *научная школа - это направление в науке, связанное единством основных взглядов, общностью или преемственностью принципов и методов*. Принимая без обсуждения, что ТРИЗ является полноценной наукой (что, вообще-то, не является самоочевидным и нуждается в доказательстве, которое опускаем в силу его пространности), осталось проверить наличие остальных критериев.

Что касается основных взглядов, то на первом месте, безусловно, стоит ее величество Инструментальность, в девичестве Практическая применимость, подпольная кличка «отсохизм» - в смысле «от сохи». Действительно, методические разработки «школяров» не претендуют на создание «общей теории всего». Но зато с их помощью можно сделать то, что раньше делалось только благодаря опыту и интеллекту. Первый вопрос при обсуждении любых новаций: как практически применить ваш подход, если все сказанное о нем – правда? Отличительной особенностью разработок Петербургской школы, начиная со ставших уже хрестоматийными *свертывания* и *объединения альтернативных систем* и кончая еще относительно малоизвестным *функционально-ориентированным поиском* (о нем можно будет прочитать в следующем выпуске журнала), является *наличие пошагового алгоритма* (на нашем сленге это называется «делай раз, делай два»).

Почему мы считаем **инструментальность** методики одним из основных ее достоинств? Следует начать со сверхзадачи ТРИЗ, которая в наиболее краткой формулировке звучит так: демократизация творчества. В самом деле, только превратив искусство в ремесло (в самом лучшем смысле этого слова), его можно сделать доступным для многих. Стоит убрать или значительно ослабить эту составляющую, как ТРИЗ быстро и необратимо превратится в своего рода эзотерическое учение, доступное лишь избранным адептам. Ну и, разумеется, сама природа профессионального применения ТРИЗ (когда инновационные проекты выполняются поточным методом с использованием разделения труда, детального планирования и прочих «прелестей») делает такие характеристики методики, как практическая применимость и воспроизводимость, просто жизненно необходимыми.

Ещё одним критерием научной школы является **преемственность** – наличие механизмов воспроизводства научных кадров, воспитанных лидерами школы. С преемственностью, судя по всему, у нас все в порядке. К примеру, сейчас методике обучают представители уже третьего и даже четвертого поколения преподавателей. Кроме того, мы стараемся уйти от ситуации, когда существенная часть методики не кодифицирована и передается в виде устной традиции. Упорно разрабатываются подробные, иллюстрированные примерами руководства (опять же, в излюбленном стиле «делай раз, делай два»), которые когда-нибудь покроют всю применяемую нами методику и позволят транслировать ее снова и снова без существенных потерь. Также созданы и продолжают совершенствоваться тесты, позволяющие объективно оценить уровень знаний и навыков применения ТРИЗ. Все эти усилия, в конечном счете, направлены на снижение зависимости школы от персоналий, т.е. обеспечение той самой преемственности. Ну а от ее обратной стороны – застоя – спасает постоянная проверка практикой, которая все время испытывает методику на прочность, порождая новые проблемы - одну заковыристее другой. В общем, все по Стругацким - «сайва, парень, спросит – и надо успеть ответить!».

С организационной точки зрения, **расширенное воспроизводство школы** и обеспечивающая его передача знаний происходит в двух основных формах. Во-первых, это открытый для всех *ТРИЗовский Университет (официально – Международный Университет Научно-Технического Творчества*) – одна из старейших в мире постоянно действующих школ ТРИЗ. Он был создан в далеком 1973 году, знал взлеты и падения популярности, но по-прежнему жив и здоров и исправно поставляет на рынок всесторонне образованных специалистов по ТРИЗ. Такой обширной программы, как у него – от 240 до 480 учебных часов – нет, пожалуй, больше нигде в мире. Ко всему прочему, наш Университет является отличным инкубатором для выращивания преподавателей и удобной площадкой для обкатки новых методических находок.

Во-вторых, это *система семинаров* с отрывом от производства, предназначенных для интенсивной подготовки ТРИЗ-профессионалов (3-го уровня и даже несколько выше по сертификационной шкале МА ТРИЗ). В 70-80-е годы через такие семинары, проводившиеся на базе существовавших тогда отраслевых ИПК (институтов повышения квалификации) прошли сотни инженеров. А, начиная с 90-х годов прошлого века и по настоящее время эти семинары проводятся в Научно-Исследовательском Центре «Алгоритм».

Результатом всей этой деятельности является регулярное и все более массовое появление специалистов по ТРИЗ, которые включаются в тот постоянно обновляющийся и в то же время неизменный сплав индивидуальностей, подходов, традиций, знаний и навыков, который и представляет собой Петербургскую школу ТРИЗ.

Кроме того, как нам кажется, **нас объединяет отношение к ТРИЗ как к области деятельности** – не образу жизни, не способу мышления, не объекту служения/поклонения, не хобби и не приятной и ни к чему не обязывающей теме для разговоров. Для нас ТРИЗ – **это работа** – часто интересная, всегда напряженная, но, в общем, рутинная. При этом ТРИЗ одновременно и основной инструмент, и объект приложения сил. Если суммировать в двух словах, то наш подход к ТРИЗ можно описать так: прагматичность и ответственность.

Как видим, все основные признаки научной школы имеют место быть, так что ответ на первый вопрос положительный.

2. Два слова об истории ее возникновения и основателях?

Об истории так об истории. «Не лепо ли нам бяшет, братие»... Нет, пожалуй, так глубоко заглядывать не стоит. Что ж, будем считать, что все началось в 1973 году, когда в Ленинграде В.В.Митрофановым была создана первая школа ТРИЗ с бодрым названием УМРИ (Университет Молодого Рационализатора и Изобретателя). Всего за несколько лет она набрала обороты и в 1976 была переименована в НУНТТ (Народный Университет Научно-Технического Творчества), бессменным ректором которого долгие годы оставался В.В.Митрофанов. Это были годы бурного развития методики – в частности, классическая ТРИЗ поже-

нилась с не менее классическим ФСА, что привело не только к существенному росту эффективности обоих, но и к значительному увеличению объема материалов, подлежащих изучению. Закономерным результатом этого явился переход в 1978 году к двухгодичному курсу обучения (480 часов) и разделению на три факультета. В разные годы деканами факультетов и руководителями учебных программ были В.Герасимов, О.Герасимов, Б.Злотин, Э.Злотина, А.Кислов, С.Литвин, А.Любомирский, В.Петров. Правда, потом от факультетов пришлось отказаться[1] из соображений человеколюбия, поскольку слушатели рвались сразу на все, а отсутствие в лоне семьи по четыре дня в неделю для большинства из них было чревато крупными неприятностями.

В 1980-м произошел внешне малозаметный, но весьма важный качественный скачок – сразу несколько ведущих ТРИЗовцев (Б.Злотин, С.Литвин, В.Петров) как-то одновременно перешли в разряд профессионалов. Это дало им возможность значительно интенсифицировать разработку методики. В 1988-м – следующий «фазовый переход»: стали возникать ТРИЗовские фирмы, в которых разработка методики была поставлена практически на промышленную основу. Примерно к этому же времени относятся и первые попытки выйти с ТРИЗ на мировой рынок. Оба эти фактора дали мощный толчок развитию методики – понадобилось радикально перелопатить все ее составляющие (начиная от пересмотра основных инструментов на предмет практической применимости и заканчивая выбором учебных примеров и качеством раздаточных материалов). Например, как прикажете рассказывать про анализ мясорубки, если на Западе ею практически не пользуются, т.к. давно уже покупают готовый фарш в супермаркетах, а теоретически вдаваться в интимные подробности манипуляций с сырым мясом ни в какую не желают? Кстати, и в России в тот период с этим учебным примером возникали трудности: на вопрос о связанных с мясорубкой проблемах аудитория дружно реагировала жалобами на отсутствие мяса…

В 1990-м, отвергнув настойчивые рекомендации «держаться за трубу», сектор ТРИЗ и ФСА во главе с С.Литвиным в полном составе покинул НИИ «Электросила» и создал ИМИЦентр, который впоследствии стал *«Алгоритмом»*. Тут уже ленинградская/петербургская школа ТРИЗ появилась на Западе (сначала в Финляндии, затем в Америке) не как учебная дисциплина, а как практическая методика, что немедленно дало импульс для ее дальнейшего развития. (Если честно, в слове «импульс» прячется еще и «щелчок по носу» - много шишек было набито, прежде чем ТРИЗ стала тем, что она есть сейчас). В 1992 году в Америке была создана *ТРИЗовская софтвэрная[2] компания IMCorp*, работавшая в связке с «Алгоритмом». В 2000 году от неё отделилась консалтинговая фирма PVI, которая затем превратилась в фирму GEN3 Partners, распространившую свою деятельность еще и на Японию с Западной Европой. «Алгоритм» получил неограниченный рынок для консультационных проектов, специалисты по ТРИЗ – устойчиво возрастающий спрос на свои услуги, а ТРИЗ благодаря всему этому вышла на новый виток развития.

На этом история, собственно, кончается, и начинается будущее, отделенное от истории неуловимым настоящим моментом. А что сказать о будущем? – То ли еще будет, ой-ой-ой!

3. Какова роль НИЦ "Алгоритм" в становлении и развитии петербургской научной школы?

Ну, начнем с того, что научная школа сама по себе – вещь нематериальная, можно сказать – эфемерная. Действительно, что это такое – научное направление? Руками его не потрогаешь и на зуб не попробуешь. На самом деле, она (школа) в некотором смысле «растворена» в людях, ее составляющих. Соответственно, **«Алгоритм» является источником главного ресурса – кадров**. Причем, без ложной скоромности, следует отметить очень высокий уровень наших коллег – и как специалистов по ТРИЗ (сюда относятся знание методики и умение ее практически применять, навыки преподавателей и разработчиков), и в смысле чисто человеческого потенциала (начиная, разумеется, с интеллекта и заканчивая работоспособностью и **навыками игры в команде**). Конечно, такой расклад возник не сам по себе. Потребовались огромные и целенаправленные (хотя для внешнего наблюдателя малозаметные) усилия для создания и поддержания формы подобной команды. Описание этих усилий выходит далеко за рамки данной темы, поскольку относится к нелегкой и велемудрой науке (с элементами неразоблаченной пока что магии) управления творческими коллективами.

Есть еще причина, по которой именно «Алгоритм» оказался столь плодородной почвой для расцвета Петербургской школы. Это – **профессионализм**. Причем не как оценочная категория (хотя и это тоже), а в самом прямом и даже приземленном смысле этого слова – впервые большая группа людей (больше 100 человек) получила возможность заниматься ТРИЗ, что называется, «за зарплату» - по 8 часов в день (как минимум). Сразу появились сильные и постоянно действующие стимулы профессионального роста, возможность немедленной проверки и внедрения в практику методических разработок, да и просто время для всего этого. Ну и результат не замедлил сказаться. Переходя на язык методики, можно сказать, что при выходе на второй этап S-образной кривой появляется возможность реинвестирования полученных с рынка ресурсов в повышение собственного потенциала, что приводит к увеличению потока ресурсов, и так по кругу – т.е. налицо классическая положительная обратная связь, обеспечивающая бурный рост.

И, наконец, третья причина. Дело в том, что **«Алгоритм» не только источник разнообразных ресурсов** (человеческих, организационных, финансовых и т.п.), **но и основной заказчик и потребитель результатов, производимых нашей научной школой**. Одно дело работать «вообще для человечества», «на перспективу», «авось когда-нибудь в будущем пригодится», и совсем другое дело, если результаты востребованы «здесь и сейчас». Нет, человечество в целом также не в накладе – методические разработки свободно распространяются через доступные всем желающим публикации, научные конференции и учебные семинары, а изобретения внедряются в практику, опять же, в конечном счете, принося пользу всем. Но прямой заказ на разработки всех видов плюс быстрый и внятный отклик (работает – не работает) создают почти идеальные условия для развития такой научно-прикладной дисциплины, как ТРИЗ.

Кстати, если говорить о будущем, то положение со временем должно измениться. Когда-нибудь центр тяжести методических разработок и обучения ТРИЗ, как положено, переместится в университеты, а консультативные фирмы и инновационные отделы крупных корпораций будут получать оттуда готовых профессионалов. Сейчас этому препятствует проблема «курицы и яйца» - университеты не готовят специалистов, потребность в которых явно не артикулирована рынком, а рынок не заказывает специалистов, которых никто не готовит[3] . Так что деятельность «Алгоритма» и связанной с ним научной школы имеет еще одно измерение – **инспирирование общественного заказа на ТРИЗовцев.**

Надо отметить, что, говоря «Алгоритм», мы имеем в виду интернациональную связку «Алгоритм» - GEN3. Это важно по нескольким причинам:

- Прямой выход за рубеж открывает, как уже говорилось, огромный рынок для связанных с ТРИЗ продуктов и услуг, спрос на которые в России пока, к сожалению, весьма ограничен.

[1] Сегодня в МУНТТР снова работают три факультета – технический, педагогический и заочный (прим. ред.)
[2] Разрабатывающая компьютерные программные продукты (прим. ред.).
[3] Справедливости ради следует отметить, что специалистов по ТРИЗ сегодня уже активно ищут и привлекают к работе известные фирмы в Корее (Samsung, LG), США (Ford, Intel и др.), Китае, странах Европы, а ТРИЗ как учебная дисциплина или как составная часть других дисциплин преподается в нескольких петербургских вузах. Но об этом будем писать отдельно (прим. ред.).

· Обеспечивается интенсивное распространение ТРИЗ по планете, которое в противном случае тормозилось бы языковыми, культурными, организационными и финансовыми барьерами. А сейчас работа ведется более чем в 30 странах, и процесс набирает обороты.

· Школа перестает быть «географической», что хорошо, поскольку территориальная замкнутость почти неизбежно приводит к отставанию, ограниченности и сужению горизонтов, т.е. к провинциальности, а продолжает жить и развиваться именно как научная.

4. Несколько слов о "послужном списке" фирмы?

Раз речь идет о послужном списке, то и ответ построим в виде списка:

· Общее число людей, прошедших обучение в НУНТТ и на семинарах представителей Петербургской школы – более 20 тысяч человек. Количество подготовленных ТРИЗ-профессионалов – более 200 человек.

· Количество Мастеров ТРИЗ, которых вырастила Петербургская школа – 13 человек (это 20% от общего числа Мастеров), в том числе в самом «Алгоритме» и GEN3 работают 5 Мастеров ТРИЗ.

· В «Алгоритме» - 27 сертифицированных специалистов по ТРИЗ (30% работающих в фирме ТРИЗовцев).

· Количество выполненных проектов – сотни.

· Фирмы-заказчики – Alcoa, Chiquita, Clorox, Energizer, General Electric, Honda, Motorola, Procter & Gamble, Samsung, Siemens, Textron, Toshiba, Unilever, Xerox, etc.

· Работа ведётся в сотрудничестве с ТРИЗовскими фирмами Б.Голдовского, Г.Иванова, Э.Кагана, А.Кудрявцева, Ю.Саламатова, В.Сибирякова. Сейчас ведем переговоры о сотрудничестве со Б.Злотиным. Проверить инициалы

5. Какие основные задачи и направления Вы видите сегодня в научно-исследовательской деятельности НИЦ "Алгоритм"?

Если говорить о переднем крае, то это, безусловно, развитие, если можно так выразиться, бизнес-составляющей методики. И речь вовсе не идет о еще одной попытке использования ТРИЗ в бизнесе (маркетинге, рекламе, etc.). Проблема заключается в поддержанном методикой обоснованном выборе направления, в котором следует совершенствовать техническую систему.

Для пояснения сказанного обратимся к истории. Классическая ТРИЗ, какой ее задумывал Генрих Саулович, была предназначена для решения изобретательских задач (что, собственно, отражено в самом ее названии). Причем исходным материалом для задачи являлся определенный недостаток технической системы. Как выявлять недостатки, вопрос, в общем, не ставился – считалось, что уж чего-чего, а недостатки своей системы заказчик знает назубок. При переходе к профессиональному консультированию быстро выяснилось, что решать задачи по устранению отдельных недостатков малопродуктивно, и прежде всего потому, что заказчика обычно интересует комплексное улучшение системы, для достижения которого нужно устранить множество недостатков, некоторая часть которых может быть заказчику и неизвестна. Поэтому пришлось как бы отступить на шаг назад и разработать методику выявления недостатков, подлежащих устранению. Отсюда произросли функциональный анализ и другие основанные на нем инструменты – от анализа причинно-следственных цепочек до свертывания.

Но этим дело не ограничилось. Оказалось, что прежде чем браться за выявление недостатков системы, нужно сначала решить, какую систему, собственно, следует улучшать? Ведь заказчик далеко не всегда привязан к одной определенной системе – ему главное, чтобы она выполняла что требуется, а какой именно при этом будет принцип действия – не суть важно. Так появился бенчмаркинг[4] в симбиозе со значительно переработанным анализом развития систем по S-образной кривой.

Затем возникла новая напасть. Оказалось, что заказчик нередко не в состоянии обоснованно и внятно сформулировать даже цель проекта! Вернее, он думает, что цель сформулирована абсолютно четко, заявляя, что ему хотелось бы расширить рынок сбыта своего товара или, наоборот, защитить занятую нишу от атак конкурентов. А что нужно для этого улучшить в системе – снизить факторы расплаты (какие именно?), повысить функциональность (по какому параметру?) или просто освежить дизайн – это, мол, ребята, вы уж разбирайтесь сами, на то вы и консультанты. То есть вместо надежного, как скала, фундамента отлаженных и взаимосвязанных аналитических инструментов, осененных законами развития технических систем, под ногами оказывается зыбкая почва всякого рода маркет-трендов[5], пользовательских приоритетов и прочих туманных материй. Ну, глаза боятся, а руки делают – пришлось практически на ходу разрабатывать концепцию главных стратегических параметров и перехода от них к главным функциональным параметрам. По ходу дела мы даже пошли на то, чтобы замахнуться на «священную корову» маркетинга – ориентацию на «голос потребителя». Например, неожиданно выяснилось, что далеко не все требования, вроде бы предъявляемые потребителем к товару, на самом деле влияют на его выбор. А зачем, спрашивается, тратить силы на улучшение параметра, который не повышает привлекательность товара?

Все сказанное относится к движению «назад», т.е. к проникновению методики на все более ранние стадии инновационного процесса. Но не менее важен и противоположный вектор – методическое обеспечение внедрения разработанных технических решений в практику. Действительно, раньше было просто – наше дело сгенерировать классную идею, а уж как с ней поступать дальше – это проблема заказчика. Теперь фокус не проходит – заказчики-то теперь постоянные, они имеют возможность проследить историю взаимоотношений с нами на протяжении длительного времени, собрать статистику и озадачиться резонным вопросом – а какая, собственно, конечная польза от всех совместных проектов? Отчеты солидные, презентации яркие, идеи одна другой лучше – с этим никто не спорит. А сколько из них внедрено, и какую прибыль это принесло? И жалкий лепет насчет разделения зон ответственности, отсутствия рычагов влияния на процесс внедрения и прочих благоглупостей никто во внимание принимать не будет.

Пришлось разбираться еще и с внедряемостью. На этом пути возник функционально-ориентированный поиск во всей его силе, позволивший приносить заказчику не идеи на бумаге, пусть даже обоснованные сколь угодно убедительными расчетами и ссылками на литературу и мнения специалистов, а «живые» технологии, нуждающиеся лишь в небольшой подгонке. Правда, в придачу к нему пришлось создавать и поддерживать глобальную сеть экспертов с собственной иерархией, базами данных и прочими атрибутами, но тут уж ничего не поделаешь…

Таким образом, стоит (и, в общем, достаточно успешно решается) задача единого методического обеспечения всего процесса инновации – от определения цели через выбор системы к выявлению и устранению недостатков с обеспечением заведомой работоспособности и эффективности найденных решений, затем к практическому внедрению, оценке бизнес-результатов и выходу на новый виток. Задача масштабная, что говорить, но совершенно необходимая. Утешает одно – работы хватит всем и надолго.

[5] Кстати, в этом номере журнала о них можно почитать в статьях С.Литвина М.Гершмана "Параллельные линии эволюции" и О.Абрамова "Рыночно ориентированное прогнозирование развития ТС (на примере прогноза развития беспроводных локальных компьютерных сетей)".

О.Ю.Абрамов

РЫНОЧНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(НА ПРИМЕРЕ ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ)

ТРИЗ — ПРОГНОСТИКА

По образованию - радиотехник. Имеет степень кандидата технических наук и ученое звание доцента.

Знакомство с ТРИЗ началось в 1982 году с книги Г.С. Альтшуллера «Творчество как точная наука». ТРИЗ-образование - 2-годичный курс Народного Университета Научно-Технического Творчества (1984-1986 г.) Сертифицированный специалист по ТРИЗ.

С 1996 по настоящее время в ходе работы в ООО «Алгоритм» изучал и успешно применял методологию ТРИЗ, ITDTM (Innovative Technology of Design) и ТРИЗ++ в инженерно-технических консультационных проектах. Руководил выполнением более 30 успешных ТРИЗ-проектов.

Любимые темы ТРИЗ–исследований: причинно-следственный анализ, анализ вещественно-полевых ресурсов и «диверсионный анализ».

Жизненный девиз – «без труда – не вытащишь…»

Примечание редакции. Проверка показала, что на отлов сфотографировавшейся сфотографировавшейся рыбы имелась лицензия и жалоб от нее не поступало.

Аннотация

Рассмотрена методика рыночно ориентированного прогнозирования развития высокотехнологичных технических систем (ТС), дан пример успешного прогноза, выполненного в 2000 году.

Рыночно ориентированным автор называет такое прогнозирование, цель которого - выявление ТС, а также ее конкретного компонента, в развитие которого перспективно вложить капитал для получения скорейшей прибыли.

Для выявления наиболее коммерчески перспективной ТС предлагается использовать анализ физических пределов развития конкурирующих и альтернативных ТС по параметрам главной полезной функции (ГПФ) в сочетании с анализом текущего этапа их жизненного цикла.

Чтобы выявить наиболее перспективные для совершенствования компоненты ТС, предлагается использовать причинно-следственный анализ в сочетании с анализом физических пределов развития их параметров. При этом принимаются во внимание финансовые и производственные возможности заказчика, который будет внедрять будущие технические решения.

Данный подход позволяет избежать проведения детального анализа всех конкурирующих и альтернативных ТС и их компонентов, что значительно сокращает затраты времени и средств на прогнозирование без снижения надежности прогноза.

Предложенный подход проиллюстрирован примером успешного прогноза развития локальных беспроводных компьютерных сетей (WLAN).

Введение

Прогнозирование развития ТС на основе открытых Г.С. Альтшуллером законов развития ТС (ЗРТС) [см., например, 1; с.73-88] является мощным инструментом, позволяющим, в сочетании с другими «решательными инструментами» ТРИЗ, получить сильные технические решения для выбранной ТС. Эти инструменты в настоящее время хорошо разработаны и широко используются при выполнении консультационных ТРИЗ-проектов, когда заказчик указывает, какая именно ТС должна быть рассмотрена.

Во многих случаях, однако, ставится более трудная задача – сначала определить, в развитие какой конкретно ТС и/или какого ее компонента перспективнее всего вложить капитал с целью получения прибыли, а уже затем найти технические решения, которые эту прибыль принесут. Хочется подчеркнуть, что намерение заказчика получать прибыль именно от вложения в разработку инновационных технических решений является движущей силой многих ТРИЗ-проектов и ответ на вопрос, какую ТС и/или какой ее компонент следует усовершенствовать, имеет решающее значение.

Выбор наиболее коммерчески перспективной ТС из ряда конкурирующих[1] и альтернативных ТС[2], а также выбор наиболее перспективных компонентов этой ТС для их дальнейшего совершенствования на практике часто представляет трудности, потому что для этого требуется изучение рынка, производственных и финансовых возможностей заказчика и других факторов.

В случае сложных высокотехнологичных ТС ситуация осложняется наличием большого количества компонентов, которые можно усовершенствовать и получить положительный эффект, в то время как нужно выбрать только один из этих компонентов - тот, усовершенствование которого даст наибольшую отдачу. Так как ресурсы и заказчика, и рабочей группы проекта всегда ограничены, то выбор наиболее перспективного компонента, на котором будут в дальнейшем сосредоточены все усилия, нужно сделать в самом начале, без детального анализа всех компонентов ТС и без разработки каких-либо технических решений, которые можно было бы сравнить между собой по эффективности.

К сожалению, вопросы выбора наиболее перспективной ТС и/или наиболее перспективных компонентов этой ТС для дальнейшего совершенствования исследованы в ТРИЗ-литературе недостаточно. Данная работа направлена на то, чтобы частично восполнить этот пробел.

Какая ТС является наиболее перспективной?

ТС и/или ее компонент, капитальные вложения в усовершенствование которых могут дать экономический эффект, должна отвечать следующим необходимым условиям:

1. *Быть (или стать) востребованными на рынке в ближайшем будущем, в период, когда планируется получить прибыль от вложения капитала.*

   Это гарантирует возможность продажи данной ТС.

2. *Иметь достаточный резерв для улучшения соотношения качество/цена до величины большей, чем у альтернативных и конкурирующих ТС.*

   Это гарантирует возможность, используя инструменты ТРИЗ, сделать ТС конкурентоспособной и получить экономический эффект от внедренных инноваций.

3. *Давать потенциальную возможность создания новой интеллектуальной собственности, которую можно защитить патентами или know-how.*

   Это затруднит несанкционированное копирование и продажу ТС конкурентами.

Конечно, соблюдение этих трех условий еще не гарантирует коммерческого успеха, на который могут влиять многие субъективные и объективные реалии, часто даже не связанные с техническими характеристиками ТС. Однако без выполнения этих условий достижение коммерческого успеха невозможно.

Заметим, что выполнение третьего условия гарантируется корректным применением существующих аналитических и решательных инструментов ТРИЗ для усовершенствования выбранной ТС и/или ее конкретного компонента. Эти вопросы в данной работе не затрагиваются.

Можно заметить, что ответ на вопрос, какая ТС будет востребована на рынке в течение заданного промежутка времени, является задачей традиционного анализа рынка. На первый взгляд, ответ на этот вопрос можно получить с помощью маркетологов, без привлечения специалистов по ТРИЗ. Это верно лишь отчасти, так как традиционный анализ рынка включает только те ТС, которые уже есть на рынке, в том виде, в котором они существуют на момент анализа. Прогноз, полученный в результате такого анализа, не отличается высокой достоверностью и не позволяет получить ответ на ключевой для нас вопрос - есть ли у данной ТС достаточные ресурсы развития, чтобы вложение средств в ее усовершенствование было экономически оправдано.

Предложенные процедуры для выбора наиболее перспективной ТС и ее самых перспективных компонентов, описанные ниже, обеспечивают более высокую достоверность прогноза. Это достигается за счет того, что в них использованы как элементы классического анализа рынка, так и специфические инструменты, характерные для ТРИЗ-анализа.

[1] Под конкурирующими понимаются ТС, выполняющие одинаковую главную полезную функцию (ГПФ) и использующие для этого один и тот же принцип действия.
[2] Альтернативные ТС – это ТС, выполняющие одинаковую ГПФ, но использующие для этого различные принципы действия.

Выбор наиболее перспективной ТС

1. *Определить главную производственную функцию (ГПФ), выполняемую ТС в выбранном[3] сегменте рынка.*

Это нужно сделать по правилам, используемым при проведении Функционально-стоимостного анализа (ФСА) [см., например, 2, с. 6-9].

2. *Определить главные технические параметры (ГТП), характеризующие выполнение ГПФ и эффективность ТС.*

Эффективность ТС понимается здесь как отношение значения параметров, характеризующих производительность[4] ТС, к значениям параметров, характеризующих затраты[5] на выполнение ГПФ. Для большинства ТС удельные параметры, характеризующие их эффективность, уже известны и могут быть найдены в научной литературе или выяснены у специалистов.

3. *Выявить все конкурирующие и альтернативные ТС, существующие в выбранном сегменте рынка.*

Это можно сделать путем проведения классического анализа рынка с привлечением при необходимости профессиональных маркетологов.

4. *Определить физически достижимые пределы ГТП для выявленных ТС.*

Этот шаг позволяет оценить имеющиеся ресурсы развития ТС (чем дальше достигнутые ГТП ТС от их физического предела - тем больше ресурсов для развития имеет ТС). При его выполнении можно воспользоваться идеями, изложенными в докладе [3].

5. *Определить, на каком этапе своего развития находится каждая ТС.*

Этап развития определяется в соответствии с законом S-образного развития. При этом необходимо принимать во внимание как распространенность ТС на рынке, так и степень близости ГТП ТС к их физическому пределу.

6. *Выявить компоненты надсистемы, работу которых ограничивает величина ГТП существующих ТС и оценить, величину ГТП, которая потребуется для нормальной работы этих элементов в момент начала коммерциализации усовершенствованной ТС.*

Это позволяет определить, сможет ли надсистема использовать преимущества усовершенствованной ТС, без чего новая ТС не будет востребована на рынке. Этот шаг позволяет также оценить, до какого предела имеет смысл увеличивать ГТП ТС в данный момент.

7. *Определить наиболее перспективную ТС, руководствуясь следующими критериями*[6]:

· Выбранная ТС должна выйти на 3-4 этап своего развития (т.е. должна активно покупаться на рынке) к моменту планируемой коммерциализации.

· Физический предел ГТП для выбранной ТС должен быть максимальным.

Выбор наиболее перспективного компонента ТС

1. *Произвести компонентный анализ выбранной ТС по верхнему уровню иерархии.*

Это нужно сделать по правилам, используемым при проведении компонентного анализа в рамках ФСА [2].

2. *Определить ГТП компонентов ТС, влияющие на выполнение ГПФ и эффективность выбранной ТС.*

Для этого рекомендуется построить причинно-следственные цепочки, связывающие ГТП компонентов с ГТП всей ТС, подобно тому, как это делается при проведении причинно-следственного анализа для отыскания ключевых задач [4].

3. *Определить физически достижимые пределы ГТП каждого компонента.*

Этот шаг имеет тот же смысл, что и шаг 4 в описанной выше процедуре выбора наиболее перспективной ТС. Он позволяет оценить имеющиеся ресурсы развития компонентов.

4. *Определить самый перспективный компонент ТС, улучшение которого потенциально позволяет повысить ГТП ТС более всего.*

Для этого необходимо, используя результаты шагов 2 и 3, оценить степень улучшения ГТП ТС при улучшении ГТП каждого компонента в отдельности до значения, соответствующего физически достижимому пределу. При окончательном выборе наиболее перспективного компонента необходимо учесть производственные и финансовые возможности заказчика и выбрать наиболее перспективный компонент среди тех, в которые заказчик сможет внедрить будущие технические решения.

Комментарий: Может оказаться, что улучшение ГТП ТС достигается только при одновременном улучшении ГТП нескольких ее компонентов. В этом случае для дальнейшего усовершенствования выбираются все эти компоненты.

Пример применения предложенного подхода

Предложенный подход был использован при прогнозировании развития локальных беспроводных компьютерных сетей (WLAN) в начале 2000 года.

Первоначально заказчик (маленькая «startup-компания», никогда ранее не занимавшаяся беспроводными сетями) поставил задачу усовершенствовать беспроводную сеть таким образом, чтобы полученные решения позволили захватить значительную часть рынка и получить прибыль. Конкретный тип беспроводной сети и что именно нужно усовершенствовать не указывалось.

Для выявления наиболее перспективного типа беспроводной сети и ее конкретного компонента для дальнейшего усовершенствования нами были применены обе описанные в предыдущих разделах методики.

1. Выбор наиболее перспективной WLAN

Обобщенная типовая структурная схема WLAN показана на рис. 1.

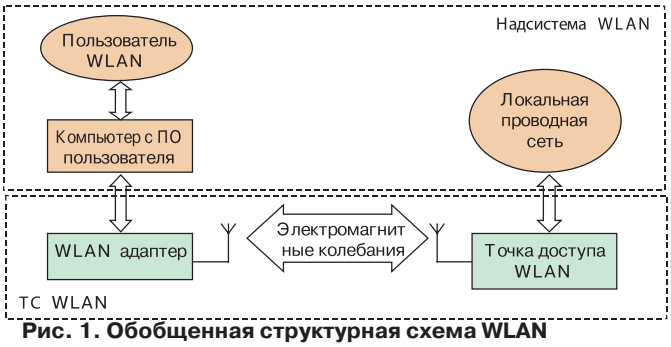


Рис. 1. Обобщенная структурная схема WLAN

Как видно из рис. 1, ТС WLAN включает точку доступа и адаптер WLAN, а также электромагнитные колебания, которые несут передаваемые данные. В надсистему WLAN входят поль-

[3] Сегмент рынка, который должен рассматриваться, как правило, выбирается заказчиком исходя из его производственных возможностей, персональных предпочтений и пр.
[4] Производительность понимается здесь в широком смысле. Например, при рассмотрении систем связи это может быть скорость передачи информации, дальность действия и т.п.
[5] Это затраты любых важных ресурсов на выполнение ГПФ. Например, для систем связи это может быть величина излучаемойая мощностиь, ширина используемой полосы частот и т.д.
[6] Заказчик может добавить другие критерии при отборе выборе наиболее перспективной ТС.

зователь и его компьютер с необходимым программным обеспечением (ПО), а также локальная проводная сеть, к которой обычно подключается беспроводная точка доступа.

Выбор наиболее перспективной WLAN осуществлялся в соответствии с шагами, описанными выше в разделе «Выбор наиболее перспективной ТС»:

5. *Определить ГПФ, выполняемую WLAN.*

ГПФ WLAN – передавать данные (файлы, аудио- и видеопотоки и т.п.).

6. *Определить ГТП WLAN, характеризующие их способность передавать данные и эффективность выполнения ими этой функции.*

Как и для любой системы беспроводной связи, ГТП WLAN - это скорость передачи данных (бит/сек) при заданной дальности действия. В соответствии с известной теоремой Шеннона, «факторы расплаты» при увеличении скорости передачи данных - это необходимость увеличения отношения уровня сигнала к уровню шума на входе приемника (отношения С/Ш) и/или расширение полосы занимаемых частот. Поэтому эффективность WLAN прямо пропорциональна скорости передачи данных и обратно пропорциональна ширине используемой полосы частот и требуемому отношению С/Ш на входе приемника. При этом ширина используемой полосы частот и мощность передачи ограничены законодательством.

7. *Выявить все конкурирующие и альтернативные WLAN.*

Проведенный анализ рынка беспроводных сетей выявил, что в начале 2000 г. на рынке существовало несколько конкурирующих технологий WLAN, находящихся на разных этапах своего жизненного цикла (рис. 2).

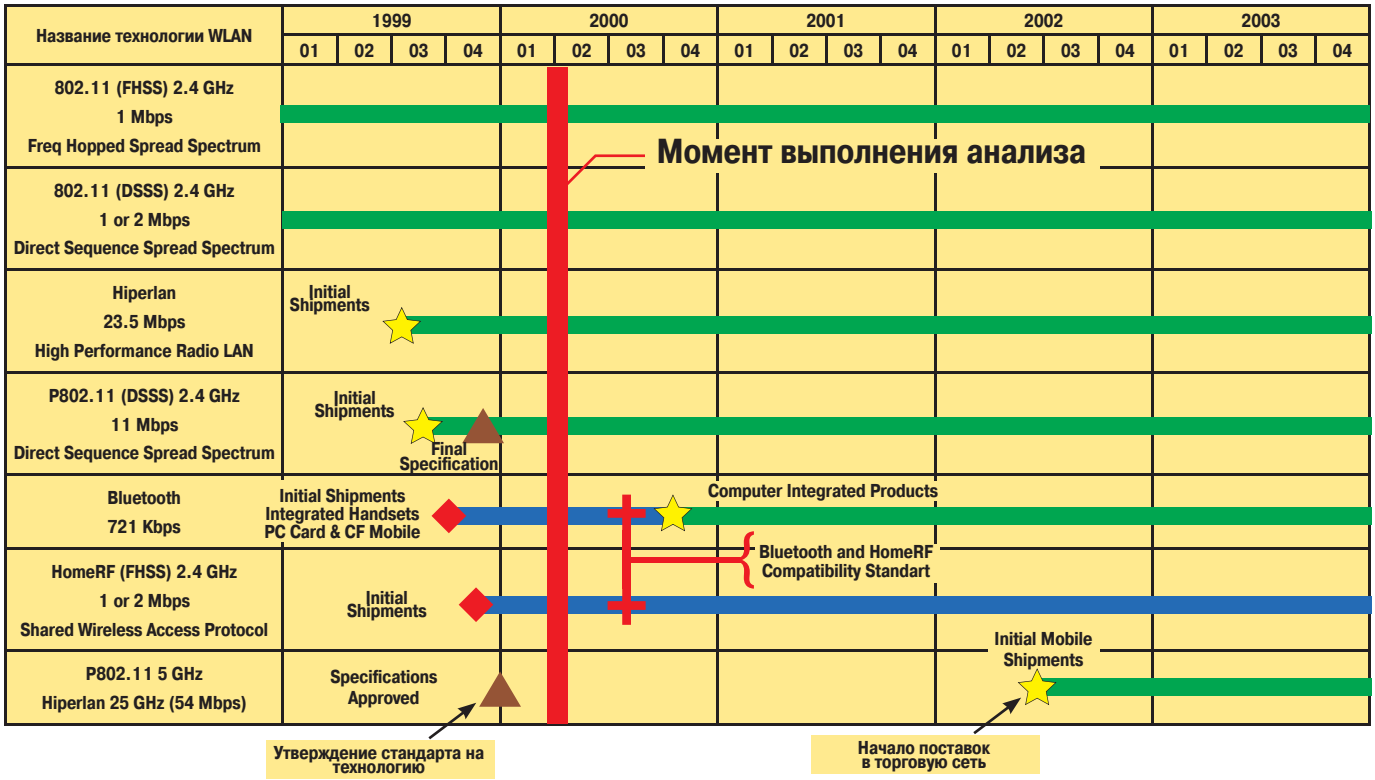


Рис. 2. а). Существовавшие на рынке в начале 2000 г. технологии WLAN (рисунок найден в 2000 году на одном из интернет-сайтов)

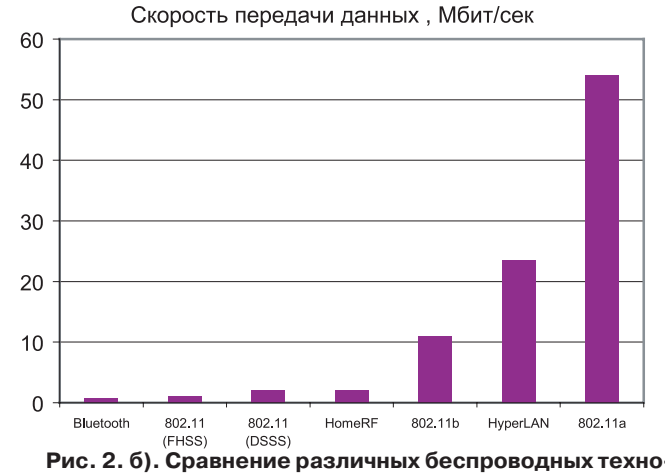


Рис. 2. б). Сравнение различных беспроводных технологий по ГТП

Как видно из рис. 2, по скорости передачи данных безоговорочно лидировали технологии 802.11b (11 Мбит/сек), HyperLAN (23,5 Мбит/сек) и 802.11a (54 Мбит/сек). При этом самой распространенной на рынке и активно рекламируемой в то время была технология Home RF...

В результате анализа рынка выяснилось, что наиболее эффективная на тот момент беспроводная технология 802.11a не сможет преодолеть второй этап своего развития и, следовательно, не сможет начать приносить прибыль ранее середины 2002 года[7], что было неприемлемо для заказчика. Выяснилось также, что вторая по эффективности технология HyperLAN ориентирована на европейский рынок, в то время как заказчика интересовал рынок США.

8. *Определить физически достижимые пределы ГТП для каждой WLAN.*

Анализ показал, что скорость передачи данных и эффективность всех существующих беспроводных технологий далеки от физически достижимого предела и, следовательно, все они имеют достаточные ресурсы для развития.

[7] Технология 802.11a так и не смогла преодолеть второй этап своего развития. В настоящее время ее полностью вытеснила появившаяся позднее технология 802.11g, которая обеспечивает такие же технические характеристики, но при меньшей стоимости устройств.

9. *Определить, на каком этапе своего развития находится каждая WLAN.*

Анализ показал, что ранние технологии 802.11 и технология HomeRF находятся на 3-4 стадии своего развития, тогда как остальные технологии находятся на 1-2 (802.11a и HyperLAN) или в самом начале 3 стадии развития (802.11b, Bluetooth).

10. *Выявить компоненты надсистемы, работу которых ограничивает скорость передачи данных существующих WLAN, и оценить скорость передачи данных, которая потребуется для работы этих компонентов в момент начала коммерциализации усовершенствованной WLAN.*

Такими компонентами являются:

· Локальная проводная сеть, к которой подключена WLAN.

· Пользователь, применяющий установленные на компьютере программные продукты, которые требуют определенной скорости обмена данными по сети.

На момент проведения анализа подавляющее большинство локальных проводных сетей обеспечивало скорость передачи данных не более 100 Мбит/сек. Это превосходило (и до сих пор превосходит) потребности всех распространенных на рынке программных продуктов. Таким образом, повышение скорости передачи данных WLAN до значения, превышающего 100 Мбит/сек, в ближайшее время коммерчески нецелесообразно.

11. *Определить наиболее перспективную WLAN.*

С учетом результатов, полученных на предыдущих шагах анализа, в качестве наиболее перспективной ТС мы выбрали беспроводную сеть, работающую по технологии 802.11b (в последующем эта технология получила название WiFi).

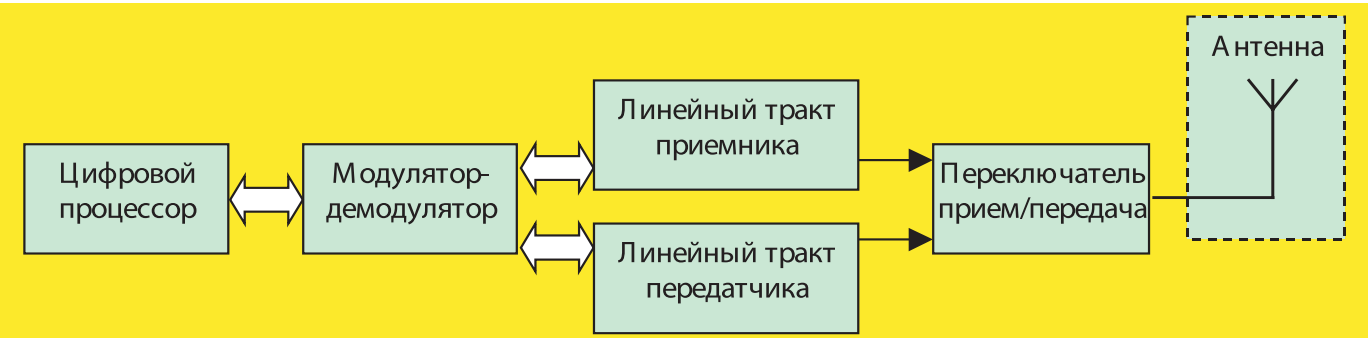
2. Выбор наиболее перспективного компонента WLAN 802.11b

Выбор наиболее перспективного компонента устройства беспроводной сети стандарта 802.11b (рис. 3), осуществлялся в соответствии с шагами, описанными в разделе «Выбор наиболее перспективного компонента ТС».

Результаты, полученные на каждом шаге, представлены в таблице.

Шаг 1. Компоненты WLAN	Шаг 2. ГТП компонентов	Шаг 3. Физически достижимый предел ГТП	Шаг 4. Потенциальное увеличение скорости передачи данных при улучшении ГТП
Цифровой процессор	Избыточность (overhead) в передаваемых данных за счет передачи служебной информации.	<10%	<100%
Модулятор/ демодулятор	Минимально отношение С/Ш на входе, требуемое для работы на максимальной скорости (11 Мбит/сек для 802.11b).	<7 dB	~100%
Линейный тракт приемника	Коэффициент шума (определяет чувствительность приемника).	<1 dB	<100%
Линейный тракт передатчика	Выходная мощность передачи	30[1] dBm (ограничена законодательно)	<1000%
Переключатель прием/передача	Потери	<0,1 dB	<2%
Антенна	Коэффициент усиления антенны	>10 20 dB	>1000%

Рис. 3. Обобщенная структурная схема устройства WLAN.



Как видно из таблицы, наиболее перспективными компонентами WLAN для усовершенствования могут быть антенна или линейный тракт передатчика. При этом увеличению подлежит либо коэффициент усиления антенны, либо мощность передатчика.

С учетом того, что увеличение мощности передачи не требует создания новой интеллектуальной собственности, которую можно коммерциализировать, а также поскольку ее предел ограничен законодательством, мы выбрали для дальнейшего усовершенствования антенну WLAN.

В ходе дальнейшей работы были выявлены ключевые задачи, связанные с увеличением усиления антенны в беспроводной сети, разработана концепция “умной антенны” WLAN, которая к настоящему времени доведена до стадии промышленного образца, но все это уже выходит за рамки данной статьи.

Комментарий. Из таблицы видно, что большое увеличение скорости передачи данных может быть достигнуто также за счет изменения протокола передачи данных или применения более совершенного типа модуляции. Однако это потребовало бы внесения изменений в стандарт 802.11b (фактически - принятия нового стандарта), что обычно занимает несколько лет бюрократической работы, которая не по силам небольшой фирме.

Заключение

Предложенная методика позволяет достоверно и с минимальными затратами сил и времени выбрать ТС и ее отдельные компоненты, коммерческие вложения в совершенствование которых дадут максимальную отдачу.

Особенный эффект методика дает при анализе сложных ТС, поскольку она не требует детального анализа ТС и ее компонентов.

Высокая эффективность методики была подтверждена при выполнении реального консультационного проекта.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. - Новосибирск: Наука, 1-е издание. - 1986, 209с.

