

Общественная организация «Саммит разработчиков ТРИЗ»



Генеральный спонсор ТРИЗ Саммита 2010
Intel

Спонсоры:

Санкт-Петербургский государственный университет
ЦИТК Алгоритм
Международная Ассоциация ТРИЗ

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТРИЗ

**Сборник научных трудов
Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ**

Выпуск 3

**Санкт-Петербург
26 июля 2010**

www.triz-summit.ru

Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных работ, Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 3. Санкт-Петербург, 2010. – 264 с.

Сборник научных статей «Методы прогнозирования на основе ТРИЗ» предназначен для специалистов по ТРИЗ, инженеров, изобретателей, специалистов по инновациям, прогнозированию и преподавателей по этим дисциплинам. Сборник включает актуальные разработки специалистов по ТРИЗ в области прогнозирования развития систем, как в технических, так и в нетехнических областях.

В настоящем сборнике представлены статьи, относящиеся к теории и практике применения методов ТРИЗ в области прогнозирования. В сборник вошли статьи не только 2010 года, но и прошлых лет.

Статьи публикуются в авторской редакции.

Составители: М.С. Рубин, А.В.Кудрявцев, С.С.Литвин, В.М.Петров

Перевод с английского: Б.В. Кожевников, А.П. Дьяченко

©ТРИЗ Саммит, 2010

© М.С. Рубин, А.В.Кудрявцев, С.С.Литвин, В.М.Петров

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ I. СТАТЬИ И АННОТАЦИИ К ТРИЗ САММИТУ 2010	6
<i>А.В.Ефимов.</i> Прогнозирование на основе единой системы Законов-Стандартов-Приемов.....	6
<i>В.М.Петров.</i> Методика прогнозирования	19
<i>В.М.Петров.</i> Система законов развития техники как инструмент прогнозирования.....	26
<i>М.С.Рубин.</i> АСС-Прогнозирование	42
<i>М.С. Рубин, И.О. Одинцов, А.В. Пономарева, О.И. Зиненко.</i> Прогнозирование развития программного обеспечения на основе ТРИЗ.	57
<i>А.Г.Кашкаров.</i> Совершенствование принципа действия технической системы	70
<i>Б.М.Аксельрод.</i> Опыт результативного технологического прогнозирования. Ретроспективный анализ реального проекта	86
<i>Ю. С. Мурашковский.</i> Система прогнозирования новых научных представлений.....	113
<i>Ю.Даниловский.</i> Ближнее прогнозирование развития ТС и методика учета рыночных явлений ЗРТС.....	125
<i>Н.Б. Фейгенсон, А.Т. Кынин.</i> Применение «мягкого» моделирования для прогнозирования эволюции технических систем	146
<i>А.М. Пиняев.</i> Алгоритмы Определения Условия Применимости Функциональной Подсказки	158
<i>А.М. Пиняев.</i> Условие Применимости как Начало ЗРТС-Прогноза.....	159
<i>А.М. Пиняев.</i> Причинно-следственный Анализ Будущей Технической Системы.....	160

<i>С.Литвин, М.Гериман.</i> Применение параллельных эволюционных линий для технического прогнозирования	162
<i>С.Литвин.</i> Использование главных параметров потребительной стоимости в качестве инструмента технического прогнозирования	163
<i>Н. Беккатины, Г. Кассини, Ф. Ротини.</i> Взаимосвязь между эволюцией противоречий и законом повышения идеальности.....	164
РАЗДЕЛ II. АРХИВ ТРИЗ САММИТА	165
<i>Г.С. Альтшуллер, М.С. Рубин.</i> Что будет после окончательной победы <i>Восемь мыслей о природе и технике</i>	165
<i>С.С. Литвин, В.М. Герасимов.</i> Дальнее прогнозирование развития технических систем на базе ФСА и ТРИЗ	180
<i>М.С.Рубин.</i> Методы прогнозирования на основе ТРИЗ	189
<i>В.М. Петров.</i> Прогнозирование развития технических систем	204
<i>В.М. Петров.</i> Законы развития потребностей	222
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ	261

ВВЕДЕНИЕ

«Саммит разработчиков ТРИЗ» – это общественная организация, созданная по инициативе исследователей в области ТРИЗ. Основная задача ТРИЗ Саммита – организовать взаимодействие разработчиков и исследователей в области развития ТРИЗ как науки. Деятельность Саммита разработчиков ТРИЗ связана с ежегодными научно-исследовательскими семинарами по ТРИЗ, которые проходят уже шестой раз, начиная с 2005 года. Прообразом ТРИЗ Саммита стали деятельность Общественной лаборатории изобретательства (ОЛМИ) и научные семинары по развитию ТРИЗ, которые проходили в Баку и в Петрозаводске под руководством Г.С. Альтшуллера.

На конференции ТРИЗ Саммита приглашаются, как опытные, так и молодые исследователи в области ТРИЗ. С 2007 года выпускаются сборники научных статей, входящие в библиотеку Саммита разработчиков ТРИЗ. Настоящий сборник – третий выпуск этой библиотеки. Он приурочен к работе ТРИЗ Саммита 2010 (TDS-2010) и посвящен исследованиям в области развития методики прогнозирования на основе ТРИЗ.

Настоящий сборник выходит в двух томах – на русском и на английском языках. В сборнике представлены материалы, подготовленные как к ТРИЗ Саммиту 2010 года, так и материалы прошлых лет по теме прогнозирования на основе ТРИЗ. Полные тексты статей, представленных в настоящем сборнике только в виде аннотаций, опубликованы в сборнике ТРИЗ Саммита 2010 на английском языке.

Составители: М.С. Рубин А.В. Кудрявцев, С.С. Литвин, В.М. Петров

Июль 2010 г.

РАЗДЕЛ I

СТАТЬИ И АННОТАЦИИ К ТРИЗ САММИТУ 2010

А.В. Ефимов

Прогнозирование на основе единой системы Законов-Стандартов-Приемов

Аннотация

В настоящей работе приведены примеры практического применения разработанной автором единой системы Законов - Стандартов - Приемов (ЕС ЗСП) для прогнозирования развития технической системы (ТС).

Отдельно рассмотрены два основных этапа прогнозирования: прогнозирование новых требований к ТС и разработка портрета прогнозируемой новой ТС, удовлетворяющей этим требованиям.

Показано, что на втором этапе прогнозирования сводится к решению изобретательской задачи по совершенствованию существующей системы до уровня новых требований.

Ключевые слова:

Законы развития ТС, Стандарты на решение изобретательских задач, Приемы решения технических противоречий

Введение

Основные подходы к прогнозированию развития технических систем (ТС) с использованием ТРИЗ, а также примеры такого прогнозирования описаны достаточно подробно многими авторами [1, 2, 3, 4, 5].

В этих работах справедливо отмечается, что для эффективного прогнозирования недостаточно изучения и продления в будущее существующих тенденций развития ТС. Необходимо выявление противоречий, которые в будущем могут сдерживать это развитие, а также анализ тенденций в развитии требований, которые будут предъявляться к рассматриваемой ТС. Образ усовершенствованной ТС, для которой прогнозируемые противоречия будут разрешены и является прогнозом ее развития.

В настоящей работе сделана попытка проиллюстрировать основные этапы прогнозирования развития ТС с использованием единой системы Законов - Стандартов - Приемов (ЕС ЗСП), предложенной автором ранее [6].

Основные виды и глубина прогноза в ТРИЗ

Простейший прогноз развития требований к ТС осуществляется путем экстраполяции параметра, наиболее полно характеризующего эту систему, см. рис. 1а. Этот вид прогноза, как правило, наименее трудоемок, не требует применения инструментов ТРИЗ, однако обеспечивает наименьшую глубину и достоверность прогноза. В этом случае ТРИЗ, в том числе и ЕС ЗСП может применяться на втором этапе прогнозирования, при решении изобретательской задачи по совершенствованию существующей ТС до уровня прогнозируемых параметров.

Наиболее сложный прогноз связан (см. Рис 1д) с экстраполяцией нескольких линий развития надсистемы; с выявлением противоречий между этими линиями; с формулировкой требований к параметрам новой ТС, которые позволят разрешить выявленные противоречия и, наконец, с созданием портрета новой ТС, отвечающей сформулированным требованиям. Такой вид прогноза, как правило, при наибольшей трудоемкости, обеспечивает его наибольшую глубину и достоверность.

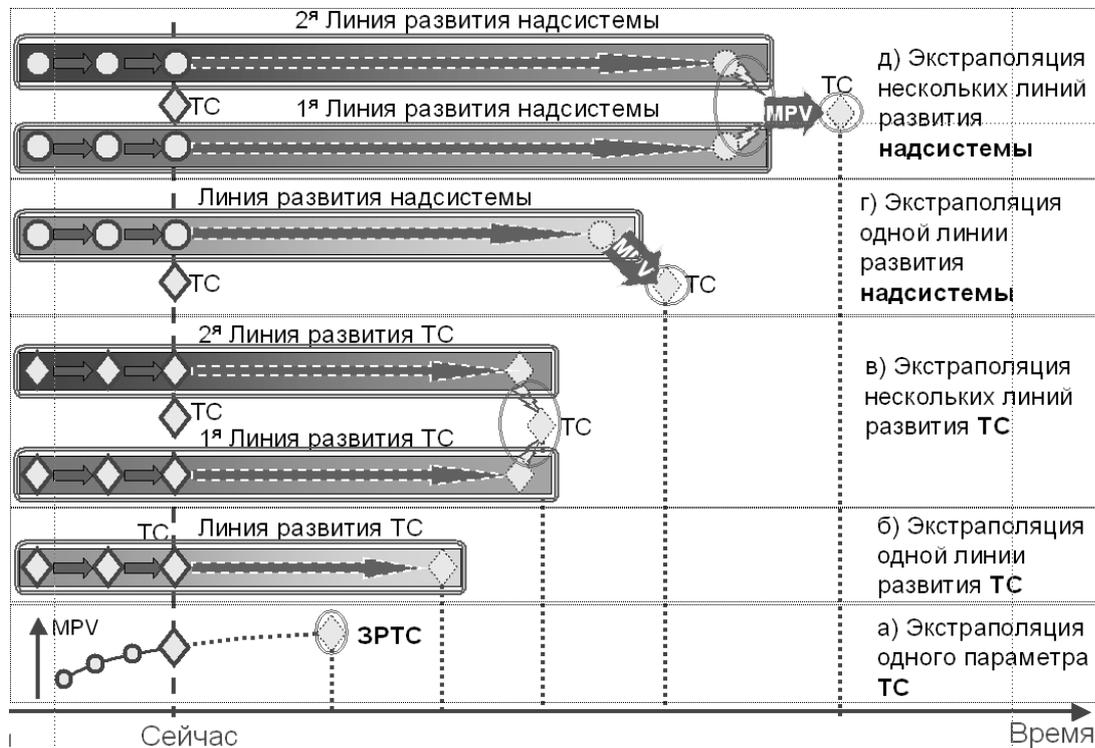


Рисунок 1. Основные виды прогнозов в ТРИЗ и их глубина

Могут применяться также и промежуточные виды прогнозов с использованием экстраполяции одной или нескольких линий развития рассматриваемой ТС или одной линии развития надсистемы (Рис 1 б-г).

Области применения ЕС ЗСП для разных видов прогнозирования

Инструменты ЕС ЗСП в прогнозировании могут применяться как непосредственно в виде линий развития при прогнозировании требований к ТС (обведены двойными прямоугольными рамками на рис. 1), так и в виде инструментов для решения изобретательских задач по совершенствованию рассматриваемой ТС до уровня прогнозируемых новых требований (заключены в двойные овалы).

При этом, как уже указывалось [6], введение Стандартов на решение изобретательских задач и Приемов устранения технических противоречий в существующую систему Законов повышает эффективность применения Законов для решения изобретательских задач.

Кроме этого, предлагаемый функциональный вход в единую систему Законов- Стандартов- Приемов делает использование этого сложного инструмента интуитивно понятным и позволяет пользоваться им без сложных алгоритмов.

Пример решения практической задачи прогнозирования с помощью единой системы Законов – Стандартов - Приемов

Для простоты и краткости изложения, иллюстрация всех видов прогноза, указанных на рис. 1 проводится на одном сквозном примере. В реальном проекте выполнялись не все из указанных ниже шагов, которые здесь показаны для полноты описания методики. Поэтому некоторые примеры с точки зрения практики могут показаться достаточно очевидными.

Исходная задача

Необходимо дать прогноз развития систем сепарирования крови.

Экстраполяция одного параметра ТС

Так как для целей проекта было важно знать, как будет меняться такой параметр, характеризующий системы сепарирования крови, как производительность, то, имея данные о том, как этот параметр менялся в прошлом, несложно было спрогнозировать, каких значений эта производительность может достигнуть к заданному сроку, если сохраниться существующая тенденция изменения этого параметра (рис. 1а). В определенном смысле само по себе такое определение значений производительности уже является простейшего рода прогнозом. Выполнение такого прогноза не требует специальных инструментов ТРИЗ.

ТРИЗ, и в частности, ЗРТС или ЕС ЗСП может понадобиться, если требуется спрогнозировать, как должна измениться ТС для того, чтобы выйти на заданный уровень производительности. Для ответа на этот вопрос, необходимо решить изобретательскую задачу: "Как повысить производительность рассматриваемой ТС до заданного уровня". В описываемом примере для этого использовалась ЕС ЗСП.

Логика использования этого инструмента в данном примере была следующей:

Повышение производительности представляет собой частный случай задачи повышения функциональности ТС. Поэтому обращаемся к соответствующему разделу ЕС ЗСП (раздел № 3 на рис. 2).

При этом функциональность необходимо повысить не путем увеличения количества выполняемых полезных функций, а за счет увеличения уровня выполнения существующей. Поэтому выбираем подраздел № 3.1.

В результате для данного примера получаем следующую рекомендацию: для повышения производительности системы, снизить число операций, выполняемых вручную.

Экстраполяция одной линии развития ТС

К выводу, показанному в предыдущем разделе можно придти и непосредственно исследуя развитие рассматриваемой ТС по линии "Степень вытеснения человека из состава ТС", входящей в ЕС ЗСП. Такой анализ показывает, что сегодня автоматизирована только малая часть операций, не являющихся наиболее трудоемкими (Рис. 3). На основании этого вывода в этом, так же как и в предыдущем виде прогноза, можно нарисовать "портрет" прогнозируемой ТС будущего.

Решаемые задачи (вход)	Используемый инструмент	Описание инструмента (пояснение)
3. Повышение функциональности (при, возможно, некотором повышении затрат ресурсов)	3. Переход в надсистему (средство)	Эффективность системы может быть повышена объединением с другими системами
3.1. Повышение уровня выполнения функций (производительность, точность, надежность, быстродействие...)	3.1. Повышение полноты ТС	Системы, которые могут быть разбиты на 4 типовых функциональных блока: источник энергии, преобразователь энергии (трансмиссия), рабочий орган и систему управления (причем некоторые из этих блоков могут отсутствовать, а их функции выполняют элементы надсистемы), в процессе развития последовательно переходят к самостоятельному выполнению функций этих блоков - Вытеснение человека из ТС

Рисунок 2. Выбор необходимого инструмента из ЕС ЗСП

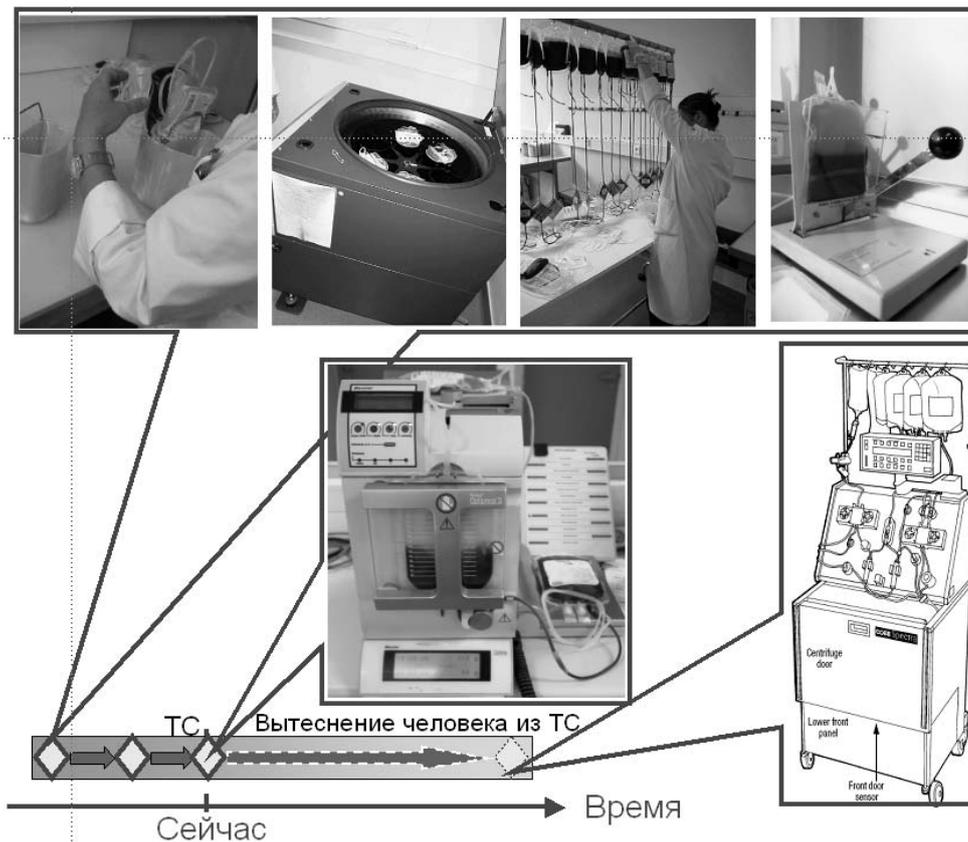


Рисунок 3. Экстраполяция одной линии развития ТС

Экстраполяция нескольких линий развития ТС

Для более достоверного прогноза целесообразно учитывать не одну, а несколько наиболее существенных линий развития ТС. В нашем примере, помимо линии вытеснения человека из ТС, очень важной с маркетинговой точки зрения оказалась линия повышения идеальности ТС (за счет снижения затрат).

Рассмотрение одновременно обеих указанных линий позволило сформулировать противоречие, которое на нынешнем уровне развития рассматриваемой ТС еще не является очевидным: " В состав ТС нужно добавлять моторы, насосы, датчики и т д для передачи им функций, выполняемых в настоящее время человеком, однако их нельзя добавлять, так как это приведет к увеличению стоимости ТС".

После того, как сформулировано прогнозируемое противоречие в требованиях к ТС дальнейшее прогнозирование сводится к решению изобретательской задачи. Для этого из ЕС ЗСП был выбран инструмент, непосредственно предназначенный для решения сформулированного противоречия: "Снижать затраты ресурсов (без ухудшения функциональности)" см. Рис. 4.

Решаемые задачи (вход)	Используемый инструмент	Описание инструмента (пояснение)
1. Снижение затрат без ухудшения функциональности		
...
1.2. Снижение затрат ресурсов: финансов, массы, объема, габаритов путем более экономного использования ресурсов	1.2.а. Использование поля по совместительству	Если в систему нужно ввести поле, то следует прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества.

Рисунок 4. Использование ЕС ЗСП для решения изобретательской задачи

В результате применения рекомендации ЕС ЗСП наиболее рациональным решением оказалось предложение вместо создания поля давлений с помощью специальных насосов, использовать для перекачки разделяемых жидкостей поле центробежных сил, уже имеющееся в центрифуге.

Экстраполяция линии развития надсистемы

В описываемом реально выполнявшемся проекте объектом исследования была не система сепарации, а её подсистема - комплект для сбора и хранения крови и ее компонентов см. Рис. 5. Таким образом анализ линии развития системы сепарации, описанный выше, для реального объекта ис-

следования являлся анализом надсистемы. Поэтому вывод о необходимости снижения доли ручных операций, сформулированный для надсистемы, позволил сформулировать новые, неочевидные на сегодняшний день, требования для рассматриваемой системы: "Система для сбора и хранения крови должна обеспечивать легкость и быстроту ее заправки в автоматизированную систему сепарации" см. Рис. 5. После выявления новых требований к будущей системе, для создания портрета прогнозируемой ТС, удовлетворяющей этим требованиям, вновь возникает необходимость решения изобретательской задачи.

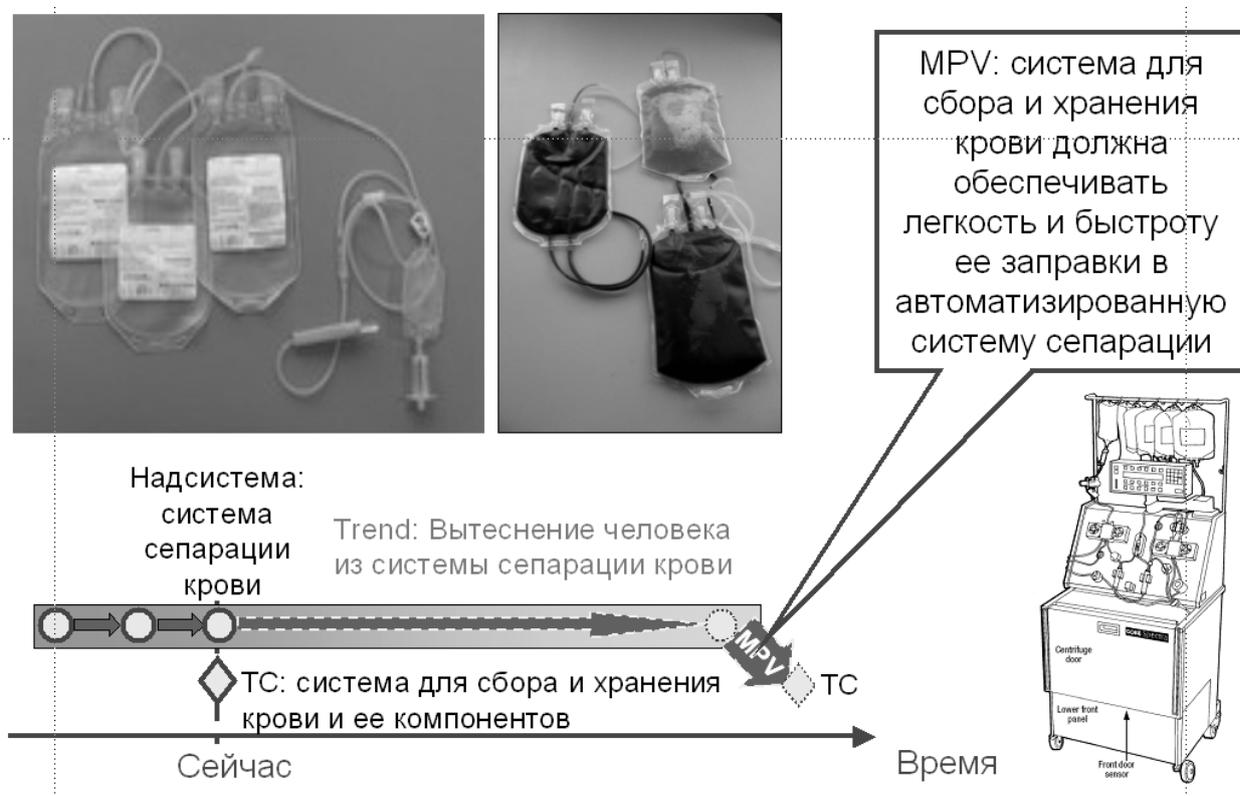


Рисунок 5. Прогноз развития ТС методом экстраполяции линии развития надсистемы

Вначале были сформулированы ключевые недостатки, мешающие существующей системе сбора и хранения крови удовлетворять сформулированным требованиям. Главным таким недостатком была признана излиш-

няя податливость, изменчивость конфигурации системы. Она не позволила бы одним движением вставить такую систему в станцию сепарации. Вместо этого потребовалось бы развешивать каждый мешок по отдельности и заправлять, не допуская перекручивания, каждую трубку, прослеживая от какого мешка и к какому она идет.

Для устранения выявленного недостатка, решаем изобретательскую задачу, вновь используя соответствующий инструмент из ЕС ЗСП (см. Рис. 6).

Решаемые задачи (вход)	Используемый инструмент	Описание инструмента (пояснение)
3. Повышение функциональности (при, возможно, некотором повышении затрат ресурсов)	3. Переход в надсистему (средство)	Эффективность системы может быть повышена объединением с другими системами
...
3.1.4. Повышение прочности, жесткости, стабильности	3.1.4. Понижение динамичности системы	В процессе развития у систем и их элементов уменьшается гибкость, динамичность, снижаются допуски в размерах, повышается жесткость, стандартизация и унификация.

Рисунок 6. Использование ЕС ЗСП для решения изобретательской задачи

Создание портрета прогнозируемой системы на основании полученной "подсказки" показано на рис. 7. По аналогии с решением подобной задачи для катушечных кинопроекторов и магнитофонов была предложена "кассетная" схема системы сбора и хранения крови.

Экстраполяция нескольких линий развития надсистемы

Для иллюстрации этого принципа, воспользуемся результатами уже показанного выше прогнозирования методом экстраполяции нескольких линий развития системы сепарации крови, так эта система является надсистемой для рассматриваемой системы сбора и хранения крови.

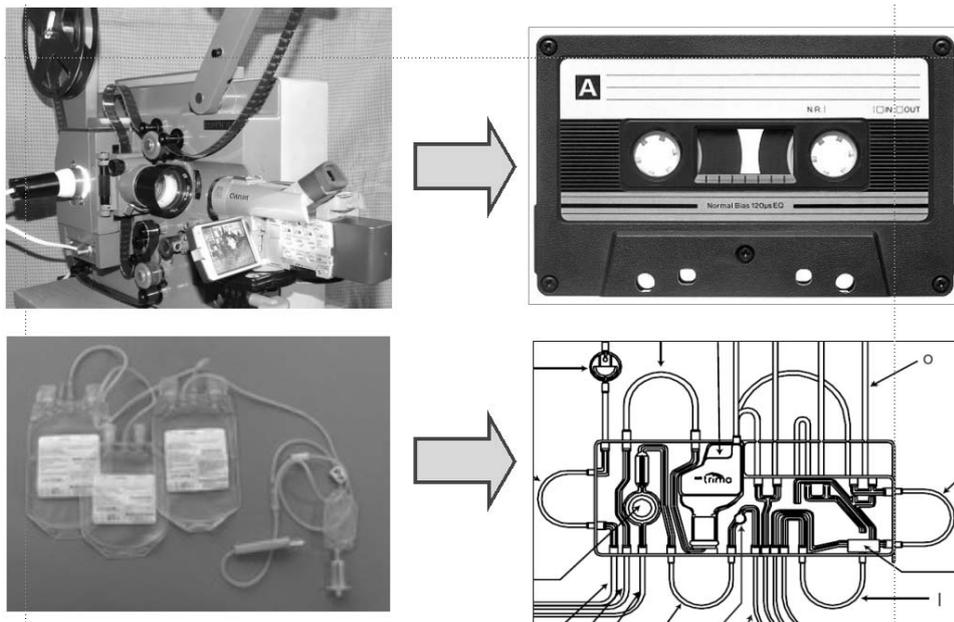


Рисунок 7. Переход к кассетной схеме как реализация принципа понижения динамичности ТС



Рисунок 8. Анализ линий развития надсистемы для выявления требований к системе

В соответствующем параграфе уже было показано, как в качестве портрета этой надсистемы было сформулировано требование использовать центробежные силы сепаратора по совместительству и для перекачки сепарируемых жидкостей.

Это требование к надсистеме определяет свой набор требований (MPV) для рассматриваемой системы хранения крови см. Рис 8.

В свою очередь выявленные требования определяют условия новой изобретательской задачи. Для решения этой задачи вновь использовался решательный аппарат ЕС ЗСП см. рис 9.

Некоторые черты портрета прогнозируемой ТС, полученного в результате решения задачи с помощью ЕС ЗСП, показаны на рис. 10

Решаемые задачи (вход)	Используемый инструмент	Описание инструмента (пояснение)
1. Снижение затрат без ухудшения функциональности		
1.1. Снижение затрат ресурсов на изготовление ТС: финансов, массы, объема, габаритов, времени путем сокращения числа элементов входящих в систему.	1.1. Повышение свёрнутости	Сокращается число элементов ТС. В процессе развития эти элементы обычно свертываются в следующем порядке: Трансмиссия -Источник энергии -Система управления - Рабочий орган. Сокращается число операций технологического процесса.
...
1.1.2. Как обеспечить выполнение полезных функций тех элементов, которые подлежат свертыванию	1.1.2.б. Самообслуживание	Число элементов надсистемы можно сократить, если объект будет сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции (функции)
...
1.2. Снижение затрат ресурсов: финансов, массы, объема, габаритов путем более экономного использования ресурсов	1.2.а. Использование поля по совместительству	Если в систему нужно ввести поле, то следует прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества.
...
1.2.1. Особенности для снижения объема и габаритов	1.2.1. Матрешка	а) Один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.

Рисунок 9. Решение новой изобретательской задачи с помощью ЕС ЗСП



Рисунок 10. Портрет прогнозируемой ТС, полученный с использованием ЕС ЗСП

Выводы

Таким образом предлагаемая ЕС ЗСП так же как и лежащая в ее основе система ЗРТС позволяет решать широкий круг задач по прогнозированию развития ТС. Включение Стандартов и Приемов в систему ЗРТС существенно повышает возможности этого инструмента, а наличие функционального входа в систему позволяет использовать ее инструменты без сложных алгоритмов.

Список литературы

1. Г. Альтшуллер, М. Рубин. Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике. <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3470>
2. С. Литвин, В. Герасимов. Дальнее прогнозирование развития технических систем на базе ТРИЗ и ФСА. 1988 год, рукопись, депонирована в ЧОУНБ. <http://www.metodolog.ru/node/306>
3. М. Рубин. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Петрозаводск, 1999. <http://www.trizminsk.org/e/216002.htm>
4. В. Петров. Прогнозирование развития технических систем. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-19-prognoz.pdf>

5. В. Петров. Закономерности развития потребностей.
<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>
6. А. Ефимов. Предложения по разработке единой системы Законов-Стандартов-Приемов. Научно-практическая конференция "ТРИЗ-ФЕСТ 2009": сборник трудов конференции. СПб., 2009. С. 60-66.
<http://www.metodolog.ru/node/293>
7. В. Петров. Закон - антизакон. Научно-практическая конференция "ТРИЗ-ФЕСТ 2006" : сборник трудов конференции. СПб., 2006. С. 212-218.
<http://www.matriz.ru/file.php/id/f5452/name/06-works-05.pdf>

Методика прогнозирования

Аннотация

Методика прогнозирования включает экспресс и углубленный прогнозы. Экспресс прогноз осуществляется с помощью систем стандартов на решение изобретательских задач и законов развития систем.

Углубленный прогноз начинается с анализа исследуемой системы по S-образной кривой и законам развития систем. Далее разрабатывается прогноз развития потребностей, синтезируется функциональная модель, по которой осуществляется поиск и анализ технической информации. В результате выявляются закономерности развития исследуемой, альтернативных и инверсных систем. Обобщая эти закономерности и используя законы развития систем, получают общую тенденцию развития исследуемой системы. При этом выявляют и разрешают возникшие противоречия, уточняя прогноз развития. На завершающем этапе осуществляют верификацию прогноза.

Ключевые слова:

ТРИЗ, прогнозирование, экспресс-прогноз, углубленный прогноз, потребности, функциональный подход, законы развития систем, верификация.

История вопроса

Первая работа по использованию ТРИЗ для прогнозирования развития технических систем была написана Г.Альтшуллером [1].

В 1976 г. автором был разработан учебный курс прогнозирования развития технических систем¹ [3]. В этом курсе были рассмотрены классические способы прогнозирования и прогнозирование с использованием законов развития технических систем (ЗРТС).

В дальнейшем методикой использования ЗРТС и развитием системы ЗРТС занимались Б.Злотин [4], С.Литвин [5], Ю.Саламатов [6], М.Рубин [7], Н.Шпаковский [8] и другие.

Совершенствование методики прогнозирования шло путем усовершенствования системы ЗРТС и технологии прогнозирования. На наш взгляд, системы ЗРТС, созданные Б.Злотиным [9], Ю.Саламатовым [10], С.С.Литвиным [11] и В.Петровым [12], наиболее разработаны.

¹ Лекции по прогнозированию развития технических систем читались на втором курсе Ленинградского Народного Университета Технического Творчества (1976-1981 гг.) и в ИПК судостроительной промышленности (1976-1990 гг.).

Для повышения эффективности методики прогнозирования и улучшения верификации прогноза, автором были разработаны законы развития потребностей [13] и функциональный подход [14]. Они используются для выявления тенденций развития будущих потребностей и построения функциональной модели будущей системы.

Данная работа – совершенствование методики прогнозирования изложенной автором в [15].

Технология проведения прогноза

Прогнозирование может осуществляться в сокращенном виде (*экспресс-прогноз*) и детально (*углубленный прогноз*).

Экспресс-прогноз проводится в основном с использованием *системы стандартов* [2] на решение изобретательских задач, *системы обобщенных моделей* [16] и *законов развития технических систем* [18]. Алгоритм экспресс-прогноза описан в [15 и 16].

Углубленный прогноз проводится в следующей последовательности:

1. Анализ развития системы.
2. Прогноз развития потребностей.
3. Синтез функциональной модели.
4. Поиск информации.
5. Выявление закономерностей развития исследуемой системы.
6. Выявление закономерностей развития альтернативных систем, выполняющих ту же функцию.
7. Выявление закономерностей развития систем с противоположной функцией.
8. Выявление общих закономерностей развития систем, осуществляющих генеральную функцию исследуемой системы.
9. Выявление противоречий в развитии систем по п.п. 5-8.
10. Разрешение противоречий.
11. Составление общего прогноза развития исследуемой системы.
12. Верификация прогноза.

Прогнозирование, как правило, начинается с этапа анализа исследуемой системы. Анализ производится по S-образной кривой и законам развития систем по методике описанной в [16]. На этом этапе выявляется уровень развития системы, чтобы определить, стоит ли развивать исследуемую систему или начать разработку системы нового поколения. Выявляются ресурсы развития системы.

На следующем этапе проводится прогноз развития потребностей по специальной методике, использующей закономерности развития потребностей [13].

Далее строится функциональная модель, способная удовлетворить выявленные потребности по методике, описанной в [14, 17].

Информация ищется по *предметным, функциональным и семантическим признакам* [15, 17]. В соответствии с полученной информацией выстраиваются *закономерности развития исследуемой системы, закономерности развития систем по главной функции и закономерности развития систем по инверсной функции*. Первоначально информация выстраивается в *историческом*, а затем в *логическом и логико-историческом порядке*. При необходимости аналогично определяются закономерности развития систем по *второстепенным функциям*.

Методика построения тенденций развития конкретных систем описана в [15]. Далее эти тенденции сравниваются с тенденциями, получаемыми с использованием системы законов, разработанной автором [18].

В процессе проведения прогноза могут возникнуть решения противоречащие друг другу. Такие противоречия разрешаются с помощью инструментов ТРИЗ, как это описано в [15]. В результате составляется общий прогноз развития системы.

На завершающем этапе осуществляется **верификация прогноза**.

Верификация модели при проектировании системы часто осуществляется с помощью специальных симуляторов (компьютерная программа). Такие симуляторы узко специализированы, например, для моделирования микросхем. Одним из универсальных способов верификации является проведение диверсионного анализа [19].

Алгоритм проведения прогноза показан на рис. 1.

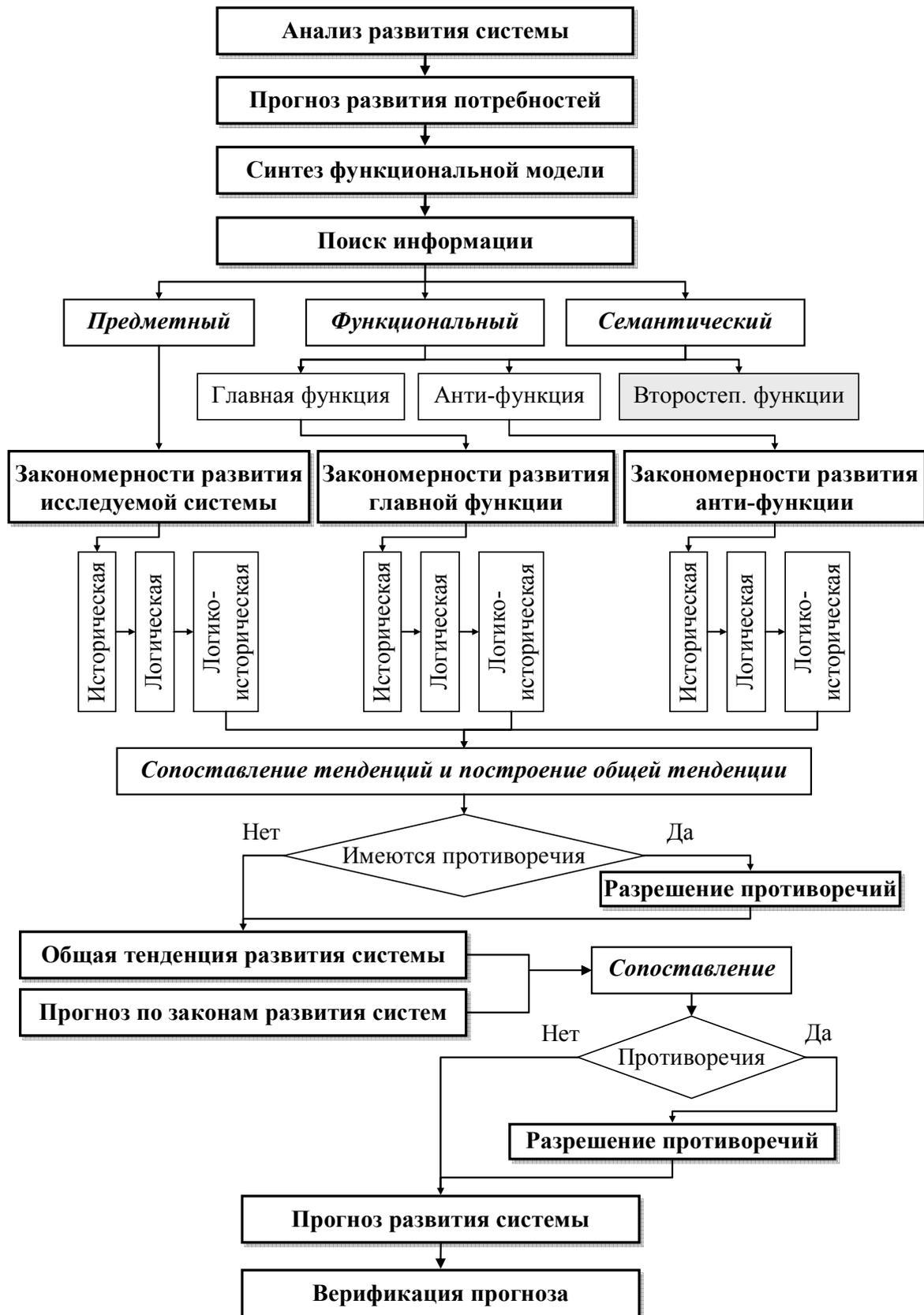


Рис. 1. Алгоритм проведения углубленного прогноза

Выводы

Данная методика прогнозирования позволяет получить более точный прогноз, направленный на удовлетворение будущих потребностей.

Литература

1. Альтшуллер Г. О прогнозировании развития технических систем. – Баку, 1975. <http://www.altshuller.ru/triz/zrts3.asp>.
2. Альтшуллер Г.С. Маленькие необъятные миры. Стандарты на решения изобретательских задач. – Нить в лабиринте / Сост. А.Б.Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – с. 165-230. <http://www.altshuller.ru/triz/standards.asp#223>.
3. Петров В.М. Принципы составления сценария на качественном уровне. – Методологические проблемы технического творчества. Тезисы докладов. – Рига, 1979. – с. 136-138. Петров В.М. Идеализация технических систем. – Областная научно-практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983. – с. 60-62. Петров В.М. Прогноз развития дуговой сварки плавящимся электродом. Отчет о работе. – Л.: ВНИИЭСО, 1982. – 184 с. Исследование перспектив и разработка прогноза развития групп однородной продукции на период до 2015 года. Ответственный исполнитель В.М. Петров. ЕВИГ 126926-87. №гос.рег. 01870014885. Л.: ВНИИ ЭСО, 1987. Петров В.М. Закономерности развития технических систем. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984. – с. 52-54. Петров В.М. Принципы и методика выбора перспективного направления НИ-ОКР в судостроении. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Л.: ЛКИ, 1985. – 20 с. Петров В.М. Использование теории решения изобретательских задач для прогнозирования развития систем. – Развитие теории прогнозирования научно-технического прогресса в условиях интенсификации народного хозяйства. Л.: ЛДНТП, 1988. – с. 25-28. Петров В.М. Прогнозирование развития техники на основе законов развития технических систем. –

- Теория и практика обучения техническому творчеству. Тезисы докладов. Челябинск: УДНТП, 1988. – с. 6-8.
4. Злотин Б.Л., Зусман А.В. Законы развития и прогнозирование технических систем: Методические рекомендации. – Кишинев: Картя Молдовеныяскэ, 1989. – 114 с.
 5. Литвин С.С. Согласование технических систем. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984. – с. 72-74.
 6. Саламатов Ю.П. Эволюция вещества в технических системах. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984. – с. 64-66.
 7. Рубин М. Этюды о законах развития техники. Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13-18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. – с.219-228. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3432>.
 8. Шпаковский Н.А. Деревья эволюции: анализ технической информации и генерация новых идей. – М. 2006. – 240 с.
 9. Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution. Philosophy, Theory and Practice. Ideation International inc. 2001. Zlotin B., Zusman A. Patterns of Evolution: Recent Findings on Structure and Origin. Altshuller Institute's TRIZCON2006, April, 2006, Milwaukee, WI USA <http://www.triz-journal.com/archives/2006/09/04.pdf>.
 10. Саламатов Ю. Система развития законов техники. – Шанс на приключение / Сост. А.Б.Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 304 с. – (Техника - молодежь - творчество), с. 6-174. Саламатов Ю.П. Система законов развития техники (основы теории развития технических систем). Изд. 2-е испр. и доп. Книга для изобретателя изучающего ТРИЗ. INSTITUTE OF INNOVATIVE DESIGN: Красноярск, 1996. <http://www.triz.minsk.by/e/21101300.htm>.
 11. Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем. GEN3 Partners, 2003. <http://www.metodolog.ru/00767/00767.html>.

12. Петров В. Законы развития систем. Серия статей. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108>.
13. Петров В. Закономерности развития потребностей. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>. Петров В.М. Законы развития потребностей. – Труды Международной конференции МА ТРИЗФест – 2005. 3-4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. СПб., 2005. – с. 46-48. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=255>.
14. Петров В. Закономерности развития функций. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-05-function.pdf>.
15. Петров В. Прогнозирование развития систем. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-19-prognoz.pdf>.
16. Петров В. Система обобщенных моделей. – Тель-Авив, 2008. – 66 с. <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4728>.
17. Петров В. Технология инноваций. – Тель-Авив, 2007. – 88 с. <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4732>.
18. Петров В.М. Система законов развития техники как инструмент прогнозирования. – Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Вып. 3, СПб., 2010.
19. Злотин Б.Л., Зусман А.В., Решение исследовательских задач. Кишинев, 1991, с. 116.
Kaplan, Stan, Visnepolschi Svetlana, Zlotin, Boris and Zusman, Alla. New Tools for Failure and Risk Analysis. Ideation International Inc. 1999. – 86 p.

Система законов развития техники как инструмент прогнозирования

Аннотация

В статье излагается усовершенствованная и детализированная система законов развития техники, ранее разработанная автором. С помощью этой системы проводятся экспресс и углубленный прогнозы.

Система законов включает уровни законов развития потребностей, функций и технических систем. Законы развития технических систем состоят из двух групп законов организации и эволюции техники.

Группа законов эволюции техники включает законы увеличения степени идеальности, увеличения степени управляемости и динамичности, перехода в надсистему и подсистему, согласования-рассогласования, свертывания-развертывания.

Закон увеличения степени управляемости и динамичности имеет подзаконны: увеличения степени вепольности, изменения связанности, увеличения энергетической и информационной концентрации, перехода системы на микро-уровень.

Изменение связанности выполняется закономерностями: увеличения степени дробления, переходом к капиллярно-пористым материалам и увеличения степени пустотности.

Закон увеличения энергетической и информационной концентрации осуществляется с помощью закономерностей увеличения удельной концентрации и перехода к более управляемым полям. Последняя закономерность выполняется механизмами замены вида поля и переходом МОНО-БИ-ПОЛИ поля.

После проведения прогноза по каждому из законов осуществляют согласование-рассогласование и свертывание-развертывание, выявляя и разрешая противоречия. На последнем этапе проводят верификацию прогноза.

Ключевые слова:

ТРИЗ, законы развития систем, законы развития потребностей, система обобщенных моделей, прогнозирование, экспресс-прогноз, углубленный прогноз, функциональный подход, верификация.

1. История вопроса

Первые работы по законам развития технических систем (ЗРТС) были написаны Г.Альтшуллером [1-8]. С 1973 года автор начал работу по разработке системы законов¹.

¹ Эта система законов разрабатывалась В.Петровым в период 1973-89 гг. Лекции по прогнозированию развития технических систем читались на втором курсе Ленинградского Народного Университета Технического Творчества (1976-1981 гг.) и в ИПК судостроительной промышленности (1976-1990 гг.). Впервые система законов была доложена на традиционном Ленинградском семинаре в 1980, более детальная система была доложена на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82), а опубликована в: **Петров В.М. Идеализация технических систем.** – Областная научно-

Развитием системы ЗРТС занимались Б.Злотин [8], С.Литвин [9], Ю.Саламатов [10], М.Рубин [11] и другие.

Системы ЗРТС, созданные Б.Злотиным [12], Ю.Саламатовым [13], С.С.Литвиным [14] и В.Петровым [15], наиболее разработаны.

Подробно история законов развития систем изложена в [16].

Данная работа является усовершенствованием системы законов и методики прогнозирования, изложенной автором в [15].

2. Структура законов развития систем

Ниже представлена структура законов развития искусственных систем, разработанная автором. Она включает уровни **потребностей, функций и систем**. В качестве систем, мы будем рассматривать *технические системы*, поэтому будем говорить о *законах развития технических систем*. Схематично это изображено на рис. 1.

Законы развития потребностей определяют тенденции их изменения и описаны в [17].

Законы развития функций описывают тенденции их изменения и изложены в [18].

практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983, с.60-62.

Петров В.М. Закономерности развития технических систем. – Методология и методы технического творчества. – Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. – Новосибирск, 1984, с. 52-54.

Петров В.М. Принципы и методика выбора перспективного направления НИ-ОКР в судостроении. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Л.: ЛКИ, 1985. – 20 с.

Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач – основа прогнозирования развития технических систем. – Л.: Квант, – Братислава: ДТ ЧСНТО, 1989, 92 с.

Уровни законов	Законы развития систем
Потребностей	Законы развития потребностей
Функций	Законы изменения функций
Систем	Законы развития технических систем

Рис. 1. Схема уровней развития систем

Законы развития технических систем имеют две группы (рис. 2):

- законы организации систем (определяющие *жизнеспособность системы*),
- законы эволюции систем (определяющие *развитие технических систем*).

Большинство законов эволюции имеют подзаконны и каждый из законов имеет определенную тенденцию развития, а часто и противоположную – анти - тенденцию.

Тенденция выполняется с помощью специального механизма. Структура закона эволюции показана на рис. 3.

Система законов изложена в [15]. Ниже схематично изложим основные изменения и дополнения, которые главным образом касаются закона увеличения степени управляемости и динамичности и его подзаконна – увеличения энергетической и информационной концентрации.

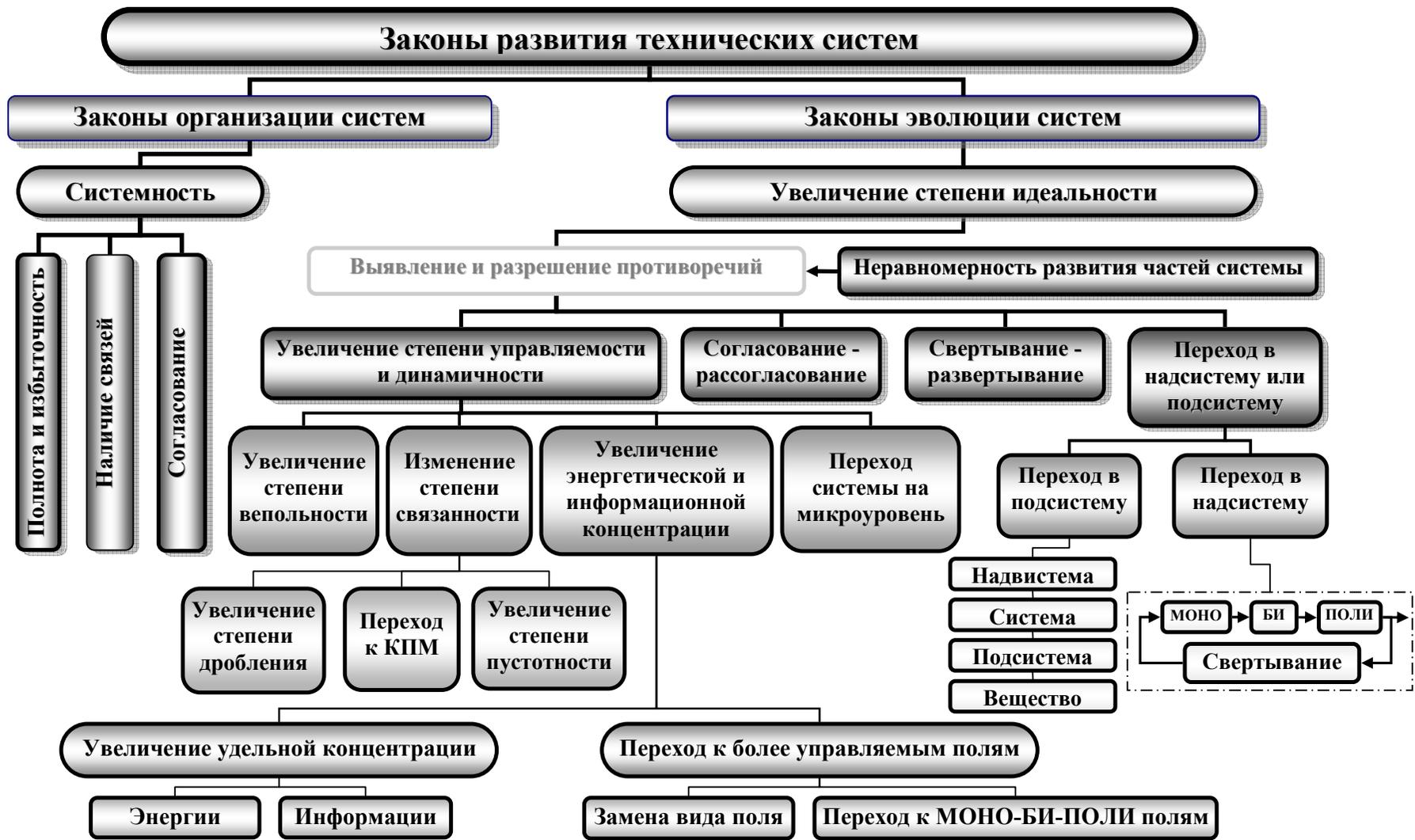


Рис. 2. Общая схема развития технических систем

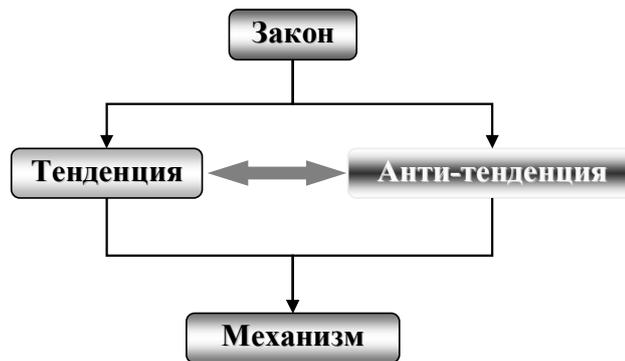


Рис. 3. Структура закона эволюции

3. Закон увеличения степени управляемости и динамичности

Закон увеличения степени управляемости и динамичности заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать более управляемой и более динамичной, т.е. должна повышаться степень управляемости и динамичности системы.*

3.1. Закон увеличения степени управляемости

Развитие системы идет в направлении увеличения степени управляемости.

Система может быть управляемой тогда и только тогда, когда она содержит в себе элементы способные **воспринимать управляющие сигналы, преобразовывать их в управляющие воздействия** и адекватно воспринимать **информацию о внутренних изменениях** в системе и **внешних воздействиях** на нее. Это свойство часто называют **отзывчивостью**.

Управление системой может осуществляться:

- **не автоматически** (вручную) и **автоматически**,
- **непосредственно** и **дистанционно**,
- **по проводам** и с помощью **беспроводной** связи.

Закон увеличения степени управляемости также называют **законом увеличения информационной насыщенности** или **законом вытеснения человека из технической системы (ТС)** (рис. 4), так как увеличение управляемости системы уменьшает степень участия человека в работе технической системы.

Участие человека в работе ТС уменьшается механизацией труда, в дальнейшем автоматизацией и, наконец, кибернетизацией. Механизация снижает физические усилия, прикладываемые человеком, частично упрощается труд. Автоматизация позволяет значительно упростить труд или даже создать процесс без вмешательства человека. Кибернетизация позволяет облегчить умственный труд и даже заменить человека в «рутинных» умственных операциях.

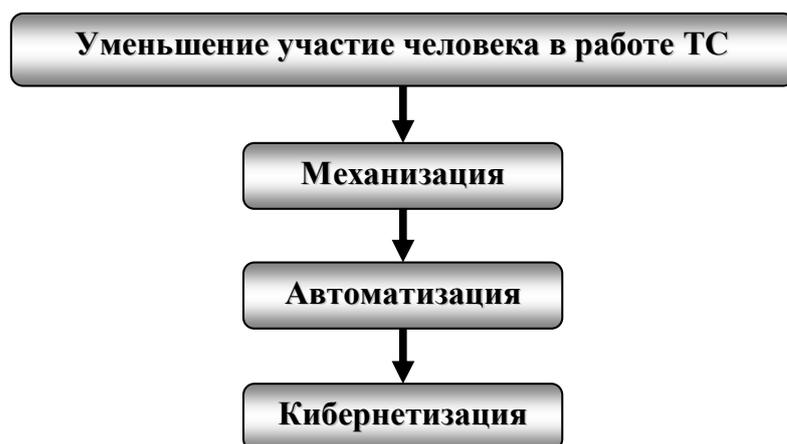


Рис. 4. Общая тенденция увеличения степени управляемости



Рис. 5. Уменьшение участия человека в работе технической системы

увеличения степени управляемости (рис. 5) – это переход от:

- **неуправляемой к управляемой системе,**
- **неавтоматического (ручного) управления к автоматическому,**
- **проводного управления к беспроводному,**
- **непосредственного управления к дистанционному.**

О
б
щ
ая
т
ен
де
нц
ия

Тенденция перехода от неуправляемой к управляемой системе показана на рис. 6 и представляет собой переход от *неуправляемой системы* к *управлению по разомкнутому контуру*, затем переход к *системе с обратной связью*, к *самоадаптивной (самоадаптирующейся) системе*, к *самообучающейся* и *самоорганизующейся системе* и, наконец, к *саморазвивающейся* и *самовоспроизводящей системе*.

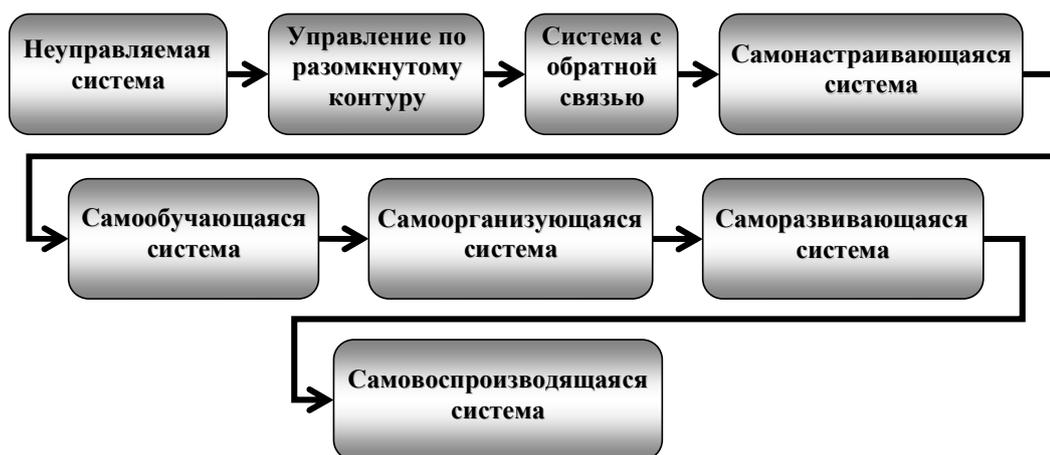


Рис. 6. Переход от неуправляемой системы к управляемой

Эффективность управления повышается, если управление осуществляется не только по управляемой величине, но и по ее производным и интегралу.

3.2. Закон увеличения степени динамичности

Развитие системы идет в направлении увеличения степени динамичности.

Следствия из закона.

1. Статические системы стремятся стать динамическими.
2. Системы развиваются в сторону увеличения степени динамичности.

Увеличение динамичности происходит изменением динамичности *параметров, структуры, алгоритма и принципа работы, функции, потребности и цели*, которое может происходить *во времени, в пространстве и по условию*.

Степень динамичности увеличивается посредством перехода от изменения динамичности **параметров** к изменению динамичности **структуры, алгоритма, принципа работы, функции, потребности и цели**.

Основная линия увеличения степени динамичности показана на рис. 7.

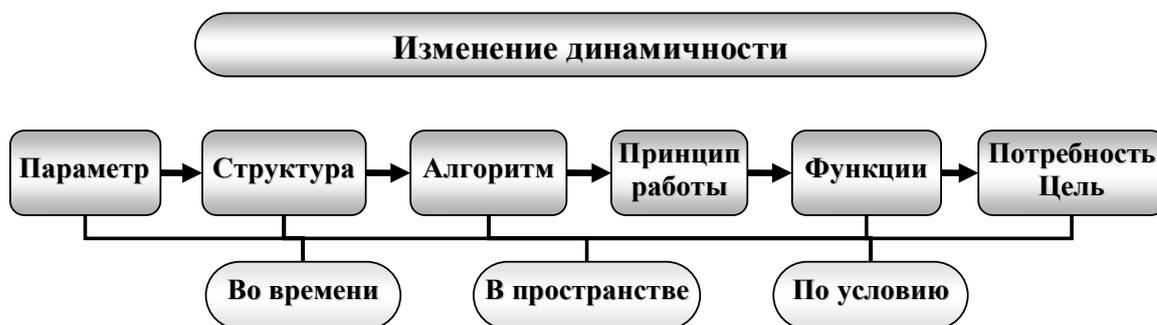


Рис. 7. Линия увеличения степени динамичности

Система тем динамичнее, чем она **более управляемая**.

Динамичность системы *повышается с увеличением скорости и точности адаптации к внешним и внутренним изменениям*.

Скорость увеличения динамичности *повышается с учетом изменений не только определенного параметра, а и его производных*.

Идеально, когда система заранее готова к изменениям, т.е. имеет способность заранее прогнозировать изменения. С этой целью система должна использовать и/или выявлять и использовать *тенденции, закономерности и законы развития* системы, надсистемы и окружающей среды.

Точность адаптации может быть увеличена, если при управлении системой учитывается интеграл от всех изменений или ведется учет предыдущих изменений.

Статические системы достаточно устойчивы, но не мобильны. Мобильные системы часто неустойчивы. Для придания системе максимальной мобильности и устойчивости ее выполняют **динамически статичной**.

Динамическая статичность системы осуществляется за счет *постоянного управления максимально мобильной системой*.

3.3. Закон увеличения энергетической и информационной концентрации

Закон увеличения энергетической и информационной концентрации заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать более энергетически и информационно насыщенной за счет концентрации энергии и/или информации в необходимом месте в нужный момент.*

Увеличение энергетической и информационной концентрации осуществляется за счет тенденций:

- **увеличения удельной концентрации:**
 - **энергии,**
 - **информации,**
- **перехода к более управляемым полям:**
 - **замена вида поля,**
 - **переход к МОНО-БИ-ПОЛИ полям.**

Механизмы увеличения удельной концентрации энергии/информации (см. рис. 8):

- 1. Переход: объем – плоскость – линия – точка.**
- 2. Предварительное накопление энергии и/или информации и использования их за короткий период времени в нужный момент в нужном месте.**
- 3. Использование ресурсов.**
- 4. Сжатие энергии и/или информации может осуществляться, например, использованием эффектов: физических, химических, биологических, математических, в частности, геометрических.**
- 5. Разделение энергии и/или информации и передача одновременно:**
 - 5.1. разделение на части и передача их параллельно,**
 - 5.2. разделение по видам (частотам, полярностям, скважностям и т.п.) и передача их одновременно.**

- 6. Одновременная передача энергии и/или информации в других направлениях.**
- 7. Расширение приемных и передающих устройств (портов) энергии и/или информации.**
- 8. Применение новых принципов и прогрессивных технологий.**

3.3.1. Увеличение удельной концентрации информации

Увеличение удельной концентрации информации позволяет значительно эффективнее управлять системой и создавать принципиально новые процессы.

Способы увеличения информационной концентрации:

- 1. Предварительное накопление информации и использования ее за короткий период времени в нужный момент в нужном месте.**
- 2. Использование ресурсов.**
- 3. Сжатие информации.**
- 4. Разделение информации на части и передача ее параллельно.**
- 5. Разделение информации по частотам, поляриностям, скважностям и передача одновременно.**
- 6. Одновременная передача информации в двух направлениях.**
- 7. Расширение приемного и передающего порта.**
- 8. Применение новых принципов и прогрессивных технологий.**



Рис. 8. Виды механизмов увеличения удельной концентрации энергии/информации

4. Тенденция уменьшения динамичности

В отдельных случаях можно говорить о тенденции *уменьшения динамичности – повышения статичности*. Система стремится сохранять, не изменять, стабилизировать свои *параметры, структуру* (в частности *форму*), *алгоритм* и *принцип работы, функции*, чтобы наиболее эффективно достичь поставленной *цели* и удовлетворить *потребности*. Кроме того, статичная система стремится сохранить так же *цели* и *потребности*.

Стабилизация должна происходить *во времени* и/или *в пространстве* и/или *по условию*.

Название тенденции «уменьшение динамичности» условное. По существу эта тенденция – частный случай *динамической системы*, обеспечивающая постоянство *параметра, структуры, функции, потребности, цели* и т.д.

Тенденция уменьшения степени динамичности (увеличения статичности) используется для развития систем, в которых необходимо **стабилизировать** определенные параметры или всю систему в целом.

Динамизация системы осуществляется с помощью **закона увеличения степени динамичности**.

5. Методика использования законов развития систем для прогнозирования

Законы развития систем используются для проведения экспресс–прогноза и углубленного прогноза [19].

Экспресс – прогноз чаще всего проводится с помощью группы законов эволюции систем.

Первоначально исследуемую систему развивают, используя **закон увеличения степени идеальности** и его механизмы [20].

После применения каждого из законов осуществляют *согласование системы*, используя **закон согласования-рассогласования** и его механизмы [21].

При этом *выявляются противоречивые тенденции* и *разрешаются противоречия* с помощью инструментов ТРИЗ. Возможен и алгоритм, когда согласование-рассогласование и выявление и разрешение противоречий осуществляется после применения всех законов, подзаконов, тенденций и механизмов, так как применение нескольких законов может разрешить появившиеся противоречия.

На следующем этапе используется **закон увеличения степени управляемости и динамичности** с подзаконами:

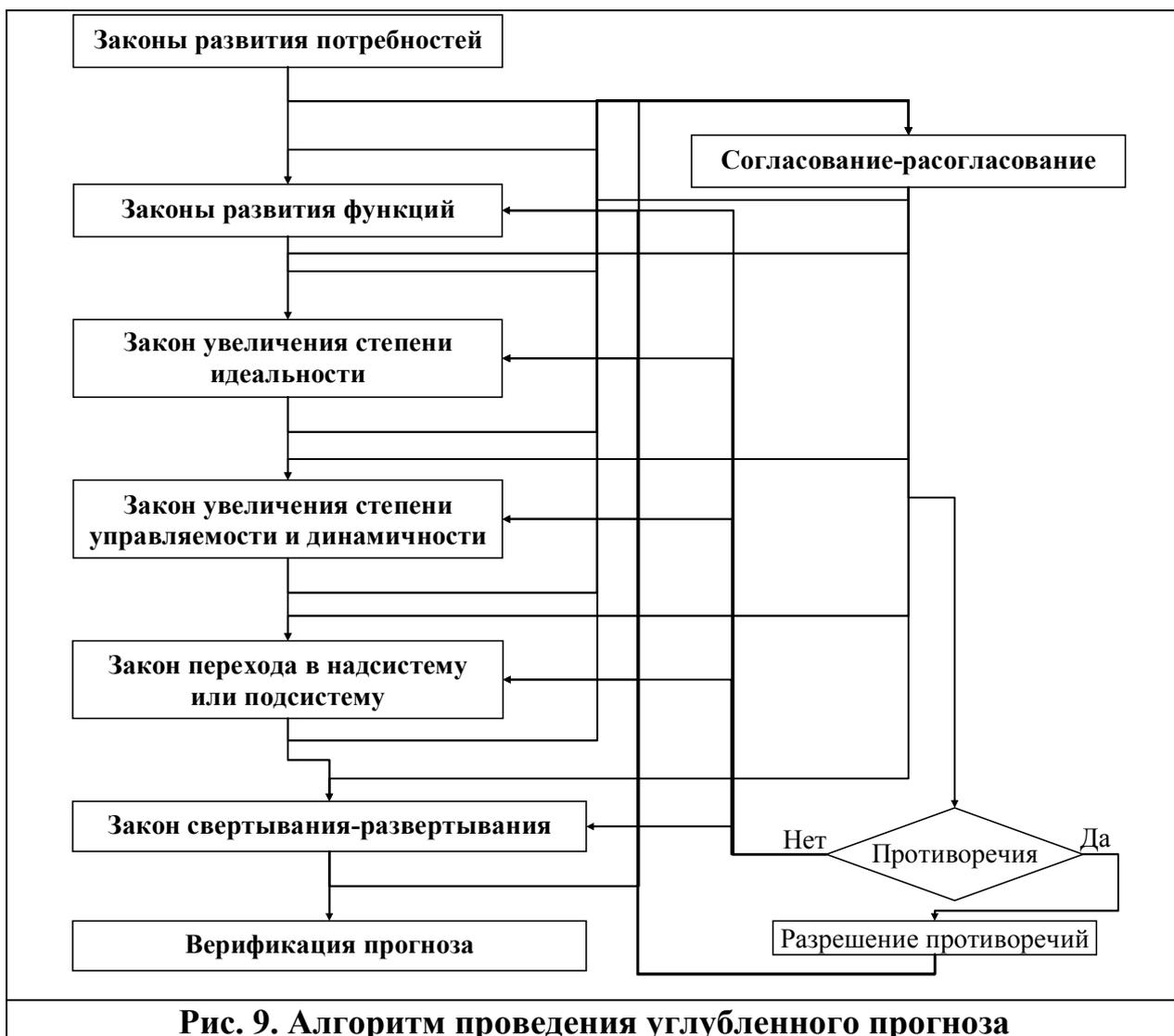
- *увеличения степени вепольности* [23],
- *изменения связанности* [24, 25, 26],
- *увеличения энергетической и информационной концентрации* (см. выше),
- *перехода на микро-уровень* [27].

Далее осуществляется прогнозирование с использованием **закона перехода в надсистему и подсистему** [30, 31].

На завершающем этапе осуществляется прогнозирование с использованием **закона свертывания-развертывания**.

Углубленный прогноз начинается с **анализа системы по S-образной кривой**. В результате определяют уровень развития системы и возможность продолжать развитие данной системы или необходимость начинать развитие системы нового поколения (закон диалектики «переход количественных изменений в качественные»).

На следующем этапе прогнозирования используются **законы развития потребностей** [17] и **функций** [18] и далее, как было описано выше. Алгоритм проведения углубленного прогноза представлен на рис. 9.



Выводы

Данная система законов и алгоритм их использования позволяют получить более точный прогноз, направленный на удовлетворение будущих потребностей.

Литература

1. Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. – Вопросы психологии, 1956, № 6, с. 37-49.
2. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. – Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с.
3. Альтшуллер Г. Как работать над изобретением. О теории изобретательства. – Алфуба рационализатора. – Тамбов, Кн. изд-во, 1963. 352 с.
4. Альтшуллер Г.С. О законах развития технических систем. – Баку, 20.01.1977
5. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика. (с. 113-127).
6. Альтшуллер Г.С. Законы развития технических систем. – Альтшуллер Г.С. Дерзкие формулы творчества. – Дерзкие формулы творчества/ (Сост. А.Б. Селюцкий). – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с. – (Техника-молодежь-творчество), с. 61-65.
7. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, 209 с.
8. Злотин Б.Л., Зусман А.В. Законы развития и прогнозирование технических систем: Методические рекомендации. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 114 с. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач)/ Г.С.Альтшуллер, Б.Л.Злотин, А.В.Зусман, В.И.Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
9. Литвин С.С. Согласование технических систем. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, с. 72-74.
10. Саламатов Ю.П. Эволюция вещества в технических системах. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, с. 64-66.
11. Рубин М. Этюды о законах развития техники. Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13-18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. – с.219-228. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3432>.
12. Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution. Philosophy, Theory and Practice. Ideation International inc. 2001. Zlotin B., Zusman A. Patterns of Evolution: Recent Findings on Structure and Origin. Altshuller Institute's TRIZCON2006, April, 2006, Milwaukee, WI USA <http://www.triz-journal.com/archives/2006/09/04.pdf>.
13. Саламатов Ю. Система развития законов техники. – Шанс на приключение/Сост. А.Б.Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991.-304 с. – (Тех-

- ника-молодежь-творчество), с. 6-174. Саламатов Ю.П. Система законов развития техники (основы теории развития технических систем). Изд. 2-е испр. и доп. Книга для изобретателя изучающего ТРИЗ. INSTITUTE OF INNOVATIVE DESIGN: Красноярск, 1996г. <http://www.triz.minsk.by/e/21101300.htm>.
14. Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем. GEN3 Partners, 2003. <http://www.metodolog.ru/00767/00767.html>.
 15. Петров В. Законы развития систем. Серия статей.– Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108>.
 16. Петров В. История разработки законов развития технических систем. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-01-history.pdf>. Петров В. История законов развития систем. – Тель-Авив, 2008. – 35 с. – Электронная библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Вып. 1. Июль 2008. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4733#_ftnref100.
 17. Петров В. Закономерности развития потребностей. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf> Петров В.М. Законы развития потребностей. – Труды Международной конференции МА ТРИЗФест – 2005. 3-4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. Ст. Петербург, 2005. с. 46-48. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=255>.
 18. Петров В. Закономерности развития функций. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-05-function.pdf>.
 19. Петров В. Методика прогнозирования. – Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Вып. 3, СПб., 2010.
 20. Петров В. Закон увеличения степени идеальности. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-08-ideal.pdf>. Петров В.М. Формулы идеальности. – Научно-практическая конференция «ТРИЗ-ФЕСТ 2009»: сборник трудов конференции. СПб, 2009. – 302 с. (с. 149-152) www.patentovedam.narod.ru/download7/ideality.doc. Петров В.М. Способы устранения нежелательных эффектов. – Научно-практическая конференция «ТРИЗ-ФЕСТ 2009»: сборник трудов конференции. СПб, 2009. – 302 с. (с. 141-148) www.triz-summit.ru/file.php/id/f4431/.../VPetrov-Harmful%20Effect.doc. Петров В. Закон - антизакон. – Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13-18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. с. 212-218. <http://triz-summit.ru/file.php/id/f3528/name/Law%20-%20antilaw.pdf>. Vladimir Petrov. Law – Antilaw. – ETRIA TRIZ Futures Conference 2006. 5th ETRIA. 9-11 October 2006. Kortrijk, Belgium. pp. 133-140.
 21. Петров В. Закон согласования систем. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-10-soglasov.pdf>.
 22. Петров В. Закон увеличения степени динамичности. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-11-dinamiz.pdf>.

23. Петров В. Закон увеличения управляемости системы. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-18-uprav1.pdf>. Петров В. Структурный вещественно-полевой анализ. Тель-Авив, 1999, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=111>. Петров В. Система обобщенных моделей. – Тель-Авив, 2008. – 66 с. <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4708>.
24. Петров В. Увеличение степени дробления. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-13-droblenie.pdf>.
25. Петров В. Закономерность перехода к капиллярно-пористым материалам. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-14-kpm.pdf>.
26. Петров В. Переход к более сложным и энергонасыщенным формам. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-16-energo.pdf>.
27. Петров В. Закон перехода системы с макро- на микроуровень. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-12-microlevel.pdf>.
28. Петров В. Изменение масштабности технических систем. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-15-masshtab.pdf>.
29. Петров В. Закон перехода системы в надсистему. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-17-nadsyst.pdf>.

АСС-Прогнозирование

Аннотация

Подготовлена и апробирована методика социально-технического прогнозирования на основе ТРИЗ, предназначенная для создания программного комплекса прогнозирования (АСС-Прогнозирование). Программный комплекс рассчитан для прогнозирования во всех сферах человеческой деятельности. Подготовлены отдельные программные продукты, предназначенные для создания и функционирования комплекса АСС-Прогнозирование: АРИЗ-2010 (или АСС-2010³), программы для прогнозирования, применения стандартов, РТВ, постановки изобретательских задач.

1. Цели

Прогнозирование само по себе – важное, но с методической точки зрения слабо разработанная область знаний, которая находится на стыке разных дисциплин. Методические сложности прогнозирования удваиваются, когда мы говорим о прогнозировании на основе методов ТРИЗ. Методы ТРИЗ позволяют формировать не только количественные, но и качественные прогнозы с учетом изменений в принципе действия системы. Однако, применение этих подходов на практике связано с большим объемом аналитической работы и необходимостью владеть высокой квалификацией в области применения этих методов прогнозирования.

Решением методических проблем практического применения прогнозирования на основе ТРИЗ может быть создание программного комплекса для социально-технического прогнозирования. Это позволит снизить требования к квалификации исследователя в области ТРИЗ и прогнозирования, систематизировать и упростить процесс формирования системы прогнозов.

³ АСС – алгоритм совершенствования систем – развитие АРИЗ для решения не только технических, но и изобретательских задач из других областей: бизнеса, экономики, биологии, информационных систем и др.

2. О каком прогнозировании идет речь

Необходимо определиться с предметом прогнозирования: о каком именно прогнозировании, и о каких методах пойдет речь. В первую очередь в качестве объектов прогнозирования будет рассматриваться филогенез социально-технических, социально-культурных, информационных, социально-экономических систем⁴. Развитие подобных систем трудно поддается формально-математическому описанию, модели их развития могут быстро меняться, информации для их описания всегда не хватает, для прогнозирования развития этих систем требуется многоаспектный подход с учетом развития надсистем и подсистем.

Необходимо также отличать социально-техническое прогнозирование от планирования и изобретательства, которые тоже направлены на создании новых объектов и технологий в будущем. Планирование отличается от социально-технического прогнозирования несколькими существенными признаками:

- планирование предполагает наличие некоего субъекта, в интересах которого готовится план для достижения определенной цели
- планирование предполагает распределение имеющихся ресурсов, возможность их контролировать и ими управлять
- при планировании имеется гораздо большая определенность и информированность об объекте планирования и его окружении, чем при прогнозировании.

Прогнозирование же направлено не на реализацию интересов конкретного субъекта, не предполагает наличие подконтрольных ресурсов, необходимых для реализации прогноза. При планировании мы знаем, какие у нас есть в распоряжении ресурсы и только распределяем их по нужным направлениям в нужное время. При прогнозировании нам становится понятным, как будет складываться ситуация в той или иной сфере деятельности людей и как возникает возможность использовать (учесть) это уже в интересах опре-

деленного субъекта. Данные прогнозов, естественно, можно использовать при планировании.

Перенос прошлых тенденций, свойств и структуры систем из прошлого в будущее не редко является ошибочным. Так, к примеру, возникают прогнозы о том, что создать летательный аппарат тяжелее воздуха невозможно⁵. В действительности со временем происходят качественные изменения в системах, которые можно спрогнозировать именно при помощи разрешения возникающих (прогнозируемых) противоречий.

С методической точки зрения важно разобраться: чем прогнозирование отличается от решения изобретательских задач. С позиций ТРИЗ решение изобретательской задачи – это разрешение противоречивых требований к той или иной системе. При прогнозировании эти требования возникают как часть прогнозируемых процессов, явлений и выявленных тенденций.

Социально-техническое прогнозирование использует в комплексе и методы прогнозирования, и методы решения изобретательских задач, возникающих не только в области развития технических систем, но и в других об-

⁴ Для простоты в дальнейшем этот комплекс систем мы будем называть социально-техническими системами.

⁵ Всем известно утверждение, когда-то высказанное одним специалистом: «Все, что могло быть изобретено, уже изобрели». Это сказал Чарльз Дьюэлл, специальный уполномоченный американского Бюро Патентов в 1899 году, когда не было ни компьютеров, ни атомной бомбы, ни японских анимационных фильмов.

«Создать летательный аппарат тяжелее воздуха невозможно!», лорд Кельвин, 1895 г.

«Человек никогда не сможет укротить атомную энергию», Р. Милликэн, лауреат Нобелевской премии в области физики, 1920 г.

«Кому может понадобиться компьютер дома?», Кен Олсен, CEO «DEC», 1977 г.

«Такое устройство, как телефон, имеет слишком много недостатков, чтобы рассматривать его как средство связи. Поэтому считаю, что данное изобретение не имеет никакой ценности». Это цитата из обсуждений в компании Western Union. Впрочем, специалистов можно понять: разговор происходил в 1876 году.

«Ни у кого не может возникнуть необходимость иметь компьютер в своем доме», — сказал основатель и президент корпорации Digital Equipment Corp. Кен Олсон в 1977 г. Да оно и понятно. В то время все еще считалось (многочисленные статьи по этому поводу можно найти в журнале «Популярная Механика»), что в будущем компьютеры будут весить не более полутора тонн.

«640 КБ должно быть достаточно для каждого». Вы не поверите, но это в 1981 году сказал Билл Гейтс.

http://www.lifemedia.ru/marketingovye_issledovaniya.html

ластях деятельности людей: информационных, социальных, экономических, политических и других системах. Социально-техническое прогнозирование опирается на методы решения изобретательских задач в нетехнических областях и опыт их практического использования.

Таблица 1. Сравнение изобретений и прогнозов: общее и отличия⁶

	Изобретение	Прогноз
Отличия	Изменяется конкретная система или ее часть	Изменяется обобщенная система (филогенез)
	Изменения носят конкретный характер	Изменения могут носить обобщенный характер или относиться только к одной из характеристик объекта (не к системе в целом). Даются направления изменений и иллюстрирующие примеры возможных изменений.
	Формулировка изобретения не изменяется со времени	Формулировка прогноза может меняться со временем в процессе мониторинга прогноза. Могут быть даны варианты факторов, от которых зависят прогнозы (сценарный подход)
	Имеется субъект (или его образ), в интересах которого делается изобретение	Носит максимально объективный характер, независимо от интересов конкретного заказчика
	Анализ надсистем не обязателен (минимален)	Анализ развития надсистем обязателен (по возможности широкий)
	Новизна обязательна.	Новизна не обязательна.
	Делается на основе существующих требований к объекту	Может формулироваться на основе выявленных трендов (не обязательно самого объекта)
	Требования должны относиться к конкретным элементам	Требования могут быть направлены на обобщенные (модельные) элементы обобщенной системы.
	Реализуемость доказывается	Указываются направления действий, которые могут обеспечить реализацию прогноза
Общее	Необходимо проводить компонентно-структурный, функциональный, ресурсный анализ	
	Необходимо анализировать и разрешать выделенные противоречия, формулировать ИКР	
	Изобретение может быть сделано на основе прогноза	Прогноз может содержать то или иное изобретение

Социально-техническое прогнозирование тесно связано не только с изобретательством и планированием, но и с проектированием систем.

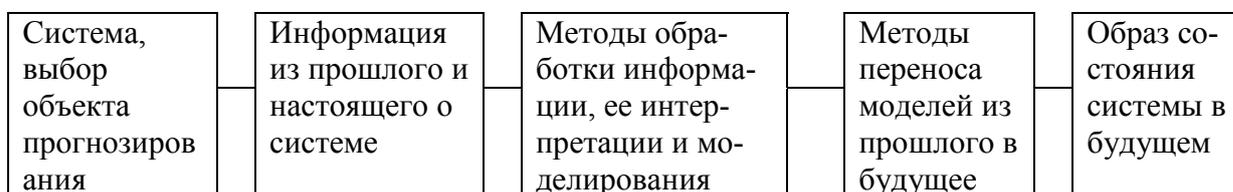
⁶ Это сравнение было проведено совместно с Федосовым Ю.И.

3. Модели прогнозирования

Методов и приемов прогнозирования очень много – десятки или даже сотни различных методов, систем и приемов. По многочисленным публикациям создается впечатление, что классификаций этих методов еще больше, чем самих методов прогнозирования. Ориентироваться во всей этой массе методов проще, если выделить основную логику прогнозирования и тем самым, определить какую функцию в системе прогнозирования выполняет тот или иной конкретный метод. Для этого мы постараемся выделить основные методы и модели прогнозирования.

1. Основной принцип прогнозирования: процессы и события, которые уже произошли, приведут в будущем с той или иной степенью вероятностью к тому или иному процессу или событию.

Эта простая формулировка содержит в себе много неопределенностей: какие системы нужно отслеживать и учитывать, какие параметры этих систем важны, какова точность информации об этих системах и параметрах, как они изменялись во времени, как их нужно интерпретировать, какую модель использовать, каким образом переносить выявленные тенденции в будущее и т.д. Независимо от того используются ли качественные или количественные методы, объективные данные или оценки экспертов, математические методы или иные методы прогнозирования – общий подход остается один и тот же: на основе информации из прошлого мы строим возможное состояние системы в будущем.



Эта модель прогнозирования помогает определять, какую именно функцию выполняет тот или иной метод в общей системе формирования социально-технических прогнозов. Приведем несколько примеров.

Метод Дельфи не редко называют методом прогнозирования, а в действительности – это метод усреднения коллективного мнения экспертов, кото-

рый иногда применяют и для «прогнозирования». Линейная или нелинейная аппроксимация – это тоже не прогнозирование, а лишь методы обработки информации, для которых делается допущение о корректности продолжения выявленных математических закономерностей на будущее.

Методы ТРИЗ, направленные на выявление и разрешение противоречий, можно отнести по предложенной схеме к созданию модели развития системы (ключевые противоречия) и создание образа будущей системы, считая, что будущее системы соответствует тому или иному решению этого противоречия (см. п. 3.7).

2. Для прогнозирования можно рассматривать не систему в целом, а только ее основную составляющую, «ядро» системы. Цель прогнозирования может позволить упростить модель рассматриваемой системы и отбросить второстепенные ее признаки. Это существенно упрощает процесс прогнозирования. Пример – правило Паретто и ABC-метод, которые скорее можно рассматривать как методы упрощения модели системы, чем как самостоятельные методы прогнозирования.

3. Для прогнозирования можно рассматривать не систему в целом, а только ее основные (или нужные для прогноза) характеристики, параметры и прогнозировать только их значения. Пример – прогноз скорости движения транспортных средств, а не транспортной системы в целом.

4. Прогноз развития системы может быть создан через прогноз других систем или факторов, существенно влияющих на развитие рассматриваемой системы. В частности, в качестве таких систем могут быть выбраны надсистемы и подсистемы. В качестве влияющих факторов могут рассматриваться общие законы и закономерности развития рассматриваемого класса систем. Примеры таких методов: метод ведущих индикаторов, корреляционно-регрессионный анализ, применение законов и трендов развития технических систем и др.

5. Прогноз развития системы может быть создан через прогноз развития «похожих», аналогичных систем. В качестве примеров такого подхода может

рассматриваться аналоговое моделирование, перенос способа реализации функций от одной системы на другую и т.д.

6. Для прогноза развития системы может быть использована информация и модели развития зависимых от рассматриваемого объекта систем или показателей. Например, для анализа распространенности того или иного программного продукта можно использовать такой показатель, как количество его запросов в поисковых системах в Интернет.

7. Развитие системы сдерживается определенными противоречиями, существующими в данное время или прогнозируемые в будущем. Решение этих противоречий и есть будущее развивающейся системы. Пример: метод решения узловых, антагонистических противоречий развития и т.д. [1, 7, 3].

8. Общесистемный принцип прогнозирования. Все прогнозы, выполненные в рамках единого сценария, но по разным моделям и на основе разных методов не должны противоречить друг другу. Разрешение этих противоречий – это часть системы прогнозирования. Пример: метод системного многоуровневого прогнозирования [7].

Изложенные методы и модели прогнозирования используются в методике прогнозирования АСС-Прогнозирование.

4. Об автоматизированной системе АСС-2010 и создании программного комплекса АСС-Прогнозирование

Развитием АРИЗ для решения изобретательских задач в нетехнических областях является алгоритм совершенствования систем (АСС-2010) [10]. В настоящее время ведется работа по созданию одноименного программного продукта⁷. Программный комплекс методов прогнозирования на основе ТРИЗ удобно создавать как составная часть автоматизированной системы АСС-2010, так как в ее основе лежит возможность разрешать противоречия и изобретательские задачи в разных областях деятельности человека (не только в технике). Большая часть методов анализа, которые используются для про-

⁷ <http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f4628/name/состояние-АСС-12-2009.pdf> (совместно с Кирдиным А.)

гнозирования, можно использовать и при анализе проблемных ситуаций, постановке и выборе изобретательских задач.

Прототипом программного комплекса АСС-Прогнозирование можно считать создаваемый сейчас портал для прогноза развития программных продуктов [14]. Этот портал создается на основе изложенной в настоящей статье методике прогнозирования.

5. Требования к программному комплексу АСС-Прогнозирование

Перечислим основные требования к программному комплексу методов прогнозирования на основе ТРИЗ (АСС-Прогнозирование):

- возможность работать совместно с комплексом АСС-2010 для решения выделенных в ходе прогнозирования изобретательских задач
- возможность проводить прогнозирование для систем из самых различных областей деятельности человека (не только техники)
- блочная структура комплекса должна предоставлять возможность постоянного развития, добавления новых методов и алгоритмов
- комплекс должен быть гибким и позволять приспосабливаться к разным типам задач прогнозирования и разному типу пользователей
- в комплексе АСС-Прогнозирование должна формироваться система прогнозов, связанных между собой общим классификационным индексом и параметрами, которые характеризуют объекты и их изменение.

6. О содержании комплекса АСС-Прогнозирование

Можно выделить 9 основных блоков комплекса АСС-Прогнозирование:

1. Цели, задачи, критерии прогноза. Необходимо сформулировать аспекты рассмотрения системы, географический масштаб, объект прогноза.

2. Модель объекта прогнозирования. Необходимо сформулировать элементы объекта прогнозирования, их связи, функции, параметры. Необходимо определить минимальную обобщенную модель объекта. Для филогенетических объектов необходимо учитывать особенности и анализ представителей этого объекта более низкого ранга: для транспорта – автомобильный транс-

порт, для автомобильного транспорта – легковой и грузовой транспорт и т.д. Формулировки модели и функций для филогенетических объектов требуют специальных методик.

3. Надсистемы. Факторы, которые влияют на объект прогнозирования. Кроме краткого компонентно-структурного и функционального анализа надсистем, проводится первичный анализ истории развития системы (объекта и его надсистем) и ключевых изобретений. Применение общих и специальных для данной области и объекта трендов (законов) развития.

4. Подсистемы и зависимые факторы. Параметры, зависимые от объекта прогнозирования, косвенные характеристики, связанные с объектом прогнозирования. Установление причинно-следственных связей. От подсистемных (ресурсных) факторов зависит развитие объекта прогнозирования. Предварительная формулировка противоречий требований.

5. Сбор и анализ информации об объекте (в рамках его модели), надсистемах (факторы, влияющие на объект прогнозирования) и подсистемах. Обзорные работы, статьи по прогнозам. Построение хронологической таблицы основных событий и графиков изменения параметров. Формулировка поисковых запросов, идеальный образ искомой информации: на что она повлияет в ходе анализа, как должна выглядеть, где может находиться. Использование поисково-аналитических программ.

6. Исторические тренды Построение зависимости во времени для выделенных параметров и элементов. Выявление закономерностей развития с использованием математических, экспертных и других методов, например, морфологического анализа. Определение этапа, на котором находится развитие системы. Повторный анализ с шага 1 по 6. Построение плана работ по прогнозированию с учетом поставленных задач, ресурсов и имеющегося информационного материала. Корректировка плана.

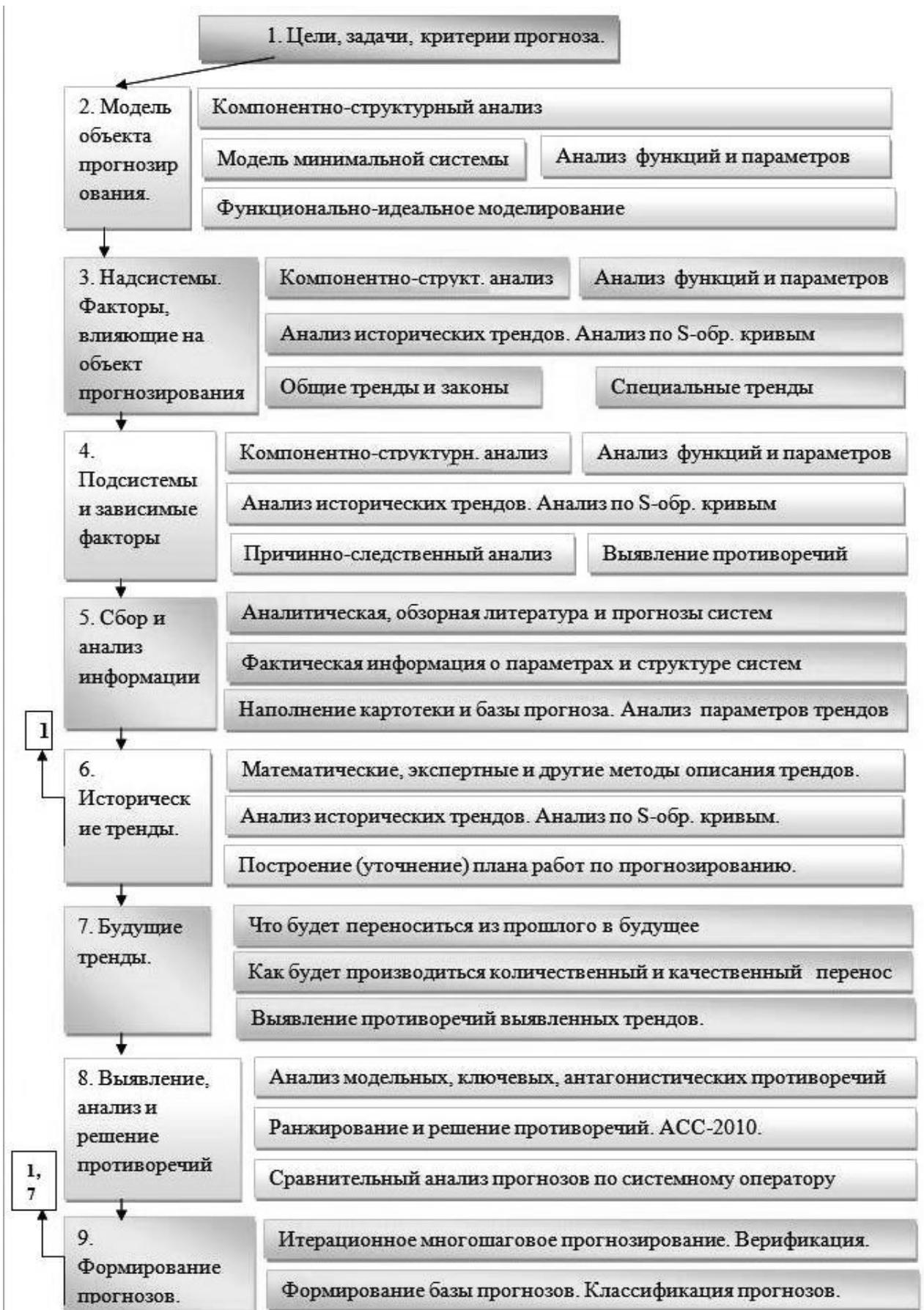


Рисунок 1 Структура методики комплекса АСС-Прогнозирование

7. Будущие тренды. Обоснование способа и глубины переноса в будущее выделенных исторических трендов и модели (способа) этого переноса. Выявление противоречий, связанных с выявленными трендами.

8. Выявление, анализ и решение противоречий. Формулировка и анализ модельных (структуры модели), ключевых (по правилам свертывания систем) и антагонистических противоречий (решения приводят к еще большим проблемам). Функционально-идеальное прогнозирование. Ранжирование и решение противоречий, АСС-2010 и другие инструменты 9. Формирование системы прогнозов. Построение системы и общей картины прогноза. Сравнительный анализ прогнозов "по горизонтали" (во времени), по "вертикали" (подсистема-система-надсистема) и в различных аспектах (прогноз по одному аспекту связан или приводит к прогнозу по другому аспекту). Если проведенное исследование сделано корректно, то прогноз "по горизонтали" должен совпасть с прогнозом "по вертикали". При этом один прогноз должен дополнять, уточнять или расширять другой.

На основе описанной процедуры итерационного многошагового прогноза формируется система взаимосвязанных прогнозов. Формирующаяся база прогнозов может использоваться при подготовке других прогнозов. Проверка системы прогнозов (верификация, информационный поиск). При необходимости уточнение прогноза с шага 7 или 1.

На рисунке 1 изображена структура методики комплекса АСС-Прогнозирование. Из нее видно, что на разных этапах прогнозирования могут применяться одни и те же методических процедуры. Эти же процедуры могут использоваться и для решения изобретательских задач, не связанных с прогнозированием, что делает комплекс более универсальным.

7. Городская транспортная система. Пример выполнения социально-технического прогноза.

Предлагаемая методика формировалась с 1979 года в различных работах по прогнозированию различных систем: прогноз развития цивилизации, науки, спорта, городов, приливной энергетики, программных продуктов и т.д. Например, еще в 80-х годах был спрогнозирован процесс коммерциализации спорта и появление фитнеса, продажа питьевой воды в магазинах и т.д. В 2010 г. предлагаемая методика опробовалась для прогнозирования развития программного обеспечения [14] и информационных систем⁸, был проведен учебный семинар по методам прогнозирования на основе ТРИЗ. В качестве иллюстрации реализации предложенной системы прогнозирования было выбрано исследование по прогнозированию развития системы городского транспорта [7, 12]. В данной статье приводятся только краткие итоги этого исследования. В качестве городских транспортных средств рассматривались все возможные варианты: наземный, подземный, водный, воздушный, трубопроводный городской транспорт. Модель системы состоит из:

- транспортные средства (перемещают людей и/или грузы)
- дороги (удерживают транспортные средства, создают точку опоры для разгона и торможения транспортного средства)
- система управления транспортными потоками
- устройства загрузки-выгрузки пассажиров и грузов
- система энергоснабжения

Пример модельного противоречия: чем больше дорог, тем больше места для транспорта, но тем меньше полезной площади города. Пример антагонистического противоречия: чем лучше работает городская транспортная система, тем она хуже справляется с грузопотоками из-за увеличения этих потоков из пригорода. Пример противоречия трендов: скоростные возможности

городских транспортных средств увеличиваются, а скорость транспортных потоков в городе при этом уменьшаются.

В основном развитие городской транспортной системы происходит за счет попыток развития транспортных средств и дорожной системы. Большого эффекта это не дает и не может дать. Анализ выявленных противоречий показывает, что основные направления развития городской транспортной системы связаны с развитием информационных технологий:

- Изменение структуры производства и технологий для снижения транспортной подвижности населения (город без транспорта [5])
- Замена транспортировки вещественных объектов транспортировкой информации (универсальный технический редупликатор [9])
- Развитие автоматизированной системы управления транспортными потоками: транспорт без водителей, непрерывность транспортных потоков, совмещение личного и общественного транспорта [5], автоматическая доставка грузов, оперативное изменение дорожных знаков и даже правил дорожного движения и т.д.

Работа по прогнозированию развития системы городского транспорта продолжается [12].

8. Научно-методическая база социально-технических прогнозов.

Программный комплекс АСС-Прогнозирование должен содержать базу прогнозов, возможность внесения в эту базу разработанных прогнозов и быстрый поиск взаимосвязанных прогнозов [13]. Для этого каждый прогноз должен быть связан с моделью этого прогноза в формате «объект – его параметр и прогноз направления его изменения». Для определения взаимосвязей между объектами рекомендуется также использовать классификацию сайта glossary.ru (рис.2). При подготовке прогнозов эта классификация помогает выделить надсистемы, подсистемы, взаимосвязанные объекты.

⁸ Работа по прогнозированию развития информационных систем ведется совместно с Сысоевым С.С. и Сысоевым С.В.

9. Выводы.

1. Предлагаемая система социально-технического прогнозирования позволяет объединять возможности количественных и качественных методов прогнозирования на основе ТРИЗ.

2. Предлагаемая для программного комплекса АСС-Прогнозирование методика прогнозирования успешно опробована в разные годы, разными авторами, для разных материальных и нематериальных объектов.

3. Для формирования программного комплекса АСС-Прогнозирование можно использовать создающиеся в настоящее время программные продукты АРИЗ-2010 (АСС-2010), портал прогнозирования развития ПО, программы постановки и выбора изобретательских задач, РТВ.

4. Комплекс АСС-Прогнозирование должен создаваться как постоянно развивающийся продукт с использованием наилучших методик разных авторов в области прогнозирования и ТРИЗ.

5. Комплекс АСС-Прогнозирование должен содержать постоянно пополняющуюся базу связанных между собой социально-технических прогнозов.

10. Литература.

1. Г.С.Альтшуллер, М.С.Рубин "Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике", 1987 г. www.temm.ru/ru/section.php?docId=3470

2. И. В. Бестужев-Лада Г. А. Наместникова: Социальное прогнозирование. Курс лекций. — М.: Педагогическое общество России 2002. — 392 с

3. С.С.Литвин, В.М.Герасимов. Дальнее прогнозирование развития технических систем на базе ФСА и ТРИЗ. 1988 г., Ленинград. www.triz-summit.ru/file.php/id/f4545/name/Прогноз-ТРИЗ-ФСА.pdf

4. М.С.Рубин Спорт - западня XX века, Баку, 1988, www.temm.ru/ru/section.php?docId=3419

5. М.С.Рубин Идеальный город, Баку 1989 г. www.temm.ru/ru/section.php?docId=4038

6. М.С.Рубин Человечество на перепутье, г. Петрозаводск, 1992 г., www.temm.ru/ru/section.php?docId=3599

7. М.С.Рубин Методы прогнозирования на основе ТРИЗ Вестник Академии Прогнозирования", гл. редактор Бестужев-Лада И.В., изд. «Нектар Науки», № 1, 1999 г., стр. 19. www.temm.ru/ru/section.php?docId=3602

8. М.С.Рубин О теории развития материальных систем (ТРМС). Санкт-Петербург, 2002 г. www.temm.ru/ru/section.php?docId=3878
9. М.С.Рубин О теории проектирования инновационно-технологических систем , 2008, www.temm.ru/ru/section.php?docId=3935
10. М.С.Рубин Об АРИЗ нового поколения: многоаспектный цикл преодоления противоречий, Санкт-Петербург, 2009. www.triz-summit.ru/file.php/id/f4365/name/АРИЗ-2010-Фест-РМС.doc
11. М.С.Рубин Филогенез социокультурных систем. Секреты развития цивилизаций, Санкт-Петербург, 2010, www.temm.ru/ru/section.php?docId=4472
12. М.С.Рубин О прогнозе развития городского транспорта, Санкт-Петербург, 2010 www.temm.ru/ru/section.php?docId=4496
13. М.С.Рубин О базе социально-технических прогнозов, Санкт-Петербург, 2010 www.temm.ru/ru/section.php?docId=4485
14. Рубин М.С., Одинцов И.О., Пономарева А.В., Зиненко О.И. Прогнозирование развития программного обеспечения на основе ТРИЗ. В сб. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Вып.3, СПб., 2010.

М.С. Рубин, И.О. Одинцов, А.В. Пономарева, О.И. Зиненко

Прогнозирование развития программного обеспечения на основе ТРИЗ

Аннотация

Исследовано применение методов ТРИЗ для прогнозирования развития программного обеспечения, учтены особенности их применения. Инструменты ТРИЗ дополнены трендами развития программного обеспечения, системой использования стандартов и паттернов и другими инструментами. Разработаны программные продукты, реализующие эти методики.

1. Постановка задачи и обзор подходов к ее решению.

Формирование прогнозов развития программных продуктов – важное направление индустрии развития программного обеспечения (ПО). Существует огромный спектр видов прогнозирования, их насчитывают свыше 100. Наиболее распространены:

- экстраполяция (с учётом особенностей развития объекта);
- моделирование (имитационные, игровые, операциональные, сетевые и др. модели);
- опрос экспертов и населения;
- историческая аналогия;
- прогнозные сценарии;
- матрицы взаимовлияющих факторов, а также методы, основанные на построении графов и т.д.

Для прогнозирования качественных изменений в развитии ПО наиболее эффективным является прогнозирование на основе методов ТРИЗ [1]. При их использовании в области программирования возникают задачи:

- применимость ТРИЗ в области прогнозирования ПО;
- выявление особенностей использования ТРИЗ при прогнозировании ПО и информационных систем.

Кроме решения этих двух задач, целью проведенной работы было создание прототипа программного продукта (портала) для прогнозирования развития ПО методами ТРИЗ.

2. Основные блоки алгоритма прогнозирования ПО.

Основой для создания методики прогнозирования ПО стали подходы, описанные в [1]. Был создан программный продукт, реализующий основные подходы методики прогнозирования на основе ТРИЗ с адаптацией к особенностям их использования в области программирования и информационных систем. Были выделены следующие основные блоки алгоритма прогнозирования ПО для их реализации на специализированном портале «Прогнозирование».

Прогнозирование

Главная

пошаговое построение прогноза

Анализ системы

Метод альтернативных систем
Идентификация линий развития с S-образными линиями развития
Введите название объекта, для которого строится кривая:

Укажите параметр по которому строится кривая:

Укажите как отслеживается параметр:

Достаточно ли много точек известно?
 да (В этом случае построение будет сделано с использованием сплайнов)
 нет

Можем ли мы считать, что развитие происходит по s-образной кривой? да нет

меню сайта

- Пошаговое построение прогноза
- Пример построения прогноза
- Работа с базой данных прогнозов

admin

- Мой профиль
- ▷ Создать материал
- ▷ Администрирование
- Выйти

Рисунок 1. Пример пользовательского интерфейса портала прогнозирования ПО

1. Объект прогнозирования
2. Цели прогнозирования, сроки и ресурсы.
3. Функции, уточнение объекта прогнозирования.
4. Основные части (элементы, подсистемы), из которых состоит прогнозируемый объект.
5. Сбор картотеки по выбранному объекту, обзорные статьи и прогнозы.

6. Уточнение требований, предъявляемых к объекту, уточнение параметров, которые участвуют в его работе, уточнение системы функций.
7. Определение минимальной функционирующей системы: из каких частей (элементов) должны состоять, какие функции должны выполняться, какая надсистема важна для рассмотрения. Уточнить надсистемы, в которые входит объект прогнозирования.
8. Сбор исторической информации, построение распределения основных факторов из истории развития по оси времени.
9. Сравнение (Benchmarking) альтернативных систем, выделить основные характеристики.
10. Применить метод объединения альтернативных систем.
11. Идентификация линий развития с S-образными линиями развития. Определение этапа, на котором находится развитие системы.
12. Формулировка внутривидовых противоречий (противоречий между элементами объекта прогнозирования).
13. Формулировка задач-прогнозов.
14. Применение общих и специальных для данной области и объекта трендов (законов) развития.
15. Формулировка прогнозов. При необходимости возврат к п.1.

Реализация каждого блока связана с рядом методик прогнозирования и решения изобретательских задач. Их объединение в единый комплекс дает качественно новые возможности для прогнозирования программного обеспечения. Перечисленные блоки – упрощенный вариант алгоритма из [1].

3. Архитектура разрабатываемой системы.

Создаваемая программа будет инструментом, помогающим при прогнозировании развития программных продуктов.

Основные компоненты:

- База данных, содержащая тренды, объекты (пополняемая по мере использования программы для новых прогнозов) и прогнозы.

- Программная часть, отвечающая за взаимодействие с пользователем и интерфейс. Программная часть, отвечающая за обработку данных пользователя (сохранение в базах данных, построение S-кривых).

Программный продукт, построенный на основе этой архитектуры, в настоящее время проходит экспериментальное тестирование, уточняется алгоритм, готовятся прогнозы различных классов программного обеспечения: текстовые редакторы, системы поддержки высокопроизводительных вычислений, грид и др.

4. Использование логистической кривой при прогнозировании ПО.

В ТРИЗ довольно широко используются методы прогнозирования на основе анализа S-образных кривых развития (логистические кривые). Программные продукты и информация об их развитии имеет две особенности:

- для всех вводов ПО можно узнать год их возникновения;
- обо всех видах ПО регулярно делаются запросы в поисковых системах.

Если предположить, что то или иное ПО (тот или иной параметр, характеризующий это развитие) развивается по S-образной кривой, то начальная точка будет всегда известна – год создания этого ПО.

Если в качестве косвенного параметра, характеризующего степень распространения ПО, брать количество запрос в той или иной поисковой программе (например, <http://wordstat.yandex.ru/>) то можно определить еще одну точку на S-образной кривой запросов по тому или иному ПО.

Можно учесть и то, что логистическая функция (S-образная кривая) может быть описана аналитически (формулой)

$$P(t) = \frac{K P_0 e^{rt}}{K + P_0 (e^{rt} - 1)}$$

где r – параметр характеризующий скорость роста (размножения), K — ёмкость среды (то есть, максимально возможную численность популяции), P_0 – начальная численность, P – численность на момент времени t .

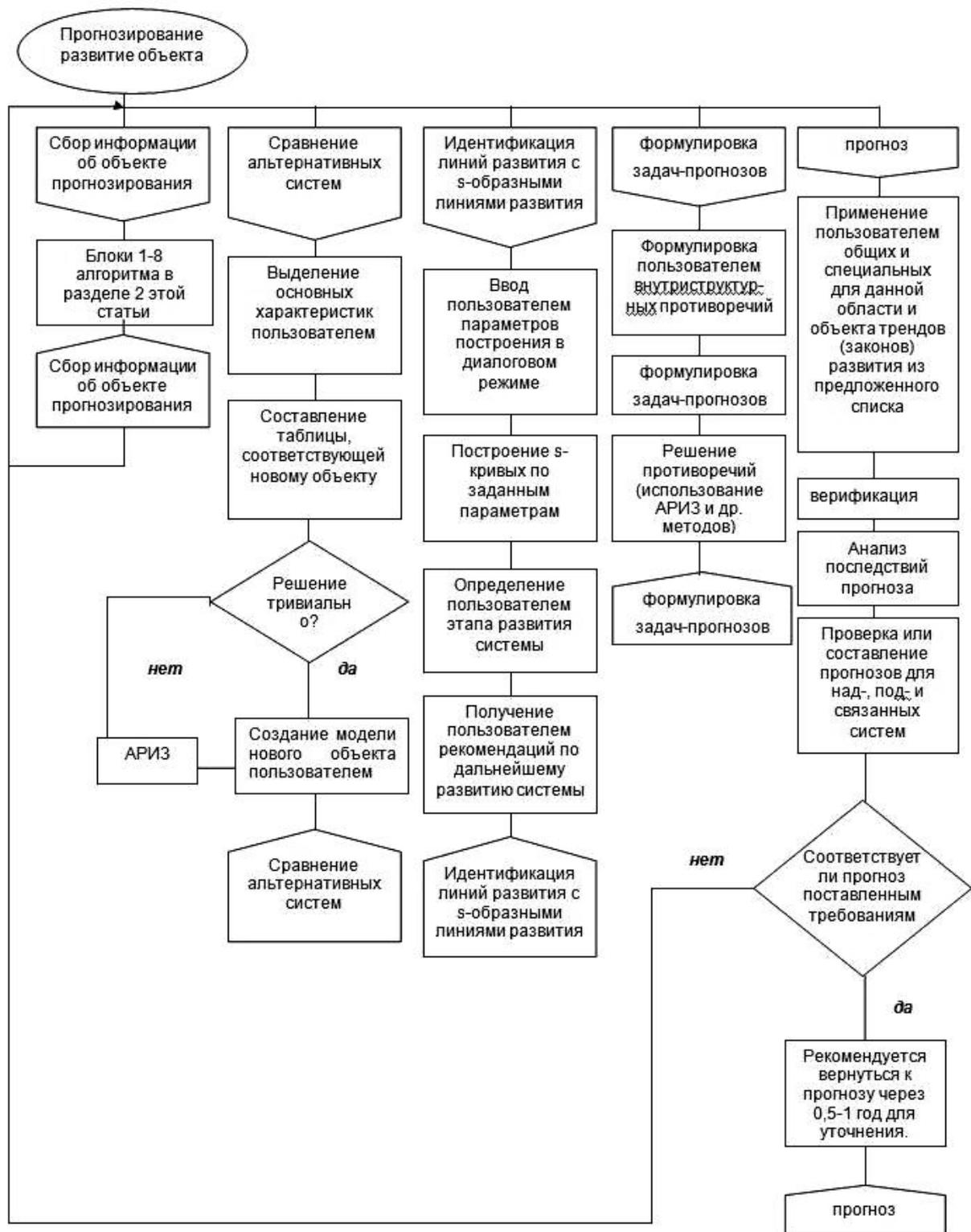


Рисунок 2. Архитектура разрабатываемой системы прогнозирования ПО

Таким образом, по ограниченной информации мы можем построить возможный вид логистической кривой для развития разного ПО и сравнить их между собой.

Например, мы хотим сравнить развитие (распространенность) форматов файлов для текстовых редакторов: pdf, doc и docx. .