2. Герасимов В.Н., Калиш В.С., Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Литвин С.С. основные положения методики проведения ФСА / Методические рекомендации. - М.: Информ-ФСА. - 1991, 40с.

3. Абрамов О.Ю. Избыточность в технических системах. - Доклад на научно-практической конференции “Творчество во имя достойной жизни”. - Великий Новгород, 11-12 июля 2001 года. Опубликовано на сайте http://www.natm.ru/triz/articles/abram/abram01.htm .

4. Павлов В.В. Методика построения причинно-следственных цепочек нежелательных эффектов. - Доклад на научно-практической конференции “Творчество во имя достойной жизни”. - Великий Новгород, 11-12 июля 2001 года. Опубликовано на сайте http://www.natm.ru/triz/articles/pavlov/pavlov03.htm .

М.Баркан

Марк Г. Баркан, ктн, родился не так чтобы давно, но и не недавно, в Киеве. Сейчас живет и работает в г. Шарлотт, США. Женат, двое сыновей и две прелестные внучки.

В течении 30 лет работал иженером, ученым, и руководителем. Изобретал вначале по совместительству, а затем сделал это основным занятием.

Заболел ТРИЗ в апреле 1991 года, во время посещения инженерно-конструкторской выставки в Чикаго. Уже в самом начале процесса изучения ТРИЗ ему стало понятно, что он всю свою сознательную жизнь мыслил примерно в таком же ключе. Просто не знал как это называется.

“Зри в корень” направляло его мышление задолго до его знакомства с ТРИЗ. ТРИЗ помогает быстро находить именно тот корень, в который зреть надобно.

От ТРИЗ к интегральной технологии творчества.

Потребность в целенаправленном изобретательстве резко увеличилась с началом развития земледелия, когда рост населения в сочетании с сокращением животных и растительных ресурсов заставил охотников и собирателей искать новые способы добывания пищи. Например, знакомый всем с детства початок кукурузы не растет в диком виде, а является продуктом сельскохозяйственной деятельности человека. Разные источники датируют начало этой деятельности восьмым-двенадцатым тысячелетием до н.э. Затем появились первые кустарные производства, в свою очередь, требующие инновационного подхода.

В течение долгого времени изобретательство оставалось действием интуитивным, уделом небольшого числа гениев. Да и потребность в нем была незначительной. Здесь интересно отметить тот факт, что на семейных портретах эпохи Средневековья выражение лиц 7-8 летних детей ничем не отличается от выражения лиц взрослых. Одно из объяснений: количество знаний, существующих в то время и необходимых для выживания, было столь скудным, что к 7-8 годам дети уже обладали им в полном объеме.

Эта ситуация начала меняться с эпохи Возрождения с появлением серьезных научных исследований, направленных на познание окружающей природы. Тем не менее, в течение еще длительного времени серьезные изменения в науке и культуре происходили очень редко, поэтому даже небольшое

число талантливых изобретателей вполне удовлетворяли потребность общества в создании нового. Так продолжалось до начала 20-го века. Но уже в первой его половине появилась потребность в методике изобретательства. Общество требовало более частых изменений, а изменения, в свою очередь, еще больше разжигали аппетит. Всего 60 лет тому назад люди не знали, что такое стиральная машина, а белье сушили на свежем воздухе. Не было телевизора, пенициллина, прививок от полиомиелита, принтера, контактных линз и противозачаточных таблеток. Все это появилось за очень короткое время. А в последнюю четверть прошлого века, с появлением компьютеров, изменения начали происходить без перерыва – постоянно.

В тридцатые годы прошлого века начали проводиться исследования в области именно психологии изобретательства, так как считалось, что причина гениальности в особенном процессе мышления. Мозговой штурм, морфологическая таблица, а позже, методы Де Боно и многие другие методики были направлены на приведение в движение творческого мышления. Нужно отметить, что кое-какой успех был достигнут, но на уровне явно неудовлетворительном.

В конце сороковых годов прошлого столетия начали появляться методики изобретательства, основанные на существующей научно-технической базе. Создатели этих методик отталкивались от закономерностей, выявленных путем анализа существующих изделий и технологических процессов. В это же время резко возросла активность в изучении систем и их поведения в различных условиях. В конце сороковых годов прошлого века в США Лари Майлс начал работу по созданию методики Функционально-Стоимостного Анализа. И не случайно, что в это же время Генрих Саулович Альтшуллер начал создавать Теорию Решения Изобретательских Задач. Альтшуллер был одним из первых, кто понял, что процесс изобретательства неприемлемо долог и не отвечает все более растущей потребности в увеличении скорости появления нового.

Нужно отметить, что Альтшуллер не был одинок в своем стремлении разработать технологию изобретательства. Примерно в тоже время предпринимался еще ряд попыток создания подобной технологии. Но большинство из них базировались на изучении психологии, анализе работы мозга изобретателя и создании на основе этого психологических приемов изобретательства. Общим, практически у всех работ в этой области, было понимание необходимости устранения психологической инерции как главного тормоза инновационного мышления.

Пользуясь языком ТРИЗ, можно сказать, что было осознано Административное Противоречие: инноватору, для успешной работы, нужно иметь определенный запас знаний и, в то же самое время, обладать способностью ребенка к смелому, не ограниченному психологической инерцией мышлению. Г.С. Альтшуллер подошел к формулированию и решению этого противоречия с технической точки зрения. И добился намного большего успеха.

Сегодня в мире есть довольно много разработчиков ТРИЗ. У каждого своя система, свой подход. Чей лучше? Однозначного ответа на этот вопрос нет и не может быть. Однако есть, с моей точки зрения, универсальная система оценки – оценка по результату. Задаем вопрос: от чего зависит результативность? Можно оценить результат по многим критериям – доволен ли заказчик, внедрено ли решение, и так далее. Но все эти критерии, согласитесь, субъективного характера. Так от чего же зависит результативность? Лет десять тому назад Ideation International в своих презентациях начала использовать следующую формулу:

Result (результат) = Pc * Pk * (1 + M) * (1 + T)

Где Pc – персональные способности

Pk – персональные знания

M – методика решения

T – инструменты решения.

Из формулы, понятно, что без «мозгов» и знаний результат будет нулевым, а методики и инструменты только усиливают результат, полученный с использованием личных качеств[1].

Применение этой формулы для характеристики результатов, полученных разными разработчиками и пользователями ТРИЗ, позволяет, все еще субъективно, но с большей степенью точности, определить эффективность их работы.

К сожалению, сейчас многие консультанты и консультационные компании начинают или полностью отказываться от использования слова «ТРИЗ», или используют это слово, но в контексте какой-то специфической, только ими применяемой методики инновационной деятельности. Основная причина состоит в том, что на рынке консультационных услуг начинает появляться негативное отношение к ТРИЗ-методологии из-за большого числа консультантов, оказывающих некачественные услуги под маркой ТРИЗ. В итоге, у фирм – потен-

[1] Необходимо отметить, что благодаря существующим методикам развития творческого воображения, персональные способности также становятся величиной переменной. Постоянно развивая качества творческой личности с помощью методов РТВ и других разработанных для этого методик, читая научно-фантастическую литературу, стремясь к новому, свободному, типу мышления, можно заметно увеличить значение первой составляющей формулы результата. Это стремление отражает закономерное восхождение человека от мифического через религиозное к свободному типу сознания (прим. ред.).

циальных клиентов – негативное отношение к единожды «обманувшему» их консультанту распространяется на всю ТРИЗ в целом.

Чтобы остановить эту мешающую развитию ТРИЗ тенденцию, необходимо бороться с существующей неразберихой в понимании «что такое ТРИЗ». Именно эта неразбериха позволяет поднимать «флаг» ТРИЗ недобросовестным консультантам, имеющим к ТРИЗ очень далекое отношение.

В ноябре прошлого года, во время Европейской конференции ТРИЗ, впервые собрались вместе Президенты трех самых влиятельных ассоциаций ТРИЗ мира: Президент Института Альтшуллера Лари Смит, Президент ETRIA Дэни Кавалуччи, и Президент МА ТРИЗ Марк Баркан. Благодаря пониманию важности единого мнения о сути ТРИЗ, было принято решение о создании рабочей группы из представителей этих трех организаций, цель которой - разработка документа, где будет дано четкое определение ТРИЗ, ее составляющих и способов их применения.

Сегодня большинство компаний, применивших ТРИЗ, убеждены в ее эффективности. Но не совсем понятно, когда и каким образом ее применять. Попытки использовать ТРИЗ как панацею от всех болезней практически всегда кончаются неудачно. Неуемное желание генерировать идеи по любому поводу приводит к ситуации, когда пытаются решать не ту проблему, которую надо решать. К примеру, в ТРИЗ нет методики определения зоны конфликта. Подавляющее большинство опытных тризовцев используют другие методики для этой цели. Чаще всего, это ФСА или другая форма функционального анализа. Объединение ТРИЗ и ФСА положило начало процессу создания интегральной инновационной технологии на основе ТРИЗ. И этот процесс логически вытекает из общей теории систем, частью которой является ТРИЗ. Методики, применяемые GEN3 под руководством Литвина и Invention Machine под руководством Бухмана, Problem Formulator Злотина, АВИЗ Иванова – это примеры наиболее удачного объединения ТРИЗ и функционального анализа. Я уверен, что есть много и других – мне не известных. Думаю, что теоретическое и прикладное развитие ТРИЗ зависит от способности разработчиков ТРИЗ находить ей удачных «партнеров» для объединения. Другими словами, полезно использовать приемы ТРИЗ для развития ее самой.

Убежден, что одним из таких приемов должно стать Объединение Альтернативных Систем. Рожденный Ленинградской школой, этот прием очень эффективен в работе по улучшению технических и других систем в ситуациях, где нет ярко выраженного противоречия. А такие ситуации встречаются, практически, на каждом шагу.

Объединив ТРИЗ с одной из общепринятых инновационных методик, можно значительно усилить позиции ТРИЗ и форсировать ее распространение как самой востребованной инновационной методики. К примеру, автор успешно применяет ТРИЗ в сочетании с ФСА и 6 СИГМА[2].

Здесь, прежде всего, нужно определить очередность применения, основанного на использовании сильных сторон каждой из этих методик. Вырисовывается следующая картина: ТРИЗ дает качественную оценку ситуации, ФСА также дает качественную оценку ситуации, но с добавлением субъективных количественных параметров: проводится количественная градация элементов системы, основанная на мнении решателя. 6 СИГМА дает исключительно количественную оценку, основанную на статистическом анализе. Таким образом, определив зону конфликта с помощью функционального анализа, найти самый «больной» узел системы позволит 6 СИГМА. А затем разрешить конфликт наиболее эффективно поможет применение инструментов ТРИЗ. Полученную, измененную, систему, можно проанализировать по функциональным параметрам, применив ФСА, а по количественным - применив 6 СИГМА.

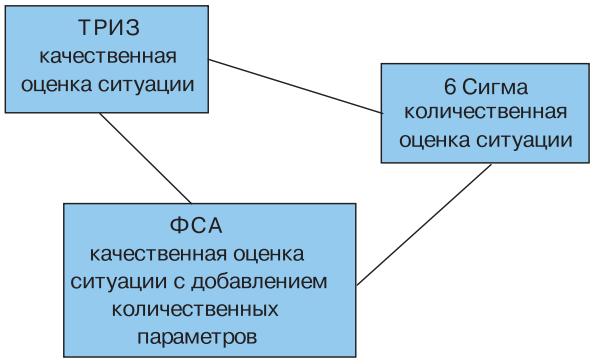


Рис. 1. Сильные стороны методик.

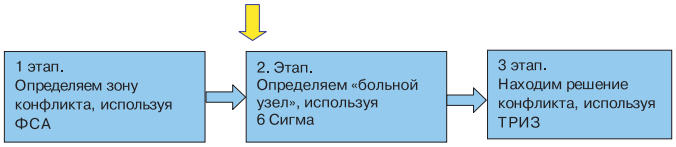


Рис. 2. Этапы решения проблемы.

В частности, автору удалось успешно использовать такой подход для оптимизации системы заказа и выставления счетов на запчасти, которые распределялись среди различных отделов, входящих в состав компании. Функциональный анализ показал недостатки этой системы – была определена зона конфликта. Количественный анализ узлов системы с помощью 6 СИГМА указал на самое узкое место: сам документ заказа на поставку не содержал достаточную информацию, необходимую для выставления счета к оплате. Кардинально менять форму этого документа было нельзя – иначе потребовались бы значительные затраты на преобразование всей системы заказов. Таким образом, было сформулировано противоречие: документ нужно менять для упрощения процесса выставления счета, и нельзя менять, чтобы не удорожать весь процесс. Дальнейший анализ показал, что для корректного выставления счетов бухгалтерии нужна добавочная информация о заказчике. Этого удалось добиться индексированием всех потенциальных заказчиков. Добавление индивидуального индекса в документ заказа позволило бухгалтерии безошибочно выставлять счета по каждому заказу. Таким образом, отпала необходимость изменять всю систему заказа запчастей. Индексирование заказчиков и организация процесса добавления индивидуального индекса в документ заказа заняло меньше недели. Экономический эффект выразился в сбережении нескольких десятков тысяч долларов США в год.

Разумная интеграция ТРИЗ с другими инновационными методиками с помощью приемов самой же ТРИЗ, по мнению автора, является одним из самых многообещающих способов развития ТРИЗ.

[2] Разработанная корпорацией Моторола в 80-х гг. 20 в. система улучшения качества продукции, использующая статистический анализ. Греческая буква сигма используется в статистике для обозначения среднего квадратического отклонения фактического значения параметра от заданного (прим. ред.).

Ю.П.Саламатов

Саламатов Юрий Петрович, 1945 г.р. Мастер ТРИЗ, 30-летний опыт применения, преподавания и разработки ТРИЗ, директор Института инновационного проектирования (Красноярск), изобретатель (более 50 а.с. и патентов), автор нескольких книг по ТРИЗ (на русском, английском и японском языках), сотрудник лаборатории ТРИЗ-педагогики Красноярского краевого ИПК работников образования, председатель региональной аттестационной комиссии МАТРИЗ.

ТРИЗ сегодня и в будущем[1]

Исследовательская программа “создание оснований для новой ТРИЗ”

Введение

1. Для чего создана ТРИЗ?

Человек - продукт природы. Его сознание формировалось многие тысячелетия на решении проблем обеспечения выживания, т.е. на биологических проблемах. Десять тысяч лет назад началась техническая эволюция, сначала она шла очень медленно, потом быстрее, а с началом Первой Научно - Технологической Революции (300 лет назад) - очень быстро. Вторая Научно-Технологическая Революция (вторая половина 20 века) прошла в ошеломляющем темпе.

...у человека не успел сформироваться сознательный механизм развития технологии. Это объективная причина возникновения ТРИЗ.

При таких темпах развития науки и технологии у человека не успел сформироваться сознательный механизм развития технологии. У человека нет приобретенного в процессе эволюции мышления в этой области. Это объективная причина возникновения ТРИЗ.

ТРИЗ только адаптирует человеческое сознание к свойствам и законам техносферы. ТРИЗ - мышление – это мышление, тренированное по законам развития технических систем (ЗРТС). Принципиальная разница в мышлении “доТРИЗ - инженеров” и ТРИЗ - экспертов в том, что первые не хотят менять стиль человеческого (дотехнологического) мышления. И даже наоборот, обращаются в противоположную сторону (вглубь сознания, в подсознание) – но там нет понятий о технологии, есть только подсознательные смутные инстинкты, древнее прошлое человека. Изменился мир - от “био” к “биотехническому”, а мышление осталось на уровне “био”.

Алгоритм - это насилие над человеческим мышлением, “исправление” его под требования современного процесса развития техники.

ТРИЗ - это инструмент, заставляющий человека “правильно” думать о технических системах (ТС). Этот инструмент “обрабатывает” голову инженера (изобретателя), чтобы он мог решить проблемы быстро. Диалектика – инструмент, помогающий человеку понять проблемы в мире техники. На самом деле никаких противоречий в природе и технике нет. Так удобно и эффективно мыслить человеку. АРИЗ – наиболее тщательно сделанный инструмент ТРИЗ. Алгоритм - это насилие над человеческим мышлением, “исправление” его под требования современного процесса развития техники.

2. Наука ли ТРИЗ?

Дадим характеристику ТРИЗ по основным критериям научности теорий.

1. Основной критерий науки, совпадающий с ее целью, - обнаружение объективных закономерностей в природе (естественной и искусственной). Безусловно, в ТРИЗ такие закономерности сформулированы и описаны: ЗРТС, стандарты (по сути - детализация ЗРТС). Закон – это объективная существенная повторяющаяся связь событий. ЗРТС были многократно подтверждены в реальном процессе проектирования и в реальных промышленных технологиях.

2. Предвидение будущего с целью практического использования. Исследование прошлого - анализ настоящего –– предвидение будущего. С помощью ЗРТС можно дать достаточно точный “портрет” ближайшего будущего ТС и приблизительный прогноз дальнего развития ТС. Мы часто используем это в процессе инновационного проектирования.

3. Системность знания – объединение знания в целостную органическую систему (теорию), построенную на определенных теоретических принципах. Сегодня ТРИЗ – это система взаимосвязанных законов, инструментов, методов анализа, алгоритма и информационного фонда.

[1] Статья публиковалась на английском языке:
Salamatov Y. TRIZ today and in the future. Research program “Creation of foundations for new triz”. Introduction.
ETRIA conference TRIZ Future 2002 (6-8 November 2002, Strasbourg, France)

4. Объективность – устранение субъективистских моментов из процесса развития ТС (выделение проблемы из исходной ситуации, анализ проблемы, решение проблемы). Пока ТРИЗ не полностью соответствует этому критерию. На многих стадиях решения проблемы сильно действуют субъективные факторы.

5. Непрерывное самообновление своего концептуального арсенала – противоречивый процесс воспроизводства знаний, образующих целостную развивающуюся систему понятий, теорий, гипотез, законов и других идеальных форм, закрепленных в естественном или искусственном языке. Этот процесс успешно шел при жизни Г. Альтшуллера до 1985 года и совсем прекратился после его ухода в 1998 г.

Можно ли создать "Коллективного Альтшуллера"?

6. Строгая доказательность, обоснованность полученных результатов, достоверность выводов. ТРИЗ только частично соответствует этому критерию. Наряду с хорошо развитым инструментом (АРИЗ), в ТРИЗ есть много эффективных приемов решения проблем (например, эмпирически найденные в патентном фонде, стандарты). Но есть и инструменты, находящиеся в зачаточном состоянии (вепольный анализ), частично обоснованные психологические приемы (в курсе РТВ), есть плохо структурированный информационный фонд и устаревшие приемы (часть приемов разрешения ТП). Есть также гипотезы, догадки, предположения, вероятностные суждения, которые еще предстоит доказывать или отвергать.

7. Формальная непротиворечивость знания. В этом смысле ТРИЗ внутренне непротиворечива, едина и основывается на единых принципах.

8. Опытная проверяемость. Все инструменты ТРИЗ многократно проверялись на практике.

9. Воспроизводимость результатов применения инструментов при решении проблем. При хорошем уровне знания ТРИЗ и достаточной практике использования теории для решения проблем достигается очень высокий процент получения одних и тех же решений разными группами обучающихся.

10. Открытость для критики. ТРИЗ никогда не была закрыта для критики. Более того, испытывала постоянный напор критики от конкурирующих научных школ. Это заставляло ТРИЗ интенсивно развиваться.

Таким образом, ТРИЗ соответствует большинству критериев (признаков) современной науки.

3. Что есть ТРИЗ сегодня?

Интеллектуальная (теоретическая) эволюция человечества (основной закон развития любой области знания) проходит следующие этапы (французский философ О. Конт):

В ТРИЗ изначально не было ничего божественного

- теологический этап – объяснение природы вещей и явлений воздействием сверхъестественных факторов;
- метафизический (абстрактный) этап – сверхъестественные факторы заменены абстрактными силами ("настоящими сущностями", "олицетворенными абстракциями");
- научный этап – при правильном комбинировании рассуждения и наблюдения (эксперимента) познаются действительные законы явлений.

Научный этап делится на:

- эмпирический этап, на котором формируются феноменологические теории,
- истинно научный, на котором создаются формализованные теории

Некогда Э. Резерфорд сказал: «Все науки о природе делятся на физику и коллекционирование марок». Да, сегодня лишь математика, физика, кибернетика, информатика и, частично, химия являются формализованными науками. У многих других наук период «описательной зоологии» еще не закончился.

ТРИЗ, конечно же, - феноменологическая теория, основанная на эмпирических законах. В ТРИЗ много описательного. ТРИЗ объединяет разрозненные знания и методики (ЗРТС, АРИЗ, стандарты, вепольный анализ, указатели эффектов, РТВ, ТРТЛ, ФСА...), в которых смешаны физика и психология.

Цель любой науки – вытеснение божественного, чувственного, затем субъективного, антропоморфного, психического и т.п. В ТРИЗ изначально не было ничего божественного, нет схоластических абстракций, но пока еще много субъективного, психологического. Эти ненаучные части надо постепенно заменять формализованными частями знания, от которых один шаг до автоматизации. А творчество (психология) перейдет в другую область незнания.

Несмотря на заявленную Г. Альтшуллером цель – сделать творчество точным, как наука (что отражает название одной из его книг[2]), достичь этой цели пока не удалось.

4. Как создавалась ТРИЗ?

Г. Альтшуллер создал в 60-70 годах прошлого века исследовательскую систему, как он говорил, "надежную систему из ненадежных элементов", имея в виду общественный, т.е. необязательный характер связей между исследователями ТРИЗ. Г. Альтшуллер чередовал периоды теоретической работы, когда он вел переписку с десятками активных исследователей ТРИЗ и сотнями интересующихся теорией, с выездами на семинары ТРИЗ в другие города СССР. На семинарах проводились экспериментальные проверки теоретических разработок. К нему стекалась информация (идеи и концепции) от всех исследователей. Главный эффект этой исследовательской программы получался при фильтрации и суммировании собственных идей, полученного на семинарах опыта и идей других исследователей. Сейчас это невозможно - нет достаточно авторитетного для всех исследователя – продолжателя. Принятый в некоторых общественных научных объединениях и на сайтах в Интернете принцип демократизма (все идеи и концепции в одну кучу) почти бесполезен – нет системного эффекта, нет нового качества, нет продвижения теории. Таким способом развиваются многие науки - постепенно накапливают микрошаги, потом находится "особо умный" исследователь, который обобщает и продвигает науку вперед. Можно ли создать "Коллективного Альтшуллера"? Количество разных статей о ТРИЗ в научной библиотеке Челябинска уже сейчас более 2000 и будет непрерывно увеличиваться, но новый, каче-

Г.С.Альтшуллер. Творчество как точная наука / Теория решения изобретательских задач. - М.: Советское радио, 1979.

ственный скачок в теории вряд ли наступит.

5. Критика ТРИЗ.

Будущее ТРИЗ в ее развитии. Недовольство текущим состоянием теории – двигатель развития. ТРИЗ нуждается в критике.

Что плохо, что не удовлетворяет сегодня?

При внимательном изучении ТРИЗ возникает множество вопросов:

АРИЗ – как обрабатывать исходную (изобретательскую) ситуацию и точно формулировать проблему? как правильно строить схему конфликта? сколько всего таких схем? почему способов разрешения ФП одиннадцать? И т.д.

Система ЗРТС – неполна, нелогична, нет общей модели процесса эволюции ТС.

Количественная недостаточность законов, правил и эвристик для такой огромной области знаний как Технические Системы.

...грандиозный переход от религиозного отношения к творчеству, к изобретательству - к научному исследованию процесса творчества в технике.

Качественная неоднородность законов: часть из них декларативны (закон неравномерности развития), другие неинструментальны (закон увеличения степени вепольности), третьи лишь указывают направления развития (законы перехода в надсистему и с макро- на микроуровень).

Отсутствует методика определения этапа развития конкретной ТС с целью прогнозирования дальнейших шагов развития и преобразования частей ТС.

Вепольный анализ - почему он не развивается как язык описания и решения проблем? Какие действия должны быть в основе подобного искусственного языка (сложение, вычитание, умножение, деление, импликация...)? и т.д.

Стандарты – сколько их должно быть всего? Почему в них используются понятия о двух полях (магнитном и электрическом) и не вводятся другие поля? Рекомендации стандартов приблизительны – как повысить точность решения любых проблем? и т.д.

Принципы устранения технических противоречий – почему их только 40? Сколько их должно быть? Часть из них устарели (в них много случайного, характерного для периода 40-летней давности), где современные (например, интеллектуализация техники)? и т.д.

Как относиться к так называемой "Теории развития творческой личности"? Имеет ли это отношение к развитию ТС?

"Исправление" человека – абсолютно бесперспективный процесс.

Какова судьба методов развития творческого воображения – этой подпорки для ТРИЗ?

Так называемая "Общая теория сильного мышления", которой еще нет, будет просто теорией адекватного (по отношению к техносфере) мышления, т.е. отражающего объективные законы существования и развития ТС. Техника – область, в которой доля человеческого (чувственного) составляет меньше 50%, поэтому здесь диктуют правила технические законы, в отличие, например, от искусства, которое на 100% человеческое (чувственное).

Размытость и неопределенность ТРИЗ – причина появления многочисленных "модификаций" и искажений теории. Такую теорию легко трансформировать во что угодно. Чаще всего возникают гибриды ТРИЗ и методов активизации перебора вариантов. Не менее часто бывшие исследователи ТРИЗ пытаются создать некие мутанты ТРИЗ – свои наборы инструментов, свою собственную "великую" теорию. Сейчас наступил период энтропии ТРИЗ. Нужно усилие на некоторую консервацию основного ядра знания в ТРИЗ.

ТРИЗ состоит из двух частей: вербализованной (выраженной в языке) и невербализованной, неявного знания, которое передается от учителя к ученику.

Можно идти путем Г. Альтшуллера: искать и накапливать законы, расширять область стандартных решений, увеличивать число вепольных формул, шлифовать АРИЗ, добавлять новые шаги (в первую очередь – входной блок), расширять Указатели эффектов и попытаться структурировать их в единую базу данных (БД), а если удастся - в базу знаний (БЗ).

Но многих ТРИЗ - экспертов, которые практически занимаются инновационным проектированием сложных систем, уже не устраивает даже вербальная философия ТРИЗ об общих закономерностях развития ТС. Требуется найти способы и методы строгой формализации этих рассуждений на основе математики, логики, кибернетики, информатики и других точных наук.

6. Почему ТРИЗ не развивается после 1984?

ТРИЗ приблизилась к пределу своего развития как феноменологическая наука в 1984 году. Кончились идеи развития теории и не появились новые концепции. И автор ТРИЗ достиг уровня своей некомпетентности, поэтому и прекратилось развитие ТРИЗ. Закончилась эмпирическая часть исследований, где он себя чувствовал виртуозом в придумывании гипотез, в их подтверждении, строительстве алгоритма и его проверке на десятках семинаров. Он совершил грандиозный переход от религиозного отношения к творчеству, к изобретательству - к научному исследованию процесса творчества в технике. Переход от веры к эмпирике. Но идеи, которые питали его работу 40 лет, кончились.

Главная цель развития ТРИЗ – повышение точности решения проблем и сужение области нерешаемых проблем. Для достижения этой цели Г. Альтшуллер периодически менял направление развития – то инструменты развития ТС, то инструменты развития человека (творческого воображения, творческой личности). Или иначе: то ТРИЗ, то подпорка для ТРИЗ. Это бесконечный процесс для феноменологической теории. "Исправление" человека – абсолютно бесперспективный процесс. Исключение субъективизма и повышение точности возможно только при создании формализованной теории.

Продолжение - в следующем номере:

7. Следующий шаг в развитии ТРИЗ.

8. С чего должна начинаться формализация?

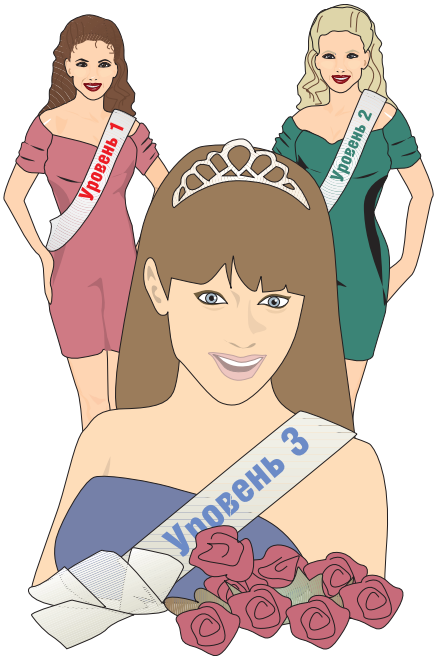
9. Основные элементы формальной теории.

Литература

1. Salamatov Y.P., Kondrakov I.M. "Idealization of Technical Systems on example TS - Thermal tube" (1984, USSR, the manuscript http://www.triz.minsk.by/e/21102600.htm#03 by Russian).

2. Turchin V.F. Phenomenon of the science. The cybernetic approach to evolution. Moscow, 2000, p. 219, ISBN 5-93386-019-0.

Мнения: Будущее сертификации



А. Гасанов

А. Гин

М. Рубин

1.Как Вы оцениваете эффективность сертификационной работы в МА ТРИЗ сегодня?

М.Рубин

О необходимости вести работу по сертификации в МА ТРИЗ писал Г.С.Альтшуллер, это направление работы записано в уставе МА ТРИЗ. С этой точки зрения для МА ТРИЗ сертификация - это выполнение своих обязательств.

Когда работа по сертификации только начиналось, приходили пессимистические письма, многие сомневались в ее полезности. Время показало, что система сертификации в МА ТРИЗ достаточно быстро развивается и, несмотря на ее полную добровольность, сегодня востребована во многих странах мира.

А.Гин

Эффективность сертификационной работы оцениваю как «низкую».

2. Какие главные недостатки Вы видите в подходах МА ТРИЗ к сертификации, что бы Вы предложили для их устранения?

А.Гин

Подходы МА ТРИЗ к сертификации давно устарели, они порождают бюрократическую процедуру и наследуют практически все недостатки современной российской системы образования и оценивания научного статуса (защита диссертаций и пр.). При этом я не вижу сильных сторон, стимулирующих развитие ТРИЗ, а не защиту личного статуса «сертификантов», точек роста самой системы сертификации.

А.Гасанов

Своей системой сертификации мы не изобрели ничего нового, но создали нечто пока не в полной мере согласующееся с мировой сертификацией.

Сегодня мы стремимся вписаться в систему сложившихся на сегодняшний день наук, а это - единственно правильный путь. Это предполагает, что организационные формы бытия науки “ТРИЗ” должны согласовываться с организацией мировой науки и мирового образования.

Мне представляется, что пятиуровневая система сертификации должна выглядеть в виде цепочки (названия некоторых элементов пока условны): начальное образование - среднее образование - высшее образование - магистр ТРИЗ - доктор ТРИЗ. Первые три ступени образования должны предусматривать определенный уровень глубины знания теории, инструментов и навыки решения задач. Такая этапность должна определяться не столько возрастом человека (хотя и учитывать возраст и уровень общего образования), а временными, финансовыми и др. возможностями. Т.е. получить высшее тризовское образование можно сразу, минуя низшее и среднее.

Магистр ТРИЗ - это специалист, работающий в своей профессиональной сфере с применением ТРИЗ, углубивший тем самым свои профессиональные навыки и имеющий практические успехи, полученные с применением ТРИЗ, и публикации на эту тему (3 - 4 статьи или доклада на конференциях). Претендент должен внести свой вклад в пропаганду ТРИЗ.

Это соответствует нынешнему четвертому уровню сертификации в МА ТРИЗ. Пятый уровень может быть присвоен специалисту, внесшему большой вклад в теорию и дальнейшее развитие методики ТРИЗ, и не поленившийся написать книгу на эту тему или диссертационную работу. Это уже очень серьезный вклад в развитие ТРИЗ. Есть ли среди нас сейчас достойные такой высокой оценки?

Думаю, что есть. Но их можно пересчитать пока с помощью, пожалуй, одной руки.

М.Рубин

Главными недостатками, на мой взгляд, на сегодняшний день являются:

- система сертификации пока не завершена, не введен давно обещанный 5-й уровень
- не развита инфраструктура сертификации (региональные советы, представители по сертификации, сертификационные семинары и пр.)
- методические разработки по сертификации требуют совершенствования
- во многом еще присутствует элемент субъективизма (хотя полностью от него избавиться будет трудно)
- недостаточный упор делается на научную деятельность, практически нет связи с университетами

У меня была возможность все свои предложения по сертификации внести в проект нового Положения по сертификации, которое сейчас рассматривается Президиумом МА ТРИЗ.

3. Готовящееся новое "Положение" предусматривает процедуру сертификации Мастеров ТРИЗ (т.е. специалистов 5-го уровня квалификации). Что Вы думаете об этом нововведении?

М.Рубин

Трудно назвать нововведением то, что было предложено 8 лет назад. С Мастеров ТРИЗ началась вся система сертификации по ТРИЗ. Нужно понимать, что без наличия коллектива Мастеров ТРИЗ было бы невозможно организовать сертификацию на всех других уровнях. Поэтому оставлять всю систему сертификации без ее фундамента - Мастеров ТРИЗ - было бы, мягко говоря, недальновидно. Ответственность, безусловно, очень большая. Никто не заменит Г.С. Альтшуллера. В научных системах в подобных ситуациях создаются ученые советы, советы по защите диссертаций - по этой модели придется действовать и в ТРИЗ. Надеюсь, что это "нововведение" станет инструментом, стимулирующим развитие ТРИЗ как науки.

А.Гин

Высшая градация профессионализма, соответствующая по исторически сложившимся обстоятельствам званию «Мастер ТРИЗ», обязательно должна присутствовать в системе сертификации. Иначе за исторически короткий период мы получим несколько стариков-«гуру» + автоматическое снижение профессионального статуса последующих лидеров движения ТРИЗ.

А.Гасанов

Изложу тезисно свою точку зрения по поводу звания "Мастер ТРИЗ".

1. Мастер ТРИЗ - звание, которым Генрих Саулович счел возможным отметить группу своих учеников и соратников, вложивших, по его мнению, наибольший вклад в развитие ТРИЗ. Под вкладом понимается пропаганда, развитие обучения и собственно теории. По-видимому, Г.С. предполагал, что эти люди и дальше будут прилагать свои усилия в указанных направлениях.
2. В силу сказанного мне представляется, что звание Мастер ТРИЗ никак не может быть использовано для сертификации. Сертификация - это признание квалификации того или иного специалиста, направленная, прежде всего на удовлетворение его личных потребностей в мире предпринимательских задач.
3. Надо ли присваивать такое звание и дальше? Думаю, что ТРИЗ-сообщество должно отмечать заслуги своих товарищей в развитии Дела. Одним из способов должно быть присвоение такого звания.
4. Можно ли делать это только от имени и силами МА ТРИЗ? Можно было бы, если бы МА ТРИЗ была единственной организацией и тем самым включала бы в свой состав всех здравствующих Мастеров ТРИЗ. Поскольку это не так, то это совершенно ненужный источник конфликтов и противоречий.
5. Как можно было бы организовать присвоения звания? Один из путей - звание Мастер ТРИЗ может присваиваться Объединенным Советом Мастеров ТРИЗ (далее ОСМ ТРИЗ), включающим представителей всех крупных объединений тризовцев, имеющих в составе, по крайней мере, одного Мастера ТРИЗ. (Надеюсь, что уже только это может при соответствующих взаимных усилиях привести к сближению таких организаций, вплоть до их объединения.).
6. Проведение организационной работы по созданию ОСМ ТРИЗ мог бы возглавить один из Мастеров, член МА ТРИЗ, обладающий неоспоримым авторитетом у большинства коллег. Организовать ОСМ ТРИЗ - большая работа, но кто-то должен ее провести.
7. ОСМ ТРИЗ должен принимать решение о присвоении звания Мастер ТРИЗ в соответствии с возникающими вакансиями. Вакансии исчисляются из полного состава, установленного Генрихом Сауловичем в количестве 65 человек. Ныне, по моему пониманию имеется 4 вакансии.

А.Гин

Лирическое дополнение: сказка о Почетном Легионе ТРИЗ.

Когда-то Наполеон придумал «Почетный Легион». Легионером человек мог стать только за высокие личные достижения (смелость, талант). Численность живых Легионеров ограничена.

Почетный Легион существует поныне, а орден Почетного Легиона – высшая награда Франции.

А теперь сказка о будущем.

Есть профессиональная элита ТРИЗ – 100 Мастеров на планету. Вступить в эту элиту специалист может только вместо выбывшего. Это тема удачного решения из прошлого.

И еще – сценка из будущего: профессиональная дуэль. Каждый специалист может вызвать на «дуэль» Мастера и доказать, что в большей степени заслуживает этого звания. И стать Мастером вместо[1]...

4.В каком направлении, по-Вашему, должно идти развитие сертификационной работы в МА ТРИЗ?

М.Рубин

Направлений достаточно много и все очень важные. Хотелось бы остановиться только на методической и научной деятельности. Мне кажется, многие не заметили, что сертификация дает толчок для достаточно широкого и относительно нового направления в ТРИЗ: создание методик для тестирования знаний по ТРИЗ. Новые задачи и задания, различные формы и способы тестирования - поле для работы огромное.

Программы обучения и учебники для разных уровней сертификации - тоже очень важное методологическое направление развития ТРИЗ.

Система сертификации должна учитывать и новые разработки по ТРИЗ, вводя их в сертификационные требования и тем самым давая толчок новым научным исследованиям.

А.Гин

Нужно строить систему сертификации, соответствующую информационному обществу. Не думаю, что смогу изложить свое понимание такой системы кратко. Но сегодня нужно, как минимум, строить рыночную систему, а не бюрократическую. Два взаимно дополнительных направления сертификационной работы сегодня осуществить реально и нужно:

❑ Сертифицировать не специалистов, а Школы, которые будут нормально обучать и выдавать дипломы;

❑ Сертифицировать не специалистов, а работы, произведения этих специалистов: книги, презентации, обучающие курсы...

Такие элементы системы сертификации позволят в будущем организовать рынок (все понимают различие в дипломах МГУ и ...), конкуренцию школ, стимулировать научное производство, а не статусность.

[1] Кстати, это – тоже тема из прошлого: так отвоевывали себе место вышибалы в трактирах... (прим. ред.)

Иванов Г.И.

Мастер ТРИЗ, инженер-конструктор, изобретатель, педагог.

Автор научно-популярных книг: -

“И начинайте изобретать”, г. Иркутск, 1987 год.

“Методы поиска новых технических решений”, г. Киев, 1988 год

«ТРИЗ получает пятерку» в сборнике “Правила игры без правил”,
г. Петрозаводск, 1989г.

“Формулы творчества или как научиться изобретать”,
г. Москва, 1994 год.

“Формулирование творческих задач”, г Челябинск, 2000 год.

Метод самооценки в подготовке домашнего задания

Однажды я попытался выяснить, сколько профессий совмещает в себе учитель младших и средних классов. Получился любопытный список. Оказывается, учитель помимо своей основной работы - обучать, должен выполнять еще и функции воспитателя, психолога, массовика-затейника, няньки, судьи, адвоката, санитара, писаря, бухгалтера и многих других профессий.

В общем, учитель - личность многосторонняя, многофункциональная и потому - многострадальная.

Вглядываясь в законы развития систем (известных в ТРИЗ), можно заметить, что любая система в своем развитии, т.е. при приближении к идеалу, в начале увеличивает количество выполняемых ею функций, а затем, по мере возрастания требований, начинает активно отдавать свои функции элементам надсистемы. Это означает, что наш «многофункциональный» учитель, если он действительно желает повысить качество обучения, должен передать часть своих функций самим ученикам. Процесс этот сложный, по-

этапный и требует тщательного осмысливания. Попробуем это сделать.

Разберем одну из основных функций учителя - обучение. В этой функции определим основные элементы, ими являются: составление или корректировка тематического планирования, подготовка к занятиям, передача знаний (информации) ученикам, контроль усвоения учебного материала, выдача домашнего задания, проверка и оценка домашнего задания и ряд других.

Какую функцию, мы решимся передать ученику?

Попробуем поручить ему оценку выполненного им же домашнего задания.

Итак, ученик должен сам(!) поставить себе оценку по письменным и устным работам. Но ставится эта оценка не в журнал, а в специальный оценочный лист, который висит в классе, рядом с доской (это очень важно!) и в котором есть даты и фамилии всех учеников класса.

Каждый из учащихся перед началом занятий сам ставит против своей фамилии оценку за выполненное им домашнее задание.

Учитель, изучив оценочный лист, вызывает к доске только того, кто поставил себе пятерку. Действительно, зачем вызывать того, кто поставил себе двойку? Он все равно ничего не скажет, только зря будет потеряно время и потрачены нервы. «Пятерочник» расскажет материал быстро, толково и тот же «двоечник», слушая его ответ, восполнит свой пробел.

Если ученик три дня подряд поставил себе двойку, то она автоматически переносится учителем в журнал. Ученик сам себя оценил! Если ученик поставил себе пятерку, но не выполнил домашнее задание, то этот обман тут же выявится у доски потому, что вызывают отвечать, в основном, «отличников».

Четверку вправе себе поставить тот, кто не уверен, что знает на “отлично”, но готовился к занятиям и двойки не заслуживает. Его так же вызывают к доске, но реже, чем «пятерочника». Тройка в оценочный лист не ставится вообще. Это очень трудно определяемая градация уровня знаний и ученики будут активно спекулировать на ее неопределенности.

Итак, есть оценки “5”, “4” и “2”.

Поставил себе “5” - вызвали к доске отвечать.

Поставил себе “2” - сиди на месте и слушай знающих, но каждая третья двойка заносится в журнал.

Постоянно ставить себе двойки (чтобы не вызвали к доске) психологически очень трудно. Такой «бедолага» вынужден будет целый день или несколько дней подряд смотреть на свою двойку, и волей - неволей даже на подсознательном уровне формировать у себя желание или даже потребность изменить ситуацию. Не последнюю роль будет играть и мнение окружающих - друзей, товарищей, учителей. Любой человек, особенно в подростковом возрасте, желает выглядеть в глазах других несколько лучше, чем он есть на самом деле, а двойки, которые он сам себе ставит, все портят... Двойку, спрятанную в журнале, никто не видит, а здесь – вот она, открыта для всех и постоянно воздействует на сознание.

Даже самый отъявленный лодырь и хулиган не желает постоянно находиться в состоянии самоунижения и показывать себя в невыгодном положении. Он поставит себе пятерку! Но тогда обязан будет выучить домашнее задание, иначе у доски обнаружится его обман, и тогда на глазах у всех он вынужден будет зачеркнуть в оценочном листе пятерку и поставить двойку, которая уже переносится в журнал. Нормальный человек, видя такую возможность, постарается избежать ее, но для этого надо выучить урок...

По письменной работе ученик так же сам ставит себе оценку в тетрадке и расписывается. При этом градация оценок все та же – 5, 4, 2. Эту же оценку он ставит напротив своей фамилии и в оценочном листе, который висит в классе.

На следующем уроке учитель передает проверенные им тетради одному из учеников и просит его внести исправления в оценочном листе. Если оценка, поставленная себе учеником, не совпадает с оценкой учителя, она зачеркивается и на ее место ставится оценка учителя. Эта оценка уже является окончательной и «обжалованию» не подлежит. Согласен, что это жестко, но это побуждает ученика быть более внимательным к своей работе и объективно оценивать свои старания. И опять же, постоянно ставить себе двойки, которые все видят, для нормального человека очень трудно. Нужна пятерка! Но для этого нужно хорошо выполнить работу и самому(!) проверить ее.

А как быть, если тех, которые поставили себе «5» или «4» слишком много, например человек 15 или 20? Опрашивать всех? Конечно, это не реально. Здесь уже учитель решает, кому из их числа выйти к доске. Можно так же воспользоваться мнением «двоечника» и спросить у него – «Кого из тех, кто поставил себе пятерку или четверку ты хочешь послушать?» Такой элемент случайности у недобросовестного «пятерочника» будет вызывать тревогу разоблачения и он, скорее всего, постарается быть более честным в своей оценке или действительно выучить урок.

Предложенный способ оценки домашних работ развивает в учениках потребность в правильном и объективном оценивании своего труда и в повышении ответственности при выполнении заданий. Кроме того, у ребенка формируется устойчивое понимание того, что честность и правдивость выгоднее лжи и обмана. (Увы, многим взрослым не достает этих качеств!)

Мы рассмотрели с вами только одну возможность передачи ученику только одной функции учителя – оценку домашнего задания. И пусть эта функция выполняется учеником лишь наполовину или даже частично, но присутствие в этом действии воспитательных и образовательных моментов очевидно. Вероятно, есть смысл подумать и над тем, как приобщить школьника к выполнению других функций учителя - составление тематического планирования, подготовки к занятиям, передачи знаний ученикам, контроль усвоения учебного материала, разработка и выдача домашних заданий и других.

Если нам удастся, хотя бы частично, найти способ как это делать, то школьное обучение приобретет качественно новый уровень, при котором познавание и воспитание сливаются в единый процесс.

Конечно, в предлагаемой схеме самооценки выполнения домашнего задания есть, вероятно, и слабые стороны. Автор с благодарностью примет все замечания и предложения.

От редакции:

Приглашаем учителей внимательно изучить предложение Иванова Г.И. и подумать над тем, какие еще функции учителя и каким образом можно передать, хотя бы частично, ученикам. Это действительно наиболее эффективный путь повышения качества образования. Ждем Ваших писем.

Доцент кафедры методики обучения биологии и экологии РГПУ им. А. И. Герцена, кандидат педагогических наук.

И. Ю. Азизова

ТРИЗ на уроках биологии: Задачи с конфликтами. Типы конфликтов

Предлагается новый научно-методический подход к идентификации типов конфликтов и методов их разрешения в моделях биологических задач

Симптоматично, что современный школьник в ситуации прагматической неопределенности все чаще испытывает состояние «выученной беспомощности», не в силах преодолеть психологическую инерцию мышления. При столкновении с проблемами он предпочитает какой-либо конкретный метод и образ мышления, игнорируя остальные или вообще отказываясь от поиска.