Формат файла текстового редактора	Год появления (частота показов - нуль)	Число показов в феврале 2010 года (тыс. в месяц)
PDF	1991	742
DOC	1993	250
DOCX	2007	37

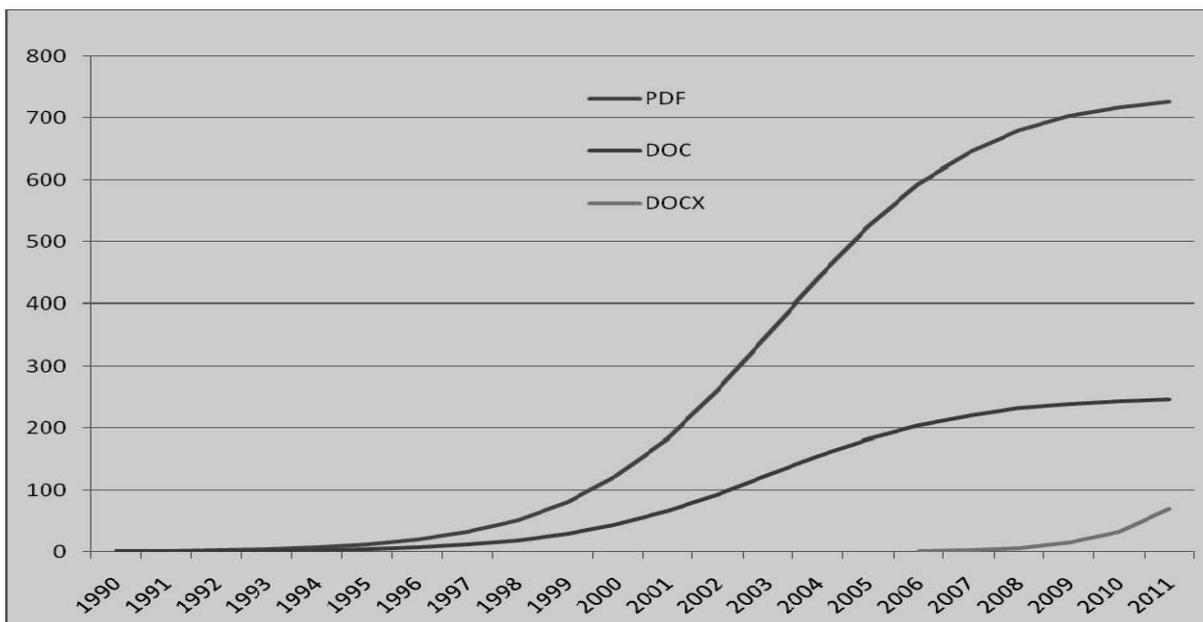


Рисунок 3. Построение кривых распространения запросов по форматам файлов.

Этот подход реализован в разрабатываемом программном продукте и может быть использован для прогнозирования не только ПО, но и других типов систем.

5. Элепольный анализ, стандарты и паттерны при прогнозировании развития ПО.

На аналитическом этапе прогнозирования требуется проведение компонентно-структурного и функционального анализа ПО, которые имеют свои особенности по сравнению с анализом материальных (технических) систем. В нематериальных системах, в том числе и в ПО, нет веществ, поэтому при

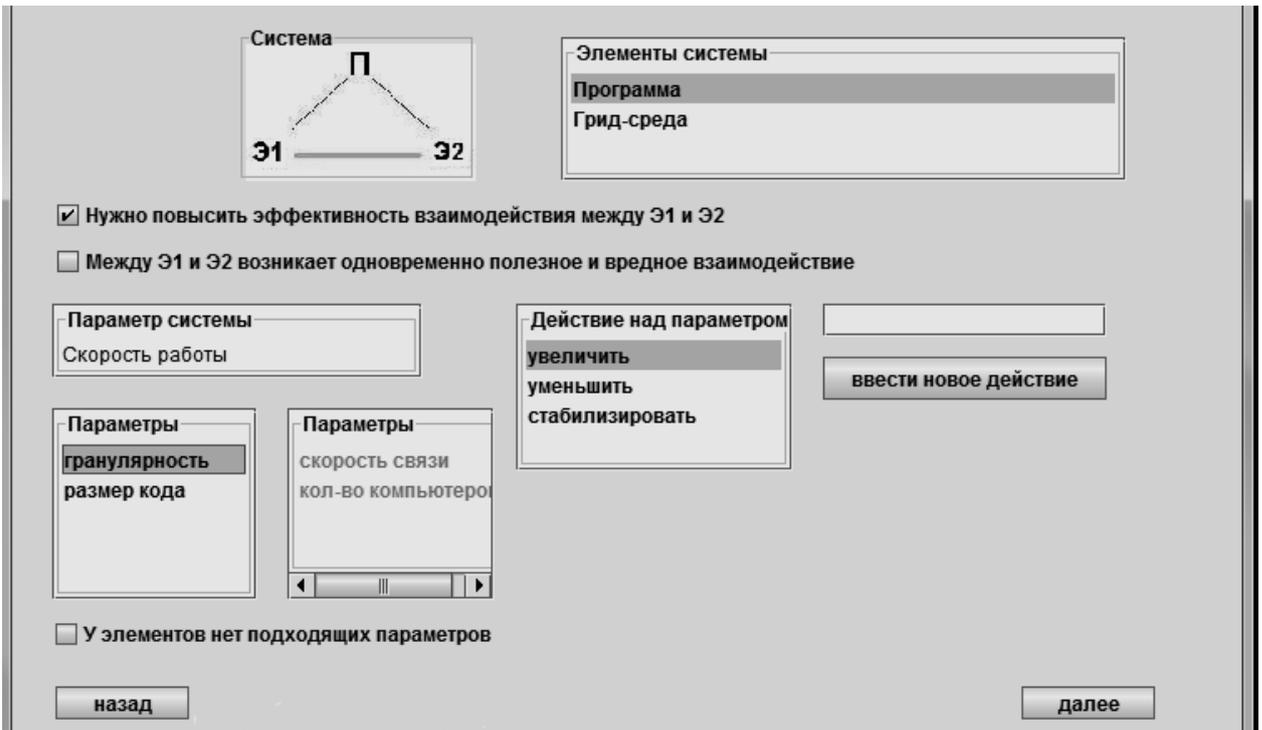


Рисунок 4. Пример интерфейса пользователя системы проектирования ПО на основе стандартов и паттернов.



Рисунок 5. Структура алгоритма использования стандартов и паттернов АИСТ-2010-П

построении элементарной модели системы использовался термин элеполю (элементы и поля их взаимодействия). Были внесены уточнения в правила построения элеполя, в систему стандартов на решение изобретательских задач и алгоритм использования стандартов (АИСТ-2010).

Был разработан и апробирован алгоритм совместного использования стандартов и паттернов (АИСТ-2010-П). На его основе было подготовленное программное обеспечение для решения задач при помощи стандартов и паттернов [8]. Пример интерфейса программы приведен на рис. 4.

6. О трендах развития ПО.

Для создания системы прогнозирования ПО были проанализированы существующие тренды в области информационных технологий и сформулированы основные тезисы, описывающие современные тенденции развития программных продуктов.

1. SaaS (Software as Service), или, в более общем случае, EaaS (Everything as a Service). Компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервис. Перенос всего или части ПП на сторонний сервер и предоставление пользователю доступ к ПО через Интернет-браузер.

2. SOA (Service Oriented Architecture). Сервисно-ориентированная архитектура — это парадигма организации и использования распределенных информационных ресурсов таких как: приложения и данные, находящихся в сфере ответственности разных владельцев, для достижения желаемых результатов потребителем, которым может быть: конечный пользователь или другое приложение (OASIS). Многократное использование функциональных элементов ИТ, ликвидация дублирования функциональности в ПО, унификации типовых операционных процессов.

3. Web 2.0 (Web 3.0). Методика проектирования систем, которые путём учета сетевых взаимодействий, становятся тем лучше (полнее), чем больше

людей ими пользуются. (Тим О'Рейли) [9]. Использование большого количества пользователей для улучшения ПО.

4. RIA (Rich Internet Application). Приложение, доступное через Интернет, богатое функциональностью традиционных настольных приложений, не поддерживаемой браузерами непосредственно.

5. Облачные вычисления (Cloud Computing). Использование облачных вычислений ведет к их снижению затрат на ИТ-решения. Предприятия, использующие облачные сервисы, будут все чаще выступать в качестве облачных поставщиков приложений клиентам и партнерам [10]. Более того, сейчас ведутся экспериментальные исследования по развертыванию кластеров виртуальных машин в облаках.

6. Комплексная аналитика. Сегодня аналитические инструменты используются во многих областях, включая оптимизацию и симуляцию бизнес-процессов. Следующий шаг - предоставлять для аналитики не только информацию, но и сами процессы, чтобы точнее понимать, что может случиться в будущем [10].

7. "Зеленые ИТ". Использование информационных технологий в качестве универсального способа повышения эффективности (в том числе экологической) различных технологий (документооборота, транспорта, отопительных систем, принятия управленческих решений и т.д.) [10, 12].

8. Изменения дата-центров. Меняется практика строительства дата-центров. Если раньше компании рассчитывали потенциальный рост на 15-20 лет, то сегодня этот срок сократился до 5-7 лет [<http://www.securitylab.ru/news/386807.php>].

9. Интеграция в социальные структуры. Компаниям необходимо уделять внимание использованию социального ПО и социальных ресурсов, а также интеграции в свою работу подобных сообществ [10].

10. Безопасность: мониторинг активности пользователей. Специалисты в области информационной безопасности сталкиваются с необходимостью вы-

являть вредоносную деятельность в постоянном потоке дискретных событий. В то же время, департаменты, занимающиеся безопасностью, сталкиваются с растущим спросом на средства анализа безопасности и отчетности. Инструменты для анализа и мониторинга позволяют организациям эффективно находить и расследовать подозрительную деятельность в режиме реального времени [10].

11. Флеш-память для дисков. Эта технология (SSD-накопители) не является новой, но уже сейчас она получает новые варианты использования в корпоративном секторе. Если ранее для компаний такие решения были слишком дорогими (пусть и производительнее HDD-накопителей), то на фоне снижения цен флеш-память начнет использоваться в гораздо большем объеме [10].

12. Виртуализация. Технологии в этой области уже довольно сильно влияют на развитие индустрии, но, согласно прогнозам Gartner, в 2010 году начнут распространяться новые элементы. К примеру, "живая" миграция, включающая в себя "перемещение" работающей виртуальной машины, в то время как ОС и ПО продолжают работать так, как если бы они остались на физическом сервере [10]. «От виртуальных ЦОД к облачным вычислениям, затем - к использованию «виртуальных клиентов», и далее – к «виртуальным устройствам». (М. Льюис)

14. Мобильные приложения . Как утверждают в Gartner, к концу 2010 года 1,2 млрд. человек будут использовать широкие возможности мобильных приложений. Однако для дальнейшего развития, по мнению экспертов, подобным технологиям нужна унификация платформы с полноценными персональными компьютерами. [10]. Будет наблюдаться бум прикладных программ для аппаратных платформ iPhone и Intel Atom, а также операционных платформ Google Android и MeeGo [9,13].

15. Повышение уровня автоматизации (автоматизация автоматизации).

Любые системы автоматизации начинаются с уровня данных (получение, хранение и предоставление информации). Следующий уровень – автоматизация управления процессами, затем – автоматизации знаний и опыта, выдвижения идей [14].

7. Использование методов ТРИЗ для прогнозирования ПО.

Для уточнения методики и инструментария методов прогнозирования для ПО была подготовлена их классификация (табл. 1).

Таблица 1. Классификация программных систем.

	Построение и распознавание	Преобразование	Генерация и извлечение	Высокие уровневые комбинации	Комбинации на уровне библиотек
3. Прикладные ПО	Распознавание: Интерфейсы, Игры, БД, ЭС	Научно-технические и экономические расчеты. Прогноз погоды на базе MPI, OpenMP и на базе Грид	Извлечение и синтез: поисковые системы, обучающие, консультативные	Сложные системы: АСУ медсанчасти, корпоративные ресурсы на базе сервисов	Прикладные библиотеки: графические пользовательские интерфейсы
2. Инструментальные ПО	Редакторы текстов, музыки, видео, запахов. СУБД, СУБЗ	Преобразователи: компиляторы, фильтры ...	Анализаторы: генераторы статистики, профайлеры	Среды: программные среды, оболочки экспертных систем, программное окружение для Грид.	Инструментальные библиотеки: примитивы на матрицах, обработка строк, ТВВ
1. Алгоритмы ОС и аппаратные ПО	Представление вместо реальной аппаратуры расширенной виртуальной машины	Рациональное управление ресурсами: Процессы, коммуникации, память, файлы.	Организация безопасной деятельности пользователей и программ	Надстройки над ОС: Промежуточное ПО для Грид, для сервисов, виртуальные ОС.	Базовые библиотеки ОС: НРС (MPI), математические

В настоящее время ведется работа по прогнозированию развития текстовых редакторов, а также систем поддержки высокопроизводительных вычислений и грид. Для текстовых редакторов была уточнена главная функция, элементы системы и надсистемы, уточнены основные требования к параметрам, характеризующим функционирование текстовых редакторов и их эле-

ментов. В качестве минимальной структуры, необходимой для функционирования текстовых редакторов были выделены элементы: файлы и их формат, интерфейс редактора, программное обеспечение, техническое обеспечение. Было проведено сравнение альтернативных систем и другие виды анализа, необходимые для прогнозирования.

Была показана применимость предлагаемых методик для прогнозирования развития ПО.

8. Выводы.

1. Применение методов ТРИЗ для прогнозирования программного обеспечения повышает эффективность их развития.

2. Особенности ПО делают необходимым и возможным введение некоторых изменений и дополнений в методы прогнозирования на основе ТРИЗ (применение элеполей, паттернов, специальных трендов развития, обозримые в исторических масштабах сроки возникновения ПО и т.д.)

3. Разработанное программное обеспечение реализации методов прогнозирования на основе ТРИЗ для подготовки прогнозов развития ПО может стать основой универсального программного продукта АСС-Прогнозирование [1] для подготовки прогнозов в различных областях деятельности человека.

4. Создана структура базы социально-технического прогнозирования, как часть программного обеспечения для подготовки прогнозов и как инструмент информационной поддержки при прогнозировании развития не только ПО, но и других материальных и нематериальных объектов.

5. Возможна и необходима интеграция программного обеспечения прогнозирования с другими программными продуктами на основе ТРИЗ: АРИЗ-2010 (АСС-2010), система стандартов и паттернов, РТВ, система постановки и выбора изобретательских задач.

10. Литература.

1. Рубин М.С. АСС-Прогнозирование. В сб. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Вып.3, СПб., 2010.
2. Одинцов И.О. Профессиональное программирование. Системный подход. – БХВ, 2004 г.
3. Одинцов И.О., Рубин М.С. Повышение эффективности разработки программных продуктов на основе методов ТРИЗ / Научно-практическая конференция «ТРИЗ-Фест 2009»: сборник трудов конференции. СПб., 2009.
4. Одинцов И.О., Рубин М.С. Опыт применения методов ТРИЗ для повышения эффективности разработки ПО. Москва, 2009, www.temm.ru/ru/section.php?docId=4419
5. М.С.Рубин. О подходах к прогнозу развития текстовых редакторов, Теория эволюции материи и моделей ТЭММ [Электронный ресурс] // <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4520> (по состоянию на 13.06.2010)
6. М.С.Рубин. О базе социально-технических прогнозов, Санкт-Петербург, 2010 www.temm.ru/ru/section.php?docId=4485
7. Пономарева А. В. Прогнозирование развития программных продуктов методами ТРИЗ.. СПбГУ, дипломная работа, научные руководители Одинцов И.О., Рубин М.С., 2010.
8. Зиненко О.И. Систематизация и анализ паттернов проектирования на основе стандартов теории решения изобретательских задач. , СПбГУ, дипломная работа, научные руководители Одинцов И.О., Рубин М.С., 2010.
9. В. Васильев, А. Т. Вахитов, О. Н. Граничин. Современное состояние и перспективы Cloud Computing (рукопись).
10. Gartner назвала десять ключевых технологий, Security Lab [Электронный ресурс] // <http://www.securitylab.ru/news/386807.php> (по состоянию на 12.05.2010)
11. Trends in Grid Computing /IDC, 2005 www.idcrussia.ru
12. Александр Зельцер. ЦОД будет давать тепло для отопления Хельсинки, IT // News|22|141|15 декабря 2009.
13. Прогнозы на 2010 год: IDC, PC Magazine/RE [Электронный ресурс]// <http://www.pcmag.ru/club/group/21/blog/691/> (по состоянию на 12.05.2010).
14. Тренды развития Интернета и IT от Павла Черкашина, [Электронный ресурс] www.artishev.com/internet/trendy-razvitiya-interneta-i-it-ot-pavla-cherkashina.html.
15. Рубин М.С. О новой системе стандартов на решение изобретательских задач, 2009, <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4201> .
16. Рубин М.С. Алгоритм использования стандартов на решение изобретательских задач – АИСТ-2010, <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4423> .

Совершенствование принципа действия технической системы

Аннотация

Предлагаемая разработка является развитием методики моделирования и анализа вещественно-энергетических преобразований, происходящих в любой Технической Системе (ТС). Простота графического отображения процессов, происходящих в каждом компоненте ТС, позволяет наглядно представить как принципы действия ТС так и ее недостатки. Это дает дополнительные возможности поставить прогностические задачи совершенствования ТС и определить актуальность смены принципа действия ТС. В статье приведен перечень приемов изменения принципа действия, которые могут способствовать прогнозированию и совершенствованию ТС. Эти приемы изменения принципа действия ТС иллюстрируются хорошо известными 40 изобретательскими приемами. Во второй части статьи рассмотрен пример использования приемов изменения принципа действия для реальной задачи.

Ключевые слова:

Принцип действия, прогноз, модель, потоки, причинно-следственная структура, вещественно-энергетические преобразования.

Введение

Предлагаемая работа направлена на развитие ТРИЗ [1] и является логическим продолжением исследований автора [6,7] по алгоритмизации моделирования, анализа и совершенствования Технических Систем (ТС). В статье показаны приемы совершенствования ТС (с целью повышения эффективности функционирования) и актуального изменения ее принципа действия.

Совершенствование ТС, имеющей определенное назначение, может осуществляться либо в рамках существующего принципа действия ТС, либо при его изменении. В развитии практически любой ТС могут быть выявлены совершенствования, затрагивающие ее принцип действия. Изменение принципа действия ТС может носить локальный характер и быть незначительным (при этом работа усовершенствованной ТС мало отличается от исходной) или затрагивать существенную часть ТС вплоть до кардинальной смены физических законов и эффектов, на которых базируется работоспособность ТС.

Любой ТС может быть поставлен в соответствие ряд критериев (называемых еще Main Parameter of Value [2]), которые характеризуют ТС в целом и определяют ее потребительские качества. Улучшение этих качеств ТС является целями ее совершенствования. В частности, совершенствование ТС может быть направлено на:

- снижение затрат на производство (снижение стоимости),
- повышение эффективности (уровня реализации назначений),
- увеличение числа назначений,
- снижение затрат и негативных проявлений при ее функционировании,
- повышение эргономических параметров ТС и удобства пользования.

Прогноз развития ТС подразумевает приближение значимых или выбранных потребительских качеств ТС к физическому пределу. Каждое потребительское качество имеет разумный предел совершенствования, который всегда ниже физического, поэтому для того, чтобы улучшить конкретное потребительское качество ТС до разумного предела, необходимо выявить сдерживающие факторы (внутренние и внешние по отношению к ТС) и поставить задачи на их устранение. Задачи совершенствования ТС могут быть сформулированы как необходимость наделения ТС (или ее компонентов) новыми или улучшенными свойствами, однако более продвинутыми являются задачи, сформулированные в виде противоречия. Выявление ключевых задач, решение которых дает наибольший эффект, может быть осуществлено при проведении причинно-следственного анализа недостатков ТС, однако поиск противоречий является более трудоемким и требует искусства. Существует алгоритмизированная методика локализации противоречий [6] на основе анализа модели вещественно-энергетических преобразований, демонстрирующей принципы действия ТС, которая позволяет упростить эту процедуру.

Понятие "Принцип действия"

Понятие "Принцип действия" активно используется в обиходе, однако в практике ТРИЗ этому уделено мало внимания. Согласно энциклопедическим словарям "Принцип действия" - это основа действия какого-либо прибора, машины и т.п. В настоящее время существуют разные мнения, что такое принцип действия ТС и как его описать. Обычно при описании принципа действия какого-либо устройства приводится упрощенный взаимосвязанный ряд изменений его объектов. Например, принцип действия двигателя Стирлинга заключается в следующем. Имеем замкнутый объем газа в жестком корпусе с эластичной мембраной (поршнем). Нагревая корпус, газ внутри расширится и совершит работу, выгибая мембрану наружу. И наоборот, охлаждая корпус, мембрана вогнется, опять совершив работу.

Для сложных устройств подробно описать принцип действия крайне трудно, поэтому используют визуальные модели ТС, например, в электронике - принципиальные схемы, временные диаграммы, карты режимов и т.д. Чтение этих моделей позволяет уяснить: как работает устройство и помогает выявить неисправности при отказе, однако такие модели не позволяют провести анализ присущих ТС недостатков и поставить задачи совершенствования.

Известна формулировка, используемая в работах [3-5] по синтезу новых ТС: "Принцип действия ТС - это совокупность физических, химических и т.п. эффектов, согласованное применение которых обеспечивает выполнение ее функции". Такое определение не совсем корректно, поскольку работоспособность любой ТС обеспечивается преимущественно физическими законами, а не только физическими (химическими и т.п.) эффектами. Само понятие "физический эффект" - неоднозначно, поэтому и описание принципа действия может трактоваться по-разному. Необходима строгая формулировка принципа действия, адаптированная к задачам ТРИЗ, чтобы аналитические инстру-

менты позволяли однозначно описать принцип действия ТС и производить операции над ним.

В физике Принцип Действия⁹ является утверждением о природе движения, из которого может быть определена траектория объекта, на который действуют внешние силы, при этом действие¹⁰ - это скаляр, численно равный произведению "энергии" на "время", а принцип - определяет основания и правила изменения действий. Таким образом принцип действия ТС заключен в структуре и организации энергетических воздействий и их преобразований, изменяющихся в пространстве и во времени. Вследствие энергетических воздействий изменяются свойства и параметры вещественных объектов в ТС, а сами объекты являются трансляторами и преобразователями энергии. На основании этого можно сформулировать: **Принцип действия ТС** - это совокупность (структура и организация) вещественно-энергетических преобразований ТС, реализующих ее назначение.

Модель принципов действия ТС демонстрирует взаимосвязь в пространстве и во времени только полезных преобразований сил, полей, потоков энергии и веществ, приводящих к желаемым изменениям объекта действия ТС. Предложенное определение Принципа Действия не только уточняет известные определения, но и делает его более инструментальным.

Принцип действия может быть выражен в виде причинно-следственной последовательности основных преобразовательных элементарных эффектов или ряда последовательностей (дерева графов), часть из которых определяют условия протекания узловых физических эффектов, разделенных в пространстве и во времени.

Зачастую путают понятия: принципы действия ТС, основа принципа действия ТС и особенность принципа действия ТС. Термины основа и особенность принципа действия призваны только обобщенно охарактеризовать ТС, в частности:

⁹ <http://wiki-linki.ru/Page/157382>

Основа принципа действия ТС - физический эффект, цепочка физических эффектов или вещественно-энергетических преобразований, определяющие наиболее важные изменения в ТС в процессе функционирования.

Особенность принципа действия ТС - физический эффект, вещественно-энергетическое преобразование или конструктивная особенность для его реализации, являющиеся отличительными признаками ТС среди аналогов.

Выявление принципа действия

Чтобы совершенствовать принцип действия конкретной ТС необходимо предварительно его выявить. Для этого достаточно построить модель Вещественно-Энергетических Преобразований (ВЭП) ТС [6,7] и выделить на ней преобразования способствующие реализации назначения. При построении такой модели каждый компонент ТС рассматривается как конкретная система преобразований сил, полей, потоков энергии и веществ на основе физических законов, эффектов и сопутствующих явлений. Основой для построения модели вещественно-энергетических преобразований может являться функциональная модель либо ее интерпретация на разных режимах работы.

На модели сначала формируется структура ТС - компоненты с их связями, затем для каждой связи выявляются воздействия, выраженные в виде сил, полей, потоков энергии и веществ. Далее раскрывается сущность процессов, происходящих в каждом компоненте при разных режимах работы ТС - зависимые преобразования входных воздействий в выходные. Эти процессы интерпретируются в их модели на основе понятий: Аккумуляция, Суперпозиция и Модификация или Мутация. При этом процессы: физические законы и эффекты, реализуемые в компоненте при функционировании ТС, преобразования и взаимные влияния полей, сил, потоков энергии, вещества, а также информации могут быть наглядно представлены с помощью малого числа связанных стандартных пиктограмм (Рисунок 1).

¹⁰ http://slovari.299.ru/enc.php?find_word=%E4%E5%E9%F1%F2%E2%E8%E5&slovar=2

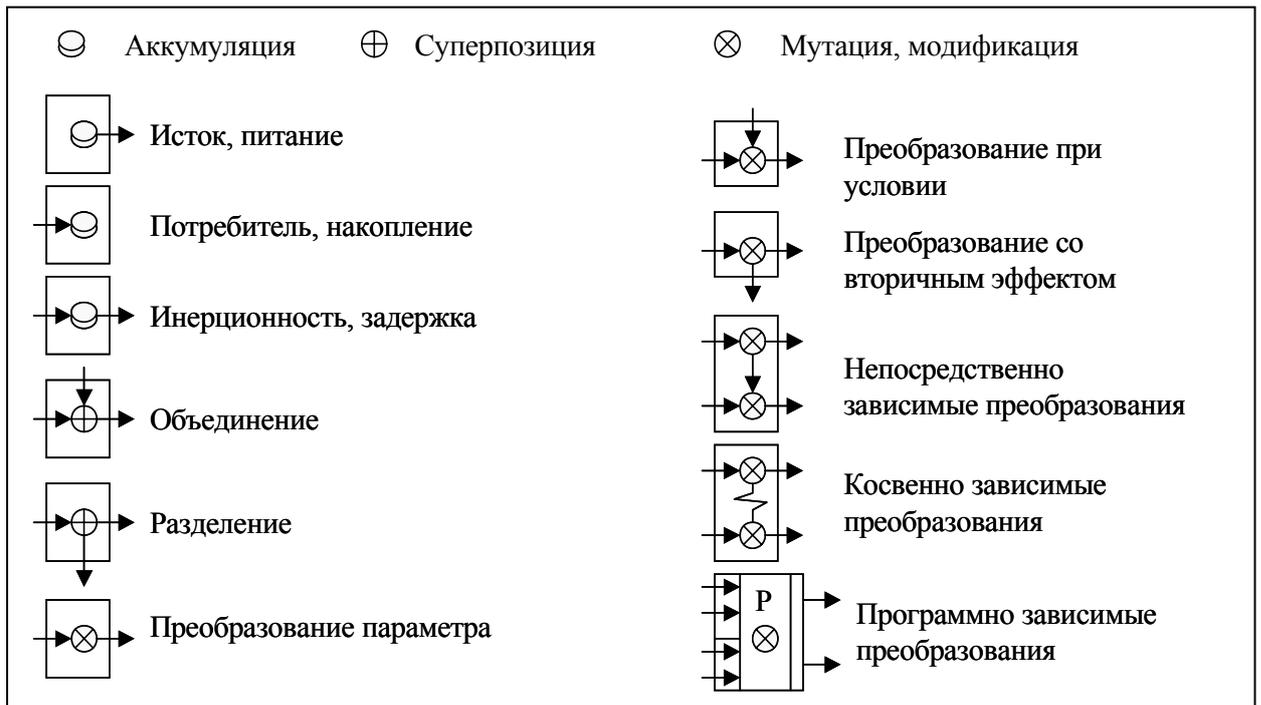


Рисунок 1. Представление процессов, происходящих в компонентах.

Упрощенно, на верхнем уровне иерархии процессы, происходящие в компонентах любой ТС (для каждого ее назначения), могут быть представлены моделями, приведенными на Рисунке 2 а) и б).

В одном компоненте в разное время эффекты могут иметь разные количественные характеристики или могут проявляться разные эффекты, поэтому модели должны быть разнесены по времени и представлены на разных режимах работы ТС. При интерпретации преобразований в компонентах ТС необходимо учитывать внутренние источники и приемники, обусловленные свойствами компонентов, а также задержки и инерционности потоков.

В результате проведенных операций формируются модели ТС, отображающие вещественно-энергетические преобразования в пространстве и во времени. Эти модели также являются совокупностью потоковых моделей.

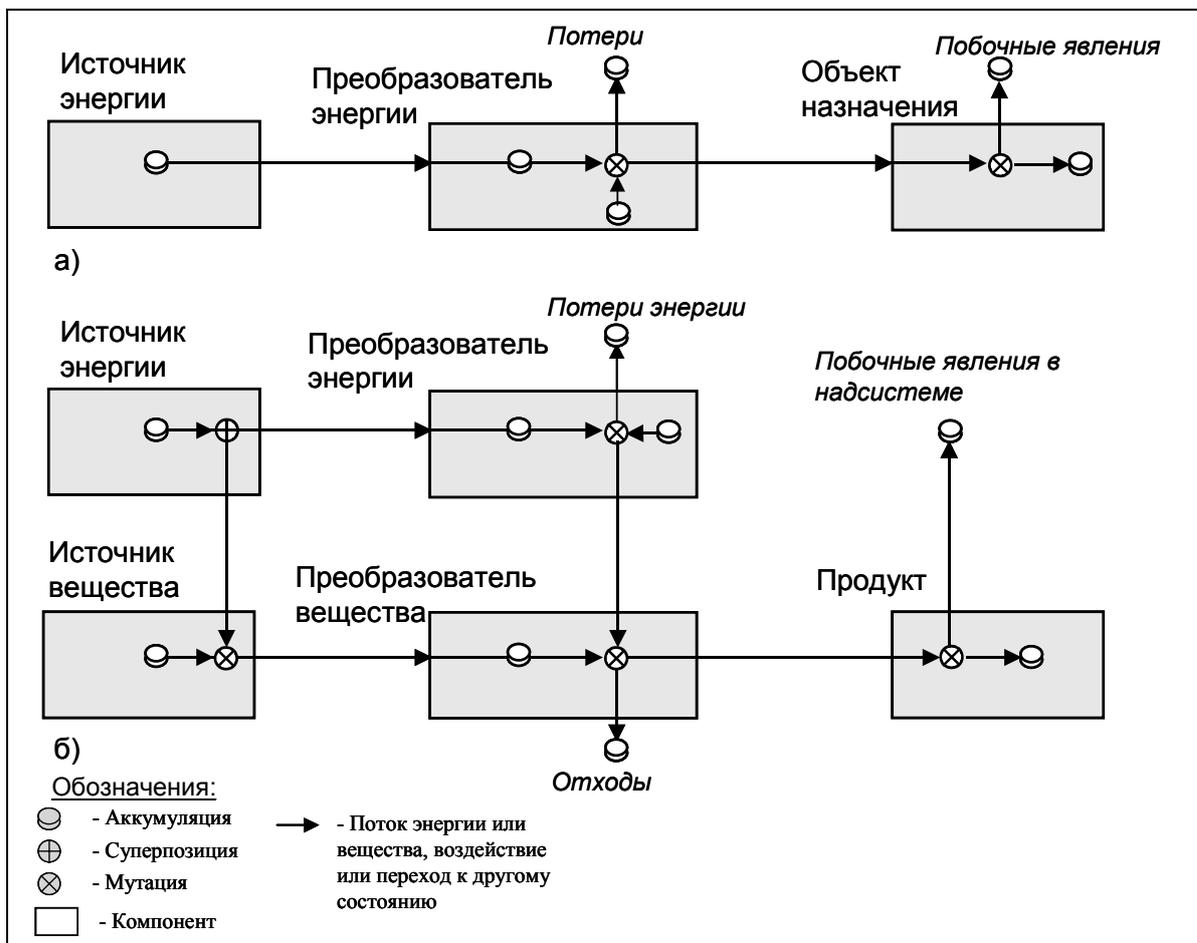


Рисунок 2. Модели процессов, происходящих в ТС, на верхнем иерархическом уровне рассмотрения.

Построенная по выше приведенным правилам модель ВЭП является моделью организации функционирования ТС, в которой установлены сквозные зависимости изменений потоков и параметров, их энергетических характеристик и проявление физических законов и эффектов, как в компонентах, так и в областях их сопряжения. На графической интерпретации модели ВЭП ТС просто выделить и проанализировать принцип действия ТС [6].

Модель ВЭП ТС обуславливает совокупность потоковых моделей, включающих в себя изменения параметров движения и состояния объектов, преобразования различных форм и видов энергии, изменения сил, преобразования вещества, информации и т.д. Визуализированная потоковая модель проста для понимания и анализа, поэтому ряд скрытых недостатков ТС становится очевидным. Реакции на любое изменение какого-либо воздействия,

свойства или параметра в любой из этих моделей может быть отследено по взаимообусловленным цепочкам, образованным пиктограммами-стрелками воздействий, связывающих компоненты, и пиктограммами со стрелками их преобразований компонентами. Именно поэтому совокупность построенных моделей является еще и моделями причинно-следственной структуры.

Совершенствование ТС и приемы изменения ее принципа действия.

Логически выявить большинство внутренних недостатков и наметить пути совершенствования ТС можно при анализе ее функционирования по моделям ВЭП. Другими словами, для каждого недостаточного уровня потребительского качества ТС можно по модели проследить причинно-следственные цепочки недостатков - неадекватные параметры и свойства [6]:

- компонентов;
- связей компонентов;
- вещественно-энергетических потоков, включая воздействия компонентов друг на друга и на надсистему;
- взаимодействий вещественно-энергетических потоков в ТС;
- вещественно-энергетических преобразований в ТС,

и выявить ключевые недостатки - неадекватные параметры - первопричины, препятствующие совершенствованию.

Совершенствование ТС при сохранении существующего принципа действия или при его незначительном изменении подразумевает повышение эффективности существующих преобразований в ТС и снижение затрат, необходимых для их реализации. В частности, оно может включать ряд приемов, приведенных в Таблице 1, причем большинство этих приемов согласуются с 40 известными приемами разрешения противоречий [1].

Таблица 1. Приемы совершенствования, сохраняющие принцип действия ТС

	Прием	Сходный Изобретательский прием
1	Добавление новых назначений и соответствующих вещественно-энергетических преобразований	-
2	Объединение потоков вещества, энергии и их преобразований в одних объектах	5. объединения 6. универсальности 7. "матрешки" 40. применение композиционных материалов
3	Разделение потоков вещества, энергии и их преобразований	1. дробления 2. вынесения
4	Минимизация затрат вещества и энергии на выполнение, замена материалов на более дешевые,	16. частичного или избыточного действия 27. замена дорогой долговечности на дешевую недолговечность 34. отброса или регенерации частей
5	Использование веществ более эффективно выполняющие вещественно-энергетические преобразования, снижение потерь вещества и энергии при функционировании ТС,	3. местного качества 33. однородности 40. применение композиционных материалов
6	Устранение вредных (не основных) влияний потоков и преобразований друг на друга	29. использование пневмо- и гидроконструкций 30. использование гибких оболочек 31. использование пористых материалов
7	Оптимизация формы объектов для согласования их сопряжений и действий, оптимизация траекторий движения	4. асимметрии 7. "матрешки" 12. эквипотенциальности 14. сфероидальности
8	Изменение одного или нескольких вспомогательных (второстепенных) вещественно-энергетических преобразований	3. местного качества

Существенное изменение принципов действия ТС может осуществляться за счет приемов, приведенных в Таблице 2.

Таблица 2. Приемы совершенствования, меняющие Принцип Действия ТС

	Прием изменения Принципа Действия	Сходный Изобретательский Прием
1	Использование источников энергии, имеющие другую природу	-
2	Изменение конечного воздействия, более эффективно реализующего назначение ТС	28. замена механической схемы
3	Исключение одного или нескольких основных вещественно-энергетических преобразований	- свертывание 8. антивеса 26. копирования
4	Замена одного или нескольких основных вещественно-энергетических преобразований на преобразования, реализующие другие физические законы и эффекты	- объединение альтернативных систем 28. замена механической схемы;

5	Добавление одного или нескольких основных (промежуточных) вещественно-энергетических преобразований	24. посредника 10. предварительного действия 3. местного качества
6	Изменение пространственно-временной координации преобразований, например: - изменение последовательности и длительности - объединение в пространстве при разделении во времени - разделение в пространстве при объединении во времени	15. динамичности 17. перехода в другое измерение 18. использование механических колебаний и резонанса 19. периодического действия 20. непрерывности полезного действия
7	Временное изменение свойств объектов удобное для выполнения преобразований, а затем возврат к первоначальному	15. динамичности
8	Введение воздействия компенсирующего искажения потоков и преобразований (в том числе, по обратному закону)	9. предварительного антитействия 11. "заранее подложенной подушки"
9	Введение цепи преобразований, адаптирующей ТС к неблагоприятным изменениям: управляющего контура, обратной связи или компенсатора внешних воздействий	23. обратной связи 25. самообслуживания
10	Изменение направления преобразования или воздействия	13. "наоборот"
11	Изменение способа воздействия (передачи)	17. перехода в другое измерение
12	Изменение характера воздействия или преобразования (его цикличность, периодичность, синхронность, импульсность)	19. периодического действия
13	Использование побочных результатов основных вещественно-энергетических преобразований для реализации назначений	22. "обратить вред в пользу"
14	Изменение уровня энергетических воздействий и преобразований, приводящих к изменению состояний вещества в т.ч. агрегатных, или изменение свойств вещества, приводящим к желаемым преобразованиям	32. изменения окраски 35. изменение физико-химических параметров объекта 36. использование фазовых переходов 37. исп. термического расширения 38. использование сильных окислителей 39. применение инертной среды

Актуальность смены принципа действия

Выявление противоречий, формирующих прогноз развития ТС - важнейший этап ее анализа. Наиболее эффективный путь совершенствования ТС - это разрешение противоречий, выявленных при анализе моделей ТС и принятых в качестве ключевых задач. Правильно локализовать и сформулировать задачу (образ решения) - это почти решение.

Противоречия в ТС могут быть выявлены на основе анализа и сопоставления между собой ключевых недостатков (задач), целевых недостатков (задач) и потребительских качеств ТС.

Для выявления технического противоречия достаточно условно сделать параметр ключевой задачи адекватным и оценить, какой из потребительских качеств ТС при этом ухудшится. Для того чтобы выявить физическое противоречие, необходимо определить, какой из компонентов, связей, или вещественно-энергетических преобразований в первую очередь (по направлению вещественно-энергетических преобразований на модели ВЭП) повлиял на ухудшение потребительских качеств ТС. Физическое противоречие это несогласование между параметрами входных потоков, желаемыми результатами их преобразования в компоненте, затратами на эти преобразования и свойствами компонентов [6]. Определив физическое противоречие необходимо оценить актуальность изменения принципа действия. Например, если вещественно-энергетические преобразования, лежащие в основе противоречия, имеют малый ресурс совершенствования, то целесообразно изменение принципа действия, например, с помощью приведенных выше приемов.

Примеры использования приемов совершенствования ПД

Рассмотрим простой пример: На производстве сушку древесины обычно осуществляют топочными газами, например, в роликовой сушилке или в сушильной камере. При сушке древесины происходит ее усадка в радиальном и тангенциальном направлении (потеря объема) около 12%, причем древесина часто коробится. На рисунке 3 приведена упрощенная модель процесса сушки древесины на верхнем уровне рассмотрения.

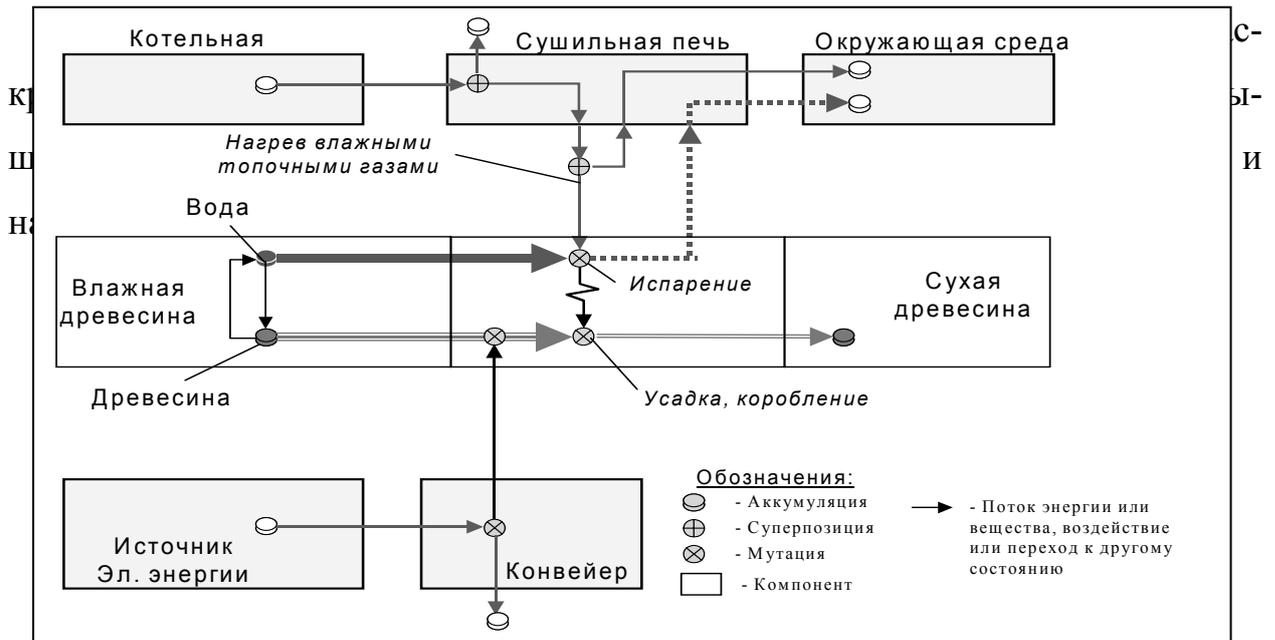


Рисунок 3. Упрощенная модель процесса сушки древесины

После снижения влажности ниже 30% поверхностные слои стремятся к усушке. Однако этому будут препятствовать внутренние слои, влажность которых еще пока выше 30%. Внутренние слои сохранили первоначальный размер по ширине сортимента, а поверхностные слои усохли на некоторую величину. Поскольку размер поверхностных слоев стал меньше фактического, то эти слои испытывают растягивающие напряжения, а внутренние слои испытывают напряжения сжатия. В начальный период процесса влажная нагретая древесина обладает повышенной податливостью к нагрузкам. В результате под действием напряжений в ней развиваются остаточные деформации, в частности, деформации укорочения во внутренних слоях под действием сжимающих напряжений. По мере снижения влажности древесина становится менее податливой и в большей мере проявляет свойства упругого тела. Поэтому возникшие в начале процесса остаточные деформации сохраняются в материале до конца сушки. В результате этого в конце процесса усадка на поверхности окажется меньше, чем усадка внутренних слоев. В древесине появятся сжимающие напряжения на поверхности и растягивающие напряжения во внутренних слоях материала. В поверхностном слое развиваются

ся остаточные деформации укорочения по ширине и расширению по толщине, вследствие остаточных деформаций и напряжений, возникающих в древесине к концу сушки. В соответствие с этим сложным описанием модель ВЭП в древесине при сушке будет иметь простой вид, приведенный на Рисунке 4.

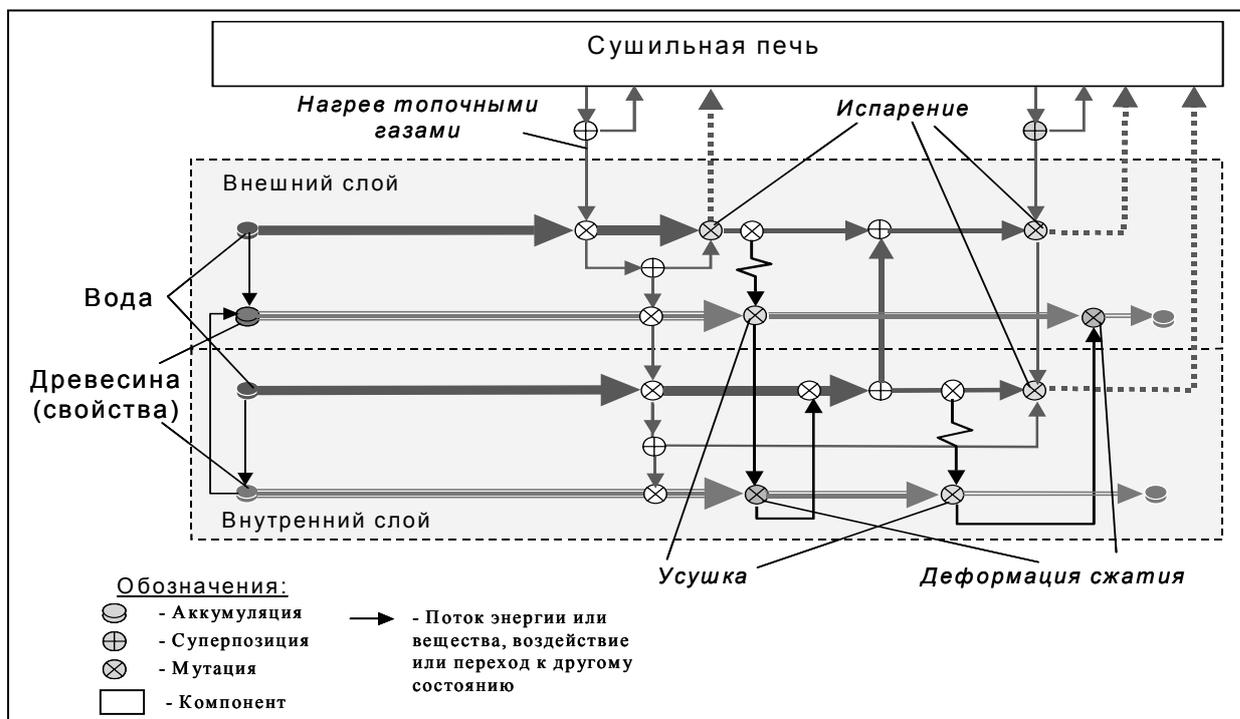


Рисунок 4. Модель процессов, происходящих в древесине при ее сушке

Модель наглядна и проста для понимания. Выделить на такой модели принцип действия не составляет труда. "Вредные" процессы в древесине и их причинно-следственные связи в модели ВЭП - очевидны, поэтому поставив задачи "устранения причин деформаций в древесине" можно переходить к совершенствованию принципа действия.

Ниже продемонстрированы примеры использования ряда приемов совершенствовании принципа действия процесса сушки древесины.

Прием "Замена источников энергии на источники, имеющие другую природу, или комбинация источников" может быть реализован, например, использованием микроволнового нагрева. При этом нагрев воды, содержащейся в древесине, осуществляется равномерно по всему объему, поэтому деформации сжатия древесины не происходит и результирующая усадка может стать очень малой. Недостатком этого способа является низкая произво-

длительность при испарении воды и, как следствие, требование больших мощностей. Модель ВЭП процесса микроволновой сушки древесины приведена на Рисунке 5.

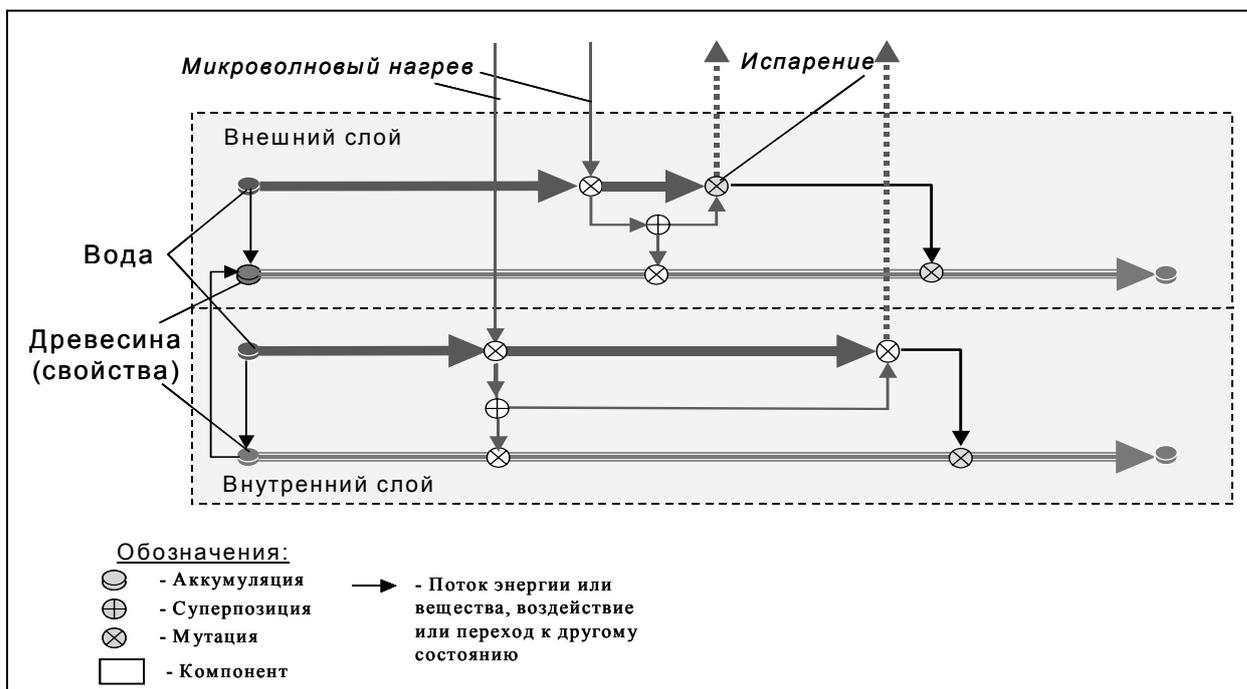


Рисунок 5. Модель процесса микроволновой сушки древесины.

Экономически более выгодной будет комбинация нагрева содержащейся в древесине воды микроволновым излучением до температуры кипения и последующего нагревом и испарением воды топочными газами.

Дальнейшее совершенствование процесса сушки является "Введение цепи преобразований, адаптирующей ТС к изменениям: управляющего контура, обратной связи или компенсатора внешних воздействий". В частности, введение датчика температуры и соответствующего контура управления позволит создать следящую систему управления нагревом.

Прием "Добавление одного или нескольких основных (промежуточных) ВЭП" может быть реализован, например, предварительной пропиткой поверхностного слоя древесины веществами, препятствующими усушке, в частности, карбамидом мочевины. При этом деформация внутренних слоев древесины существенно снижается. Другим примером реализации этого приема может быть обработка поверхности древесины плазмой коронного

разряда, что приводит к увеличению проницаемости поверхности древесины, снижению градиента влажности и, как следствие, к снижению усадки.

Прием "Изменение направления преобразования или воздействия" может быть реализован при вакуумной сушке древесины. При этом будет устранено "вредное" влияние повышенных температур на процесс усадки в процессе удаления влаги.

Прием "Изменение характера воздействия или преобразования (его цикличность, периодичность, и т.д.)" может быть реализован, например, комбинацией периодических сушки и увлажнения древесины (периодическое увлажнение поверхности снимает механические напряжения в древесине).

Примером реализации приема "Временное изменение свойств объектов удобное для выполнения преобразований, а затем возврат к первоначальному" является сушка древесины в напряженном состоянии, препятствующая усадке.

Примером реализации приема "Изменение уровня энергетических воздействий и преобразований, приводящих к изменению состояний вещества в т.ч. агрегатных, или изменение свойств вещества, приводящим к желаемым преобразованиям" может быть сушка древесины перегретым насыщенным водяным паром. Насыщенный пар исключит усушку до вскипания воды внутри древесины, что в конечном счете снизит усадку.

Приведенные примеры демонстрируют многообразие возможных вариантов решений одной задачи при совершенствовании принципа действия ТС.

Заключение

Представляемая разработка может быть полезна как при решении конкретных технических задач, так и для прогноза развития ТС. По мнению автора, она является еще одним шагом в направлении становления ТРИЗ как науки. Дальнейшим шагом в развитие методологии должны стать конкретные рекомендации по использованию приемов совершенствования принципа действия в зависимости от условий изобретательской задачи.

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. АРИЗ – значит победа. АРИЗ-85В. – В кн.: Правила игры без правил. – Петрозаводск.: Карелия, 1989.
2. S.Litvin. New TRIZ-Based Tool - Function-Oriented Search. ETRIA Conference TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy.
3. Хотимлянский Ю. Энергетический анализ технических систем. Баку, 1974. –18 с. (рукопись), <http://rus.triz-guide.com/archiv.html> .
4. В.Н.Глазунов Поиск принципов действия в технических системах, т.4-М "Речной транспорт", 1990, 111с
5. Горин Ю.В. Применение физических эффектов и явлений при решении изобретательских задач. - ОЛМИ, 1974
6. Кашкаров А.Г., Вещественно-энергетические преобразования в ТС. Методика построения и анализа моделей./ Диссертация на соискание звания «Мастер ТРИЗ», июль 2009г., <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4257> .
7. А.Г. Кашкаров., Релевантные модели ТС. Алгоритм построения и анализ./Статья. Материалы конференции ТРИЗ-Фест 2009, Санкт-Петербург, июль 2009г., <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4338>

Опыт результативного технологического прогнозирования.

Ретроспективный анализ реального проекта

Аннотация

История прогнозных проектов пока еще физически не может насчитывать много случаев, когда можно было бы, оглянувшись назад, проанализировать результаты конкретного проекта. Тем более интересно использовать одну из таких редких возможностей.

В статье проанализированы некоторые недоработки проекта, весьма успешного в целом, по прогнозированию развития зубных щеток, выполненного 15 лет назад под научно-техническим руководством автора. Этот срок позволяет частично оценить, насколько результаты проекта выдержали проверку временем. При этом раскрывается содержание только тех концепций, которые оказались раскрыты за прошедшие годы в итоге коммерческой или патентной деятельности различных фирм.

Показаны специфические проблемы выполнения прогнозных проектов. Проводится анализ основных причин ошибок при прогнозировании развития технических систем. Указаны основные пути предотвращения этих ошибок. Подчеркивается значение тщательной и методичной работы с патентной информацией.

Ключевые слова: *прогнозирование, разработка концепций, S-кривые развития, анализ ошибок, патентная информация.*

1. О гордиевом узле проблем прогнозных проектов

В разное время был опубликован ряд достаточно глубоких исследований, специально посвященных прогнозированию, например, [1-6] и др. В пределах литературы, изученной автором, можно сделать два вывода: А) накоплен, проанализирован и развит большой объем знаний о развитии систем и потенциальных возможностях его прогнозирования, и Б) упомянутым знаниям в целом не хватает важнейшего элемента, необходимого в практической деятельности - инструментальности. Под инструментальностью автор понимает практичность подходов, которые позволяют **за приемлемое время сформировать достаточно надежные прогнозы** (с упором на "надежность"), отличающиеся от очевидных.

Этот недостаток инструментальности имеет объективные причины, часть из которых сформулирована в [6]. Там показано, что многие проблемы прогнозирования весьма сложны по отдельности. В совокупности же они

формируют гордиев узел, который в реальном режиме времени часто приходится разрубать. Опыт автора показывает, что мечом (инструментом) в данном случае выступает набор различных методических подходов, с одной стороны, и опыта и "искусства" - с другой. Хотя при этом методики являются базой, на долю опыта и "искусства" в условиях обычной нехватки времени, по оценке автора, приходится до 80%. Это близко к соотношению длины эфеса и лезвия меча. На чем основана эта оценка? Специалистов, знающих методику, много. А успешных проектов с неочевидными результатами, подтвержденными временем - мало.

Настоящая статья предназначена для развития обеих частей этого сложного инструмента. При всей значимости опыта и искусства, для их совершенствования необходимо методическое видение. Потому что трудно размахивать мечом без эфеса.

Одна из серьезнейших проблем прогнозных проектов, не отраженных в [6], - необходимость "веерных" информационно-аналитических исследований развития как самой системы, ее области, так и тенденций в ряде других областей. При этом "другие" области включают не только близкие к исследуемой, но и некоторые отдаленные от нее. Основной гордиев узел оказывается обвязан дополнительными. Они попроще, зато их много. Объем информационно-аналитических работ становится очень велик. Выход, на взгляд автора, - в интенсивном использовании современных подходов к работе с информацией, особенно патентной [7, 8, 9].

По мнению автора, для обучения в любой области чрезвычайно полезен критический разбор ошибок. В то же время, при всей глубине и широте опубликованных ранее по этой теме работ, автору не удалось найти материалы, в которых реально выполнявшиеся прогнозные исследования анализировались бы достаточно критично.