Важнейшим требованием к современной школе является формирование и развитие качеств творческой личности учащихся. Анализ основных видов творческой деятельности показывает, что при ее систематическом осуществлении у человека формируются такие качества, как быстрота ориентировки в изменяющихся условиях, видение проблемы, отсутствие страха при столкновении с ее новизной, изобретательность и т.д.

По О.Е. Лебедеву, научить учиться – значит научить решать проблемы в сфере учебной деятельности, проблемы, связанные с реализацией определенных социальных ролей, проблемы профессионального выбора; научить ориентироваться в ключевых ситуациях современной жизни.

Одним из дидактических приемов ТРИЗ (применяемых в биологии), направленных на усвоение школьниками алгоритма решения проблемы, то есть овладения инструментарием преобразования проблемной ситуации, является “цепочка”, включающая в себя следующие этапы: «претензия → противоречие → ресурсы → варианты решения».

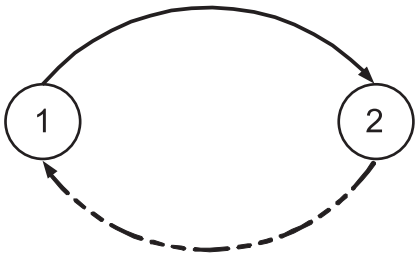
При последовательном использовании алгоритмически-поискового «ТРИЗ-подхода» к изучению биологии учащиеся приобретают умения «квазиоткрытия» черт биологической приспособленности систем разных уровней организации, механизмов их эволюции, прогнозирования направлений поступательного развития.

Организуя когнитивно-поисковую деятельность учащихся, учителю необходимо подбирать такие примеры, которые бы наиболее точно подтверждали факт наличия противоречия, «конфликта», лежащего в основе любой проблемы. Тогда интеллектуальные операции будут усваиваться не только как реальные, конкретные, но и как универсальные (общенаучные) принципы решения этих реальных, конкретных задач. Таким образом, учащемуся обеспечивается возможность применять данный инструментарий в другой образовательной области или сфере деятельности.

В связи с этим учителям целесообразно было бы направить усилия на поиск таких «частных» (наглядных, предметных) случаев, в которых логическая закономерность выступала бы перед учащимися в общем виде.

Ниже приведены примеры основных конфликтов в моделях задач по биологии и приемы разрешения противоречий на методической базе ТРИЗ.

1. Противодействие.

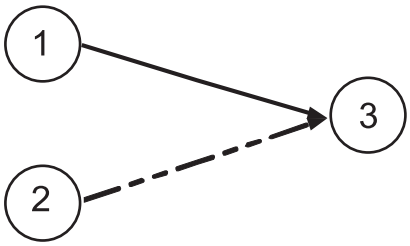


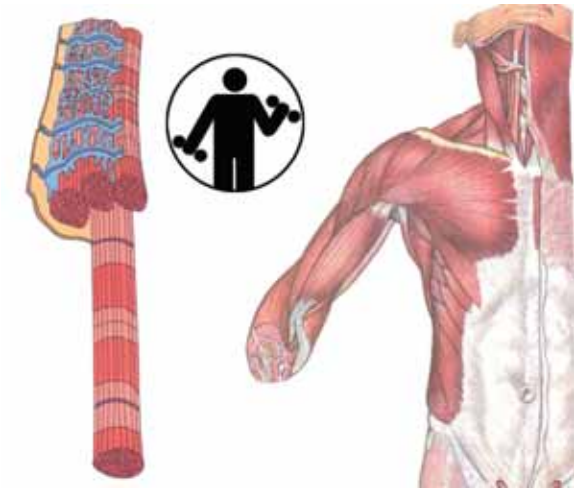
Если одна система действует положительно на другую, то другая постоянно или на отдельных этапах действует на первую отрицательно. Требуется устранить отрицательное действие, сохранив положительное.

Пример с комментарием. Такой конфликт иллюстрируют взаимоотношения самки и самца паука в брачный период. Наблюдается «смертельное» противоречие: самец паука, будучи в несколько раз меньше и слабее самки, поедается ею тотчас после спаривания, если не успевает спастись бегством (рис. 1). Некоторые пауки перед спариванием «обманывают» самку ложным подарком. Тщательно завернув щепку в «обертку» из паутины, самец преподносит этот ложный подарок самке в виде лакомства (предполагается, что в обертке из паутины находится муха). Ни о чем не подозревающая самка разворачивает «подарок» и обнаруживает подлог. Однако теперь уже достать самца нет никакой возможности: он успел скрыться сразу после копуляции. Совершенно очевидно, что здесь противоречие разрешается через «принцип копирования».

***Принцип копирования*: вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии.**

2. Несовместимое действие.





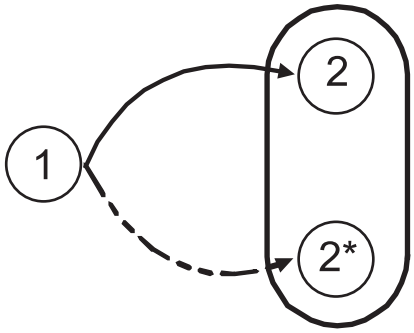
Если действуют две системы на третью, то полезное действие одной системы несовместимо с полезным действием второй. Требуется обеспечить полезное действие второй системы, сохранив полезное действие первой.

Пример с комментарием. Одновременно с сокращением мышцы (с помощью нервной системы) не может идти ее питание (с помощью кровеносной), так как при сокращении мышцы пережимаются кровеносные сосуды (рис. 2). По мере работы мышцы наступает временное снижение ее работоспособности (эффективности сокращения и расслабления). Данную закономерность изучал великий русский физиолог И. М. Сеченов. В частности, им было доказано, что при ритмической работе утомление наступает позже, т.е. в промежутках между сокращениями мышца отдыхает. А значит, питание мышцы и снабжение кислородом восстанавливается. Оптимальны для мышц средние нагрузка и ритм. И. М. Сеченов доказал, что лучший способ восстановления работоспособности мышц – не пассивный, а активный отдых, т.е. отдых, связанный с активизацией других групп мышц.

Таким образом, для разрешения противоречия с работой мышц эффективен прием «использования пауз».

***Использование пауз:* одно действие вставлено в паузу другого действия.**

3. Сопряженное действие.



Полезное действие на одну часть системы приводит к вредному действию на другую ее часть. Требуется устранить вредное действие на вторую часть системы, сохранив полезное действие на первую.

Пример с комментарием. Известно, что некоторые лекарства способны, улучшая один из физиологических показателей организма, привести к сбою в работе другого (рис. 3).

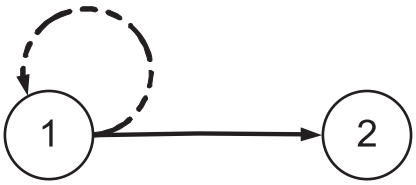
Разбор данного примера следует начинать с оценочной характеристики предлагаемых в задаче лекарств с позиции системно-функционального подхода. Этим приемом можно подвести учащихся к творческому конструированию и моделированию нового типа лекарственных препаратов, по своим функциям максимально приближенным к естественным веществам организма. Развитие таких отраслей биотехнологии, как генетическая и клеточная инженерии позволяют целенаправленно получать ранее недоступные препараты (например, инсулин (гормон, регулирующий углеводный обмен организма), интерферон (защитный белок, выра-

батываемый клетками организма в ответ на заражение их вирусами), соматотропин (гормон роста тела) и т.д.). К новым достижениям биотехнологии можно отнести получение моноклональных антител, используемых в качестве уникальных реагентов, предупреждающих проникновение вирусов в клетки организма; получение синтетических вакцин, запускающих собственную иммунную реакцию организма; других диагностических и лечебных препаратов, активизирующих его резервные функции.

Таким образом, конфликт, вызванный сопряженным действием лекарств на организм, решается через прием «самообслуживания».

***Принцип самообслуживания:* объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции.**

4. Сопряженное действие.



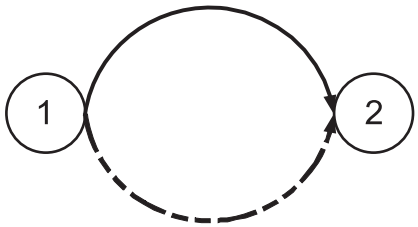
Полезное действие одной системы на другую сопровождается вредными и разрушительными процессами для нее самой. Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

Пример с комментарием. Разберем пример с частой гибелью фагоцитирующих лейкоцитов при осуществлении иммунного ответа (рис. 4). Основной функцией лейкоцитов является защита организма от возбудителей болезней. Способностью к фагоцитозу обладают из всех лейкоцитов нейтрофилы и моноциты (созревающие до макрофагов): они обволакивают своими ложноножками инородные тела, бактерии, продукты распада тканей, поглощают и переваривают их с помощью ферментов. Однако, выполнив свою иммунную функцию, эти лейкоциты погибают. Известно, что до своей гибели нейтрофилы способны поглотить и обезвредить от 5 до 25 бактерий, а моноциты – до 100. Количество лейкоцитов резко возрастает при инфекционных и воспалительных заболеваниях. При малярии повышается процентное содержание в крови моноцитов, а при пневмонии и других острых инфекциях – нейтрофилов. Данные клетки продуцируются красным костным мозгом, являющимся очень важным органом кроветворения. В нем зарождается и развивается огромное количество красных и белых клеток крови, которые по мере созревания, как бы вымываются током крови и разносятся по всему организму. Осуществляя иммунный ответ, включающий ряд сложных реакций, организм обеспечивает в том числе и механизм форсированного выхода в кровяное русло фагоцитирующих клеток, заменяющих на «поле боя» погибших «собратьев».

Очевидно, здесь противоречие разрешается через «принцип отброса или регенерации частей».

***Принцип отброса или регенерации частей:* расходуемые части объекта должны восстанавливаться непосредственно в ходе работы.**

5. Сопряженное действие.



Полезное действие одного объекта на другой оказывается в чем-то вредным. Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.

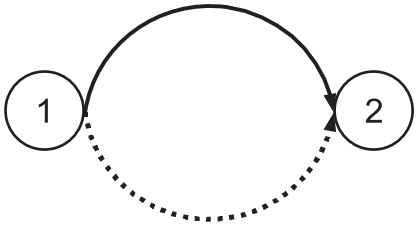
Пример с комментарием. Разберем пример с хитиновым покровом членистоногих, который защищает их от иссушающего тепла солнца, но снижает подвижность (рис 5). Еще в начале палеозойской эры (более 570 млн. л. н.) предки нынешних членистоногих предприняли массовый «десант» из моря на сушу. Иссушающее действие солнца в новой среде обитания вызвало защитное отвердевание покровов (иначе они с неизбежностью погибли бы от обезвоживания тела). Это не могло не сказаться на резком снижении подвижности древних животных. Кроме того, в наземной среде они в полной мере испытали на себе почти непреодолимое действие гравитации. Такие «тяжелые» условия способствовали постепенному совершенствованию опорно-двигательного аппарата членистоногих. Конечности современных членистоногих, представляющие собой систему подвижно соединенных друг с другом рычагов с большим числом степеней свободы, способны к разнообразным и совершенным движениям. Наиболее развитые из членистоногих – насекомые, кроме того, обзавелись крыльями, развившимися из складок стенки тела. Благодаря крыльям они в полной мере

(наряду с птицами) освоили воздушную среду обитания.

Таким образом, мы видим, что данное противоречие исчерпывающе разрешилось в соответствии с принципом «обратить вред в пользу».

***Принцип «обратить вред в пользу»:* использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта.**

6. Неудовлетворительное действие.



Необходимы два разных действия одной системы на другую, что невозможно. Требуется устранить противоречие.

Пример с комментарием. Разберем пример, демонстрирующий «проблемные» взаимоотношения паразита и хозяина (паразит не может быть одновременно симбионтом по отношению к одному и тому же организму) (рис.6). Принято считать, что организмы взаимодействуют, если особи тем или иным способом влияют на жизнедеятельность друг друга. Экологические отношения организмов, выраженные значками «+ –», относятся к типу взаимодействия «эксплуатация», включающему пары: «паразит – хозяин»; «хищник – жертва». Казалось бы, такое противоречие разрешить невозможно. Однако это не так и в природе тому есть немало примеров. Практически на каждого паразита и каждого хищника есть своя биологическая «узда». Например, на одном из отъявленных врагов леса – сосновом шелкопряде паразитирует 13 видов мух, 60 видов наездников. Гусениц шелкопряда поедает жужелица-красотел и муравьи. У непарного шелкопряда среди недругов около 50 видов наездников, 30 видов мух-тахин, не считая нескольких видов возбудителей заразных болезней. Изучив такую систему взаимоотношений организмов в природе, человек использует ее для борьбы с паразитами сельскохозяйственных культур и древесных насаждений (такой вид борьбы называется «биологическим»). Таким образом, описанное противоречие решается по принципу «обратить вред в пользу».

***Принцип «обратить вред в пользу»:* устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором.**

Систематическое применение учителем на уроках биологии вышеизложенных или других приемов разрешения противоречий, применяемых в ТРИЗ, позволит учащимся через совмещение формально-словесных манипуляций с конкретными фактами узнавать в биологических явлениях общенаучные закономерности, грамотно осуществлять прогноз.

Предъявляя учащимся проблемные задания и вопросы, настраивая их на использование системного подхода, на комментированный анализ обоснованности применения различных приемов их решения (от логических до эвристических), учитель будет в состоянии эффективно управлять процессом развития ключевых компетентностей.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – 3-е изд., дополненное. – Петрозаводск: Скандинавия, 2003. – с. – 240.

2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – 2-е изд., дополненное. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – с. 208.

3. Азизова И.Ю. Элементы ТРИЗ-технологии как одно из средств реализации компетентностного подхода в общеобразовательной школе. «Болонський процес: модернізація змісту природничої педагогічної освіти» /кол.авт. – Полтава: АСМІ, 2005. – 356 с.

4. Азизова И.Ю. Значение теории решения изобретательских задач для реализации компетентностного подхода в общеобразовательной школе. Сборник материалов V международного методологического семинара 22-24 ноября 2005 года «Естественнонаучное образование: методология, теория и методика», Выпуск 4, Часть I Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во «ТЕССА», 2005. – 400 с.

5. Блинкин С. А. Очерки о естествознании (Уроки научного творчества). М., «Знание», 1979. – 160 с.

6. Боген Г. Современная биология. Перевод с немецк./ Перевод Лойдиной Г. И. - М.: Мир, 1970. – 416 с.

7. Лебедев О. Е. Возможности ТРИЗ в ситуации моделирования общего образования (Фрагменты статьи, опубликованной в сборнике трудов конференции «МА ТРИЗ Фест – 2005». Санкт-Петербург, 3-4 июля).

8. Хазен А. М. О возможном и невозможном в науке, или где границы моделирования интеллекта. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 384 с.

Т.А. Таратенко, В.Ю. Давыдова, И.Г Морозова

Авторы - педагоги лаборатории ТРИЗ Санкт-Петербургского центра детского технического творчества. Предложенная форма представления известного материала адаптирована к менталитету современных школьников.

Дидактика к приемам

Методические рекомендации по преподаванию в начальной школе темы «ПРИЕМЫ РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ»

ПРИЕМ 10

Суть приема: для получения нужного свойства или функции объекта его заранее изменяют.

Если вы собрались другу
Рассказать свою беду,
Брать за пуговицу друга
Бесполезно - убежит,
И на память вам оставит
Эту пуговицу друг.
Лучше дать ему подножку,
На пол бросить, сверху сесть
И тогда уже подробно
Рассказать свою беду.

Г. Остер

«Хорошее начало полдела откачало» - гласит народная мудрость.

Представьте себе, что вас с друзьями пригласили на день рождения. Вы пришли вовремя, а хозяин говорит: “Сейчас сбегаю за продуктами, что-нибудь приготовлю, а вы пока посидите”. Вряд ли такое заявление вас обрадует. Гораздо реальнее другая ситуация: стол накрыт, угощение готово, программа вечера продумана.

Когда мы, по возможности, готовим какое-то дело заранее, это и экономит наше время, и помогает лучше справиться с заданием. Артисты в театре заранее учат свои роли и репетируют в спектакле, ученики на уроках часто пользуются заранее приготовленными трафаретами и шаблонами. Есть наборы шаблонов и у закройщиков в ателье.

Как вкусны домашние пирожки и пельмени! Но на их при-

готовление уходит очень много времени. Если его нет, можно купить в магазине полуфабрикаты: пельмени, котлеты, блинчики. Такие продукты остается только сварить или обжарить. Можно купить и готовое тесто, кашу и вермишель в пакетиках. Все это было приготовлено заранее, что позволило нам сэкономить время и силы. В продаже сейчас часто можно встретить различные продукты, уже нарезанные заранее на порции. Например, хлеб, колбасы, сыр и другие.

Люди заметили, что для того, чтобы сделать вещь с нужными свойствами, иногда нужно выполнить заранее какие-то действия. Живущие на берегу морей рыбаки очень искусны в изготовлении лодок. Очень давно поморы научились делать лодки из цельных деревьев: выдалбливали их или выжигали. И что удивительно: эти лодки получались в два-три раза шире самого толстого дерева. Оказывается, выбрав толстую здоровую осину или липу, поморы еще на корню надкалывали ствол вдоль и забивали в него деревянные клинья. Через каждые три дня клинья углубляли. Дерево продолжало расти и одновременно раздавалось вширь. Клинья со временем увеличивали, потом клинья заменяли распорками, то есть формировали постепенно будущую лодку. На это уходило пять лет. После этого лодочную “трубу” срубали, обрабатывали и спускали на воду.

Строители используют в своей работе заранее изготовленные блоки. Можно строить дом по кирпичику, а можно привезти уже готовые стены, лестницы, перекрытия и собирать их на месте, как конструктор.

Сейчас в продаже часто можно увидеть семена, которые предварительно наклеили на бумажную ленту. Эти семена не надо раскладывать в земле по отдельности. Они уже закреплены на нужном расстоянии друг от друга. И посадить их можно гораздо быстрее, ровнее и экономнее, потому что в дальнейшем не надо будет прореживать ростки.

Пословицы и поговорки

- Без закваски хлеба не месят.
- Готовь сани летом, а телегу зимой.
- Семь раз отмерь – один отрежь.
- Как наладишь, так и поедешь.

Загадки

1. На четыре ноги надевали сапоги,

Перед тем, как надевать, стали обувь надувать.

2. Пыхтит, кряхтит, вверх ползет, не досмотришь – упадет,

Но не больно ему. Почему?

Формулировка приема

· Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично);

· Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного места.

Решение задач

1. Винегрет для Буренок

Чтобы молоко у Буренок зимой было вкусное, нужно давать им сено, в котором смешаны в определенных соотношениях разные травы. Можно, конечно, отмерять нужное количество каждой травы, потом их перемешивать и раскладывать в кормушки. Но гораздо проще сразу посеять травы на поле полосками: полоска клевера, потом - люцерны и так далее. Тогда, если скосить эти травы поперек полос, они сами попадут в бункер сенокосилки в нужном соотношении.

2. Разумная внучка

Бабушка очень любила вышивать, украшая рукоделье серебряным шитьем. И ей нужно было часто вдевать нитку в иголку, причем длина нужной ей нитки каждый раз менялась. А нитки были дорогие, катушка была всего одна и выкидывать обрезки не хотелось. Бабушка стала хуже видеть и не могла сама вдевать нитку в иголку. Очки бабушке не помогали, а обычные нитковдеватели для серебряной нити не годились. Приходилось ждать, когда внучка вернется домой и поможет ей. Внучка была изобретательная девочка (в школе ее любимым предметом был ТРИЗ) и придумала, как сделать так, чтобы у бабушки все время была иголка с ниткой нужной длины. Что она придумала?

Алгоритм решения

1. Определение конфликтующей пары

КП: иголка с ниткой нужной длины

2. Формулирование технического противоречия

ТП1. Если вдеть нитки разной длины в несколько иголок, бабушка сможет шить сколько хочет, но будут обрезки ниток.

ТП2. Если в иголку продеть нитку и не обрезать от катушки, то бабушка сама сможет отмерить нужную ей длину и обрезков не будет, но когда нитка кончится, бабушка не сможет продолжить работу.

3. Формулирование физического противоречия

ФП. Ниток нужной длины, вдетых в иголки, должно быть много, чтобы бабушка шила сколько хочет, и нитка, вдетая в иголку, должна быть одна, чтобы не было обрезков.

4. Формулирование идеального конечного результата

ИКР: бабушка сама отмеряет нитку нужной длины, уже вдетую в иголку, столько раз, сколько ей потребуется.

5. Поиск приема разрешения противоречия

Прием: «предварительное исполнение»

Ответ: внучка перед уходом продевала через десяток иголок одну нитку, не обрезая ее от катушки.

Вопросы для проверки

1. Вы собираетесь стать Героем (Героиней) Новогодней дискотеки. Напишите последовательность действий, или алгоритм подготовки к дискотеке для обеспечения Вашего триумфа.

2. Что нужно сделать заранее, чтобы вынести ребенка из горящего дома?

3. Решите задачу. **Сохрани урожай**

Не все дачники живут за городом постоянно. А в их отсутствие могут происходить неприятные события. Например, может пройти сильный дождь с ветром. Созревшие яблоки при сильном ветре падают на землю и быстро начинают гнить. Предложите способ сохранения качественных яблок в течение нескольких дней даже после очень сильного ливня с порывами ветра.

ПРИЕМ 11

Суть приема: заранее продумать меры защиты для человека или технической системы на случай аварийной ситуации.

Чтобы самовозгоранья
В доме не произошло,
Выходя из помещенья
Уноси с собой утюг,
Пылесос, электроплитку.
Телевизор и торшер
Лучше, с лампочками вместе,
Вынести в соседний двор.
А еще надежней будет
Перерезать провода,
Чтоб во всем твоем районе
Сразу вырубился свет.
Тут уж можешь быть уверен
Ты почти наверняка,
Что от самовозгоранья
Дом надежно уберег.

Г. Остер

Пословицы и поговорки

Берегись бед, пока их нет.

Без забора да без запора не спасешься от вора.

Искру туши до пожара, беду отводи до удара.

С медведем дружись, а за топор держись.

Загадка

Круглая гора, что ни шаг, то нора.

Кто из нас не знает поговорку: “Знал бы, где упасть - соломку бы подостлал”? Люди зачастую знают или догадываются, где их может подстерегать опасность, и могут «соломку подостлать». Суть приема легко понять, прочитав рассказ.

Подстилка для мечтаний

Мики очень любил мечтать. Особенно если куда-нибудь шел: старался представить себе, что его там ждет. А чтобы не отвлекаться, закрывал глаза. Из-за этого он часто спотыкался, стукался о стены, столбы и деревья, набивал синяки и шишки, падал в канавы... Наибольшие неприятности ему доставляла дорога в школу. Количество поворотов можно было пересчитать по шишкам у него на физиономии. Както Мики объяснял своему другу Плюсику происхождение синяков и шишек, на что Плюсик отреагировал так:

- Знал бы, где упадешь, соломку подстелил бы...

- Да это хорошо бы, - вздохнул Мики, рассеянно повторяя: “Знал бы, где упадешь... знал бы, где упадешь... знал бы, где подстелил... Ой! Да я ведь знаю и то, и другое! Короче, все очень просто: надо стелить там, где собираешься упасть. А где я собираюсь упасть? Значит, надо падать там, где собираешься стелить!.. Нет, тогда будет уже поздно. *Значит, надо заранее*. Нет, ничего не получится: как я постелю солому на фонарный столб или на стену дома? И где я вообще возьму солому? Надо ехать в деревню...”. Но мысль о соломе засела ему в голову, и довольно быстро Мики сообразил, что ему нужна не солома, а только одно ее свойство: ему нужно что-нибудь мягкое - например, подушки! От подушек пришлось, правда, отказаться: их в доме было маловато - гораздо меньше, чем углов и столбов по дороге в школу. Зато нашлись куски поролона от старого, никому не нужного матраца. Чтобы проверить свою идею, Мики сначала решил попробовать с одним из кусочков поролона и под удивленными взглядами прохожих прибил его на самом опасном месте, на стенке дома, который *высовывался* на тротуар и каждый раз особенно больно задевал мечтающего Мики.

Утром Мики вышел в школу пораньше, представляя себе, как он изо всей силы стукается о дом, прохожие ахают, а ему хоть бы что. В предвкушении эффекта Мики заранее закрыл глаза и как следует разогнался. Эффект был действительно потрясающий: от искр из глаз и даже из ушей Мики едва не загорелся газетный киоск на другой стороне улицы. Такой большой и красивой шишки на лбу у Мики еще никогда не видели. Пожалуй, она была чуть больше его головы. А все потому, что кто-то содрал со стены бросавшийся в глаза непонятный кусок поролона, не догадавшись, что это - микина “подушка”. Думаете, головная боль помешала Мики размышлять о том, что произошло? Даже наоборот. Сидя за партой и глядя на доску, но не видя ее из-за шишки, Мики сообразил: вот также и кусок поролона - он должен быть, но его никто не должен видеть! То есть для Мики он есть, а для всех прохожих, которые не собираются здороваться со стенкой - поролона нет! “Подушка” - невидимка!! “Прохожие не должны видеть “подушку”, - размышлял Мики, - но как им прикажешь?.. Прохожие должны не видеть “подушку”. Но у меня нету для нее шапки-невидимки!.. Прохожие должны

видеть не “подушку”!! - Но это же совсем другое дело!!! А что же они будут видеть? А что-нибудь другое, не вызывающее удивления и желания сорвать. Может быть, даже им полезное. Что полезное может висеть на стенах? Объявление или указатель какой-нибудь…

На следующий день все выступающие углы домов стали намного красивее. Прохожие с удовольствием читали указатели:

ШКОЛА №14 ЗА ПОВОРОТОМ

НЕ ОБИЖАЙТЕ ДЕТЕЙ

В КИНО ХОТИТЕ? ЧУТЬ - ЧУТЬ ПРОЙДИТЕ

Фонарные столбы тоже не были обижены и выглядели как перед праздником:

ПЕ	К
РЕ	ТРАМ
ХОД	ВАЮ

И никому не приходило в голову, что под кусочками цветного сатина - Микины поролоновые “подушки”! А сам сатин с такими полезными надписями - это выпрошенные у школьной уборщицы старые обрезки, ждавшие участи половых тряпок. Теперь по дороге в школу Мики мог мечтать сколько угодно!

Правда, все эти “подушки” ему не понадобились, потому что нашлось более простое решение …

(Кислов А.В.)

Прием “заранее подложенная подушка” вовсе не означает, что надо обязательно что-нибудь подкладывать, и уж тем более подушку. «Подушкой» может быть и обычный фартук, чтобы не забрызгать одежду, и автомобильная сигнализация, и даже правила дорожного движения. Хоккеисты надевают специальные щитки, чтобы уберечься от летящей с большой скоростью шайбы. Особенно “укреплен” вратарь. В спортивном зале на уроках физкультуры смягчать удары об пол помогают маты. Это ведь тоже “подложенные подушки”.

В средние века огромное количество людей умирало из-за разных эпидемий, порой вымирали целые города. Сегодня каждому человекуделают прививки от тех страшных болезней и люди переносят болезнь в легкой форме, приобретая иммунитет на всю жизнь.

При создании новых технических систем обязательно предусматриваются элементы, которые обеспечивают выход из аварийных ситуаций. В каждом учреждении, в автомобиле, в самолете обязательно есть огнетушители. А вдруг пожар или авария?! При пожаре люди часто могут спастись, только выпрыгнув из окна, другой путь отрезан огнем. Чтобы они не разбились, у пожарников есть специальные натягивающиеся и надувные приспособления для спасения людей. В самолетах на случай аварийной посадки предусмотрены надувные трапы. Во многих современных автомобилях помимо ремней безопасности предусмотрена надувающаяся при аварии подушка, которая помогает смягчить удар и сохранить водителю жизнь. По этому же принципу на морских и речных судах предусмотрены аварийные шлюпки, спасательные жилеты, круги, плоты. Во всех электроприборах используются предохранители - прерывающие выключатели. Если ток становится очень сильным и может привести к беде, то кусочек проволоки в предохранителе плавится и размыкает контур, ток больше не течет.

С молнией шутки плохи. Она может поджечь дом, разнести в щепки вековой дуб. Поэтому жилые дома, заводские трубы и стальные мачты для электропроводов защищают молниеотводом.

Конечно, к сожалению, бывает и так, что приходится учиться на ошибках, порой очень серьезных. Например, гибель наших космонавтов во время приземления из-за нарушения герметичности спускового аппарата заставила ввести строгое правило: все космонавты во время спуска должны быть в скафандрах.

Человечество старается “не наступать дважды на те же грабли”.

Очень страшная история

Доедая с маслом булку,
Братья шли по переулку.
Вдруг на них из закоулка
Пес большой залаял гулко.
Сказал младший: “Вот напасть,
Хочет он на нас напасть.
Чтоб в беду нам не попасть,
Псу мы бросим булку в пасть”.
Все окончилось прекрасно:
Братьям сразу стало ясно,
Что на каждую прогулку
Надо брать с собою … булку.

Д. Хармс

Формулировка приема

·Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами

Решение задач

1. Безопасный поворот

На поворотах горных дорог всегда есть опасность, что шофер может не справиться с управлением и выехать за пределы трассы. Обычно вдоль трассы стоят жесткие ограничители, которые повреждают кузова машин. Сегодня, в целях безопасности, на крутых поворотах ставят использованные автомобильные покрышки.

2. Поилка для цветов

В одной из квартир большого дома жила семья, в которой все любили комнатные цветы. Множество прекрасных цветов украшало интерьер. Неожиданно им предложили семейную туристическую путевку на 10 дней. Все друзья семьи тоже в это время разъехались, и некому было поручить поливку цветов. Как быть? Надо было срочно что-то придумать. И папа придумал. Как вы думаете, что именно? Предложите свой вариант поливки цветов.

Алгоритм решения

1. Определение конфликтующей пары

КП: земля в горшках - вода

2. Формулирование физического противоречия

ФП: земля должна быть влажная, чтобы цветы не засохли, и земля не может быть влажная, т.к. никто ее не поливает.

3. Формулирование идеального конечного результата

ИКР: земля в горшках сама постоянно увлажняется.

4. Поиск приема разрешения противоречия

Прием: “заранее подложенная подушка”.

Ответ: поставить горшки с цветами в тазики с водой.

Другие ответы детей: «увлажнять землю с помощью различных конструкций «капельниц»; “вынести на балкон под дождик”, “ведро воды соединить с землей в горшках водопроводными жгутами из марли”.

Вопросы для проверки

1. Опишите и нарисуйте ситуации, когда помогает решить проблему знание приема «заранее подложенная подушка».

2. Напишите, как этот принцип используется в самолетах, поездах, автобусах, автомобилях.

3. Составьте ребус, иллюстрирующий смысл приема.

4. Решите задачу.

Забывчивый человек

Жил-был человек забывчивый, который очень опасался воров. Когда он приносил домой зарплату, то немедленно прятал деньги в какое-нибудь укромное место. Но уже на завтра он совершенно не мог вспомнить, куда их положил. Привычку свою прятать деньги он менять не хотел. Поэтому пришлось ему придумать, как быстро и безо всяких приборов отыскивать деньги. Предложите такой способ.

ПРИЕМ 13

Суть приема: изменить свойства, функции или положение в пространстве объекта на противоположные.

Совершенно непонятно,
Почему вода течет
Сверху вниз,
А не обратно,
Так, а не наоборот.
Совершенно непонятно,
Почему трава растет
Снизу вверх,
А не обратно,
Так, а не наоборот.
Совершенно непонятно,
Что такое свет и тень,
В общем, есть над чем подумать,
Если думать вам не лень.

Р. Сеф

Если вы решили первым
Стать в рядах своих сограждан -
Никогда не догоняйте
Устремившихся вперед.
Через пять минут, ругаясь,
Побегут они обратно
И тогда, толпу возглавив,
Вы помчитесь впереди.

Г. Остер

Во многих оригинальных технических решениях использован прием “наоборот”. Обычно, когда мы пишем, бумага лежит перед нами неподвижно, а рука с шариковой ручкой передвигается вдоль бумаги. В приборах-самописцах, наоборот, движется бумага. Чернила при письме попадают на бумагу из ручки, но уже придумали такую бумагу, в которой находятся микрокапсулы с пастой. На ней можно писать любой палочкой, раздавленные микрокапсулы оставляют на бумаге четкий след.

Как провести испытания будущего самолета? Нужно проверить, как он будет вести себя на разных скоростях. Если даже испытывать макет, то он просто улетит. Конструкторы поступают наоборот: самолет закрепляют неподвижно, а движется воздух. Такие испытания проводят в специальной аэродинамической трубе. Мощные вентиляторы гонят ветер, мчится по трубе настоящий ураган и обдувает модель, точь-в-точь как встречный воздух обдувает настоящий самолет в реальном полете. А чуткие приборы показывают, верны ли расчеты, правильно ли сделаны крылья, надежны ли рули.

Ракетные и реактивные двигатели устроены так, что горячие газы, с силой вырываясь на выходе из сопла двигателя назад, толкают ракеты и самолеты вперед. В 50-е годы XX века реактивные самолеты завоевали небо и сократили расстояния на планете. Между прочим, по такому же принципу движутся осьминоги. Осьминог набирает воду в специальный мешок, потом с силой ее выталкивает и от этого быстро плывет в противоположную сторону.

Оригинальный аттракцион может быть придуман по принципу “наоборот”. В Москве большим интересом пользовался аттракцион “Вниз головой”. Люди садились на диванчик посреди самой обычной на вид комнаты. И вдруг замечали, что опрокидываются вверх ногами. На самом же деле это вертелась с все большей скоростью комната вокруг неподвижного диванчика. В 1890 году театр на Юнион Сквер в Нью-Йорке устроил скачки лошадей на сцене. Жокеи мчались на своих скакунах по гигантской полосе, которая двигалась как конвейер. Специальный служитель следил за мотором, который приводил полосу в действие и менял декорации.

Испанский архитектор Антонио Гауди смело преодолел инерцию на понимание и ощущение пространства. Когда он создавал макет для собора Святого Семейства, он взял за основу готический собор, в котором все устремлено вверх. Что же он сделал? Он укрепил на потолке своей мастерской деревянную площадку со свисающими веревками, а затем собрал концы веревок в пучки и связал - получились башни

и шпили вверх ногами. Так как веревки не натянуты, а провисают, то силуэт собора лишился жестких линий старых готических соборов. Когда здание построили, оно повторило "провисающую" легкость макета - только наоборот.

Загадки

1. Что вверх корнем растет?
2. Живет - лежит, умрет - бежит.
3. Днем спит, ночью летает.
4. Под водой живет народ, ходит задом наперед.

Пословицы

И добро худом бывает.

Если гора не идет к Магомету, то Магомет идет к горе.

Ученик наоборот

Он учится наоборот:
На математике поет,
На пении ворон считает,
А на труде стихи читает!
И получает круглый год
Пятерки, но наоборот.

Л. Яковлев

Формулировка приема

- **Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;**
- **Сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а подвижную - движущейся;**
- **Повернуть объект "вверх ногами", вывернуть его**

Решение задач

1. Закрученная вода

Первые стиральные машины были устроены так, что специальный винт с лопастями вращал в воде белье. Ткань наматывалась на лопасти, мотор работал с трудом. Американский инженер Джон Миллер предложил вращать не белье, а воду. Конструкция Миллера завоевала весь мир, а сам он стал не только знаменитым, но и богатым.

2. Тренировка пловцов

Бегуны тренируются на двигающейся ленте. Так можно, не сходя с места, пробежать под наблюдением тренера хоть марафонскую дистанцию. Как использовать этот способ для тренировки пловцов?

Алгоритм решения

1. Определение конфликтующей пары

КП: бассейн (его длина) - тренер (его возможности)

2. Формулирование технического противоречия

ТП1. Если бассейн длинный, спортсмен получает нужную нагрузку, но тренер не имеет возможности за ним следить.

ТП2. Если бассейн короткий, тренер может следить за спортсменом, но тот не получает нужную нагрузку.

3.Формулирование физического противоречия

ФП: бассейн должен быть длинным, чтобы спортсмен получал на тренировке нужную нагрузку, и бассейн должен быть коротким, чтобы тренер в течение всей тренировки был рядом со спортсменом, не бегая вдоль дорожки.

4. Формулирование идеального конечного результата

ИКР: бассейн сам обеспечивает тренеру возможность постоянно находиться рядом с плывущим спортсменом.

5. Поиск приема разрешения противоречия

Прием: "наоборот"

Ответ: вода подается навстречу спортсмену с заданной скоростью, обеспечивая необходимую нагрузку, а сам спортсмен плывет на месте.

Другие ответы: "наклонный бассейн", "круглый бассейн", "надеть на спортсмена пояс, привязанный резиновыми шнурами к бортикам бассейна".

Вопросы для проверки

1. В фильме перед бегущим по улице актером в нескольких миллиметрах опускается огромный топор. Как снять на пленку этот эпизод, при этом полностью обеспечив безопасность актера?

2. Разгадайте загадки:

а) Чем больше у нее забирают, тем больше она становится.

б) Будешь оземь кидать - будет кверху взлетать.

3. Напишите новую сказку "Золушка", используя прием "наоборот".

4. Решите задачу.

Вкусные конфеты

На кондитерской фабрике решили выпускать новый сорт конфет - шоколадные с начинкой из вишневого сиропа. По технологии изготовления конфет сироп должен вводиться в готовую шоколадную оболочку. Но возникла проблема: густой сироп не хотел затекать в оболочку, а если его нагреть, то шоколадная конфета теряла вид. Что нужно сделать?

Ответы к заданиям

Прием «Предварительное исполнение»

Загадки:

1. Шины
2. Тесто

Задача. **Сохрани урожай**

Натянуть под яблоней сетку.

Прием «Заранее подложенная подушка»

Задача. ***Забывчивый человек***

Капнуть на пачку денег несколько капель валерьянки, взять у соседей или на улице кота и тот по запаху найдет деньги.

Загадка:

1. Наперсток

Прием «Наоборот»

Загадки:

1. Сосулька
2. Снег
3. Сова
4. Раки

Загадки:

а) Яма

б) Мячик

Задача. ***Вкусные конфеты***

Заморозить сироп, а затем опустить в формочки с шоколадом.

Програма курса «Методы научно-технического творчества»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор
МУНТТР
В.В.Митрофанов

СОГЛАСОВАНО:
Президент
Международной Ассоциации ТРИЗ
Г.С.Альтшуллер

ПРОГРАММА
курса "МЕТОДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА"

Факультет -технический
Семестры - первый, второй
Лекции – 196 час.
Практические занятия - 64 час.
Всего - 260 час.
Индивидуальная работа - 108 час.

Разработчики:
Преподаватели – методисты ТРИЗ
Литвин С.С.
Кислов А.В.
Герасимов О.М.

Составитель:
Декан технического факультета
Герасимов О.М.

Санкт-Петербург
1997г.

Журнал ТРИЗ продолжает публикацию образовательных программ по ТРИЗ и ФСА, доказавших свою эффективность и прошедших успешную апробацию на широком круге обучающихся.

В этом номере представлена программа курса «Методы научно-технического творчества». Она уникальна тем, что была сертифицирована и подписана самим Г.С. Альтшуллером.

Программа разработана в 1997 году представителями питерской школы ТРИЗ и много лет успешно применяется для обучения студентов МУНТТР (организованного В.В. Митрофановым Международного общественного Университета научно-технического творчества и развития[1] - ранее Народного Университета НТТ). Программа рассчитана на годичное обучение (2 семестра), включает лекционные и практические занятия. Ниже представлены тематический план обучения и план проведения занятий.

ПРЕДИСЛОВИЕ

ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА.

Целью курса является развитие творческих способностей слушателей, изучение закономерностей развития технических систем, освоение методов постановки и решения изобретательских и исследовательских задач, поиск новых конструкторско-технологических решений.

ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА.

В результате изучения программного материала курса слушатель должен знать:

- общие закономерности развития техники;
- способы снятия психологической инерции;
- основные методы активизации творческого мышления;
- основы функционально-стоимостного анализа;
- типовые приемы устранения технических противоречий;
- стандарты на решение изобретательских задач;
- алгоритм решения изобретательских задач - АРИЗ
- структуру программ для ЭВМ “Изобретающая машина” и “Техоптимайзер”.

В результате изучения курса слушатель должен уметь:

- системно подходить к решению задач;
- ставить и решать задачи в различных областях техники, науки и искусства с использованием основных элементов ТРИЗ - ФСА и методов активизации творческого мышления;
- проводить прогноз развития технических систем с высокой степенью достоверности.

В результате изучения дисциплины слушатель должен понимать:

- общие принципы использования законов развития техники при решении задач в различных областях техники;
- задачи современной науки и техники;
- области применения методов технического творчества;
- вопросы автоматизации решения задач с помощью ЭВМ.

ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, УСВОЕНИЕ КОТОРЫХ НЕОБХОДИМО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Начальные знания слушателей базируются на программе средней школы по дисциплинам “Физика”, “Химия”, “Геометрия”, “Математика”.

[1] Ссылкой внизу – подробнее об Университете Вы можете узнать на сайте www.triz-spb.ru в разделе «Университет».

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КУРСА

Раздел, тема	Всего час.	Лекции, час.	Практ. занят, час.	Сам. занят, час.
Введение в курс. Логика зарождения и развития новой системы знаний.	4	4	-	-
РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ ПОИСКА И ПОСТАНОВКИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ				
Тема 1.1. Сущность ФСА. Этапы ФСА, их взаимосвязь.	4	4	-	-
Тема 1.2. Эволюционный анализ.	4	4	-	-
Тема 1.3. Компонентно-структурный анализ.	4	4	-	2
Тема 1.4. Функциональный анализ.	12	8	4	4
Тема 1.5. Диагностический анализ.	4	4	-	-
Тема 1.6. Потоковый анализ.	4	4	-	4
Тема 1.7. Функционально-идеальное моделирование (свертывание).	8	6	2	4
Тема 1.8. Функционально-идеальный синтез.	8	4	4	-
Тема 1.9. Объединение альтернативных систем.	4	4	-	4
Тема 1.10. Причинно - следственный анализ. Постановка ключевых задач.	8	4	4	4
Тема 1.11. Диверсионный анализ технических систем.	4	4	-	-
Выполнение курсового проекта по ФСА.				60
РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ				
РАЗДЕЛ 2.1. ТРАДИЦИОННЫЕ (НЕАЛГОРИТМИЧЕСКИЕ) МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ				
Тема 2.1.1. Метод проб и ошибок.	2	-	2	-
Тема 2.1.2. Методы активизации творческого мышления.	6	4	2	2
РАЗДЕЛ 2.2. МЕТОДЫ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ				
Тема 2.2.1. Законы развития технических систем.	16	16	-	4
Тема 2.2.2. Алгоритм решения изобретательских задач.	28	6	22	8
Тема 2.2.3. Приемы разрешения технических противоречий. Их применение при решении задач.	8	2	6	6
Тема 2.2.4. Приемы разрешения физических противоречий. Их применение при решении задач.	4	4	-	-
Тема 2.2.5. Вепольный анализ. Стандарты на решение изобретательских задач. Их применение при решении задач.	12	4	8	4

Тема 2.2.6. Вещественно-полевые ресурсы. Их применение при решении задач.	4	2	2	2
Тема 2.2.7. Физические, химические, геометрические и технические эффекты. Их применение при решении задач.	4	4	-	-
Тема 2.2.8. Задачи - аналоги. Их применение при решении задач.	8	4	4	-
Тема 2.2. 9. Методы решения научных и исследовательских задач.	16	16	-	-
РАЗДЕЛ 3. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ				
Тема 3.1. Сущность инновационной технологии проектирования (ИТП). Виды проектов и особенности их ведения.	4	4	-	-
Тема 3.2. Компьютерная программа “Техоптимайзер” и ее использование в ИТП.	4	4	-	-
Тема 3.3. Информационное обеспечение проектов. Особенности информационной работы на разных стадиях проектирования.	4	4	-	-
Тема 3.4. Экспериментальные работы при ИТП. Планирование, проведение и интерпретация эксперимента.	4	4	-	-
Тема 3.5. Концептуальное предложение. Форма представления. Систематизация и ранжирование предложений.	4	4	-	-
Тема 3.6. Отчетная и презентационная документация по проекту.	4	4	-	-
РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ				
Тема 4.1 . Основы теории развития творческой личности.	4	4	-	-
Тема 4.2. Методы развития творческого воображения.	12	8	4	-
Тема 4.3. Развитие творческих коллективов.	8	8	-	-
Тема 4.4. Патентоведение и охрана интеллектуальной собственности.	8	8	-	-
Тема 4.5. Основы психологии творчества.	8	8	-	-
РАЗДЕЛ 5. НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ФСА				
Тема 5.1. Методика сквозного анализа, совершенствования и развития технических систем.	8	8	-	-
Тема 5.2. Потоковый ФСА.	12	12	-	-
РАЗДЕЛ 6. ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	16	-	-	-
6.1. Подведение итогов обучения.	2	-	-	-
6.2. Подготовка и предзащита дипломных проектов.	8	-	10	-
6.3. Защита дипломных проектов.	6	-	-	-
ИТОГО:	**276**			

Кол-во часов	Учебные темы
4	Цели и задачи МУНТТР. Общая структура курса.
4	Развитие творческого воображения. Виды психологической инерции и методы борьбы с ней.
4	Развитие творческого воображения. Виды психологической инерции и методы борьбы с ней.
4	Функционально-стоимостный анализ. Сущность ФСА. Этапы ФСА, их взаимосвязь.
4	Традиционные методы решения задач. Метод проб и ошибок. Методы активизации творческого мышления.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Компонентно-структурный анализ.
4	Традиционные методы решения задач. Методы активизации творческого мышления.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функциональный анализ. Выдача курсовой работы.
4	Законы развития технических систем. Эволюционный анализ.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функциональный анализ.
4	Законы развития технических систем.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функциональный анализ.
4	Законы развития технических систем.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Диагностический анализ.
4	Законы развития технических систем.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Потоковый анализ.
4	Приемы разрешения технических противоречий. Виды противоречий.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функционально-идеальное моделирование.
4	Приемы разрешения технических противоречий. Виды противоречий.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функционально-идеальное моделирование.
4	Приемы разрешения физических противоречий. Виды противоречий.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функционально-идеальный синтез.
4	Вепольный анализ. Стандарты на решение изобретательских задач.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Функционально - идеальный синтез.
4	Вепольный анализ. Стандарты на решение изобретательских задач.
4	Вепольный анализ. Стандарты на решение изобретательских задач.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Объединение альтернативных систем.
4	Вещественно-полевые ресурсы. Их применение при решении задач.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Причинно - следственный анализ.
4	Физические, химические, геометрические и технические эффекты. Их применение при решении задач.
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Постановка ключевых задач.
4	Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ).
4	Методы поиска и постановки изобретательских задач. Постановка ключевых задач.