Например, один из специфических инструментов прогнозных проектов - анализ развития системы по S-кривой - часто оказывается мало достоверен в

связи с целым рядом проблем. Иногда они оказываются столь сложны для формализации, что попытки решить их строго методически не позволяют прийти к достоверным результатам. Эти проблемы, в основном, связаны с:

- выбором параметров, характеризующих развитие системы,
- определением предела развития системы,
- выбором принципа действия, для которого определяется предел развития,
- совмещением результатов анализа, выполненного для различных параметров и др.

Кроме того, огромное значение для правильного прогнозирования имеет оценка потенциала, волатильности, сегментированности и других характеристик потребительского рынка. Все это накладывает дополнительные требования на результаты проекта и может снижать их надежность.

Многие из специфических трудностей прогнозирования сохраняют свою значимость и влияние, другие постепенно становятся менее значимы. Например, сейчас доступен, по сравнению с ситуацией 15-летней давности, гораздо более мощный информационно-аналитический инструментарий, методики разработаны глубже, и накоплен определенный опыт. Тем не менее, основные причины для ошибок сохраняются. Цель настоящей работы - уменьшить их вероятность.

Материал статьи - результат придиричного анализа реального и, в целом, весьма успешного проекта. Автор старается учиться на собственных ошибках и предоставляет возможность учиться на них же другим.

Мало у кого из специалистов по инновационному проектированию была возможность приобрести подобный опыт.

2. Предмета анализа. Цели и задачи анализируемого проекта.

Настоящая статья разработана как результат отнесенного по времени - на 15 лет - усиленно критического анализа конкретного прогнозного проекта. 15 лет - достаточно существенная часть от нескольких десятков лет, составлявших формальный период прогнозирования по заданию.

Итак, в 1995 году был выполнен проект по прогнозированию развития технической системы "зубная щетка".

Ограничение проекта: из анализа исключались щетки, имеющие чистящие головки обычного вида со щетинками, приводимые в движение электро-механическим приводом. Требовалось дать как краткосрочный, так и долгосрочный (десятки лет) прогнозы развития системы. Количество и качество прогнозных концепций должны были позволить заказчику оценить степень перспективности для него индустриального направления в целом.

В свете этой главной цели заказчика следовало сосредоточиться на решениях и продуктах, имеющих достаточный потенциал рыночного успеха. Наряду с прогнозом уже имевшихся поднаправлений, особый интерес представлял прогноз продуктов с предположительно

- существенным улучшением уровня выполнения главной функции
- новыми функциями, имеющими существенную потребительскую ценность.

На момент выполнения проекта в продаже уже был ряд систем, использующих иные принципы действия по сравнению с обычной щеткой:

- электромеханические щетки
- вибро и ультразвуковые щетки
- водоструйные устройства для ухода за полостью рта.

Кроме того, ряд новых, по сравнению с простой традиционной щеткой, направлений и принципов действия на тот момент уже существовал на уровне, по крайней мере, запатентованных решений, например:

- щетки с ионно-обменными смолами и щетки с электрофоретическим способом внесения лечебных веществ в ротовую полость
- щетки, сочетающая чистку зубов с эффективным массажем
- жевательные щетки
- устройства в виде каппы, надеваемой на зубы, с подачей в каппу чистящего раствора и т.д.
- устройства для обеззараживания щеток при хранении, и др. системы.

3. Кратко о результатах проекта

1. Основной интегральный результат для заказчика заключался в следующем. Было четко, достаточно конкретно показано и доказано, что на столь старом и изъезженном поле технических решений для немеханических зубных щеток впереди гарантированно ожидаются новые решения, способные

- оживить рынок в имеющихся потребительских нишах этого продукта и, более того,
- создать новые потребительские ниши, и, в совокупности,
- вывести развитие немеханических щеток из стадии стагнации на новую ступень S-кривой развития.

Конкретность этого результата была обеспечена:

- анализом биологических основ чистки зубов и соответствия им существующих щеток
- сопряженным с этим анализом явных и скрытых ожиданий потребителя
- анализом тенденций развития системы "зубная щетка"
- концептуальным дизайном новых систем в рамках существующих направлений
- концептуальным дизайном новых направлений и соответствующих систем
- прогностическим * дизайном новых систем для отдаленной перспективы
- научным обоснованием принципиальной работоспособности предлагаемых концепций.

Попутно, заказчик получил краткий анализ соотношения между выполнением сходных функций двумя взаимодействующими системами - зубными щетками и зубными пастами. Был сформирован общий подход к разумному соотношению функций между ними.

2. Что приобрел исполнитель, помимо оплаты?

* под прогностическими концепциями в данной статье понимаются концепции с предположительно отдаленной реализацией в 20-50 лет

Перечисленные реальные результаты, обеспечившие в основном успех проекта, в свою очередь, появились как результат ряда методических и других инноваций. Был значительно расширен практический и теоретический опыт.

Основные достижения исполнителя:

а) методические, например:

- впервые в рамках конкретного проекта с пользой была исследована статистика патентования по отдельности для направлений и поднаправлений. Более того, именно благодаря этому и после этого проекта в практике фирмы появилось понятие бенчмаркинга.
- впервые были разработаны причинно-следственные цепочки до микроуровневых процессов (в дальнейшем это стало постоянной практикой). Это достижение легло в основу новых методических разработок, выразившихся в ряде публикаций
- был успешно использован многокритериальный подход к формированию оценок перспективности концепций.

б) фактические: был сгенерирован ряд направлений, концепций и достигнуты непосредственные цели проекта (см. выше)

в) организационные: наработана технология постепенного наращивания синтетических результатов по мере получения информационно-аналитических результатов, привлечения все большего числа экспертов и др.

г) достигнута бизнес-цель исполнителя.

3. Можно было бы много говорить об успехах, но для исследователя гораздо важнее промахи. Именно им и посвящена данная работа.

Оговорим сразу: здесь не ставилось целью исследование всех возможных ошибок прогнозирования. Цель настоящей работы - выявление некоторых конкретных типов ошибок и их иллюстрация конкретными примерами из "живого" - причем успешного - проекта.

В связи с безусловным и разносторонним успехом, в то время проект казался близким к идеалу по достигнутым результатам. Однако по мере накопления опыта и дальнейшего развития методик, становились видны не только достижения, но и некоторые промахи. Прошедшее время позволило сделать еще и наблюдения за развитием продуктов, представленных на рынке. Кроме того, теперь можно сделать своеобразную "поверку" концепций путем анализа патентной информации за истекший период.

Итак, перейдем к краткому анализу выявленных промахов.

Их можно классифицировать различными способами, например:

- чисто методические - связанные с недостаточной разработкой конкретных методических подходов или с упущениями в их применении.
- промахи "стереотипного восприятия", "предвзятой позиции", недостаточного инженерного анализа.
- связанные с недостаточной информированностью
- связанные с недооценкой потенциала рынка
- связанные с переоценкой требований рынка
- психологические - связанные со стереотипами, а также с эффектом недодумывания без объективных оснований на то [10].

В зависимости от принятой классификации промахов, можно систематизировать их причины и давать рекомендации по их предотвращению. В настоящей работе они рассмотрены с позиции упущений в методологии, непосредственно связанных с "опытом и искусством".

Финальная оценка перспективности направления или концепции выполнялась комплексно, с учетом различных факторов и использованием нескольких критериев. Например, оценка соответствия ЗРТС (законам развития технических систем) проводилась одновременно по различным законам, учитывались результаты предыдущего развития системы, предполагаемые потребительские запросы и др. Многокритериальные оценки позволяют минимизировались ошибки конечных выводов. Поэтому, как правило, допущен-

ные в итоге промахи определялись не одной причиной, а сразу несколькими. В связи с этим некоторые примеры, приведенные ниже, иллюстрируют одновременно несколько причин погрешностей прогноза.

Практика показала, что многокритериальный подход при формировании оценок не всегда спасает от ошибок. Поэтому даже при таком "страховочном" подходе остается весьма актуальным повышение достоверности оценки по каждому из критериев.

4. Анализ ошибок

4.1. ОШИБКИ ПРОГНОЗА, СВЯЗАННЫЕ С НЕПРАВИЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ S-КРИВОЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

Оговорим сразу следующее:

1. Под закономерностями S-кривой развития автор понимает современный взгляд на закономерности неравномерного развития систем, отраженный, помимо [1,2], в ряде современных исследований [4,5,6] и др.
2. При этом в анализе, представленном в данной работе, используются базовые понятия [1,2], развитые ко времени выполнения проекта, - для простоты и краткости рассуждений. По мнению автора, этих понятий было (и остается сейчас) вполне достаточно для предотвращения ошибок, если информационно-аналитическая работа поставлена правильно.

4.1.1. НЕПРАВИЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ НАЧАЛА И ДЛИТЕЛЬНОСТИ 1-ГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ

Это очень интересная и, возможно, нечастая ошибка для прогнозных проектов.

Если удастся выявить систему, находящуюся на 1-м этапе развития, то дальнейший прогноз зависит от оценки времени, которое потребуется для перехода на 2-й этап.

Было выдвинуто направление модификации зубной пасты с использованием различных эффектов, создаваемых зубной щеткой. Цель - придание зубной пасте в момент чистки зубов дополнительных свойств, которых она

по каким-либо причинам была лишена при хранении. При этом под модификацией понималось качественное изменение физико-химических свойств веществ, которые уже имеются в пасте, а не, например, простое добавление дополнительного вещества из щетки.

На момент выполнения проекта автору не были известны подобные идеи. Поэтому предполагалось, что еще не начался даже первый этап.

Поэтому, по совокупности различных факторов, активное развитие данного направления было отнесено к дальнему прогнозу - около 20 лет. Однако при подготовке данной статьи автору удалось обнаружить, что уже в то время велись разработки, соответствующие этому направлению. В частности, в 1997 г. был опубликован патент США US5658148 с приоритетом от апреля 1995 г (Рис.1). К 2003 г. и позже был опубликован уже ряд патентов, относящихся к данному направлению. Совокупный анализ коммерческой и патентной информации показывает, что, например, фирмы Orosience Inc. (<http://www.oroscience.com/home.html>), Biolitec AG (www.biolitec.com) и CeramOptic GmbH (<http://www.ceramoptec.de>) уже нацелены на соответствующие продукты. Это - подтверждение правильности прогноза в целом. Однако, придерживаясь придирчиво критической позиции, автор считает это ошибкой во времени его исполнения.

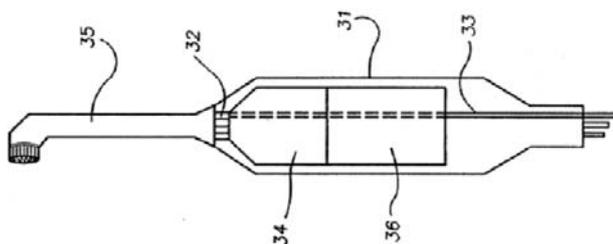


Рис. 1. Щетка для домашнего использования с полупроводниковым лазером (32) для активации специальной зубной пасты по патенту США US5658148

Причина этой ошибки в оценке сроков реализации - **недостаточное исследование предыстории разработок**, так или иначе предварявших появление рассматриваемой концепции. Например, если бы при выполнении проек-

та имелась возможность подробного исследования развития патентных решений, то было бы обнаружено, что некоторые из них уже приближались к данному направлению. Тогда прогноз времени был бы более точное.

Сейчас, благодаря коммерческим патентным базам с их продвинутым поисково-аналитическим сервисом, такие возможности появились.

4.1.2. НЕПРАВИЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕНИ ОКОНЧАНИЯ 2-ГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ (МЕСТА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ (ТС) НА S-КРИВОЙ НА 2-М ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ)

Среди основных отличительных черт 2-го этапа развития, особенно после прохождения его середины, - многообразие оптимизационных вариаций системы.

К моменту выполнения проекта уже имелось большое количество технических решений, посвященных сравнительно небольшим усовершенствованиям рабочей головки, щетинок, их наклона и взаимного расположения и т.д., повышающих качество чистки, но не способных повысить его значительно.

Это множество решений условно можно было объединить в направление конструктивного усовершенствования стандартной зубной щетки. Подобные технические решения уже были широко представлены не только в патентах, но и на рынке.

Данное направление было отнесено к периоду перехода на 3-й этап S-кривой. Было также сочтено, что, вследствие незначительных различий по главному параметру - эффективности чистки, оно не могло иметь серьезного рыночного развития в будущем. Поэтому мы не стали тратить много сил на его проработку, сочтя это малоперспективным как технически, в смысле повышения эффективности чистки, так и коммерчески.

Прошло 15 лет, а упомянутое многообразие конструкций увеличилось, присутствует на рынке и успешно продается. Ошибка была **в недооценке общего потенциала рынка и недооценке его сегментирования**. Как показало время, при соответствующей рекламе рынок оказался в состоянии по-

глохнуть все это многообразие небольших усовершенствований и успешно поглощает до сих пор. Переход на 3-й этап оказался отодвинут.

Одна из основных методологических ошибок - недооценка потенциала рынка. При его высоком уровне и способности поглотить большое количество оптимизационных решений переход системы на 3-й этап отодвигается.

Впрочем, данная ошибка не имела большого значения по сути. Заказчика интересовали перспективы, прежде всего, нетрадиционных направлений.

4.1.3. НЕПРАВИЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА (ПРЕДЕЛА) ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ.

Данная ошибка внешне выражается сходно с предыдущей - в неверном прогнозе перехода системы на 3-й этап. Однако суть ее другая. Как совершенно верно указано в [6], правильная оценка пределов развития чрезвычайно сложна и часто объективно невозможна. Однако можно искать выход в использовании качественных оценок, качественных отношений.

Пример: жевательные зубные щетки. Прогнозировалось, что высокоэффективные одноразовые жевательные щетки, имеющие внешние конструктивные характеристики, близкие к жевательным резинкам (Рис.2), достаточно быстро и широко выйдут на рынок. С тех пор время от времени в печати появлялись сообщения о подобных щетках. Однако прогноз для рынка не сбывся.

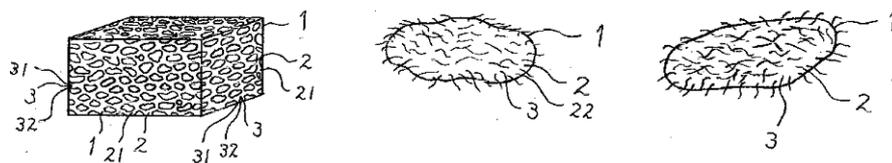


Рис.2. Жевательные щетки по заявке Японии JP2000072637 (2 - водонерастворимые волокна или губка, 3 - чистящая композиция)

При этом, в отличие от жевательных ЗЩ, появились и заняли рыночную нишу жевательные резинки с чистящим эффектом. Появление таких продук-

тов тоже прогнозировалось, однако они выходили за рамки целей и ограничений проекта.

В чем причина ошибки прогноза? Прежде всего, **оценка предела развития проводилась без достаточного учета биологических ограничений в совокупности с ограничениями безопасности** (фактор надсистемы следующего уровня иерархии - организма). Здесь сыграл свою роль избыточный оптимизм. Эффективность таких устройств в решении комплекса проблем была переоценена, а влияние индивидуальных различий людей на эффективность чистки было недооценено. Была недооценена совокупность проблем таких щеток: вероятно, сочетание требований к безопасности и гигиеничности снизили реальный предел развития эффективности таких щеток.

Другая причина этого промаха - излишнее увлечение отдельными инструментами ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) (см. разд.4.2.1) в ущерб другим.

Поэтому прогнозировавшийся широкий выход этих направлений на рынок за прошедшее время не сбылся и, возможно, не состоится.

Общие рекомендации по группе ошибок, связанных с неправильным использованием S-кривых:

- изучать работы по использованию S-кривых развития систем в инновационном проектировании [1,2,4,5,6] и др.
- уделять большее внимание полноте и глубине информационно-аналитических исследований
- использовать современный информационно-аналитический инструментарий - информационные базы, особенно коммерческие патентные.
- преодолевать собственные стереотипы.

4.2. ОШИБКИ ЛОКАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОТДЕЛЬНО ВЗЯТЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ

4.2.1. НЕКРИТИЧНОЕ СТРЕМЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ РЕСУРСЫ.

Пример 1. Хорошей иллюстрацией этой причины, наложившейся на триз-стереотипы, служат те же жевательные щетки (разд.4.1.3). Вероятно, недооценка их принципиальных недостатков была следствием некритичного анализа привлекательной идеи использования ресурса надсистемы (НС) - жевательных движений челюстей.

Фактически, пока нет оснований говорить об ошибочном прогнозе направления в целом. Но ошибка была в сроках - прошло 15 лет, а таких щеток все еще нет в широком пользовании. Кроме того, не был сделан вывод, что для коммерчески успешной реализации этого направления нужны прорывные решения прогнозных противоречий (см. разд.4.2.5).

Пример 2. Также прогнозировалось успешное развитие щеток, использующих другой ресурс надсистемы - напор воды в кране. В данном случае тоже прослеживается излишнее увлечение ресурсами. Подробнее об этом прогнозе сказано в разд.4.4.2

Рекомендации: глубже изучать суть методов ТРИЗ; уходить от так называемых триз-стереотипов; глубже изучать предысторию направления.

4.2.2. ИЗЛИШНЕЕ СТРЕМЛЕНИЕ К ИДЕАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТА (СТРЕМЛЕНИЕ К "НАИЛУЧШЕМУ" РЕШЕНИЮ).

Посмотрим, как в поисках широкой дороги в лесу можно не заметить удобную тропинку. Было спрогнозировано появление направления "умных" щеток, которые будут контролировать не только такие простые вещи как время чистки. В частности, была предложена концепция щетки, способной определять правильное окончание времени чистки по оценке суммарного механического воздействия на зубы. Соответствующее решение оказалось опубликовано только в 2007 году (заявка Японии JP2007325806 Oral cavity sanitary unit).

Однако мы при этом были упущены более простые, но востребованные рынком решения. Это, например, сигнализация о текущем превышении порога механического воздействия на зубы.

Как показали последние информационные исследования, такие разработки уже велись во время выполнения нашего проекта. За истекшее время было подано довольно много соответствующих заявок и получено патентов. Приведем только последние из них: JP2008012232A2 Toothbrush pressure measuring holder (2008), JP2008006282 (2008, Johnson & Johnson Consumer Co Inc), US20070136964 Multimedia toothbrush (2007), JP2006000361 Toothbrush for learning, and toothbrushing learning device (2006), US7383603 Flexible neck toothbrush (2006), US6412137 Pressure sensitive brush (2002). Этот список можно продолжить. Основная цель одна и та же: предотвращение избыточного абразивного износа зубов и щетинок при чистке. Такая сильная активность уже реализовалась в большом количестве продуктов. Например, не трудно найти в Интернет предложение 34 наименований зубных щеток с тензодатчиками (<http://www.twenga.co.uk/dir-Health-Beauty,Facial-hygiene,Electric-toothbrushes-0186671>, Pressure Sensor Electric toothbrushes)

Таким образом, предлагая сразу более продвинутую концепцию, мы упустили коммерчески более перспективное предложение, хотя и находящееся дальше от "наилучшего".

В процессе продвижения решения к "лучшему" **существует оптимальная точка**, дальше которой не следует двигаться по причинам, обычно связанным со стоимостью, побочными эффектами или потребительскими ограничениями (безопасностью, экологией и др.). С методической точки зрения, можно использовать критерий идеальности системы. Однако его трудно формализовать и использовать на практике. Вместо этого можно усиливать инженерный анализ системы.

Рекомендации: при стремлении к "наилучшему" будущему решению - не пропускать экономически оптимальные варианты.

4.2.3. ИЗБЫТОЧНОЕ РАЗВЕРТЫВАНИЕ - ПЕРЕГРУЗКА ПОДСИСТЕМАМИ

Устройства для чистки зубов струей воды, содержащей воздушные пузырьки, в выводах проекта были указаны как перспективное направление. Причина такой оценки - привлекательность газированной воды как "рабочего тела", соответствие законам развития технических систем.

Однако, если бы анализ данного направления был выполнен достаточно критично, можно было бы прийти к выводу о неизбежной перегрузке такой системы подсистемами. Тут и подача воды, и подача газа, и сложная конструкция рабочей головки и/или щетинок.... Усовершенствования в этом направлении продолжают до сих пор, например, WO2007118373A1 A bubble toothbrush (2007), однако коммерческое приложение может быть только весьма ограниченным. В данном случае имела место ошибка прогнозирования, связанная с **некритичным отношением к избыточному разворачиванию системы.**

Рекомендация. Следует глубже изучать суть методов ТРИЗ и, главное, практику построения реальных систем. В подобных случаях, прежде всего, следует ставить прогнозную задачу на упрощение конструкции путем свертывания подсистем. Если возможность решения этой задачи не просматривается, рекомендуется подумать об отказе от такой прогнозной концепции.

4.2.4. НЕДОСТАТОЧНАЯ РАБОТА С ЭФФЕКТАМИ: ПРОПУСК/ПОТЕРЯ КОНЦЕПЦИЙ ИЛИ ИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ДОСТОИНСТВ

Было предсказано появление направления индикации качества чистки с помощью зубной щетки и предложили по крайней мере два варианта его реализации. Однако, была упущена по меньшей мере еще одна концепция: индикация зубного налета с использованием оптических сенсоров. За истекшее время нашлись разработчики, не прошедшие мимо этой идеи: например, см. патент США US5894620 , Electric toothbrush with means for locating dental plaque, 1999-04-20. Таким образом, была упущена достаточно очевидная концепция в рамках правильно предсказанного направления.

Этот промах автор также считает методическим.

Рекомендация: не забывать о тщательной работе с физическими, химическими и другими эффектами; обратить внимание на работы по системному использованию патентной информации [7, 8, 9].

Здесь также следует упомянуть работу [11], которая не направлена специально на патентную информацию, но по постановке проблем сходна с [7, 8, 9].

4.2.5. НЕВНИМАНИЕ К КЛЮЧЕВЫМ ПРОГНОЗНЫМ ПРОТИВОРЕЧИЯМ (ИЗЛИШНИЙ ОПТИМИЗМ)

Для некоторых концепций были видны существенные проблемы, связанные с прогнозными противоречиями. Но времени на поиск решений для них было мало. Поэтому иногда использовалось право оставить такие противоречия на будущее как постановку вторичных задач. Ведь в рамках прогнозного проекта невозможно решить все проблемы. Очевидно, что, с одной стороны, излишний оптимизм чреват ошибками. Однако ясно также, что все-таки есть возможность оценить степень его оправданности.

Например, для жевательных зубных щеток следовало сформулировать противоречия, связанные с тем, что сочетание требований к безопасности и гигиеничности должно снизить реальный предел развития их эффективности (см. разд.4.1.3). Возможность решения соответствующих вторичных задач была оценена оптимистично. Оправданно ли? Они имели высокую значимость. При этом путь их решения не просматривался.

Проведенный автором анализ патентных документов показывает, что решение "вторичных" проблем в данном случае выливается в серьезное усложнение конструкции, а в простых конструкциях проблема эффективности все-таки не решается. Не случайно, несмотря на долгую патентную историю жевательных щеток, почти единственный продукт этого направления на рынке - жевательная "щетка" для детей (например, Biodegradable 'Chewing' Toothbrush <http://www.gogreen.cellande.co.uk/shop/products/toothbrush/toothbrush.htm>, Рис.3).



Рис.3. Жевательная "щетка" для детей

Таким образом, прогноз пока не исполнился и вряд ли исполнится.

Рекомендации:

- преодолевать собственные "оптимистичные" стереотипы;
- если вторичная задача достаточно значима, и при этом нет уверенности в решении, лучше соответствующую концепцию не помещать среди перспективных или снабдить соответствующим примечанием.

4.3. НЕДОСТАТОЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ И УРОВНЯ ТЕХНИКИ

При выполнении прогнозных проектов следует исследовать уровень техники и существующие тенденции для:

- отрасли непосредственного интереса (в нашем случае это - домашняя чистка зубов)
- смежных и альтернативных отраслей (например, другие виды ухода за ротовой полостью, стоматология, отбеливание зубов, жевательные резинки, зубные пасты)
- близких надсистемных областей (например, медицина, пищевая индустрия)
- отраслей, сходных по характерным признакам, в которых могут наблюдаться параллельные линии эволюции [12] (чистящие устройства различного назначения, массажеры).

Из-за этого информационно-аналитические исследования приобретают большой объем [3].

4.3.1. ОШИБКИ ИССЛЕДОВАНИЙ УРОВНЯ ТЕХНИКИ И ТЕНДЕНЦИЙ В ОТРАСЛИ (НЕДООЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНИКИ).

Очевидно, базой любого прогноза является достигнутый уровень техники (термин, хорошо знакомый патентоведам) и уже сформировавшиеся тенденции в отрасли.

Поэтому необходимо анализировать возможность "веерного" развития систем в различных направлениях. Иногда - также и подсистем, и надсистемы. Поэтому и уровень техники приходится определять сразу для многих направлений. В этом - одна из специфических сложностей прогнозных проектов. Объем информационно-аналитических работ очень велик.

В проекте вначале была проанализирована доступная информация, выявлены тенденции и определен их характер. При этом была допущена поисковая ошибка: упущено существование патентов на устройства для чистки зубов струей воды, содержащей воздушные пузырьки (газированной водой). Дополнительное исследование, проведенное при работе над данной статьей, показало, что к тому времени уже существовали подобные решения. Это, например, патент США US4903688 Tooth cleaning tooth brush and system (публ. 1990). Мы предложили это направление, не зная, что оно уже фактически существует. Более того, это направление было причислено к перспективным; при этом была совершена дополнительная ошибка, рассмотренная в разд.4.2.3.

Такие упущения связаны с проблемами поиска и обработки огромного количества информации при отсутствии времени для перепроверок. С современной точки зрения, в этом выразилось отсутствие доступного информационно-аналитического инструментария.

Рекомендации. Во-первых, всегда следует, по возможности, перепроверять полноту базовой информации об уровне техники - фундамента, на котором строится все "здание" проекта.

Во-вторых, необходимо заботиться об инструментальном обеспечении такой возможности. Это решается теми же средствами, которые были реко-

мендованы ранее. Даже если есть доступ к хорошим коммерческим отчетам, следует проводить собственные исследования с использованием коммерческих баз патентной информации. Они предоставляют эффективный набор поисковых и аналитических опций и позволяют аналитику получать результаты, которых нет и не может быть в обзорах и маркетинговых отчетах. Это, например, базы Questel [13], Delphion [14], STN [15] и др. Среди них, по нашему мнению, выделяется сервис патентной информации от фирмы Questel (www.questel.com). Он обеспечивает все методические возможности для выполнения информационно-аналитических исследований, необходимых для прогнозных проектов, с высокими полнотой, качеством и производительностью.

В-третьих: следует обратить внимание на опубликованные работы по системному использованию патентной информации [7, 8, 9] и учиться ее грамотному использованию.

4.3.2. НЕДОСТАТОЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ В СМЕЖНЫХ, СХОДНЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ ИЛИ НЕДОСТАТОЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТИХ ТЕНДЕНЦИЙ

Имеется тонкая грань между недостаточным исследованием тенденций, с одной стороны, и, с другой стороны, неприменением полученных знаний для генерации прогнозных направлений и концепций. Однако в данной работе автор не будет разделять эти два вида промахов. Важность же полноты таких исследований будет проиллюстрирована на примере.

Во время выполнения проекта уже развивалась индустрия систем для домашнего отбеливания зубов. Это поле должно было бы быть выявлено в ходе информационно-аналитических исследований, но этого не произошло. И приходится признать серьезной методологической ошибкой тот факт, что оно осталось за рамками внимания.

Поэтому прежде всего автор считает серьезным упущением проекта отсутствие концепций с упором на отбеливающее действие. История показывает, что другие исследователи не прошли мимо, хотя, на взгляд автора, боль-

ших достижений тут пока не видно. Тем не менее, если бы мы в то время знали о домашнем отбеливании зубов, то по крайней мере прогнозировали бы появление отбеливающих щеток.

Нехватку технического кругозора в данном конкретном случае можно было бы скомпенсировать за счет системного исследования надсистемы - индустрии ухода за ротовой полостью. В то время это не удалось выполнить в полной мере.

Рекомендация: уделять должное внимание информационно-аналитическим исследованиям, особенно надсистемы; обратить внимание на работы по системному использованию патентной информации [7, 8, 9] и учиться ее грамотному использованию.

4.3.3. НЕДОСТАТОЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ И ТЕНДЕНЦИЙ В БОЛЕЕ ОТДАЛЕННЫХ ОБЛАСТЯХ, ВКЛЮЧАЯ ОБЛАСТИ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИЕЙ СИСТЕМ.

При разработке прогноза использовались различные подходы. В числе прочего, анализировались перспективы в свете направлений и тенденций, выявленных в различных областях.

В частности, были выдвинуты концептуальные направления синтеза щеток с устройствами диагностики качества чистки, контроля правильности движений при чистке (см. разд.4.2.2), лечебного воздействия как на ротовую полость, так и на другие подсистемы организма, и др. Все эти направления за истекшее время оказались так или иначе отражены в новых разработках (см., например, заявки и патенты US20070111166, JP09192148, EP1174055, EP1700611, JP2005241335, US7328706, JP2006061486, US20060183071).

При этом, с высоты сегодняшнего опыта, выглядит конфузом то, что не было выдвинуто направление щеток с функциями *медицинской* диагностики состояния органов, причем не только ротовой полости. В последние годы это направление начало развиваться (WO06071332, US20040049123 и др.).

В чем причина ошибок, рассмотренных в пп.4.3.2 и 4.3.3? Не был проведен достаточно систематический анализ **научной и технологической надсистемы**. Возможно, кому-то последняя из рассмотренных ошибок покажется тривиальной, которую он никогда не сделает... К сожалению, даже такие "очевидные" ошибки повторяются.

Как их предотвратить? Следует изыскивать ресурсы для проведения исследований тенденций в различных областях. Сильным ресурс, например, - методика проблемно-ориентированного поиска по действию APOS (action and problem oriented search) [7, 8, 9] и близкая к ней методика функционально ориентированного поиска (ФОС) [11] при использовании мощного поискового и аналитического инструментария, который предоставляют коммерческие базы данных.

4.4. НЕДООЦЕНКА (НЕДОРАБОТКА) РЫНОЧНЫХ АСПЕКТОВ ПРЕДЛАГАЕМЫХ КОНЦЕПЦИЙ

4.4.1. УПУЩЕНИЕ РЫНОЧНЫХ ДОСТОИНСТВ, ВКЛЮЧАЯ ВЫХОДЫ В СЕГМЕНТЫ ДРУГИХ РЫНКОВ

Как правило, эти промахи имеют вторичную природу. Это - упущения рыночных достоинств, связанных с одним из технических аспектов концепции. Невнимание к второстепенной технической возможности может привести, при оценке перспектив, к потенциальной потере дополнительной рыночной ниши.

Например, была выдвинута концепция системы из эластичного полимера, охватывающей целиком один или оба зубных ряда, с возможностью ее перемещения, за счет чего осуществляется чистка. Эффективность чистки такой системой невелика, поэтому она не получила самый высокий ранг в оценках перспективности. Однако была упущена возможность отдельного применения такой системы для доставки лекарств и не сделан вывод, что подобное устройство имеет собственную рыночную нишу. Появившиеся впоследствии патенты, например, US5993413 Intraoral administration device

and system (1999), рис.4, и US7328706 Therapeutic and protective dental device useful as an intra-oral delivery system (2008) подтверждают это.

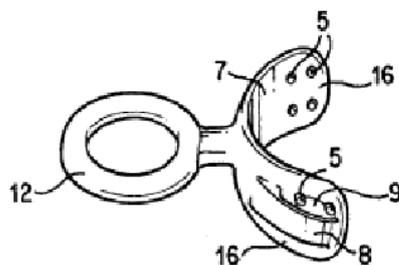


Рис.4. US5993413 Intraoral administration device and system. (9) - область размещения лекарственного агента

Это - пример того, как, казалось бы, небольшое техническое упущение в анализе выдвинутой прогнозной концепции резко снижает оценку ее рыночных перспектив. В данном случае надо было прогнозировать не столько средство для чистки зубов, сколько систему доставки лекарств в ротовую полость.

Как можно было вовремя заметить эту возможность? Методы все те же: систематическое исследование близких и отдаленных, альтернативных и сходных областей; анализ параллельных линий развития. Рекомендуемый автором подходы - методология APOS и ФОС с использованием патентных баз; метод параллельных эволюций.

4.4.2. НЕДООЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ НЕДОСТАТКОВ

Несколько видов устройств для чистки зубов, использующих напор воды в кране и упоминавшихся в разд.4.4.2, сейчас представлены на рынке. Например, продаются устройства для чистки зубов струей воды (рис.5, <http://www.teethjet.co.nz/2452.html>). Поэтому нельзя сказать, что этот прогноз был полной ошибкой. Однако предполагавшегося серьезного рыночного успеха не наблюдается. Это интересный пример того, что несомненные рыночные достоинства направления не смогли намного перевесить некоторые рыночные же недостатки.



Рис.5. Пример коммерческого продукта для чистки зубов струей воды

Основные результаты и рекомендации

1. Объемный прогнозный проект, признанный заказчиком успешным и достигшим всех поставленных целей, проанализирован на предмет недоработок и ошибок с точки зрения прошедшего длительного периода времени.
2. Выявлен ряд конкретных методических и других ошибок. Определены их причины. Даны рекомендации по предотвращению подобных ошибок.
3. Иногда концепции, первоначально отнесенные к долгосрочному прогнозу, оказываются реализованы уже через несколько лет. Внедрение новых технологий идет очень быстро. Но это тоже можно предвидеть.
4. Основные обобщенные рекомендации следующие.

4.1. Методические рекомендации:

- преодолевать так называемые триз-стереотипы, глубже изучать суть методов ТРИЗ
- тщательно работать с физическими, химическими и другими эффектами;
- если прогнозируемая система существенно сложнее, чем исходная, - ставить прогнозную задачу на ее упрощение путем свертывания подсистем. Если возможность решения этой задачи не просматривается, - подумать об отказе от такой концепции
- если вторичная задача достаточно значима, и при этом нет уверенности в решении, подумать об отказе от такой концепции или снабдить соответствующим примечанием.
- при стремлении к "наилучшему" будущему решению - не пропускать экономически оптимальные варианты

- применять методику параллельных линий эволюции
- применять методы ФОС и APOS
- повысить самокритику, даже если прогнозный характер проекта формально позволяет снизить требования к степени проработки концепций. Проводить более тщательный инженерный анализ концепций
- в реальной работе - модифицировать методику с учетом особенностей конкретного проекта.

4.2. Психологические рекомендации

- преодолевать собственные стереотипы, как "пессимистические", так и "оптимистические". Изучать научно-технические новости.
- шире использовать для этого обсуждения и другие методы.

4.3. Рекомендации по информационно-аналитическому обеспечению:

- тщательнее исследовать предысторию разработок
- перепроверять полноту базовой информации об уровне техники
- учитывать и тщательнее исследовать потенциал рынка
- использовать современный информационно-аналитический инструментарий - информационные базы, особенно коммерческие патентные
- учиться эффективно работать с ними
- обратить внимание на работы по системному использованию патентной информации.

Заключение

Ограничения настоящей статьи не позволили изложить все наблюдения и примеры, которые автор почерпнул из анализа проекта. Кроме того, вероятно, серьезный интерес мог бы представить анализ успешных прогнозов. Но тогда объем статьи вырос бы в разы.

Небольшое дополнение по последнему пункту предыдущего раздела.

Как показано в [9], системная работа с патентной информацией сама по себе способна обеспечить решение практически всех проблем инновационных проектов любого типа. Для прогнозных же проектов она особенно важна по ряду причин.

1. Серьезнейшая проблема прогнозных проектов - необходимость всеохватных информационно аналитических исследований:

- рассматриваемой системы

- ее подсистем

- ее надсистемы

2. Другая серьезная проблема - необходимость исследования уровня техники и тенденций развития в ряде отраслей:

- в отрасли непосредственного интереса (в нашем случае это - домашняя чистка зубов)

- в смежных и альтернативных отраслях (например, другие виды ухода за ротовой полостью, стоматология, отбеливание зубов, жевательные резинки, зубные пасты)

- в близких надсистемных областях (например, медицина, пищевая индустрия)

- в отраслях, сходных по характерным признакам, в которых могут наблюдаться параллельные линии эволюции.

Все вместе это можно назвать 3D-веером исследований, или даже многомерным веером. Системный анализ патентной информации - эффективный методический подход для этого. Из известных автору патентных сервисов в настоящее время, по его мнению, наиболее эффективен для проведения таких исследований сервис фирмы Questel [13].

В частности, при подготовке данной статьи автору пришлось сделать целый цикл экспресс-исследований патентной информации. Сервис Questel [13] показал при этом высокую эффективность.

И последнее. Найдется читатель, который спросит: как мог быть успешен проект с таким количеством недоработок? Ответ: во первых, показанные упущения выявлены строгим анализом много лет спустя. При менее строгом подходе эти упущения даже сейчас могут не выглядеть ошибками. Но тогда было бы труднее учиться. Во вторых, концептуальных удач в этом проекте в целом было многократно больше, а их значение - неизмеримо выше, чем показанных здесь недостатков. Есть и в-третьих, и в-четвертых...

Автор считает необходимым выразить благодарность С.С.Литвину за методическое руководство при выполнении проекта и А.Г.Кашкарову за действительное участие в его выполнении.

Литература

1. А. Любомирский, С. Литвин. Законы развития технических систем <http://www.metodolog.ru/00767/00767.html>
2. Дж. Мартино. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, 1977 (Перевод с английского JOSEPH P. MARTINO. Technological Forecasting for Decisionmaking. NEW YORK. 1972)
3. Аксельрод Б.М., Литвин С.С. Основные различия методик выполнения консультационных проектов по прогнозированию и по модернизации ТС // Научно-практическая конференция по применению ТРИЗ в системах искусственного интеллекта. Минск, IMCorp, 1996, январь.
4. Н.Б.Фейгенсон. S-кривая - некоторые особенности третьего этапа развития систем // Журнал ТРИЗ, №1(14), 2005, сс.55-59.
5. А. Кынин, В. Леняшин, Н.Фейгенсон. Развитие технических систем. 2008. <http://www.metodolog.ru/01488/01488.html>
6. А.В.Ефимов. Анализ развития по S кривой: цели и основные приемы. 2008, <http://www.metodolog.ru/01507/01507.html>
7. V.Axelrod. New search and problem-solving TRIZ tool: Methodology For Action & Problem Oriented Search (APOS) Based On The Analysis Of Patent Documents // TRIZ Future 2005. Graz, Austria. 2005, November 16-18. University of Leoben. pp.325-345.
8. Б.М.Аксельрод. Проблемно-ориентированный поиск по действию с использованием патентных баз данных: новый поисково-решательный инструмент // Конференция МАТРИЗ TRIZfest-2006, С-Петербург, Россия, 13-20 октября 2006 г. с.409-417, <http://www.matriz.ru/file.php/id/f5452/name/06-works-05.pdf>
9. Б.М.Аксельрод. Проблемно-ориентированный поиск по действию: системное применение в инновационных проектах. Диссертация на соискание ква-

- лификации Мастер ТРИЗ. 2008. http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f4067/name/Axelrod_Master_Disser_2008_final.doc
10. Аксельрод Б.М., Аксельрод С.И. Психологические аспекты максимальной реализации творческого потенциала // Журнал ТРИЗ, 1995, N.1., С.94-99.
 11. S.Litvin. New Triz-Based Tool — Function-Oriented Search // ETRIA World Conference: TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy.
 12. S.Litvin, M.Gershman, Parallel Evolutionary Lines Application for Technology Forecast // Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Вып.3, СПб., 2010. – 280с.
 13. Questel homepage <http://www.questel.com>
 14. Delphion homepage <http://www.delphion.com>
 15. STN homepage http://www.stn-international.de/stn_home.html

Система прогнозирования новых научных представлений.

Аннотация

Есть три вида прогнозирования, отличающиеся друг от друга. Это линейное, классификационное и нелинейное прогнозирование. Линейное развитие тенденций, возникших в уже существующей, общепринятой парадигме и расширение их практического применения. Классификационное прогнозирует объекты и явления, которые могут быть обнаружены, исходя из классификационной парадигмы. Нелинейное прогнозирует новые парадигмы и задачи, которые в них возникнут. Природа и методы этих видов прогнозирования тоже различны.

Для линейного прогнозирования достаточно использовать две типовые процедуры.

Для нелинейного прогнозирования нужно использовать схему развития научных представлений и процедуры талантливости мышления.

Кроме примеров, иллюстрирующих указанные методы, приведены четыре нелинейных прогноза, сделанные автором.

Система прогнозирования новых научных представлений.

Говоря о прогнозировании, обычно объединяют два совершенно разных явления: ближнее или **линейное** прогнозирование и дальнее, **нелинейное**. Между тем эти механизмы имеют совершенно разную природу, разные механизмы и разные последствия. Линейное прогнозирование просто продолжает уже существующее, а нелинейное предсказывает принципиальные изменения существующего.

Поскольку линейное прогнозирование воспринимается намного проще нелинейного, последнее нередко вообще исключают из рассмотрения. Например, евразийский международный научно-аналитический журнал «Проблемы современной экономики» N 1(29) определяет прогнозирование как «научное исследование возможных, ожидаемых перспектив какого-либо яв-

ления, события» [1]. Прогнозирование самих явлений и событий из определения *a priori* исключено.

Линейное прогнозирование.

Это самый примитивный, поэтому самый распространенный вид прогнозирования. Он заключается в прямом мысленном продолжении уже существующих, общепринятых тенденций. Такое прогнозирование не требует специальных механизмов. Наблюдается два варианта линейного прогнозирования:

- прямая экстраполяция развитых тенденций.

Пример 1: (*прогноз развития медицины*) Профессор Брюс Лан из Университета Чикаго прогнозирует производство «неограниченного количества органов для пересадки». Профессор Эллен Хебер-Катц из Института Вистар в Филадельфии предсказывает массовую регенерацию человеческих органов с помощью «регенерационной таблетки». Профессор Ричард Миллер из Университета Мичигана прогнозирует увеличение продолжительности жизни людей [2].

Как видно из примера, на самом деле это прогноз не развития медицины как науки, а практического применения уже известных результатов.

- прогноз заполнения «белых пятен» в рамках известной и общепризнанной парадигмы

Пример 2: Стивен Хокинг и ряд других физиков прогнозируют скорое создание «квантовой теории гравитации». Их смущает то, что гравитационное поле остается единственным, которое не описывается квантовыми моделями. Но поскольку остальные три физических поля квантуются, предполагается квантуемость и гравитации [3, С.70].

Линейное прогнозирование может иметь как качественную, так и количественную форму. Отличий между ними в подходе нет.

Особенностью линейного прогнозирования является то, что оно оправдывается только на очень коротких временных интервалах, причем, чем дольше существует исходная парадигма, тем меньше эти интервалы. А учитывая общее ускорение смены представлений, можно сказать, что линейное прогнозирование в общенаучном масштабе себя уже не оправдывает.

Пример 3: В 1890 г. Агния Клерк в книге о развитии астрономии в XIX веке писала: «Вопрос о том, являются ли туманности внешними галактиками, вряд ли заслуживает теперь обсуждения. Прогресс исследований ответил на него. Можно с уверенностью сказать, что ни один компетентный мыслитель перед лицом существующих фактов не будет утверждать, что хотя бы одна туманность может быть звездной системой, сравнимой по размерам с Млечным Путем» [4, С.105]. Однако уже в 1924 г. Эдвин Хаббл показал, что целый ряд туманностей, аналогичных нашей Галактике, находится далеко за пределами Млечного пути [4, С.111-114].

Классификационное прогнозирование

Это промежуточный вариант между линейным и нелинейным прогнозированиями. С одной стороны, это прогнозирование новых объектов и явлений, с другой стороны прогноз осуществляется в рамках уже известной классификации.

Пример 4: Разрабатывая теорию фазовых переходов, Клаузиус предсказал существование испарения с твердого тела (минуя жидкую фазу) [5, С.161].

Если мысленно составить табличку фазовых переходов, то переходы твердое – жидкое (и обратно) и жидкое – газообразное (и обратно) в ней уже есть. Клетки твердое – газообразное (и обратно) оказываются незаполненными. Можно спрогнозировать существование этих явлений.

Нелинейное прогнозирование

Это прогнозирование замены парадигм или базовых элементов парадигмы. Прогноз сложный, в условиях метода проб и ошибок считается ненадежным, поэтому в среде «нормальной» науки к нему относятся с опаской. Нелинейное прогнозирование имеет только качественную форму.

Нужно заметить, что механизмами нелинейного прогнозирования до сих пор по разным причинам всерьез никто не занимался. Поэтому представленные ниже процедуры неизбежно несут на себе печать ретроспективности. Чтобы проверить, обладают ли эти процедуры прогностичностью, для некоторых из них будут приведены прогнозы. Время покажет, реализуются они или нет.

– замена аналогии

Пример 5: В XVII в. Николай Лемери химическое взаимодействие веществ объяснял взаимодействием колючих и пористых атомов. После признания теории Ньютона химики (Бойль, Бертолле и др.) объясняли химическое взаимодействие притяжением атомов. После работ А.Вольты и Г.Дэви появилась гипотеза И.Берцелиуса об электрических зарядах молекул, как причине химического взаимодействия [6, С. 24].

Один из способов замены – это перенос аналогии в другую область.

Пример 6: В 1913 г. физхимик Макс Боденштейн для реакции водорода с хлором предложил новую аналогию – цепная реакция. Через 20 лет эта аналогия была перенесена в ядерную физику [7, С.84-85].

Пример 7: В 1925 г. группа Ю.Харитона для реакции горения фосфора в кислороде предложила еще одну аналогию – разветвленная цепная реакция. Через 10 лет и эта аналогия перешла в ядерную физику [6, С. 67-71].

– прямое применение процедур талантливости мышления (ТМ).

На сегодня известно полтора десятка таких процедур. Часть из них приведена в статье: [8, С.150-158]. Для экономии места приведу пример использования только одной процедуры – выделение минимальной модели исследуемого объекта/явления.

Пример 8: Переход от разрозненных наблюдений и случайных результатов к действительно научному изучению в химии начался после идеи Лавуазье о том, что минимальная модель химического вещества – это химический элемент [9, С.37].

Пример 9: В кристаллографии то же самое началось с идеи Аюи о минимальном кристалле [6, С.127-131].

Прогноз 1: Есть целый ряд эмпирических «наук», в которых объект изучения не определен и минимальная модель не построена.

В частности, медицину определяют как «область науки и практическая деятельность, направленные на сохранение и укрепление здоровья людей, предупреждение и лечение болезней» [10, С.789]. Однако непротиворечивого определения понятий «здоровье» и «болезнь» не существует. Поэтому в ме-

дицине господствуют эмпирические, статистические а нередко и просто умозрительные модели. Четкое представление о том, что такое элементарное здоровое состояние и минимальное патологическое отклонение от него выведет медицину на уровень настоящей науки.

Аналогичная ситуация в психологии, в педагогике и ряде других наук. Нет представления, что такое минимальное педагогическое воздействие и минимальное педагогическое изменение.

Следовательно, можно с уверенностью прогнозировать, что прорывы в этих областях будут связаны с определением минимальной модели.

- решение проблем, связанных с нестыковками внутри модели и между моделями

Пример 10: Теория Ньютона инвариантна, если всей системе придается любая постоянная скорость. В теории же Максвелла выделена особая скорость – скорость света. Попытка состыковать инвариантности привела Эйнштейна к созданию Общей теории относительности [3, С.61-62].

Прогноз 2: Принцип эмерджентности выполняется далеко не между всеми рангами. Например, физические тела состоят из атомов. Законы строения и движения атомов никак не определяют законы движения физических тел. В этом случае принцип эмерджентности строго выполняется. Однако законы движения, описывающие падение камня, выполняются и на ранге целой планеты, и на ранге планетной системы, и на рангах галактик и скоплений галактик. В этом случае принцип эмерджентности не выполняется.

Решением этого противоречия может служить модель, в которой ранги систем не равнозначны друг другу, а объединены в так называемые ранговые группы. Внутри ранговых групп принцип эмерджентности может не выполняться, а между ранговыми группами выполняется строго. Так законы ранго-

вой группы атомов не определяют законы ранговой группы физических тел, но внутри ранговой группы физических тел (от камня до скопления галактик) действуют общие внутригрупповые законы. Но они уже не работают для ранговой группы сверхскоплений галактик.

Следующая модель строения и развития материи будет построена именно на основе понятия ранговых групп.

– смена типа модели

Известна линия смены типов научных представлений: **прямые аналогии – классификации - периодизации – эволюции – эволюции эволюций [11]**. Зная тип, к которому относится существующая модель, можно надежно предсказывать структуру следующей парадигмы в данной области.

Пример 11: С 1924 по 1929 гг. наблюдения ряда астрономов позволили заметить, что скорости движения галактик отличаются друг от друга, и что галактики в основном удаляются от нас. В 1929 г. Хаббл вывел закон, по которому скорость удаления галактик пропорциональна их расстоянию от нас [4, С.195-199].

Если бы в то время была известна линия смены типов научных представлений, можно было бы констатировать, что равномерное расширение Вселенной соответствует этапу эволюций. Следовательно, следующей моделью будет неравномерное расширение Вселенной и закономерности смены этих неравномерностей. Такие представления сложились в теории Большого Взрыва, последние неравномерности в которой подтверждены в 1998 г. [4, С.212].

Прогноз 3: Изучение технических систем шло по стандартному пути: аналогии с природными системами – классификации ТС – периодизации развития

техники – ТРТС (теория развития технических систем, как сегодня правильнее было бы называть ТРИЗ). Законы ТРТС подразумевают равномерное развитие ТС. Следовательно, следующей моделью развития ТС будет модель с закономерной неравномерностью развития. Такая неравномерность уже наблюдается, есть протогипотеза о том, где искать ее причины и характер.

Прогноз 4: В психологии изучение понятия «личность» находится на этапе классификации. Следующим типом представлений о личности будет филогенетическая периодизационная или даже эволюционная модель. Первые шаги по построению такой модели сделаны.

Следует заметить, что переход к новому типу научных представлений далеко не всегда очевиден и принимается научным сообществом. Устоявшаяся парадигма, явление «научной моды» и экономические аспекты науки затрудняют принятие новых парадигм. Это ни в коей мере не означает, что прогнозы на основе этого механизма неверны. Их реализация просто откладывается.

Пример 12: Математик, астроном и биолог Пьер Луи Мопертюи в сочинении «Красоты природы» (1746) развивал далеко опередившие свой век идеи эволюционизма, говорил о скачкообразных наследственных изменениях, о роли отбора и о роли изоляции в трансформации таксонов. <...> Причины того, почему Мопертюи был забыт современниками, для нас загадочны. Ведь и по сей день принято, говоря о трансформизме французских просветителей, рассказывать о Бюффоне, о его идейном последователе Ламарке, а не Мопертюи [12, С.9].

Возможности построения системы прогнозирования развития научных представлений

Каждый тип научных представлений проходит свои стандартные этапы:

- формирование парадигмы (возникновение первоначальной парадигмальной модели)

Пример 13: Теофраст (372-287 гг. до н.э.) – Возникновение самой идеи классификации растений. Теофраст разделил все растения на две группы: деревья-кустарники и полукустарники-травы. Деревья в свою очередь разделил на вечнозеленые и листопадные [13, С.15-16].

- развитие парадигмы (распространение парадигмальной модели на все элементы области применимости и решение возникающих при этом противоречий; согласование нестыковок с другими парадигмальными моделями; создание частных теорий в рамках парадигмы)

Пример 14: Цезальпино (1519-1603) уже разделил растения на 2 отдела и 15 классов. Джон Рей (1627-1705) разделил цветковые на двудольные и однодольные по числу семядолей. Добавил признаки цветка, околоцветника, листьев и плодов. К. Линней (1707-1778) разделил растения на 24 класса по числу и разложению тычинок. Классы делились на 116 порядков по числу пестиков и строению плодов. Порядки включали более 1000 родов и 10 000 видов, иногда еще и разновидности [13, С.17].

- адаптации парадигмы (согласование нестыковок между частями парадигмальной модели и решение возникающих при этом противоречий; создание небольших частных моделей в рамках парадигмы; качественный пересмотр численных значений)

Пример 15: М. Адансон (1727-1806) в своей классификации использовал не только признаки строения цветка, но и строение вегетативных органов. Он

ввел и новый таксон – семейство. Применил математические методы [13, С.19].

- «нормальная наука» (уточнение непринципиальных аспектов модели, часто – уточнение численных значений; скрывание проблем при помощи объяснений *ad hoc* и «лингвистических» объяснений; согласование непринципиальных аспектов модели с требованиями источников финансирования или источников престижа)

Пример 16: А.Л. Жюсье в 1789 году и О.П. Деканоль в 1835 году составили еще более точные классификации на основе внешнего сходства [13, С.19].

- переход к следующей модели (формирование новой парадигмы).

Пример 17: Первая филогенетическая система была продолжена немецким ботаником А. Брауном (1864) [13, С.20].

Есть предположение, что, кроме общих для всех этапов, существуют приемы прогнозирования, характерные для конкретных этапов.

Однако, кроме приемов прогнозирования, в этой системе обязательно должны присутствовать приемы формирования прогностических качеств самого человека.

Пример 18: Рёнтген изучал катодные лучи в вакуумной трубке. Он заметил недалеко от приборов светлое пятно. Он рассмотрел пятно. Оказалось, что светилась нарисованная флуоресцентной краской на стене буква. Рёнтген начал искать причины свечения. Это привело к открытию X-лучей.

Несколько раньше физик из Оксфорда Фредерик Смит, изучавший катодные лучи в вакуумной трубке, обнаружил, что фотопластинки, хранившиеся рядом с катодной трубкой, засвечиваются. Чтобы не утруждать себя выяснением причин, Смит отодвинул пластинки подальше от трубки... [7, С.33-35].

Выводы:

1. Существует три вида прогнозирования: **линейное** (ближнее, в пределах устоявшихся парадигм), **классификационное** (заполнение пустот в неполных классификациях) и **нелинейное** (дальнее, связанное со сменой парадигм или базовых элементов парадигм).
2. Линейное прогнозирование в последнее время, в связи с ускорением смены парадигм, теряет свой научный смысл.
3. Выявлены основные приемы нелинейного прогнозирования. Их можно применять практически.
4. Предложена внутренняя периодизация развития типов научных представлений: формирование парадигмы – развитие парадигмы – адаптация парадигмы – «нормальная наука».
5. Выдвинута гипотеза об избирательном действии приемов прогнозирования в зависимости от этапа развития каждого типа научных представлений.
6. Показана роль прогностических качеств самого человека и необходимость обучения этим качествам.
7. Начата работа по формированию системы научного прогнозирования.

Литература:

1. Ускова С.И. Экономика, управление и учет на предприятии [online]. Проблемы современной экономики, [2010]. № 1 (29). Ресурс доступен: <http://www.m-economy.ru/art.php3?artid=25236>
2. Прогноз на 2056 год [online]. Взгляд. Деловая газета. Ресурс доступен: <http://www.vz.ru/society/2006/12/3/59430.html>
3. Хокинг Стивен. Черные дыры и молодые вселенные. СПб.: Амфора, 2006. – 189 с.
4. Ефремов Ю.Н. Звездные острова: Галактики звезд и Вселенная галактик. Фрязино: Век 2, 2005. – 272 с.
5. Лишевский В.П. Охотники за истиной. М.: Наука, 1980. – 285 с.
6. Охлобыстин О.Ю. Жизнь и смерть химических идей. М.: Наука, 1989. – 192 с.

7. Грацер Уолтер. Эврики и эйфории. Об ученых и их открытиях. М.: КоЛибри, 2010. – 656 с.
8. Мурашковский Ю., Рубина Н. Педагогика: новое и «новое» // Народное образование, 2009. № 6. С. 150–158.
9. Лавуазье. Фарадей. Лайель. Чарлз Дарвин. Карл Бэр. Биографические повествования. Челябинск: Урал LTD, 1998. – 415 с.
10. Советский энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 1632 с.
11. Мурашковский Ю. Стадии развития научных представлений [online]. Ресурс доступен: <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3445>
12. Воронцов Н.Н. Теория эволюции: истоки, постулаты и проблемы. М.: Знание, 1984. – 64 с.
13. Меликян А.П. Цели и задачи современной систематики растений. М.: Знание, 1984. – 64 с.

**Ближнее прогнозирование развития ТС и методика учёта
рыночных явлений ЗРТС**

Аннотация

В представляемой работе продемонстрирована методика прогнозирования развития товаров типа «ТС - Человек» на самых близких дистанциях развития. Общеизвестно, что инновационный процесс требует затрат на научные исследования. Чем выше эти затраты, тем менее охотно компании идут по пути дорогих инноваций, предпочитая дешёвые. Этот процесс существовал в истории развития техники всегда и уже получил термин для описания «техническая мимикрия» (ТМ). Суть этого феномена сводится к тому, что внешний облик системы выполняют в форме другой системы, например зажигалка в форме огнетушителя, авторучка в форме сигареты и тому подобное. Феномен ТМ работы [1,2,3,4,5,6,25,27].

Однако, ускорение развития техники обеспечивает и увеличение частоты использования этого сценария развития товаров. Следовательно, необходимы инструменты для практической работы и учёта этих явлений при прогнозировании.

Первоначальная трактовка этого явления периода 2003-2008ого оказалась слишком упрощённой. Более детальные исследования этого явления минувших лет показали, что феномен ТМ является частным случаем явления более высокого ранга значимости, который получил в представляемой работе термин «товары удивления» (ТУ) [1,5].

Явления ТУ и феномен ТМ отнесены к sub trends (механизмам) закона согласования – рассогласования в авторской системе интерпретации [2,3].

Результатом проделанной работы является методика практического использования этих дополнительных сценариев из ЗРТС. Применение методики прогнозирования 36 возможных вариантов ТУ, включая феномен ТМ, проиллюстрировано многочисленными примерами, в том числе материалами опыта реальной инновационной компании, которая работает на рынке РФ с 1999 года. [28,29,30].

1. Почему ближнее прогнозирование вызывает интерес в исследованиях.

1.1. Причина -1 Различия в целях. «Голос Потребителя», «Голос Технической Системы» и «Голос Производителя».

В современных моделях инноватики и ТРИЗ уже появилось разделение на «Голос Покупателя» ли ГП и «Голос Технической Системы» или ГТС. [16,17,18,19,20].

Этими терминами различают два принципиально различных подхода к проектированию новых товаров. Первый – ГП, это традиционный опрос фокус групп для того, чтобы получить портрет будущего товара на основании опросов. Первый подход формирует нам «эпитеты»: удобный, экономичный, приятный, долговечный, и тому подобное

Второй – ГТС, это подход, который опирается на возможность предметно описать работу ТС, будущего товара на языке функционального анализа и оперировать параметрами вместо эпитетов. Специально разработанные аналитические процедуры позволяют понять: какой из параметров можно и нужно улучшить, чтобы будущий товар был несомненным улучшением не на уровне эпитетов, а на уровне численных значений удобства, долговечности и экономичности.

Факт несомненного улучшения на уровне параметрического подхода ГТС уменьшает риски вывода нового товара на рынок, что показано в результатах работы известной американской консалтинговой компании [32].

Существующее в ТРИЗ и ЗРТС понятие «Идеальности ТС» не входит в конфликт с этими подходами, а напротив, объединяет их.

Однако, в этой связи следует тут же уточнить, что речь идёт о понятии Идеальность с точки зрения Потребителя.

Наряду с этим можно вполне отчётливо себе представить существование другой версии Идеальности. А именно «Идеальность с точки зрения Производителя».

Идеальность Потребителя и Идеальность для Производителя совсем не совпадают. Они находятся в состоянии конфликта интересов.

Для Потребителя ценностью является постоянное инновационное сопровождение выбранного ими товара. Например, на рынке существует более 50 видов различной зубной пасты или сигарет, но вы, как правило, становитесь потребителями какого-то одного сорта и продолжаете покупать его.

Ваши рассуждения просты. Этот товар имеет достаточное качество, а компания, которая его выпускает, - время от времени улучшает его, демонстрируя тем самым инновационное сопровождение и заботу о потребителе.

Как правило, эти улучшения совсем маленькие. Меняется не состав пасты, потому что это дорого, а форма и конструкция колпачка, футляра для хранения, дизайн самого тюбика и упаковки.

Идеальность с точки зрения производителя совсем не похожа на идеальность Потребителя. Для Производителя наилучший вариант – отсутствие новых моделей товаров, потому что всё это является только статьёй расходов, а целью бизнеса является увеличение статей доходов.

В деятельности любой компании возникает неизбежное административное противоречие между уровнем затрат на инноватику и уровнем увеличения дохода от увеличения количества продаж, связанных с введением новой модели на рынок. Первая составляющая должна, по мнению любого Производителя, быть минимальной, а вторая - максимальной.

Всё это конфликтное сплетение обстоятельств развития техники можно сформулировать в простой форме, если сказать, что «Люди развивают технику в направлении устранения Недостатков, изыскивая для этого максимально дешёвые ресурсы» или в значительно более громоздкой форме, которая вскрывает существующий конфликт Производителя и Потребителя.

Люди развивают «машины» (искусственные системы технической и информационной природы) в направлении устранения недостатков с **одной стороны** и увеличения прибыли от увеличения количества потребителей машин («продаж») с **другой стороны**, пользуясь алгоритмом выбора наиболее дешёвых ресурсов в настоящий момент для достижения этих

целей. При этом «недостаток» - переменная величина, зависящая от времени, поэтому процесс развития машин-товаров – бесконечен[10,15].

Цель Потребителя – удовлетворить любую из своих потребностей используя *минимум* затрат.

Цель Производителя – извлечь *максимальную* прибыль из акта удовлетворения потребностей потребителей.

Будем называть это обстоятельство «Голосом Потребителя».

Вывод по разделу Причина -1.

Существует два диаметрально противоположных уровня целеполагания в инновационном процессе. Производителю инновации (затраты на них) выгодны, если они малы. Потребителю вопрос о затратах Производителя не интересен вовсе, его интересует только сам факт появления на рынке нового и современного товара. Таким образом, мы различаем понятия «Голос Потребителя» и «Голос Производителя».

Соответственно, Потребителя, когда он является заказчиком прогнозного проекта, интересует, прежде всего, низкая цена затрат на инновацию и минимальная глубина прогнозного исследования. Большинство компаний в мире относится к средним и малым компаниям. Им прогнозы на дальнюю перспективу интересны только с позиции соображений «как скоро можно ожидать катастрофы в виде появления принципиально нового продукта».

1.2.Причина -2. Процесс ускорения развития техники.

Признаки ускорения развития техники мы наблюдаем в общем сокращении срока службы любой техники [26].

Кроме того, данные о прогнозах развития населения и прогнозах роста валового мирового продукта имеют очень ярко выраженную зависимость.

Техника, являющаяся частью мирового валового продукта развивается намного быстрее, чем количество людей на планете см. рис 1. [26].

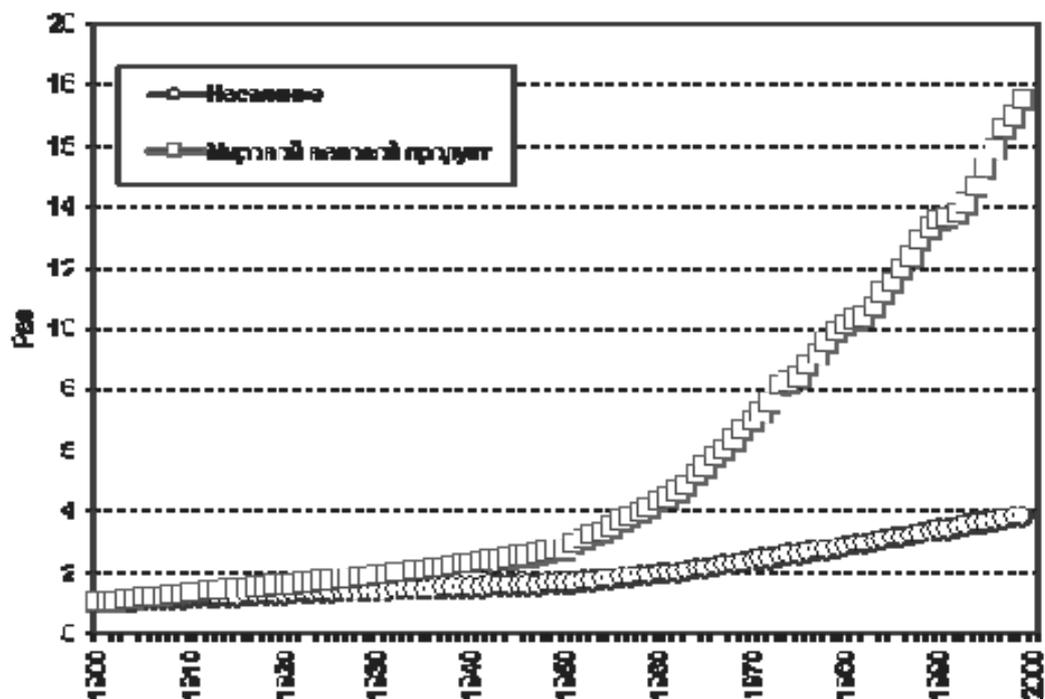


Рисунок 1. Рост населения и национального валового продукта.
 Official information: World population in 2300. Highlights.
 ESA/P/WP.187, Draft. UN, New York, 2003, Tables A-1, A-3, A-4.

Эта ситуация и должна приводить к тому, чтобы разрешение противоречия между необходимостью участвовать в инновационном процессе и стремление уменьшать расходы на научные исследования, без которых невозможно создать принципиально новый продукт обострились. Появляется устойчивая тенденция к тому, чтобы тратить на каждую новую разработку как можно меньше средств. Как этого можно достичь?

2. Что такое феномен ТМ, и вариант его обоснования.

2.1. Описание феномена Техническая Мимикрия.

Разрешая противоречие «инновации должны быть», потому что без них невозможно удержаться в конкурентной борьбе на рынке и «инноваций не должно быть», потому что это требует затрат от производителя на разработку, на приобретение нового оборудования и технологий с большой долей

риска этих вложений, производители давно нашли несколько не сложных решений.

Самое простое направление в решениях подобного рода – удивить покупателя необычной формой изделия. Этот феномен чем-то напоминает феномен мимикрии в природе [6]. . Этот феномен многократно и разными авторами описан в специальной литературе по ЗРТС [1,2,3,4,5,8,25].

Впервые этот термин появился в 2003 году в работе [27].

Таб. 1. Феномен Технической Мимикрии, классификационная система.

first explanation of the morphological approach

Four simple rules for invention ↓	person feeling organs and parameters of goods (systems)					
	eye		skin	ear	nose	taste buds
Amuse Развлекать (удивлять) F1				sound	smell	taste
scare away (предупреждать) F2						
Mask Маскировать (прягать) F3	color	form	Form of surface	SOUND	SMELL	TASTE
Pay attention Призывать (обращать внимание) F4	P1	P2	P3	P4	P5	P6

Этот феномен можно подвергнуть классификации, опираясь на две категории ресурсов развития техники. Первый, это антропологические свойства человека иметь органы чувств и параметры ТС, которые они могут различать, а второй – 4 основные предназначения этих решений, которые выявлены после изучения примеров проявления этого феномена в технике. В таблице 1. изображена эта классификационная система с примерами, которые иллюстрируют проявление феномена ТМ.

Очевидно, что такой подход даёт возможность получить 24 вполне отчётливых рецепта для формирования новых решений в рамках этого подхода.

Структура этих принципиально возможных решений изображена в таблице 2.

Таблица 2. Морфологическая классификационная система для описания феномена технической мимикрии.

morphological matrix anthropological resource and special function

senses	eye	eye	skin	ear	nose	taste buds
Parameters of system function	form	color	Form of surface	sound	Gas, aerosol	Liquid, Solid body
Entertain	1	2	3	4	5	6
scare away	7	8	9	10	11	12
mask	13	14	15	16	17	18
Pay attention	19	20	21	22	23	24

База данных примеров проявления этого феномена в технике по всем 24-м выделенным ситуациям приведена в таблице 3.

Таблица 3. Простейшая База данных примеров проявления феномена Технической мимикрии.

Органы чувств	Параметры систем	Развлекать Как дополнительная ф.	Отпугивать предупреждать	маскировать	Призывать Обращать внимание
глаз	форма	1.1. - 1 Зажигалка в форме огнетушителя	1.2.-2 Фальшивые видеокамеры	1.3.-3 Шокер в форме мобильного телефона	1.4.-4 Рекламная надувная кружка огромных размеров
глаз	цвет	2.1. - 5 Голубой кетчуп, Эпатирующая упаковка	2.2. -6 Оранжевая окраска одежды дорожных рабочих	2.3.-7 Камуфляжная окраска, фугас в форме камня, надувные танки и ракеты	2.4.-8 Красная окраска огнетушителя

Тактильн ые рецептор ы	Форма поверхнос ти	3.1.-9 Пластиковая стенная па- нель «под камень»	3.2.-10 Колючая проволока	3.3.-11 Искусственны й Шёлк, бархатная бумага	3.4.-12 «шоколадные гаджеты»
ухо	Звуковые колебания	4.1.-13 Клаксон ав- томобиля как мычание коровы	4.2.-14 Сирена автосигнализа ции	4.3.-15 Системы активного шумоподавлен ия	4.4.-16 Колокольный звон
Нос и рецептор ы запахов	Газообразн ое вещество, аэрозоль	5.1. -17 Фломастер с запахом ва- нили, Свечи с ароматом цветов	5.2.- 18 Добавка мер- каптана в, бытовой газ	5.3.-19 «антиполицай» дезодоранты	5.4.-20 Парфюмерия, Духи с ферромонами
Язык и вкусовые рецептор ы	Жидкое, твёрдое вещество	6.1. - 21 Съедобные шахматы	6.2.- 22 Горькие веще- ства в практи- ке вскармли- вания грудных детей	6.3. - 23 Китайская ку- линария: Курица со вкусом рыбы	6.4. - 24 Шоколадное Приглаше- ние(сделано из шоколада)

Очевидно, что использование этого явления может происходить в форме комбинаторики разных сценариев. Общий подход к применению этой таблицы можно проиллюстрировать рисунком 1а.

Formula for use of TM phenomena = (F1+F2+F3+F4)X(P1+P2+P3+P4+P5+P6)

Simple rules for invention (Heuristic) = Verbs F_i with help of Noun P_i

Рис. 2. Простейшая формула для формирования решений в рамках описанного феномена ТМ.

В качестве примера несложно представить себе новый вариант бизнес карты, очень распространённого бизнеса во всём мире, которая может использовать несколько механизмов ТМ одновременно.

Пример.

А. Феномен изменения формы изображения или надписей. Вспомните похожий товар из области открыток с оптическими эффектами. При лёгком вращении этой открытки в руках, изображённая на ней женщина может «подмигивать». Этот эффект достигается за счёт использования специальной пластиковой плёнки, которая выполнена в виде очень маленьких призм, плотно прилегающих одна к другой. В нашем гипотетическом примере мы можем идентифицировать произошедшее как ситуацию, когда «бизнес карта притворилась забавной открыткой». При этом, изменяющимся изображением может быть текст карты на русском языке и корейском языках. В предложенной классификационной системе это эвристика (простое правило для получения решения) номер 5.

Б) Феномен издания звука при прикосновении. На рынке почтовых открыток такой товар давно известен и называется «музыкальные открытки». При открывании открытки раздаётся звук мелодии. В нашем случае это может быть произнесение вашего имени и должности. Эвристика номер 13 «удивление с помощью звука».

Г) Феномен придания приятных запахов. На рынке давно известны и фломастеры с запахами клубники и постельное бельё с запахами морозной свежести. Наша новая ТС – бизнес карта может легко «притвориться одним из этих товаров». В этом случае мы можем сказать, что мы использовали эвристику номер 17.

2.2. Гипотеза для объяснения феномена Техническая Мимикрия.

Существует гипотеза о том, что это явление характерно для первой и третьей стадии развития ТС. Рис.3

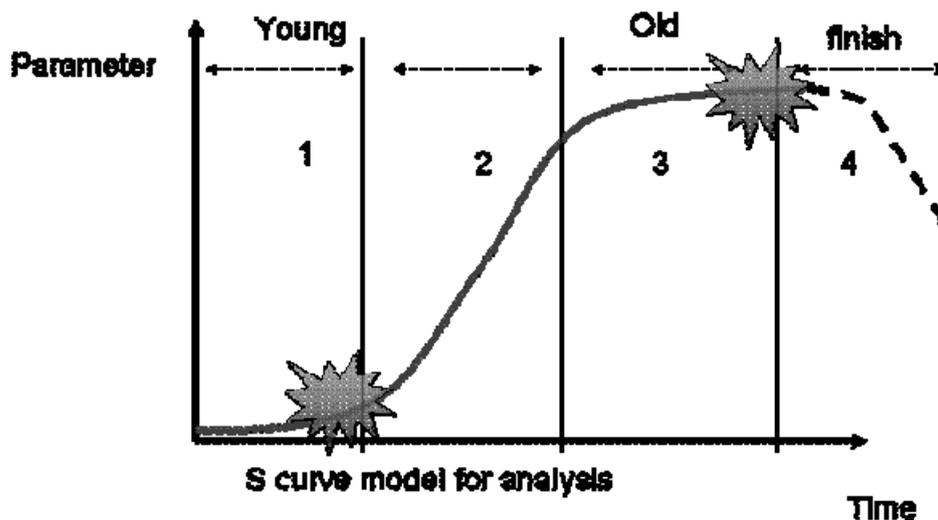


Рисунок 3. Расположение феномена ТМ.

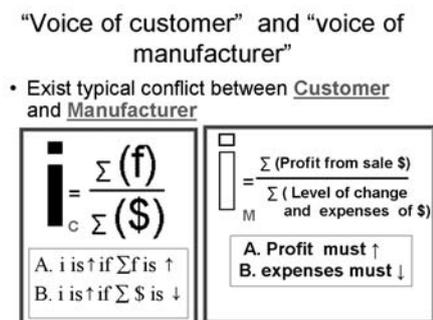


Рисунок 4. Две формулы идеальности, которые имеют пересечение в зоне создания систем с опцией удивления.

Мотивы принятия таких решений у проектировщиков инновации понятны. На первом этапе типичным недостатком является избыточная новизна товара, соответственно полюсом – противоположностью будет являться феномен ТМ в контексте «наш товар это хорошо известный объект». На третьем этапе, когда начинается процесс уменьшения количества продаж, использование феномена ТМ меняется на контекст «наш товар такой же как у конкурентов, но может вас удивить и улучшить настроение. Это его дополнительная функция». И это решение есть пересечение интересов двух версий Идеальности, о которых мы говорили выше: Голоса Потребителя и Голоса Производителя. На рис 4 изображены две формулы Идеальности.

3. Что такое Товары Удивления, и возможная модель для интерпретации.

Феномен ТМ является подмножеством для явлений, которые получили название «Товары Удивления» (ТУ).

Варианты определений:

1. ТУ есть несущественное дополнительное свойство товара, стимулирующее сбыт.

2. ТУ есть дополнительное свойство товара (встроенная ТС), создающее эмоциональный импульс к приобретению, как правило, не оправдывающее впоследствии ожиданий Покупателя, что ведёт к ситуации «единичного приобретения».

Подробное описание феномена с большим количеством примеров, сделано в работе [1]. Ограничимся одним примером для пояснения в виде многоцветного карандаша, грифель которого выполнен из сплавленных между собой грифелей четырёх цветов: красного, синего, жёлтого и чёрного. Рисовать этим карандашом неудобно, но удивление у Покупателя он, несомненно, вызывает и обеспечивает, по крайней мере, одну продажу.

В соответствии с этим свойством введём понятие Товаров Однодневок (ТО) и Товаров Долгожителей (ТД).

ТО это товар, который Покупатель покупает только один раз по мотивам удивления и не покупает вторично, потому что испытывает разочарование после использования.

О понятии ТД писал Б.Злотин в работе[8] и назвал их «перфектные системы». Более точные численные значения, по которым можно классифицировать товары на ТО и ТД дать невозможно. Естественно, что в этом классификационном подходе подразумевается существование товаров с «нормальной продолжительностью» жизни на рынке, которые оставляют большинство.

Модель использования понятия ТУ в контексте прогнозных проектов с минимальной глубиной.

Можно предположить, что механизм формирования ТО, который имеет смысл рассмотреть, выполняя прогнозный проект, может быть описан как сумма двух товаров: ТД и ТУ. Рисунок 5.

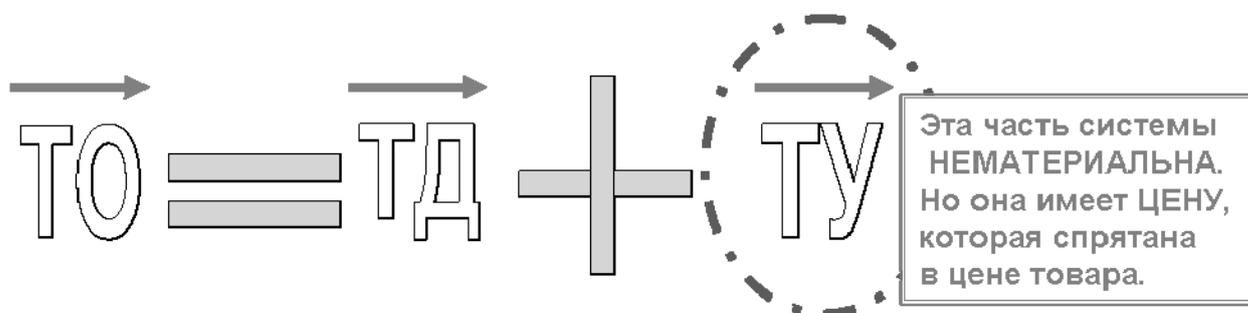


Рисунок 5. Возможный механизм формирования прогнозного образа ТО.

3.1.Замечание 1. Значок вектора над объектами операции сложения подразумевает то, что давно было замечено и в работах С.Литвина и В.Герасимова об объединении альтернативных систем и в работе [33]., а именно: неаддитивность процессов сложения объектов в технике. Объединяя ноутбук и мобильный телефон мы получаем коммуникатор, а объединяя телефон и ноутбук мы получаем смартфон. [11]. Таких примеров выявлено очень много [7]. Использование векторного представления позволяет нам не упустить это важное свойство в развитии техники в будущем.

3.2.Замечание 2. В представленном подходе содержится новый и потенциально продуктивный взгляд на возможное формирование дополнительных направлений в ЗРТС. Рассуждая о таком новом параметре ТС как их продолжительность жизни мы подразумеваем возможность существования новой дисциплины и соответствующей практической методики, которая могла бы иметь название «техническая геронтология». Потенциальное количество продаж (это и есть мера продолжительности жизни), как параметр оценки и сравнения, безусловно, был бы интересен для заказчиков.

4. Место феномена ТУ в системе ЗРТС.

Феномен удивления был описан и в моделях Кано [22]. и в работах Даррелла Манна [23,24]. как рецепт формирования решений, описанный на языке Принципов разрешения ТП. По версии автора, это подход правильный, потому что Принципы должны быть включены в ЗРТС и таких подходов к увеличению прогнозной силы ЗРТС сегодня можно увидеть много и у В. Петрова и М.Рубина [34]. и у А. Ефимова [35], но описание этого явления только на языке принципов не достаточно.

По гипотезе автора феномен ТУ, в который входит и феномен ТМ является пограничным явлением для трёх выявленных законов: Проводимости, Идеальности и Согласования- Рассогласования. На рисунке 6 изображена диаграмма, описывающая это представление.



Рисунок 6. Место феномена ТУ в системе Закономерностей развития Техники

Замечание: Так же как в случае с двумя версиями Идеальности: Голосом Потребителя и Голосом Производителя феномен ТУ является пограничным, так же он может быть равно отнесён и к содержанию и смыслу трендов Проводимости, Идеальности и Согласования – Рассогласования.

5. Методика проектирования 36 вариантов ТУ.

Анализ этого явления позволил назвать основные механизмы формирования процесса удивления. Список этих механизмов можно рассматривать как простейший алгоритм перебора вариантов.

Область применения методики: системы типа «ТС- Человек», которые отличаются от систем типа «ТС-ТС» тем, что могут оказывать воздействие на принятие решения при покупке своим внешним видом. Пример: авторучка – есть система типа «ТС- Человек», но стержень авторучки есть пример системы типа «ТС-ТС».

5.1.Чек Лист – алгоритм, «Чем можно удивить Покупателя?»

1.Удивить формой товара, который похож на животное или другую ТС (техническая мимикрия, смотри 24 варианта реализации из таблицы 1)

2.Удивить с помощью инверсии (сделано наоборот, *принцип 13*)

3.удивить «специализацией» (товары для фанатов)

4.удивить непривычным размером (гигант – карлик- слим формат)

5.удивить непривычным цветом или прозрачностью *принцип 32*

6. удивить подвижностью частей (неподвижное сделать подвижным)

7.удивить встроенными информационными приборами

8. удивить уменьшением движений

9. удивить ценой (одноразовые вещи) *принцип 27*

10.удивить добавлением игры

11. удивить добавлением альтернативных

каналов восприятия «говорящие часы» и т.п.

12. удивить статусом «умные вещи»* *принцип 23*

13. удивить статусом «электронные вещи»*

* «умные вещи» и «электронные вещи» пока молоды,

Поэтому ещё долгое время не могут дать устойчивые версии

Товаров Долгожителей.(авторская гипотеза)

Все эти направления для формирования потенциально возможных прогнозных решений можно проиллюстрировать базой данных из таблицы 2

Таблица 2. Ресурсная классификация феномена ТУ с базой данных

Горизонтальная классификация: ресурсы развития техники ЭВРИСТИКИ Вертикальная классификация	ВЕЩЕСТВА ТВ.-ЖИД.-ГАЗ-плазма- фазовые переходы	ПОЛЯ жМАТХЭМс-ми [27].	ПРОСТРАНСТВО 0-1-2-3-00 И явление Поворотов оси действия [13,11].	ВРЕМЯ (экономия, увеличение скорости)	ИНФОРМАЦИЯ (моно-би-поли-сложные*)	ИНФОРМАЦИЯ потребности и Развлечение экономия
25.«НАОБОРОТ»	Часы неподвижными стрелками	«Песочные» часы с движением вверх	Стиральная машина. Бельё неподвижно, стирка ионами	Глянцеватели: фото подвижно, фото неподвижно	Очки для 3 Д изображения на экран	Отель дирижабль
26.«СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ»	Клавиатуру можно мыть	Ручка лазерной указкой	Жевательная резинка с пузырьками	Подушка безопасности для ног	Мобильник с проектором	Мобильник для рыбаков
27.РАЗМЕРЫ гиганты- карлики	Авиашоу:рисование инверсным следом	Пианино, аттракцион игра ногами	Слим формат товаров	Лопата для одуванчиков	Подводный ресторан	Ледяной дворец, песочная скульптура
28.ЦВЕТ ИЛИ 0 (Прозрачные вещи)	Прозрачный корпус компьютера	Изменение цвета кружки	Прозрачная стиральная машина карлик	Прозрачная дверь автомобиля	Разноцветная клавиатура	Свечи с разным цветом огня
29.ДИНАМИЧНОСТЬ	«Измеритель любви»	Устройство «треска» при печати	Летающие часы, дисковый рыхлитель	Складные вещи: стул, стакан	Часы «блокнот-циферблатом»	Песочные картины
30.ИНФОРМИРОВАНИЕ	Часы на пружине для развлечения	Холодный неон, светящиеся обои	Бумажные батарейки	Батарейка с индикатором	Тапочки с фонариком	Датчик дождя в зонте и автомоб.
31.УМЕНЬШЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ	Клавиатуры манипуляторы	Пульт для ТВ	Громкая связь в автомобиле	Каши быстрого приготовления	Урна педалью	Ребрендинг сигарет Marlboro
32.ОДНОРАЗОВЫЕ ВЕЩИ	Мыльные пузыри «пулемёт»	Спички с изображениями	Съедобные тарелки	Бритвенный станок с индикатором	Туалетная бумага с анекдотами	Стакан с рисунком носа
33.ИГРЫ	«как продать батарейку» ролик	Подмигивающие изображения	Игровые клубы и продажа виртуальных вещей	Телевизор в автомобиле	Игра Togochi в мобильном телефоне	Консервированный газон
34.АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ КАНАЛЫ	Поющие фонтаны	Мобильный телефон «рукопожатиями»	Фейерверки спод музыку	Зеркальный ветряк шумит для отпугивания кротов и птиц	Абразивный ксилофон	Говорящие часы
35.УМНЫЕ ВЕЩИ	Умный обойный клей	Датчик давления в колесе автомоб.	Кондиционер с автоматической очисткой фильтров	диктограф	Роботизированный веник	Умный унитаз
36.ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕЩИ	Электронная сигарета	Электронная книга	Цифровые наркотики	Геминвокс	25ый кадр в изучении языков	Безбатарейная электроника

5.2.МИНИ алгоритм для использования таблиц 1 и 2

- Недостаток нам уже задан: «низкий или отсутствующий уровень продаж»

- **Шаг 1:**

- сделать генетический и компонентный анализ объекта исследования и его родственников. Какое-то свойство из прошлых генераций обязательно повторится, поэтому это важно сделать. Примеры [11,12,13,14].

- **Шаг 2:**

- Решить систему эвристических уравнений по таблицам 1 и 2

{	Я хочу удивить покупателя эвристикой Номер X		X от 1 до 24 по таблице1
	Я могу использовать ресурс Номер Y (от 1 до 6)		и от 25 до 36 по таблице2

Пример с бизнес картой.

А) Владелец магазина мебели может иметь бизнес карту в форме складного стола. Эвристика номер 26 «специализация» и номер 29 «динамичность».

Б) Традиционное решение для нанесения информации в бизнес картах – полиграфия. Мы можем применить вместо полиграфии вырубку и фиксировать информацию не с помощью «вещества краски», а с помощью «отсутствия вещества» или «пустоты», которая в категориях ЗРТС ещё 15 лет назад фигурировала как саб тренд «увеличение пустотности». Это пример на применение эвристики номер 25 «сделать наоборот».

6. Примеры применения методики на материалах реального бизнеса.

- В период 1999-2004 год функционировала специально созданная автором инновационная компания ООО. «Звезда Долголетия».

- Компания продавала эксклюзивные уличные светильники для ландшафтного дизайна ВМЕСТЕ С ПАТЕНТОМ на полезную модель.(эти патенты получены и прилагаются)
- Клиентами компании были весьма обеспеченные люди, руководители и владельцы крупных питерских предприятий.
- Краткий обзор истории этой компании можно посмотреть здесь [30].
- За время существования этой компании было выполнено примерно 120 проектов, которые ни разу не повторились.
- Управление компанией сопровождалось ведением подробнейших «бизнес – дневников», которые впоследствии были обобщены и легли в основу описания этих методик.
- В 2004 году компания «ЗД» была продана в связи с переездом владельца на работу в Южную Корею. Новый владелец не сумел удерживать этот бизнес, т.к. не имел необходимого уровня связей и известности в мире русского бизнеса. В 2009ом году работа компании возобновилась с новым менеджером [1].

Представленная методика во многом опирается на обобщения из богатого практического материала, который дал опыт реального инновационного бизнеса.

Подробное описание двух примеров из истории этой компании сделаны в работе [1].

1. Использование «перехода в НС», когда был объединены два вида искусств: выступление музыкантов (типичный ТД) и установки «Ламповое Пианино»и «Джаз на звёздах». Рисунок 7, слева
2. Использование ресурса любви многих людей к мистике и оккультным наукам. Фракталы и проблема здоровья. Рисунок 8 (справа)

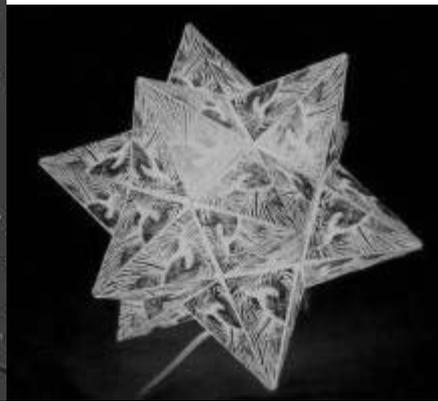


Рисунок 7. Программа продажи шоу «Джаз на звёздах». (слева)

Рисунок 8. Программа продажи светильников с позитивной психологической поддержкой (справа).

Замечание: На этом светильнике совсем необычный орнамент. Это фрактал из папиллярных линий ладони автора, который построила специальная компьютерная программа. Фракталы в математике, это решения уравнений Мандельброта. Смотрите подробнее специальный сайт по продаже этих услуг. <http://fractoscope.ucoz.ru/>

6.1. Применение методики по примеру 1 на рисунках 9 (слева) и 10 (справа)

Интерпретация в моделях ТУ

ЖАЛЬ ТЕРМАТИ (ИЛИ КАНАЛЫ)	Посадка фонтана	Мобильный телефон с «раздаточными»	Фейерверк под музыку
---------------------------	-----------------	------------------------------------	-----------------------------

Этот бизнес можно было придумать по Технологии 34 (классификация товаров удивления, диаграмма 2).

Интерпретация в моделях технической мимикрии

Органы чувств: глаза	Параметры систем: форма	Разрешить: быстрое движение, движение в форме огнетушителя	Оптический эффект
----------------------	-------------------------	--	-------------------

Это решение можно было получить по технологии 1.1

Светильники в форме икосаэдра

Рисунок 9. Интерпретация в модели ТУ (Эвристика 34 , Прототип из БД «фейерверк под музыку»).

Рисунок 10 Интерпретация в моделях ТМ, Эвристика 1.1 из 24ёх (Прототип для проектирования «зажигалка в форме огнетушителя»)

6.2. Применение методики по примеру 2 на рисунках 11 (слева) и 12 (справа)



Рисунок 11. Фракталы в медицине как прототип по линии ФОП

Рисунок 12. Интерпретация по моделям ТУ (эвристика 28 Прототип для проектирования – «свечи с разным цветом огня»).

7. Выводы и источники информации

1. Современная ситуация развития техники характеризуется увеличением количества товаров, которые в терминологии этой работы называются ТУ, «товары удивления», которое является пограничным явлением в понятиях Идеальность для Потребителя и Идеальность для Производителя а также пограничным явлением в трёх трендах: Проводимость, Идеальность и Согласование- Рассогласование.
2. Предложена практическая методика с БД примеров, которая позволяет сформировать 36 версий одного и того же товара в этом саб тренде.
3. Методика получена на материалах реального бизнеса 1999- 2004 специализированной компании «Звезда Долголетия».
4. Использование этой методики эффективно при совместном использовании как подходов Функционально Ориентированного Поиска ФОП [31] так и методик МРV выявления Главного Параметра Ценности [16-20,32].
5. Изменение подхода к прогнозированию в новых терминах позволяет обдумать создание новой не существующей дисциплины «техническая

геронтология», которая будет отвечать на вопрос « как велико может быть потенциальное количество возможных продаж нового товара».

Использованы источники информации:

1. Ю.Даниловский «Ближнее прогнозирование развития ТС и методика учёта рыночных явлений ЗРТС» <http://www.metodolog.ru/node/526>
- 2 Ю.Даниловский .Автореферат диссертации « Модели спирального развития техники в прогнозных проектах» <http://www.metodolog.ru/01666/01666.html>
3. Ю.Даниловский «Теоретические обоснования разработки методик прогнозирования техники на основе использования моделей спирального развития как постановка задачи». <http://www.metodolog.ru/01671/01671.html>
4. Ю.Даниловский « Методики ИФОР (Исследования Феномена Объединения Ресурсов)» <http://www.metodolog.ru/01677/01677.html>
5. Ю.Даниловский «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДИК ИФОР» <http://www.metodolog.ru/01686/01686.html>
- 6 феномен мимикрии <http://ru.wikipedia.org/wiki/Мимикрия>
7. Злотин Б.Л., Зусман А.В. "Что делать?" Доклад <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3420>
8. Ю.Даниловский «Поисковик в Интернете» <http://www.metodolog.ru/01703/01703.html>
- 9.С.Литвин, В.Герасимов «Дальнее прогнозирование» <http://www.metodolog.ru/01709/01709.html>
10. Y.Danilovskiy, V.Len'yashin, A.Kinin Models of Spiral Development of Technique <http://www.metodolog.ru/01582/01582.html> or <http://www.metodolog.ru/node/177>
11. Y.Danilovskiy Training in TRIZ prediction How "predictors" read magazines about mobile telephones <http://www.metodolog.ru/node/182>
12. Y.Danilovskiy Training in TRIZ prediction Transfer of technologies or "who" are computers from? <http://www.metodolog.ru/node/184>
13. Y.Danilovskiy Training in TRIZ prediction Morphic foil of the fighter of the future : forgotten background <http://www.metodolog.ru/node/183>
14. Y.Danilovskiy "Diversinary analysis of B.Zlotin" & "Harmful Machine of V.Len'yashin", or 12 useful questions for building forecast decisions <http://www.metodolog.ru/node/185>
15. Y.Danilovsky, V.Len'yashin Ancient Game "Harmful Machine" <http://www.metodolog.ru/01583/01583.html> or <http://www.metodolog.ru/node/178>
16. М.С.Рубин, О.М.Герасимов "О методах анализа проблемных ситуаций и выбора задач. Опыт обзора." <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3737>

17. J.Sims, S.Kogan "Bringing Innovation to the Innovation Process". Industry Week, USA, September 7, 2005.
18. S.Litvin "Business to Technology - New Stage of TRIZ Development". TRIZ Future 2005 ETRIA Conference, Graz, Austria, November 2005.
19. L.Malinin "The Method for Transforming a Business Goal into a Set of engineering Problems". TRIZ Future 2006 ETRIA Conference, Kortrijk, Belgium, October 2006.
20. Энтони Ульвик. Чего хотят потребители
<http://classicaclub.com.ua/product/entoni-ulvik-chego-hotjat-potrebiteli/>
21. 5 канал, новости, 2001 Laps_piano
<http://video.mail.ru/mail/zrts7/4380/4381.html>
22. модель Кано -- http://en.wikipedia.org/wiki/Kano_model.
23. Даррелл Манн «Design For Wow» -- <http://www.triz-journal.com/archives/2002/10/e/index.htm>. Автор Wow-метода с использованием различных ТРИЗ инструментов, показывает, как можно достичь эффекта удивления покупателя при разработке новых продуктов в инженерном проектировании, архитектуре, литературе...
24. Даррелл Манн «Design For Wow 2» <http://www.triz-journal.com/archives/2005/10/04.pdf>
25. Любомирский А «Повышение согласованности внешнего вида». <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4566>
26. Философия Техники, учебник для ВУЗов
<http://www.philosophy.ru/iphras/library/filtech.html>
27. Первое упоминание термина «техническая мимикрия» в 2003 году
<http://metodolog.ru/00254/00254.html>
28. Сайт компании ООО «Звезда Долголетия»
<http://www.1santeh.ru/cbl/index.php?z=cbl&r=8&l=8&q=82691>
29. Сайт компании ООО «Звезда Долголетия» <http://www.showsin.ru/>
30. Сводный анализ проектов ООО «Звезда Долголетия» CONFERENCEsammit_2010Report/
31. Методики ФОП. С.Литвин <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4578>
32. Методики МРV И. Петий, О.Герасимов Технология выполнения инновационных проектов по методике G3-ID. <http://gen3.ru/3605/3974/>
33. В. Герасимов, С.Литвин «Зачем технике плюрализм»
<http://metodolog.ru/>
34. В. Петров, Рубин О требованиях к разработке АРИЗ нового поколения <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4566>
35. А. Ефимов. Альтернативные подходы к построению АРИЗ нового поколения <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4566>
36. А.Любомирский, С.Литвин Законы развития технических систем.
<http://gen3.ru/3605/5454/>

Применение "мягкого" моделирования для прогнозирования эволюции технических систем

Аннотация

Применяемые методики количественного прогноза изменения параметров технических систем во времени позволяют получить удовлетворительные результаты только для ограниченного числа случаев. В наиболее распространенных и практически интересных случаях изменение параметров технических систем носит нелинейный характер. Поэтому значительный интерес представляют проблемы прогноза характера возникающих нелинейностей и смены механизмов эволюционного процесса. Для решения этих проблем в работе рассматриваются возможности, варианты и некоторые результаты применения "мягкого" моделирования. Главной особенностью "мягкого" моделирования является направленность на разработку понятийного аппарата для плохо формализуемых областей знания с использованием относительно простых математических моделей. Определены основные принципы применения «мягких» моделей для прогнозирования эволюции технических систем. Сформулирована укрупненная блок-схема алгоритма «мягкого» моделирования для прогноза эволюции технических систем. Выдвинутые предложения проиллюстрированы примерами применения.

Ключевые слова:

ТРИЗ; прогноз; технические системы; моделирование.

Введение

Методы прогнозирования на базе ТРИЗ позволяют формировать неколичественные прогнозы развития технических систем. Несмотря на провозглашение лозунга «Творчество как точная наука», исследования эволюции технических систем с применением математических методов и количественных оценок удручающе малочисленны. Особенно парадоксальной эта малочисленность выглядит с учетом многочисленных накопленных фактических данных об эволюции техно-систем и изменений в интенсивно пополняемом арсенале методов, специально предназначенных для так называемого мягкого моделирования сложных нелинейных систем. В данной работе мы используемый термин «мягкое моделирование» в смысле В.Арнольда [1]: как относительно недавно открытая возможность полезной математической теории

моделей типа «чем дальше в лес, тем больше дров». В "мягком" моделировании описание функционирования производится упрощенно и отражает самое существенное свойство системы (как правило, одно, максимум два). Несмотря на кажущуюся упрощенность такого подхода, "мягкие" модели демонстрируют свою эффективность в экологии, биологии, экономике, демографии. «Теория мягкого моделирования - это искусство получать относительно надёжные выводы из анализа малонадёжных моделей» [1]. Такая стратегия моделирования приходит на смену имитационному моделированию, для которого нужно было знать сотни трудноизмеримых параметров явления. Побудительные мотивы предпринятого исследования основаны на результатах предшествующего цикла работ по изучению фактических данных об эволюции разнообразных классов технических систем – обзор содержания и сводка результатов этих работ приведен в [2]. Цель данной работы – определить основные принципы применения «мягких» моделей для прогнозирования эволюции технических систем.

Информационный фонд работы

В качестве «функциональных аналогов» - систем, сложность эволюции которых не менее чем у технических систем – анализировались подходы к моделированию следующих систем:

- количественные методы в социальной и культурной динамике (Г.А. Голицын, В.М. Петров, В.П. Рыжов)

- методы анализа структуры и динамики экосистем, экологические системы, эволюционная биоценология (Г.С. Розенберг, П.М. Брусиловский, Ю.М. Свирижев, А.В. Яблоков, Дж.М. Смит)

- биологические системы (А.В. Молчанов, А.В. Жирмунский, В.И. Кузьмин, В.А. Красилов, Г.Ю. Ризниченко, А.Б. Рубин и др.)

- динамические нелинейные системы (Д.С. Чернавский, Н.Н. Моисеев, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий, В.И. Арнольд, А.А. Андронов и др.)

- модели социальных процессов (Ю.М. Плотинский, А.П.Назаретян и др.)
- наукометрические модели (В.В. Налимов, Р.Прайс)
- глобальные демографические процессы (С.П. Капица, А.В. Подлазов)
- палеонтология (А.С.Раутиан, А.Д. Поздняков, А.Г. Арманд)
- эволюционная кибернетика, изучающая происхождение и развитие целенаправленной организации в природе, мышлении, обществе и технологии (F. Heuylighen, V. Turchin, В.Г.Редько)
- проблемы выбора и селекции моделей (В.В. Жерихин, Г.С. Ивахненко, Г.С.Розенберг)

Анализ информационного фонда был сфокусирован на выбор наиболее адекватных по простоте и результативности подходов. Этим определились и рамки представляемой работы – наметить контуры технологии прогнозирования технических систем. Мы употребляем здесь термин «технология» в расширенной трактовке П. Друкера: как применение знаний вчерашнего дня и применения знаний к знаниям [3].

Принципы «мягкого» моделирования

В качестве наиболее перспективных подходов для прогноза путем «мягкого» моделирования можно выделить следующие подходы:

- дедуктивный метод – формулировка исходных предпосылок, определение модели поведения системы и выведение из неё динамические следствия – законы эволюции [5];
- логически безупречный метод долгосрочного прогноза – экстраполяция кривых роста до абсурда. Результат такого прогноза – вывод о смене механизма явления. Дополнительный статистический анализ структурных изменений в системе подсказывает возможные направления изменений [6];
- Принцип множественности моделей: для объяснения и предсказания структуры и/или поведения сложной системы возможно построение нескольких моделей, имеющих одинаковое право на существование. Применение

этого принципа можно проследить для математического описания даже «классических» механических и гидродинамических систем. Это близко к позиции Г.П. Щедровицкого, который единственным критерием истины считает «встречный синтез» – получение одного и того же по смыслу знания несколькими разными процедурами и последующее сопоставление результатов. Как следствие этого принципа возникает различие в объяснительных и предсказывающих моделях одной и той же системы.

- «Принцип осуществимости Б.С. Флейшмана: позволяет отличить модели сложных систем от обычных математических моделей. Математические модели требуют только указания необходимых и достаточных условий существования решения (логическая непротиворечивость: что есть на самом деле?). Модели конструктивной математики дополнительно к этому требуют указания алгоритма нахождения этого решения (например, путем полного перебора всех возможных ситуаций; как надо это сделать?). Системология рассматривает только те модели, для которых этот алгоритм осуществим, т.е. решение может быть найдено с заданной вероятностью p_0 за время t_0 (p_0 , t_0 - осуществимость; преодоление сложности или ответ на вопрос: что мы можем сделать?). Иными словами, принцип осуществимости может быть сформулирован следующим образом: «мы не надеемся на везение и у нас мало времени.» (цитируется по [7])

Следует отметить, что описанные подходы и принципы не являются завершенной, полной и замкнутой системой. В процессе дальнейшей работы возможна их корректировка и пополнение.

Приведем в качестве примера применения перечисленных принципов обсуждение известного закона Мура. Выделяются такие характерные особенности:

- критерии, которыми описывается действие закона Мура, «дрейфуют» со временем (скорости удвоения количества транзисторов, суммарная производительность микропроцессора, стоимость вычислений)

- время удвоения этих «дрейфующих» параметров меняется от 12 до 18 месяцев;

- выполнение закона Мура обеспечивается результатами независимых усилий – вначале исследовательских групп внутри корпорации Intel, затем и усилиями их конкурентов;

- скорость усовершенствований «подстегивается» постоянной конкуренцией в смене морально устаревающих поколений компьютером и тормозится необходимостью производить грандиозные инвестиции для освоения нового поколения ключевых технологий микроэлектроники;

- попытки определения физических пределов миниатюризации как ограничивающих пределов действия закона Мура нельзя признать состоятельными.

Таким образом, относительная длительность существования обсуждаемой прогнозной модели объяснима (апостериорно!) соблюдением вышеперечисленных принципов.

Укрупненный алгоритм «мягкого» моделирования

В результате анализа информационного фонда удалось сформировать укрупненную блок-схему алгоритма «мягкого» моделирования для прогноза эволюции технических систем

1. Цель: установление целей и рамок прогноза, ожидаемых результатов и формата их представления. Средства: типовой перечень целей прогноза, включая описание различий прогнозирования роста и развития; техника выявления предпочтений лиц, принимающих решения; таблица соотношения «горизонт – точность прогноза»; перечень и набор образцов типовых форматов представления прогноза

2. Цель: Формирование комплекса простых моделей для описания поведения прогнозируемой технической системы. Средства: пополняемый банк эволюционных моделей с описанием объяснительных механизмов и примеров применения;

3. Цель: оценка правдоподобности и границ адекватности путем тестирования отобранных моделей. Средства: ретроспективный прогноз; статистические методы проверки гипотез (включая средства нечисловой статистики); экстраполяция до абсурдных значений; оценка методом разделения экспериментальных данных на обучающую и прогнозируемую выборки.

4. Цель: выбор наиболее адекватных моделей селекцией и протестированных моделей. Средства: метод группового учета аргументов; методы факторного анализа; «модельный штурм»; математические методы «сшивания» моделей; экспертное назначение коэффициентов доверия; методы агрегирования моделей; иконологическое моделирование; нелинейная оптимизация методом Нелдера–Мида и т. д.

5. Цель: Формирование сценариев возможного развития технической системы. Средства: алгоритм сценарного планирования; «знаниевый реактор» С. Переслегина; модернизированные/адаптированные методики Развития Творческого Воображения; Roadmapping.

6. Сравнительный анализ сценариев. Средства: сравнительные таблицы; интерактивное обсуждение, формирование окончательного варианта прогнозных исследований.

Пример применения «мягкого» моделирования

Некритичное использование любой модели для прогноза развития технических систем может привести к серьезным ошибкам. Такой прогноз делается на основе анализа начального этапа уже совершившейся эволюции. В то же время, реальный процесс развития системы неизбежно включает в себя результаты последующих исследований, проведенных на более поздних этапах. Иногда форма начального участка кривой может искажаться и отличается от идеализированного представления. Это приводит к тому, что долгосрочный прогноз, сделанный по такому участку, может значительно отличаться от реального изменения параметра. Существенное влияние количества

учитываемых точек начального участка эволюции на точность результатов прогноза были показано В. Бердоновым [8].

Кроме того, все вышеупомянутые модели требуют знания предела развития системы. Значения физического предела развития могут быть в ряде случаев рассчитаны теоретически, но параметры реальных ТС крайне редко достигают своих физических пределов [9]. Как правило, значения достигаемых пределов ниже, чем физических, и определяется экономическими или организационными причинами.

Анализ развития различных технических систем (источники света, телевизоры, аккумуляторы, железнодорожные локомотивы, двигатели) показал, что каждая новая система развивается быстрее, чем предыдущая, и достигает более высоких значений главного параметра (См. Рис.1) [10].

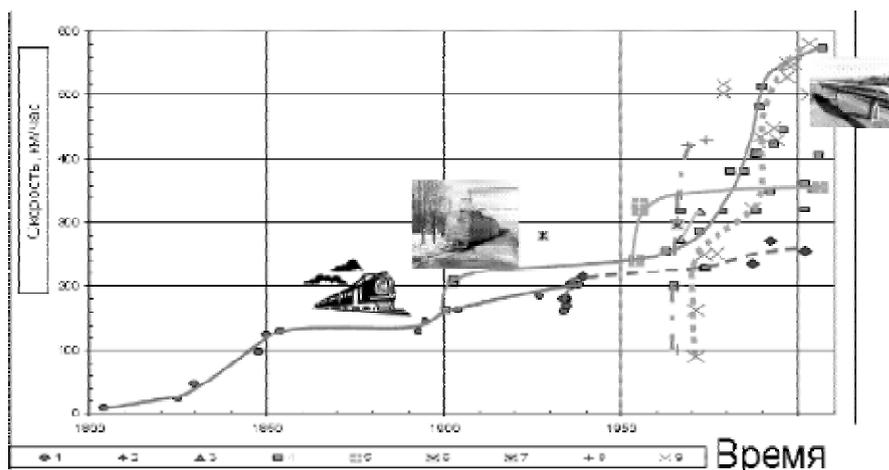


Рис.1. Изменение скорости железнодорожного транспорта от времени. Обозначения: паровоз (1), дизель (2), локомотив с газовой турбиной (3), электропоезд с несколькими двигателями (4), электропоезд-локомотив (5), реактивный локомотив (6), ракетный привод (7), поезд на воздушной подушке (8), поезд на магнитной подушке (9).

Это приводит к тому, что форма кривой развития изменяется. Такое изменение можно в общем случае представить в относительных координатах, как семейство несимметричных кривых, имеющих различную кривизну (См. Рис.2).

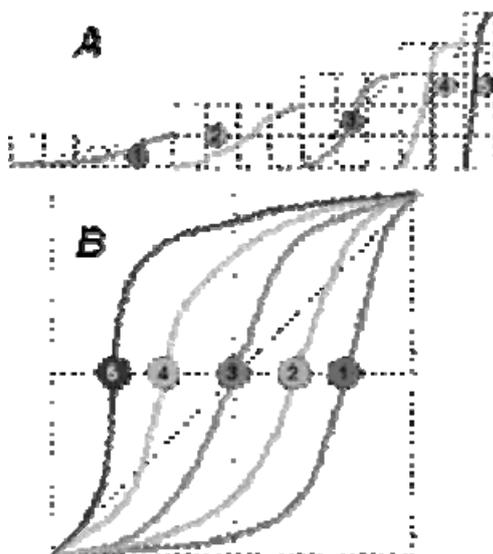


Рис. 2. Изменение формы и характера кривых развития в абсолютных (А) и относительных (В) координатах.

Следовательно, предлагаемая для описания модель должна отвечать нескольким критериям:

- модель быть «привязана» к точкам, расположенным на начальном участке кривой;
- модель должна описывать несимметричные кривые;
- модель должна давать возможность спрогнозировать возможное значение технического предела развития.

Широко используемые логистические кривые и модели Перла и Гомперца не отвечают первым двум критериям. Кроме того, они слишком «привязаны» именно к конечным точкам зависимости, наименее определенных в начальный, наиболее интересный для прогноза период эволюции. Это радикально осложняет возможность надежного прогноза.

В работе [11] рассмотрены применения различных видов уравнений для описания количественных кривых зависимости массы добываемой нефти от времени. В ней показано, что логистические кривые справедливы только для случая линейного падения скорости роста рассмотренного параметра. Эта модель так называемого «подавляемого роста» соответствует, как уже было отмечено, только симметричным кривым.

В той же работе было замечено, что для описания несимметричных кривых могут быть использованы уравнения, использующие так называемое ядро Кольрауша, которое соответствует растянутой во времени экспоненте и является аналогом распределения Вейбулла в математике. Эта зависимость имеет вид:

$$y_i = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{a}{b} \cdot (x_i - x_0)\right)^b\right] \cdot (y_\infty - y_0) + y_0 \quad (1),$$

где y_0 , x_0 – координаты начальной точки зависимости, y_∞ – предельное значение параметра, a и b – параметры модели. Подобное уравнение ранее было использовано для описания изменения механических характеристик натуральных, искусственных и синтетических волокон при их пластификации [12].

На Рис. 3 представлен пример описания этим уравнением временной зависимости эффективности источников света. Нами показано, что данная модель удовлетворительно описывает реальные кривые развития. Преимуществом данной модели является то, что в логарифмических координатах она с достаточной точностью описывается прямой линией (См. Рис.4).

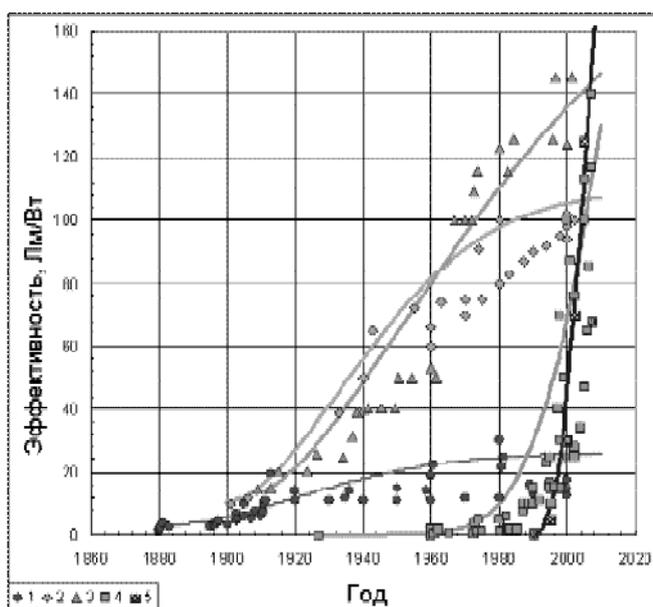


Рис.3. Зависимость эффективности от времени для: ламп накаливания (1), флуоресцентных ламп (2), дуговых ламп (3), светодиодов (4) и органических светодиодов (5). Точки – экспериментальные данные, линии – расчет по уравнению (1).