4	Задачи - аналоги.
4	Методы решения научных и исследовательских задач.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Методы решения научных и исследовательских задач.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Методы решения научных и исследовательских задач.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Методы решения научных и исследовательских задач.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Сущность ИТП. Виды проектов и особенности их ведения.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Компьютерная программа “Техоптимайзер”[2] и ее использование в ИТП.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Информационное обеспечение проектов. Особенности информационной работы на разных стадиях проектирования.
4	Алгоритм решения изобретательских задач.
4	Экспериментальные работы при ИТП. Планирование, проведение и интерпретация результатов эксперимента.
4	Концептуальное предложение. Форма представления. Систематизация и ранжирование предложений.
4	Отчетная и презентационная документация по проекту.
4	Развитие творческого воображения.
4	Основы теории развития творческой личности.
4	Развитие творческих коллективов.
4	Развитие творческих коллективов.
4	Патентоведение и охрана интеллектуальной собственности.
4	Патентоведение и охрана интеллектуальной собственности.
4	Основы психологии творчества.
4	Основы психологии творчества.
4	Методика сквозного анализа, совершенствования и развития технических систем.
4	Методика сквозного анализа, совершенствования и развития технических систем.
4	Потоковый ФСА.
4	Потоковый ФСА.
4	Потоковый ФСА.
	Подведение итогов обучения. Подготовка к защите дипломных работ.
-	Предзащита дипломных работ.
-	Защита дипломных работ.

[2] В настоящее время изучение Прикладного пакета «Техоптимайзер» не входит в программу обучения в МУНТТР.

С.Литвин (США)

Семен Соломонович Литвин (Мастер ТРИЗ, к.т.н.) – Вице-Президент крупной ТРИЗ-консультирующей компании GEN3 Partners, один из создателей ее собственной методологии: G3: ID™ and TRIZplus™. Был также Вице-Президентом Pragmatic Vision International и Invention Machine Corporation, руководил консультационными проектами для более чем 500 компаний, среди которых P&G, Motorola, Intel, Gillette, Honda, Toshiba и др.

Свыше 30 лет преподает ТРИЗ, был деканом технического факультета Университета ТРИЗ в Санкт-Петербурге. Проводил обучение в Invention Machine Corporation ТРИЗ-сотрудников крупных корпораций Xerox, Ford, Kodak General Electric и др.

М. Гершман (Израиль)

Михаил Давидович Гершман. Сертифицированный специалист по ТРИЗ с 20-летним опытом развития, обучения и применения ТРИЗ, кандидат физ.-мат. наук. Занимался развитием прорывных технологий в России и Израиле. В компаниях GEN3 / PVI / IMC участвовал в множестве консультационных проектов для таких фирм, как P&G, Energizer, Chiquita, Alcoa. Имеет более 40 публикация, в т.ч. 10 патентов.

Параллельные линии эволюции

Очень часто технические, общественные и экономические системы, связанные некой общностью, в процессе эволюции проходят аналогичные стадии развития. В этом смысле можно говорить о Параллельных Линиях Эволюции (ПЛЭ). Зная этапы развития одной из систем, можно прогнозировать эволюцию второй системы. В отличие от ЗРТС, которые дают, как правило, общие указания направления развития практически для любых систем, ПЛЭ дают специфицические указания для сравнительно узкого класса систем.

Какие системы выбирать в качестве аналога данной системы? Сколько их должно быть?

Прежде всего, чем больше аналогов (потенциальных образцов), тем лучше. Начинать надо с самых близких систем и далее двигаться, как бы, по развертывающейся спирали. По мере удаления от данной системы, специфические линии развития систем будут становиться, либо нерелевантными для данной системы, либо «скатятся» в общие закономерности, с которыми имеют дело ЗРТС. В любом случае, число осмысленных и нетривиальных сценариев развития будет весьма ограниченным. Далее эти сценарии можно ранжировать по вероятности или времени реализации. Может быть также, что данная система в будущем распадется на несколько видов, каждый – будет развиваться по своему сценарию.

Итак, с чего конкретно начинать? Какие системы считать самыми близкими к данной?

В первую очередь, это системы, у которых с данной системой одинаковые функции.

В этой точке – опоре на функциональную общность двух систем, анализ Параллельных Линий Эволюции соприкасается еще с одним инструментом ТРИЗ – методом Функционально-Ориентированного Поиска. Только, если последний производит, как бы, отображение точки в точку (выявляет функциональный аналог конкретной системы), анализ ПЛЭ производит отображение линии в линию (тренды развития различных систем с близкими функциями).

Среди функционально общих систем наиболее близкий круг составляют системы с

одинаковым принципом действия. Это предполагает, что системы состоят в основном из подсистем с аналогичными функциями. То есть, самый ближний круг систем – это системы с одинаковыми функциями самих систем и их подсистем.

Пример 1. Пусть анализируемая система – грузовик. Ясно, что такие транспортные системы, как грузовик, легковая машина и автобус при всей специфике выполняют аналогичные функции и одинаково устроены, то есть состоят из подсистем с одинаковыми функциями – корпуса, колес, мотора, трансмиссии, подвески, системы управления и т.д. На этом основании мы предполагаем, что системы будут проходить аналогичные стадии развития. Таким образом, естественно ожидать появление на грузовиках автоматической коробки передач, дисковых тормозов, ABS, индивидуально подгоняемых кресел, подушек безопасности и прочих автомобильных изысков.

При этом, например, дисковые тормоза на тяжелом грузовике будут находиться в заведомо более тяжелых условиях, чем на легковом автомобиле - при пропорциональном увеличении линейного размера машины, скажем, вдвое ее масса увеличится в восемь раз, а площадь охлаждения диска – только в четыре раза. На этот случай имеется отдельная линия – линия развития дисковых тормозов, включающая дисковые тормоза на спортивном автомобиле и на самолете. Опираясь на нее, можно предвидеть многодисковые тормоза, принудительно охлаждаемые тормоза и т.д.

Однако, понятно, что находясь в пределах одной функции и одного принципа действия, можно прогнозировать лишь сравнительно мелкие изменения в системе. Такие прогнозы, хотя и точны, лишены элемента неожиданности и, как правило, хорошо известны заказчику.

Более интересные результаты можно получить, отказавшись от однородности принципа действия (при сохранении общности функции систем).

Пример 2. Линия развития систем безопасности автомобиля от пассивной – привязных ремней, до активной - подушек безопасности. Функция обеих систем – удерживать тело человека от перемещения в случае удара. Однако, если в первом случае система сама не изменяется, то в последнем случае в чрезвычайной ситуации система активно меняет свою геометрию, создавая оптимальные условия для нетравмирующего торможения тела человека. Можно попробовать спроектировать эту линию эволюции, скажем, на структурные элементы автомобиля. Как известно, одна из функций структурных элементов – абсорбировать энергию удара при аварии. Но на сегодня – это пассивная система, явно не оптимальная для принятия удара (так как у нее в штатной ситуации множество других функций и ограничений). Анализ параллельной линии подсказывает направление развития – в момент удара (или непосредственно до него) система должна сама активно измениться так, чтобы стать оптимальной для принятия удара.

Пример 3. Линия развития пищи для домашних кошек и собак. Эта линия повторяет, в сущности, линию развития человеческой пищи. Сперва было важно получить нужное количество калорий. Потом цениться стала вкусная пища. Затем главной заботой стала здоровая пища (Макдональдс уже двигается в этом направлении). Исходя из этой аналогии, можно прогнозировать в будущем спрос на здоровую, сбалансированную, не способствующую ожирению, но все же достаточно вкусную пищу для домашних животных. Но создать такую пищу вряд ли удастся при нынешней технологии, то есть, в пределах нынешнего «принципа действия». На этом примере мы видим, что анализ ПЛЭ, кроме всего прочего, указывает на необходимость смены принципа действия.

Функциональная общность, однако, не является единственным источником параллельности линий эволюции. Параллельность линий эволюции может быть связана с общностью физической природы систем или однородностью их принципа действия.

Пример 4. Ультрафиолетовое излучение имеет ту же природу, что и видимый свет. Поэтому, проследив, линию развития переносных источников света (нить накаливания а газовый разряда эмиссия фотонов в полупроводнике - LED), и зная, что ультрафиолетовые источники уже прошли этап термического излучения и сейчас находятся на этапе газового разряда, логично начать прощупывать почву в направлении UV LED.

Часто плодотворным источником новых идей может являться, скажем, общность некоего образа.

Пример 5. Что общего между мобильным телефоном и бутылочкой воды? Оба объекта - портативные предметы, которые носят с собой, иногда подносят ко рту, периодически используют на короткое время. Одна из линий эволюции портативной бутылки: используется с помощью двух рук а одной руки а без рук. Перенос этой линии на мобильник дает идею аппарата, не требующего от пользователя задействования рук.

На практике довольно часто возникает задача найти новую аппликацию (новую функцию) данной системы. Анализ ПЛЭ может помочь и в этом.

Пример 6. Хлеб. Физически – это некая твердая (эластичная) масса с системой пор. Что это напоминает? Правильно – губку, или, в общем виде, твердую пену. Можно построить линию эволюции пен как таковых. Например, переход от пористой структуры к микропористой (а сейчас уже – к нанопористой). Оказывается, с уменьшением размера пор растет отношение прочности к массе. Значит микропористый хлеб будет намного легче, чем обычный, но крошиться не будет. Можно съесть целую буханку и не располнеть. Кроме того, микропоры имеют феноменальную тепоизолирующую способность близкую к вакууму. Значит в микропористой вафле мороженое в жару долго не расстает, а теплый шоколад останется теплым даже на морозе.

Какие вообще аппликации твердых пен? – легкие материалы, абсорбенты, теплоизоляторы, шумопоглотители, ударогасители и т.д. Можно проследить эволюцию каждой из перечисленных систем и спроецировать ее на нашу систему – хлеб. Например абсорбенты (отношение массы жидкости к сухой массе 1:20) становятся суперабсорбентами (отношение 1:100 и более). Такие материалы применяются, скажем, в дайперсах. Чем хорош суперабсорбирующий хлеб? Вы можете пропитать его чем-то вкусным и полезным и взять с собой и есть, не боясь, что все потечет по рукам и испачкает одежду.

Как видим, элементарные рассуждения насчет схожести линий эволюции хлеба и пены привели к довольно нетривиальным идеям. (Интересно, что можно сделать с шумопоглощающим и ударогасящим хлебом? J)

Заключение

Многие системы развиваются по параллельным линиям. Поэтому, зная этапы развития одних систем, можно с достаточной долей уверенности прогнозировать развитие параллельных систем.

На сегодняшний день найдено пока два источника общности (параллельности) линий эволюции:

· Функциональная общность систем (включая обобщённую функцию), и

· Физическая общность (общность Принципа Действия).

При анализе ПЛЭ данной системы последовательность действий такова:

1. формулируются функции системы
2. для каждой функции в отдельности находятся системы, выполняющие те же функции. Сначала – системы с аналогичным принципом действия, потом остальные.
3. составляется физический образ системы
4. находятся системы, подпадающие под тот же образ
5. анализируется развитие всех найденных систем (2-3 принципиальных этапа)
6. проецируются линии развития на анализируемую систему
7. отбираются релевантные и нетривиальные результаты.

Авторы благодарят А.Захарова, А.Любомирского и И.Петия за обсуждение и ценные замечания.

[1] ФСА - Функционально-стоимостный анализ

С. В. Карамышев

Работает в ООО “Алгоритм” с 2004 года, в отделе T-mining, то есть поиска и развития перспективных проектов для инвестирования. В прошлой жизни был радиационным материаловедом и алюминиевым металлургом. В силу чего ехиден, циничен и склонен к ересям. Не верит во всепобеждающую силу бенчмаркинга и S- кривой. Сам ничего не изобрел. Зато “зарубил” с десяток великолепных разработок.

“Вы все еще чего-то изобретаете? Тогда мы идем к вам!”

Из переписки с редакцией.

Редактор. Вся статья - набор классификаций. Достаточно интересных. Но нам представляется, что недостает конкретных методических рекомендаций - нескольких пунктов, предлагающих на определенном этапе ФСА уточнить, проверить, “разложить” функцию на составляющие и т.п.

Автор. Как мне кажется - замечание вполне справедливое. Однако, пользуясь широко распространенными аналогиями ТРИЗа и биологии, смею заметить, что биология тоже начиналась с классификации, потом селекция, генетика и сейчас - генная инженерия. Боюсь, что до генной инженерии я еще не дорос.

Редактор. Тогда будем расти вместе.

Неоднозначность оценки функций с точки зрения их полезности/ вредности

(Или «по ту сторону добра и зла»)

Рассмотрены варианты подходов к определению характеристик полезности/ вредности функций. Показана их неоднозначность, относительность и субъективность. Рассмотрены случаи перехода функций из одной категории в другую.

ТРИЗ является весьма молодой наукой, поэтому ее понятийный аппарат (аксиомы и определения) не является полностью устоявшимся. Кроме того высока роль субъективного фактора при взаимосвязи собственно технической задачи, заказчика, ставящего задачу и исследователя, решающего ее. Все это вносит в ТРИЗовскую науку элементы “искусства” и “алхимии”, что мешает воспроизводимости и внедряемости ТРИЗовских результатов. В настоящей работе сделана попытка углубленного рассмотрения понятий функционального анализа в части полезности/ вредности функций.

Что такое полезность/ вредность

Разделение функций на полезные и вредные важно как для диагностического анализа и функционально-идеального моделирования, так и с точки зрения иллюстрирования результатов работ для представления заказчику. При всей “интуитивной понятности” пользы и вреда в настоящее время существует несколько значительно различающихся определений полезной/ вредной функции. Так, согласно разным источникам,

полезная функция - это

- ❖ функция, удовлетворяющая потребность пользователя в ее носителе [1];
- ❖ функция, обуславливающая потребительские свойства объекта [2]
- ❖ функция, обуславливающая функционирование компонентов системы [4]

вредная функция - это

- ❖ функция, ухудшающая параметры или деятельность ее объекта [1];
- ❖ функция отрицательно влияющая на потребительские свойства объекта [2]
- ❖ функция отрицательно влияющая на функционирование компонентов системы [4]

В классическом ФСА[1] [3] функции разделяются следующим образом:

- *позитивные* (они же необходимые, полезные) - отражающие функционально необходимые потребительские свойства и определяющие работоспособность объекта

- *негативные* - ненужные объекту, излишние, бесполезные. Негативные функции разделяются на *нейтральные* (просто создающие избыточность и удорожающие объект) и *вредные* (отрицательно влияющие на работоспособность и потребительную стоимость объекта).

Хотя в некоторых модификациях ФСА [4] нейтральные функции не оцениваются негативно, следует все же учитывать, что выполнение их ведет к расходованию ресурсов и появлению неопределенностей - “серых зон”.

В рассмотренных определениях уже заведомо присутствует дуалистичность и субъективность оценки - пользователя (потребителя), разработчика и др. Исследователю приходится домысливать длинную цепочку взаимодействий по всей системе вплоть до реальной потребности пользователя. *Например*, для автомобильного двигателя функция “газы толкают поршень” заведомо считается полезной. Хотя с точки зрения пользователя все равно, что именно делают газы - “толкают”, “тянут”, “крутят” или “вообще не действуют” - его потребность - “чтобы машина ехала”. Довольно сложно разобраться с функциями, которые стоят в середине такой цепочки.

[1] ФСА - Функционально-стоимостный анализ

Отдельно следует отметить, что между функциями происходит "конкуренция в борьбе за ресурсы" и полезная функция меньшей значимости в условиях ограниченности ресурсов вполне может быть оценена, как вредная.

Например, функция телевидения "развлекать зрителя" вполне может сама по себе считаться полезной. Однако в случае засилья развлекательных программ на экране она отбирает ресурсы у других функций "просвещать", "информировать", "воспитывать". Причем отбираются ресурсы как у субъекта функции - телеиндустрии (технические средства, деньги продюсеров), так и у объекта функции - зрителя (время, внимание, память).

Как определяют полезность/ вредность

В попытках определить полезность/вредность функции просматриваются следующие подходы:

- ***"Интуитивный"*** (сегодня - основной) - "мне кажется", "по мнению эксперта", "заказчик сказал", "всем очевидно". Недостаток этого подхода - субъективизм.
- ***"Генетический"*** - функция считается полезной/вредной, если для ее реализации/подавления создана специальная система (подсистема). Например, в автомобильном двигателе созданы система охлаждения и глушитель. Недостаток - влияние традиции. Предельный случай: главная функция технической системы традиционно считается полезной "по определению". Так же "по определению" полезными считаются все функции, способствующие выполнению главной функции.
- ***"Дифференциальный"*** - если функция исполняется лучше, (параметр функции изменяется больше, либо быстрее, либо при меньших затратах ресурсов), то это улучшает свойства системы и, значит, функция - полезная. Недостаток - ненадежность экстраполяции на значительные изменения параметра относительно исходного значения. Кроме того, этот подход не универсален - не применим к "статическим" функциям, типа "удерживать".

Когда происходят переходы (неоднозначности) полезность/ вредность

Отнесение функции в один из классов по «полезности – вредности» не является абсолютным, так как существуют возможности переходов функций из категории полезных в категорию вредных и наоборот. Можно выделить следующие основные типы таких переходов:

· По силе воздействия.

Это наиболее частая и типичная ситуация. Если воздействие слабое - функция полезная, если сильное - вредная. В свете классической системы определений [3] происходит переход функций по линии: полезная → полезная избыточная → негативная нейтральная → вредная. Эта ситуация типична в случае, когда изменяемый параметр имеет некий оптимум, что особенно характерно для биохимических систем.

Примеры:

-витамины, биологически активные добавки,

-действие ультрафиолетового излучения на кожу,

-одно и то же химическое вещество - индол - в микроконцентрациях придает аромату цветов свежесть, а в больших количествах - ощущается как запах фекалий.

· По времени воздействия.

Функция была полезная - стала вредная. Эта ситуация наиболее характерна для периодических и циклических процессов.

Примеры:

- для автомобильного двигателя функция стенок гильзы "охлаждать газ в цилиндре" полезная на такте сжатия и вредная на такте рабочего хода,
- действие различных видов удобрений может быть вредным или полезным на разных стадиях роста растений,
- для экрана телевизора или монитора функция люминофора "излучать свет" полезная в момент воздействия электронного луча и примерно 1/100 с после него и вредная в последующее время.

· По направлению (вектору) воздействия.

В одном направлении действия функция может быть полезной - в другом - вредной. Ситуация наиболее характерна для транспортных процессов.

Примеры:

- функция ветра "двигать судно" полезная или вредная в зависимости от направления ветра,
- функция насоса "двигать воду (вдоль по трубе)" - полезная, а "двигать воду (закручивая по спирали внутри трубы)"- вредная,
- функция подшипника "удерживать вал" - от вращения по направлению вращения вала - вредная, а от смещения и от вращения в других направлениях – полезная.

· По условиям надсистемы.

В одних условиях существования надсистемы функция - полезная, в других та же самая функция - вредная.

Примеры:

- для лампочки накаливания функция "нагревать воздух" вредная летом в Сочи и полезная зимой в Мурманске,
- функция попутного ветра "двигать судно" полезная при плавании в море и вредная при маневрировании в порту,
- функция силы инерции "двигать автомобиль" полезная при преодолении с разгона участка плохой дороги и вредная при торможении перед светофором.

· По иерархии системы.

Функция может быть полезной для системы в целом, а для части системы - вредной.

Примеры:

- функция плиты "нагревать сковородку" - полезная, но при более детальном рассмотрении разделяется на полезную ("нагревать диск сковородки") и вредную ("нагревать ручку сковородки"),
- функция СМИ "информировать людей о чем-то" - иногда бывает полезна для общества в целом, но может разделиться на полезную для взрослых и вредную для детей,
- функция забора "препятствовать проходу (людей)" - полезная в целом, но вредная в отношении хозяина, рабочих огороженной стройплощадки и другого "авторизованного персонала".

· По субъективному восприятию.

То, что может быть полезно одному пользователю, другому может показаться вредным. Ситуация типична для областей искусства, дизайна и моды.

Например:

- при создании новой модели БМВ конструкторы уменьшили шумоизоляцию автомобиля, поскольку "слишком тихая" машина не соответствует представлениям потребителя о "спортивном стиле".

Переходы между полезными и вредными функциями могут происходить как по одному из перечисленных "сценариев", так и в результате их сочетаний.

Функции, неотъемлемо сочетающие полезность/ вредность

- Особый случай - это функции, неотъемлемо сочетающие в себе полезность и вредность (по крайней мере в рамках одного и того же принципа действия).

Функция, полезная в одном аспекте, одновременно и неразрывно вредна в другом.

Примеры:

- в двигателе внутреннего сгорания функция **"топливо нагревает воздух в цилиндре"** ведет к расширению газов и совершению полезной работы. При этом чем больше температура - тем выше КПД. Однако нагрев воздуха неизбежно ведет к образованию вредных оксидов азота NOx, причем тем сильнее, чем выше температура. Таким образом, функция "нагревать воздух" неразрывно сочетает в себе признаки и полезной, и вредной,
- в ядерной энергетике функция **"нейтрон делит (разбивает) ядро U-235"** является полезной в атом-

ном реакторе - движение ядерных осколков вносит основной вклад в доступную к использованию энергию; но сами осколки являются радиоактивными и химически токсичными, и с этой точки зрения функция "делить ядро" может рассматриваться как вредная.

- в системах мобильной связи благодаря функции **"телефон излучает электромагнитные волны"** происходит передача информации (и чем выше мощность сигнала, тем лучше связь); но эти же волны вредно воздействуют на биологические ткани пользователя, и с этой точки зрения та же функция может рассматриваться как вредная.

· Еще один случай: функции, связанные со статистически неопределенными процессами, где одно и то же действие над объектом может приводить к различным результатам (исходам).

Функции со статистически связанными полезностью и вредностью.

Функция, полезная с вероятностью **А**, одновременно будет вредной с вероятностью **1-А.**

Примеры:

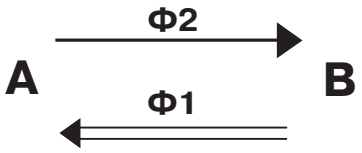
- В химической реакции нагрев реагента ведет к увеличению энергии молекул вещества. При этом увеличивается скорость целевой реакции (полезная функция). Однако увеличение энергии молекул ведет и к повышению вероятности разрыва молекулярных связей - пиролизу или другим, не целевым побочным реакциям (вредная функция). Эти исходы носят вероятностный характер.

- При выведении новых сортов растений проводят облучение опытных полей жестким гамма-излучением. Гамма-излучение ведет к мутациям, также носящим вероятностный характер. Большая часть растений - мутантов оказываются нежизнеспособны (вредная функция), но среди них находят и редкие экземпляры с ценными качествами (полезная функция).

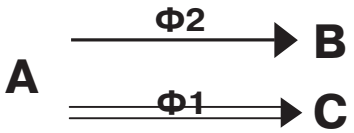
Почему происходят переходы (неоднозначности) полезность/ вредность

Причинами неоднозначности функций являются следующие:

· ***Противодействие.*** В реальной жизни любое действие неизбежно связано с противодействием. Если ***А*** - субъект функции Ф1 - воздействует на объект ***В***, то неизбежна и обратная функция Ф2, когда ***В*** воздействует на ***А***. При этом Ф1 может оцениваться нами как положительная, а Ф2 - как отрицательная.



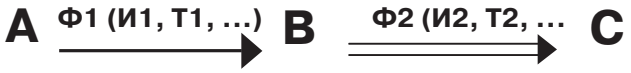
· ***Связанность параллельных функций***. Если ***А*** - субъект функции Ф1 - воздействует на объект ***В***, то зачастую ***А*** неразрывно воздействует также и на объект ***С***, формируя функцию Ф2. При этом Ф1 может оцениваться нами как положительная, а Ф2 - как отрицательная.



· ***Связанность последовательных функций.*** Если ***А*** - субъект функции Ф1 - воздействует на объект ***В***, то зачастую В неразрывно воздействует также и на объект ***С***, формируя функцию Ф2. При этом Ф1 может оцениваться нами как положительная, а Ф2 - как отрицательная.

При выполнении функционального анализа исследователь субъективно может не видеть этой неразрывной последовательности, а значит и вредной функции Ф2, или произвольно пренебрегать ею, но она от этого никуда не денется.

Недостаточная согласованность функции. Если ***А*** - субъект функции Ф1 - воздействует на объект ***В*** с интенсивностью И1 (или во время Т1, в направлении Н1, и т.д.), то при этом Ф1 оценивается нами как положительная, а при интенсивности И2 (или во время Т2, в направлении Н2 и т.д.) эта же функция оценивается как отрицательная. Другими словами, в этом случае вредная функция - это недостаточно согласованная полезная. Причем согласованность можно повышать как за счет субъекта или свойств функции, так и за счет объекта.



Что делать в случаях переходов (неоднозначности) полезность/ вредность

- Проверять все, даже "интуитивно-понятные" функции на неоднозначность.
- Проверять возможность "управляемого перевода" функции из вредной в полезную путем изменения ее силы, времени, направления, места действия, условий надсистемы, повышения согласованности.

  Пример:

  - Для гребного судна функция "ветер движет судно" полезная при попутном ветре и в равной степени вредная при встречном,

  - Для судна с прямым парусом функция "ветер движет судно" полезная при попутном ветре и в меньшей степени вредная при встречном (т.к. парус можно убрать),

  - Для судна с косым парусом, которое способно идти галсами, функция "ветер движет судно" - полезная при любом направлении ветра .
- Заменить в качестве основного показания к свертыванию "вредность" функции на ее "избыточность".
- Перед свертыванием вредной функции проверить систему на "связанные с вредной" полезные функции, предусмотреть их выполнение другими элементами системы (надсистемы).
- При невозможности устранения вредной функции попытаться найти в надсистеме такие системы и объекты, для которых вредная функция или продукт ее осуществления оказывались бы полезными.

Какую пользу может принести предложенный анализ функций

- ✓ Нетривиальные решения - возможность обнаружения того, что функция, которая исходно всеми считалась однозначно полезной, на самом деле является вредной и наоборот.
- ✓ Повышение практической внедряемости ТРИЗ-овских решений. Более правильная оценка эффективности затрат, связанных с ликвидацией вредной функции.
- ✓ Повышение правильности сравнения товаров, технических систем и технологических процессов с конкурентными; уточнение существующих и нахождение новых маркетинговых ниш.

ЛИТЕРАТУРА

1 Любомирский А.Л. Функционально-стоимостный анализ /Конспект лекций. - С-Пб: НИЦ "Алгоритм". - 1995.

2 Герасимов О.М. Конспект лекций по методам научно-технического творчества. - С-Пб: НИЦ "Алгоритм". - 1996.

3 Моисеева Н.К., Карпунин М.Г. Основы теории и практики функционально- стоимостного анализа. - М.: Высшая школа. - 1988.

4 Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Методические рекомендации / В.М. Герасимов, В.С. Калиш, М.Г. Карпунин, А.М. Кузьмин, С.С. Литвин. - М.: Информ-ФСА. - 1991, 40 с.

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Процедуры синтеза в ТРИЗ-ФСА

ТРИЗ и ФСА, несмотря на существенные различия в подходах к объекту исследования, в инструментальном смысле с самого начала создавались как методы аналитические. Это естественно, поскольку анализ, раскладывая объект совершенствования на части, обеспечивает создание необходимых представлений о его недостатках и позволяет добраться до корней проблем.

В то же время **изобретательские задачи все больше перекочевывают в область синтеза систем**.

Одна из причин этого – в ускорении темпа смены видов продукта производства. Эта смена происходит задолго до физического износа. Более того: эта смена может происходить раньше морального износа! В предельной ситуации – продукт должен «мутировать» прямо на конвейере. Этого требуют законы рынка (подавляющее действие надсистемы).

При таком темпе:

➢ "мутации" слабо связаны с потребностью пользователя в совершенствовании функций изделия, поскольку не потребности рождают новые функциональные возможности, а наоборот – искусственно созданные функциональные возможности порождают навязывание новых потребностей

Пример – индустрия средств для похудения. Чтобы увеличить их сбыт, СМИ внушают людям нормальной полноты, что они неадекватны, создавая искусственно моду на тощие фигуры.

Зеркальная ситуация - реклама толстушек в пользу индустрии продуктов питания…

➢ "мутации" уже почти не связаны с накоплением внутрисистемных противоречий - противоречия просто не успевают накопиться

➢ усложняется сочетание тенденций развития ТС – началу второго этапа S-образного развития оказываются присущи свойства и закономерности, характерные для третьего этапа, поскольку ТС «рождается» и «умирает» почти одновременно

➢ как следствие, "мутации" объектов техники все больше зависят от законов социума

Еще о тощих фигурах. Предположим, что в стране принят закон, запрещающий рекламу худых тел, поскольку она сказывается на здоровье нации и способности к деторождению (в Аргентине это уже сделано[1]). Можно легко представить, в какое русло перейдет теперь в этой стране творчество изобретателей и поставщиков биодобавок.

Разумеется, взаимодействие законов эволюции техники и социума было всегда. Качественно новую струю вносит темп их эволюции.

Если ЗРТС не успевают проявиться в виде тенденций, изменяется сама движущая сила развития ТС.

Другая причина увеличения роли синтеза в технике – в сближении технических технологий с природными. В природе процедуры сборки и разложения строго сбалансированы[2]. Особенно хорошо это видно на объектах, которые изучает химия или биология.

В более сложных системах, включая социальные, эти явления целесообразно исследовать в первую очередь в сопряженных актах рождения и смерти. В частности, интересны временные соотношения между разложением и сборкой на макро- и микроуровнях. Именно процессы синтеза в природе таят в себе основные загадки мироздания[3]. Здесь можно видеть, что синтетический инструментарий природных технологий (и особенно - технологий сборки живого) опирается на преимущественное потребление информационно насыщенных ресурсов.

Отсюда очевидна третья причина необходимости развития процедур синтеза систем.

Третья и важнейшая причина - быстрый и неотвратимый рост доли и значимости информационных технологий в валовом продукте развитых стран. Создание и развитие компьютерных программ - это сегодня почти целиком блочное строительство: библиотеки стандартных алгоритмов, унифицированные протоколы коммуникаций, базы данных с уже "зашитыми" в них механизмами транзакций; наконец, команды, каждая из которых сама является блоком с тенденцией к росту его емкости - одним словом, здесь царит модульный синтез, причем создать новый продукт на базе старого, как правило, гораздо дешевле, чем проанализировать и усовершенствовать старый.

В методологии модульный синтез также доказал свою эффективность, особенно при интеграции подходов из разных дисциплин (не говоря уже о синтетической системе знаний – синергетике), за счет роста числа «степеней свободы» и возникновения сверхэффектов, далеко не всегда предсказуемых, но способных существенно усиливать и преобразовывать исходную цель синтеза.

Пример такого усиливающего сверхэффекта в синтезе методик - интеграция ТРИЗ и ФСА, в перспективе - возможная их интеграция с 6-СИГМА[4].

Другой, более частный пример - эффективность совместного использования алгоритмов функционально-идеального синтеза и функционально-диверсионного анализа систем. Такой подход был впервые применен в НИЦ "Алгоритм" при разработке специализированной системы искусственного интеллекта, когда отсутствие аналогов делало невозможным обычный путь - через их анализ и усовершенствование, а единодушное мнение экспертов о принципиальной нерешаемости задачи не позволяло создать исходную базу для разработки "от нуля".

Почему же синтез технических систем не проработан методически так же тщательно, как анализ?

Процедуры синтеза должны опираться на закономерности развития того класса систем, к которому относится синтезируемый объект. В противном случае они сводятся к перебору вариантов, не гарантируют, что предлагаемый вектор развития направлен на перспективу, а не «вспять», и не позволяют заложить надежную долгосрочную основу стратегии развития. Эти закономерности, в общем случае, либо не известны (за исключением объектов техники), либо не осознаются. Возможный выход – в создании универсальной методической базы синтеза с опорой на два «столпа»:

основные, наиболее общие законы диалектики

безусловные ограничения, диктуемые надсистемой, доступными ресурсами и физическими пределами

ВЫВОДЫ

1. Завтрашняя востребованность технологии развития систем на базе ТРИЗ-ФСА зависит от того, насколько методы анализа, традиционные для этой технологии, будут сбалансированы методами синтеза систем.

2. Разработка сбалансированных технологий развития систем может обеспечить их прорыв в неосвоенные и плохо освоенные "экологические ниши" - информатику, социологию, бизнес.

Вниманию читателей предлагаются две работы, посвященные синтезу систем.

---

[1] «Закон о размере» запрещает пропаганду параметров 90-60-90, штраф $30-175 тыс. (Буэнос-Айрес, 2005).

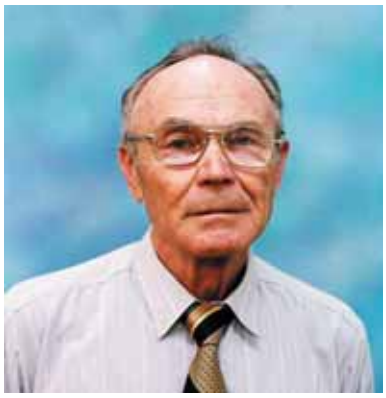
[2] **В ТРИЗ-ФСА такого баланса пока нет. Анализ проблемы, выводя на идею решения, ставит перед изобретателем задачу синтеза - в виде рекомендуемых приемов, стандартов, стратегий свертывания ТС т.п., но не решает эту задачу. Далее, от идеи к реализации (самая кропотливая часть пути!) нужно добираться "своим ходом" (т.е. без алгоритмики, "творчески"), и только споткнувшись на так называемых вторичных задачах можно снова обратиться к упорядоченным методам ее анализа. Выходит, главную часть пути нужно двигаться путем проб и ошибок.**

[3] Может быть, на пути синтеза рукотворных систем не требуется изобретательства? Так мог бы сказать только тот, кто этим путем ни разу не ходил.

[4] См. в этом номере статью М.Баркана.

Каган Эдуард Львович. Родился 24.02.1936 г.

Образование высшее, физик (Петрозаводский университет, 1958 г.). До 1967 г. работал на инженерных должностях, связанных с разработкой новой техники в Петрозаводске на заводе «Тяжбуммаш». Там же без отрыва от основной работы заочно закончил Общественный институт патентоведения (РОИП) в г. Риге. Первое знакомство с ТРИЗ произошло при прочтении книги Г.С. Альтшуллера «Как научиться изобретать». С 1967 г. проживал и работал в Волгограде. В 1971 г. участвовал во всесоюзном семинаре ЦС ВОИР по методике изобретательства в г. Баку, где прошел обучение ТРИЗ по 60-часовой программе под руководством Г.С. Альтшуллера. В 1973 г. на всесоюзном семинаре в г. Днепропетровске был аттестован на преподавателя ТРИЗ. В 1974 г. организовал Школу ТРИЗ при обл. Совете ВОИР Волгограда и при всесторонней поддержке Г.С. Альтшуллера. Регулярно, вплоть до 1993 года, проводил семинары и учебы по ТРИЗ на предприятиях Волгограда и области. Работая в СКТБ при заводе пьезокерамики, создал 7 изобретений по тематике завода (всего в активе 11 изобретений, зарегистрированных в патентном ведомстве). В 1994 г. организовал отдел перспективных технологий в корпорации “MGM”(финансовая пирамида) и собрал команду разработчиков из тризовцев. Этой группой были успешно решены несколько сложных производственных проблем на основе хоздоговоров. В 2000 г. по семейным обстоятельствам репатриировался в Израиль, где являюсь членом Совета МАТИ (МАТРИЗ Израиля).



Э. Л. Каган (Израиль)

Полеты конусов

Работа посвящена синтезу новой технологической системы при отсутствии аналогов. Такого типа работ автор еще не встречал в ТРИЗ-литературе. Данная работа - результат анализа разработки конкретного проекта и опыта автора в использовании ТРИЗ в процессе практических разработок, преподавания и исследования. Впервые автор обратился к этой тематике в 1996 г. Разработка автомата СБК (сборки конусов) была начата в августе 1996 г. и завершена в январе 1997 г.

Введение.

Данный класс задач включает в себя задачи на достройку недостающих подсистем (двух и более) в системе более высокого уровня, а также задачи полного синтеза многофункциональной системы по ее заданной главной полезной функции (ГПФ). Такие задачи, на наш взгляд, являются одними из наиболее сложных задач творческого поиска.

Следует отметить, что, на наш взгляд, в арсенале всех имеющихся средств ТРИЗ проблема **многофункционального синтеза** наименее разработана. Из имеющейся литературы по ТРИЗ и другим средствам направленного поиска заслуживает внимания методика функционального синтеза, описанная в рамках Комплексного Метода Б.И. Голдовского и М.И. Вайнермана. Очень бедна методологическая литература и практическими примерами решенных задач многофункционального синтеза, т. е. создания ТС «с нуля».

Предыстория возникновения проблемы.

На фабрике мороженого имелся многофункциональный автомат «FIL MARK» итальянского производства, выполняющий комплекс операций по дозированной расфасовке мороженого. Исходное сырье, подаваемое на входной питатель автомата, существует в виде отдельно заготовленных вафельных и упаковочных конусов. Но на конвеер автомата должны поступать пары вставленных один в другой вафельного и упаковочного конусов. Сборка таких пар в автомате не предусмотрена, поэтому перед каждым пуском автомата 12 работниц в течение 2-х рабочих смен набирают вручную необходимое количество пар конусов. Производственная проблема налицо: необходимо ликвидировать ручной труд, поручив сборку и заготовку наборов конусов машине.

Информации о том, как эту проблему решают итальянцы, получить не удалось. Известно лишь то, что подобные автоматы для расфасовки мороженого встроены в иные, чем в России, технологические линии.

Уточнение и конкретизация проблемы.

Имеются в необходимом количестве собранные в отдельные наборы стопки двух видов конусов: вафельных и упаковочных, предназначенных для укладки и упаковки мороженого. На технологическую линию нужно подавать конусы, собранные один в другой (вафельный в упаковочный) . Для заготовки наборов из таких пар нужно создать автоматическое устройство.

Требования и ограничения:

1) Производительность создаваемого автомата должна быть не ниже, чем у автомата (итальянского), расфасовывающего мороженое со скоростью не менее 60 порций/мин.

2) На конусах не должно быть механических повреждений.

В условиях этой задачи заданы изделия на входе, охарактеризовано то, что должно быть на выходе системы, есть указание цели и ГПФ системы. Даны требования по минимальной производительности.

Привлекая все, что нам известно из ТРИЗ о законах построения и развития ТС, и рекомендации из блока функционального синтеза Комплексного Метода (Б.И. Голдовского и М.И. Вайнермана), переходим к этапу предварительного синтеза.

1. Предварительный синтез ТС.

Шаг 1. Составить перечень подсистем, которые необходимо построить.

По своему смыслу такая операция выявляет перечень задач синтеза, решение которых обеспечит функциональную полноту будущей ТС.

1.1.

В первую очередь уточним ГПФ будущей ТС: периодическая сборка конусов один в другой (вафельного в упаковочный) и накопление - заготовка наборов из них на потоке.

Исходя из ГПФ, можно определить «способности» ТС, т.е. определить, что конкретно должна «уметь» делать система. В системе должны быть организованы два потока движущихся конусов с определенным в пространстве и времени интервалом,

сходящихся на позиции сборки и продолжающих движение в одном потоке пар конусов, накапливающихся в специальном, периодически разгружаемом накопителе.

1.2.

Теперь построим предварительную функциональную модель будущей ТС, анализируя способности от входа до выхода. Сформулируем последовательность полезных функций (ПФ):

Обеспечить сборку конусов один в другой - и для этого:

ПФ 1	- удерживать стопку упаковочных конусов;
ПФ 2	- удерживать стопку вафельных конусов;
ПФ 3 и ПФ 4	- отделять по одному конусу от стопки каждого вида;
ПФ 5 и ПФ 6	- перемещать отделенные конусы каждого вида на позиции сборки;
ПФ 7	- удерживать упаковочный конус на позиции сборки до прихода вафельного;
ПФ 8	- перемещать собранную пару конусов в накопитель;
ПФ 9	- укладывать пары конусов одна в другую (составлять набор) в накопителе;
ПФ 10	- разгружать накопитель. Эту функцию целесообразно выполнять вручную по мере заполнения, но можно поручить и техническому устройству.

Примечание:

Нумерация полезных функций предварительная. На базе данного состава ПФ будет определен перечень подсистем.

1.3.

Попробуем теперь предварительно обеспечить оптимальную степень идеальности будущей ТС, проведем синтез и анализ ее **пространственно-временной организации**, исходя из содержания ПФ (табл.1-3):

Таблица 1. Пространственные зоны ТС.

Обозначение	Наименование	Функции
X1; X2	оперативные зоны удержания стопок конусов	ПФ1; ПФ2
X3; X4	оперативные зоны отделения конусов от стопок	ПФ3; ПФ4
X5	оперативная зона переноса конусов	ПФ5; ПФ6
X6	оперативная зона, где происходит сборка конусов	ПФ7
X7	оперативная зона накопления сборок конусов	ПФ8; ПФ9
X8	прочее пространство	

Относительное расположение в пространстве оперативных зон ТС:

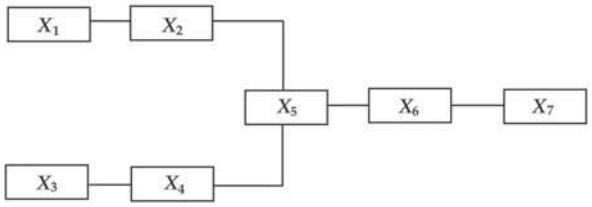
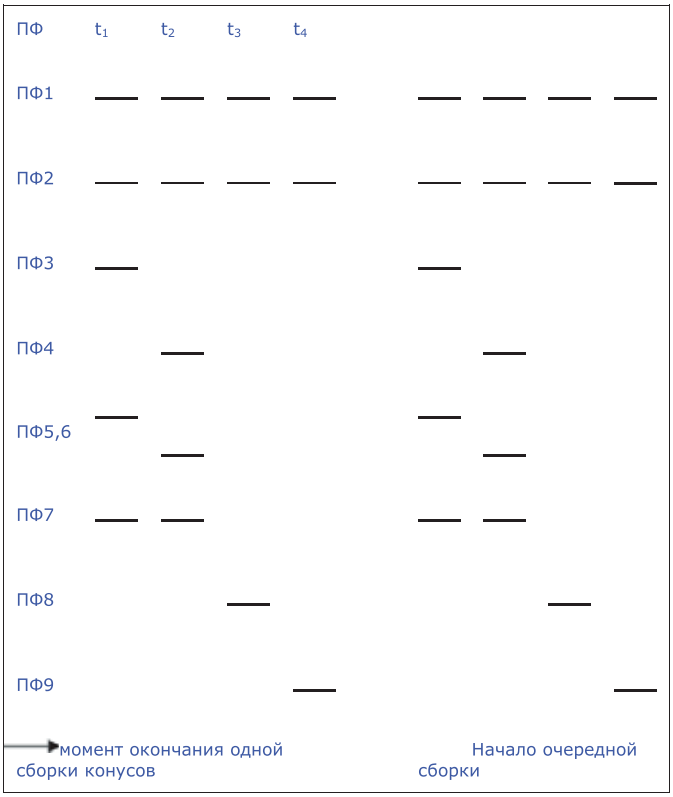


Таблица 2. Временные зоны ТС.



где:

t1... t4 - основные отрезки времени, определяющие последовательность выполнения полезных функций,

T - период работы автомата в одном цикле набора накопителя сборок конусов,

T=(t1 + t2 + t3 + t4)*n, где n - число сборок конусов.

Анализируя обе таблицы, можно сделать следующие выводы:

- Пространственная организация ТС «просится» быть в виде вертикальных потоков конусов на позицию сборки и такого же последующего вертикального потока сборок пар конусов в накопитель. Иными словами, необходимо максимально задействовать гравитационное поле.
- Во временной организации выявлена необходимость создания цикличного «включения» последовательности ПФ для обеспечения набора из сборок конусов до полного заполнения накопителя.

Подводя итог выполненному анализу пространственно-временной организации, можно составить перечень подсистем (ПС), распределив между ними основные полезные функции.

ПС1 (ПФ1) - подсистема удерживания загружаемой стопки упаковочных конусов;

ПС2 (ПФ2) - подсистема удерживания загружаемой стопки вафельных конусов;

ПС3 (ПФ3) - подсистема отделения одиночных упаковочных конусов;

ПС4 (ПФ4) - подсистема отделения одиночных вафельных конусов;

ПС5 (ПФ5, ПФ6) - подсистема переноса отдельных конусов на позицию сборки;

ПС 6 (ПФ7) - подсистема удержания упаковочного конуса на позиции сборки;

ПС7 (ПФ8, ПФ9) - подсистема переноса собранных конусов в накопитель;

ПС8 (ПФ10) - подсистема-накопитель с разгрузочным устройством;

ПС9 (ПФ?) - подсистема управления.

Примечание: функции управления пока не выяснены.

Шаг 2. Построение блок-схемы искомой ТС.

2.1. Определение особенностей подсистем

Две первые группы подсистем ПС1 с ПС3 и ПС2 с ПС4 идентичны по выполняемым функциям, но должны быть существенно отличны по принципу действия, т. к. существенно отличны ИЗДЕЛИЯ, попадающие в их обработку.

В оперативные зоны ПС1 и ПС3 попадают упаковочные конусы. Это мягкие, податливые на деформацию, почти невесомые (из тонкой металлической фольги) стаканчики весом 2 г.

В оперативные зоны ПС2 и ПС4 подаются вафельные конусы. Это твердые, хрупкие, относительно тяжелые стаканчики.

При синтезе рабочих органов подсистем свойства изделий должны быть учтены максимально полно.

По производительности, т. е. скорости «выдачи» конусов на сборку, эти две подсистемы должны быть идентичными.

2.2. Определение необходимых энергопотоков

На производстве, где будет установлен Автомат сборки конусов, имеются электроэнергия и сжатый воздух, поэтому эти энергоносители можно считать «бесплатными».

Теперь, ориентируясь на составленный список подсистем, можно наметить энергопотоки для их функционирования, как «дармовые», так и те, которые, возможно, потребуется вводить.

Для ПС1 и ПС2 на ВХОДЕ имеем массу, созданную стопками конусов, т. е. гравитационное поле, которое надо компенсировать, чтобы стопки находились в заданной оперативной зоне пространства. Нужен какой-то простой опорный держатель конусов.

Далее идут подсистемы ПС2 и ПС4, главной ПФ которых является отделение одиночных конусов от стопок, удерживаемых в опорных гнездах. Здесь возможны варианты, синтез которых еще предстоит. А пока можно наметить вид энергопотока в подсистеме. Рабочим органом этих подсистем должен быть какой-то захват, контактирующий с отделяемым конусом (сжимающийся-разжимающийся или с вакуумными присосками), т. е. механическое поле (Пмех). Для управления захватом могут привлекаться как механические, так и электромагнитные поля. Таким образом, на входе ПС2 и ПС4 управляющий энергопоток существует в виде Пмех или Пэл. Возможно также использование вакуума для захватов.

Далее, отделенный захватом от стопки, конус должен быть перемещен и отпущен на позицию сборки.

Подсистема ПС5 должна обеспечивать перенос конусов обоих видов из разных точек пространства (X1 и X2) в одно место (X6). Сам перенос может быть просто свободным падением на ограниченном участке пространства. Поэтому, пока не вдаваясь в технику дела, можно принять движущей силой переноса гравитационное поле. А падать конусы должны один в другой, т.е. в разные моменты времени. Уточняем: подсистема ПС5 должна направлять свободное падение, а ПС6 - остановить падение.

Дальнейший путь уже собранной пары конусов в накопитель осуществить как будто бы легко опять-таки под действием гравитационного поля. Накопитель (ПС7), таким образом, служит лишь ограничителем зоны пространства, где собираются (оседают) пары собранных конусов.

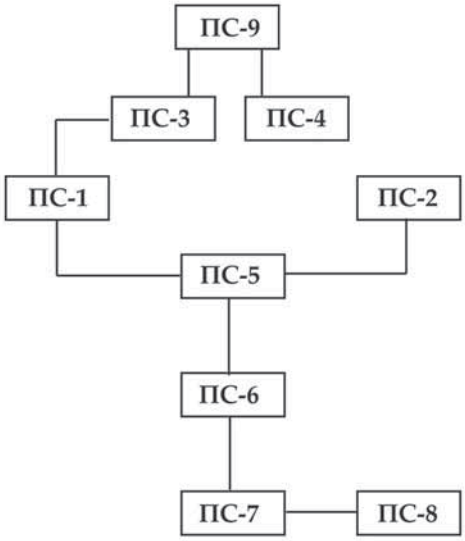
В итоге можем использовать следующие энергопотоки (поля):

- Э1 - управление захватом: Пэл, Пмех или Пвакуум;
- Э2 - управление переносом конусов: Пграв. Таким образом, есть возможность использовать только «бесплатные» энергопотоки.

2.3. Построение блок-схемы ТС

На этом шаге можно определить необходимые связи между подсистемами, определить энергетическую полноту и степень управляемости.

Итак, предварительная блок-схема искомой ТС может выглядеть так:



Окончательная блок-схема ТС уточнится после решения задач синтеза всех указанных подсистем, а пока можно говорить лишь о минимальной работоспособности и управляемости ТС.

Неизбежна в дальнейшем и достройка ТС дополнительными, но необходимыми подсистемами, а также сокращение предварительного исходного набора ПС.

2.4. Группировка ПС по степени их влияния на выполнение ГПФ

Перед решением задач синтеза необходимо разделить совокупность подсистем на группы по степени их влияния на выполнение ГПФ. Такое разделение позволит наметить очередность решения задач, в первую очередь, выделить центральную ПС (или группу таких), т. е. ту, которая в наибольшей степени определяет показатели работы ТС и резервы развития.

В синтезируемой ТС самыми ответственными (в смысле надежности) являются два блока подсистем, которые оперируют с исходным сырьем - со стопками конусов разных видов. Это ПС-1, ПС-3 для упаковочных конусов и ПС-2, ПС-4 для вафельных конусов. Эти подсистемы образуют центральную группу.

Ко второй группе следует отнести ПС-5 и ПС-6, первая из которых обеспечивает транспортировку и соединение потоков конусов, а вторая обеспечивает «ожидание» упаковочного конуса на позиции сборки до подхода вафельного и перенос сборки конусов в накопитель.

К третьей группе относятся ПС-7 и ПС-8.

Характер и сущность системы управления ПС-9 определится после нахождения решений по центральной группе подсистем.

Теперь можно приступать непосредственно к решению задач синтеза по каждой подсистеме и увязке их в единую ТС.

Предварительный синтез закончен.

Шаг 3. Синтез и оценка вариантов подсистем.

На этапе синтеза очень трудно избежать перебора вариантов. В данной работе подход к синтезу системы и ее подсистем (ПС) основывается на четком определении ГПФ и составляющих ее полезных функций (ПФ) по правилам ФСА.

Таким образом, построенная функциональная модель является «входом» или задачей на построение вариантов объектно-предметного исполнения ПС на основе системного подхода. Четкая формулировка функции определяет направления поиска, а представление системы в виде взаимосвязанных обобщенных системных компонентов, таких как Двигатель (Д) - Трансмиссия (Т) - Рабочий орган (Ро), позволит последовательно изыскать принципиальные решения по этим элементам.

Причем поиск принципиальных решений начинается с поиска принципа действия рабочего органа (Ро). Другие элементы (Д - Тр ...) привязываются к найденному решению для Ро, и таким образом сокращается перебор вариантов. В данном случае операции синтеза выполнялись по следующей программе:

1. Четкая формулировка ГПФ подсистемы.
2. Выделение элементарных полезных функций (ПФ) и постановка задач.
3. Поиск вариантов исполнения Ро и его принципа действия.
4. Описание характера функционирования подсистемы, характерных ритмов, с выбором управляющего энергопотока и, соответственно, Двигателя и Трансмиссии. Возможно отсутствие Д и Тр.
5. Общая компоновка подсистемы, принципиальное решение.
6. Доводка принципиального решения. Проведение мини-ФСА (при необходимости).

1. Синтез ПС-1 и ПС-3.

Итак, начнем синтез с одной пары центральных подсистем ПС-1 и ПС-3. Эту группу следует рассматривать как взаимосвязанную совокупность по следующей причине: ПС-1 должна быть отзывчивой на воздействие ПС-3 (отдавать по одному конусу). Сформулируем ГПФ для этих подсистем.

ПС-1. ГПФ1 - дозировать конусы из стопки (держать стопку и отдавать по одному конусу), т. е. какая-то часть ПС-1 должна выполнять ПФ1.1 - удерживать стопку конусов. Другая часть ПС-1 должна выполнять ПФ1.2 - отдавать по одному конусу (при взаимодействии с ПС-3 эта функция должна выполняться в короткие моменты).

ПС-3. ГПФ3 - отделить один конус от стопки. Эта ГПФ реализуется последовательным выполнением следующих ПФ:

- ПФ3.1 - периодическое захватывание одного конуса,
- ПФ3.2 - отделение (смещение) конуса от стопки,
- ПФ3.3 - отпускание конуса.

Сформулированные ПФ являются задачами синтеза в рамках каждой подсистемы. Эти задачи могут быть очень простыми, ибо само дробление сложной проблемы, как правило, ведет к совокупности простых задач. Но могут возникнуть и задачи-противоречия. Поэтому арсенал ТРИЗ должен быть наготове. Кроме того, следует помнить, что всякое решение для подсистемы ПС-1 должно быть увязано (согласовано) с решением по ПС-3.

Начнем по порядку с ПФ1.

Как удерживать стопку конусов?

Задача очень простая. Вся стопка удерживается нижним конусом, поэтому нужен держатель для одного конуса. Это можно выполнить, поместив конус в кольцо по диаметру меньше, чем диаметр верхней кромки конуса:

Вариант «а»: рабочий орган - опорное кольцо (Рис. 1а).

Просматривается еще один простой вариант: удерживать

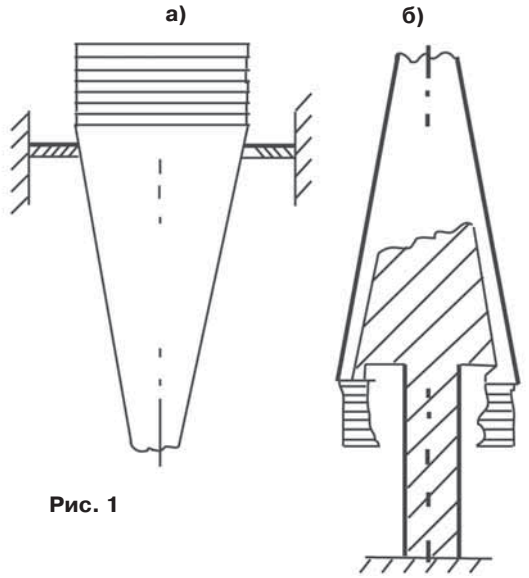


Рис. 1

стопку может и конусная болванка, на которую конус - основание стопки - надет, как шляпа, поэтому вариант «б»: рабочий орган - конусная болванка (Рис. 1б).

Теперь рассмотрим, какими путями или средствами выполнить ПФ2 - отдавать по одному конусу.

Совершенно ясно, что отдавать можно только верхний или нижний конус из стопки. Значит, возможны два варианта отделения конусов.

а) Наиболее доступен, на первый взгляд, для отделения верхний конус в стопке, в то время как нижний зажат в кольце или надет на болванку. Поэтому отделение по одному конусу сверху стопки как будто не представляет проблем. ПС-1 всегда готова «отдать» верхний конус. Теперь посмотрим, что должна делать ПС-3, каким должен быть «Ро» в этом случае. Возможны такие операции:

- введение в полость верхнего конуса захвата (Ро) с раздвижными лапками или вакуум-присосками;
- прихват за внутренние стенки конуса;
- подъем конуса за пределы стопки;
- перемещение захвата с конусом в нужное место;
- отпуск захвата;
- возврат захвата к очередному конусу.

То же самое предстоит делать ПС-3 в случае держателя стопки в виде конусной болванки. Сразу бросается в глаза большое количество операций для ПС-3. Это весьма далеко от идеала. Поэтому рассмотрим другой вариант:

б) Рассмотрим несколько «дикий» вариант отделения - стягивание нижнего конуса из объятия кольца, не допуская сброса всей стопки. Если это станет возможным, то захват (ПС-3) не будет нуждается в операциях подъема и перемещения в сторону от стопки. Стянув конус на несколько миллиметров вниз, захват отпускает его и готов к стягиванию очередного конуса.

Анализ вариантов «а» и «б» показывает явную предпочтительность второго, ибо требуется меньше операций с конусом. Кроме того, по варианту «а» необходима еще дополнительная, не отмеченная ранее операция корректировки позиции верхнего конуса (подъем всей стопки) после каждого отделения. По

варианту «б» этого не требуется, ибо позиция нижнего конуса не меняется.

Однако такое предпочтение ставит перед нами задачу-противоречие для кольцевого держателя стопки конусов.

Задача № 1 (с ТП). Имеется инструмент - кольцевой держатель стопки конусов, отлично удерживающий стопку в заданном месте. Данный держатель должен еще «уметь» отпускать нижний конус, когда это нужно. Однако, чтобы отпускать нижний конус, кольцо должно быть по диаметру больше максимального диаметра конуса. При этом вся стопка может провалиться.

Сформулируем систему технических противоречий ТП-1 и ТП-2:

ТП-1. Увеличение диаметра кольца позволяет отпустить нижний конус в стопке, но не позволяет удержать всю стопку.

ТП-2. Уменьшение диаметра кольца удерживает стопку, но не позволяет отпустить нижний конус.

Теперь возможен переход к физическому противоречию:

Отверстие кольца должно быть одновременно большим и малым.

Для разрешения ТП использовались типовые приемы и матрица технических противоречий Г. С. Альтшуллера.

По условиям задачи необходимо улучшить: **«адаптацию, универсальность»** кольца (35 строка).

При этом ухудшается: повышается **«сложность устройства»** (36 столбец). Приемы: 15, 29, 37, 28.

Прием 15 - принцип динамичности. Рекомендуется сделать кольцо, меняющее свой диаметр в момент стягивания.

Прием 29 - использование пневмо-, гидроконструкций развивает идею динамичности.

Прием 37 - не подходит. Термическое расширение слишком инерционно.

Прием 28 - замена механической схемы. Заслуживает внимания, но требует изыскать иные принципы удержания стопки конусов.

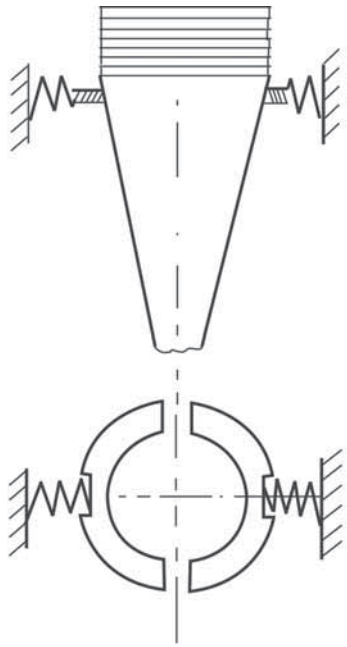


Рис. 2

Нетрудно заметить, что подсказки приемов выводят на ряд решений по держателю с обеспечением его динамичности, из которых наиболее просто реализуется следующее: держатель выполнен из подпружиненных двух половинок кольца. При стаскивании нижнего конуса происходит увеличение диаметра держателя ровно настолько, насколько нужно, чтобы конус прошел, после чего половинки кольца

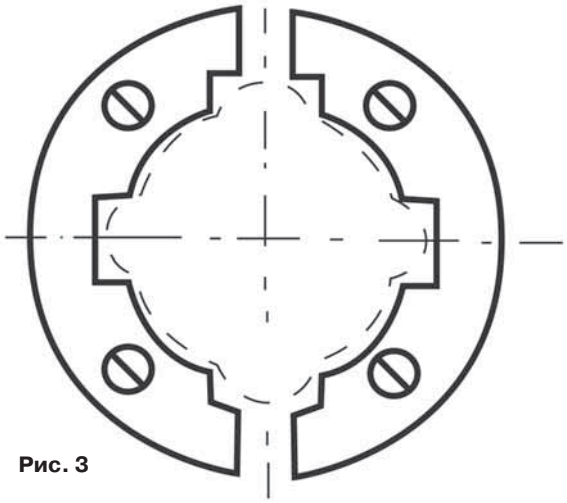


Рис. 3

сходятся под следующим конусом (см. рис. 2).

Эта конструкция была изготовлена в макете и показала достаточную надежность. Но на этом варианте мы не остановились.

Обратимся к физическому противоречию: **отверстие должно быть большим и малым.**

Найденное решение с подпружиненными полукольцами держателя хорошо работает, пока скорость стаскивания относительно невелика. А ведь скорость стаскивания - это производительность автомата, т. е. фактор очень важный. Поэтому неплохо иметь «за пазухой» решение, годное для больших скоростей.

Кроме того, пружины должны очень четко и долго работать. На больших скоростях оказалось сильным влияние разнобоя при срабатывании пружин в каждом полукольце держателя. Создать идентичные пружины для каждой пары полуколец держателя не удалось. На больших скоростях имели место сбои, что недопустимо.

Между тем, требование ФП заставляет нас увидеть в одном отверстии... два: **кромки отверстия на отдельных частях дуги окружности пропадают, переходят в дуги большого отверстия (см. рис. 3).**

А как же поведет себя конус при стаскивании?

Упаковочный конус очень податлив на изменение формы[1], поэтому при прохождении сечения конуса через такое отверстие стенки конуса деформируются и уходят в пазухи между большим и малым кругом, и весь конус проходит сквозь держатель. Следующий конус застревает на дугах малого диаметра, т. к. захват на него не действует. Данное решение было опробовано на действующем макете и показало высокую надежность.

Выбор наиболее оптимального из возможных вариантов синтеза ПС следует сделать при объединении всех подсистем.

В рамках опубликованной версии статьи ограничимся приведенным примером синтеза ПС–1. Аналогичным образом осуществляется синтез остальных ПС. Полная версия статьи представлена на сайте. (Прим. ред.)

Шаг 4. Синтез системы (Автомата сборки конусов).

4.1. Выбор вариантов подсистем.

[1] Это нельзя увидеть теоретически, но мы имели дело с “живыми” конусами

Рис. 4

На этом этапе необходимо объединить в единое целое наиболее предпочтительные варианты подсистем или, что вернее, наиболее предпочтительные комплексы взаимосвязанных подсистем. Основным критерием выбора варианта подсистемы является обеспечение работоспособности ТС в целом.

В частности, для ПС-1 было найдено два варианта решений, но в испытаниях на макете предпочтение отдано беспружинному варианту держателя стопок упаковочных конусов (см. рис. 4). Этот вариант и принят для включения в систему.

Аналогичное описание данного этапа работы для других ПС в полной версии статьи. (Прим. ред.)

4.2. Совершенствование полученного «образа» системы.

В результате «образ» автомата был создан (см. рис. 4). Весь комплекс полезных функций реализуется в заданной последовательности.

С целью улучшения основного показателя автомата - его производительности - была рассмотрена возможность перехода к полисистеме, результатом стала трехсекционная система, обеспечивающая 75 сборок/мин (рис. 5, 6).

Это уже то, что требуется. При этом единственное усложнение возникает в групповом устройстве накопителя. Накопитель в этом случае выполняется в виде каркаса прямоугольной формы (параллелепипеда), на двух сторонах которого закреплены накопители для каждой из трех секций автомата по паре.

Каркас с такими накопителями способен разворачиваться относительно вертикальной оси для вывода заполненных контейнеров накопителя на позицию разгрузки, одновременно устанавливая пустые накопители на рабочую позицию.

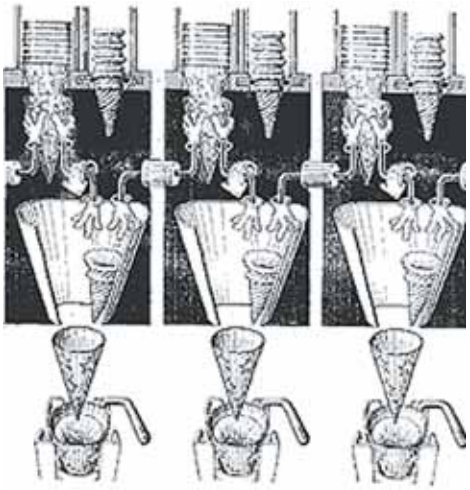


Рис. 5

Таково окончательное решение по синтезу Автомата сборки конусов.

Выводы:

1. В работе достаточно подробно описан синтез технической системы «с нуля», т. е. в условиях отсутствия информации о прототипах и аналогах. Наиболее трудным был этап предварительного синтеза «образа» будущей системы в целом на абстрактном уровне, но как только на основе функционального синтеза и синтеза пространственно-временной организации была создана блок-схема из предполагаемых подсистем, работа значительно облегчилась. Проблема была переведена на уровень подсистем, где выявились конкретные задачи. Дальнейшее было делом техники - техники ТРИЗ.

2. Для синтеза применялась методика, которая создавалась в процессе работы. Методика эта построена с использованием средств ТРИЗ - ФСА и рекомендаций Комплексного Метода С.Б. Голдовского и М. Вайнермана. Обобщать эту методику пока рановато, но применять можно и должно.

3. В процессе синтеза выявлены и решены 7 задач разного уровня сложности. Для поиска решений этих задач не потребовалось применять «тяжелую артиллерию» - АРИЗ. Использовались отдельные инструменты ТРИЗ и достаточно эффективно. Характерно, что идея сильного решения, найденная для одной из центральных подсистем, стала отличным аналогом для выхода на решения в других подсистемах.

4. В итоге накоплены крупицы опыта работы по синтезу многофункциональных технических систем. Создан автомат, получивший высокую оценку заказчика.

Автомат создан тризовцами, ни один из которых не являлся специалистом в области разработки автоматов. С благодарностью называю имена своих коллег:

Романов Сергей Никифорович, Шаповалов Николай Никитович, Белов Петр.

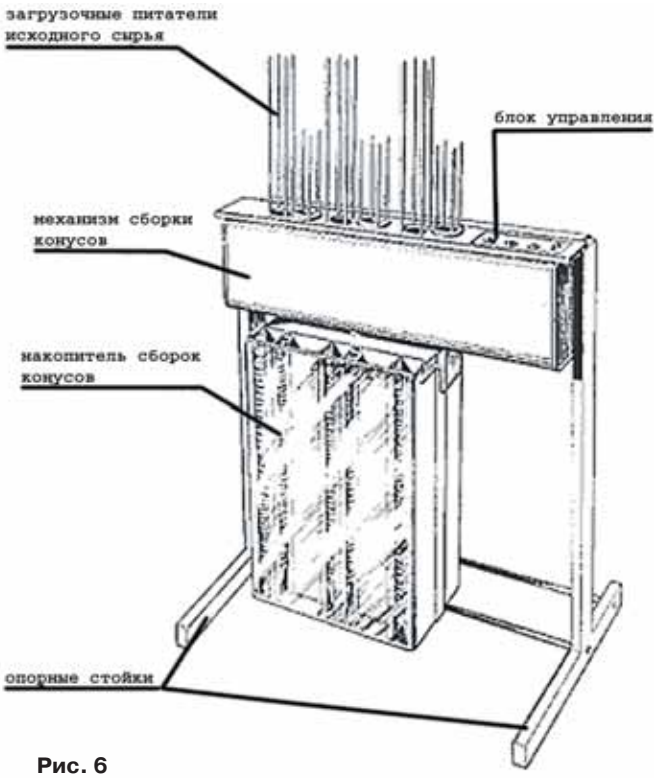


Рис. 6

Кислов Александр Васильевич, к.т.н.

Ильичев Алексей Борисович, к.м.н.

Новиков Игорь Алексеевич, д.т.н.

А.В. Кислов, А.Б. Ильичев, И.А. Новиков

Функциональное развертывание ТС

Разработана методика увеличения количества функций ТС, закономерно выводящая на широкий спектр технических предложений – от частных модификаций исходного объекта до объектов с другим принципом действия и другой главной функцией. Методика эффективна для создания новых товаров.

1. Постановка задачи.

Необходимость увеличения числа функций изделия естественным образом возникает на третьем этапе его развития. Задача оказывается также актуальной при конкурентной борьбе изделий со сходными главными функциями. В этих случаях веер идей может быть получен, например, методом фокальных объектов, методом гирлянд ассоциаций, методом морфологического ящика и т.п. [2,4,7]. Подобные методы создают случайным образом формируемые множества идей и инициируют простой их перебор для выделения имеющих смысл и интересных для заказчика вариантов.

На наш взгляд, методика наращивания функций должна отвечать следующим требованиям:

- быть доступной для разработчика исходного объекта;
- не зависеть от области применения объекта и специализации разработчика;
- встраивать новые функции в закономерную линию развития возможностей объекта;
- давать систематизированный и полный список новых потенциальных функций;
- учитывать надсистемные особенности и ограничения.

Ни один из известных нам подходов не отвечает одновременно всем этим требованиям.

2. Поиск подходов к решению задачи.

2.1. Подзадача добавления функций.

Если уточнить эту подзадачу, то она сводится, во-первых, к поиску всех возможных функций объекта и, во-вторых, к их описанию в виде наглядной и удобной системы. Аналогичная задача полного системного описания всех элементов объекта обнаруживается в семантике (раздел языкознания, изучающий значения слов в языке).

Значение слова имеет сложную структуру, состоящую из смысловых компонентов. Каждый компонент передает тот или иной аспект смысла, а вместе они формируют уникальное для данного слова значе-

ние. Смысловые компоненты близких по значению слов пересекаются между собой, образуя непрерывное семантическое поле языка.

С помощью небольшого числа смысловых компонентов можно описать смысловое содержание большой группы слов (построить их семантическое пространство). Например, слова–термины родства содержат в своих значениях три компонента: пол, поколение родственника и линейность родства («отец» – лицо мужского пола, на одно поколение старше говорящего и прямой линии родства). Этими тремя компонентами можно схематично описать все многообразие терминов родства [9,11].

В речи, в зависимости от контекста, в слове актуализируются те или иные смысловые компоненты, и слово приобретает тот смысл, который хочет передать говорящий (в одном контексте важно, что отец – лицо мужского пола, а в другом – что это прямой родственник).

Рассматривая семантику слов в понятиях ТРИЗ, можно увидеть, что слово является инструментом, основная функция которого – передавать ту или иную смысловую информацию. Смысловые компоненты слова являются свойствами, обеспечивающими выполнение этой функции. Разные компоненты обуславливают разные функции (это особенно ярко видно на примере многозначных слов). Таким образом, выявление у слова всех смысловых компонентов означает обнаружение всех его потенциальных функций.

Для решения этой задачи используется, в частности, метод компонентного анализа. С его помощью значения некоторой группы слов (или даже одного слова) разлагаются на смысловые компоненты, и вся подсистема слов описывается в виде их ограниченного набора [6,8]. После выявления всех смысловых компонентов возможно проведение компонентного синтеза – выявления других возможных значений слов, помимо тех известных, которые уже используются [5,6,8].

Для проведения компонентного анализа чаще всего применяются последовательные противопоставления каждого слова друг другу (бинарные оппозиции), в ходе которых высвечиваются все общие и различительные смысловые компоненты. Используется также анализ словарного окружения каждого слова, методика словарных определений слов и целый ряд психолингвистических методик – семантический дифференциал, методика личностных конструктов [5,10,12] и др.

В своем изначальном виде все эти методики не подходят для анализа *технических* систем (ТС), поскольку ориентированы на узкое и специальное исследование лексических единиц. Кроме того, они представляют собой, по сути, модификацию морфологического анализа (перебор всех возможных признаков на этапе выделения смысловых компонентов). Однако они реализуют принцип закономерного описания функций через свойства (обнаружение всех возможных вариантов выполнения словами коммуникативной функции посредством выявления смысловых свойств слов). Кроме того, они имеют два главных достоинства – системный подход и полноту охвата анализируемой области[1], которые мы и попытались перенести на предлагаемую ниже методику, избегая при этом операций простого перебора и сравнения вариантов.

2.2. Подзадача функционального прогноза.

Прогноз возможных линий развития функциональности должен соответствовать известным закономерностям развития ТС. Однако для поставленной задачи полномасштабный анализ этих закономерностей весьма трудоемок. Он не обеспечивает однозначности предпочтений в случае противоречивых тенденций и включает в себя большой объем информационно-поисковых работ с нечеткими границами поиска. Такой анализ необходим при задании функции, нуждающейся в развитии. Но это совсем другая задача. Здесь же более рациональна оценка с позиций ЗРТС отдельных линий функционального развития, отобранных для возможной реализации.

В наиболее интегрированном виде направленность на перспективу отражается линией развития взаимодействий (МАТХЭМ). Изменение вида взаимодействия объектов в пространстве и во времени неизбежно связано с изменением свойств этих объектов[2]. Новые свойства, в свою очередь, обеспечивают рождение новых функций.

Такой подход, задавая закономерно обусловленную последовательность возникновения новых функций ТС, исключает метания неуправляемой фантазии и обеспечивает в то же время весьма широкий спектр разнообразных идей.

2.3. Подзадача учета ограничений.

В целом возможны два подхода для учета реальных и потенциальных ограничений:

а) задать системные и надсистемные ограничения, после чего генерировать новые функции в образовавшихся границах;

б) генерировать новые функции, после чего произвести их фильтрацию с учетом ограничений.

Первый вариант сужает объем работы, но программирует потери наиболее неожиданных идей из-за введенных заранее барьеров.

Одна из таких методик расширения функциональности базируется на анализе потребностей участников рынка (получение конкурентного преимущества или выделение товара из ряда других за счет предоставления пользователю дополнительных функций). В ней поиск новых функций разделен на 9 направлений: добавление функций измерения, добавление функций регулировки параметров, введение датчиков критических состояний, введение функций автоматизации пользования системой, упрощение ввода ТС в эксплуатацию, упрощение утилизации, упрощение обслуживания, добавление функций другой ТС и добавление функций, не имеющих аналогов [3].

Второй вариант не создает барьеров, но это ведет к избыточному объему работы по отсеву функций. Ниже рассмотрена методика, опирающаяся на второй вариант. Ее развитие предполагает объединение этих вариантов как альтернативных.

3. Описание методики.

Алгоритм работы по методике (рис. 1) включает 7 основных блоков:

1. Генерирование задач. Это основой блок методики. Он задает правила поиска новых идей на основе развертывания исходных представлений об объекте по трем координатам (рис. 2):

- первая координата разворачивает набор свойств объекта анализа от известных свойств через их обобщение к потенциальным свойствам, которые затем трансформируются в новые функции;
- вторая координата разворачивает свойства объекта по схеме, аналогичной МАТХЭМ, – от механических свойств к биологическим и информационным;
- третья координата дополняет вторую анализом каждого свойства в пространстве и времени (согласно алгоритму поиска ресурсов на основе закона повышения идеальности [1]);
- Пересечение осей координат строит ячейки своеобразной морфологической структуры (рис. 2). Однако, в отли-

[1] Попарное сравнение всех слов друг с другом обнаруживает весь набор общих и отличительных признаков, которые затем свертываются в систему, состоящую из небольшого числа признаков, но дающую исчерпывающее описание всех оттенков смысла в исследуемой группе слов.

[2] Объектов для рассмотрения имеется, как минимум, два: 1 - принятый в качестве ТС как инструмента, 2 - объект, на который направлена функция ТС (не обязательно главная!)

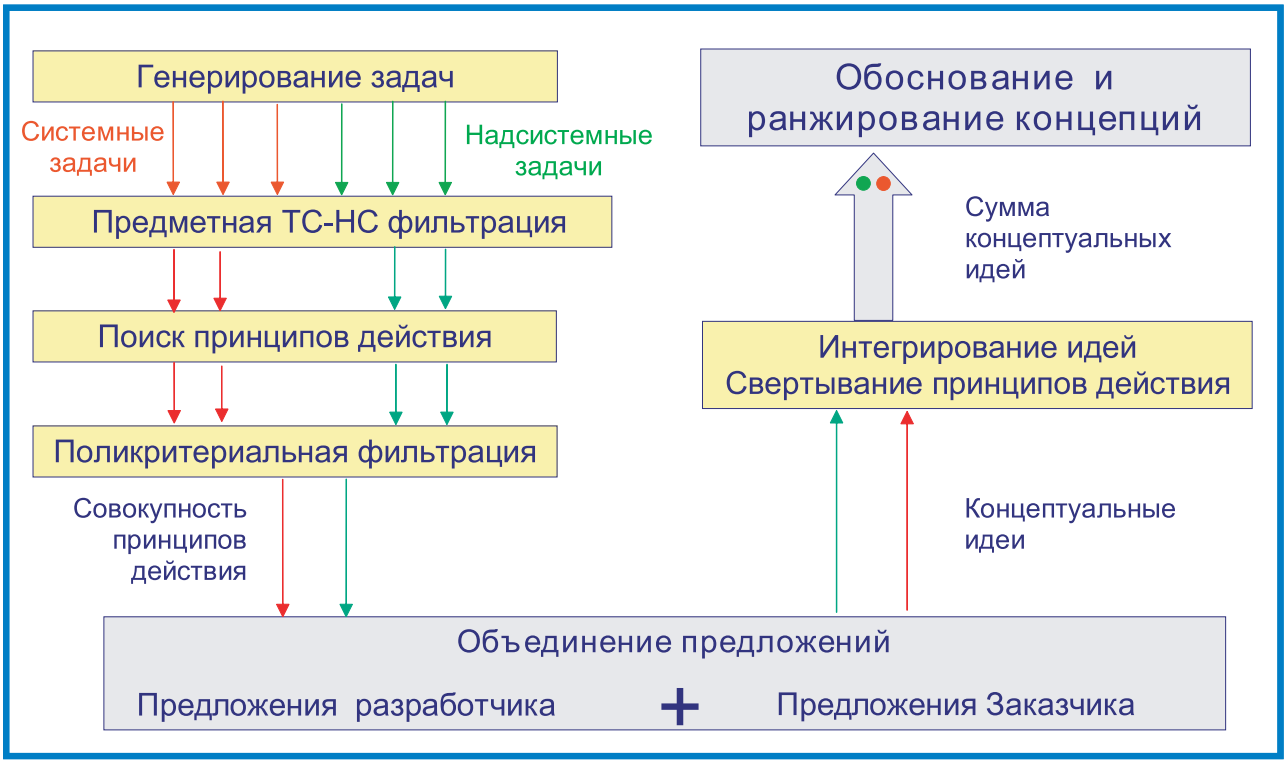


Рис. 1. Алгоритм расширения функций объекта

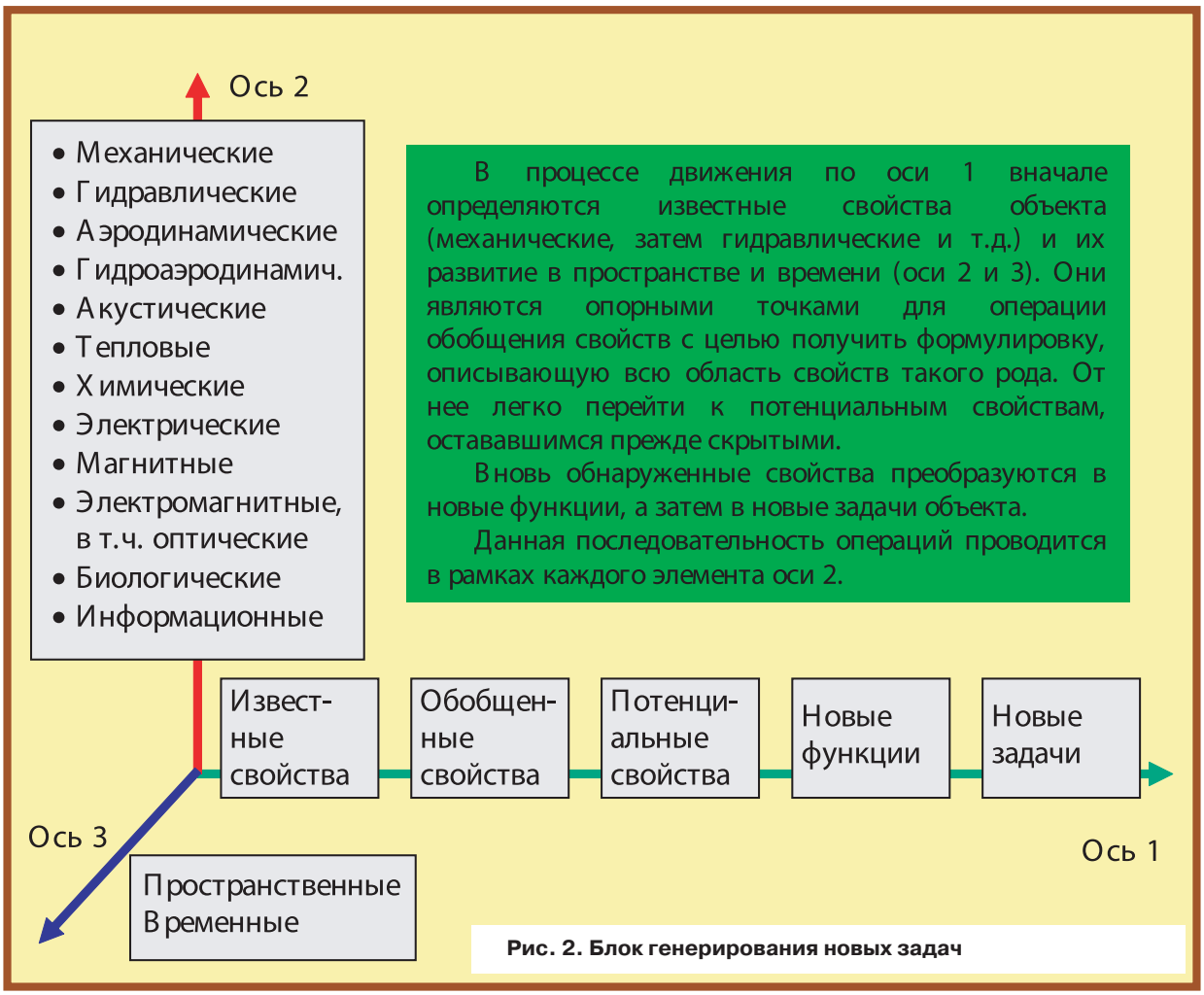


Рис. 2. Блок генерирования новых задач

чие от морфологического ящика, элементы осей координат взаимодействуют по определенному алгоритму: элементы первой оси представляют собой операнды, а элементы второй и третьей осей служат операторами преобразования уже известных свойств объекта в потенциальные свойства и новые функции. Эти функции, полученные на пересечении указанных координат, переформулируются в дальнейшем в новые задачи.

Для автоматизированного поиска свойств нами разрабатывается реестр параметров анализа. Например, для механических (статических и динамических) свойств следует рассмотреть: агрегатное состояние, плотность, твердость, сжимаемость, эластичность, память формы, массу, давление, действующие силы и др.

Процесс генерации задач будет понятен из приведенного ниже примера (табл. 1).

2. Предметная системная и надсистемная фильтрация задач (ТС-НС фильтр) учитывает ограничения, вносимые конкретной взаимосвязью рассматриваемой ТС и ее ближайшей надсистемы (НС). Как пример, для объекта медтехники, взаимодействующего с человеком, критерии фильтрации будут носить физиологический характер, учитывающий допустимые реакции организма на свойства и расположение объекта (см. рис. 1). В результате фильтрации часть найденных задач из списка исключается, а часть – модифицируется.

3. Поиск принципов действия (ПД) необходим для выявления конкретных способов реализации оставшихся задач. Проводится в литературных источниках и патентном фонде по функционально-ориентированной методике. Ее достоинство в том, что широта и результаты поиска не зависят ни от области применения исходного объекта, ни от узости специализации разработчика. Это подтвердилось и при апробации рассматриваемого алгоритма.

4. Критериальный фильтр позволяет снизить избыточность числа обнаруженных принципов действия. Фильтр учитывает:

- повторно – критерии, используемые в предметном ТС-НС фильтре; это необходимо для исключения тех найденных ПД, которые, несмотря на возможную эффективность, могут оказаться неприемлемы в конкретных условиях эксплуатации;
- технологическую реализуемость;
- соответствие общим ЗРТС той линии развития, которая согласно новому ПД предлагается для исходной системы;
- возможность совмещения и наращивания ПД для решения комплексных задач;
- возможность реализации с учетом особых требований Заказчика (например, в виде отдельного модуля или с интегрированием в другие системы);
- маркетинговую значимость.

В результате фильтрации формулируется набор предложений разработчика. Фильтр является адаптивным (усиление или ослабление ограничивающей силы того или иного критерия) в зависимости от особенностей конкретной задачи и текущих требований Заказчика и рынка.

Табл. 1. Генерация новых задач для расчески

Свойства	Потенциальные свойства расчески и волос	Новые функции расчески, волос и ТС расческа+волосы	Новые применения расчески, волос и ТС расческа+волосы
1. Механические	Расческа мягкая, упругая, с изменяемой мягкостью, с изменяемым коэффициентом трения. Способность расчески повреждать волосы*. Способность расчески изменять свою форму, структуру. Наличие полостей в расческе. Изменение свойств расчески во времени. Одноразовость, частичная одноразовость расчески. Изменение формы, структуры и механических свойств волос.	Массировать кожу головы. Изменять свою форму и структуру. Изменять / стабилизировать форму, структуру и механические свойства волос. Содержать что-либо в себе. Поддерживать свою форму. Оказывать механическое воздействие на окружающие объекты. Изменять свои свойства во времени. Изменять структуру расчески при контакте с волосами.	Массаж кожи головы. Расческа-бритва (существует). Складная расческа (существует). Расческа с двигающимся гребнем (для создания декоративных причесок – существует). Расческа, удлиняющая волосы (с помощью полимера, по принципу паутины). Расческа с управляемой частотой зубцов. Расческа с полостью для хранения чего-либо (косметики и т.п.). Расческа, соединенная с каким-либо другим предметом (с часами, термометром, дозиметром, телефоном и т.п.). Одноразовая расческа. Расческа с многоразовой ручкой и одноразовым гребнем. Расческа-заколка. Материал для декоративных изделий. Щетка (существует). Часть музыкального инструмента (смычок – существует). Прическа, самоизменяющаяся во времени, с управляемой формой. Расческа для соединения биоактивного вещества с волосами. Расческа, превращающаяся при контакте с волосами в активное вещество (лак, гель, лекарственный препарат).
2. Гидравлические	Проницаемость расчески для влаги и воздуха. Наличие в ней влаги, потоков влаги. Водоотталкивающие свойства волос. Способность пучка волос накапливать влагу.	Быть резервуаром для веществ. Увлажнять волосы. Создавать управляемый поток жидкости. Задерживать жидкость. Накапливать/отталкивать влагу.	Расческа с резервуаром для косметических средств (гелей, пенок и т.п.) для нанесения их на волосы. Расческа с увлажнителем. Расческа для высушивания волос. Гидромассаж головы. Гидроизоляция (природный аналог – оперение водоплавающих птиц). Кисть (уже существует).
	…	…	…
4. Гидроаэродинамические	Наличие в расческе потоков воздуха, жидкости и аэрозолей. Пучок волос способен уменьшать степень пропускания воздуха при повышении влажности воздуха.	Мыть волосы. Проводить косметические процедуры. Изменять степень пропускания воздуха через пучок волос при изменении влажности воздуха.	Расческа для косметических процедур, стимуляции роста волос. Саморегулирующийся ограничитель воздушного потока в зависимости от его влажности. Регулятор влажности воздушного потока.
	…	…	…
8. Электрические	Способность расчески генерировать и улавливать электрическое поле. Способность волос изменять свои эл. параметры при изменениях в своей структуре и в организме.	Измерять эл. сопротивление волос. Изменять свои эл. параметры при изменениях в своей структуре и в организме. Генерировать электростатическое поле.	Экспресс-анализатор здоровья волос и организма. Расческа-электромассажер. Экспресс-анализатор состояния волос и организма. Источник электростатического поля.
	…	…	…
11. Биологические	Способность расчески вызывать биологические реакции. Биологическая пассивность волос*.	Убивать микроорганизмы и паразитов. Изменять свои свойства под воздействием окружающей среды.	Расческа с бактерицидным эффектом (УФ-излучателем и др.). Система для измерения экологических параметров окружающей среды (анализ веществ, осевших за день на волосы).

* - нежелательные свойства.

5. Объединение предложений разработчика с возможными предложениями Заказчика. Важно отметить, что оно должно производиться только после самостоятельной выработки предложений разработчика во избежание тенденциозности, которая может быть внесена Заказчиком, и инерции следования за ним. Предложения, полученные в результате объединения, оформляются в концептуальные идеи.

6. Интегрирование идей позволяет:

- выявить сверхэффекты от совместного использования идей, основанных на разных ПД;
- исключить сходные идеи с разными ПД, имеющие более низкую эффективность.

7. Обоснование и ранжирование концепций является стандартным заключительным этапом формирования концептуальных предложений. Задача обоснования – доказать реализуемость предложения в заданных условиях и оправданность затрат. Ранжирование, как правило, целесообразно проводить по затратам (с учетом имеющихся ресурсов) и скорости возможной реализации.

4. Пример.

В качестве примера показано развертывание функций обычной расчески. Согласно алгоритму параллельно анализу расчески как «инструмента» проведено развертывание функций волос как «изделия», на которое направлено действие «инструмента». Данная пара интересна тем, что один из объектов является техническим, а другой – природным. В связи с этим целесообразно продемонстрировать еще одну возможность метода – развертывание функций указанной пары как единого объекта.

По понятным причинам в таблице 1 приведены далеко не все полученные функции.

5. Апробация.

Метод был успешно апробирован в ходе заказной работы по расширению функций объекта, относящегося к медицинской технике. Предварительно Заказчиком был проведен поиск новых функций с привлечением большой группы медицинских специалистов смежных профилей – потенциальных пользователей медтехники. Фактически использовался ограничительный подход, т.е. «взгляд из надсистемы» (см. подраздел 2.3, подход «а»). В таблице 2 показаны сводные результаты, характеризующие преимущества избыточного подхода перед ограничительным. Были не только обнаружены все функции, самостоятельно найденные Заказчиком, но и значительно (более чем в 3 раза) перекрыты.

6. Обсуждение.

1. Представленный метод обладает избыточностью. Во-первых, неизбежна генерация большого числа идей, отклоняемых последующими фильтрами. Этот недостаток является условным, поскольку идеи, «лишние» сегодня из-за существующих ограничений, завтра могут оказаться востребованы.

Табл. 2. Результаты апробации методики расширения функций.