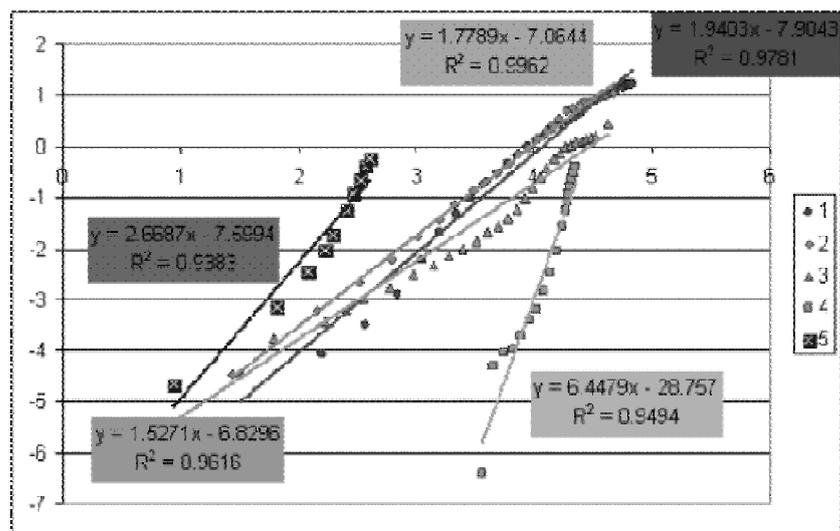


Рис.4. Зависимость эффективности от времени в логарифмических координатах для: ламп накаливания (1), флуоресцентных ламп (2), дуговых ламп (3), светодиодов (4) и органических светодиодов (5). Точки – экспериментальные данные, линии – расчет по уравнению (1).

Уравнение (1) позволяет, задавшись примерным значением предельного значения параметра y_{∞} , проводить подбор уточненного значения этого параметра, исходя из требований линейности этой зависимости. Такой подбор может осуществляться с использованием методов наименьших квадратов, или градиентного спуска. Предлагаемая модель, также, описывает реальные зависимости более корректно, чем логистическая кривая. Пример сравнительного описания модельной кривой с помощью предлагаемой и логистической моделей представлен на Рис. 5.

Для случаев, у которых не определены пределы роста и известны только начальные точки зависимости, применение подобного уравнения является достаточно проблематичным. Однако, эту проблему можно решить, используя линейность уравнения (1) в логарифмических координатах. Если принять это предположение, то появляется возможность подобрать соответствующие параметры уравнения, используя методы наименьших квадратов, или градиентного спуска.

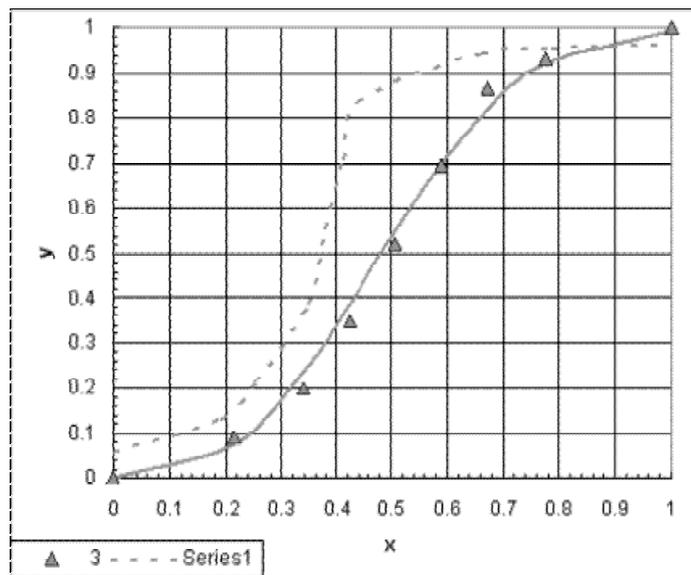


Рис.5. Описание модельной кривой 3 на Рис.2 по предлагаемой экспоненциальной модели (сплошная линия) и по логистической модели (пунктир) в относительных координатах.

По нашему мнению, в перспективе такие зависимости могут быть описаны с помощью модели роста Капицы-Баренблатта, которая соответствует гиперболическому росту параметра, который в определенный момент сменяется «катастрофой», то есть сменой механизма роста. В нашем случае такая смена механизма соответствует перегибу S-образной кривой.

Заключение

Предложен, синтезирован и описан подход к «мягкому» моделированию эволюции технических систем. Сформулированы базовые принципы и показаны примеры практического применения предлагаемого подхода. Предложен укрупненный алгоритм применения «мягкого» моделирования для описания эволюции и прогноза технических систем. Показан пример применения «мягкого» моделирования для описания эволюции источников света

Литература

1. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. М. : МЦНМО, 2004. 32 с.

2. A. Kynin, N. Feygenson V. Lenyashin // S-Curve as a Model for Description of Technical System Development. In International Journal of Systematic Innovation, 2010 (in press).
3. Эдерсхейм Э. Лучшие идеи Питера Друкера / Пер. С англ. Под ред. А.А. Чернова.- СПб.: Питер, 2008 – 384 с.
4. из
Адаптировано
http://www.chronos.msu.ru/TERMS/razumovsky_predvidenie.htm
5. Голицын Г.А., Петров В.М. Социальная и культурная динамика: долговременные тенденции (информационный подход). – М.: КомКнига, 2005.- 272 с.
6. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия Изучение развития науки как информационного процесса. - М.:Наука, 1969. – 192 с.
7. Г.С. Розенберг Системно-методологические проблемы современной экологии
http://www.krc.karelia.ru/doc_download.php?id=1306&table_name=section&table_ident=650
8. Бердонос В.Д., личное сообщение, декабрь 2009 г.
9. Alexander Kynin, Vasily Lenyashin, Naum Feygenson. S-Curve as a Model for Description of Technical System Development. The 1st International Conf. on Systematic Innovation 2010.01.22-25, Taiwan.
10. Кынин А.Т., Леняшин В.А. СИСТЕМНОЕ РАССМОТРЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, Доклады на TRIZ-fest 24-26 Июля, Санкт-Петербург, 2008 С.257-271.
11. Соколов В.А. Эволюционные уравнения, как феноменологические модели разработки нефтегазовых залежей. Нефтегазовое дело, 2006.
12. Гребенников С.Ф., Кынин А.Т., Ключев Л.Е. Сорбция водяного пара текстильными материалами. // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. - 1998, №2, С.176-183.

Алгоритмы Определения Условия Применимости Функциональной Подсказки

Аннотация

Условия Применимости инструментальны в технических прогнозах, основанных на ЗРТС, и точное определение Условий важно для качества прогноза. В настоящее время, Условие Применимости, известное также как функциональное ядро, выбирается из полной функциональной модели элементарной технической задачи. Этот подход оставляет значительное место для ошибок, связанных с неопределенностью и сложностью этой модели. Настоящая работа предлагает определять Условие Применимости шаг за шагом, начиная с причинно-следственного противоречия, описывающего элементарную задачу. Приведены два алгоритма: один – для задач, вытекающих из вредных действий, другой – для задач, связанных с полезными действиями. Предлагаемый подход лучше структурирован, более надежен и точен чем существующий метод.

Введение

Условия применимости являются необходимыми компонентами системы Функциональных Подсказок. К тому же, основанный на ЗРТС технический прогноз может быть сделан более качественно, если он основан на условии применимости элементарной технической задачи, а не на основе всей технической системы (см. мою статью для Саммита-2010 на эту тему). Ключом к успеху для обеих целей является точное определение Условия Применимости или, что то же самое, функционального ядра задачи. В соответствии с известным подходом, описанным в моей диссертации на звание Мастера ТРИЗ, условие применимости выбирается из полной функциональной модели элементарной задачи. Однако, процесс построения функциональной модели обычно приводит к результатам, сильно зависящим от того, кто строит модель. Поэтому нельзя быть уверенным, что «полная» функциональная модель не упускает и не искажает важные компоненты и взаимодействия. В случае, когда принимаются методические меры, гарантирующие полноту и правильность функциональной модели, получившаяся модель становится очень сложной для восприятия и последующего анализа. Таким образом, становится необходимым метод выявления Условия Применимости, не требующий

построения полной функциональной модели. Такой метод, предлагаемый в настоящей публикации, позволяет значительно улучшить надежность и точность определения Условия Применимости. Этот метод хорошо структурирован, краток, и во многих случаях сокращает время, необходимое для выявления Условия Применимости по сравнению с методом выбора из полной функциональной модели.

(полный текст статьи приведен в сборнике на английском языке)

А.М. Пиняев

Условие Применимости как Начало ЗРТС-Прогноза

Аннотация

Настоящая статья предлагает использовать Условие Применимости Функциональной Подсказки в качестве исходной точки при ЗРТС-прогнозе. Показано, что такой подход упрощает применение ЗРТС. Он также связывает ЗРТС с причинно-следственным и функциональным анализом и создает сквозной рабочий процесс усовершенствования технической системы. Этот подход также позволяет расширить базу данных Функциональных Подсказок путем их экстрагирования из ЗРТС.

Введение

Помимо решения задач, Условие Применимости Функциональной Подсказки помогает при ЗРТС-прогнозе. Выявление Условия Применимости позволяет точно определить ту часть системы или надсистемы, к которой необходимо применить ЗРТС. Условие Применимости также содержит функциональные взаимодействия этой части и определяет функциональное ядро элементарной проблемы, которая должна быть решена для того, чтобы развить техническую систему. Другими словами, Условие Применимости определяет начальную точку и направление технического прогноза. Знание улучшаемой части позволяет правильно определить положение системы на эволюционной кривой данного Закона. ЗРТС затем позволяют определить необходимые

преобразования этой части, которые ведут к очередной ступени в развитии системы.

Как показано в моей диссертации на звание Мастера ТРИЗ, определение Условия Применимости является результатом определённой последовательности шагов, которая включает причинно-следственный анализ изобретательской ситуации и выявление элементарной задачи в виде причинно-следственного противоречия. После того, как причинно-следственное противоречие сформулировано, должен быть использован алгоритм определения Условия Применимости, описанный в одной из моих статей, опубликованных в настоящем сборнике. Этот подход важен. Мой опыт говорит, что попытка определить Условие Применимости без выполнения этих необходимых шагов практически гарантирует ошибочный результат.

(полный текст статьи приведен в сборнике на английском языке)

А.М. Пиняев

Причинно-следственный Анализ Будущей Технической Системы

Аннотация

Причинно-следственный анализ – это хорошо известный способ выявления задач в существующих технических системах. Настоящая статья описывает, как причинно-следственный анализ может быть использован для синтеза технических систем. Ядром предложенного варианта причинно-следственного анализа является рассмотрение потенциальных способов выполнения требуемой функции, которые работают, но не удовлетворяют ограничениям проекта. Новая методика позволяет применить проверенный способ определения изобретательских задач для синтеза технических систем.

Введение

Настоящая статья описывает применение причинно-следственного анализа для часто встречающегося случая, когда известна функция, которую необходимо выполнить, а система для её выполнения пока неизвестна. Легко предположить, что причинно-следственный анализ не применим для опреде-

ления изобретательских задач в таких ситуациях. Я, однако, обнаружил, что причинно-следственный анализ является отличным инструментом формулирования прогнозных задач, как только определен один из способов выполнения функции. Этот способ не должен решать изобретательскую задачу или удовлетворять условиям изобретательской ситуации. Целью данного способа является выявление прогнозного причинно-следственного противоречия, которое может быть в дальнейшем разрешено одним из ТРИЗ-инструментов. Такие способы выполнения требуемой функции могут быть найдены в литературе, предложены во время мозгового штурма или получены методом проб и ошибок. К этому способу предъявляются следующие два требования: 1) быть способным выполнять требуемую функцию и 2) не удовлетворять как минимум одному из ограничений проекта. Чем больше таких способов рассмотрено, тем больше концепций новых систем будет предложено.

(полный текст статьи приведен в сборнике на английском языке)

Применение параллельных эволюционных линий для технического прогнозирования

Аннотация

Очень часто технические системы (изделия и процессы) в процессе эволюции проходят аналогичные стадии развития. Обычно одна из систем находится на более продвинутой стадии развития, чем другие. Это позволяет спрогнозировать эволюцию менее развитой системы. В отличие от разработанных в ТРИЗ Законов Развития Технических Систем (ЗРТС), которые предлагают, как правило, весьма общие направления развития практически для любых Технических Систем (ТС), Параллельные Эволюционные Линии (Parallel Evolutionary Lines - PEL) дают конкретные рекомендации для сравнительно узкого класса ТС. В то же время в отличие от Функционально-Ориентированного Поиска, переносящего конкретные технические решения из лидирующей области техники в исходную, PEL переносят целые тенденции (тренды или линии эволюции).

Зная, как развивалась соответствующая ТС в лидирующей области техники, можно достаточно точно и эффективно прогнозировать развитие аналогичной (параллельной) ТС в другой области. Нами были выявлены два главных вида общности, подобия, аналогии между различными ТС:

- Функциональное подобие;
- Физическое подобие или подобие принципа действия (аналогия на уровне физических, химических, геометрических, биологических и т.п. свойств ТС).

Разработан алгоритм анализа Параллельных Эволюционных Линий. Методика проверена на примерах нескольких практических консультационных проектов для разнообразных изделий и процессов в различных областях техники. В статье приведены многочисленные примеры применения предлагаемой методики.

(полный текст статьи приведен в сборнике на английском языке)

Использование главных параметров потребительной стоимости в качестве инструмента технического прогнозирования

Аннотация

Выявление правильных Главных Параметров Потребительной Стоимости (Main Parameters of Value - MPV) жизненно важно для эффективного прогнозирования развития Технических Систем (ТС). Главный Параметр Потребительной Стоимости – это свойство, характеристика изделия или технологии, которое определяет решение потребителя о покупке соответствующего товара. В соответствии с этим определением настоящей инновацией является только значительное улучшение хотя бы одного MPV. При этом прорывной считается инновация, связанная с открытием нового MPV или использованием нового более эффективного принципа действия, открывающая новую S-образную кривую с более высоким пределом развития.

Главный инструмент выявления MPV это Функциональный Анализ взаимодействия ТС и её надсистемы для:

- Разных этапов жизненного цикла ТС – производство, эксплуатация, хранение, транспортировка, утилизация, и.т.п..
- Типовых участников рыночного процесса - пользователь, конечный потребитель, производитель, и.т.п.
- Различных ниш рынка – разный возраст потребителей, пол, раса, географическое положение, профессия, предпочтение каких-либо торговых марок, и.т.п.
- Различных типовых ситуаций: аварийная ситуация, ремонт, замена частей, подготовка к работе, определение временных рамок работы, и.т.п.
- Различных надсистем в рамках которых может работать ТС.

Разработан алгоритм выявления и анализа MPV. Методика проверена на примерах большого числа практических консультационных проектов для разнообразных изделий и процессов в различных областях техники. В статье приведены многочисленные примеры применения предлагаемой методики.

(полный текст статьи приведен в сборнике на английском языке)

Н. Беккати́ни¹, Г. Кассини¹, Ф. Ротини²

**Взаимосвязь между эволюцией противоречий и законом
повышения идеальности**

¹ Политехнический Институт Милана, Факультет механики, Италия

² Университет Флоренции, Факультет механики и технологии, **Италия**

Аннотация

В литературе по ТРИЗ содержатся многочисленные утверждения о том, что Законы развития технических систем (ЗРТС), сформулированные Альтиуллером, могут эффективно использоваться как инструмент для разработки прогнозов развития техники. Кроме того, все инструменты и процедуры, предложенные к настоящему времени, характеризуются плохой воспроизводимостью результатов, ограничивая тем самым принятие на вооружение инструментов ТРИЗ в качестве надежных средств анализа появляющихся технологий и их потенциального влияния. В предыдущей работе [1, 2] авторы представили свой подход к моделированию, сочетающий хорошо известные приемы ТРИЗ и традиционные эталонные модели инженерно-технических решений. Результатом этого стала Сеть Законов Развития, которая обеспечивает помощь при принятии решений, позиционируя альтернативные технологии и технические решения в соответствии с ЗРТС.

Выбор наилучшего стратегического направления по-прежнему делается теми, кто будет получать выгоды от прогноза, так как решения будут приниматься именно ими на основе их задач и их ценностей. Кроме того, тем, кто принимает решения, требуется предоставить новые возможности и основания для вынесения решения. С этой целью было полезно оценить уровень зрелости анализируемых технологий. Настоящая работа представляет собой исследование существующей взаимосвязи между эволюцией противоречий и Законом возрастания идеальности, как средства для определения стадии развития Технической Системы. В докладе детально рассматривается метод, предложенный для проведения систематического сравнения противоречий, относящихся к каждой технологии. Подход поясняется примером из фармацевтической промышленности, касающимся производству таблеток.

Ключевые слова

Прогнозирование развития техники, Законы Развития Технических Систем, Противоречия
(полный текст статьи приведен в сборнике на английском языке)

РАЗДЕЛ II

АРХИВ ТРИЗ САММИТА

Г.С. Альтшуллер, М.С. Рубин

Что будет после окончательной победы

Восемь мыслей о природе и технике

1987 г.¹¹

*Не будем, однако, слишком обольщаться
нашими победами над природой.
За каждую такую победу она нам мстит.
Ф. Энгельс. Диалектика природы*

Есть три основных типа разрушающего воздействия современной технической цивилизации на природу:

1. Преступное разрушение природы. Наиболее откровенная форма уничтожения природной среды. Например, поджоги леса: в пожарах гибнут сотни тысяч гектаров леса. Сброс отходов с танкеров - в открытом море, тайком. Сброс - в реки и озера - отходов нефтеперерабатывающей и химической промышленности. Выброс вредных газов в атмосферу - вопреки всем санитарным нормам.

Недопустимость преступного разрушения природы в какой-то мере осознана обществом. Законы, защищающие природу от варварского истребления, постоянно ужесточаются.

Здесь есть резервы для защиты природы: в принципе, в любой день могут быть введены еще более суровые законы и налажен еще более строгий контроль за их выполнением.

2. «Законное» разрушение природы. Законы позволяют разрушать природу в определенных, якобы безопасных для природы, пределах. Через каждые 10—15 лет выясняется, что пределы эти надо резко ужесточить: нормы пересматривают, делают более жесткими, но в большинстве случаев бывает уже поздно... Казалось бы, надо сразу ввести очень жесткие нормы. Но это разрушило бы основы технической цивилизации. Так, чтобы ликвидировать фото-химический смог в Лос-Анджелесе, надо запретить автомобильное движение. Кто пойдет на это?.. «Законное» разрушение природы продиктовано экономической целесообразностью. Изменить понятие «целесообразности» трудно: надо изменить представление о человеческих ценностях. Пока в споре «автомобиль в центре города или лес на окраине города», безусловно, побеждает автомобиль...

Разумеется, есть и такое «законное» разрушение, которое не диктуется железной экономической необходимостью. Такова ситуация с целлюлозными предприятиями на Байкале. Площадь усыхающих лесов в районе Байкала составляет сейчас полмиллиона гектаров, гибнет рыба, изменяется состав воды... Получение какого-то дополнительного количества целлюлозы перевешивает - как фактор экономической «целесообразности» - ценность уникального природного региона.

Иногда «законное» разрушение природы идет не непосредственно, а по цепочке. Закон не запрещает строить танкеры все большего водоизмещения. Но большой танкер - это много нефти, сосредоточенной на одном корабле. А море остается морем - со всеми его опасностями, и если гибель небольшого танкера - опасная авария, то гибель супертанкера, перевозящего полмиллиона или миллион тонн нефти, - это катастрофа планетарного масштаба.

Бурно развивается авиация: растет число самолетов, увеличивается мощность двигателей и высота полетов. В атмосферу - на «законном» основании - выбрасывается все большее количество вредных газов. Закон не видит нарастающей опасности разрушения озонового слоя в атмосфере. Между

¹¹ Цитируется по публикации: Г. Альтшуллер, М. Рубин "Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике" в книге "Шанс на приключение"/ Сост. А.Б. Селюцкий. - Петрозаводск, изд. "Карелия", 1991.

тем, озон защищает все живое на Земле от губительных ультрафиолетовых лучей.

Нарастает мощность лазерных устройств - закон пока не задумывается над возможными последствиями воздействия мощных лазерных лучей на атмосферу...

Законы стремятся не задеть интересы экономики. Законы не заглядывают в будущее. Этим объясняется все более мощное «законное» разрушение природы.

Здесь есть определенные резервы. Законодательство может быть более суровым и более дальновидным. Но резервы эти не слишком велики: нельзя заметно притормозить экономическое развитие и научно-технический прогресс.

3. Необходимое вытеснение природы. Численность населения на планете быстро увеличивается. Нужны новые города, новые заводы и фабрики, новые дороги... Нужно новое место для технического мира - взять это место неоткуда - можно только отнять его у природы.

Предположим, искоренено преступное разрушение природы, изданы мудрые и дальновидные законы, положившие конец хищническому развитию экономики, нет откровенно преступного истребления природы и нет «узаконенного хищничества». Все равно техника будет стремительно вытеснять природу: нужно место для увеличивающегося населения, нужно место для техники, обеспечивающей высокий уровень благосостояния всему быстро растущему населению планеты.

Предположим невероятное: уже сегодня введены эффективные меры уменьшения темпов роста населения Земли. В самом идеальном случае эти меры скажутся через три-четыре поколения. А этого времени сверхдостаточно для практически полного вытеснения природы техникой.

Мысль 1. Сегодня еще существует шаткое равновесие природы и техники, но потенциально природа обречена; она неизбежно будет вытеснена

стремительно растущей техникой - даже если хищническое истребление природы (незаконное и «законное») будет прекращено.

Мысль о том, что природа даже в самом идеальном случае неизбежно будет вытеснена техникой, встречает сильное психологическое сопротивление. «Этого не может быть, потому что этого не может быть никогда...»

Наиболее распространенный довод: на нашей планете еще много свободного места. Действительно, города, производственные предприятия, дороги занимают всего 3,2 процента земельного фонда нашей планеты; пашни и сады - 10,6; пастбища - 23,2; водохранилища, реки и озера - 2,4 процента. Итого - 39,4 процента имеющегося фонда. Как будто не так и много - меньше половины. Но что представляют собой оставшиеся земли? Ледники, пески и земли, испорченные человеком, - 15 процентов; леса - 30; пустыни - 6,9; болота - 3; тундра - 5,5 процента.

Земля поделена без остатка! Уже прекратился рост площадей, отведенных под пашню. Площадь лесов ежегодно уменьшается на 1,7 процента (то есть на 0,5 процента от всего фонда). Это катастрофические темпы: не будет лесов и океанов - не будет кислорода в атмосфере. Осваивать пустыни? Очень дорогое и медленное дело! Вот Каракумский канал. Бетонное русло строить было дорого - канал имеет земляное русло, через которое теряется 17 процентов воды. 170 тысяч литров воды в секунду! Поднимается уровень грунтовых вод, образуются соляные озера... Последствия предсказуемы только в одном: ничего хорошего ждать не приходится. Осушение болот? Нарушается экологическое равновесие, исчезают многие виды растительности, вымирают некоторые виды животных... Необходимо все - и пустыни, и болота, и леса. То, что можно было взять у природы, в основном уже взято...

Другой довод: техника, развиваясь, стремится к миниатюризации, современные ЭВМ в тысячи раз компактнее ЭВМ первого поколения. Да, рабочие элементы современных машин становятся компактнее: увеличивается производительность на единицу веса и объема. Но именно это создает условия для взрывного роста массовости машин: в тысячу раз меньше объем, но зато в тысячу раз больше число рабочих элементов, и в тысячу раз больше

места на Земле занимает тот или иной вид машин, и тем больше пространства нужно для производства и обслуживания микротехники.

Еще один довод: технику можно вывести в космос... Напрасная надежда! Выход в космос требует особо интенсивного расширения производственных площадей на Земле: нужны новые добывающие, перерабатывающие, машиностроительные предприятия. Нужны новые города, дороги, космодромы...

Природа обречена. При самом бережном отношении она все равно будет вытеснена техникой. Даже если мы попытаемся затормозить развитие техники, тормозной путь окажется слишком длинным.

Через три-четыре поколения человечеству предстоит жить в мире, в котором природа будет на задворках. Леса пройдут стадии заповедников, потом парков, потом садов и превратятся в чахлые скверики. Пашни станут полутеплицами. Атмосфера загрязнится до недопустимых для человека норм... Может быть, это произойдет не за три-четыре, а за пять-шесть поколений - какая разница?! Важно другое: это неизбежно произойдет, это произойдет неотвратимо, даже при самом бережном отношении к природе, произойдет - потому, что *это уже запрограммировано*. Мы не успеем сменить стиль жизни, не сумеем понять, что «природные ценности» несоизмеримо выше «автомобильных ценностей». У нас не осталось времени, чтобы перестроиться и спасти природу.

Но есть - еще есть! - время, чтобы взглянуть правде в глаза и подготовиться к жизни в новом техническом мире

До сих пор техника имела дело, так сказать, с бесприродными «микромиром». Искусственные, технические миры создавались в ограниченном пространстве: в подводных лодках, в кабинах самолетов, на космических аппаратах, в какой-то мере - в производственных и жилых помещениях. В основном же цивилизация была природно-технической. Природа не исключалась, она работала вместе с техникой (и наоборот—техника вместе с природой).

Тем не менее, в развитии техники очень важное значение имели задачи, выдвигаемые для создания и совершенствования бесприродных «микромиром».

ров». Они были одним из главных приводов технического прогресса. Создание и функционирование большого бесприродного технического мира требуют решения множества технических задач. Нужды нового мира на долгое время станут основным фактором, определяющим будущий технический прогресс.

Мысль 2. Проектирование бесприродного технического мира (БТМ) позволит заранее выявить задачи, жизненно важные для существования и развития цивилизации, и своевременно подготовиться к их решению. Таким образом, проектирование БТМ даст стержневую линию не только для социального, но и для технического прогнозирования.

Сейчас мы щедро оплачиваем исполнение наших желаний валютой природных ценностей. Захотели обзавестись миллионами автомобилей - пожалуйста! Заняли автодорогами тысячи и тысячи километров природного простора, изломали природу нефтедобычей и нефтепереработкой... Захотели издавать несметное количество печатных изданий - пожалуйста! Пустили под топор леса - источник кислорода...

Перенести *такой* мир в бесприродные условия невозможно: нечем платить. БТМ должен быть основан на иных принципах.

Мысль о неизбежности мира без живой природы пугает наше воображение. Но отключим на время эмоции и попытаемся трезво оценить возможность создания БТМ.

Принципиальная осуществимость БТМ зависит, прежде всего, от возможности или невозможности техническими средствами сделать то, что природа делает «автоматически» и «бесплатно»: обеспечить человечество кислородом, питьевой водой, пищей, энергией, материалами... Перечень даров природы бесконечен. Природа «автоматически» и «бесплатно» снабжает человечество оптимальными факторами существования: силой тяжести, атмосферным давлением, освещением, температурой и влажностью воздуха.

Природа неутомимо уничтожает отходы. Обеспечивает ритмику: смену времен года, суточный цикл, биоритмы и т. д. Дает надежный защитный

комплекс: защиту от радиации, вредных излучений, перегрева и переохлаждения...

В рамках этой статьи мы затронем только вопрос о техногенном обеспечении трех наиболее важных функций природы - снабжения человечества кислородом, пресной водой, питанием.

«Проектирование БТМ», «жизнеобеспечение в БТМ» - при постановке задач в таком виде может создаться впечатление, что БТМ это нечто, что можно начать и кончить строить, между тем *мы уже живем в БТМ*.

Мы практически не бываем на открытом воздухе: дом, метро, автобус, цех или другое рабочее помещение, магазины, театры, спортивные залы. Мы не пьем ключевой воды, редки в нашем рационе биологически чистые продукты...

Это первая, начальная фаза БТМ, когда среда обитания в значительной мере уже бесприродна, но жизнеобеспечение еще основано на природных системах.

Следующая фаза - промежуточная: часть функций жизнеобеспечения будет выполняться искусственно, а часть - с использованием природных процессов. При этом «искусственная» часть будет постоянно возрастать.

Наконец, заключительная фаза: идеальный БТМ - мир, в котором степень независимости от природы (точнее: от того, что к этому времени останется от природы) очень высока (порядка 90 процентов) и продолжает увеличиваться.

Создание БТМ - долгий процесс, включающий существенно разные фазы. Полный (идеальный) БТМ отделен от нас, живущих в эпоху «раннего» БТМ, долгими столетиями. Но первоначальные, прикидочные расчеты по жизнеобеспечению человечества целесообразнее относить к полному БТМ - процесс его формирования может оказаться быстро ускоряющимся. Еще одно предварительное - перед расчетами - соображение. По прогнозам ООН к 2080 году население Земли стабилизируется и составит не менее 8 миллиардов человек. К этому времени мощность всех энергетических установок бу-

дет составлять примерно $7 \cdot 10^{10}$ киловатт. Исходя из этих данных, мы и будем вести расчеты.

Обеспечение кислородом.

Для дыхания одному человеку требуется 550-600 литров (0,83 килограмма) кислорода в сутки.

Всему человечеству на весь 2080-й год понадобится $1,6 \cdot 10^{15}$ литра, а на нужды техники (при современной структуре потребления кислорода) - $6 \cdot 9 \cdot 10^{17}$ литров. При получении кислорода из загрязненного воздуха глубоким охлаждением затрачивается 0,0004-0,0016 киловатт-часа на каждый литр кислорода. Для всего человечества это составит $1,9 \cdot 10^9$ киловатта в год, или 0,27 процента вырабатываемой во всем мире энергии.

Чтобы обеспечить замкнутый цикл, необходимо получать кислород из выделяемого при дыхании углекислого газа. При разложении углекислого газа электролизом с применением твердых электролитов на каждый литр кислорода, получаемый в течение часа, требуется установка мощностью 6-8 ватт. На каждого человека необходима установка мощностью 150 ватт, на все человечество - $1,2 \cdot 10^9$ киловатта, или 1,7 процента вырабатываемой в 2080 году энергии.

Обеспечение человечества кислородом в БТМ - относительно несложная задача, если речь идет только о дыхании. Иное дело - искусственное обеспечение кислородом техники: тут требуется вдвое больше энергии, чем ее будет вырабатываться во всем мире. *Техника должна стать бескислородной.* Прежде всего, это означает отказ от сжигания угля, нефтепродуктов и газа. *Нужен поток новых изобретений по переходу на бескислородные процессы.* Сегодня такие изобретения невыгодны. Но создавать и разрабатывать их надо именно сегодня. Завтра будет поздно.

Обеспечение водой. Норма потребления воды на одного человека в сутки 2,5 литра, в условиях пустынь до 10 литров.

На бытовые нужды в крупных городах норма примерно 500 литров. С учетом расходов на промышленность на каждого человека приходится до 6500 литров воды в сутки.

При длительных полетах на космических кораблях и орбитальных станциях суточная норма потребления 2,2-2,5 литра на человека, кроме того, на санитарно-гигиенические нужды расходуется от 6 до 25 литров воды в сутки. Известно много физических, химических, электрохимических и биологических методов получения воды опреснением морской воды или регенерацией ее из отходов жизнедеятельности людей, использованных санитарно-гигиенических или технических вод. Расход энергии при этом может составить 8-10 киловатт-часов на кубометр воды.

В таблице приведены данные о расходе энергии при различных вариантах потребления воды. Космонавты обходятся 28 литрами воды в день и меньше, поэтому можно рассчитывать на снижение расхода воды на бытовые нужды по крайней мере до 150 литров на человека в день. Ни один из вариантов удовлетворения потребностей в воде не вызывает особой тревоги - за исключением, конечно, нужд промышленности и сельского хозяйства: *здесь необходима интенсивная перестройка на безводную технологию,*

Назначение	Суточная норма на человека (литр)	Расход на все человечество за год (литр)	Мощность установок при расходе энергии 0,01 кВт-час на 1 литр	Количество энергии в % от всей получаемой в 2080 г.
На физиологические нужды	3	$8,76 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^7$	0,014
На бытовые нужды	от 150 до 500	от $4,38 \cdot 10^{14}$ до $1,46 \cdot 10^{15}$	от $5 \cdot 10^8$ до $1,7 \cdot 10^9$	от 0,7 до 2,4
На промышленность и сельское хозяйство	6500	$1,9 \cdot 10^{16}$	$2,2 \cdot 10^{10}$	30,9

Общие расходы на водообеспечение, по всей видимости, не превысят 10—12 процентов от вырабатываемой энергии, из которых на жизнеобеспечение приходится только 0,014 процента. В настоящее время водоснабжение отнимает 0,7 процента всей вырабатываемой энергии.

Обеспечение титанием. Энергетическая ценность питания одного человека должна составлять 3000 килокалорий в сутки. Всему человечеству ежегодно требуются $1,16 \cdot 10^9$ киловатт «пищевой» энергии. Для определения

общей потребности в энергии необходимо знать к.п.д. системы по производству пищевых продуктов. При использовании природных систем (собира-тельство, охота) затрачивается в несколько раз меньше мускульной энергии, чем содержится в добытой пище, но этот способ требует в 20 000 раз больших площадей и в 33 раза больше человеко-часов рабочего времени, чем современная технология производства питания. Экономия площади и время, техника снижает к.п.д. получения пищи. В Англии, например, на 1 килокалорию затраченной технической энергии приходится только 0,4 килокалории произведенных продуктов.

В производстве питания наблюдаются две противоположные тенденции. С одной стороны, постоянно снижается природно-ресурсный потенциал, что приводит к уменьшению к.п.д. С другой - совершенствуется и упрощается технология, что повышает отдачу от затраченной в производстве питания энергии. Широкое распространение, например, получает сейчас новая техно-логия в производстве питания, при которой полностью исключается этап жи-вотноводства - растительный белок искусственно превращается в равноцен-ный животному.

Пока не известна технология, которая позволяла бы обеспечить замкну-тый цикл воспроизводства продуктов питания без элементов природных сис-тем. На ближайшее будущее тенденции развития будут состоять в использо-вании более простых природных систем с их симбиозом с технологическими процессами. Вместо экосистем используются их фрагменты, вместо живот-ных - растения, вместо растений - клетчатка и бактерии. Одновременно раз-виваются технологии искусственного синтеза пищи. В любом случае к.п.д. производства продуктов питания не будет ниже (не должен быть ниже!) 3-4 процентов. При этом для обеспечения питанием человечества потребуется $2,9 \cdot 10^{10}$ киловатт или около 40 процентов всей вырабатываемой энергии. Сейчас сельское хозяйство потребляет 10 процентов энергии.

В сущности, обеспечение БТМ основными продуктами, необходимыми для поддержания жизни, почти всецело зависит от «энергетической платы». Даже современный уровень техники гарантирует энергетику, необходимую и

достаточную для постройки БТМ вместимостью в 8 миллиардов человек. Населению БТМ придется отказаться, конечно, от автотранспорта и авиатранспорта (в их современных формах, связанных с чудовищным расходом кислорода, воды и ценных продуктов), но жить в БТМ - дышать, пить, питаться - будет возможно.

Мысль 3. Технически (энергетически) создание БТМ осуществимо уже на современном уровне техники. Это отчасти печальный вывод. Ибо нет самого сильного фактора, который бы сдерживал вымирание природного мира. Как ни грустно, без природы можно выжить, построив БТМ. И природу быстро добьют...

Наши выкладки — «первоприкидочные» оценки «самого-самого» минимума. Между тем, природный мир построен с колоссальной избыточностью. Эта избыточность с точки зрения, так сказать, самого природного мира обеспечивает ему высокую *надежность*. А с точки зрения человека, и если так можно выразиться, с точки зрения науки и техники, избыточность дает возможность *познания и развития*. Исследование и перестройка мира связаны с ошибками. В мире без избыточности такие ошибки означали бы катастрофу. Миру природному или бесприродному — нужна избыточность.

Один пример: судьба Кара-Богаз-Гола. В 1982 году 200-метровый пролив между Кара-Богаз-Голом и Каспием перегородила дамба. Такое решение было принято из-за обмеления Каспия якобы в результате огромного водоотбора на Волге. Позже, когда соли Кара-Богазы из ценного сырья превратились в разносимый по огромным площадям яд, оказалось, что потери от высыхания Кара-Богазы выше потерь от обмеления Каспия. Попутно выяснилось, что уровень Каспия не понижается, а повышается: главным фактором, определяющим его уровень, оказались тектонические процессы его дна, а не испарение воды Кара-Богаз-Гола и не водоотбор на Волге... В БТМ, не имеющем избыточности, такой «прокол» означал бы глобальную катастрофу или, во всяком случае, чрезвычайное бедствие. В мире с высокой избыточностью легко переносятся и значительно большие «проколы»...

Проектирование БТМ с достаточно высокой степенью избыточности в первом приближении сводится к созданию запасов энергии и ограниченного числа наиболее важных веществ. *Такая задача не выходит за рамки реальности.* Причем «запасы» вовсе не означают «неиспользуемые запасы».

Зимой высокогорное село Куруш в Дагестане полностью оторвано от цивилизации. С древних времен заборы рядом с домами делают там из кизяка. Если к концу зимы топлива не хватает, заборы постепенно разбираются на отопление. Летом запасы восстанавливаются. В 1962 году аналогичное решение выдвинула американская фирма «Грумман Эйркрафт»: изготавливать часть внутренних перегородок космического корабля «Аполлон-С» из прессованной пищевой смеси. Другой вариант создания запасов - мебель, содержащая бертолетовую соль. При сгорании такой мебели выделяется кислород.

Мысль 4. В принципе можно построить БТМ с высокой избыточностью (БТМ-ВИ). Для этого потребуется сделать и реализовать множество новых изобретений. Необходима будет также более высокая степень осмотрительности при исследовании и перестройке мира. Учитывая ускоряющиеся темпы развития науки и техники, следует предполагать, что возможность создания БТМ-ВИ появится уже через 80—100 лет. В том, что можно на какое-то время создать БТМ или даже БТМ-ВИ, еще, как говорится, мало радости. Мир нужен человеку на очень долгие времена, практически навечно. *Человек должен чувствовать: мир будет всегда.* Только в вечном мире появятся стимулы к продолжению прогрессирующей эстафеты поколений, к сохранению и развитию цивилизации.

Никакими техническими средствами нельзя обеспечить вечность БТМ. Это проблема по преимуществу социальная, ведь речь идет о строительстве МИРА, а не благоустроенной и долговременной клетки.

Мысль 5. Социально-устойчивый и развивающийся БТМ (СУР-БТМ, СУР-БТМ-ВИ) должен быть миром, неисчерпаемым для познания. Красота

этого мира тоже должна быть неисчерпаемой. Только такой мир будет вечным.

Обеспечить неисчерпаемость познания сравнительно легко, например, исследованиями микромира (глубин вещества) и макро-мира (Вселенной). Неизмеримо труднее создать мир, неисчерпаемый по красоте. «Запасы красоты» — по этому «показателю» техника сильнее всего уступает природе. Технические системы, как правило, приобретают самоценную красоту лишь на последнем этапе своего существования (такова, например, красота чайных клиперов или деревянного зодчества). Обычно «техническая красота» — это красота узкофункциональная (обтекаемая форма скоростных транспортных средств) или подражающая природе.

В 1982 году, когда начиналась работа по теме «БТМ», мы обошли бакинские магазины электротоваров. В продаже были 20 типов электрокаминов. 18 из них наивно и грубо имитировали «горение дров». Два электрокамина (самые дешевые) были узкофункциональны - они представляли собой примитивные электронагреватели. Даже в патентной литературе не оказалось ни единого изобретения, в котором «обыгрывалась» бы красота физических эффектов, присущих только технике и не используемых природой.

Человек появился и развивался в мире, исключительно благоприятном по познаваемости и красоте. Это одна из главных причин быстрого «очеловечивания человека». Но столь же быстро (даже намного быстрее!) пойдет обратный процесс, если исчерпаются таинственность и красота мира.

Природа имеет колоссальный «запас красоты». В БТМ такой запас создать не удастся. Неисчерпаемость красоты в БТМ может быть обеспечена только возможностью ее постоянного возникновения и развития.

Поясним эту мысль. До музыки был только природный шум: свист ветра, звуки леса, пение птиц, ритм прибоя... Музыка начиналась с подражания голосам природы. Но очень скоро звукоподражание выросло в МУЗЫКУ. Это единственный бесспорный случай, когда «техническая красота» (в смысле «красота, которая создана искусственно») сильнее и неисчерпаемее «природной красоты».

Мысль 6. Создание СУР-БТМ и СУР-БТМ-ВИ немислимо без многих новых социально-технических изобретений типа «от шума к музыке». Решение этих сложнейших суперзадач требует огромного расхода сил и времени. Поэтому начинать надо сегодня. Завтра будет поздно. В природном мире можно было мыслить методом проб и ошибок. Колоссальная избыточность природы покрывала издержки от ошибок, прощала медлительность и неэффективность решения задач.

Мысль 7. При построении СУР-БТМ и СУР-БТМ-ВИ и для жизни в этих мирах необходимо иное мышление - эффективное, исключющее крупные просчеты, учитывающее диалектику стремительно развивающегося мира. Отдаленным прототипом такого мышления можно считать теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ). Точнее - общие принципы сильного мышления, заложенные в ТРИЗ

Мы живем в мире, где главное - материальное потребление. За столетие такой мир съел половину природы и четыре пятых ее красоты (цифры примерные - речь идет о порядке величин).

Мысль 8. В БТМ неизбежно придется отказаться от материально-потребительского образа жизни, от материального потребления как главной жизненной ценности. Главным вектором БТМ должно стать *творчество, направленное на углубление и расширение познания и на обогащение красоты мира*. В творчество будет вовлечена большая часть населения БТМ. Потребуется развитая система воспитания творческого мировоззрения и обучения творческой технологии мышления. Дальний прототип такой системы - нынешние занятия по ТРИЗ.

Полагалось бы закончить эту проблемную статью традиционным обращением к читателю: авторы будут благодарны за критику и замечания. Но если говорить откровенно, мы знаем замечания и возражения. И отношение наше к ним скорее грустное, чем благодарное. Люди привыкли (и это естественно) к природному миру. Мысль о неизбежности превращения этого мира

в БТМ вызывает крайне резкие отрицательные эмоции. Список возражений, которые мы выслушали, пока шла работа над статьей, занял бы не один десяток страниц. Возражения эти основаны на эмоциях (или преимущественно на эмоциях) — и потому непроверяемы. Ну что можно ответить на такой довод: «Все это чушь! Я не представляю, как можно жить в мире, где не будет неба, моря, леса, животных...». Или на такое соображение: «Люди не могут жить без войн и столкновений. А в БТМ любой военный конфликт будет означать конец света...».

Первое время мы пытались противопоставить эмоциям логику, разум, расчеты. Мы доказывали, что переход в БТМ уже идет и обратного пути нет. Мы осторожно намекали, что наши далекие предки тоже не представляли себе жизни без пещер и мамонтов. Мы проводили аналогии между БТМ и кораблем: на кораблях не бывает междоусобных войн — иначе мореплавание было бы невозможно... Все это оставалось пустым звуком. Оппоненты упорно твердили: этого не может быть, потому что этого не было никогда!

Эмоции невозможно переспорить, перекрыть, остановить. Им надо открыть «зеленый свет», пусть свободно выплескиваются. Столкнувшись с невероятным (с тем, что кажется невероятным), человек должен сначала тысячу (или десять тысяч) раз воскликнуть: «Этого не может быть!», чтобы потом, в конце концов, задуматься: «А что если?..».

Итак, авторы заранее благодарны за критику и замечания. И обещают неукоснительно учесть все возражения.

**Дальнее прогнозирование развития технических систем
на базе ФСА и ТРИЗ**

1988 г.

Потребность в дальнем прогнозировании

До недавнего времени особой нужды в точном дальнем прогнозировании не было: затратный хозяйственный механизм заставлял руководителей предприятий жить только сегодняшним днем. Сегодня ситуация меняется. Появилось несколько факторов, определяющих потребность в достоверном дальнем прогнозировании развития технических систем (ТС).

1. Получив обоснованный прогноз, руководство предприятия получит возможность более эффективно оперировать капиталовложениями, формировать перспективные планы развития производства. Точный прогноз снижает степень риска для предприятия по освоению новой техники.

2. Эффективный дальний прогноз позволит заранее подготовить технические задания на разработку необходимых материалов, оборудования, оснастки, обеспечивая тем самым при дальнейшем освоении новой техники резкое снижение сроков технологической подготовки производства.

3. Точный прогноз позволит выйти на принципиально новые конструкции и технологические процессы, значительно опережающие нынешний мировой уровень. Если даже использование качественно новых технических решений растянется во времени, предприятие все же будет иметь задел по технико-экономическим показателям объекта. При этом использование принципиально новых заранее спрогнозированных ТС может продолжаться весьма долго (десятки лет), пока их вновь не опередит мировой уровень. Следствием такого повышения «долго живучести» техники станет резкое уменьшение числа людей, которые занимаются ее проектированием и созданием.

Классические методы прогнозирования

Какие же инструменты были в арсенале прогнозистов до недавнего времени? Во-первых, все методы прогнозирования, а их сегодня известно не более 100, можно разделить на две большие группы: нормативные и исследовательские методы. Нормативные методы используются главным образом для ближнего прогнозирования и по существу являются методами планирования. К ним относятся различные варианты построения «деревьев целей-средств», перспективных графов и т.п. Наиболее известным методом из этой группы является система ПАТТЕРН-помощь планированию с использованием техники присвоения коэффициентов относительной важности. Недостатком всех нормативных методов является субъективизм оценок и неоднозначность прогнозов.

Методы исследовательского прогнозирования, в свою очередь, делятся на три основные группы.

Прогнозирование по аналогии. как понятно из названия, эти методы основаны на аналогиях в строении и развитии различных ТС между собой, а также технических, биологических и других систем. Основным недостатком этих методов является исследование чисто внешних аналогий, а не объективных законов развития разных систем.

Методы экстраполяции основаны на изучении и продлении в будущее тенденций развития исследуемой ТС. Эти методы математически точно прогнозируют количественный рост показателей ТС, но принципиально не могут предсказать качественных скачков.

И, наконец, методы экспертных оценок основаны на выявлении и анализе мнений квалифицированных специалистов по прогнозируемой ТС. Даже лучшие из них, такие как известный метод «дельфи», не могут дать точного дальнего прогноза. Более того, часто мнение коллектива «спецов» лишь усугубляет психологическую инерцию старых привычных технических решений.

Все приведенные методы имеют ряд общих недостатков, которые снижают их эффективность, а при дальнем прогнозировании, по существу, пол-

ностью их дискредитируют. Перечислим основные недостатки известных методов дальнего прогнозирования.

1. Все эти методы базируются на переборной стратегии (метод проб и ошибок), в лучшем случае объективизированной выявлением тенденций, внешних аналогий, применением математической статистики и т.п.

2. Прогнозируются не конкретные технические решения, а лишь общее направление развития.

3. Прогнозируются лишь количественные изменения в рамках имеющейся конструкции и технологии, а не качественный скачок.

4. Прогнозирование ориентируется на сегодняшний мировой уровень. Фундаментальные противоречия, сдерживающие развитие прогнозируемой ТС, выявляются всегда с большим опозданием. Обычно прогнозируется «лечение болезней ТС», а не борьба с причинами этих «болезней».

5. Прогнозирование часто ведется не системно, одномерно - лишь по некоторым показателям и тенденциям.

6. Практически отсутствует прогнозирование новых функциональных возможностей ТС. А ведь именно новые функции определяют качественный скачок в развитии ТС.

Прогнозирование на базе ТРИЗ и ФСА

Применение ТРИЗ, основанной на объективных законах развития техники, а также использование аналитического аппарата ФСА открывают новые возможности эффективного дальнего прогнозирования.

Так, с конца 40-х годов Г.С. Альтшуллер, применяя законы развития ТС и АРИЗ, сформулировал ряд технических идей, которые по существу являются дальними прогнозами развития анализируемых ТС. Вот лишь несколько примеров таких прогнозов.

1. Костюм для горноспасателей (использование жидкого кислорода для дыхания и охлаждения) - 1948 г.

2. Изготовление листового стекла (вместо роликов - расплав олова) - 1959 г.

3. Разделитель для нефтепродуктов (вместо дисков и щеток - жидкий аммиак) - 1962 г.

4. Сушка цемента (вместо цепей - расплав металла) - 1968 г.

5. Ледокол (полупогружное судно) - 1968 г.

Спустя 20-30 лет после их фиксации прогнозы эти стали один за другим сбываться. Сегодня можно констатировать поразительный для дальнего прогнозирования факт: все прогнозы Альтшуллера стопроцентно сбылись или явно сбудутся в ближайшее время.

В конце 70-х годов появились первые материалы по прогнозированию на базе ТРИЗ, а затем работы эти были развернуты широким фронтом. Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин и А.В. Зусман, Ю.П. Саламатов и И.М. Кондраков и ряд других специалистов ТРИЗ давали не только теоретические рекомендации по «тризному» прогнозированию, но и (в традиции ТРИЗ) конкретные прогнозы по развития тепловых труб, погружных насосов и других ТС. В этом же русле велись работы и авторами этих строк. Дальнейшие рекомендации основаны на нашем опыте такой работы.

Принципы дальнего прогнозирования на базе ТРИЗ

Сначала уточним сам термин «дальнее прогнозирование». Обычно под ним понимается прогноз на достаточно отдаленное будущее - 10-15 и более лет вперед. Однако, с позиции ТРИЗ дальность прогноза - понятие вовсе не временное. Так, история техники показывает, что внедрение какой-то достаточно простой технической новинки часто растягивается на долгие годы (конструкции из сплавов с эффектом памяти формы), а в то же время некоторые принципиально новые ТС внедряются очень быстро (телевидение, лазер).

Итак, что же мы понимаем под дальним прогнозом развития конкретной ТС? Каковы основные принципы дальнего прогнозирования (ДП) с позиций ТРИЗ и ФСА?

1. ДП должно базироваться на объективных законах развития ТС в системном анализе объекта прогнозирования, т.е. на основе всех видов анализа -

компонентного, структурного, функционального, параметрического, генетического.

2. ДП должно выводить на новый принцип действия ТС, обеспечивать качественный скачок. а не модернизацию в рамках старой конструкции и технологии.

3. Дальний прогноз должен быть обеспечен конкретными техническими решениями. Мало сказать, что система станет, скажем более динамичной, надо обязательно показать, каким образом это будет достигнуто. Только такой подход гарантирует точность, достоверность прогноза.

4. ДП должно выводить ТС на уровень показателей, значительно превышающий сегодняшний мировой. При этом реализация прогноза даже при весьма длительных сроках внедрения оставляет создателям новой ТС основательный запас показателей, а следовательно, и запас времени на производство «опережающей продукции». Понятно, что для такого резкого броска вперед ДП должно уметь ставить (выявлять) и решать не обычные задачи, а опережающие, прогностические - те, которых еще нет в сегодняшней ТС.

5. ДП должно быть направлено не на борьбу с недостатками сегодняшней ТС, а на выяснение и устранение причин этих недостатков. Прогнозист при этом обязан «докопаться» до глубинных, физических ограничений, сдерживающих качественное развитие ТС.

6. Дальний прогноз должен быть многомерным - по всем законам развития техники. Прогноз по какому-то одному закону чаще всего оказывается ошибочным.

7. ДП должно вскрывать новые неожиданно функциональные возможности ТС. Человек и человечество даже не догадываются, чего еще можно от этой системы попросить. А ведь каждая ТС - потенциальный носитель множества скрытых функций, базирующихся как на имеющихся ресурсах ТС, так и на возможностях нового принципа действия, получаемого в результате ДП.

Содержание работ по дальнейшему прогнозированию ТС

1. Анализ ТС - прототипа.

1.1. Компонентный анализ - исследование иерархии и состава ТС.

1.2. Структурный анализ - исследование взаимосвязей элементов ТС.

1.3. Функциональный анализ.

Определение всех внешне объектных функций ТС, ее связей с другими ТС разного ранга, природой, человеком. Анализ тенденций изменения внешних функций, потребностей в исследуемой ТС. Анализ альтернативных вариантов выполнения внешних функций и т.д. Построение функциональной модели ТС.

1.4. Генетический анализ.

Анализ истории развития ТС, выявление тенденций ее развития. Исследование неравномерности развития элементов ТС. Выявление новых качеств и свойств, появившихся в результате изменений, производившихся когда-либо в ТС.

1.5. параметрический анализ.

Определение физических пределов развития ТС, определяющих ключевые противоречия, препятствующие ее дальнейшему развитию. Эти «фундаментальные пределы развития» определяются физическими, экономическими, экологическими и другими факторами.

1.6. По результатам работ п.п. 1.1 - 1.5 формулирование прогностических технических противоречий I-ого типа (ПТП -I) т.е. ТП, определяющихся фундаментальными пределами развития ТС - прототипа.

2. Анализ прототипа по законам развития ТС

2.1. Определение положения ТС на «линии жизни» - графике изменения главных показателей ТС во времени.

2.2. Применение к ТС выявленных в ТРИЗ законов развития техники, их механизмов и конкретных приемов.

2.2.1 Закон повышения идеальности.

2.2.2. Закон повышения динамичности

2.2.3. Закон согласования параметров взаимодействующих ТС.

2.2.4. Закон повышения вепольности (степени организации структуры)

2.2.5. Закон повышения полноты частой ТС.

2.2.6. Закон повышения универсальности.

2.2.7. Закон повышения степени «пустотности»

2.2.8. Закон перехода ТС в надсистему.

2.2.9. Закон перехода рабочих органов ТС на микроуровень.

2.3. По результатам работ п.п. 2.1 - 2.2. формулирование ПТП-2 типа: « в соответствии с законом система должна быть (указать состояние, свойство, новое качество), но при этом недопустимо ухудшается (указать нежелательный эффект)».

3. Функционально-идеальное моделирование (свертывание) ТС по верхнему иерархическому уровню.

3.1. Формулирование условий свертывания.

3.2. Построение функционально-идеальной модели.

3.3. Формулирование прогностических требований к элементам модели.

3.4. Формулирование ПТП-3, обеспечивающих реализацию модели. Смысл ПТП-3: как минимальным числом оставшихся после свертывания элементов обеспечить выполнение (и даже перевыполнение, т.е. качественный скачок показателей) внешних функций ТС.

4. Анализ возможностей применения фонда известных физических, химических, геометрических и биологических эффектов для реализации внешних функций ТС новым способом.

Формулирование ПТП-4 типа: «применение данного эффекта резко повышает эффективность выполнения функции, но при этом недопустимо ухудшается (указать нежелательный эффект)»

5. Выявление априорного сверхэффекта, т.е. дополнительных потенциальных возможностей предполагаемого разрешения прогностических ТП.

5.1. Определение изменений, которые произойдут в ТС в результате разрешения ПТП: повышение функциональных возможностей ТС; появление новых свойств, качеств, параметров - потенциальной базы новых возможных функций ТС; возможные, нежелательные последствия разрешения ПТП.

5.2. Корректировка комплекса ПТП по результатам п. 5.1 - устранение части задач в результате сверхэффекта без их специального решения; корректировка оставшихся задач; формирование новых задач на базе негативного сверхэффекта (ПТП-5, т.е. опережающая постановка проблем, которые возникнут, если будут решены задачи предыдущего слоя)

5.3. Определение ключевого ПТП, разрешение которого дает наибольшее число дополнительных положительных эффектов.

6. Усиление выявленных ПТП, их предельное обострение.

7. Разрешение с помощью ТРИЗ ключевого ПТП.

8! Выявление сверх эффекта от полученного решения (аналогично п.5)

9. Повторение работ по п.п.6-8 для всех последующих ключевых ПТП.

10. Согласование между собой отдельных линий прогнозирования, связанных с разрешением различных ПТП. Составление сводного прогноза-описания новой конструкции в технологии ТС.