	Всего	Из них найдено Заказчиком ранее
Обнаружено новых функций	50	13
Удалено предметным фильтром («физиологическим»)	2	–
Удалено критериальными фильтрами («технологическим» и «маркетинговым»)	9	2
Итого осталось	39	11

Во-вторых, одни и те же свойства и функции могут быть найдены разными операторами преобразования (например, механическим и пространственным). Это повышает надежность метода. Такая избыточность обоснована, и исключать какие-либо операторы нецелесообразно, поскольку опыт применения показывает, что возможные дублирования индивидуальны для каждого рассматриваемого объекта. Аналогом повышения надежности подобным путем может служить способ избыточного кодирования структуры белков молекулой ДНК.

2. Во многих случаях метод не только выявляет конкретные новые функции объекта с конкретными способами его применения и принципами действия, но и показывает перспективы дальнейшего развития объекта по обнаруженному функциональному направлению. Например, исследуя расческу, мы получили новую «пространственную» функцию «содержать что-либо в себе». Данная функция, на самом деле, представляет собой вектор функционального развития расчески, выводящий производителя на целый ряд новых конкретных изделий на базе расчески (рис. 3):

3. В целом, представленный метод решает задачу синтеза новых ТС на базе старой. Под синтезом мы понимаем построение структуры и функциональной модели ТС по заданной ГПФ (с учетом конкретных ресурсов и ограничений). При этом известны две тактики:

- синтез на базе ТС-аналогов;
- создание новой ТС без аналогов на основе ЗРТС и существующих конкретных условий.

Предлагаемая методика охватывает обе тактики, одновременно развивая их:

- ТС-аналог (из первой тактики) используется только как отправная точка (стартовая ТС).
- последовательность и логика синтетических процедур базируется на ЗРТС (вторая тактика).
- в процессе синтеза возможно совершенствование, модернизация/дополнение и полное изменение ГПФ (третья тактика).

4. В результате введения новой функции возможна разная степень изменения исходной ТС. Методика дает возможность изменений одновременно по трем согласованным признакам (рис. 4):

- по типу изменений исходного объекта;
- по степени продвижения по S-образной кривой развития;
- по способу привлечения ресурсов.

5. Следующие шаги. Как уже указывалось в начале статьи, развитие методики целесообразно в направлении объединения описанного подхода с альтернативным, идущим от системных и надсистемных ограничений. Результатом может быть снижение трудоемкости процесса генерации новых функций и, как следствие, методики в целом (за счет исключения ряда процедур фильтрации). Задача состоит в разрешении противоречия между избыточностью и ценностью новых функций.

ВЫВОД

Рассмотренная методика приводит к гарантированному результату в виде большого набора модификаций и концептуальных направлений развития исходного объекта. Это делает ее эффективной как для продления «жизни» существующих, так и для создания новых товаров.

Литература.

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

2. Альтшуллер Г.С. Найти идею. – Петрозаводск: Скандинавия, 2003.

3. Борок В.А. Расширение функциональности существующих систем. Дипломная работа. МУНТТР. – СПб, 2004.

4. Иванов Г.И. Формулы творчества, или как научиться изобретать. – М., 1994. с. 16-22.

5. Кузнецов А.М. От компонентного анализа к компонентному синтезу. – М, 1986.

6. Медникова Э.М. Основы компонентного анализа. – М, 1965.

7. Селюцкий А.Б., Слугин Г.И. Вдохновение по заказу. – Петрозаводск, 1977.

8. Тарланов З.К. Методы и принципы лингвистического анализа. – Петрозаводск, 1995. с. 50-69.

9. Goodenough W. Componential Analysis and the Study of Meaning // Language 1956; 32: 195-216.

10. Kelley G.A. The Psychology of Personal Constructs. V. 1-2. – N.Y., 1955.

11. Lounsbury F. A Semantic Analysis of the Pawnee Kinship Usage // Language 1956; 32: 158-194.

12. Osgood Ch.E., Susi G.J., Tannenbaum P.N. The measurement of meaning. – Urbana, 1967.

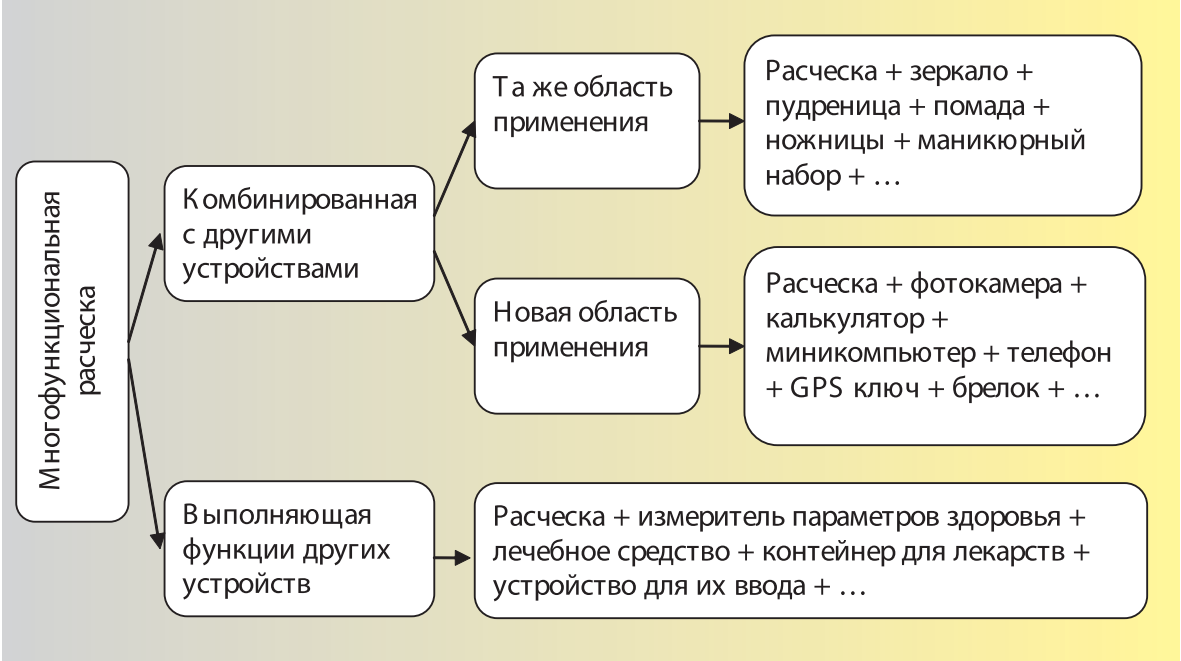


Рис. 3. Векторы возможного функционального развития объекта (пример).

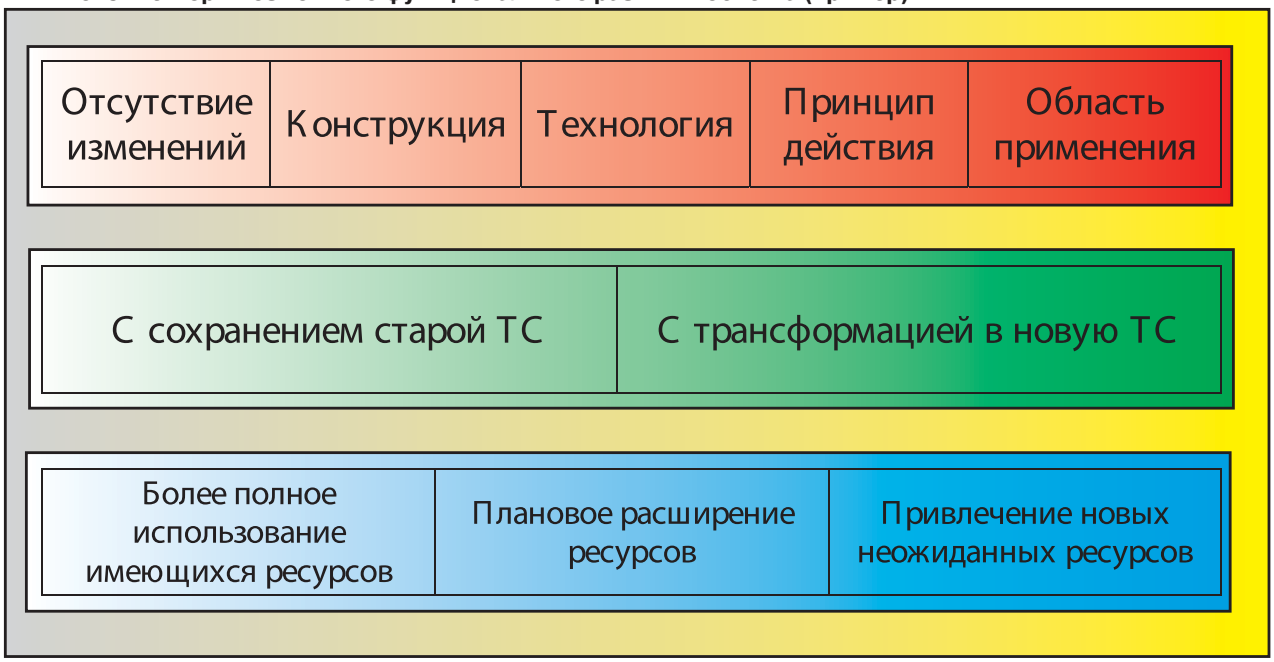


Рис. 4. Характеристики изменения ТС в процессе функционального развертывания.

А. Т. Кынин

Александр Тимофеевич Кынин - доктор технических наук, профессор кафедры теоретической и прикладной химии Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, официальный эксперт РФ по научно-техническим вопросам, член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, сертифицированный специалист по ТРИЗ. В настоящее время консультант фирмы Samsung-Electromechanics (Сувон, Южная Корея).

ТРИЗ в материаловедении

История техники может рассматриваться не только как развитие различных устройств, но и как совершенствование используемых в этих устройствах материалов. Недаром даже периоды человеческой деятельности получили свои названия в честь материалов, применяемых в это время для изготовления орудий труда: Каменный, Бронзовый, Железный... Переход к использованию новых материалов способствовал прогрессу в области производства орудий труда. А повышение возможностей орудий труда, в свою очередь, стимулировало совершенствование уже “работающих” и создание новых материалов.

Цели исследования:

- определить место материалов в технических системах;
- показать применимость основных понятий и инструментов ТРИЗ для исследования и прогнозирования развития материалов.

ВВЕДЕНИЕ.

Очевидно, что именно свойства материалов в значительной степени определяют возможности практического применения тех или иных устройств. Поэтому весьма актуальным является вопрос о месте материалов в технике вообще и в инновационных разработках в частности. Не удивительно, что в ТРИЗ материалам уделено заметное место.

Ключевыми вопросами являются: как влияют свойства материалов на возможности устройств, в которых эти материалы используются, и какими именно свойствами материалов определяются те или иные функциональные возможности элементов системы.

Способность материалов изменять свои размеры при воздействии температуры создает для инженеров с одной стороны проблемы, с другой – позволяет решать целый ряд сложных технических задач [1].

Одним из эффективных способов снижения массы конструктивных элементов при сохранении их основных механических характеристик является создание в них полостей [2].

Некоторые материалы объединяют в себе различные части технических систем (ТС), например, рабочий орган, трансмиссию и систему управления, или даже являются самостоятельными ТС. Это так называемые «умные вещества» [3].

Современные технологии для своего развития требуют создания новых материалов с заранее заданными свойствами. Один из способов создания таких материалов основан на использовании связи между химической структурой элементарного звена полимера и свойствами получаемого материала. Для формулировки требований к создаваемому полимеру также могут быть использованы методы ТРИЗ [4].

Общие вопросы использования ТРИЗ в материаловедении были уже рассмотрены автором в обзоре [5].

Предлагаемая статья объединяет упомянутые работы автора в единую тему: ТРИЗ-материаловедение.

МЕСТО МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Возможность использования всех искусственно созданных технических систем (ТС) определяется свойствами составляющих их материалов. Этот факт настолько важен, что изучению свойств материалов посвящена наука «Материаловедение», которая включает и любимый всеми студентами предмет «сопромат». Однако что же такое «материал»? Очень любопытно, но такого термина не удалось обнаружить ни в одной из имеющихся энциклопедий. Приведено только определение вещества: «Вещество - форма материи, которая, в отличие от поля, обладает массой покоя. В химии все объекты изучения принято разделять на индивидуальные вещества (иначе - химические соединения) и их смеси. Под индивидуальным веществом понимают абстрактное понятие, обозначающее набор атомов, связанных друг с другом по определенному закону» [6].

Тем не менее, термины «вещество» и «материал» обычно используются для обозначения разных понятий. Рассмотрим подробнее взаимосвязь вещество – материал. Вещество обладает комплексом физических свойств. Но эти свойства не отражают напрямую возможность удовлетворить какую-либо нашу потребность. Свойства вещества камня, пока он лежал на земле, никого не интересовали. Когда человек взял камень и понял, что им можно разбить кость и затем вкусно пообедать, он интуитивно выбрал его для своего примитивного орудия и оценил твердость этого материала.

Именно свойства вещества определяют возможности его использования в качестве материала для изготовления того или иного изделия. Так, мы можем сделать нож из пластилина, но этот предмет не будет резать. То есть он не будет ножом, так как свойства вещества «пластилин» не позволяют его применить как материал для изготовления ножа, поскольку такой

«нож» нельзя будет использовать по назначению. Другими словами, некое вещество становится материалом для изготовления устройства, если свойства этого вещества позволяют устройству удовлетворять потребности человека. Материалом может быть вещество как естественного, так и искусственного происхождения[1]. Однако, поскольку ниже рассматриваются тенденции развития материалов, то, в первую очередь, нас будут интересовать именно искусственные материалы, сознательно созданные человеком.

В работе Ю. Саламатова [7] приведены следующие этапы применения технических систем (ТС) древними людьми:

1. Первыми средствами воздействия на предметы труда были органы тела человека – при добыче и разделывании пищи, рытье ям, кладке стен из камней. Сооружения – самая простая форма орудий производства с пассивной функцией. Они возникли в результате естественной жизни людей (тропинки, дороги), а затем возводились целесообразно (курганы, пирамиды и др. строения).

2. Использование первых попавшихся под руку природных предметов. При строительстве своих жилищ человек использует ветки, шкуры животных, кости, камни.

3. Специально подобранные вещества и предметы для выполнения широкого класса функций (острая кость, палка, отщеп от камня). Это важный период: происходило уяснение меры соответствия свойств природных веществ целям труда.

4. Обработанные природные материалы с выделенной (усиленной) функцией. Начался подбор материалов к конкретным процессам труда (рубило, скребло, кожаные ремни, костяные плошки, кожаные мешки, корзины из лыка, веток, камыша). Смысл этого периода – познание свойств материалов и их использование для выполнения нужных функций.

Кроме того, необходимо учитывать, что свойства любого элемента ТС будут определяться не только свойствами собственно материала, но и конструкцией выполненного из него элемента. Так, стальной уголок, или двутавр будут обладать значительно более высокими механическими характеристиками, чем полоска одинакового с ними сечения, сделанная из той же стали. С одной стороны, это уже свойства собственно элемента, но эти свойства, в значительной степени, зависят и от способности материала к обработке.

Таким образом, история техники может рассматриваться и с точки зрения развития материалов. Причем роль материалов в процессе развития техники растет. По некоторым прогнозам в ближайшем будущем доля рынка материалов, созданных с использованием нанотехнологий, может составить до 30% [8]. Недаром одним из важнейших направлений развития науки в XXI веке признано «Создание новых материалов» [9].

Теперь рассмотрим место материалов в ТС. Когда в работах Альтшуллера идет речь о технических системах, то, как правило, «по умолчанию» принимается, что ими являются только различные устройства и механизмы. Вещества обычно выступают в виде ресурсов, которые можно использовать для достижения поставленной цели. В то же время как бы «за кадром» остается очень серьезная проблема: а из чего именно эти устройства сделаны? Это весьма странно, поскольку ТРИЗ родилась на основе анализа патентного фонда, а в патентной классификации очень четко разделены классы «Устройства», «Вещества» и «Способы». В самой ТРИЗ эта неопределенность понятий[2] выражена в том, что среди 40 принципов разрешения противоречий в развитии ТС, большая часть из которых относится к устройствам и способам, имеются 8 принципов, непосредственно связанных именно со свойствами материалов. Это следующие принципы: № 3 (Местное Качество), № 27 (Дешевая недолговечность), № 31 (Пористые материалы), № 33 (Однородность), № 35 (Изменение физико-химических параметров), № 36 (Использование фазовых переходов), № 37 (Тепловое расширение) и № 40 (Композиционные материалы). Кроме того, есть еще два принципа, в которых в качестве Инструмента выступают непосредственно вещества. Это принципы № 38 (Сильные окислители) и № 39 (Инертная среда). То есть, пусть неявно, но автор ТРИЗ дал понять, что материалы занимают достаточно важное место в технических системах [10].

Для определения места материала в ТС проведем анализ составных частей ТС. Как правило, собственного Источника Энергии и Двигателя у материала нет, а Орган Управления находится в Надсистеме. Поэтому на долю материала, который используется для изготовления элемента Системы, обычно остаются только Рабочий Орган (Инструмент) и Трансмиссия. Причем эффективность этих элементов определяется именно свойствами составляющего их материала. Естественно, что использование материалов не ограничивается только изготовлением Инструмента, и материал также может выполнять другие функции. Он может быть:

- Источником Энергии (дерево, уголь, нефть, термит, ТВЭЛы атомных станций).

- Двигателем (магнитные материалы в магнитном поле).

- Трансмиссией (волны передаются через материалы, проводники и сверхпроводники).

- Органом Управления (некоторые «умные материалы» [3]).

- Любыми комбинациями элементов (материал для Самораспространяющегося Высокотемпературного Синтеза (СВС) – это и Источник Энергии, и Трансмиссия, и Инструмент, и Изделие [11]).

- Технической Системой (металл с «памятью формы»).

То есть в определенных случаях материал может быть полноценной Технической Системой. Следовательно, можно ожидать, что закономерности, найденные для ТС, будут справедливы и для материалов.

РАЗВИТИЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНСТРУМЕНТА

Что же является главным элементом системы? Естественно, что это Рабочий Орган (Инструмент), который взаимодействует с Обрабатываемым Объектом. Следовательно, материал в первую очередь определяет функциональные возможности Инструмента. Рассмотрим процесс развития материалов для производства Инструмента как наиболее важной части ТС. Причем ограничимся только материалами, имеющими широкое потребление и определяющими развитие цивилизации.

Одной из важнейших характеристик для выполнения функций Инструмента является прочность материала. Однако прочность, как таковая, определяет только возможность использования материала, в то время как для построения кривой развития ТС необходимо рассматривать повышение идеальности системы, то есть отношение суммы выполняемых полезных функций к сумме факторов расплаты [10].

Примем в качестве нежелательного для нас явления массу материала. Действительно, как правило, удобнее использовать более легкий инструмент, если только это не связано с использованием потенциальной энергии инструмента (различные молотки, кувалды, копры и т.п.). Поэтому будем рассматривать не прочность, а ее отношение к плотности материала – так называемую удельную прочность. Этот параметр не является физической величиной, но часто используется в технике [12] и настолько важен, что его называют даже коэффициентом качества конструкций [13]. Свойства различных материалов и показатели их удельной прочности представлены в табл. 1.

[1] Более того, одно и то же вещество может использоваться в качестве разных материалов - например, вода и лед (прим. Ред.)

[2] При создании ТРИЗ Г.С.Альтшуллер справедливо считал, что время жестких терминологических определений еще не настало: жесткость мешает развитию. Сегодня же, на наш взгляд, развитию ТРИЗ мешает отсутствие общепринятых базовых понятий, начиная с понятия ТС (прим. Ред.)

Таблица 1. Свойства конструкционных материалов.

№ п/п	Материал	Предел прочности при растяжении, МПа	Источник	Плотность, г/см³	Источник	Удельная прочность, МПа*см³/г
1.	Кремень	21	14	2,6	14	8 ↓
	Медь и сплавы					
2.	Медь	150	15	9		17 ↓
3.	Бронза оловянная	200	15	8.9		22 ↓
4.	Бронза АЖМц10-3-1,5	610	18	8.9	18	69 ↓
5.	Латунь ЛАЖМц66-6-3-2	650	18	8.9	18	73 ↓
	Железо и стали					
6.	Железо	324	15	7.9	17	41 ↓
7.	Низкоуглеродная сталь	489	15	7.9	17	62 ↓
8.	Литая сталь	650	15	7.9	17	82 ↓
9.	Инструментальная сталь	1600	19	7.9	19	203 ↓
10.	Легированная сталь 03Н18К9М5Т	1750	19	62	19	222 ↓
	Алюминий и сплавы					
11.	Алюминий	96	15	2.7	17	36 ↓
12.	Дюралюминий	379	18	2.9	18	131 ↓
13.	Алюминиевый сплав В95	700	18	2.9	18	241 ↓
	Титан и сплавы					
14.	Титан	700	18	4.5	18	156 ↓
15.	Титановый сплав ВТ6	1500	19	4.5	19	333 ↓
	Полимеры					
16.	Высокомолекулярный сверх-ориентированный полиэтилен	350	15	0,9	6	385 ↓
17.	Кевлар	410	20	1,5	20	283 ↓
	Армирующие материалы					
18.	Углеродное волокно	150	20	1,8	20	83 ↓
19.	Оксид алюминия	240	20	3,9	20	61 ↓
20.	Карбид кремния	400	20	3,4	20	118 ↓
21.	Бор	345	20	2,6	20	133 ↓
	Композиционные материалы					
22.	Углепластик	210	21	1,2	21	175 ↓

В соответствии с ЗРТС одной из закономерностей развития технических систем является «повышение степени пустотности». Поэтому одним из путей снижения массы материала является введение в него пустоты, то есть переход к различным ячеистым и пористым материалам. Сейчас используются пенометаллы [22] на основе алюминия (плотность пеноалюминия составляет от 0.3 до 1.5 г/см³ [23]) и магния. Технология получения – вспенивание расплавов металлов водородом, который выделяется при термическом разложении гидридов. Ученые пытаются получить аналогичный материал на основе стали [24].

Кроме того, в Великобритании разработали технологический процесс, позволяющий серийно производить сверхлегкие конструкционные элементы из различных металлов. В отличие от классических цельнометаллических изделий новые материалы имеют «квазирешеточную» структуру, элементы которой сравнимы по размерам с толщиной волоса. Опыты показали, что с помощью новой технологии производства можно облегчить детали самолетов более чем на 50% [25]. К сожалению, данные по прочности этих материалов пока отсутствуют. Более подробно методы получения пористых материалов рассмотрены в работе [2].

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

После каменного века, когда человек превращал в орудие валявшийся на дороге камень, почти не изменяя его, следующим периодом освоения материалов стал медный век (энеолит). Однако и этот период еще не в полной мере соответствует наиболее интересному для нас этапу развития материалов как искусственных систем, так как первоначально использовалась самородная медь.

Человек обратил внимание на то, что в кострах при их горении иногда образуются блестящие камни, которые при обработке не ломаются. Но, самое главное, человек сопоставил

появление этих камней с применением для устройства очага кусочков медной руды. Однако это был только первый шаг в металлургии, так как были созданы материалы, повторяющие природные вещества. Видимо, около 10 тыс. лет назад были изготовлены первые металлические орудия труда. Распространению меди способствовали такие ее свойства, как способность к холодной ковке и относительная простота выплавки из богатых медью руд.

Медный век длился около тысячи лет – вдвое меньше, чем бронзовый. К сожалению, прочностные характеристики меди невелики: предел прочности 17 кг/мм^2. Не отличается она и твердостью. Правда, медь тверже, чем золото и серебро (соответственно 3,0 и 4,5 по 10-балльной шкале), но в полтора раза мягче железа. В данном случае мы будем рассматривать медный век как первый этап бронзового века.

Бронзовый век (конец IV-начало I тыс. до н. э.) ознаменовался широким распространением медного сплава, но имел одну характерную особенность. Человек ВПЕРВЫЕ перешел от использования материалов природного происхождения (камень, самородная медь) к созданию новых веществ – сплава меди и олова. Открытие бронзы произошло, по-видимому, случайно, однако большие твердость и плотность, а также относительная легкоплавкость (добавка 15% Sn снижает температуру плавления меди с 1083 до 960°С) позволили бронзе быстро вытеснить медь из многих производственных сфер. Характерно, что в Греции культура меди зародилась позже, чем в Египте, а бронзовый век наступил раньше. Дело в том, что руда, из которой выплавляли медь египтяне, не содержала олова. Грекам в этом отношении повезло больше. Они иногда добывали «оловянный камень» там же, где и медную руду. Сколько сил и времени потратили древние металлурги на поиск «камешков», совместное использование которых привело к появлению первого в истории человечества сплава? Мы не знаем действительной истории создания бронзы, но она, наверняка, могла бы послужить сюжетом для захватывающего романа. Причем роль олова была всем настолько очевидна, что в его честь даже получили название британские острова – Касситериты (касситерит - оловянная руда) [26].

Рассмотрим развитие материала *бронза*. К сожалению, данные о росте прочности бронзы в течение бронзового века отсутствуют. Однако можно с большой долей уверенности предположить, что она росла от значения прочности чистой меди до предельной прочности медно-оловянного сплава. Это связано с тем, что оптимальное соотношение компонентов было подобрано не сразу, а в результате долгой систематической работы древних металлургов. Это действие можно рассматривать, как применение Стандарта 5.1.1. (Обходные пути: 4. Ввести в очень малых дозах особо активную добавку) или Тренда Развития Систем «моно-би-поли».

При рассмотрении кривой развития следует обратить внимание на некоторые интересные особенности, отличающие развитие системы-материала от системы-устройства. В ТРИЗ постулируется, что старая система после достижения своих предельных возможностей и появления новой системы умирает или переходит преимущественно в разряд развлечений[3]. Причем свойства системы при этом ухудшаются или не изменяются по сравнению со временем ее расцвета. Для материала ясно видна другая закономерность: при появлении новой системы старая система занимает свою, вполне определенную нишу, в которой ее свойства используются наиболее полно. Так, после прихода Железного века бронза отнюдь не исчезла. Например, во II...I вв. до н.э. оружие римлян (Инструмент) делалось уже в основном из железа, но в производстве предметов домашнего обихода все еще преобладали бронза и медь. Одной из причин такого «долгожительства» является то, что бронза, проигрывая железу по одному из критериев – прочности, существенно превосходит его по другим параметрам – способности к отливке в форму, устойчивости к коррозии и, наконец, декоративным свойствам. Недаром памятники до сих пор предпочитают делать именно из бронзы. Да и медь, благодаря своим уникальным свойствам, например, исключительной вязкости, ковкости и теплопроводности, применяется для изготовления различных предметов. До сих пор можно встретить медные чайники и самовары.

Но со временем старая система не только продолжает существовать, но и совершенствуется! Причем, в сравнении с древними образцами, прочность современной бронзы заметно выросла. Например, бериллиевые бронзы сочетают очень высокую прочность (до 120 кгс/мм^2) и коррозионную стойкость с повышенной электропроводностью [27]. После закалки свойства бериллиевой бронзы: $\sigma_в$ = 500 МПа, δ = 30 %, после старения - $\sigma_в$ = 1200 МПа, δ = 4 % [28]. Кроме того, инструмент из сплавов меди занял весьма важную специфическую нишу: из бронзы делают инструмент для работы в опасных условиях, поскольку такой инструмент при ударе не дает искр. В целом, кривая развития прочностных характеристик медных сплавов представляет собой плавную линию с длительным начальным участком, соответствующим чистой меди, и достаточно плавным повышением до предельного значения в наши дни (рис. 1).

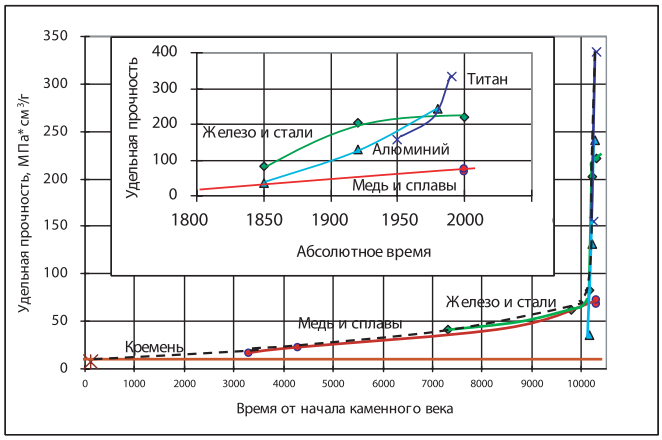


Рис. 1. Изменение удельной прочности материалов

Следует отметить, что с развитием методов обработки иногда происходит «возвращение к жизни» старого материала. Так, сейчас заметна тенденция по использованию изделий из литого базальта и базальтовых волокон [29]. Изделия из базальта обладают целым рядом преимуществ перед другими материалами, например износостойкостью и теплостойкостью.

Теперь рассмотрим, как развивался новый материал - железо. Железный век наступил в I тысячелетии до н. э. Следует отметить, что техническая система – сплав на основе железа – практически сразу стала развиваться как комбинированная, поскольку чистого железа в природе не существует (за исключением метеоритного железа). Развитие системы происходило по линии, в основном соответствующей S-образной кривой (рис. 2).

Однако здесь мы видим новую особенность поведения материалов. Свойства системы не росли равномерно, а сопровождались резкими скачками прочности, локализованными во времени и в пространстве. Такие скачки были связаны с изо-

[3] При этом встречаются системы, которые, достигнув удовлетворяющего нас уровня совершенства, остаются почти неизменными в течение тысячелетий и применяются отнюдь не только для развлечений - например, молоток или топор. Вытесняемые с рынка системы как раз и ищут узкую нишу, в которой они бы выигрывали у новой ТС (где их достоинства были бы актуальнее недостатков) и там совершенствуются, чтобы максимально удовлетворять потребности этой ниши. (прим. Ред.)

бретением закалки, которую можно рассматривать как применение Принципа № 3 (Местное Качество) и Стандарта 5.1.1 (Обходные пути: 3. Вместо внутренней добавки используют добавку наружную). Всем известны примеры создания японских мечей (катана) и дамасских клинков из металлических композиционных материалов. К сожалению, из-за недостатка информации эти данные на графике не представлены.

Иногда линии развития прерывались, что связано с особенностями создания материалов. Ведь секреты производства материалов передавались от отца к сыну и не всегда сохранялись. Так был утрачен секрет получения булата, который удалось воссоздать только в XIX веке [21]. Еще меньше известно об использовании алюминия в Древнем Китае. В могиле китайского военачальника, умершего в 297 году, были обнаружены украшения из алюминия [30].

Действительно, если кто-то сделал ТС-устройство новой формы, например меч с криволинейной режущей кромкой в виде персидского акинака или турецкого ятагана, то любой желающий, увидев его, может воспроизвести форму. Но найти режим закалки лезвия вашего меча будет очень не просто...

Кстати, для систем-устройств также известны факты длительного забвения некогда изобретенных замечательных вещей. Это различные древнегреческие автоматы, бронзовые арифмометры [30] и, наконец, галльская жатка, история которой прекрасно описана нашими коллегами[31].

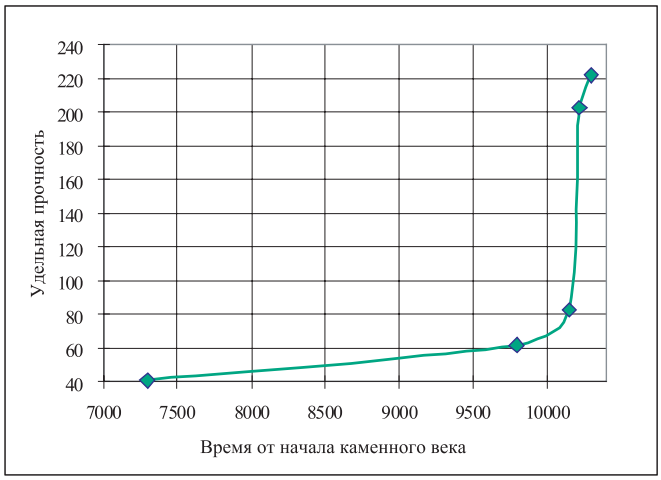


Рис. 2. Изменение удельной прочности материалов на основе железа

Следует также отметить, что любое улучшение основной характеристики материала сопровождается какими-либо издержками. Так, сменив бронзу на железо, мы получили в виде приложения проблему сохранения железа от коррозии. Например, на окраску Эйфелевой башни сейчас уже затрачены средства, значительно превосходящие затраты на ее постройку. Исключительная прочность японских мечей сопровождалась их большой хрупкостью. Между прочим, нунчаки появились именно как средство борьбы с мечами, а вовсе не для того, чтобы ломать руки. При удачном ударе нунчаками по лезвию меч ломался.

После создания в XIX веке литых сталей свойства крупнотоннажных общеупотребимых сталей выросли за прошедший век не столь значительно. То есть процесс развития системы сплавы на основе железа практически завершен. Развитие идет, в основном, в сторону создания специальных видов сталей и сплавов, имеющих ограниченное применение. Несмотря на это, железный век продолжается. До сих пор примерно 9/10 всех используемых человечеством металлов и сплавов – это сплавы на основе железа. Железа выплавляется в мире примерно в 50 раз больше, чем алюминия, не говоря уже о прочих металлах.

Следующим материалом, который получил всемирное распространение, хотя и не заменил железо полностью, стал алюминий. Созданный в конце XIX века, этот металл из дорогого экзотического материала (известен факт подарка весов, одна чашка которых была из платины, а другая из алюминия) стал поистине «народным» материалом. До сих пор в любом доме можно найти алюминиевую ложку или миску. Главным достоинством алюминия является то, что он легок. Его плотность 2,7 г/см^3 – почти в 3 раза меньше, чем у стали, и в 3,3 раза меньше, чем у меди. [26]. Однако, что тоже необычно для систем-устройств, алюминий значительно уступал по прочности предыдущей системе – стали. Поистине революцией стало создание «алюминиевой стали» - дюралюминия. Это позволило применить алюминий для изготовления самолетов, поскольку, продолжая уступать обычным сталям по прочности, сплавы алюминия стали превосходить их по удельной прочности (см. табл. 1). То есть, в отличие от меди, алюминий практически сразу из моносистемы превратился в би- и полисистему.

Для специалистов, недостаточно знакомых с терминологией ТРИЗ, необходимо уточнить, что из алюминия, конечно, не изготовляют инструменты в узком (общепринятом) смысле, то есть различные резцы или пилы. Инструментом, с точки зрения ТРИЗ, является, например, крыло самолета, обрабатывающее набегающий поток воздуха, или ложка, обрабатывающая еду.

Вслед за алюминием появились титан и его сплавы, обладающие еще более высокими удельными характеристиками (см. табл. 1). Сейчас большое внимание уделяется сплавам магния и сплавам лития. То есть тенденция уменьшения массы конструкций продолжает оставаться актуальной.

ПЛАСТМАССЫ

Следующим этапом развития материалов явилось появление веществ-полимеров и созданных на их основе конструкционных материалов. Здесь также следует четко разделить понятия вещества *полимер* и материала, произведенного из полимера, который получил общее название *пластическая масса, пластмасса,* или *пластик*. Природные полимеры были давно известны человеку. Самым известным полимером является целлюлоза, составляющая основу древесины.

Началась эпоха пластмасс только в середине XIX века. Так, в 1835 г. в результате опытов с хлористым винилом химик Реньо впервые случайно синтезировал поливинилхлорид, а в 1839 г., работая со стиролом, химик Симон получил полистирол. Однако ученые не придали этому значения [32].

В 1843 г. из природного каучука (белый сок дерева гевеи) была получена первая в мире твердая пластическая масса — эбонит. Эта пластмасса представляет собой резину, содержащую около 30% серы. Она благополучно дожила до наших дней.

Рукотворный материал на основе природной целлюлозы был представлен Александром Парксом в 1862 году на Большой Международной Выставке в Лондоне и получил название паркезин. Однако его производство было слишком сложно, и об этом материале благополучно забыли.

В 1872 г. американцы братья Джон и Исаак Хайатт, добавив к нитроцеллюлозе пластификатор - камфору, получили пластмассу, которую назвали целлулоид. Это изобретение избавило от смерти тысячи слонов, которых убивали ради клыков – материала для изготовления бильярдных шаров. Это и был первый термопласт – вещество, которому придавали форму под температурой и давлением. Из этого самого вещества – Celluloid™ – стали также делать первые фото- и кинопленки.

В 1897 г. был открыт галалит («молочный камень») – пластмасса на основе белка казеина, полученного из молока. Сейчас не производится.

Однако интенсивное применение пластмасс началась только тогда, когда человек научился целенаправленно изменять свойства природных полимеров и создавать новые.

Первым рукотворным синтетическим пластиком стал бакелит – материал на основе фенольных смол, разработанный в 1907 году американским химиком Лео Байклендом на основе фенолформальдегидной смолы. Байкленд создал смолу, которая, пропитывая волокнистый наполнитель, быстро твердела. Бакелит не горел, не плавился и не растворялся в кислотах или растворителях. Это и сделало его самым лучшим из всех ранее известных пластиков,

Затем изобретения пластмасс последовали одно за другим (табл. 2).

Пластмассы стали применять для изготовления различных второстепенных деталей, для которых прочность не являлась определяющей. В то же время пластмассы, по сравнению с металлами, явно выигрывали по удельному весу, а по сравнению с природными материалами (например, древесиной) – по удобству переработки и однородности свойств. Очень важным оказалось то, что большинство пластмасс является диэлектриками. Это позволяет использовать их в электротехнической и электронной промышленностях.

Необходимо отметить самый распространенный ныне в мире пластик. Это полиэтилен, который в 1933 году синтезировали британские химики Фассет и Гибсон. Обладая хорошими диэлектрическими свойствами, полиэтилен получил широкое распространение во время Второй Мировой Войны, сначала для покрытия подводных кабелей, а потом для изоляции радаров. Именно малая плотность полиэтилена позволила размещать радары на самолетах. Это помогло британской авиации получить преимущество перед немецкой техникой. После войны полиэтилен начал широко использоваться в потребительской сфере, и рост его популярности был беспрецедентным. Именно полиэтилен – первый пластик, который стал продаваться в США объемами более миллиона фунтов в год.

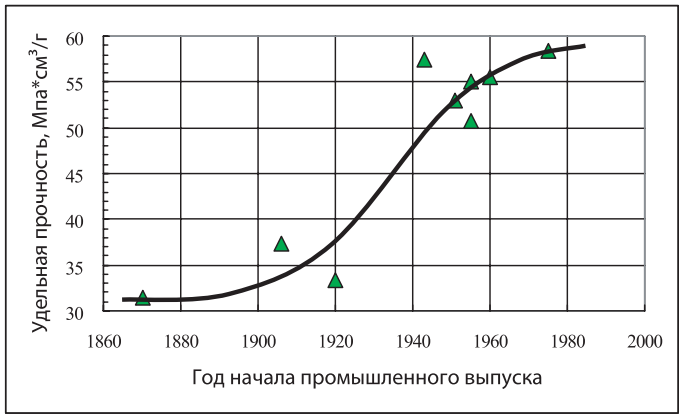
С 50-х годов XX века полимеры превратились в одну из основных мировых индустрий, которая влияет на все сферы жизни человека. Полимеры позволили усовершенствовать производство «классических» видов продукции – упаковки, тканей и т.д. Но самое главное – из них стали производить новую продукцию, которой человечество ранее не знало: полимеры используются в производстве электроники, компьютеров, телевизоров, автомобилей и т.д.

Таблица 2. Годы создания, начала промышленного выпуска и свойства конструкционных пластмасс [33].

Год создания	Год выпуска	Название ПМ	Плотность, г/см³	Прочность, МПа	Удельная прочность, МПа*см3/г
1866	1870	Целлулоид	1,4	44	31,5
1904	1906	Ацетат целлюлозы	1,34	50	37,3
1872	1920	Фенолформальдегидная смола	1,50	50	33,3
1938	1943	Найлон 6	1,13	65	57,5
1941	1951	Полиэфир - лавсан	1,32	70	53,0
1913	1955	Поливинилхлорид	1,38	70	50,7
-	1955	Полиметилметакрилат	1,18	65	55,1
1839	1960	Полистирол	1,08	60	55,6
-	1975	Поликарбонат	1,2	70	58,3
1933	1941	Полиэтилен конструкционный	0,94	16	17,0

Для пластмасс справедливы все те же основные закономерности развития, что и для прочих материалов (рис. 3). Из представленного графика видно, что развитие пластмассы как системы происходит все по той же сигмоидальной зависимости. Ресурсы развития ТС «индивидуальные пластики» практически исчерпаны, и в ближайшее время не стоит ожидать появления новых конструкционных пластмасс с необычайно высокими характеристиками.

Рис. 3. Изменение удельной прочности пластмасс.



На графике отсутствует полиэтилен. Это связано с тем, что он обладает очень низкой прочностью по сравнению с другими пластмассами. В то же время полиэтилен является очень дешевым и наиболее удобным для переработки материалом (у него не только очень низкая температура плавления, но и самый широкий «коридор переработки», то есть большая разница между температурами плавления и термической деструкции).

Следует отметить еще несколько особенностей конструкционных пластиков. Как уже было сказано выше, пластмассы можно разделить на две большие группы: термопластичные и термореактивные. Термореактивные пластики обычно обладают хорошими механическими характеристиками и высокой термостойкостью. Однако их повторная переработка практически невозможна, поэтому сейчас такие материалы используются лишь в некоторых областях. Самой распространенной термореактивной пластмассой может считаться резина.

Основное потребление приходится на термопластичные пластмассы, которые легко формуются за счет их текучести в расплавленном состоянии (Принцип № 35. Изменение физико-химических параметров), а отходы могут многократно перерабатываться.

В развитии пластмасс наблюдаются тенденции, сходные с развитием металлов. Так, для преодоления противоречия

между свойствами материала и его ценой согласно с Принципом № 3 (Местное качество) в пластмассы стали вводить различные наполнители. Такие материалы не только дешевле, но и превосходят исходные ненаполненные пластмассы по ряду характеристик.

Затем в соответствии со Стандартом 5.1.1. (Обходные пути: 4. Ввести в очень малых дозах особо активную добавку) или Трендом Развития Систем «моно-би-поли» в исходные мономеры стали вводить дополнительные фрагменты (добавки на микроуровне). Так, в результате привитой сополимеризации полистирола с полибутадиеновыми или бутадиен-стирольными каучуками был получен ударопрочный полистирол (УПС), обладающий повышенной стойкостью к растрескиванию. Еще более высокие характеристики имеет АБС-пластик, который является продуктом привитой сополимеризации акрилонитрила, бутадиена и стирола. Причем сополимер стирола и акрилонитрила образует жесткую матрицу, в которой распределены частицы каучука размером до 1 мкм [34].

Одним из ключевых противоречий, сопровождающих всю историю использования пластмасс, является противоречие между молекулярной массой полимера, которая определяет его механические свойства и способностью к переработке. Чем выше молекулярная масса (то есть чем длиннее молекула полимера), тем выше его механические характеристики, но тем труднее он перерабатывается. Например, полиэтилен с высокой молекулярной массой (СВМП) не перерабатывается традиционными способами (литье, экструзия).

Необычным решением является использование пластмасс, полимеризующихся непосредственно в литьевых формах. Использование в этом случае молекул мономеров и олигомеров (Принцип №1. Дробление) позволило получать изделия с высокой прочностью и очень точными размерами (по причине уменьшения химической усадки), которые не требуют дополнительной механической обработки.

Еще более значительно, чем алюминий, уступая по прочности стали, пластмассы заметно превосходят их по легкости и удобству использования (Принцип № 27. Дешевая недолговечность). Однако по причине невысокой прочности, в различных конструкциях они обычно выполняют второстепенную роль и чаще заменяют не черные, а цветные металлы. Поэтому на замену стали идут лишь несколько процентов потребляемых нами пластиков. Тем не менее, статистика утверждает, что с 1976 года пластик стал самым используемым в мире материалом. Изобретение пластмасс является одним из важнейших достижений человечества в XX веке.

Все прогнозы говорят о повышении роли пластмасс в балансе используемых материалов. Однако чрезвычайно серьезным вопросом является уменьшение сырьевой базы их производства. Основными путями решения этой проблемы являются вторичное использование пластмасс и переход на возобновляемые ресурсы. Второй путь, по сути, будет являться повторением производства пластмасс из естественного сырья на новом этапе.

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Одной из основных потребностей человека является необходимость нейтрализовать неблагоприятные факторы внешней среды. В свое время одним из средств противодействия холоду явилось изобретение одежды. Вначале использовались шкуры животных, а затем люди стали обрабатывать природные волокна и производить из них ткани.

Волокна не занимали в истории цивилизации такого важного места, как металлы, но, тем не менее, были весьма значимым элементом прогресса. Волокна и материалы на их основе выполняли самые различные функции. Так, волосяные канаты для катапульт являлись двигателями. Парусина для корабельных парусов и крыльев мельниц исполняла роль трансмиссии энергии от ветра к другим частям технической системы и так далее. Но все-таки основным применением волокон было удовлетворение потребности в одежде.

Вскоре производство текстильных изделий на основе хлопковых, льняных и некоторых других растительных волокон стало одним из наиболее быстро растущих направлений развития промышленности. Стоит только упомянуть такие важные вехи, как изобретение в 1678 г. французом де Жени первого механического ткацкого станка с приводом от водяного колеса или гонки английских клипперов (включая знаменитую «Катти Сарк») за австралийской шерстью.

Однако первое искусственное волокно – вискоза – было создано только в 1891 году французом Луи Мари Илэр Бернигo. Но большого распространения оно тогда не получило. И лишь в 40-х годах XX века, после открытия в 1935 году Уолэсом Карозерсом найлона [32], синтетические химические волокна (ХВ) стали создаваться одно за другим (табл. 3).

Таблица 3. Годы создания, промышленного выпуска и свойства химических волокон [35].

Год создания	Год выпуска	Название ХВ	Плотность, г/см3	Прочность, сН/текс	Удельная прочность, МПа*см3/г
1892	1905	Вискозные волокна	1,52	45	29,6
1904	1906	Ацетатные волокна	1,28	14	10,9
1913	1931	Поливинилхлоридные волокна	1,43	40	28,0
1931	1950	Поливинилспиртовые волокна	1,32	80	60,6
1935	1941	Найлон 66	1,13	40	35,4
1938	1943	Найлон 6	1,13	45	39,8
1941	1951	Полиэфирные волокна	1,4	82	58,6
1934	1950	Полиакрилонитрильные волокна	1,14	60	52,6
1953	1957	Полипропиленовые волокна	0,91	60	65,9
1970	1975	Параарамидные гетероциклические волокна (СВМ)	1,46	115	78,8
1973	1975	Параарамидные карбоциклические волокна (Кевлар)	1,47	120	81,6
1998	2002	Волокна на основе сверхориентированного высокомолекулярного полиэтила (спектра, дайнема, текмилон)	0,97	160	164,9

После Второй Мировой Войны наступил настоящий бум производства химических волокон, связанный с исчерпанием ресурсов природных волокон, причем волокна стали проникать и в различные технические системы. Рост удельной прочности ХВ удовлетворительно описывается зависимостью, аналогичной металлам и пластмассам (рис. 4).

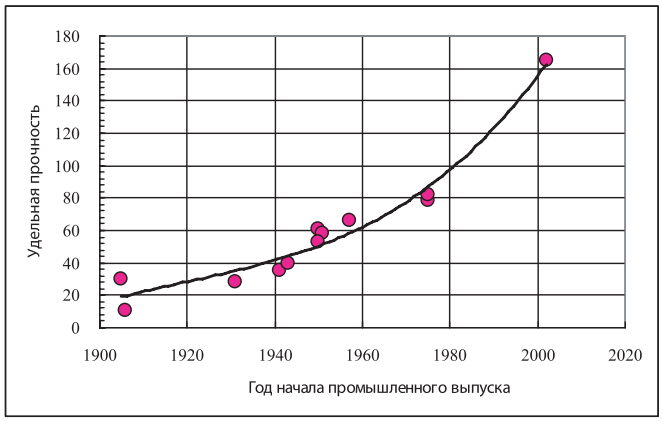


Рис. 4. Изменение удельной прочности химических волокон.

Как видно на рисунке, эта зависимость еще не достигла своего насыщения, и в ближайшем будущем можно ожидать появления новых ХВ с экстремальными свойствами.

Сейчас ХВ по свойствам уже опередили металлы. Серийное волокно кевлар [35] превосходит сталь по удельной прочности в 1,5 раза, а волокна на основе сверхориентированного высокомолекулярного полиэтилена (спектра) теоретически могут превзойти ее в 2 раза [36]. Достигнутый уровень свойств позволяет использовать волокна в целом ряде изделий, где основным требованием является ограничение массы – например, в тканых бронежилетах.

Кроме того, здесь видна еще одна тенденция. Дело в том, что действительная прочность полимерных молекул гораздо выше прочности полученных волокон. Прорыв в улучшении механических свойств был связан именно с тем, что в жесткоцепных параарамидных волокнах удалось более полно реализовать эти возможности. К сожалению, пока не удалось найти данные о сопоставлении теоретической и практически достигнутой прочностей для ХВ. Хотя понятно, что это различие составляет порядки, но очевидно движение в направлении к ИКР – сочетанию бесконечной прочности на разрыв с нулевой плотностью. Наиболее близко к ИКР находятся волокна из нанотрубок, из которых планируется сделать трос для «космического лифта».

Хорошей иллюстрацией тенденции приближения к ИКР является получение прочных волокон на основе сверхориентированного полиэтилена (см. табл. 3). Из примера можно видеть еще одну тенденцию, которая наблюдается и для металлов: улучшение свойств не за счет введения нового вещества в материал, а за счет структурных изменений в материале. Ориентация длинных вытянутых макромолекул в процессе переработки (гель-формования) приводит к более полной реализации свойств вещества, что в какой-то мере сходно с процессом закалки стали.

Кроме того, развитие ХВ иллюстрирует еще одну интересную общую тенденцию: срок между созданием и промышленным выпуском материала уменьшается (Рис. 5). Эта же тенденция характерна и для других материалов.

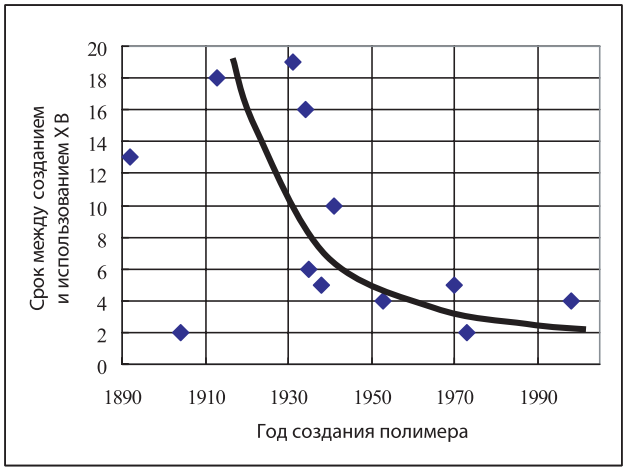


Рис. 5. Уменьшение срока между созданием и использованием ХВ.

К сожалению, все химические волокна анизотропны, то есть их исключительные свойства проявляются только в одном направлении. То есть волокна прекрасно работают на растяжение, но не могут противостоять сжатию. Поэтому их самостоятельное применение в качестве конструкционных материалов ограничено. Рассмотренные ранее пластмассы обычно изотропны и превосходно выдерживают сжатие, но плохо противостоят растяжению. Направлением развития этих альтернативных систем явилось их объединение в единую систему, которая получила название композиционного материала (Принцип № 40. Композиционные материалы).

КОМПОЗИТЫ

Здесь надо сделать несколько существенных терминологических оговорок.

По определению «*композиционный материал (композит) представляет собой неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу (или связующее), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов*» [6]. То есть под композиционным материалом будем понимать только такой материал, в котором имеется граница раздела между составляющими его веществами. Поскольку сплавы – это материалы на основе смеси индивидуальных веществ, мы не будем считать их композитами.

На практике же композиты – это системы, которые содержат усиливающие элементы (волокна, пластины) с различным отношением длины к сечению (что и создает усиливающий эффект), погруженные в матрицу (обычно полимерную). Удельные механические характеристики композитов (нормированные на плотность) заметно выше, чем у исходных компонентов.

Композиционные материалы различаются типом матрицы (органическая, неорганическая), ее перерабатываемостью (термопластичный, термореактивный), типом усиливающих элементов, их ориентацией (изотропная, одноосно ориентированная) и непрерывностью. Механические свойства композитов зависят от структуры и свойств межфазной границы. Так, сильное межфазное взаимодействие между матрицей и волокном-наполнителем обеспечивает высокую прочность материала, а значительно более слабое – ударную прочность.

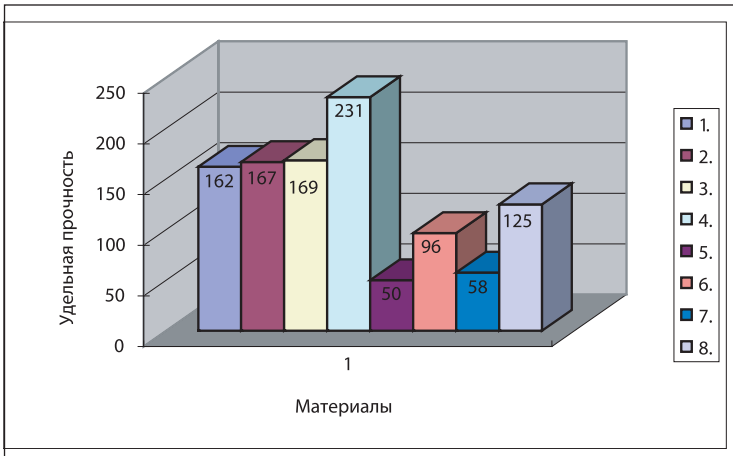
В обычных композиционных материалах фазы имеют микронные и субмикронные размеры. Наблюдаемая тенденция к улучшению свойств наполнителя (усиливающего элемента) при уменьшении его размеров объясняется снижением его макроскопической дефектности [37].

Вообще-то создание композитов не является достижением исключительно современной техники. Композитами, по сути, являлись и обмазанные глиной ветки, и даже дамасская сталь, поскольку в ней наблюдается граница раздела фаз между различными типами доменов стали. Даже чугун, при детальном рассмотрении, является композицией железа и графита. А в строительстве уже много веков используется бетон (композиция вяжущего раствора и камня) и его логическое продолжение – железобетон. Но только в XX веке композиты стали создаваться сознательно и приобрели широкое распространение.

Первоначально композиты создавались с целью сократить затраты полимера и уменьшить стоимость материала за счет более дешевого наполнителя. Однако со временем стало понятно, что этот путь может привести к заметному улучшению свойств материалов.

Одним из видов композиционного материала можно считать сочетания полимера с пустотой, точнее с порами, заполненными воздухом или другими газами. Такие материалы (пенопласты и поропласты) завоевали сейчас огромную популярность [2].

Композиты несомненно «выигрывают» у металлов в областях, где требуется не абсолютная механическая прочность, а удельная прочность, то есть отношение прочности к плотности (поскольку плотность у пластиков в 4-6 раз ниже). Это означает, что при одинаковой прочности вес композитных изделий может быть в 4-6 раз меньше аналогичных металлических (рис. 6).



1. Полиамид 66-GF 40: s = 235 N/ mm² r = 1,45 g/cm³
2. Полиамид 66-GF 50: s = 260 N/ mm² r = 1,56 g/cm³
3. Полиамид 66-GF 60: s = 285 N/ mm² r = 1,69 g/cm³
4. Полиамид 66-CF 40: s = 307 N/ mm² r = 1,33 g/cm³
5. Сталь: s = 370 N/ mm² r = 7,40 g/cm³
6. Алюминий: s = 270 N/ mm² r = 2,80 g/cm³
7. Цинк: s = 345 N/ mm² r = 6,00 g/cm³
8. Магний: s = 225 N/ mm² r = 1,80 g/cm³

Пояснение:
r- плотность материала
s - предел прочности
PA 66 - тип промышленного полимера
GF - стеклонаполнитель (Glass Fibers)
CF - углеродный наполнитель (Carbon Fibers)
40, 50, 60 - процентное содержание (по весу) волокон стекла или углерода

Рис. 6. Диаграмма сравнения прочности композитов полиамида и металлов [38].

Первоначально наполнители добавлялись в виде порошка (тальк, мел). Это упрощало процесс смешения веществ, так как расплавы и растворы полимеров обладают высокой вязкостью. Затем в качестве армирующих элементов стали использовать нарубленные волокна (сначала стеклянные, а затем и полимерные). Создание волокносодержащих композитов можно также рассматривать как реализацию трендов «Переход в надсистему» и «Согласование частей системы» при объединении систем, выполняющих одну функцию, но имеющих различные характеристики.[4]

Следующим шагом стало использование тканей, которые затем пропитывались смолой (интересное возвращение к истории создания бакелита). Далее армирующие волокна стали укладывать не в произвольном порядке, а по линиям наибольших растягивающих напряжений. Одним из вариантов использования армирующих волокон является получение композитов с коэффициентом термического расширения, регулируемым по направлению [1]. Логическим завершением тенденции «точка-линия-плоскость-объем» стало создание объемных вязаных конструкций, обладающих исключительно высокими характеристиками и используемых в аэрокосмической технике.

Однако химические волокна перестали удовлетворять возросшим требованиям к армирующим элементам в композитах, и им на смену пришли новые материалы. Сейчас в качестве армирующих элементов применяют сверхпрочные бездефектные волокна на основе неорганических веществ (Рис. 7).

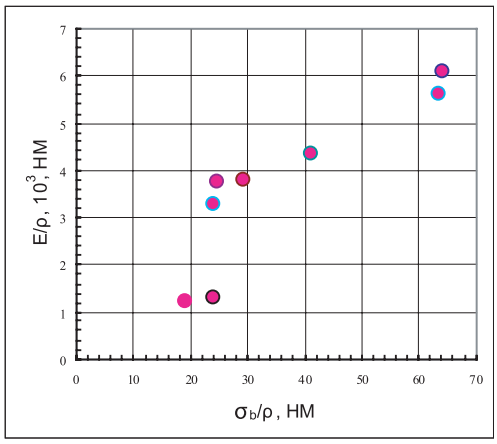


Рис. 7. Взаимосвязь удельной прочности (E/r) и удельного модуля упругости (sb/r) некоторых неармированных материалов и композиционных материалов, армированных волокнами (50 об. %): 1 - алюминий; 2 - титан и сталь; 3 - титан, армированный бериллиевой проволокой; 4 - титан, армированный волокнами SiC; 5 - титан, армированный волокнами борсика (SiC/B/W); 6 - алюминий, армированный борными волокнами; 7 - эпоксидная смола, армированная волокнами графита; 8 - эпоксидная смола, армированная борными волокнами [19].

[4] К сожалению, анализ разрешаемого при этом противоречия – отдельный рассказ. Поэтому пришлось обойтись констатацией факта.

НАНОКОМПОЗИТЫ

На смену традиционным композитам приходят так называемые «нанокомпозиты». В последние годы нанотехнология стала рассматриваться не только как одна из наиболее многообещающих ветвей высокой технологии, но и как систематизирующий фактор экономики XXI века – экономики, основанной на знаниях, а не на использовании и переработке природных ресурсов.

Нанотехнологии базируются на том, что частицы материи размером менее 100 нм (нанометр – одна миллиардная доля метра) придают сделанным из них материалам новые физические и химические свойства, что приводит к так называемым размерным эффектам – новому поведению, зависящему от размера частиц. При уменьшении размеров частиц ниже критических наблюдаются изменения электронной структуры, проводимости, реакционной способности, температуры плавления и механических свойств. Как следствие появляется возможность из тех же самых атомов конструировать материалы с новыми неожиданными свойствами.

В работе [39] дается следующее определение: “наночастица – это агрегат атомов с размерами от 1 до 100 нм, рассматриваемый как часть объемного материала, но с размерами меньше характерных длин некоторых явлений”.

Таким образом, нанокомпозиты - это материалы, где включения другого компонента соизмеримы с небольшими агрегатами молекул [40]. При таких размерах становится сложным определить понятие «раздел фаз». Но, с точки зрения развития системы, это все-таки продолжение развития композитов. Появление нанокомпозитов также можно рассматривать как проявление тренда «Переход на микроуровень».

Неизвестно, когда человек впервые начал использовать преимущества наноразмерных материалов. Еще в четвертом веке нашей эры римские стекловары делали стекло, содержащие наночастицы металлов. Изделие из той эпохи, называемое «чашей Ликурга», находится в Британском музее. Эта чаша сделана из стекла на основе извести, содержащей мельчайшие частицы серебра и золота. При помещении в чашу источника света ее цвет изменяется с зеленого на темно-красный. Цветное витражное стекло средневековых соборов тоже включает наноразмерные металлические частицы. Уже сейчас промышленно выпускаются продукты на основе нанокомпозитов.

Компания NanoTex (США, [41]) производит ряд самоочищающихся тканей, а также тканей, которые трудно испачкать и намочить. Фирма NanoSonic (США, [42]) недавно представила одежду Metal Rubber, которая может менять форму в зависимости от желаний хозяина. Такие нанокомпозиты могут быть отнесены к разряду так называемых «умных материалов» [3].

Концерн “Наноиндустрия” (Россия [43]) выпустил специальный восстанавливающий состав на основе адаптивных наночастиц, который может защитить от износа практически любые трущиеся металлические поверхности, и детали практически не изнашиваются.

Краска на новом автомобиле Hummer H2 SUT ([44]), состоящая из нескольких слоев наночастиц, будет более стойкой к царапинам и не потускнеет со временем.

То есть, появление наноструктур, отражающее тенденцию перехода на микроуровень, позволяет создавать материалы, которые приближаются по свойствам к идеальным системам. Такая тенденция давно отмечалась в работах Саламатова [45] и Фея [46]. Эта тема настолько обширна, что требует отдельного рассмотрения. К сожалению, формат статьи не предусматривает такого подробного анализа.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Зависимости удельной прочности от времени создания для всех рассмотренных материалов, начиная с применения камня, удовлетворительно описываются так называемой «огибающей кривой» [10].

Рассмотрим влияние материалов на процессы развития устройств и на развитие цивилизации в целом. Это взаимодействие является комплексным. С одной стороны, повышенные требования к Устройству вызывают поиск новых Материалов, которые будут соответствовать этим требованиям. С другой стороны, появление нового Материала позволяет создавать новые Устройства с лучшими характеристиками. Интересно также применение новых материалов в совершенно неожиданных областях. Так, волокно *капрон* было создано для парашютов, чтобы заменить дорогой шелк. Но при развитии его производства серьезным потребителем капрона стала промышленность, изготавливающая дамские чулки.

Давайте немного пофантазируем. Известно, что крушение феодального строя в значительной степени было обусловлено тем, что бронированная лавина рыцарской конницы оказалась беззащитной перед аркебузами и мушкетами городской пехоты. Предположим, что некий изобретатель смог создать сорт стали, которая выдержала бы удар свинцовой пули. Это не так уж невероятно, поскольку прочностные характеристики сталей дамасских или толедских клинков вполне отвечали поставленной задаче, но из них нельзя было сделать латы. Каким бы путем пошла тогда наша история?

С другой стороны, появление полимерных волокон на основе ароматических полиамидов (кевлар, СВМ и т.д.) вернуло к жизни, казалось бы, забытую идею защиты человека от пуль. Современные бронежилеты выдерживают попадание пистолетной пули, а специальные конструкции, содержащие керамические вставки, спасают от автоматных и винтовочных пуль.

Из этого простого примера понятно, что при появлении новых материалов с экстремальными свойствами следует проверить, нет ли среди уже предложенных Устройств таких, которые не были реализованы только по причине отсутствия подходящего материала. Такой ретроспективный поиск может принести очень интересные результаты.

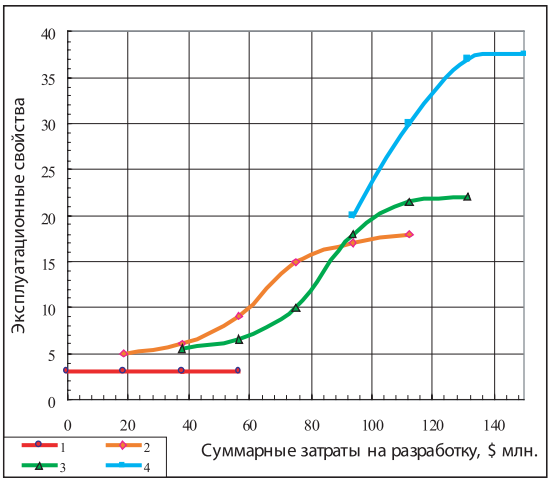


Рис. 8. Сравнение прочности армирующих кордных химических волокон с затратами на их разработку [47]. Обозначения: 1 – хлопок (натуральный продукт), 2 – найлон, 3 – искусственный шелк, 4 – полиэфиры (лавсан).

Есть еще один аспект, связанный с актуальностью прогноза развития свойств материалов. Не секрет, что одним из критериев коммерческой успешности нового материала является его цена. К сожалению, не всегда в понятие «цены» включаются, кроме стоимости производства материала, затраты на его создание (рис.8.). Стоимость разработки новых материалов растет с каждым годом, а значит, любая ошибка в оценке возможностей использования нового материала может стоить очень дорого. Следовательно, если на начальном этапе разработки провести анализ возможного развития системы «материал», то можно будет оценить перспективы его использования. Например, методы ТРИЗ могут быть эффективны для прогнозирования свойств полимерных материалов по их молекулярной структуре [4].

Таким образом, можно констатировать, что развитие материалов, также как и технических систем-устройств, подчиняется основным закономерностям развития систем, в том числе, изменению главной характеристики материалов по S-образной кривой развития.

В заключение необходимо обобщить закономерности, найденные для материалов:

1) Материал – это вещество или комбинация веществ, предназначенная для создания некого элемента макроскопической ТС, выполняющего полезную функцию.
2) Материал - это элемент ТС, включающий, как минимум, Рабочий орган и Трансмиссию, причем развитие всех материалов как систем идет по пути увеличения их полноты.
3) Повышение удельных характеристик материала (повышение идеальности) происходит по S–образной кривой, причем крутизна наклона кривой каждого нового материала растет быстрее.
4) Развитие материала не прекращается с появлением принципиально нового материала и сопровождается дальнейшим улучшением его свойств.
5) На кривой развития материала есть локализованные во времени скачки, которые вызваны появлением материалов, проявивших исключительно высокие свойства, но не получивших всеобщего распространения.
6) Индивидуальные кривые развития всех материалов, имеющих массовое применение, могут быть интегрированы единой огибающей линией, которая соответствует развитию системы «материалы для изготовления Инструмента».
7) Срок между созданием материала и его промышленным использованием сокращается.
8) Появление новых материалов соответствует основным закономерностям и может быть предсказано с использованием ТРИЗ-инструментария.
9) Показано, что на данный момент для описания развития материалов применимы следующие тренды развития технических систем: повышение идеальности, переход в надсистему, переход на микроуровень и согласование частей системы.

Автор выражает благодарность за полезные замечания, высказанные по теме статьи, ТРИЗ-экспертам «Самсунг» В. Леняшину (САИТ) и Ю. Даниловскому («Электроникс»), профессору, материаловеду из СПбГТУ Ю. Барону и ТРИЗ–специалисту, химику из Казани В. Уразаеву.

Литература

1. Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seungheon Han. Thermal Deformations in the Engineering. Abstracts for TRIZCON2006. // Eighth Annual Altshuller Institute for TRIZ Studies International Conference, April 30 & May 1-2, 2006, Milwaukee, WI, Number: 030, http://www.aitriz.org/ai/index.php?page=2006/trizcon2006&article=abstracts.

2. Эта проблема рассмотрена в работе “”Пустота” в материалах”, которая опубликована в Журнале ТРИЗ №1, 2005, С.53-58.Тезисы статьи размещены на сайте “Методолог” по адресу: http://www.metodolog.ru/00129/00129.html и представлены в материалах конференции “4th European TRIZ-Conference 29.6.-1.7.2005, IHK Frankfurt a. Main Germany.” http://www.triz-centrum.de/download/Flyer_english.pdf .

3. Тезисы статьи “Как “умные вещества” могут помочь изобретателю” размещены на сайте “Методолог” по адресу: http://www.metodolog.ru/00246/00246.html и представлены в материалах конференции “5th ETRIA Conference “TRIZ Future-2005”, University of Leoben - Austria, Nov. 16-18, 2005 Graz AUSTIA. http://members.etria.net/pdf/254.pdf”.

4. Тезисы работы представлены в материалах конференции: Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seungheon Han “USE OF TRIZ AT CREATION OF NEW MATERIALS” TRIZCON2005 April 17-19, Brighton, MI. http://www.aitriz.org/2005/abstracts.htm.

5. Сокращенный вариант статьи “ТРИЗ в материаловедении” представлен на сайте “Методолог”: http://www.metodolog.ru/00606/00606.html.

6. Википедия // http://ru.wikipedia.org/wiki.

7. Саламатов Ю.П. Система развития законов техники. // Кн. Шанс на приключение. - Петрозаводск: Карелия, 1991.- 304с.

8. http://nanonewsnet.ru/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=6&pid=70.

9. Promising Industries of 21st Century. Hydrogen News, Korea Herald 3/13/2000 // http://www.ch2bc.org/bulletin/bulletin20000304.htm.

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

11. ТВЕРДЫЙ ОГОНЬ СВС http://www.lgz.ru/archives/html_arch/lg402003/Tetrad/art11_1.htm.

12. http://enc.mail.ru/article/1900459187.

13. http://www.architector.ru/spr/teploizol/33.asp.

14. http://www.abraziv.net/ref_material.asp.

15. Мэттьюс Клиффорд. Справочник инженера. Инженерная механика. - М.: АСВ, 2003. - 280с.

16. Популярная библиотека химических элементов // http://www.astronet.ru/db/msg/1177210.

17. http://www.sci.aha.ru/ALL/b7.htm.

18. http://www.nauka.kiev.ua/.

19. http://naukaspb.ru/Demo%20Metall/.

20. http://www.inventors.ru/index.asp?mode=4204.

21. Дамасский узор на стали // oppozit.ru/modules.php?name=News& file=article&sid=1033.

22. http://www.oval.ru/enc/53107.html.

23. http://www.istc.ru/istc/sc.nsf/html-print/projects.htm?open&lang=ru&id=2272.

24. http://drink.dax.ru/chudesa/hud_20.shtml.

25. http://www.lenty.ru/gobest.html?http://lenty.ru/cgi-bin/gop.cgi?http://www.cnews.ru/news/line/index.shtml?2005/12/15/193286.

26. http://n-t.org/ri/ps/pb029.htm.

27. http://britikov.temator.ru/cont/1519/3.html.

28. http://naukaspb.ru/Demo%20Metall/3_15.htm.

29. Производство супертонкого базальтового волокна // http://www.eao.ru/?p=227&PHPSESSID=ae21a285d32c93f2dfe9570-6dd21df7a, ОАО “Литейный завод “Магма” // http://lityo.com.ua/magma.html.

30. Джеймс П., Торп Н. Древние изобретения. - Минск: Попурри, 1997. - 768 с.

31. П. Чуксин. История галльской жатки // Журнал ТРИЗ-профи. - 2005. - №1. - с.29-34.

32. Из истории полимеров // http://library.istu.edu/hoe/books/poly.htm.

33. http://www.polymers-money.com/journal/content/history/2003/09/06/istorija_mirovoj_revoljutsii_polimernoj_113.html.

34. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. Прикладная физика полимерных материалов. - СПб.: Изд. СПбГТИ(ТУ), 2001. - 261 с.

35. http://www.inventors.ru/index.asp?mode=4204.

36. http://www.engineering.ru/faq.php.

37. Чвалун С.Н. Полимерные нанокомпозиты // Природа. - 2000. - №7. vivovoco.nns.ru/VV/JOURNAL/NATURE/07_00/NANO/NANO.HTM.

38. http://www.inrost.ru/heating/olefini/PlasticVsMetal/prochnost.html.

39. Свидиненко Ю. Нанотехнологии сегодня // http://nanoenot.pisem.net/ne/ntt.htm.

40. www.info-ua.com/equipment/37/et_37_18.html.

41. www.k2kapital.com/useful/usf20060127.html.

42. http://rccnews.ru/Rus/Research/?ID=49714.

43. http://science.viniti.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=1340&Itemid=155.

44. http://www.computerra.ru/xterra/34701/page4.html.

45. Саламатов Ю.П. Подвиги на молекулярном уровне // Нить в лабиринте. - Петрозаводск: Карелия, 1988.

46 Фей В.Р. В поисках идеального вещества. // Журнал ТРИЗ. - Гомель: Интерцентр Веда, 1990. - №2.

47. Don CLAUSING, Victor FEY EFFECTIVE INNOVATION the American Society of Mechanical Engineers, 2004, 247 p.

А. А. Гин

Мастер ТРИЗ, член региональной организации “ТРИЗ-Профи” (Москва), руководитель Лаборатории образовательных технологий “Универсальный решатель” (www.trizway.com).

Провел более 80 авторских семинаров для студентов, учителей, психологов, преподавателей вузов в странах СНГ, Латвии, Франции. Имеет свыше 60 публикаций в российских, украинских, белорусских периодических изданиях.

Автор книг “Приемы педагогической техники” (12 изданий) и “Задачки-сказки от кота Потряскина”, редактор 20 книг.

К теме «социальные задачи» нас развернула сама жизнь. Ибо развитие инструмента цивилизации (т.е. техники) значительно опередило развитие системы управления этим инструментом (т.е. системы социального управления). А это на языке ТРИЗ можно назвать «очень нежелательным эффектом».

Социальные задачи

ОТКУДА БЕРУТСЯ СОЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ?

Вот вы снимаете свое чадо с горшка и торопитесь в детский сад. По дороге объясняете ему, что «вот эти дяди – солдаты, а на плечах у них автоматы». Потом садитесь в машину и, соблюдая правила дорожного движения, мчитесь на завод. Кстати, сегодня заседание профсоюзного комитета.

Горшок, автомат, машина – технические изобретения.

Детский сад, армия, правила дорожного движения, завод, профсоюзный комитет – изобретения социальные. Изобретения способов организации взаимодействия людей.

Социальные задачи имеют столь же древнюю историю, что и технические. И опыт их решения в истории также накоплен не малый.

Как спасти людей?

Японский царь Суйнин, правивший в начале нашей эры, был возмущен жестоким обычаем: вместе с членами царского рода хоронили живых людей. Он сказал своим советникам: “Хоть это и старый обычай, но зачем соблюдать его, если он плохой? Подумайте, как приостановить следование за умершим.” [1]

Нетрудно сформулировать ***ИКР***: минимальными усилиями, с полным удовлетворением ревнителей древних обычаев, слуги представителей царского рода остаются

[1] Энциклопедия для детей. Том 1. Всемирная история. М.,

живыми.

Специалисты по ТРИЗ сформулируют “физическое” противоречие и найдут несколько решений, соответствующих исторически заданному контексту. Нашли решение и советники царя: вместо людей стали класть в могилы их глиняные изображения. Это решение оказалось удачным – ведь люди верили, что в изображениях есть часть души изображаемого человека.

Нетрудно понять, что за нежелательным эффектом – «потерей трудового ресурса» - стояли еще и противоположные интересы людей.

На правах гипотезы: социальная задача всегда скрывает в себе столкновение интересов социальных групп, и сводится, в конечном счете, к управлению социальным поведением людей.

РЕСУРСЫ И ДОМИНАТОРЫ

Наш опыт показывает[2], что решение социальных задач тризовскими инструментами возможно. Во всяком случае, понятия *идеальность, противоречие и ресурсы*, а также связанный с ними инструментарий выводил нас на сильные решения. Конечно, есть и определенная специфика, о которой мы скажем ниже.

Рассмотрим два примера.

Пекинский метод

Впервые этот метод был опробован в 2003 году в Пекине. Сейчас его начали успешно применять в нескольких европейских столицах. Изобретение состоит в том, что телефоны, указанные в незаконно размещенных объявлениях, ставятся на принудительный дозвон с интервалом в несколько минут. Как только абонент на другом конце провода поднимает трубку, он слышит наговоренное автоответчиком требование прекратить размещение нелегальных объявлений. Если нарушители прекратили портить внешний вид города, телефон может быть снят с автодозвона. Однако при отсутствии подобной реакции частота звонков может быть увеличена до такой степени, что телефон нарушителя будет просто заблокирован.[3]

Меченый хулиган

Вьетнамские полисмены нашли радикальный способ борьбы с хулиганами на мотоциклах. Так называемые стритрейсеры, устраивающие безумные гонки по ночному Ханою, доставляют большие неприятности властям и автомобилистам. Самоубийцы в шлемах подрезают водителей и пугают пешеходов. Полиция же до сих пор ничего не могла поделать с нарушителями по причине того, что все они разъезжают на одних и тех же моделях мотоциклов, одеваясь в одинаковые кожаные наряды. Но теперь полицейские получили право открывать огонь по безумцам… из ружья для пейнтбола. Снаряд с краской, попав в стритрейсера, оставит на нем метку и таким образом меченого гонщика можно будет опознать по характерному яркому пятну на одежде и обезвредить[4].

Пока ничего необычного – не так ли? Для решения социальной задачи найдены технические ресурсы. Но давайте рассмотрим еще два примера:

Пушкин – это не только стихи

Пушкин проездом вынужден был задержаться в Болдино, ибо свирепствовала холера. В любой момент в деревне могла вспыхнуть эпидемия, и тогда сотни смертей…

Потерь можно избежать, если научить крестьян правилам гигиены. Однако вспомним, что общества «Знание» в те времена не было, собрать крестьян на лекцию Пушкин не мог – не было тогда такого обычая, крестьяне бы восприняли это как «придурь барскую». Как быть?

Пушкин эту задачу решил. Он попросил деревенского попа собрать крестьян.

- Я хочу прочесть им проповедь” - сказал он.

- Помилуйте, Александр Сергеевич - возразил священнослужитель - у Вас же никакого сана нет!

- Ну и что, твоя деревня или моя? - прервал споры Поэт.

И когда деревня собралась, Пушкин прочел им проповедь о пользе мытья рук. Чем, похоже, спас немало людей[5].

Штраф-рекорд

Финский миллиардер Юсси Салонойя был оштрафован полицией на рекордную сумму - 217 тысяч долларов.

Молодой человек ехал по улице Хельсинки со скоростью 80 км в час, вдвое превысив допустимую норму. Согласно финским законам полиция определяет сумму штрафа исходя из доходов нарушителя, а задекларированный доход Юсси составил 9 миллионов долларов. Предыдущий рекорд принадлежит магнату Яакко Рыстоле, лишившемуся за превышение скорости 101 тысячи долларов. А президенту компании “Нокиа” Пеке Ала-Пьетиле, проехавшему на красный свет, пришлось расстаться с 44 тысячами долларов.[6]

Как видим, здесь использованы ресурсы *нетехнические* – традиционный способ донесения информации в первом случае и закон во втором.

Ресурсы, регулирующие поведение людей, назовем доминаторами. Мы уже говорили, что за социальной задачей кроется столкновение интересов людей. А интересы определяются доминаторами.

Чудо рукотворное

1427 г. Вьетнам. Восстание под предводительством богатого крестьянина Ле Лоя против китайских захватчиков Вьетнама. Помимо чисто военной подготовки, советники Ле Лоя понимали: нужно Чудо, знамение свыше, воодушевляющее вьетнамских крестьян на восстание… За неимением настоящего Чуда пришлось изготовить его рукотворно. На многочисленных листьях деревьев было тончайшими штрихами написано пророчество: “Ле Лой станет царем!”. (Для этого было достаточно несколько простых иероглифов). Они были, однако, написаны не тушью, а свиным салом.

Муравьи выели жирные места, так что надпись оказалась “выгравированной” на листьях, которые ветер и потоки воды разнесли повсюду. Вьетнамцы - как и было задумано - восприняли листочки как знамение свыше и с удвоенной энергией сражались против оккупантов… В 1428 г. Вьетнам был освобожден.

Советники Ле Лоя смогли противопоставить страху крестьян веру в победу, которую вселило в них «знамение свыше».

Таким образом, решение социальной задачи часто сводится к тому, чтобы найти доминаторы, стимулирующие людей совершать необходимые действия и при этом более сильные, чем доминаторы, мешающие осуществлению действия.

---

[1] Здесь имеется в виду опыт автора и Сергея Фаера.
[2] Газета «ТВР-панорама», 25.08.2004, Петрозаводск. - С. 9.
[3] ТВ-передача «Итоги», 18 ноября 2003 г.
[4] Устойчивый слух.
[5] Газета «ТВР-панорама», 5.05.2004, Петрозаводск. - С. 9.

Решать социальные задачи нам помогает «матрица доминаторов».

	Убеждения	Идеологемы	Законы	Традиции	...	...	...	...	...
Убеждения									
Идеологемы									
Законы									
Традиции									
Верования									
Стереотипы									
Привычки									
Архетипы									
Потребности									
Инстинкты									
Рефлексы									

МАТРИЦА ДОМИНАТОРОВ (краткий вариант)

ПРИЕМЫ И СТАНДАРТЫ

Когда битье стекол в вагонах поездов, следующих через территорию Узбекистана, стало обычным явлением, пассажиры сами нашли средство защиты. На окнах вагонов стали вывешивать портреты Ислама Каримова. Националистически настроенные местные хулиганы не смели бросать камни в портрет любимого народом президента.

Придумка не новая – достаточно вспомнить, например, как российские дипломаты защищали окна посольства от камней хунвейбинов, вывешивая портреты великого вождя Мао.

ИКР: хулиганы (хунвейбины) сами...

Приемы: «посредник», или «замена объекта копией».

Вот несколько известных в истории социальных задач.

Екатерина против лорнетов

Во времена Екатерины II молодые столичные щеголи приняли моду разгуливать по Петербургу в белых перчатках и с лорнетами, что не нравилось царице. Запрещать моду указом, как потом неоднократно делали ее преемники от Павла до большевиков, Екатерина не захотела - она гордилась своим демократизмом. Как быть?[7]

Ответ: царским указом все будочники были снабжены белыми перчатками и лорнетами[8].

Пехлеви против паранджи

Шах Ирана Пехлеви поставил цель - открыть лица женщин в своей стране. Сделать это силовым приемом невозможно. По закону ислама снять паранджу с мусульманской женщины – значит, обесчестить ее, часто после этого происходит самоубийство. Как быть?

Ответ: Пехлеви издал закон о том, что любая честная женщина может носить или не носить паранджу по собственному усмотрению, но проститутки носить паранджу обязаны![9]

Канн Си за косички

В 1641 году маньчжуры установили своё господство в Китае / династия Цин/. В знак верности китайцы должны были брить головы и оставлять на макушке косу. Приведение императорского указа в исполнение было поручено поначалу цирюльникам.

С бритвой в одной руке и мечём - в другой, они обходили свои участки, предлагая каждому китайцу на выбор - поступиться головой или причёской. Большинство шло на операцию, хоть и позорную; не обошлось и без возмущений, даже бунтов.

Однако, второй император маньчжурской династии Кан Си прибег к мере остроумной и действенной, в результате чего китайцы сами, без всякого на то принуждения, стали брить головы и носить на макушке косу. В чём состояла мудрость указа Кан Си?

Ответ: Кан Си строжайшим образом воспретил носить косы монахам и преступникам, а также тем, кто принадлежал к подлым сословиям.

И вот ненавистная прежде коса сделалась, как бы, знаком отличия каждого честного, уважаемого человека. Сопротивление тотчас прекратилось, и теперь уже нельзя было представить себе бескосого китайца. Напротив, не было отныне для китайца большего позора, чем лишиться косы.[9]

Разное историческое время, разное социальное устройство общества, но в этих задачах, а точнее в решениях, легко заметить нечто общее. На языке ТРИЗ мы скажем: все эти задачи

[7] Задача из картотеки Мастера ТРИЗ С. Литвина.
[8] Из картотеки специалиста по ТРИЗ В. Ильинского.
[9] Из картотеки В. Марченко, учителя СШ № 4 г. Краснокаменска.

решаются по одному стандарту, который очень напоминает «разрушение вредного веполя».

Вывод прост: социальные задачи также могут решаться типовыми (для социальных задач!) приемами и стандартами.

Цена социальной проблемы

В недавнем прошлом в Румынии из «самых благих» намерений запретили аборты. Первые 2 -3 года после запрета наблюдалось резкое увеличение рождаемости. Однако вскоре общество приспособилось, и никакие демографические проблемы решены не были. Но в результате пошла страшная “волна” - для этого поколения нужно больше яслей-садиков, школ, учебников… А производить все это нет смысла! - ведь волна пройдет и все останется незадействованным.

Цена ошибки при решении социальной задачи исключительно велика. При этом последствия ошибки могут сказаться только через годы – что значительно затрудняет оценку решения. А это, в свою очередь, позволяет демагогам из политической среды доказывать и продвигать в жизнь вредные для общества решения.

В 1958 году Хрущев провел реформу высшего образования, изменив условия приема в вузы. В частности, появился так называемый “двухлетний трудовой стаж”, дававший преимущества при поступлении. В результате академический уровень студентов стал неуклонно снижаться, особенно если они шли в ВУЗ через армию: этой категории студентов достаточно было сдать экзамены хотя бы на тройки.

Декларировалась красивая цель: установление справедливости, уравнивание шансов детей рабочих. А в результате - резкое падение уровня образования.

Когда в 1932 году в США обсуждались вопросы денежного и кредитного регулирования, инженер и экономист А. Дуглас, построил диаграмму, которую представил Комиссии Макмиллана. На ней были изображены две кривые - динамика процентных ставок со времени разгрома Наполеона в 1812 году и динамика количества самоубийств за эти же сто двадцать лет.

Эти две кривые практически совпадали. Уровень самоубийств рос каждый раз, когда повышался уровень процентных ставок, и наоборот. Это вряд ли можно назвать “совпадением”. Когда процентные ставки растут, определенное число бизнесменов становится банкротами, определенное число рабочих оказывается на улице…[10].

Однако закономерны и следующие выводы: во-первых, рост процентных ставок сам по себе является следствием нерешенных задач; а во-вторых, не процентные ставки являются причиной человеческого горя и самоубийств, а возникшие в связи со стагнацией экономики и нерешенные обществом социальные проблемы.

Характерно, что и сегодня у нашей «интеллектуальной элиты» нет привычки решать или для начала хотя бы формулировать социальные проблемы в задачной постановке. Известные академики[11] в прямом эфире долго рассуждают о гибельных последствиях для России в случае вливания в экономику денег из стабфонда, и в то же время «как жаль, что их нельзя потратить на благие цели» – и это вместо того, чтобы начать с формулирования противоречия: как сегодня потратить деньги стабилизационного фонда так, чтобы не вызвать инфляции и принести максимальную пользу сегодня и будущим поколениям.

Уверен, не самая сложная проблема… А какова цена ее решения?

ЧТО ДАЛЬШЕ?

Теория решения социальных задач на основе ТРИЗ делает первые шаги. Впереди – объемные исследования и разработки.

Цели: разработка решательного инструмента; построение модели социума, позволяющей решать настоящие и прогнозировать будущие проблемы. Актуальность – очевидна.

Автор благодарит Сергея Алексеевича Фаера – наша совместная работа по футуропрогнозу летом 2004 года закономерно вывела на разработку темы «Социальные задачи», которую мы также продолжаем обсуждать совместно.

Автор благодарит также Виктора Николаевича Батурина, остроумные рассуждения которого стимулируют мышление автора и способствуют решению самых актуальных проблем.

Социальное изобретение: дуэль на фоторужьях. Секунданты отмеряют дистанцию, противники сходятся, поднимая фоторужья и наводя резкость, по команде щелкают затворами. Потом смотрят изображения. У кого вышло лучше, тот и победил.

- Как, и это все?!

- Нет. Потом победитель бьет побежденному морду.

ПРАКТИКУМ

Спасти виноградники

Более двух тысячелетий на пологих холмах, окружающих австрийский поселок Гринцинг, выращивают виноградную лозу и делают вино. Однако настало время, когда поселок вошел в черту австрийской столицы. Земля выставлена на продажу. Цены на городскую землю таковы, что виноградари выкупить ее не могут. Землю скупают строительные спекулянты, выкорчевывают лозу и строят виллы. Жаловаться бесполезно, все совершается по закону. Что бы вы посоветовали жителям Гринцинга, чтобы спасти виноградники[12]?

Перепроизводство рыцарей

XI век. Междоусобных войн становится все меньше. А рыцарей – все больше. Сын рыцаря должен быть рыцарем – это впитывалось с молоком матери. Появляется и растет большая масса людей, у которых нет за душой ничего, кроме боевого коня, доспехов, оружия и умения воевать. Именно это время подарило нам такие рыцарские прозвища, как Робер Неимущий или Вальтер Голяк. Некоторые из них стали заниматься грабежом. Возникла социальная проблема – «перепроизводство рыцарей». Предложите различные способы ее решения.

Смысл?

Гитлеровская Германия, концлагерь. Группа заключенных загружает вагоны песком. Вдруг эсэсовец ни с того ни с сего приказывает им бросить лопаты и грузить песок руками. Почему? Или хрестоматийное выкапывание и закапывание канав, перетаскивание камней из одной кучи в другую и назад. Зачем? Экономического смысла – никакого. Конечно, среди эсэсовцев попадались и такие, которым страдание узников доставляло особое наслаждение, но это не объяснение, поскольку в большинстве случаев это были самые обычные немцы.

[10] Уилсон Роберт А. “Психология эволюции”. - Киев: “София”,1998. - С. 53 - 55
[11] Удержусь от перечисления фамилий – они не виноваты, просто не умеют…
[12] Из картотеки специалиста по ТРИЗ В. Ильинского.

Архангельский Г.А.

Метод ограниченного хаоса

От кластерного анализа к технологии развития систем.

На базе уже знакомого читателям (по предыдущему номеру Журнала ТРИЗ) непрожективного под-хода автором создан метод работы с хаосом. Метод применим для управления сложными самооргани-зующимися системами (в том числе, социальными), для поддержания развития и рождения нового. На личном уровне – для поддержания процессов творчества. Большое внимание в статье уделено понятиям «порядок» и «хаос» и их месту в социальных системах.

Постановка задачи

В волне публикаций на самые различные темы, пронизанных идеями синергетики, обращает на себя внимание одна особенность: доминирование «научных» задач над «инженерными», т.е. преимущественное внимание уделяется выявлению закономерностей, ответу на вопрос «как это происходит?», а не разработке методов и ответу на вопрос «как сделать, чтобы..?»001 Последнее может быть названо уделом практиков и исключено из сферы научных интересов только на достаточно низких уровнях абстракции, на высоких же – остается задачей науки. Цель настоящей работы – перевести ряд идей синергетики «в методологическую плоскость»,002 предложив метод работы с хаосом, применение которого к управлению социальными системами представляет, на наш взгляд, определенный интерес.

Полагаем, что предложенный нами метод ограниченного хаоса может заполнить соответствующий пробел и дать, конечно, не технологию получения озарения, но технологию создания условий, в которых этому неформализуемому явлению свойственно случаться.

Метод родился на материале задач из области техники личной работы и организации личного времени (автор статьи – консультант в области тайм-менеджмента и организации труда менеджера). По мере того, как вырисовывалось абстрактное содержание метода, обнаруживались его неожиданные приложения к социальным системам.

Описание метода

Суть предлагаемого нами метода ограниченного хаоса для наглядности продемонстрируем на простом примере, который классическому пониманию хаоса не удовлетворяет (количество объектов сравнительно невелико и взаимодействия между ними примитивны). Переход к классическому пониманию хаоса будет осуществлен несколько позднее. В данный же момент для нас достаточно наличия в рассматриваемом пространстве ситуации неопределенности.