11. Составление по результатам ДП технического задания на разработку необходимых материалов, оборудования, оснастки и т.п., необходимых для реализации прогноза (прогнозная подготовка производства)

12. Составление «хозяйственного прогноза» - плана перестройки производства, необходимой для реализации прогноза.

Состояние работ по ДП на базе ТРИЗ и ФСА

Предлагаемы рекомендации по дальнейшему прогнозированию, естественно, не являются истиной в последней инстанции. Пока это - исследовательская работа, и она еще в самом разгаре. Однако, у авторов уже есть некоторый практический опыт работ по описанной методике. Так, в течение 1979-87 гг. на ЛПЭО «Электросила» им. С.М. Кирова было проведено в рамках ФСА дальнейшее прогнозирование развития ряда ТС: линейный датчик для индикации положения регулирующего органа в активной зоне ядерного реактора; электрокипятильник погружной бытовой; технологический процесс изготовления катушек статорных обмоток электрических машин переменного тока; судопропускные сооружения гидроузла с малым перепадом воды; электромясорубка.

Все предложенные прогнозы прошли экспертизу специалистов и были признаны принципиально новыми решениями, открывающими большие перспективы для прогнозируемых ТС. По результатам всех этих прогнозов поданы десятки заявок на изобретения, получены авторские свидетельства. Один прогноз (линейный датчик) уже сбылся - новый датчик уже выпускается. По судопропускным сооружениям начата прогнозная подготовка производства.

Методика прошла также «обкатку» с 1986 г. при обучении в Ленинградском народном университете научно-технического творчества при Выборгском ДК и ЛОС ВОИР, а также в школе ТРИЗ и ФСА на ЛПЭО «Электросила».

Методы прогнозирования на основе ТРИЗ¹²

1. Введение

Можно выделить два типа методов прогнозирования:

- количественные, основанные на экстраполяции уже известных тенденций и моделей;
- качественные, составляемые на основе оценок экспертов и дающие представление о возможных принципиальных изменениях в прогнозируемой системе.

Достоинством метода экстраполяции является изученность используемых моделей, возможность (как правило) количественных оценок. Однако при этом прогноз может оказаться ошибочным из-за принципиальных, качественных изменений, которые невозможно было предусмотреть заранее. Например, в конце 19 века совершенно логичным мог выглядеть прогноз о том, что количество экипажей в Англии через полвека будет так велико, что улицы городов будут покрыты многометровым слоем навоза.

Преимущество качественных прогнозов состоит в возможности предсказать принципиально важные повороты в прогнозируемой системе. Однако при этом чаще всего прогнозы строятся на основе субъективного опыта экспертов, что значительно снижает прогностическую ценность этих исследований.

Настоящая статья посвящена качественным методам прогнозирования. Главное отличие предлагаемого подхода состоит в том, что для подготовки качественного прогноза используется методология, разработанная Г.С. Альтшуллером в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [1].

Важные повороты в развитии социальных, социально-экономических и социально-технических системах рассматриваются как изобретения, как решение основных противоречий существующих в прогнозируемой системе.

¹² Опубликовано в сборнике: "Вестник Академии Прогнозирования", гл. редактор Бестужев-Лада И.В., изд. «Нектар Науки», № 1, 1999 г., стр. 19.

В настоящей статье мы рассмотрим методологию составления подобных прогнозов, отдельные примеры их использования и перспективы развития предлагаемых методик.

2. Прогнозирование на основе метода разрешения «узловых» противоречий.

2.1. Противоречия и идеальность как методы прогнозирования.

Любое изобретение можно рассматривать как прогноз. Например, К.Э. Циолковский сделал комплекс изобретений: ракеты, системы жизнеобеспечения в космосе, орбитальные станции. Понадобились десятилетия, чтобы эти идеи были реализованы. По существу процесс технического изобретательства и составления качественных прогнозов отличается только областью, в которой рассматриваются задачи и ресурсами, которые можно использовать для решения этих задач. Методологическая основа решения технических задач и составления качественных прогнозов - одинакова.

Окружающие нас системы (технические, природные, социальные, экономические и др.) развиваются по диалектическим законам. В ТРИЗ выявлены фундаментальные механизмы этого развития, основные из которых:

- разрешение имеющихся в системе противоречий;
- стремление систем к идеальности (получение максимальной пользы при минимальных затратах).

ТРИЗ рекомендует формулировку противоречий в определенной форме. Приведем несколько примеров. В городских стенах, защищавших средневековые города, можно выделить несколько противоречий:

- длина городской стены **должна быть** большой, **чтобы** защищать как можно большую площадь, **и должна быть** маленькой, **чтобы** было меньше затрат на строительство;
- высота стены **должна быть** большой, **чтобы** надежно защищать город, **и должна быть** маленькой, **чтобы** меньше уходило материалов;
- ширина стены **должна быть** большой, **чтобы** она была крепкой, **и должна быть** маленькой, **чтобы** площадь внутри стены была больше.

В разных странах, независимо друг от друга развитие городских стен шло в направлении разрешения этих противоречий. Например, появлялись сторожевые башни; стены приобрели зубчатую форму (таким образом часть стены высокая, а часть - низкая); вокруг городских стен сооружали рвы, заполняющиеся водой. Внутри толстых городских стен сооружали внутренние комнаты (таким образом сохраняли полезную площадь, не уменьшая толщину стен).

Можно, конечно, и не решать возникающие противоречия, но тогда возникают нежизнеспособные монстры. На многие века, например, памятником полного игнорирования действия законов развития систем стала Великая Китайская стена: противоречия и не думали решать, и до идеальности далеко - затрат очень много, а польза исключительно музейная.

При разрешении противоречий происходит качественный скачок, принципиально изменяющий облик системы. Вместо экипажей, например, появились автомобили, городской транспорт. Вместо городских стен возникли совершенно иные системы - регулярные войска, государственная граница, противовоздушная оборона и т.д. Возникновение подобных качественных скачков в развитии систем вполне возможно предсказывать при использовании технологий ТРИЗ, которые позволяют выявлять ключевые противоречия в системах, проводить анализ имеющихся ресурсов и находить решения, соответствующие общим тенденциям развития этих систем.

2.2. Прогнозирование социально-технических и социальных систем.

Социальные системы, как и технические, развиваются через возникновение и преодоление противоречий. Например, спорт, олимпийское движение зародились как инструмент, направленный против ведения войн. Со временем внутри спорта и олимпийского движения зарождаются противоречия. Спорт из инструмента развития человека превращается в угрожающую для человеческого здоровья систему. Олимпийское движение из идеологии мира превращается в инструмент политических игр и крупного капитала. Достаточно вспомнить об Олимпийских играх в фашисткой Германии перед Второй Мировой войной, которые открывал А.Гитлер. Таким образом сложилось

противоречие: спорт должен быть массовым, чтобы способствовать физическому развитию людей, и должен быть узкопрофессиональным, чтобы показывать рекордные результаты. Здоровье массового спорта все сложнее удаётся совмещать с допингом и другими ухищрениями профессиональных спортсменов. Очевидно, что решение этого противоречия должно привести к разрыву между спортом и физической культурой. Совсем недавно профессиональным спортсменам разрешили участвовать в Олимпийских играх, а членов Международного Олимпийского комитета стали ловить на взятках.

Культ здоровья, а не спорт должен стать одним из главных приоритетов грядущей цивилизации. Безусловно, для более подробного прогноза необходим детальный анализ существующих в спорте и в обществе в целом тенденций.

Действие закона о развитии систем в направлении разрешения возникающих противоречий отчетливо просматривается в социально-технических системах, например при развитии такой известной системы как часы, возникшей почти одновременно с нашей цивилизацией. В развитии часов можно выделить несколько фундаментальных противоречий. Одно из них связано с точностью. Это требование конфликтует, например, с мобильностью часов: солнечные часы, водяные, песочные, огневые, маятниковые - их сложно было переносить. Между тем изобретение переносных часов было необходимо не только для удобства, оно было крайне важным для географических открытий - мореплаватели могли точно ориентироваться только при помощи хронометра. Так появились пружинные часы, изобретенные Гюйгенсом, Д. Гаррисоном и другими.

Требование к точности часов вступает в конфликт и с их стоимостью, сложностью изготовления. Например, в механических часах было предложено масса устройств, которые компенсировали температурные колебания, изменения влажности и атмосферного давления. Были даже часы, которые помещались под стеклянным куполом в вакууме. В современных электронных часах эти противоречия решены, точность часов сочетается с их мобильностью и простотой.

Крайне важным в развитии часов является стремление к идеальной системе (максимум функций при минимуме затрат), к максимальному использованию ресурсов. Очевидно, например, стремление часов к миниатюризации, к совмещению различных функций на основе одного механизма. Трудно перечислить все системы, с которыми "объединялись" часы: музыкальные шкатулки, скульптуры, календари, компьютеры, телефоны, радио, телевизор, кулоны, браслеты и многое другое.

Подобно тому, как свойства ядра и электрона в атомах приводят к закономерностям таблицы Д.И.Менделеева, так и в социально-технических системах преодоление противоречий и стремление к идеальности рождает общие закономерности развития систем. Например, явно просматривается закономерность в развитии часов, связанная с переходом от использования трудноуправляемых полей (солнечный свет, гравитация) к легкоуправляемым полям (электромагнитным, электрическим и др.). Еще одна закономерность - переход в надсистему. Вместо часов мы пользуемся сейчас целой системой оповещения - служба точного времени, телевидение и радио, телефоны и компьютеры.

Еще одно противоречие, которое можно выделить в ходе развития часов, связано с характером их использования: часы индивидуального и коллективного пользования. Первые часы, например, появились как система коллективного пользования. История многих городов самым тесным образом связана с городскими часами. Известно, например, что когда Руанские башенные часы, проработав почти два века вдруг остановились в 1572 г. и перестали отбивать время, то весь город пришел в смятение.

Системы коллективного пользования в своем развитии становятся системами индивидуального пользования. Затем возникают системы коллективно-индивидуального пользования, которые объединяют достоинства тех и других: при минимальном использовании ресурсов каждый пользователь получает максимальное удобство. Подобную закономерность можно проследить не только на примере развития часов, но и на примере развития компьютеров, автомобилей и множества других систем.

Немаловажной тенденцией в развитии часов является переход от природных систем к искусственным. Например, в Древнем Египте день и ночь имели одинаковое количество часов, но в течении года длина ночного и дневного часа изменялись так, чтобы соответствовать моменту восхода и заката Солнца. В соответствии с этим вводились поправки в имеющиеся тогда часы, изменялась длина ночных молитв в храмах. Длительность часа зависела от продолжительности дня. В наше время мировая служба времени давно уже ориентируется не на Солнце и звезды, а на специально созданные человеком эталоны времени. Нас не удивляет, например, что волей ученых может быть введена поправка на одну-другую секунду в очередной календарный год (так произошло 1 января 1999г.).

На примере развития часов можно было бы проследить целую плеяду закономерностей развития систем. Знание подобных закономерностей помогает прогнозировать развитие социально-технических систем.

2.3. Прогнозирование глобальных систем.

Предлагаемый метод прогнозирования практически не ограничен иерархическим уровнем рассматриваемой социально-технической системы: это может быть отдельная техническая система, социально-техническая система такая как город или цивилизация в целом.

Рассмотрим прогноз развития современной цивилизации. Одно из глобальных противоречий цивилизации связано с экспансией современных технологий и вытеснением природной среды. Развитие цивилизации неразрывно связано с промышленной революцией, с загрязнением окружающей среды и экологическим кризисом.

Техника и промышленность **должны** развиваться, **чтобы** решать многочисленные задачи современной цивилизации, **и не должны** развиваться, **чтобы** не уничтожать природную среду. Само по себе противоречие достаточно известно. Предложения по его решению очень разнообразны. Самое радикальное из них - приостановить развитие цивилизации и техники, ограничить потребности людей, отказаться от удобств цивилизации. Однако обратно в пещеры никому не хочется. В связи с этим возник целый спектр по-

зиций по ограничению развития техники от воинствующей позиции "зеленых" до взвешенной позиции международных сообществ по охране природы.

Есть и радикальные предложения, например, уменьшить численность населения в ближайшие сто лет в десять раз. В разные века предлагались различные варианты реализации этой идеи. Мальтус, например, говорил о пользе войн. Еще более жестко к проблеме регулирования численности населения относился Платон. Не мало приверженцев этой идеи и сегодня: "Необходимо перейти ко всеобщему пропорциональному сокращению численности населения всех наций (при безусловном сохранении популяции малых народов)" (В.Горшков "Единственная стратегия выживания", "Знание - сила", 1991, N 6).

Более экзотическое предложение состоит в миниатюризации жителей планеты, а именно - нас с вами. Как сообщается, возможно выведение нового вируса, который, будучи выпущен в атмосферу или водную среду, в течение достаточно короткого срока приведет к уменьшению роста людей: 70-80-сантиметровые человечки станут нормой, а метровые будут выситься меж ними гигантами. Роберт Макнамара, бывший министр обороны США, а затем и президент Всемирного банка, не видит в новом средстве ничего особенно страшного: выбор таков - либо миниатюризация, либо принудительная стерилизация. Альтернатива жутковатая! И как-то не очень хочется ни того, ни другого." (Мегаполис-экспресс, 1991, N 31 "Предпочитаем в лилипуты...")

С точки зрения правил, имеющих в ТРИЗ, в описанных выше прогнозах имеется ряд ошибок. Например, изменять желательно тот элемент системы, который легче поддается изменению (в нашем случае необходимо изменять не человека, а технику). Нельзя занимать и компромиссную позицию (ограничить темпы развития техники) - в этом случае противоречие не решается, а только откладывается время принятия решения. Природа продолжает вытесняться, а развития технологий, способных помочь в преодолении кризиса, тоже замедляется.

Необходимо найти такое решение, которое не ограничивало бы развитие технологий, а наоборот - придавало ему ускорение. В то же время среда

обитания человека, окружающий его мир становился бы благоприятнее и ни в коем случае не угрожал бы здоровью людей.

Идеальное решение выглядело бы так: техника продолжает развиваться быстрыми темпами, не ухудшая среду обитания людей.

Прогноз, основанный на использовании методов ТРИЗ при решении противоречия между развитием техники и природой, был подготовлен в 1988 году [3]. Суть прогноза состоит в том, что цивилизация постепенно уходит от использования неуправляемой, дикой стихии природы. Мы строим свою среду обитания: города, транспорт, подчиненные нам источники энергии, переработанные по нашему желанию природные ресурсы. Технологии грядущей цивилизации должны чем-то напоминать технологии космических орбитальных станций: ведь не станут же на этих станциях, в подводных лодках или в метро выбрасывать в воздух вредные вещества, бездумно использовать энергоресурсы. Этот мир мы назвали бесприродный технический мир (БТМ). Название многих отпугивает, но за эти годы мы получили только эмоциональные возражения против нашего прогноза или возражения, связанные с неверным пониманием нашей позиции - технологии БТМ (как и космические технологии) направлены на сохранение природы, но позволяют от нее не зависеть. Наши исследования и расчеты показали, что человечество в принципе способно построить такой мир. Технологически и энергетически БТМ доступен для нашей цивилизации. Более того все революционные изменения в нашей цивилизации, которые происходят в последние годы, полностью укладываются в концепцию БТМ: освоение космоса и развитие космических технологий, развитие информационных систем и компьютерных технологий, развитие новых медицинских технологий, создание принципиально новой городской среды обитания, концепция ноосферы - среды обитания человека.

В развитии нашей цивилизации наблюдается целый спектр закономерностей, которые подтверждают концепцию БТМ. Мы уже приводили примеры перехода систем от неуправляемых к управляемым, от природных к искусственным. На смену природной красоте человечество создало искусство, эстетику городского и паркового ландшафта. Музыка, например, начиналась с подра-

жания природным звукам: пению птиц, голосам животных, природным шумам. Современный мир звуков практически полностью искусственный, создан людьми. Музыкальные произведения, радио, телевидение, проигрыватели компакт-кассет и дисков, компьютеры, привычные звуки города - что это, как не новая, искусственная, управляемая среда обитания людей. Оппонентов концепции БТМ пугают перспективы новой цивилизации, при этом они часто забывают, что привычный для нас современный мир мог бы показаться кошмаром для людей древних цивилизаций или даже средних веков.

2.4. Этапы прогнозирования на основе разрешения «узловых» противоречий.

В разработке прогнозов на основе выявления и разрешения противоречий можно выделить несколько этапов.

1. Постановка задачи, выбор объекта для прогнозирования.
2. Анализ объекта.
3. Формирование информационного фонда. Исследование имеющихся прогнозов и проблемной литературы по рассматриваемой тематике.
4. Анализ собранного информационного фонда и выявление противоречий в развитии выбранного объекта.
5. Выделение главных, узловых противоречий. Выявление противоречий типа "чем больше вкладываешь в решение противоречия, тем острее и сложнее оно становится." (Например, исследования показывают, что чем больше мы развиваем городской транспорт, тем сложнее становится транспортная проблема.)
6. Формулировка идеального решения.
7. Анализ имеющихся ресурсов.
8. Поиск и анализ возможных решений.
9. При необходимости - повторное исследование ситуации с пункта 1, с учетом проведенного анализа и намеченных решений.

Следует отметить, что в полном виде методика может быть использована только на основе механизмов ТРИЗ и ее подходов. Более того, некото-

рые инструменты ТРИЗ требуют очень грамотного и профессионального применения, без чего работа может оказаться карикатурой на прогноз.

3. Метод системного многоуровневого прогнозирования.

Прогнозирования на основе разрешения "узлового" противоречия, как правило не достаточно для составления полноценного прогноза. Изменения, связанные с разрешением основного противоречия системы, делают необходимым решение сопутствующих задач. Даже если кажется, что эти задачи кажутся второстепенными, в действительности вся идея может оказаться нереализуемой, если не решены эти задачи. Качественный прогноз возможен только при системном подходе к последствиям предлагаемого решения.



Для проведения системного анализа Г.С. Альтшуллер предложил использовать *системный оператор* [1]. Суть этого оператора состоит в том, что любая система и изменения в ней рассматриваются по девятиэкранной схеме. На центральном экране помещается рассматриваемая система, на других экранах размещаются надсистема, подсистема, прошлое и будущее рассматриваемого объекта.

Основная идея системного многоуровневого прогнозирования состоит в анализе и развитии прогноза на основе системного оператора Г.С. Альтшуллера. В качестве примера рассмотрим прогноз развития цивилизации на

основе БТМ Поместим прогноз цивилизации типа БТМ в экран "будущее системы". Перейдем по вертикали вниз - на экране «будущее подсистемы» окажутся такие объекты как город, транспорт, энергоснабжение, водоснабжение, обеспечение питанием и др. Рассмотрим прогноз развития системы водоснабжения с позиций БТМ.

Основной принцип БТМ состоит в максимальной независимости жизненно важных для человека систем от природной среды. Используемая вода должна по возможности восстанавливаться для повторного использования, а не выбрасываться бесконтрольно в экосистему. Таким образом, формируется идея нового прогноза, который коротко можно обозначить как "вода без водопровода". Это результат «прогноза по вертикали»

Теперь перейдем к рассмотрению исследуемой системы (системы водоснабжения) "по горизонтали", т.е. рассмотрим прошлое, настоящее и будущее этой системы. Даже самый краткий экскурс в прошлое показывает, что развитие цивилизации и система доставки воды (водопроводы, водоканалы и др.) неразрывно связаны друг с другом. Ирригационные системы были основой многих древних цивилизаций. Современный город, дома невозможно представить себе без системы водоснабжения. Именно поэтому "цивилизация без водопровода" кажется абсурдом. Однако не будем спешить с выводами, и с экрана "прошлое подсистемы" переместимся на экран "подсистема (настоящее)". Анализ современной ситуации в системе водоснабжения показывает серьезные противоречия, которые возникают в этой системе. Прежде всего, система водоснабжения неразрывно связана с канализационными системами: сколько мы забрали у природы, столько мы должны в нее и выбросить. Это сразу приводит к серьезным экологическим проблемам в местах забора и выброса канализационных вод. Возникающие при этом проблемы достаточно полно описаны в тысячах статей, посвященных этому вопросу. Скорбным памятником этой проблеме стало исчезнувшее Аральское море.

Проблемы возникают не только в водоемах, но и в земле, в которой проходят коммуникации. Добиться абсолютной герметичности водопроводов и канализации невозможно, поэтому земля вокруг них пропитана как губка

этой водой. Часто это приводит к очень серьезным экологическим проблемам, повышается уровень грунтовых вод, канализационные воды попадают в систему водоснабжения. Учитывая, что системы водоснабжения и канализации опутали современную цивилизацию подобно кровеносным сосудам, можно говорить о глобальности этой проблемы. Заменить существующие системы или использовать принципиально новые материалы - очень дорого и сложно.

Возникает противоречие: система водоснабжения должна быть, чтобы обеспечивать людей водой, и ее не должно быть, чтобы не создавать многочисленных экологических проблем. Идеальное решение этого противоречия дословно совпадает с уже высказанным нами прогнозом: воду мы должны иметь, но без водопроводов. Таким образом мы получаем совпадение прогноза "по вертикали" (от БТМ к воде без водопровода) с прогнозом "по горизонтали" связанным с решением противоречий системы водоснабжения.

На основе приведенного примера, кратко сформулируем основные этапы **системного многоуровневого прогноза**.

1. Формулируется прогноз на основе метода разрешения "узловых" противоречий (или на основе другого метода).
2. Делается переход в надсистему или в подсистему: из экрана "будущее системы" к экрану "будущее надсистемы" или к экрану "будущее подсистемы". Определяется каким образом должна выглядеть надсистема или подсистема. Таким образом формируется прогноз по "вертикали".
3. Отбирается объект в надсистеме или в подсистеме, для которого формируется новый прогноз.
4. Для выбранного объекта делается анализ "по горизонтали" (прошлое, настоящее, будущее). Удобнее всего этот анализ делать поэтапно в соответствии с тем, как это описано в методе выявления и разрешения "узловых" противоречий.
5. Сравнить результаты прогноза "по горизонтали" с прогнозом "по вертикали".

6. Если проведенное исследование сделано корректно, то прогноз "по горизонтали" должен совпасть с прогнозом "по вертикали". При этом один прогноз должен дополнять, уточнять или расширять другой.
7. Прогнозы по "вертикали" и по "горизонтали" в принципе могут и не совпасть (правда, в нашей практике такого опыта не было). В этом случае необходимо провести дополнительное исследование. При этом повторный анализ может быть проведен с пункта 1, с пункта 2 или с пункта 3. Возможно, что потребуются дополнительные сбор информации или специальные узкоотраслевые исследования.
8. Взяв за основу вновь полученный прогноз, осуществляем дальнейший анализ с пункта 2. При этом может оказаться необходимым сделать переход в "над-надсистему" или в "под-подсистему".
9. На основе описанной процедуры итерационного многошагового прогноза формируется система взаимосвязанных прогнозов.

4. От социально-технического прогнозирования к ТРИЗ-анализу.

В социально-технических прогнозах, подготовленных на основе описанных методов, как это ни парадоксально, нельзя видеть картинку реального мира. Это скорее идеальный образ, проект, на основе которого строится реальное здание мира. Например, никто не строил авиацию путем модернизации ковровых изделий, хотя образ "ковра-самолета", безусловно, был одним из существенных двигателей этого процесса. В действительности разделять идеальный образ (прогноз) и реальное построение достаточно сложно. Достаточно вспомнить, например, создание первых автомобилей, которые по существу были экипажем без лошадей. В наше время совершенно очевидно, что прогноз "экипаж без лошадей" - это не устранение лошадей, а изобретение двигателя, всей автомобильной промышленности, давшей новый поворот в развитии нашей цивилизации. Точно также в прогнозе "вода без водопровода" речь не идет об уничтожении водопровода как такового, а о создании системы изобретений, позволяющих совершенно иначе использовать воду в быту и в промышленности.

Для перехода от идеальных построений прогнозов к принятию конкретных решений необходима дополнительная исследовательская работа, которую мы назвали ТРИЗ-анализ. Этот метод позволяет учесть конкретную ситуацию, конкретное время, место, имеющиеся ресурсы для принятия того или иного решения. В качестве примера можно сослаться на ТРИЗ-анализ Каскада Туломских ГЭС (Рубин М.С., 1993 год.) Кроме трех электростанций, Каскад содержит ряд других структур, в том числе и участок электростанций, который отапливал два поселка. В котлах электростанционной нагревалась вода, которая по теплосети передавалась в жилые дома и другие здания поселка. Одна из серьезных проблем Каскада была связана именно с трубами этой теплосети - они постоянно выходили из строя, большое количество тепла уходило в землю. Уже при самом первом знакомстве с этой проблемой возникает образ прогноза "вода без водопровода". Только в данном случае речь идет не о воде для питья, а о воде для передачи тепла. Решение возникает само собой: электростанционную как таковую необходимо ликвидировать, а дома отапливать при помощи электронегрательных приборов. Инерция мышления состояла в том, что тепловая энергия, как правило, считается более дешевой по сравнению с электрической. Это справедливо везде, но не в поселке, который непосредственно занимается производством электроэнергии. Уже сам процесс перевода электрической энергии в тепловую с помощью электростанций делает эту схему работы не просто экономически не выгодной, но и абсурдной. Вместо того, чтобы доставить электричество непосредственно к домам, создать возможность индивидуального обогрева, использовать возможность контроля потребления энергии с помощью электросчетчиков - вместо всего этого строятся электростанции, создается сложная сеть теплоснабжения, набирается огромный штат работников для обслуживания этой системы и создается масса других искусственно возникающих проблем.

ТРИЗ-анализ - это инструмент привязки, адаптации общего прогноза к конкретной ситуации и конкретным ресурсам. ТРИЗ-анализ направлен на выявление основных противоречий конкретной социально-технической системы (города, завода, комбината, коммерческой структуры) и решение

выявленных задач. При выборе и постановке этих задач могут быть использованы социально-технические прогнозы.

5. Выводы.

1. Методология, разработанная Г.С.Альтшуллером в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), применима для прогнозирования развития социальных и социально-технических систем.
2. Применение методов ТРИЗ для прогнозирования требует их адаптации к особенностям сложных социальных систем.
3. Прогнозирование на основе ТРИЗ требует профессиональных навыков использования теории Г.С. Альтшуллера.
4. Предлагаемые методы прогнозирования требуют апробации и уточнения. Они могут быть использованы и совместно с известными методами количественного и качественного прогнозирования.
5. Методы ТРИЗ дают подход к решению задач прогнозирования на основе системного прогностического проектирования, возникает возможность создания научно-обоснованного подхода к прогнозированию.
6. Предлагаемые методы универсальны, могут использоваться и для прогнозирования, и для ТРИЗ-анализа социально-технических систем, и для решения конкретных задач. Таким образом создается единый методологический подход в развитии социально-технических систем - «прогноз - анализ конкретной системы - решение возникающих задач».

6. Литература.

1. Г.С.Альтшуллер "Найти идею", Новосибирск, изд. "Наука", Сибирское отделение, 1986 г.
2. Г.С.Альтшуллер, И.М.Верткин "Как стать гением. Жизненная стратегия творческой личности" Минск, изд. "Беларусь", 1994.
3. Г.С.Альтшуллер, М.С.Рубин "Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике", журнал "Знание-сила" № 4, 1991 г., стр. 5.
4. М.С.Рубин "Проблемы развития ТРИЗ-ТРТЛ", Журнал ТРИЗ 2.2.91 (№ 4), 1991 г., стр. 6.

Прогнозирование развития технических систем

Аннотация

Данная статья была написана в 1989 г. В Интернете выставлена в 2002 г.¹³. Статья включает предыдущие работы автора по данной тематике, выполненные в период с 1975 по 1989 гг. Она описывает основные понятия и технологию прогнозирования развития технических систем с использованием инструментов ТРИЗ.

Технология прогнозирования рассматривает различные виды прогноза:

- 1) прогноз с использованием системы стандартов на решение изобретательских задач и системы законов развития технических систем, разработанной автором¹⁴,
- 2) прогноз с использованием закономерностей развития исследуемой системы, закономерностей развития реально существующих систем,
- 3) прогноз с использованием функциональных закономерностей развития (закономерностей развития систем по определенной функции).

Первый вид определяет главное направление развития системы и носит самый общий характер. Этот вид называют экспресс-прогнозом.

Второй вид определяет развитие конкретных технических систем, которое выявляется путем анализа патентного фонда исследуемой технической системы. Такой анализ завершается определением закономерностей развития исследуемой системы.

Третий вид завершается определением тенденций развития реально существующих систем.

С помощью второго и третьего видов осуществляется уточнение экспресс-прогноза, которое проводится постепенным сопоставлением результатов первого и второго видов, второго и третьего и первого и третьего. В этих случаях могут возникнуть решения, противоречащие друг другу. Появившиеся противоречия разрешаются применением инструментов ТРИЗ.

Дальнейшее уточнение результатов прогноза проводится сравнением полученных решений с закономерностями развития технических систем по определенной функции. Такое прогнозирование, прежде всего, проводится по главной функции исследуемой системы, а затем, если это необходимо, по основным и второстепенным функциям.

Каждый из указанных видов прогнозирования может использоваться отдельно и/или комплексно.

Подробно излагается технология работы с информацией. Информация ищется по предметному и функциональному признакам, а затем выстраиваются в исторической, логической и историко-логической последовательностях.

Логика развития каждого направления определяется следующим образом:

- а) в каждом отобранном решении выявляют отличительные признаки;
- б) отличительные признаки предшествующего и последующего изобретений сравниваются;
- в) выявляют цель изобретения и способ получения этого изобретения (это может быть своего рода прием разрешения противоречий, задача-аналог или стандарт на решение изобретательских задач);
- г) далее преимущественно в историческом порядке выстраивают способы получения решений. По этой цепочке определяют "провалы" в логике и перестраивают ее, получая логическую линию. Эта логико-историческая последовательность и представляет собой закономерность развития системы.

¹³ Петров В. Прогнозирование развития систем. Тель-Авив, 2002.

<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-19-prognoz.pdf>

¹⁴ Петров В. Серия статей «Законы развития систем». Тель-Авив, 2002
<http://trizland.com/trizba.php?id=108>

В работе описаны алгоритмы прогнозирования с использованием системы 76 стандартов и законов развития технических систем. Приводится пример экспресс-прогноза развития процесса дуговой сварки.

Ключевые слова:

ТРИЗ, прогнозирование, экспресс-прогноз, углубленный прогноз, потребности, функциональный подход, законы развития систем.

1. Основные понятия прогнозирования

Прогнозирование развития технических систем должно проводиться на всех этапах жизненного цикла изделия от зарождения идеи, проектирования, изготовления, эксплуатации и до утилизации.

Прогнозы бывают поисковыми и нормативными¹⁵.

Поисковый прогноз – (его также называют *исследовательский, изыскательский, трендовый, генетический* и т. п.) – это определение возможных состояний явления будущего. Условное продолжение в будущем тенденций развития изучаемого явления или объекта. Такой прогноз отвечает на вопрос: что вероятнее всего произойдет?

Нормативный прогноз – (иногда он называется *программным и целевым*) – определение путей и сроков достижения возможных состояний явления, принимаемого в качестве цели. Осуществляется прогнозированием достижения желаемых состояний. Этот прогноз отвечает на вопрос, какими путями достичь желаемого?

По *периоду упреждения* – промежутку времени, на который рассчитан прогноз, различаются прогнозы:

- **оперативные (текущие);**
- **краткосрочные;**
- **среднесрочные;**
- **долгосрочные;**
- **дальнесрочные (сверхдолгосрочные).**

Оперативный прогноз, как правило, рассчитан на перспективу, на протяжении которой не ожидается существенных изменений объекта исследования – ни количественных, ни качественных. Обычно оперативный прогноз делается на срок упреждения до 1 месяца.

¹⁵ **Рабочая книга по прогнозированию**/Редкол.: И.В.Бестужев-Лада (отв. ред.). – М.: Мысль, 1982, с.10-13.

Краткосрочный прогноз – на перспективу только количественных изменений со сроком упреждения до 1 года.

Среднесрочный прогноз – на перспективу с преобладанием количественных изменений над качественными, сроком на несколько (обычно до 5) лет.

Долгосрочный прогноз – не только количественных, но преимущественно качественных изменений. Срок упреждения свыше 5 и примерно до 15-20 лет.

Дальнесрочный (сверхдолгосрочный) прогноз – перспективу, когда ожидается столь значительные качественные изменения, что по существу можно говорить лишь о самых общих перспективах развития.

Прогнозирование может выполняться на *качественном* и *количественном* уровнях. Прогнозирование на количественном уровне предсказывают параметры исследуемого объекта, а на качественном – образ будущего объекта. В данной работе рассматривается только качественный уровень прогнозирования. Срок упреждения в таком прогнозировании установить невозможно, и это не ставится целью. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ с использованием ТРИЗ должно завершаться получением перспективных решений. Период времени, когда эти решения могут быть использованы на производстве, прежде всего, зависит от эффективности проведения нормативного прогноза¹⁶.

¹⁶ Петров В.М. Системный анализ выбора технических задач. – Методы решения конструкторско-изобретательских задач. – Рига, 1978, с.73-75.

Петров В.М. Прогнозирование тематики НИОКР. – Всесоюзная научно-практическая конференция "Проблемы развития и повышения эффективности научного и технического творчества трудящихся". – М.: 1979, с. 304-308.

Разработка прогноза развития науки и техники по группам однородной продукции (прогноз развития различных видов сварки). – Отчет о НИР/Отв. исп. В.М.Петров. – Л.: ВНИИЭСО, 1986, 86 с.

Петров В.М. Применение ТРИЗ в ходе ФСА сварочной техники. – Функционально-стоимостный анализ в обеспечении качества, снижении себестоимости продукции и ресурсосбережении. – Пенза: ПДНТП, 1986, с. 35-36.

Исследование перспектив и разработка прогноза развития групп однородной продукции на период до 2015 г. – Отчет о НИР/Отв. исп. В.М.Петров. – Л.:ВНИИЭСО, 1987, 44 с.

Петров В.М. Использование теории решения изобретательских задач для прогнозирования развития технических систем. Развитие теории прогностики и практика прогнозирования научно-технического прогресса в условиях интенсификации народного хозяйства. – Л.: ЛДНТП, 1988, с.25-28.

2. Прогнозирование с использованием ТРИЗ

2.1. Общие сведения

Для поискового прогнозирования используются все элементы ТРИЗ. Поисковый прогноз должен иметь функциональную направленность и получить общее направление развития исследуемой технической системы и конкретные технические решения, которые оформляются в виде заявок на изобретения. Пути осуществления этих решений рассматриваются при нормативном прогнозировании.

Осуществление этих решений может потребовать использование материалов, комплектующих элементов, оборудования, технологических процессов:

- имеющиеся на мировом рынке;
- требующие частичной их доработки;
- не существующих в мировой практике.

В последнем случае такой прогноз выявит необходимые в будущем материалы, комплектующие элементы, оборудование, технологические процессы. Это будет основанием заказа на их разработку и производство.

В свою очередь такой заказ может быть связан с определенными трудностями, или вообще невозможно выполнить в настоящее время. В этих условиях проблемы, выявляемые при нормальном прогнозировании, разрешаются с использованием элементов ТРИЗ и находятся другие альтернативные пути осуществления выполненного прогноза.

В результате прогноза выявляются возможные направления развития конкретного типа техники или технологии, в виде перспективных, в том числе принципиально новых решений. Авторские права на полученные решения могут быть защищены, например, серией “зонтичных” патентов и патентного “забора”. Такой прогноз, как правило, не только показывает новые и пер-

Петров В.М. Прогнозирование развитие техники на основе законов развития технических систем. – Теория и практика обучения техническому творчеству. – Челябинск: УДНТП, 1988, с.28.

Петров В.М. ФСА на этапе прогнозирования развития технических систем. - Стоимостный инженеринг и его роль в интенсификации экономики. – Братислава: ДТ ЧСНТО, 1989, с.33-34.

спективные направления развития техники, но и сокращает время на исследования и разработки. Позволяет заблаговременно составить план мероприятий по реализации, полученных решений.

Такая работа позволит фирме в кратчайшие сроки стать обладателем наиболее перспективных патентов “перекрывающих” наиболее важные (заранее выбранные) области техники и технологии. Кроме того, прогноз позволяет увидеть перспективу развития конкретных видов техники и технологии и заблаговременно разработать мероприятия по их внедрению, а, следовательно, подготовить оптимальный план развития этих видов техники и выделить средства необходимые на это. Это позволит сэкономить не только время, но и материальные и людские ресурсы.

2.2. Технология проведения прогноза

Поисковый прогноз проводится в основном с использованием **системы стандартов** на решение изобретательских задач и **законов развития технических систем**. Прогнозирование проводится последовательным использованием отдельных законов, закономерностей, механизмов осуществления законов развития технических систем и каждого из стандартов на решение изобретательских задач по определенной системе.

Иногда применение различных законов и стандартов подсказывает решения, **противоречащие друг другу**. В этом случае появляется изобретательская ситуация, которая разрешается с помощью **АРИЗ** или других элементов **ТРИЗ** (например, стандартов или эффектов).

Кроме того, решения, полученные в **системе**, согласуются с **надсистемой** и **подсистемами**. Если в этом случае возникают **противоречия**, то они так же разрешаются с помощью указанных выше элементов ТРИЗ. Полученное новое решение и является продуктом поискового прогнозирования.

Необходимо отметить, что при проведении поискового прогнозирования можно использовать несколько видов поиска решений.

2.2.1. Виды поведения прогноза

Прогноз проводится с помощью использования:

1. **Системы стандартов** на решение изобретательских задач и **системы законов** развития технических систем, разработанной автором.
2. **Закономерностей развития исследуемой системы.**
3. **Закономерностей развития реально существующих систем.**
4. **Функциональных закономерностей развития** (закономерностей развития систем по определенной функции).

Опишем более детально эти виды прогнозирования.

1. Первый вид связан с применением **системы стандартов** на решение изобретательских задач и **системы законов** развития технических систем. Законы не привязаны к конкретной технической системе. Их рекомендации носят самый общий характер, указывая главное направление развития.

2. Второй вид показывает **развитие конкретных технических систем.** Этот вид прогноза осуществляется путем анализа патентного фонда исследуемой технической системы. Анализ завершается определением закономерностей развития исследуемой системы.

3. Третий вид завершается определением тенденций развития **реально существующих систем.**

Получение прогнозных решений по первому виду требует затрат времени, меньших, чем по другим.

Часто такой вид называют **экспресс-прогнозом.** С помощью второго и третьего видов осуществляется уточнение экспресс-прогноза. Кроме того, анализ конкретных технических систем по патентным материалам и описаниям существующих систем позволяет уточнить и конкретизировать общие законы развития технических систем и механизмы их действия.

Уточнение экспресс-прогноза проводится постепенным сопоставлением результатов первого и второго видов, второго и третьего и первого и третьего. В этих случаях могут возникнуть решения, **противоречащие** друг другу. Появившаяся изобретательская ситуация разрешается применением, прежде всего, стандартов на решение изобретательских задач и АРИЗ, возможно применение и других элементов ТРИЗ (например, системы эффектов или приемов разрешения противоречий).

4. Дальнейшее уточнение результатов прогноза проводится сравнением полученных решений с закономерностями развития технических систем по определенной функции. Такое прогнозирование, прежде всего, проводится по главной функции исследуемой системы, а затем, если это необходимо, по основным и второстепенным.

Каждый из указанных видов прогнозирования может использоваться отдельно и/или комплексно.

2.2.2. Технология работы с информацией

Указанные закономерности развития конкретных технических систем определяются по патентной информации и по документации существовавших и существующих систем.

Поиск и отбор информации для определения этих закономерностей проводится **предметно** (по определенному *классу изобретений* и документации определенного вида техники).

Для определения **функциональных закономерностей развития** информацию ищут по **функциональному признаку** вне зависимости от класса изобретений. В качестве функций берут *главную, основную и вспомогательные*. Патентные материалы начинают исследовать со *способов* (технологий), а затем уточняют по *устройствам* (конструкциям).

Из отобранной информации *отбрасываются дублирующая и несущественная*. Оставшаяся информация классифицируется по функциональным и предметным признакам. Определяются конкретные *направления и поднаправления* в развитии системы. По этим направлениям информация выстраивается в **исторической последовательности** (в патентах – по скачкам появления изобретения).

Историческая последовательность решений не всегда логична. В этой последовательности часто сделанные раньше изобретения повторяются через определенный промежуток времени.

Иногда эти решения даже менее перспективны, чем первоначальные. Бывает, что некоторые изобретения появляются слишком рано и не получают развития в ближайшие годы. Через некоторое время эти решения повторяют-

ся в несколько ином виде, начинают развиваться в других изобретениях. По исторической последовательности сначала определяют **логику развития** и выстраивают решения в **логико-исторический ряд** вне зависимости от времени их появления. Логико-историческая последовательность определяется по каждому классификационному направлению (признаку).

Логика развития каждого **направления** определяется следующим образом:

- в каждом отобранном решении **выявляют** отличительные **признаки**;
- **отличительные признаки** предшествующего и последующего изобретений **сравниваются**;
- выявляют **цель изобретения** и **способ получения** этого изобретения (это может быть своего рода прием разрешения противоречий, задача-аналог или стандарт на решение изобретательских задач);
- далее преимущественно в историческом порядке **выстраивают способы получения решений**.

По этой цепочке определяют "провалы" в логике и перестраивают ее, получая логическую линию. Эта логико-историческая последовательность и представляет собой закономерность развития системы.

2.2.3. Прогнозирование с помощью системы стандартов

Прогнозирование с помощью **стандартов на решение изобретательских задач**¹⁷ проводится в определенной последовательности. Главное направление развития систем идет в сторону увеличения порядкового номера стандарта. Частные направления развития технических систем рассматриваются по классам и подклассам.

Перед проведением прогноза развития технических систем с использованием системы стандартов необходимо выявить, исследуемая система является измерительной или изменительной (рис. 1).

Системы на изменение (преобразование) развиваются по стандартам классов 1-3, а на измерение (обнаружение) – по классу 4. Причем развитие осуществляется постепенным переходом от одного стандарта к другому сна-

чала по первому, затем по второму, а в дальнейшем по третьему классу. После осуществления этих преобразований обязательно необходимо перейти к пятому классу (рис 1).

Рассмотрим прогнозирование по системе стандартов на решение изобретательских задач более детально (рис. 2).

Первоначально определяют уровень развития системы. Является ли система вепольной или невепольной. Если система невепольная, то прогноз начинают с первого класса. Систему необходимо развить от стандарта 1.1.1 до 1.1.8. Причем стандарты 1.1.6-1.1.8 применяются, если необходимо получить оптимальное (минимальное или максимальное) действие или режим. Решения, полученные при этом, являются прогностическими.



Рис. 1. Алгоритм применения системы 76 стандартов на решение изобретательских задач

Дальнейшее движение идет по линии развития вепольных систем, т.е. переход к классу 2 (показано линиями обратной связи). Сначала осуществляют переход к сложным вепольным подкласс 2.1 с образованием системы из цепных и двойных вепольных. Когда получены эти решения, переходят к форсированным вепольным (стандарты 2.2.1-2.2.6), затем к форсированному согласованию ритмики (стандарты 2.3.1-2.3.3) и, наконец, к комплексно-форсированным

¹⁷ **Нить в лабиринте**/Сост. А.Б.Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – 277 с. – (Техника - молодежь - творчество)

веполям (феполям), постепенно используя стандарты 2.4.1-2.4.12. Полученные решения относятся к системе.

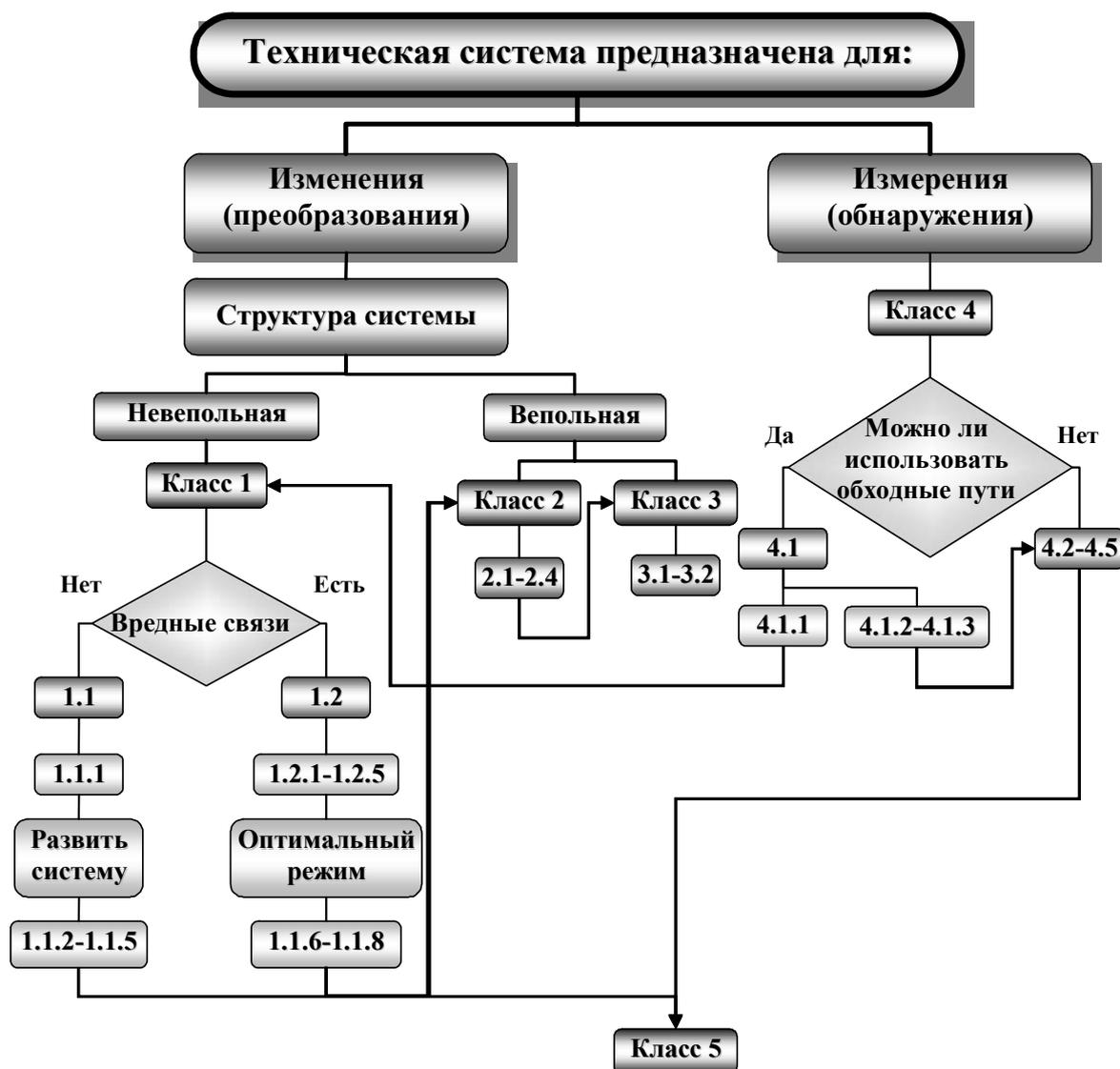


Рис. 2. Детализированный алгоритм применения системы 76 стандартов на решение изобретательских задач

Если все прогнозные решения получены для системы, то осуществляют следующий переход к надсистеме или подсистеме (класс 3). Переход в надсистему (подкласс 3.1) осуществляется механизмами перехода МОНО-БИ-ПОЛИ и свертыванием БИ- и ПОЛИсистем, используя различные переходы. Далее осуществляют переход системы на микроуровень (стандарт 3.2.1).

На этом прогноз развития системы на изменение завершается. Уточнение прогноза для получения более идеальных решений проводится с помощью стандартов класса 5. Этот класс стандартов нацеливает на использование ре-

сурсных решений. По стандартам подкласса 5.1 определяют, как вводить вещества, не вводя их, т.е. как максимально использовать ресурсы вещества.

Стандарты подкласса 5.2 подсказывают, как использовать ресурсы поля. Следующие группы стандартов 5.3 и 5.4 указывают на более эффективные способы применения технологических эффектов к выбранным ранее на подклассах 5.1 и 5.2 ресурсам веществ и полей.

Подкласс 1.2 не рассматривался ранее, так как имеет особую функцию. Он применяется только в тех случаях, если в системе имеются вредные связи. После проведения преобразований по стандартам 1.2.1-1.2.5 следует развить решение по стандартам классов 2-3, а затем и 5 (на рис. 2 это показано в виде обратной связи).

Прогноз развития систем на обнаружение и измерение проводится по классу 4.

Прогнозирование систем этого класса начинается с использования обходных путей, описанных в подклассе 4.1. Сначала определяют возможность замены задачи на измерение задачей на изменение, т.е. выбирают более общую функцию. Для этого используют стандарт 4.1.1. Если осуществляется такая замена, то необходимо снова использовать стандарты классов 1-3. Если необходимо развить измерительную систему, то последовательно применяют стандарты подклассов 4.2-4.5. В любом случае применение стандартов класса 5 обязательно для повышения идеальности системы.

2.2.4. Прогнозирование с помощью системы законов развития техники

2.2.4.1. Общие сведения

После проведения экспресс-прогноза по системе стандартов желательно провести экспресс-прогноз по системе законов развития техники.

Прогнозирование развития технического объекта по системе законов может начинаться с уровней **потребностей**, затем **функций** и потом **систем**. Обычно прогнозирование на уровне *потребностей* или *функций* является межотраслевым и рассматривает наиболее *глобальные проблемы*, которые одинаково важны для ряда отраслей или больших концернов.

Прогнозирование на уровне систем можно проводить для имеющихся систем или создания принципиально новых технических систем.

Если прогнозирование нацелено на получение идей **принципиально новых технических систем (ТС)**, то оно начинается с группы **законов организации ТС**. После применения этих законов прогнозирование необходимо продолжить по *законам эволюции ТС*.

Прогноз развития существующих систем проводится по законам эволюции ТС.

В нормативном прогнозе по выбранному направлению развития научных исследований определяется качественная и количественная потребность в лабораторном и экспериментальном оборудовании, материалах и комплектующих. Кроме того, определяется необходимость в проведении исследовательских работ. Составляется программа действий по достижению результатов проведенного поискового прогноза.

На следующих этапах определяется перспективное направление проектирования и проводятся работы по определению перспективной технологической подготовке производства. При выполнении этих этапов может применяться ТРИЗ. На каждом этапе в соответствии со сбалансированным прогнозом разрабатывается перспективный план подготовки, переподготовки, повышения квалификации и перемещения специалистов.

Для составления общего плана работ желательно применять **программно-целевой подход**.

Описанная последовательность итеративна и должна корректироваться, уточняя данные перспективного прогноза.

2.2.4.2. Общая последовательность применения законов развития техники

2.2.4.2.1. Прогнозирование потребностей

Прогноз потребностей проводится с использованием соответствующих законов в следующей последовательности:

- 1. идеализация потребностей,**
- 2. динамизация потребностей,**
- 3. согласование потребностей,**

4. объединение и специализация потребностей.

Прогноз потребностей начинается с использования *закона идеализации потребностей*, на следующем этапе проводится *динамизация потребностей*, далее проводится *согласование* выявленных потребностей, на завершающем этапе пытаются *объединить* выявленные потребности, при этом могут выявиться принципиально новые потребности, параллельно выявляются *специализированные* потребности. Прогноз завершается **согласованием всего комплекса потребностей** на всех уровнях. Согласование проводится для разрешения выявленных противоречий. На этом этапе могут использоваться все элементы ТРИЗ для разрешения противоречий. Разработка потребностей проводится с использованием «Методики разработки новых потребностей»¹⁸.

2.2.4.2.2. Прогнозирование на функциональном уровне

Прогноз на функциональном уровне проводится в соответствие с этапом развития исследуемой системы. Этап развития системы определяется по S-образной кривой, при этом используются законы развития функций¹⁹ в следующей последовательности:

1. идеализация функций,
2. динамизация функций,
3. согласование функций,
4. перехода к МОНО- или ПОЛИфункциональности.

Прогноз начинается с использования закона *идеализации функций*, на следующем этапе проводится *динамизация функций*, далее проводится *согласование* выявленных функций. Завершающий этап – *переход к моно и полифункциональности*, при этом осуществляют **свертывание** или **развертывание функций**. Прогноз завершается **согласованием всего комплекса функций** на всех уровнях. Согласование проводится для разрешения выяв-

¹⁸ Петров В. Закономерности развития потребностей. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>

¹⁹ Петров В. Закономерности развития функций. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-05-function.pdf>

ленных противоречий. При этом могут использоваться указанные ранее инструменты ТРИЗ.

2.2.4.2.3. Прогнозирование на уровне систем

Прогноз может проводить для **вновь создаваемых систем** и для развития **существующих систем**.

2.2.4.2.3.1. Прогноз вновь создаваемых систем

Прогноз вновь создаваемых систем осуществляется с помощью **законов организации технических систем**²⁰. Основная цель – разработать **жизнеспособную систему**, которая отвечает всем требованиям **системности**. Для обеспечения системности используются следующие законы:

1. **полнота частей системы;**
2. **избыточность частей системы;**
3. **наличие связей между частями системы и системы с надсистемой;**
4. **минимальное согласование частей и параметров системы.**

Первоначально подбирают все необходимые **части системы** (подсистемы) для обеспечения ее жизнеспособности. Для этого использую **закон полноты частей системы**. Далее определяют все необходимые **элементы** для обеспечения работоспособности каждой из частей (определяются подсистемы и подподсистемы), используя **закон избыточности** частей системы. На следующем этапе обеспечиваются все необходимые **вещественные, энергетические и информационные связи** системы с надсистемой и окружающей средой, и связи системы с ее подсистемами. При этом используют **закон наличия связей**. На завершающем этапе проводится **согласование** элементов и связей, для разрешения всех противоречий. После завершения этой работы желательно использовать законы эволюции технических систем.

2.2.4.2.3.2. Прогноз развития существующих систем

Прогноз развития существующих систем осуществляется с помощью **законов эволюции технических систем**²¹.

²⁰ Петров В. **Законы организации технических систем**. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-06-organ-ts.pdf>

²¹ Петров В. **Структура законов эволюции технических систем**. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-07-evolution.pdf>

Основная цель – разработать систему, как можно ближе приближающейся к *идеальной*. Для обеспечения идеальности системы используются следующие основные законы:

- 1. Увеличение степени идеальности.**
- 2. Увеличение степени динамичности.**
- 3. Согласования.**
- 4. Переход системы в надсистему.**

Эти законы имеют подзаконы и механизмы их исполнения.

Рекомендуется следующая последовательность использования законов:

- 1. Увеличение степени динамичности,**
- 2. Согласование,**
- 3. Переход системы в надсистему.**
- 4. Согласование,**
- 5. Увеличение степени идеальности,**
- 5. Согласование.**

Согласование, как и раньше, проводится после каждого изменения системы или может проводиться после всех изменений.

Изменения могут вестись:

- *без изменения* основной сущности системы,
- *с частичным изменением* сущности системы,
- *со значительным изменением* сущности системы.

В первом случае изменения не затрагивают рабочий орган, выполняющий главную функцию системы. Изменяются вспомогательные части.

Во втором случае изменения могут затрагивать и рабочий орган, но основной принцип его действия остается неизменным.

В третьем случае изменениям подвержен основной принцип работы рабочего органа, т.е. изменениям подвержена главная функция системы.

Первоначально увеличивают **степень динамичности системы**²². Это сложный закон, имеющий многоуровневую структуру подзаконов и механизмов их исполнения. При этом используют подзаконы:

- **Перехода системы на микроуровень**²³,
- **Увеличения степени вепольности,**
- **Информационной насыщенности.**

Закон перехода на микро уровень включает:

- *Изменения масштабности,*
- *Изменения связанности,*
- *Переход к более сложным и энергонасыщенным формам*²⁴.

Каждый из указанных законов осуществляется с помощью своих механизмов.