Начальные условия

комната с с б п д а п ао д
ы о п а р ц щ м т ц р к б г к
с д ц п щ з з п ы т с с б п д
а п ак с ц к б г с б п д м ц ы
в а ы б п к б г к с д ц п щ

Имеем некое пространство, через которое проходят потоки объектов. Пример: комната, в которой в беспорядке валяются сапоги, деревяшки, накладные, платежки, книжки, и т.д. Эту ситуацию мы схематически изобразили на рисунке, обозначив различные предметы буквами алфавита. Границы комнаты – первое, заданное заранее ограничение на хаос («пространство», в котором мы работаем). Ситуация неопределенности (наше «первое приближение» к хаосу) состоит в том, что функция вероятности нахождения нужного субъекту объекта является константой, т.е. нахождение этого объекта в любом участке комнаты равновероятно.

Особого внимания заслуживает субъективность деления на порядок и хаос (вид функции вероятности целиком обусловлен состоянием памяти субъекта). Понятия предсказуемости и управляемости, относительно которых можно проводить различение порядка и хаоса в социальных системах, также субъективны и зависят от «угла зрения» управленца (субъекта или группы субъектов).

Стоит заметить, что двухмерность комнаты – тоже упрощение, наиболее наглядный пример пространства произвольной размерности, в котором происходит упорядочение (например, пространства элементов социальной структуры). Подобные же соображения приложимы к «функции вероятности отыскания предмета в таком-то месте комнаты» - это лишь простой пример величины, характеризующей предсказуемость и управляемость ситуации в рассматриваемом пространстве. Эти общие понятия дают достаточно очевидные направления конкретизации метода в приложении к социальным системам, на которых мы не будем останавливаться подробно, так как способы конкретизации должны быть обусловлены спецификой ситуации, в которой будет применяться метод.

Базовая итерация упорядочения

Рассмотрим две величины: полезность порядка и полез-

ность хаоса. Они складываются из прибылей и убытков, которые несет каждое из этих состояний. Пример параметров для оценки этих прибылей и убытков:

1. Затраты времени на поиск нужного объекта. Величина, зависящая от вида функции вероятности.

2. Повреждение объектов из-за неподходящих условий хранения; затраты места на хранение.

3. Эстетические параметры системы.

4. Затраты времени и средств на поддержание порядка. Под средствами в случае комнаты в первую очередь понимаются память и внимание, необходимые для удержания порядка в голове.

с с а п а о ы о п а р ц щ м т ц р
стол б п д б д п б п д

к г к с цк гс а а к с ц щ щ з з ы т ск с ц к г с м ц ы в а ы

Этот список можно продолжить, но приведенных параметров достаточно для иллюстрации возможного содержания функций полезности. Формулирование компонентов функций полезности для социальных систем может быть осуществлено исходя из соображений, приведенных в конце предыдущего раздела. Сумму функций полезности порядка и хаоса будем называть **совокупной полезностью системы** (под которой понимается единство порядка и хаоса).

Совокупная полезность системы сравнивается с предполагаемой совокупной полезностью после наложения ограничения. Если ожидается повышение полезности от упорядочения, накладывается ограничение на хаос. Способ наложения ограничения выбирается так, чтобы возрастание полезности было максимальным. Например: все бумаги складываются только на стол, все не-бумаги - не на стол (в пространство «комната минус стол»). Отметим, что эти и нижеследующие рассуждения можно более строго сформулировать в терминах теории множеств и обобщить на многомерные случаи, но едва ли в этом есть необходимость.

Каким образом формируется правило наложения ограничения на хаос? Исходя из приведенных ранее параметров оценки, сформулируем некоторые принципы, руководствуясь которыми можно накладывать ограничения более эффективно.

1. Затраты времени на поиск объекта – уменьшились. Бумаги ищутся только на столе, не-бумаги – только в окружающем пространстве. Функция вероятности приобретает ступенчатый вид, время поиска нужного объекта уменьшилось (обобщая: предсказуемость и управляемость ситуации увеличились). Отсюда виден принцип наложения ограничений: легкость вычленения соответствующего информационного потока (бумагу легко отличить от не-бумаги).

2. Повреждение объектов из-за неподходящих условий хранения: бумаги, перестав смешиваться с сапогами и вениками, очевидно, сохраняются лучше. Кроме того, облегчается упорядочение: бумаги удобно складываются в стопки, и т.д. Уменьшаются затраты места на хранение. Еще один принцип наложения ограничений: устранение нежелательных взаимодействий.

3. Эстетические параметры. В приложении к порядку в комнате выигрыш очевиден (сапоги перестали попадать на стол). Для социальных приложений метода вспомним такое важное и тесно связанное с эстетикой и этикой понятие, как уместность. Многие аспекты социальных экспериментов, составляющих наиболее интересное содержание «ограничиваемого хаоса», будучи не отделены от окружающего (пространством и правилами эксперимента), и неэстетичны, и неэтичны.

4. Затраты времени и средств на поддержание порядка. Если предположить, что стол в комнате уже был, и его не пришлось покупать (если бы не было – выделили бы для бумаг просто угол комнаты), то мы практически ничего не потеряли. За счет применения первого принципа наложения ограничения «подобное хранить с подобным» принятие решения «класть этот объект на стол или не на стол?», «искать этот объект на столе или не на столе?» требует очень небольших затрат внимания и времени. А зона поиска сужается достаточно существенно, что дает экономию времени при поиске.

Дальнейшее упорядочение

На первой итерации алгоритма мы выиграли. Теперь мы фактически имеем два хаоса, соответствующих начальным условиям: стол и пространство «комната минус стол». Для каждого из них можем рассмотреть полезность хаоса и полезность порядка, и снова провести базовую итерацию упорядочения, если потребуется. Так на столе может появиться папка для платежек, а в остальном пространстве комнаты – угол для сапог.

Мы получили несколько хаосов, удовлетворяющих начальным условиям: один первого уровня (комната минус стол минус угол), два второго уровня (стол минус папка, угол) и один третьего уровня (папка). По отношению к любому из них можно проводить базовую итерацию упорядочения – до тех пор, пока дальнейшее упорядочение не перестанет обещать роста полезности.

Таким образом, мы «ввинчиваем» в хаос воронку упорядочения ровно в тех местах и ровно на ту глубину, которая необходима. Получается некий фрактал – последовательность вложенных хаосов или вложенных ограничений на хаос.

О степени строгости этого вывода – в следующем разделе. Здесь же обратим внимание на то, что при таком понимании процесса упорядочения стереотипные оценки «порядок – благо, хаос – зло» являются достаточно грубыми. Более правильно говорить о том, что благом является уровень порядка, оптимальный с точки зрения совокупной полезности, а злом – отступления от этого уровня в обе стороны. Отсюда очевидна некорректность выделения любой из диалектических противоположностей типа «охранители – ниспровергатели», «созидатели – разрушители» как однозначно плохой или хорошей.

Появление хаоса

Вопрос об оптимальности порядка, получаемого с помощью описанного выше метода, уместно рассмотреть вместе с другим вопросом: что нового представляет описываемый метод по сравнению с кластерным анализом? Не есть ли все вышеизложенное лишь качественная формулировка сути кластер-

ного анализа, плюс описание нескольких нечетких критериев кластеризации для задач из области техники личной работы и для социальных задач?

Кластерный анализ и метод ограниченного хаоса

Напомним вкратце суть кластерного анализа. Имеется N объектов, каждый характеризуется m признаками.

В пространстве объектов вводится метрика – расстояние между объектами, тем или иным образом определяемое с помощью их признаков. Например, если объекты – точки на плоскости, а признаки – их координаты в декартовой системе координат, то распространенный способ введения метрики – считать расстоянием между точками число, равное корню квадратному из суммы квадратов разностей координат по каждой оси.

На основании каким-либо образом введенного расстояния между объектами, с помощью различных методов эти объекты группируются в кластеры – группы объектов, близких друг другу с точки зрения выбранной метрики. Такими кластерами могут быть, например, основные направления политической ориентации населения или разделы тематического каталога библиотеки.

Зафиксируем важнейшее отличие кластерного анализа от описанного нами метода. Кластерный анализ лишь выявляет степень близости объектов. Метод говорит о том, каким образом вмешиваться в ситуацию с точки зрения максимизации функции полезности. Вспоминая различение «научных» и «инженерных» задач из начала статьи, можно сказать, что кластерный анализ входит в совокупность «научного материала», который мы пытаемся перевести «в методологическую плоскость».

Итак, кластерный анализ может быть вспомогательным инструментом предлагаемого метода, особенно если совокупную полезность удастся свести к признакам элементов и способам задания метрики, тогда кластерный анализ будет сразу же давать информацию о том, где проводить границы, и не потребуется проводить дополнительного исследования кластеризации на оптимальность с точки зрения максимизации полезности. Примером направления сведения функции полезности к признакам объектов и способам задания расстояния между объектами может служить такая ее подлежащая минимизации компонента, как «количество нежелательных взаимодействий» (вспомним сапоги, хранимые вместе с бумагами).

Хаос в строгом смысле слова

«Читатель ждет уж рифмы «розы»...», а в нашем случае - определений порядка и хаоса. Однако мы не будем давать определений, а ограничимся лишь различением. Его можно строить, опираясь на большое количество более фундаментальных различений (равновесность – неравновесность, убывание – возрастание энтропии, и т.п.006) Для наших целей достаточно одного: предсказуемость – непредсказуемость. Это различение уже появлялось ранее, но «в статике», как большая или меньшая легкость отыскания нужного предмета в комнате. Сейчас мы перейдем к динамике. С момента поступления в комнату, параметры объектов не изменялись со временем. Рассмотрим теперь объекты, которые изменяются со временем. Будем считать, что зависимости параметров от времени нелинейные. Добавим неустойчивость: малые отклонения в начальных значениях параметров не затухают со временем, а усиливаются. В итоге получим некоторый уровень непредсказуемости во времени. Последовательные ограничения хаоса давали ступенчатую функцию вероятности, лежащую «посередине» между двумя описанными крайностями и дающую максимум совокупной полезности.

Те же самые рассуждения приложимы к будущим состояниям системы и к сценариям развития событий (как объединениям множества состояний, сменяющих друг друга во времени). Полная неопределенность – все сценарии для нас равновероятны, полная определенность – один сценарий произойдет с единичной вероятностью, все остальные – с нулевой. Оптимум определенности – где-то в середине, между большими потерями от полной неопределенности и большими затратами на достижение полной определенности.

Область применения и назначение метода

Итак, мы различили порядок и хаос и, тем самым, фактически закончили описание метода ограниченного хаоса. Остается важный вопрос: в каких областях применение метода может дать наиболее интересные результаты?

В начале статьи мы говорили о том, что метод ограниченного хаоса – «инженерное» обращение «научных» идей синергетики. Исходя из этого, можно наметить несколько близких по смыслу классов задач, для которых применение метода было бы особенно оправданным.

Первый класс задач – управление системами, характеризующимися высокой степенью сложности, и, соответственно, непредсказуемости. Ценность метода в том, что он позволяет достигнуть оптимального уровня предсказуемости поведения системы. Имеющие представление о том, как решаются системы нелинейных дифференциальных уравнений, оценят пользу метода, который позволяет этого процесса избежать, сохранив приемлемый уровень предсказуемости поведения системы.

Второй класс задач – поддержка процессов самоорганизации в хаосе, и как следствие – развития и рождения нового. На уровне личной работы это означает поддержку процесса творчества. Здесь, тем более, затруднительно применение законов синергетики для предсказания, и тем более уместно примене-

ние основанного на этих законах метода для управления.

Метод в действии

Из вышеизложенного ясно, что наибольший интерес для применения метода представляют такие системы, в которых возможны процессы самоорганизации. Для этого, кроме нелинейности и неустойчивости системы, необходимы наличие потоков информации, проходящих через нее (открытость системы), и возможность случайных флуктуаций элементов системы. Социальные системы, очевидно, удовлетворяют этим требованиям.

Выращивание мыслей

Рассмотрим систему хранения и обработки информации в личной работе творческого человека. В первую очередь будем рассматривать наиболее важный поток информации: мысли, фиксируемые на каких-либо материальных носителях и в перспективе складывающиеся в статьи, книги и диссертации. Именно мысли, потому что они – носители наиболее новой, прежде не существовавшей, творческой информации в системе личной работы. Различные же выписки, цитаты, конспекты – лишь вспомогательная информация (во всяком случае, если говорить о действительно творческом труде, а не прилежном компилировании).

Пусть мысль записана на листок бумаги (не будем отвлекаться на другие типы носителей, это не принципиально). Отметим, что мы не говорим подробно о необходимости картотечности (каждой единице информации – свой материальный носитель). В ее обоснование уже много написано008 , а некоторые аргументы в ее пользу будут видны и из последующих рассуждений.

Со временем листки с мыслями накапливаются, возникает задача упорядочения. На первый взгляд все обстоит так же, как в примере с комнатой, даже проще: нужно минимизировать время поиска нужной мысли, и нет практически никаких других соображений, формирующих совокупную полезность. На самом деле, все сложнее: в отличие от комнаты с предметами, система хранения мыслей удовлетворяет всем необходимым условиям появления процесса самоорганизации. Действительно, записанную мысль нужно рассматривать неотрывно от сознания человека, который в конечном итоге объединит мысли в нечто целое. Мысль на бумаге – это частица его сознания, лишь вынесенная на «внешний носитель». Мысль живет, развивается, взаимодействует с другими мыслями.009 Момент взаимодействия человека с некоторой группой листков с мыслями интересует нас как «высвечивание» определенного круга мыслей в сознании, их возобновление, момент их более активной, чем обычно, жизни. Эта ситуация позволяет нам более просто и «огрубленно» проследить закономерности рождения новых мыслей, чем если бы мы рассматривали мышление само по себе. Поэтому в дальнейшем мы будем говорить о взаимодействии мыслей, находящихся на листках бумаги и таким-то образом упорядочиваемых, имея в виду, что речь идет на самом деле о взаимодействии этих мыслей в сознании человека, читающего листки с записями .

Итак, рассмотрим начальный накопитель с мыслями. Совокупная полезность системы хранения этих мыслей состоит из двух важнейших компонент: легкость поиска и продуктивность процессов самоорганизации. Опишем механизм самоорганизации мыслей в накопителе.

Вспомним законы синергетики (на примере лазера). Возбужденные атомы испускают световые волны, которые в свою очередь возбуждают атомы. Амплитуда волны, победившей в конкуренции, становится параметром порядка, подчиняющим себе поведение атомов010 . Нечто очень похожее происходит с мыслями – каждая, отражаясь в сознании читающего, влияет на то, как он воспринимает другие мысли. В результате рождаются «параметры порядка» (дела, проекты, направления исследований), подчиняющие себе старые мысли и создающие новые, уже работающие в одно главное русло.

С легкостью поиска все понятно: здесь действует тот же алгоритм и те же закономерности, что в примере с комнатой. А вот максимизация самоорганизующихся в хаосе структур требует внимательного отношения к постановке ограничений на хаос. Очевидно, такой самоорганизации повредит преждевременное разделение разнородных мыслей, которое не даст «атомам» «колебаться вместе» и в этих «колебаниях» рождать новые параметры порядка.

Между тем, именно преждевременное упорядочение является стереотипным подходом к системе хранения информации в личной работе. Формируется картотека, заводится множество папочек с тщательно обдуманной классификацией, и т.д. В результате через некоторое время часть папочек «вымирает», содержимое другой части перестает соответствовать названиям, и ни о каком порядке говорить уже не приходится. А такой результат был неминуем: порядок, умозрительно построенный заранее, сталкивается со своенравностью и непредсказуемостью развития мыслей и, в худшем случае, душит это развитие, в лучшем – становится очень неудобным, условным и неадекватным указателем на хранимую информацию.

В случае применения метода ограниченного хаоса происходит следующее. Для начала можно завести один накопитель для мыслей и для внешней информации, наводящей на мысли. Этот накопитель регулярно просматривается. Такой просмотр – очень хорошая черновая работа для рождения новых мыслей, но главная его задача – выявить образующиеся в хаосе структуры. Вот их-то уже можно изъять из «питательного бульона», в котором они зародились, и «пересадить» в отдельную папочку. Этим будет достигнут выигрыш по первой компоненте совокупной полезности – затратам времени на поиск. Кроме того, уменьшится время на разбор накопителя, и уже сформировавшаяся структура, будучи «отсаженной», не сможет подчинять себе другие материалы накопителя и препятствовать формированию в них новых структур.

Важное замечание. В начале статьи мы говорили о выделении участка внутри хаоса, здесь мы говорим о «вынесении» части хаоса. Очевидно, математически это совершенно одно и то же. Но, помимо «садоводческой» аналогии, такая формулировка дает нам возможность ввести два удобных термина. «Вынесенные» части как единое целое можно назвать «местом порядка», а породивший их накопитель – «местом хаоса». Очевидно, внутри каждого элемента «места порядка» можно выделить свои «место хаоса» и «место порядка», на единицу более низкого уровня иерархии. Для мыслей такое усложнение редко бывает необходимым, а в социальных системах может оказаться полезным.

Вернемся к порядку работы с накопителями мыслей. После выделения «места порядка» появляющиеся мысли могут быть отправляемы или в одну из папок «места порядка», или в «место хаоса». Последнее происходит в том случае, когда мысль не может быть с уверенностью отнесена ни к какому из разделов «места порядка», или когда она настолько хороша, свежа, обещает дать дополнительную пищу для размышлений через некоторое время, что есть желание увидеть ее еще раз, при очередном разборе накопителя.

Папки из «места порядка», как и накопитель, могут время от времени разбираться, особенно если необходимо освежить в сознании соответствующую тему. Но, как правило, основные линии развития темы сохраняются в голове, поэтому необходимость в разборе накопителя возникает только перед созданием конечного продукта (например, написанием статьи). Такой разбор дает прекрасную возможность основательно представить себе весь хаос мыслей, из которого должен родиться целостный результат, а также не упустить незаметных, но важных и когда-то за это отмеченных и записанных сооб-

ражений. После этого «отработанные» мысли-бумажки можно отправлять в «дальний» архив. Ценность их как запечатлевших ход развития мысли, а не только конечные результаты, может оказаться немалой.

Интересный вопрос, возникающий в связи с предложенной методикой: а как же технологии сильного мышления, культурные образцы мышления, и все вообще попытки технологизировать этот тонкий процесс? Во-первых, любая технология работоспособна лишь в известной области задач, ограничена самим своим устройством и не способна отвечать на вопросы из области «пойди туда, не знаю куда, принеси то, не знаю что». Во-вторых, знание (как обладание некоторой информацией и владение инструментами вывода из нее новой информации) в творческом труде - далеко не главное. И, берем на себя смелость предположить, понастоящему нетривиальных результатов дать не способное. Для открытия действительно нового ключевую роль играет понимание, связанное с интуицией, подсознанием, озарением – с чем угодно, но не с оперирующим силлогизмами рассудком , в принципе заменимом искусственным интеллектом .

Понимание, будучи не технологизируемо, допускает лишь создание для себя питательной среды, благоприятных условий, в которых оно может проявиться, не будучи стесняемо излишними структурами. Именно такую питательную среду позволяет создать метод ограниченного хаоса.

Планирование и поиск возможностей

Тему этого пункта мы раскроем на примере организации личной работы, но имея в виду, что практически все сказанное может быть отнесено и к социальным системам. Начнем с одного распространенного стереотипа об управлении личным временем. Предполагается, особенно у западных авторов, что основа основ личной эффективности – постановка конкретных, измеримых, достижимых, разумных и четко привязанных к времени целей. По первым буквам названий перечисленных критериев качества целей их принято называть SMART-критериями. Дальше цели разбиваются на подзадачи, последние привязываются к сетке времени, и остается взяться за их выполнение.

Ограниченность такого подхода к планированию деятельности очевидна.011 Его широкую распространенность можно объяснить тем, что люди конкретного и ориентированного на результат типа мышления составляют большинство по сравнению с людьми, мыслящими более абстрактно и ориентированными на возможность. Поэтому очень многие социально одобряемые образцы поведения органичны для одних людей и сковывают других.012 В частности, это создает стереотипы о таймменеджменте, планировании личной работы как о чем-то жестко структурированном, сковывающем, и далеко не для всех пригодном.

Применение метода ограниченного хаоса к организации деятельности позволяет исправить описанный «прожективный перекос». Рядом с «местом порядка» в организации дел, в качестве которого выступает классическая система планирования, может быть создано «место хаоса», позволяющее «выращивать» новые цели и отыскивать новые возможности.

Фактически, такое «место хаоса» представляет собой виды деятельности, не работающие на какую-либо конкретную цель, но вписывающиеся в общее «русло» деятельности человека. Одним из важнейших «мест хаоса» такого рода является профессиональное общение на широкие темы, создающее прекрасный «питательный бульон» для появления новых мыслей и проектов.

«Место хаоса» деятельности может быть структурировано, например, разбито на несколько «ключевых областей»014 или направлений. В этой ситуации любимый вопрос классических тайм-менеджерских технологий015 («Как то, что я сейчас делаю, работает на мои цели?») может быть дополнен своей «хаотической» комплементарной парой («Как то, что я сейчас делаю, работает на ключевые направления моей деятельности?»), что позволит исправить присущую этим классическим технологиям чрезмерную любовь к «синице в руках» в ущерб «журавлю в небе».

«Место хаоса» в социальных системах

Признавая ценность инноваций и развития в организациях, мы сталкиваемся со следующим противоречием при осуществлении этих инноваций. Чтобы быть прибыльной и стабильной, фирма должна быть механизирована, упорядочена, работать как часы. Чтобы развиваться, она должна быть хаотична, поскольку развитие неминуемо связано с ломкой старого, формированием нового, экспериментированием, и т.д. – короче говоря, с хаосом. Часто можно встретить два варианта: или организация подавляет в себе хаос (и постепенно вырождается, перестав соответствовать изменяющемуся внешнему миру), или хаос в организации прорывается отовсюду, сотрясая и дестабилизируя систему.

Вспомним методы разрешения противоречий, сформулированные в ТРИЗ. Первое, что приходит в голову, – «разделить систему», выделить «место хаоса»016 , отвечающее за развитие, рядом с «местом порядка», отвечающим за функционирование. Разделить систему можно «в пространстве» – завести при фирме какой-нибудь «отдел талантливых лоботрясов», в котором можно допускать любое количество хаоса, а выкристаллизовывающиеся полезные продукты структурировать и присоединять к стабильно работающей системе. Второй вариант – разделить систему во времени. Например, японские «кружки качества», различные мозговые штурмы на тему направлений развития, проводимые в определенное время, и т.п. Интересный пример, недавно приведенный на одном из консалтинговых форумов, – периоды оплачиваемого «ничегонеделания», «пребывания на скамье запасных», предоставляемые программистам после завершения проекта, из которых они возвращаются готовыми к новой структурированной проектной работе и к тому же полными новых идей. Налицо разделение порядка и хаоса во времени.

Много различного рода «мест хаоса», сознательно создаваемых преуспевающими фирмами, описано у Питерса и Уотермена.018 Мы уже говорили о том, что хаос в социальной системе – вещь далеко не безопасная, и его непредсказуемость чревата рисками как «положительными», так и «отрицательными»019 . Инновации и развитие неразрывно связаны с противоречиями, и «место хаоса», будучи не сдавлено административными структурами, позволяет проявляться этим противоречиям. Это весьма важно и необходимо для развития – выявленное противоречие можно разрешить, а разрешенное противоречие – это выход на новый качественный уровень развития системы. Но любое противоречие – потенциальный источник конфликта.

Связь «места хаоса» и конфликта – тема особая. Конфликт здесь нас интересует с двух точек зрения. Первая: конфликт как индикатор, наиболее яркое проявление противоречия. После того, как противоречие выявлено, его разрешение – дело техники. Вторая: конфликт как способ повышения эффективности «места хаоса». Действительно, эффективность процессов самоорганизации тем выше, чем интенсивнее потоки энергии, проходящие через систему. Если «место хаоса» – затхлое болотце, никакой самоорганизации от него ожидать не приходится. Направленный конфликт помогает не допустить «заболачивания».

В завершение – несколько мыслей о связи «места хаоса» в организации с некоторыми проблемами корпоративного управления. Этими размышлениями автор обязан Виталию Альфредовичу Королеву, консультанту, специализирующемуся на «агентской проблеме»: взаимоотношения «собственник-менеджер». Королев утверждает, что задачи этих двух субъектов

принципиально различны. Собственник ориентирован на развитие своей фирмы, ее «устремленность в вечность». Менеджер нуждается в успехе, в результативности фирмы в тактической перспективе.020 Я, примеряя к этому различению свое, задаюсь вопросом: нет ли достаточно точного соответствия «менеджер – успех – функционирование – место порядка» и «собственник – развитие – место хаоса»? Кажется, соответствия очень естественные. Их значение для вопросов корпоративного управления – тема отдельного исследования.

Краеугольный камень

«Место хаоса», будучи местом развития, жизни, роста, поиска нового, не может ограничиваться логическими выкладками и тезисами, годящимися лишь для оформления уже рожденного, но должно задействовать все стороны человеческой личности. Это – один из ключевых вопросов эффективности того, что происходит в «месте хаоса». Поэтому «место хаоса» нашей статьи было бы неполным, если бы мы не завершили его апелляцией не к рассудку, но к чему-то большему, более целостному, живому и открытому. Поэтому закончим мы цитатой из «Логики архитектурной гармонии» Шевелева, соединяющей темы порядка и хаоса, синтеза систем и органичного выращивания, времени и творчества, архитектоники строимого человеком – и жизни...

«Образный строй древнерусского храма обращен непосредственно к природе, и его отличительная черта – это естественная простота, лишенная геометрической строгости. С особой силой связь с природой выражена формами храмов древнего Пскова и Новгорода. Объем храма компактен, кубичен. Белые стены прорезаны небольшими, редко и живописно посаженными окнами. Храм выразительно замкнут в себе, но не противостоит окружающему пейзажу. Древнерусский храм не противостоит земле, но принадлежит ей, неотделим от нее.

Не меньше, чем пластика, соединяет его с природой колористическое решение. Белые стены, свинцовое покрытие глав, железный (порой золотой) крест над куполом. Они отражают в себе смену красок природы. В непогоду стены храма темны, отчуждены, глава кажется черной. Под солнцем, горящим на стойке креста, купол слит с небом, стены светлы; в контрасте со стенами плотнее, определеннее и глубже становятся краски земли. Небольшое светлое пятно округло завершенного храма оживляет равнинный русский пейзаж, лишенный сильных и броских эффектов: оно подобно белому облаку, отраженному вместе с берегом и синевой неба в глади воды, у которой храм обычно стоит...»

Колчев Н. П.

Николай Петрович Колчев (род. 04.07.1925) – участник Великой Отечественной войны, был ранен в 1943г. После войны окончил Военную Академию химической защиты. В 1973г. демобилизовался и работал в научно-исследовательском и проектном Институте в г. Сосновый Бор.

Участвовал в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986-89гг.

Выпускник Народного Университета научно-технического творчества в Ленинграде, обучался во Всесоюзном институте ТРИЗ в Кишиневе, окончил двухгодичный Центральный институт повышения квалификации в области патентной работы.

С 1991 работает преподавателем в Центре развития творчества детей и юношества в г. Сосновый Бор, 13 лет руководит клубом «Юный изобретатель» им. И.П. Кулибина.

Имеет 12 авторских свидетельств СССР и 12 патентов РФ на изобретения, является Действительным членом Санкт-Петербургской Академии Изобретательства.

Клуб «Юный изобретатель» им. И.П. Кулибина был создан в 1993 г. при Сосновоборском центре развития творчества детей и юношества (тогда он назывался Центром технического творчества учащихся). Клуб имеет свой Устав, который зарегистрирован в Управлении Юстиции Ленинградской области. Кандидатом в члены Клуба может стать любой сосновоборский учащийся. Хотя ограничений по возрасту нет, большинство ребят, приходящих в Клуб, старше 13-14 лет. Только за проявленную творческую активность (участие в конкурсах, подача заявок и т.д.) решением Совета Клуба кандидаты могут стать Действительными членами Клуба. По окончании учебы в школе, члены Клуба, имеющие большие творческие достижения, получают звание «Почетный член Клуба» и специальное удостоверение.

Программа обучения включает наряду с инструментами ТРИЗ (приемы, вепольный анализ, стандарты и т.д.), элементы ТРТЛ и основы патентоведения. На занятиях ребята рассказывают о своих идеях и технических решениях, анализируют поданные членами Клуба патентные заявки, новое в патентном законодательстве, готовят ответы на запросы экспертизы, обсуждают интересные материалы из свежих номеров журналов «Юный техник», «Левша», «Изобретатель и рационализатор».

Ребята регулярно занимают призовые места на олимпиа-

дах, конкурсах по изобретательскому творчеству. Клуб принимает активное участие в подготовке и проведении сосновоборского областного конкурса юных изобретателей.

В результате выпускники Клуба умеют решать производственные задачи на изобретательском уровне, самостоятельно проводить патентный поиск, составлять заявки на изобретения. Кроме того, переписка с экспертизой, выступления на занятиях Клуба, защита своих работ на конкурсах и конференциях развивают логическое мышление и умение вести аргументированную полемику. Членами Клуба (школьниками!) подано 80 заявок, получено 32 патента на изобретения, 2 свидетельства на полезную модель.

kulibin-triz@mail.ru

Объединение альтернативных систем: транспортные гибридные двигатели

Описан новый тип транспортного двигателя на основе гибрида двигателя внутреннего сгорания и паровой машины. Изобретение запатентовано одним из выпускников, теперь почетным членом клуба «Юный изобретатель» им. И.П. Кулибина, Тетерой В.А. В статье приведен методический разбор процесса получения решения с помощью приема объединения альтернативных систем.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) широко распространены и играют важную роль в народном хозяйстве России, но имеют недостаточно высокий КПД и при работе загрязняют атмосферу. В связи с этим не прекращаются работы по совершенствованию ДВС. Однако ДВС как система находится на третьем этапе развития, внутренние ресурсы в основном исчерпаны, так что результаты этих работ довольно скромные – повышение КПД двигателя на 0,2-1,0% считается немалым достижением. Несомненно, использование инструментов ТРИЗ позволило бы найти более эффективные и сильные решения.

Одним из таких инструментов является методика объединения альтернативных систем [1]. Альтернативные системы – это конкурирующие системы, имеющие, как минимум, одну пару взаимно противоположных достоинств и недостатков. При объединении систем одну из них выбирают в качестве базовой и переносят на нее сильную сторону второй системы. В итоге создается новая система, в которую переходят положительные характеристики обеих систем, а недостатки исключаются. В качестве базовой рекомендуют использовать более простую из сопоставляемых систем.

Очевидной альтернативой ДВС являются двигатели ВНЕШНЕГО сгорания - в частности, паровые машины (ПМ)[1].

ПМ по общему энергетическому КПД, то есть по отношению количества произведенной работы к количеству затраченной при этом энергии, заметно уступает ДВС. Если у ДВС КПД лежит в пределах 30 - 40%, то в лучших образцах ПМ он не превышает 15% [2] отчасти из-за потерь на парообразование и перенос пара в рабочую зону[2], а главным образом вследствие низкой температуры рабочего тела - перегретого пара в цилиндре (600-700 ОС). Но у ДВС есть существенный недостаток, мешающий дальнейшему увеличению КПД: заметная часть энергии рабочего тела (горячего газа в цилиндре, имеющего температуру 1500-2500 ОС) теряется вместе с выхлопными газами, еще имеющими довольно высокую температуру (400-500 ОС). В то же время в цилиндре ПМ в процессе работы пара его температура снижается от максимальной начальной до температуры его конденсации, т.е. в цилиндре ПМ используется почти вся энергия рабочего тела (пара).

Итак, здесь просматриваются две пары альтернативных признаков:

ДВС			ПМ		
	Свойство	Следствие		Свойство	Следствие
+	Высокая температура рабочего тела	Сравнительно высокий КПД	-	Низкая температура рабочего тела	Сравнительно низкий КПД
-	Неполное использование энергии рабочего тела	Большие потери в рабочей зоне[3] (“потери на выхлоп”)	+	Более полное использование энергии рабочего тела	Малые потери в рабочей зоне

В результате объединения альтернативных систем хотелось бы получить систему с высокой температурой рабочего тела и с более полным использованием его энергии. Получить в ПМ высокую температуру не позволят физические ограничения, заложенные в сам принцип действия. Поэтому за базовую систему должен быть принят ДВС. Задача сводится к переносу в ДВС выделенного положительного свойства ПМ.

Таким образом, в объединенную ТС должна войти свойственная ДВС техника получения рабочей среды непосредственно в объеме цилиндра, а от ПМ - способность пара пол-

[1] В среде двигателей внешнего сгорания также могут быть выделены альтернативные системы: например, поршневая паровая машина и паровая турбина или паровая роторная машина - Прим. ред.

[2] КПД современных парогенераторов (паровых котлов) превышает 90%. - Прим. ред..

[3] В результате этого крутящий момент ДВС на малых оборотах падает, в то время как в ПМ растет. Приходится делать ДВС высокооборотными, что ведет к повышению износа и расхода горючего. - Прим. ред.

ностью отдавать свою энергию[4].

При этом для получения пара целесообразно использовать уже имеющийся в ДВС выбрасываемый буквально на ветер ресурс выхлопных газов - высокую температуру, которая обеспечит почти мгновенное парообразование.

Для этого мелкораздробленная вода должна впрыскиваться в емкость, заполненную горячими выхлопными газами. После совершения работы водяной пар можно конденсировать и использовать многократно.

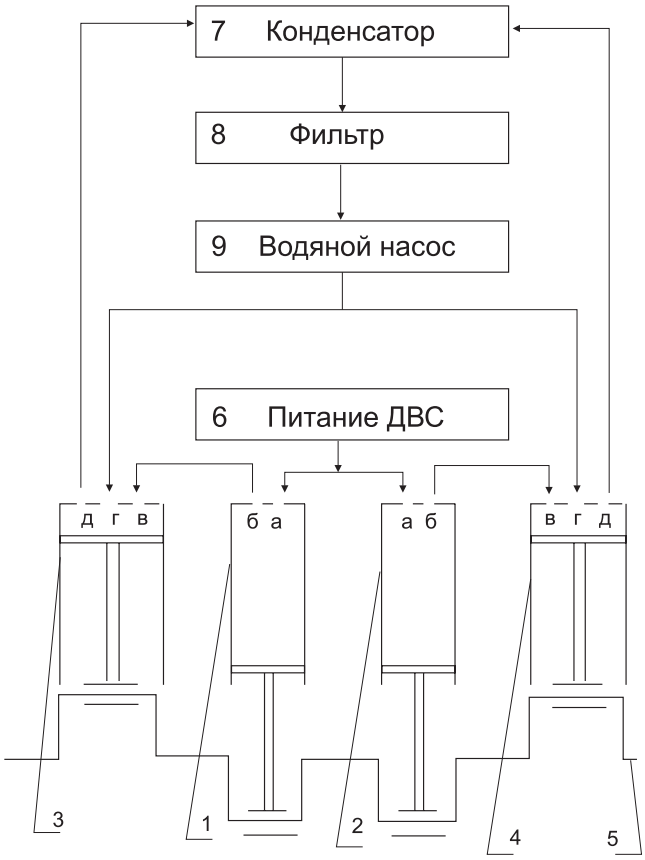
Здесь возникает проблема: если эта работа совершается в цилиндре с газом, нарушается режим горения газа. Следовательно, пар должен поступать в цилиндр ДВС для совершения работы, но не должен туда поступать, чтобы не влиять на режим сжигания газа[5] . Это противоречие может быть разрешено в пространстве и одновременно во времени: два рабочих тела с существенно разными свойствами - газ и пар - могут работать раздельно.

При объединении альтернативных систем ПМ и ДВС в объединенную ТС включаются элементы с положительными признаками: от ПМ – рабочая среда – водяной пар, а от ДВС – технику получения рабочей среды непосредственно в объеме цилиндра, что сокращает потери энергии и обеспечивает высокий КПД. В основу такой объединенной ТС целесообразно положить получение водяного пара впрыскиванием мелкораздробленной воды в цилиндр, заполненный горячими выхлопными газами. После совершения работы водяной пар можно конденсировать и использовать многократно.

На основании вышеизложенных соображений разработано два варианта гибридной установки, объединивших ДВС и ПМ – поршневую и роторно-поршневую.

Поршневая установка [9] включает ДВС и ПМ, объединенные в один агрегат с общим коленчатым и распределительным валами и вспомогательными механизмами. Основу агрегата составляют несколько пар цилиндров. В каждую пару входят цилиндр сгорания и паровой цилиндр.

Устройство силовой установки рассмотрим на примере четырехцилиндрового варианта, в котором имеются две пары “цилиндр сгорания и паровой цилиндр”. Установка содержит (рис.1): цилиндры сгорания 1, 2 и паровые цилиндры 3, 4, соединенные через шатуны с коленчатым валом 5; систему питания 6 цилиндров сгорания; конденсатор 7; фильтр очистки воды 8; водяной насос 9.



С помощью распределительного вала (на схеме не показан) на цилиндрах открываются и закрываются клапаны:

а - ввод бензиновой смеси;

б - выход выхлопных газов из цилиндра сгорания;

в - ввод выхлопных газов в паровой цилиндр;

г - ввод в паровой цилиндр воды;

д - выход отработанной парогазовой смеси.

Возможный вариант схемы работы установки представлен в таблице (в скобках даны обозначения клапанов, открытых в данном такте):

Такты	Работа цилиндров:			
	1 (сгорания)	**3 (парового)**	**2 (сгорания)**	**4(парового)**
I	рабочий ход	выхлоп (д)	всасывание (а)	сжатие
II	выхлоп (б)	всасывание (в)	сжатие	рабочий ход (г)
III	всасывание (а)	сжатие	рабочий ход	выхлоп (д)
IV	сжатие	рабочий ход (г)	выхлоп (б)	всасывание (в)

Рассмотрим работу пары цилиндров 1 и 3.

I такт. В цилиндре 1 воспламеняется бензино-воздушная смесь. При сгорании бензина образуются газы, давлением которых поршень движется вниз и проворачивает коленчатый вал на пол-оборота. Так происходит рабочий ход в цилиндре 1.

II такт. После завершения в цилиндре 1 рабочего хода открываются клапан «б» цилиндра 1 и всасывающий клапан «в» цилиндра 3. Под воздействием поршней выхлопные газы из цилиндра 1 передаются в цилиндр 3[6] .

III такт. Закрывается клапан «в» цилиндра 3 и открывается клапан «а» цилиндра 1. Движением поршня в цилиндре 3 сжимаются выхлопные газы, а в цилиндр 1 поступает бензино-воздушная смесь.

IV такт. На цилиндре 3 открывается клапан «г» и через

[4] Попытки использовать воду (парообразование) для повышения эффективности ДВС предпринимались в самых разнообразных вариантах давно, многократно и безрезультатно. Наиболее продвинутым является эмульгирование воды в топливе. Такие двигатели работают. Но их главное достоинство не в высоком КПД, а в возможности сжигания обводненного топлива. - Прим. ред.

[5] Именно это противоречие не было разрешено в устройствах, упомянутых в предыдущей сноске. - Прим. ред.

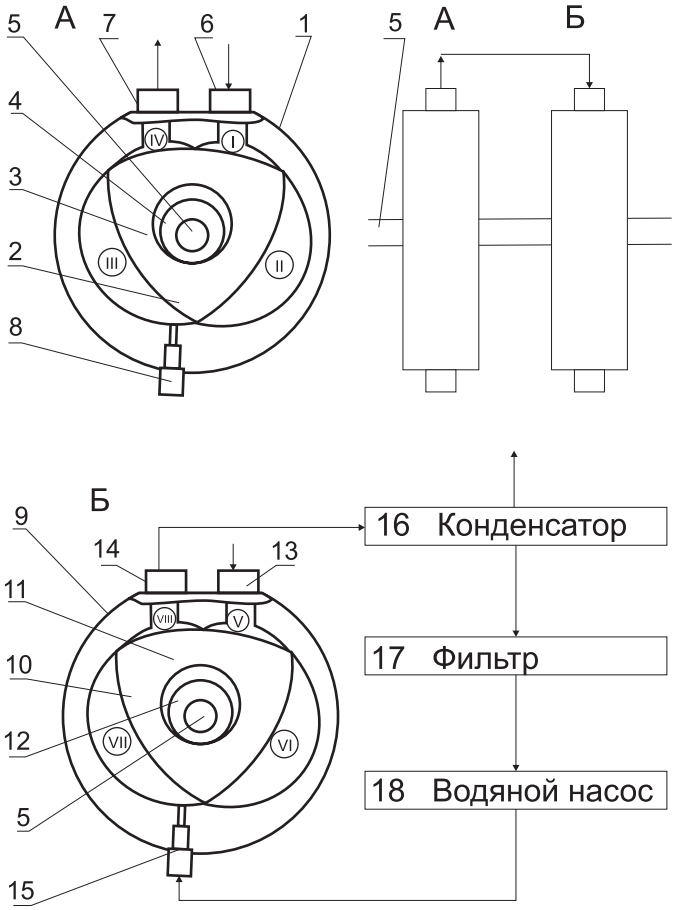
Противодавление на выпуске из цилиндра может резко снизить коэффициент продувки и, следовательно, кпд цикла (это - вторичная задача, которую придется решать при конструировании двигателя). - Прим. ред.

форсунку впрыскивается мелко раздробленная вода; клапан «г» закрывается. Капельки воды испаряются, образующийся пар толкает поршень вниз, в цилиндре 3 происходит рабочий ход[7] . В это время в цилиндре 1 при закрытых клапанах «а» и «б» происходит сжатие бензин - воздушной смеси.

При дальнейшей работе в цилиндре 3 открывается клапан «д» и отработанная парогазовая смесь подается на конденсатор 7, где она охлаждается[8] . Пары воды конденсируются и конденсат направляется на фильтр 8, из которого после отчистки – на водяной насос 9, питающий цилиндры 3 и 4 водой[9] . Газы из конденсатора 7 выбрасываются в атмосферу. Большая часть загрязнений из выхлопных газов переходит в конденсат и задерживается на фильтре. Т.о. снижается количество загрязнений, выбрасываемых в атмосферу.

Работа пары цилиндров 2 и 4 происходит аналогично.

В другом варианте гибридного двигателя [4] за основу взят роторно-поршневой двигатель (РПД) – двигатель Ванкеля. Он состоит (рис.2) из бензинового цилиндра А и парового цилиндра Б, имеющих аналогичные конструкции и кинематически связанных с общим эксцентриковым валом, с которого снимается мощность двигателя. Внутренняя поверхность обоих цилиндров выполнена по эпитрохоиде с внутренней огибающей.



Цилиндр А включает корпус 1, в рабочей полости которого помещен трехгранный ротор 2, жестко соединенный с зубчатым колесом 3 внутреннего зацепления с неподвижной шестерней 4, связывающих ротор 2 с эксцентриковым валом 5. С внутренним объемом цилиндра А сообщаются патрубки 6 и7 и свеча зажигания 8, Цилиндр Б включает корпус 9, трехгранный ротор 10, жестко соединенный с зубчатым колесом 11, входящим в зацепление с неподвижной шестерней 12, патрубки 13 и 14, а также форсунку 15, конденсатор 16, фильтр 17 и водяной насос 18.

При работе РПД в рабочей полости цилиндра А вращается ротор 2, в рабочей полости цилиндра Б – ротор 10. Грани роторов скользят по внутренней поверхности цилиндров, отсекая внутри цилиндров переменные области, в каждой из которых происходит соответствующий процесс рабочих циклов цилиндров. В цилиндре А это области: I - всасывание бензино - воздушной смеси, II – ее сжатие, III – расширение (рабочий ход), IV – выпуск выхлопных газов. Выхлопные газы из области IV цилиндра А через патрубки 6 и 13 передаются в область V цилиндра Б, в котором происходит всасывание выхлопных газов. В области VI выхлопные газы сжимаются, при этом возрастает их температура. В области VII происходит впрыскивание воды через форсунку 15. Капельки воды испаряются. Давление образующегося пара поворачивает ротор 10(происходит рабочий ход). В области VIII отработанная парогазовая смесь через патрубок 14 передается в конденсатор 16. В конденсаторе 16 конденсируются пары воды и конденсат поступает на фильтр 17, а воздух и газы выбрасываются в атмосферу. На фильтре 17 конденсат очищается от примесей и затем водяным насосом 18 подается на форсунку 15.

Т.о. в обоих вариантах значительно более полно используется тепло выхлопных газов, что позволяет осуществлять дополнительные рабочие ходы и повысить экономичность двигателей. Значительная часть примесей содержащихся в выхлопных газах, переходит в конденсат и удаляется из него на фильтре. В результате снижается количество токсичных веществ в газах, выбрасываемых двигателем в атмосферу. Объединение в гибридной установке двух альтернативных двигателей в один агрегат позволило исключить дублирование их узлов и тем самым снизить массу и габариты. Следует отметить также, что в организации производства двигателей по первому варианту может помочь имеющаяся мощная база автомобилестроения.

Литература.

1. К.А. Склобовский . Теория и практика решения изобретательских задач. Том 2. Обнинск, 1995, с.19

2. Новый политехнический словарь. М.: БРЭ, 2003.

3. В.А. Тетера. Силовая установка. Заявка на изобретение № 2000-109609.06, 2000. Решение о выдаче патента от 29.08.2001.

4. В.А. Тетера. Роторно-поршневой двигатель. Заявка на изобретение № 2001- 123464 /06, МКИ F 028B 53/00, 2001.

Консультанты:

В редакционных сносках учтены замечания консультантов д.т.н., профессора

А. И. Иванченко и к.т.н., доцента О. М. Герасимова.

Мнение консультантов: предложена хорошая идея, можно рекомендовать разработчикам продолжить исследования, сосредоточив внимание на решении вторичных задач.

[7] Если скорость испарения и, следовательно, нарастания давления будет недостаточно высока, максимум давления не превысит нескольких десятков атмосфер (против сотен атмосфер в газовом цилиндре), и двигатель будет “хромать” на два цилиндра. Это - еще одна вторичная задача. - Прим. ред.

[8] Это - либо дополнительные габариты, либо дополнительные затраты энергии (третья вторичная задача). - Прим. ред.

[9] Насос - еще один источник энергопотерь. - Прим. ред.

Journal of TriZ

N1(14) июнь 2005