Изменение степени динамичности начинают со структуры системы путем перехода на микро уровень. Одновременно увеличивают степень вепольности. Затем постепенно используются другие законы. Часто эти изменения проводятся комплексно.

После проведения динамизации выполняют **согласование** измененных частей с системой и подсистемами, системы с надсистемой и окружающей средой.

На следующем этапе осуществляют переход в надсистему и снова проводят согласование.

Когда эти изменения проведены, то проверяется насколько система стала идеальнее. При необходимости используется непосредственно **закон увеличения степени идеальности**²⁵ и снова проводят **согласование**.

²² Петров В. Закон увеличения степени динамичности. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-11-dinamiz.pdf>

²³ Петров В. Закон перехода системы с макро- на микроуровень. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-12-microlevel.pdf>

²⁴ Петров В. Переход к более сложным и энергонасыщенным формам. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-16-energo.pdf>

²⁵ Петров В. Закон увеличения степени идеальности. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-08-ideal.pdf>

Согласование может проводиться, и после выполнения всех изменений по всем законам.

2.2.4.2.3.3. Общее направление развитие систем

Это завершающий этап в прогнозировании, позволяющий определить развитие системы в пространстве и максимально использовать ресурсы системы, надсистемы и окружающей среды.

2.2.5. Пример экспресс-прогноза

Приведем пример экспресс-прогноза развития процесса дуговой сварки.

Первоначально проведем прогноз по стандартам на решение изобретательских задач. Обратимся к алгоритму изображенному на рис. 2.

Сварка – относится к системам на изменение. Следовательно, следует использовать 1-3 классы стандартов. Так как эта система веполюная, то следует использовать только 2 и 3 классы.

Улучшение процесса сварки было описано при рассмотрении законов: увеличения степени идеальности²⁶, согласования²⁷, увеличения степени дробления²⁸ и переход к более сложным и энергетически насыщенным формам²⁹.

Рассмотрим развитие систем по третьему классу.

Образование бисистем – использование двух электродов.

Один из электродов может быть неплавящийся (образует только дугу), а другой плавящийся – дает необходимый металл.

Переход к полисистемам – три и более электродов. Электроды могут быть одинаковые и на них подаваться одинаковый ток. Этим можно добиться большей производительности – сваривается более широкий шов³⁰ или одновременно наплавляется большая площадь на металл. Electroдами, сделан-

²⁶ Петров В. Закон увеличения степени идеальности. – Тель-Авив, 2002. Пример 31. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-08-ideal.pdf>

²⁷ Петров В. Закон согласования систем. – Тель-Авив, 2002. Примеры 1, 12 и 27. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-10-soglasov.pdf>

²⁸ Петров В. Увеличение степени дробления. – Тель-Авив, 2002. Пример 23. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-13-droblenie.pdf>

²⁹ Петров В. Переход к более сложным и энергонасыщенным формам. – Тель-Авив, 2002. Пример 1 и пример переходу поля от МОНО к БИ и ПОЛИ. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-16-energo.pdf>

³⁰ А.с. № 829 794.

ными из разных составов металлов можно создавать различные свойства шва, комбинируя их в необходимой последовательности.

Если на электроды подавать различные напряжения и опускать их на различную глубину³¹, то можно более эффективно обрабатывать швы большой глубины. Располагая электроды по всей протяженности шва на расстоянии, меньшем, чем тепловое пятно и подсоединив каждый из электродов к своему источнику питания. Можно не перемещать электрод, последовательно включается следующий³². Таким образом, дуга движется, а электроды стоят на месте.

Два электрода могут быть свернуты в один³³.

Таким электродом можно делать шов более широкий или более глубокий. Свертывание многих электродов в один осуществляется в порошковом электроде, где могут быть собраны вместе материалы многих электродов. Такой электрод представляет собой оболочку в виде трубки, в которой находится порошкообразный металл.

Если провести функциональное свертывание, то должна остаться только главная функция – соединение с помощью расплавления, т.е. должен быть осуществлен непосредственно нагрев.

Это можно осуществить, если тепло передавать с помощью тепловой трубы. При этом источник нагрева может быть любым, в том числе и дуга, расположенная в удобном месте. Тепло от этой дуги будет полностью использоваться для разогрева шва. Трубы могут быть расположены по всему шву и их не нужно будет двигать. С помощью тепловой трубы можно будет регулировать температуру и время нагрева и остывания, обеспечивая необходимые свойства шва. Тепловую трубу можно использовать и в традиционной дуговой сварке. Тогда можно будет эффективнее использовать тепло дуги и расплавленного металла. Рассеянное тепло можно собирать тепловой трубой и передавать его на еще не разогретые участки, предварительно нагревая их и регулировать тепло шва, как было описано.

³¹ А.с. № 546 445.

³² А.с. № 285 740.

³³ А.с. № 1047634.

ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ

Аннотация

Статья подготовлена в 1989 г. и опирается на другие работы автора по данной тематике, выполненные в период с 1975 по 1989 гг. В Интернете она выставлена в 2002 г.³⁴ и 2005³⁵. Она описывает, разработанные автором, основные законы развития потребностей и методика их использования.

Удовлетворение потребностей может осуществляться известными и вновь появляющимися функциями, изменение которых подчиняется определенным закономерностям. Известные функции могут выполняться существующими системами или вновь созданными системами. Новые функции могут осуществляться применением имеющихся систем по новому назначению или созданием качественно новых систем.

Система законов развития потребностей включает: закон идеальности потребностей, закон динамизации потребностей, закон согласования потребностей, закон объединения потребностей и закон специализации потребностей. В работе подробно описывается каждый из законов, приводятся этапы и методики выявления скрытых потребностей и разработки новых потребностей.

Введение

Дистанция от получения идеи технической системы до ее внедрения, а тем более бизнес успеха достаточно велика. Известно, что бизнес успеха добывается только одна из 3000 идей³⁶.

В связи с этим важно не только выбрать правильную идею, соответствующую законам развития технических систем, но и правильно определить потребность и спрос на эту идею.

В соответствии с исследованиями, проведенными Клейтоном Кристенсеном и описанными в его книге «Дилемма Инноватора»³⁷, спрос на новый товар изменяется в следующей последовательности:

1. сначала потребители готовы платить за лучшее **функционирование** (выделил В.П);

³⁴ Петров В. **Закономерности развития потребностей.** – Тель-Авив, 2002.

<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>

³⁵ Петров В.М. **Законы развития потребностей.** – Труды Международной конференции МА ТРИЗ Фест – 2005. Развитие ТРИЗ: достижения, проблемы, перспективы. 3-4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. Ст. Петербург, 2005. с. 46-48.

<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>

³⁶ Greg A. Stevens and James Burley, "3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success," in May-June 1997 Research Technology Management review.

³⁷ Clayton M. Christensen. The Innovator's Dilemma, Harper Business, 1997.

2. затем они уже не платят за лучшее функционирование, но зато готовы платить за увеличение **надежности** (выделил В.П);
3. на следующем этапе они не хотят платить за надежность, но зато готовы платить за **удобства пользования** (выделил В.П);
4. далее и удобства им больше не нужны, зато они с готовностью покупают то, что **дешевле** (выделил В.П).

Кристенсен пишет, что для производителя колоссально важно точно понять, что от него хочет потребитель в данный момент, и не пытаться подсовывать ему, например, более надежные товары, когда покупатель готов платить за удобство пользования.

Итак, для бизнес успеха производитель продукции должен точно определить, когда потребитель готов платить за повышение функциональности, когда за повышение надежности, когда за улучшение удобств пользования, а когда хочет получить дешевый товар. Это весьма важные моменты для прогнозирования спроса. Закономерности развития спроса в данной статье не рассмотрены.



Рис. 1. Диаграмма Кано

Широко известен анализ по диаграмме Нориаки Кано³⁸ (рис.1). Он представляет собой модель исследования трех различных типов требований, которые потребитель может выдвигать к товарам или услугам. К этим трем

³⁸ Презентации даны на ежегодных собраниях Японского Общества по Контролю за Качеством, Н. Кано и Ф. Такахаша "Мотиватор и фактор гигиены качества" окт.1979; Н. Кано, Ш. Цуйи, Н. Сераку, Ф. "Привлекательное качество и должное качество (1), (2)" Окт. 1982.

группам относятся: одна группа «высказываемых» требований и две группы «невывыказываемых» требований, которые можно не увидеть при исследовании.

Высказываемые требования (spoken) достаточно очевидны. Они относятся к тем аспектам товара или услуг, которые могут быть достаточно четко определены.

Вторая группа содержит первое направление «невывыказанных» требований – это требования «базового качества» (basic quality). Они то же достаточно очевидны, но могут быть легко пропущены – особенно если потребитель и поставщик пришли из разных «культур».

Третья группа - «невывыказанные» требования, о которых потребитель никогда даже не думал. Кано назвал эти требования – «восхитительное качество» (excitement quality). Они обладают свойствами, которые делают товар или услугу более ценными для потребителя.

Диаграмма Кано позволяет учесть указанные три вида требований, что облегчает построение стратегии отношений с потребителями, но не указывает пути и тенденции развития потребностей и в первую очередь «восхитительных качеств».

В данной статье мы рассмотрим закономерности развития потребностей.

По закономерностям развития потребностей можно определить потребности будущего, выявить, какими функциями и системами их можно удовлетворить. В том числе определить и принципиально новые направления развития технических систем (пионерские решения).

Наиболее детально человеческие потребности описаны Абрахамом Маслоу³⁹. Он рассматривает семь групп потребностей:

1. Физиологические потребности (в пище, одежде, жилище, избавлении от болей и др.).
2. Потребность в безопасности (надежная защита от преждевременной смерти, получения физических увечий, потери средств обеспечения физиологических потребностей и др.).

3. Потребность в любви и душевной привязанности к другим людям (друзья, возлюбленная, жена, дети).
4. Потребность в уважении со стороны других людей и самоуважении.
5. Потребность в самовыражении и проявлении своих индивидуальных способностей.
6. Потребность узнать и понять окружающий мир, что способствует удовлетворению потребностей 1-5.
7. Эстетические потребности.

А.Маслоу расположил группы потребностей в порядке их приоритета. В соответствии с его исследованиями, удовлетворение потребностей идет от первой группы к седьмой. Если не удовлетворены потребности низшего уровня, например, потребности группы 1, то человек не думает о потребностях следующего уровня. Пирамида потребностей по А.Маслоу показана на рис. 2.



Рис. 2. Пирамида потребностей А.Маслоу

Уильям Тэлли⁴⁰ использует иерархию потребностей Маслоу, но утверждает, что нет такой зависимости потребностей. Потребности низших уров-

³⁹ Maslow A.H. Motivation and personality. Brandeis university. New York. Harper and Brothers, 1954. 411 p.

⁴⁰ W. Tally, Motivation and Personality, Rew. Ed. Van Nosiran, 1982.
W. Tally, Tally Needs Inventory, Monterey, Calif. Brooks/Cole, 1986.

ней могут компенсироваться потребностями высших уровней. Он предложил метомодель потребностей и картограмму личности, которые можно использовать для оценки потребностей. Пример картограммы показан на рис. 3.

Общая тенденция развития потребностей идет от удовлетворения **примитивных потребностей** к удовлетворению эстетических потребностей. А.Маслоу не описал еще один вид **интеллектуальных и творческих потребностей**. Эти потребности мы относим к высшим потребностям человека. Постоянно возрастает потребность освобождения человека от участия в процессе создания товаров и услуг. Как следствие, идет процесс постоянного увеличения свободного времени у людей и потребность занять свободное время.

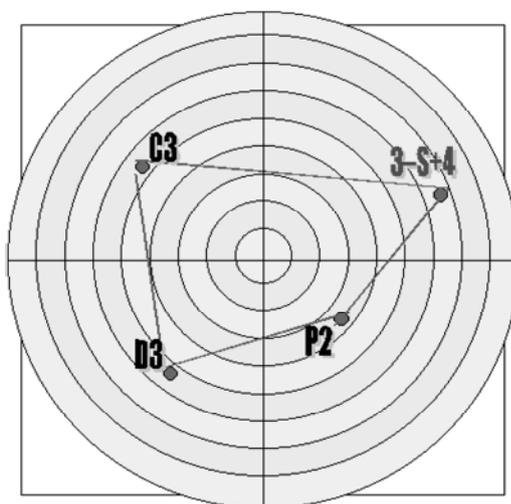


Рис. 3. Картограмму личности по У.Тэлли

Закономерности развития потребностей подчиняются **закону возрастания потребностей**.

К примитивным потребностям относятся потребности в пище, сне, защите от окружающей среды и других обитателей, сексе. Развитие этих потребностей приводит к увеличению разнообразных способов их удовлетворения и улучшению их качества.

Каждый из видов потребностей также имеет иерархическую структуру. Один вид потребностей вызывает появление нового вида, который в свою очередь вызывает появление следующего вида. Этот процесс бесконечен.

Пример 1. Удовлетворение потребности в пище, привело к появлению новой потребности – добыче пищи. Эта потребность вызвала появление по-

требности в способах добычи и приготовлении пищи. Она в свою очередь вызвала потребность в способах добычи пищи у природы (охота, поиск и сбор растений) и самостоятельное выращивание пищи (сельское хозяйство). Каждый из этих видов потребностей приводит к появлению следующих потребностей. Охота требует разработки способов охоты и появления средств охоты. Они приводят к появлению отдельных индустрий, выпускающих средства охоты, что вызывает появление большого куста новых потребностей. Развитие сельского хозяйства вызвало появление специальных научных центров и индустрий.

Часто отдельные виды потребностей объединяются, и появляется новая отрасль.

Пример 2. Так потребление пищи, соединилось с отраслью проведения свободного времени. Появились рестораны и т.д. Для них потребовались специальные помещения, оборудование, развлекательные программы и т.д.

Таким образом, закономерности развития потребностей идут в двух направлениях: **появление принципиально новых потребностей** и **развитие существующих потребностей**.

Пример 3. С возрастанием потребности "занятия свободного времени" появилась, например, индустрия развлечений. Она включает в себя различные шоу, игровые автоматы, компьютерные игры и т.д. Все это приводит к потребности развития соответствующей техники и технологии, т.е. к вторичным потребностям. Так, выступления современных исполнителей поп музыки вызвало необходимость не только изменить аппаратуру воспроизводства звука, но и создать новые световые эффекты. При этом уже используются, помимо обычных цветомузыкальных установок, лазеры и установки, создающие дымовые эффекты.

Можно предположить, что в дальнейшем появится аппаратура, воздействующая на другие сенсорные каналы, например, аппаратура создающая запах, ощущения вибрации и движения, изменения температуры и т.д. с частотной и амплитудной модуляцией. Для выполнения описанных функций могут использоваться уже имеющие технические системы, а, кроме того,

будут создаваться более эффективные новые, использующие другие физические, химические, биологические и геометрические эффекты.

Пример 4. Примером новой потребности можно быть создание любых ощущений по желанию человека. Эту потребность можно осуществить известными средствами (гипноз, алкоголь, наркотики). Такие воздействия не всегда приводят к адекватным результатам и не безопасны для здоровья. Эту же потребность можно осуществить новыми средствами, например, воздействием электромагнитными полями на определенные зоны головного мозга.

Такой подход позволит эффективно управлять здоровьем и настроением человека, и может стать новым направлением в системе образования, искусства и т.д. Информация будет более разнообразная, так как будет использоваться не только зрительные и слуховые сенсорные каналы. Уже сегодня широко используют тактильную информацию для общения со слепыми людьми, так как они не могут «читать» информацию по губам и жестам.

В мобильных телефонах, вместо звукового сигнала («звонка») можно использовать вибрационный сигнал. По этому же принципу в дальнейшем могут появиться "телефоны" для глухо-слепых людей. Информация будет передаваться путем изменения частоты и/или амплитуды вибрации или динамическим изменением поверхности, что будет соответствовать определенным буквам или словам.

Использование запаха может стать революционным в распространении информации, обучении, появлении новых видов искусства, различных увлечений, медицине и т.д.

Эти потребности вызовут появление новых технических систем. Первоначально могут быть применены известные технические средства. Затем выявят новые свойства у имеющихся технических устройств и применят их по новому назначению. В дальнейшем, будут созданы специальные и, может быть, принципиально новые средства для удовлетворения этих потребностей.

Пример 5. Запах по электронной почте.

Британская фирма Telewest Broadband и американские ученые из Trisenx разработали устройство, соединенное с компьютером, которое генерирует аромат, "связанный" с электронным посланием, причем аромат может варьироваться от благоухания фиалки, запаха пляжа и кокосовых орехов до запаха сочных бифштексов, поджаривающихся на углях и т.д. (рис. 4).

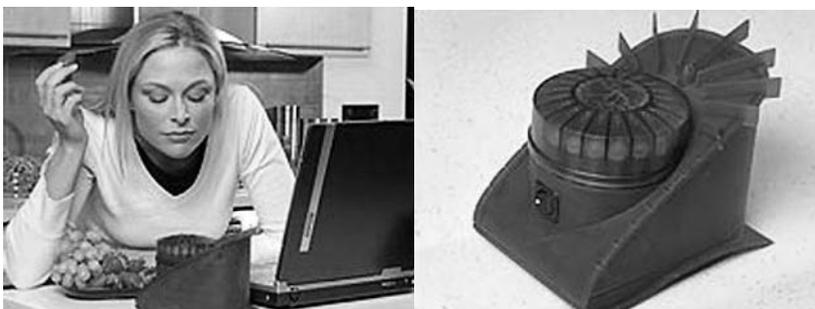


Рис. 4.

Рис. 5. Запах по электронной почте



Рис. 5.

Рис. 5. Запах по телефону

Пример 6. Запах по телефону.

Шотландская компания Electronic Aromas разработала технологию доставки запахов по мобильному телефону (рис. 5). Аппараты имеют камеру, заполненную молекулами различных веществ. При соответствующем звонке будет стимулироваться формирование определенных молекулярных комбинаций.

Пример 7. Проблемы и перспективы передачи информации с помощью запаха.

Передача запаховой информации, вероятнее всего, столкнется с определенными трудностями. Запах распространяется во всем помещении. Для замены запаха, необходимо первоначально устранить имеющийся запах, что само по себе требует применения определенных технических средств или определенных химических веществ, а, кроме того временных затрат. Это приводит к тому, что такая система получается достаточно инертная, и, следовательно, передача информации – весьма длительной.

Такое противоречие, как правило, разрешается в пространстве. Источник информации должен быть как можно ближе к «приемнику» информации. Следовательно, запах должен подаваться непосредственно в нос. Тогда уб-

рать один запах и подать другой будет занимать небольшой промежуток времени. Кроме того, запахи должны использоваться не стойкие.

Пример 8 Современные духи.

Использование нестойких духов – тенденция в современной парфюмерии. Раньше считалось, что чем духи более стойкие, тем они лучше. Сегодня женщины хотят в разное время суток душиться различными духами. Духи меняются в зависимости от вида деятельности или контактов с различными людьми. В связи с этим современные духи стали выпускать с нестойким запахом.

Пример 9 Тактильная информация.

Тактильная и температурная информация может передаваться, например, с помощью специальных перчаток, в которых могут быть встроены источники температуры, колебаний, изменения формы, поверхности, жесткости и прочих свойств материалов, которые можно ощутить с помощью осязания. Здесь могут быть использованы тепловые трубы, пьезоматериалы, материалы с эффектом памяти формы и т.д.

Пример 10 Воздействие на мозг.

Воздействие непосредственно на определенные участки мозга, видимо, требуют дополнительных исследований, для получения адекватных ощущений различными людьми. Технически такие устройства могут представлять собой, например, шлем с разнообразной системой электродов и датчиков. Через электроды будут подаваться разнообразные электромагнитные поля, воздействующие на мозг и, вызывающие определенные ощущения, передающие конкретную информацию. Датчики необходимы для контроля происходящих виртуальных процессов.

1. Структура законов развития потребностей

Удовлетворение потребностей может осуществляться **известными и вновь появляющимися функциями** (рис. 6), изменение которых подчиняется определенным закономерностям.

Известные функции могут выполняться **существующими системами** или **вновь созданными системами**.

Новые функции могут осуществляться применением имеющихся систем по новому назначению или созданием качественно новых систем.

Развитие каждого из видов потребностей происходит по определенным законам.

Автор сформулировал следующие **законы развития потребностей**:

- **Идеализация потребностей.**
- **Динамизация потребностей.**
- **Согласование потребностей.**
- **Объединение потребностей.**
- **Специализация потребностей.**



Рис. 6. Схема удовлетворения потребностей

Идеализация потребностей проводится путем их **динамизации, объединения** или **специализации** и последующего **согласования** (рис. 7).



Рис. 7. Схема идеализации потребностей

2. Удовлетворение потребностей использованием функций

Как мы уже отмечали, удовлетворение потребностей может осуществляться **известными** и **вновь появляющимися функциями** (рис. 6).

2.1. Удовлетворение потребностей использованием известных функций

Для выполнения известных функций могут использоваться **существующие системы** или **создаваться новые системы**.

2.1.1. Использование существующих систем

Пример 11. Появилась потребность брить бороду и усы электрической бритвой. Такую же функцию первоначально выполняла машинка для стрижки волос на голове (рис. 8 а). Затем выпустили специальную машинку (рис. 8 б) которая стрижет также брови, волосы в носу и ушах.



а) Машинка для стрижки



б) Специальная машинка для стрижки

Рис. 8. Машинка для стрижки

Пример 12. На "Боинге-747" появится боевой лазер.

Корпорация Boeing модернизировала транспортный самолет 747-400, установив на нем боевой лазер (рис. 9).



Рис. 9. Боевой лазер на Боинге 747

В дальнейшем создадут **специальный носитель** боевого лазера. Сначала использовали **готовый самолет**.

Пример 13. Солнечные батареи можно печатать на струйном принтере.

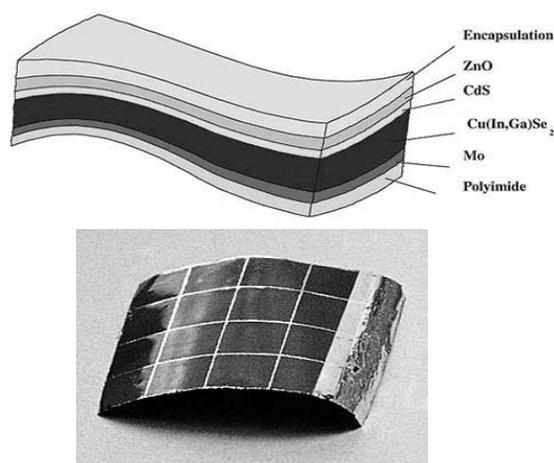


Рис. 10. Солнечная батарея

Ученые Ghassan Jabbour и Yuka Yoshioka из Аризонского университета в Тасконе для производства полупроводниковых приборов использовали обычный струйный принтер. Они воспользовались **старым картриджем**, заправив его жидким органическим веществом, из которого впоследствии образуется полимер со свойствами полупроводника.

Пока новая технология была использована для создания относительно простых полупроводниковых систем - светодиодов и фотоэлементов. Разработчики считают, что в будущем она сможет использоваться для производства самых разнообразных устройств. Новый метод универсален: полупроводящий полимер можно наносить практически на любой материал от ткани и пластика до кремниевой пластины или стекла, причем полимерная пленка остается практически невидимой для человеческого глаза.

Следующим шагом будет создание **специального принтера**.

2.1.2. Создание новых систем

Для удовлетворения вновь появившейся потребности, прежде всего, необходимо выявить существуют ли системы, выполняющие ту же самую функцию. Если таких систем не существует, то разрабатывают новые системы

Пример 14. Солнечные батареи из нанотрубок.

В Калифорнийском университете в Беркли разработали фотоэлементы из углеродных нанотрубок, нанесенных на пластиковую подложку. Благодаря миниатюрным размерам нанотрубок действуют квантовые эффекты, и сте-

пень поглощения лучей определенной части спектра возрастает примерно вдвое.

2.2. Удовлетворение потребностей использованием новых функций

Для выполнения новых функций могут использоваться существующие системы **по новому назначению** или **создаваться качественно новые системы**.

2.2.1. Применение имеющихся систем по новому назначению

С появлением новой функции первоначально ее пытаются выполнить, используя имеющиеся системы, которые осуществляли подобную функцию или у которых имелась эта функция, но использовалась как второстепенная, не использовалась совсем, была как ненужная или даже вредная.

Пример 15. При замыкании электрических контактов образующая искра портит контакты (получается эрозия металла). Это явление стали использовать для обработки металлов (электроэрозионная обработка металлов).

Пример 16. Раны и порезы закрывали тампонами и завязывали бинтом. Функции заклеивания раны не существовало. В 1920 г. Эрл Диксон предложил идею бактерицидного пластыря, который стала выпускать фирма “Джонсон и Джонсон”.

В СССР рабочие использовали изоляционную ленту для заклеивания порезов.

Некоторые рабочие заклеивали ранки клеем на спиртовой основе (в СССР такой клей назывался БФ-2). Затем такого же типа клей с антисептическими добавками стали использовать для заклеивания ран (в СССР такой клей назывался БФ-6).

2.2.2. Создание качественно новых систем

Пример 17. Новая функция лазера

Квинслендский исследовательский центр разработал лазерный пинцет (рис. 11), который применяют для захвата микрочастиц.

Микрочастицы движутся в то место, где световой луч «сильнее». Когда лазерный пучок неоднороден, частица втягивается в область наибольшей интенсивности излучения. Перемещая фокус луча можно передвигать



Рис. 11. Лазерный пинцет

«пойманные» микрообъекты, заставить их совершать сложные движения.

Инструмент используют для изучения клеток ДНК, механизмов переноса лекарств в организме к больным органам, проникновения лекарств через мембраны, диагностики рака.

С помощью лазера с большой светосилой изучают химические реакции, длящиеся миллиардные доли микросекунды. Оптический пинцет позволяет измерять очень малые силы, порядка 10^{-12} Н и силы вращения. Измерение сил вращения важно при оценке динамических свойств биологических элементов и растворов.

Пример 18. Робот можно перепутать с живой женщиной

Kokoro Dreams и Университет Осаки создали прототип человекообразного робота нового типа - женщину, которая может имитировать речь и моргать (рис. 12).



Рис. 12. Робот - женщина

Робот способен воспроизводить достаточно реалистичную человеческую мимику.

Пример 19. Мобильный телефон для собак

Финская компания Benefon, Arbonaut и компания Pointer Solutions создали мобильный телефон для собак (рис. 13).



Рис. 13. Мобильный телефон для собак

Pointer dog-GPS состоит из двух частей. Главная часть является модифицированным Benefon Esc - двухдиапазонным GSM-телефоном с 12-канальным приемником GPS. В нем могут быть карты и маршруты движения, сигнал SOS с точными координатами и т.д. Модуль может поддерживать связь с тремя десятками передатчиков, которые несут собаки.

Вторая часть закреплена на собачьем ошейнике. Она позволяет отслеживать и запоминать путь собаки. Корпус устройства водонепроницаемый и удароустойчивый. Телефон может работать как в жару, так и в сильный холод, а сам ошейник снабжен светоотражающими элементами. Если собака находится в зоне покрытия GSM-оператора, можно подключиться к микрофону, который несет собака

Пример 20. Детектор любви

Создан "детектор любви", позволяющей выявить и проанализировать при разговоре эмоциональное состояние собеседника (рис. 14).



Рис. 14. Детектор любви

Пример 21. Трехмерный дисплей для мобильных телефонов

Южнокорейская компания Samsung разработала первый в мире дисплей для портативных устройств, который позволяет видеть трехмерные изображения без применения специальных очков и практически под любым углом (рис. 15).



Рис. 15. Трехмерный дисплей для мобильных телефонов

Пользователи мобильных телефонов, коммуникаторов или карманных компьютеров, оборудованных трехмерными дисплеями, смогут переключаться между 2D и 3D режимами. Кроме того, объемные образы можно будет просматривать даже в том случае, если экран повернут на 90 градусов.

3. Закон идеализации потребностей

Закон идеализации потребностей предусматривает увеличение количества, улучшение качества потребностей, уменьшение затрат времени и средств на их удовлетворение, а также уменьшение вредных действий (факторов расплаты).

Степень идеализации потребностей можно представить в виде формулы:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i Qn_i Ql_i}{\sum_{i=m}^0 \beta_i C_i + \sum_{i=n}^0 \gamma_i H_i} \Rightarrow \infty;$$

Где:

I – степень идеализации потребностей;

Qn – количество потребностей;

Ql – качество потребностей;

α, β, γ – коэффициент согласования;

C – затраты времени и средств на удовлетворение потребностей;

H – вредные действия (факторы расплаты);

i – порядковый номер потребности ;

m – максимальное значение затраты времени и средств на удовлетворение потребностей C ;

n – максимальное значение вредные действия H .

Свойства идеальной потребности.

1. Идеальная потребность – потребность, которая удовлетворяется в нужный момент в нужном месте при необходимых условиях.

2. Идеальная потребность – потребность, которую нет необходимости удовлетворять. Потребность стала ненужной или она удовлетворяется сама.

Пример 22. Удовлетворение потребности в нужный момент в нужном месте осуществляется, например, различными складными и надувными объектами.

Пример 23. Рассмотрим потребность удовлетворения в пище. Первоначально человек ел все, что он мог достать (как правило, однообразная пища) и тратил на это много времени. Сегодня громадное разнообразие видов пищи, на приготовление которых или совсем не нужно тратить время (готовая к употреблению пища) или все готовится очень быстро (полуфабрикаты). Таким образом, исчезла потребность в «добывании» пищи.

Пример 24. Рассмотрим процесс идеализации потребности на примере мытья посуды.

Раньше посуду мыли вручную. Особо грязные места приходилось долго оттирать щеткой. При этом посуда царапалась. Затем развитие этого процесса осуществлялось в нескольких направлениях.

Появились различные моющие средства, убыстряющие и улучшающие процесс мытья. После нанесения таких средств нужно только смыть грязь.

Следующий шаг идеализации этой потребности – потребность удовлетворяется сама – *посуда моется сама* – посудомоечная машина.

Дальнейшая идеализация потребности – *отказ от потребности* (потребность в мытье посуды стала ненужной), т.е. функция мытья посуды стала ненужной с появлением одноразовой посуды. Другой способ – делать посуду съедобной. Пищу накладывают в листья салата, капусты или питу.

Пример 25. Имеется потребность в разогревании или охлаждении пищи или напитков. Эту потребность удовлетворяют с помощью подогрева на газовой (электрической) плите или микроволновой печи, а охлаждают в морозильной камере.

Идеализация этой потребности – ненужно нагревать или охлаждать. Создали самонагревающиеся (рис. 16) и самоохлаждающиеся (рис. 17) контейнеры.



Рис. 16. Разогрев напитков



Рис. 16. Охлаждение напитков

3.1. Увеличение количества и улучшение качества потребностей

3.1.1. Увеличение количества имеющихся и вновь появляющихся потребностей

Увеличение количества потребностей может осуществляться за счет появления новых потребностей и разнообразия имеющихся потребностей.

1. Появление новых потребностей.

Пример 26. Вживление электронных чипов

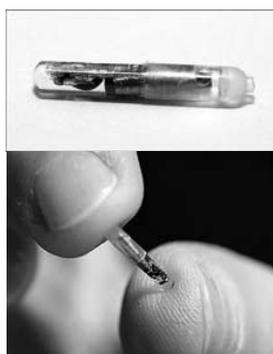


Рис. 18. Вживляемый чип

Появилась потребность идентифицировать животных, особенно дорогих. Разработали чип (рис. 18), который вживляют в тело. В чипе записаны все данные о животном и его хозяине. Информация считывается с помощью специального прибора.

В последствии чипы стали вживлять людям. С помощью чипа всегда можно идентифицировать человека и знать о его местонахождении. Это позволит предотвратить похищение человека, следить за состоянием его здоровья и т.д.

2. Разнообразия имеющихся потребностей.

Например, за счет специализации потребностей или изобретение дополнительных средств.

Пример 27. При появлении мыла его использовали для всех процедур очистки. Теперь имеется специальное мыло для лица, отдельные моющие средства для мытья посуды, отдельные средства для мытья особо жирной посуды и т.д.

Пример 28. Первоначально для стрижки использовали ножницы (рис. 19 а). Потом появились механические машинки для стрижки (рис. 19 б). Их заменили электрические машинки для стрижки (рис. 19 в). В дальнейшем появились специализированные машинки для стрижки бровей, волос в носу, в ушах и т.д. (рис. 18 г).

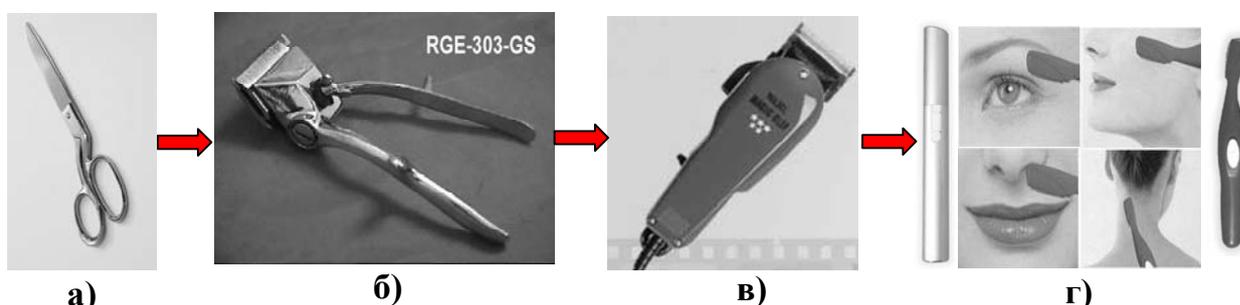


Рис. 19. Тенденция развития ножниц

3.1.2. Улучшение качества имеющихся и вновь появляющихся потребностей

Улучшить качество потребностей можно **разработкой** и/или **использованием более прогрессивных средств** или **изобретением принципиально новых средств**, удовлетворяющих вновь появившиеся потребности.

Улучшение качества имеющихся и вновь появляющихся потребностей может осуществляться за счет:

1. Разработки и/или использования более прогрессивных средств.

Пример 29. Потребность в улучшении качества телевизионного изображения была удовлетворена переходом к цифровой передаче изображения.

2. Изобретения дополнительных или принципиально новых средств, удовлетворяющих вновь появившиеся потребности.

Пример 30. У машинок для стрижки волос появились насадки, регулирующие длину оставляемых волос (рис. 20).



Рис. 20. Насадки для стрижки



Рис. 21. Зубная щетка – ионы

Пример 31. Зубная щетка – ионы

Стержень зубной щетки (рис. 21) выполнен из диоксида титана (TiO_2). На свету этот стержень высвобождает электроны, которые благодаря слюнопроводнику, при взаимодействии с кислотой в зубном налете, вырабатывают положительные ионы водорода, разрушающие налет и бактерии. Очистка зубов идет за счет фотокаталитических свойств титанового стержня. Потребность в зубной пасте и даже воде исчезла.

Это пример создания **принципиально нового средства**.

3.2. Уменьшение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей и уменьшение вредных действий

3.2.1. Уменьшение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей

Сокращение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей осуществляется путями:

- **одновременного удовлетворения нескольких потребностей;**
- **удовлетворения нескольких потребностей путем использования одного средства;**

- **удовлетворения новых потребностей за счет имеющихся ресурсов.**

Одновременное удовлетворение нескольких потребностей.

Пример 32. Потребность перемещения в пространстве, например, вождение автомобиля и одновременного получения информации была удовлетворена, когда в автомобиль вмонтировали радио. Аналогичный пример с использованием в автомобиле сотовых телефонов.

Удовлетворение нескольких потребностей путем использования одного средства.

Пример 33. Компьютер может одновременно выполнять сразу несколько работ.

Пример 34. С помощью видеокамеры можно не только осуществлять съемку, но и просмотр.

Удовлетворение новых потребностей за счет имеющихся ресурсов (существующих систем, процессов, услуг и т.д.).

При появлении новых потребностей первоначально используют имеющиеся технические средства, для изготовления новых изделий используют имеющиеся технологические процессы. Новые виды услуг первоначально выполняют имеющиеся фирмы. На следующем этапе появляются специализированные изделия, процессы и услуги.

Пример 35. Появилась потребность тушения пожаров на воде. Первоначально эту функцию выполняли обычные суда, потом появились специальные пожарные суда.

3.2.2. Уменьшение вредных действий (факторов расплаты)

Уменьшение вредных факторов может осуществляться предварительным анализом потребностей с использованием, например, элементов ТРИЗ и «диверсионного анализа».

Некоторые пути уменьшения вредных факторов:

- 1. Использование безотходных и сбалансированных технологий**
- 2. Использование ресурсов**
- 3. Использование эффектов и прежде всего биологических**

Пример 36. Струйная распечатка плат

Компания Seiko Epson разработала технологию струйной печати электронных плат размером 27x24 мм, состоящих из 20 слоев и имеющих толщину без основы всего 200 микрон (рис. 22). На плате можно разместить 30000 транзисторов.

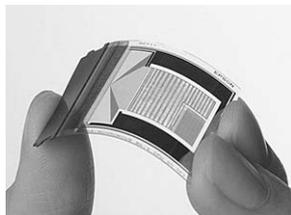


Рис. 22. Печатная плата

В настоящее время при производстве печатных плат применяется методика фотолитографии. Это достаточно дорогостоящий и трудоемкий процесс, состоящий из нескольких основных стадий: разработки фотомасок для отдельных слоев, формирования электрических соединений и пр. При этом **необходимо использование специальных химикатов, утилизация которых создает дополнительные трудности.**

Технология струйной печати плат призвана значительно **снизить затраты** на производство микросхем и **сократить вредные выбросы** в окружающую среду.

4. Закон динамизации потребностей

Закон динамизации потребностей предусматривает изменение потребностей:

- **во времени,**
- **в пространстве,**
- **в структуре,**
- **по определенному условию.**

Потребности приспосабливаются под:

- определенную местность,
- группу людей или конкретного человека.

Потребности удовлетворяются в то время, в том месте и в том виде, в котором это необходимо.

Потребности учитывают специфику:

- национальных особенностей,
- рода деятельности,
- возраста,
- пола,
- степени образования,
- религиозности,
- времени года и суток и т.д.

К динамизации потребностей можно отнести и потребности высвобождения человека из трудового процесса (механизация, автоматизация, кибернетизация).

Пример 37. Наиболее ярко динамизм проявляется в одежде. Она меняется в зависимости от сезона, времени суток, ее назначения. Имеется много видов рабочей одежды. Например, одежда для пожарников, летчиков, медицинских работников и т.д. Очень разнообразна выходная одежда - бальные платья и смокинги, одежда для свадеб. Постоянно меняется мода, и каждый человек выбирает себе свой стиль.

Пример 38. Другим примером может быть потребность в создании условий обитания, например, температуры. Созданы различные обогревательные устройства, которые обогревают не только всю комнату, но могут создать поток теплого воздуха, который направляется в необходимое место.

Современные кондиционеры создают не только различную температуру в разных комнатах. Они могут ее изменять по выбранной или специально составленной программе, могут создавать конкретную температуру в выбранной точке. Кондиционеры могут регулировать влажность и создавать определенные запахи.

5. Закон согласования потребностей

Согласование потребностей может проводиться:

- по **самим потребностям** (согласование потребностей между собой);
- по **параметрам**;

- по структуре;
- по условиям;
- в пространстве;
- во времени.

В частности может быть **динамическое согласование**.

Не согласованные потребности часто приводят к разочарованиям, конфликтам, разорениям, различным катаклизмам, войнам, экологическим катастрофам и т.п.

Под согласованием потребностей понимается и их специальное рассогласование (увеличение максимальной разницы между потребностями).

Пример 39. Многие люди имеют потребность много и вкусно есть. Это часто приводит к ожирению, что не только ухудшает фигуру, но и отрицательно сказывается на здоровье. Другая потребность иметь хорошую фигуру и быть здоровым, противоположна предыдущей. Для сохранения фигуры необходимо есть мало и не всегда вкусную пищу. Для согласования этих потребностей была изобретена специальная малокалорийная еда, например, различные виды пищи из сои. Были предложены разнообразные добавки снижающие все. Были разработаны специальные виды физической нагрузки.

Согласование потребностей по параметрам приведено в примере с кондиционером. В качестве согласующих параметров в этом примере, температура, влажность и запах. Это пример динамического согласования.

Пример 40. Часто встречающаяся ситуация. Люди, находящиеся в одном помещении могут иметь диаметрально противоположные потребности. Например, один человек хочет быть в тишине, а другой при этом слушать поп музыку на полную мощность музыкального центра. Согласование таких видов потребностей, может разрешаться во времени – один человек отдыхает, а другой ему в это время не мешает; в пространстве – в одном помещении можно слушать музыку, а в другом отдыхать; в структуре – место, где слушают музыку или место где отдыхают, имеет звукоизолирующие перегородки, или используются наушники (рис. 23).



Рис. 23. Наушники

Пример 41. На определенной территории построили завод, загрязняющий окружающую среду. Жители этого района желают жить в экологически чистых условиях. Потребности не согласованы. Один из видов разрешения такого противоречия – согласовать потребности хозяев завода и жителей данного района. Создается такой закон, что хозяин завода должен платить очень большой штраф за загрязнение окружающей среды и ему выгоднее поставить систему очистки.

Согласование потребностей, в частности, может осуществляться **объединением** этих потребностей или выделением **специальной** потребности.

6. Закон объединения потребностей

Объединение производится таким образом, что полезные (необходимые) качества складываются, усиливаются, а вредные взаимно компенсируются или остаются на прежнем уровне.

Объединение происходит несколькими путями:

1. Объединение **однородных** (одинаковых) потребностей.
2. Образование **однородных потребностей со сдвинутыми характеристиками**. Потребностями со сдвинутыми характеристиками называются однородные потребности с неодинаковыми параметрами, свойствами, характеристиками.
3. Образование конкурирующих (**альтернативных**) потребностей.
4. Объединение **разнородных** потребностей.
5. Объединение антагонистических (**противоположных**) потребностей.

Пример 42. Часто одинаковые магазины, например, мебельные или по продаже осветительных приборов располагают рядом друг с другом. Это

удобно для покупателей. Это пример объединения **однородных потребностей**.

Пример 43. В крупных торговых центрах имеется несколько магазинов по продаже одежды, но эти магазины разных торговых фирм. Это пример объединения **однородных потребностей со сдвинутыми характеристиками**.

Пример 44. Спортивный автомобиль превращается в скоростной катер нажатием кнопки (рис. 24). Машина развивает на суше скорость до 180 км/час, в плавучем варианте разгоняется до 50 км/час. Амфибия оснащена двигателем мощностью в 175 л.с. и имеет запас хода без дозаправки в 80 км. Это пример объединения **альтернативных потребностей**.



Рис. 24. Автомобиль амфибия



Рис. 25. Радио наушники

Пример 45. Кондиционер объединяет сразу несколько потребностей: охладить, нагревать воздух (объединение **противоположных потребностей**), создавать определенную влажность и определенный запах (**разнородные потребности**).

Пример 46. Ресторан объединил потребность в пище и потребность в развлечении (объединение **разнородных потребностей**).

Пример 47. Объединение потребностей в занятии спортом и получении информации привело к появлению плееров и радиоприемников в виде наушников (рис. 25). Пример на объединение **разнородных потребностей**.

Пример 48. Зубная щетка.

Американская фирма OHSO разработала зубную щетку (рис. 26), в которую набирается зубная паста с помощью специального поршня. При чистке зубов паста выдавливается с помощью этого поршня.

Идеально, чтобы потребность в пасте исчезла. Это описано выше в примере 31 (рис. 21).



Рис. 26. Зубная щетка

Объединение потребностей часто приводит к созданию **универсальных** объектов.

Пример 49. Строятся универсальные залы, в которых могут проходить различные концерты и спортивные выступления. Эти залы можно разделить на отдельные помещения или, наоборот, объединять в большой комплекс. Они быстро трансформируются.

Таким образом, объединение может происходить:

- **в пространстве,**
- **во времени,**
- **в структуре.**

Пример 50. Имеется потребность у одних и тех же людей иметь обычный автомобиль и джип. Обычный автомобиль имеет хорошие аэродинамические качества, поэтому тратит значительно меньше бензина, чем джип. Но обычный автомобиль не может двигаться по лесным, горным и проселочным дорогам. У джипа выше подвеска и более мощный двигатель. Иметь два автомобиля не только дорого, но необходимо иметь большой гараж.

Фирма AUDI выпустила комбинированный автомобиль-джип Audi Allroad Quattro (рис. 27). Его кузов имеет замечательную динамику. Корпус может подниматься и опускаться.



Рис. 27. Комбинированный автомобиль-джип Audi Allroad Quattro

На парковке кузов всегда отжимается до максимума (поднят вверх) – для удобства посадки-высадки.

Специальные шины и многое другое позволяет сделать машину с повышенной проходимости.

Это пример объединения **однородных потребностей со сдвинутыми характеристиками**.

7. Закон специализации потребностей

Закон специализации потребностей направлен на выделение одной более узкой потребности, которая точнее и качественнее удовлетворяет имеющуюся потребность.

Улучшение специализации потребностей осуществляется в следующей последовательности:

1. выделить наиболее важную часть потребности;
2. развить эту часть потребности;
3. обеспечить наилучшие условия удовлетворения этой части потребности.

Пример 51. Появилась потребность в выделении специальных видов пищи, например, детское питание, кошерная пища, пища для здорового питания. Или еще более узко - пища для похудения и т. д.

Пример 52. Для любителей симфонической музыки имеются специальные помещения – филармонии. То же самое имеется для отдельных видов спорта (бассейны, баскетбольные, волейбольные, футбольные поля и т.д.).

Пример 53. Фирма Toyota разработала автомобиль на одного человека – Toyota-PM-Personal-Mobility (рис. 28).

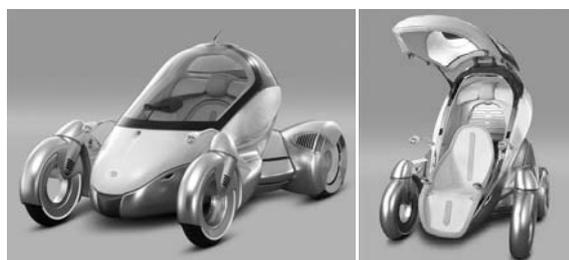


Рис. 28. Toyota-PM-Personal-Mobility

Это электромобиль, каплевидной формы. Корпус автомобиля может принимать три положения: скоростное движение – корпус ложится горизонтально и прижимается к дороге, создавая наилучшие аэродинамические качества; езда в городе – корпус немного приподнят, обеспечивая лучший об-

зор; посадка и выход – корпус становится более вертикально и выдвигается кресло, облегчая водителю выход или посадку. Передние колеса способны поворачиваться независимо друг от друга для удобства парковки. Если их повернуть внутрь, автомобиль сможет крутиться на месте. Управление осуществляется с помощью компьютера, имеющего голографический интерактивный дисплей. На экране компьютера видны все данные, в том числе расположение других персональных машин. Персональные автомобили обмениваются информацией между собой, улучшая безопасность и удобство передвижения.

8. Разработка новых потребностей

8.1. Этап выявления новых потребностей

По закономерностям развития **потребностей** можно определить потребности будущего, выявить, какими функциями и системами их можно удовлетворить. В том числе определить принципиально новые направления развития технических систем (пионерские решения).

Этап выявления новых потребностей проводится по разработанным автором методам в три стадии:

1. Выявление скрытых потребностей
2. Выявление новых потребностей
3. Прогнозирование будущих потребностей (выявление тенденций развития будущих потребностей).

8.2. Методика выявления скрытых и принципиально новых потребностей

Первоначально с помощью методики выявляются все не выявленные недостатки исследуемой системы и недостатки, которые могут появиться в будущем. Затем определяются неудовлетворенные желания, имеющиеся у клиентов сегодня, и скрытые желания, о которых клиент еще не подозревает.

Анализ проводится поэтапно.

1. Скрытые (не выявленные) недостатки определяются, использованием элементов ТРИЗ и «диверсионного анализа».

2. Будущие недостатки определяются с помощью системы законов развития систем и потребностей.
3. Систематизация всех имеющихся и будущих недостатков.
4. Прогноз будущих потребностей проводится по методике прогнозирования потребностей, основанной на использовании законов развития потребностей.
5. Специальный опрос. Цель опроса узнать скрытые потребности. Он проводится по специальной методике, предусматривающей подбор релевантной группы и серию специальных вопросов, выявляющих скрытые потребности клиентов.
6. Сравнение данных опроса и аналитических исследований. В результате составляется дерево скрытых и принципиально новых потребностей, которые появятся в будущем. Эти данные являются материалом для разработки новых товаров и услуг.

Продемонстрируем методику выявления скрытых потребностей.

Пример 54. Объект исследования – колготки.

Первоначально определяют **недостатки колготок**. К ним относятся:

1. колготки рвутся;
2. видны изъяны кожи (пятна, неровности, прыщи);
3. у некоторых женщин бывает раздражение от синтетических колготок;
4. колготки плохо пропускают воздух («не дышат»);
5. колготки пропускают воду (водопроницаемые);
6. колготки нужно стирать.

Известные способы устранения недостатков.

1. Женщины имеют в сумочке дополнительную пару колготок. Но бывают случаи, когда рвется и резервная пара.
2. Изъяны кожи скрывают цветными и фигурными колготками. Часто женщины хотят иметь колготки естественного цвета и прозрачные.
3. Шелковые колготки не вызывают раздражение, но они значительно толще и менее красивы.

4. Чтобы колготки пропускали воздух, их делают сетчатыми. Такие колготки не защищают от внешней среды.
5. Все известные виды колготок водопроницаемы.
6. Колготки можно не стирать, а выбрасывать, но это дорого.

Требования, выдвигаемые к колготкам.

1. Колготки должны не рваться или должна быть возможность неоднократной замены колготок, но что бы они не занимали много места.
2. Колготки должны скрывать изъяны кожи, но быть прозрачными.
3. Колготки не должны вызывать раздражение кожи.
4. Колготки должны пропускать воздух (должны «дышать») и не пропускать воду (должны быть водонепроницаемы).
5. Колготки должны быть одноразовыми и дешево стоить.

Решение. Фирма Nagoya выпустила чулки в виде аэрозоля – Air Stocking (рис. 29).



Рис. 29. Чулки в виде аэрозоля – Air Stocking

На ноги напыляют тонкий шелковый слой. Аэрозоль имеет несколько оттенков. Покрытие пропускает воздух и не пропускает воду. Изъяны кожи покрывают несколько раз, и их невидно. Покров смывается в мыльной воде. Баллон содержит 20 пар чулок.

Пример 55. Объект исследования – защита человека от хулиганов и бандитов.

Существуют средства защиты: боевые пистолеты, газовые пистолеты и баллончики со слезоточивым газом, шокеры.

Боевое оружие может убить нападающего – это не гуманно. Все средства защиты нужно успеть достать.

Желательно, чтобы хулиган не смог к вам прикоснуться или вы смогли поразить его на расстоянии. При этом средство защиты должно быть всегда готово – не нужно тратить время, чтобы его вынимать.

Одно из решений – шокеры маскируют под другие предметы, например, мобильный телефон (рис. 30).



Рис. 30. Шокер – мобильный телефон



Рис. 30. Перстень со слезоточивым газом

Решение. Придумали шокирующую одежду "бесконтактный жакет" – это просто элегантный жакет. Если владелец жакета решит, что ему угрожает опасность, то жакет мгновенно превратится в грозное оружие самообороны. Любой прикоснувшийся к жакету получит удар в 80 000 вольт.

Питание жакета осуществляется от 9-вольтовой батарейки. Он полностью изолирован, так что владельцу электрический удар не грозит.

Другое решение. Перстень, в котором имеется слезоточивый газ (рис. 31).

8.3. Методика разработки новых потребностей

Разработка новых потребностей включает этап построения дерева потребностей, которое выполняется в соответствии с методикой построения дерева целей, разработанной автором⁴¹.

⁴¹ Методика построения древовидного графа целей была разработана В.Петровым в 1975-1976 годах для курса лекций по системному анализу. Методика опубликована в: **Петров В.М. Системный анализ выбора технических задач.** – Методы решения конструкторско-изобретательских задач. – Рига, 1978, с.73-75.

Петров В.М. Принципы составления сценария на качественном уровне – Методологические проблемы технического творчества. Тезисы докладов. (Рига, 13-14 декабря 1979 г.). – Рига, 1979

Петров В.М. Выявление взаимосвязей в процессе разработки технических систем. – Проблемы и практика обучения эвристическим методам решения научно-технических задач. Материалы научно-практического семинара 10-12 марта. – Л: ЛДНТП, 1981, с.51-52.

Опишем возможную последовательность разработки новых потребностей.

1. Определение области, в которой требуется найти новую потребность (одна из примитивных потребностей, потребность в творчестве и т.д.)

2. Построение деревьев способов удовлетворения потребностей

2.1. Формулировка потребности

2.2. Описание способов удовлетворения данной потребности.

Должны быть описаны все мыслимые (реальные и фантастические) способы удовлетворения потребностей в этой области.

2.3. Анализ способов удовлетворения потребностей

2.3.1. Определение полноты описания способов

2.3.2. Выявление применяемых и неприменяемых в настоящее время способов.

Примечание. Неприменяемый ранее способ удовлетворения потребностей, может представлять новую потребность.

2.3.3. Выявление недостатков в способах удовлетворения потребностей.

Примечание. Выявленные недостатки – это и есть потребности, которые необходимо удовлетворить.

2.3.4. Выявление существующих средств, которые могут устранить недостатки описанных способов.

2.3.5. Расширение способов, описанных в п. 2.3.4 (расширение может осуществляться и за счет придумывания новых способов и средств, обеспечивающих эти способы). При придумывании новых потребностей может использоваться весь инструментарий ТРИЗ.

Петров В.М. Принципы построения модели процесса управления НИОКР.- Научная организация труда и управления: итоги, проблемы, перспективы. Тезисы докладов на отраслевой научно-практической конференции 15-17 апреля 1981 г. – Л: ЦНИИ «Румб», 1981, с. 219-223.

Такое же дерево потребностей строится и для применяемых и неприменяемых способов удовлетворения потребностей. Анализ таких деревьев потребностей позволяет выявить новые потребности.

Приведем пример использования, описанной выше последовательности.

Пример 56. Выберем потребность – **перемещение в пространстве**.

Опишем способы перемещения в пространстве.

Перемещаться можно:

- по земле,
- в земле (под землей),
- по воде,
- под водой,
- в воздухе,
- в космосе.

В настоящее время существуют способы перемещения по земле, по воде, под водой, в воздухе и в космосе.

Под землей перемещаются только в специально построенных тоннелях, например, метро. Свободного перемещения под землей в настоящее время не существует. Частично во льду проходят ледоколы, но большая часть ледокола проходит в воздухе (надо льдом) и в воде (подо льдом). Нет перемещения во льду, например, в Антарктиде или ледопадах в горах. Таким образом, свободное перемещение под землей и во льду - это **новые виды** еще не удовлетворенных **потребностей**.

Прежде всего, следует определить недостаток перемещения под землей. Представим себе, что существуют средства для свободного перемещения под землей. Тогда основной недостаток, что они могут «прорыть» большие объемы земли и поверхность земли провалится. Следовательно, такие средства перемещения должны или заделывать эти проходы или укреплять их. Хотя под землей можно двигаться в объеме (подобно движению самолетов в воздухе), но мы не можем воспользоваться этой аналогией из-за выявленных недостатков. Поэтому воспользуемся аналогией с наземным транспортом. Под землей могут быть проложены подземные трассы. Такие виды трас

можно сделать только с односторонним движением. Трасы должны быть расположены на разных уровнях, тогда они не будут пересекаться. Для того, что бы не сталкивались средства транспорта с различными скоростями, можно на каждой из трасс обеспечить только одну скорость, например, что-то вроде эскалатора. Тогда нет необходимости организовывать новый вид «дорожной» полиции. Будут скоростные (межконтинентальные) трассы. Транспорт в них будет двигаться со скоростями близким к скоростям самолета. Система движения транспорта должна быть полностью автоматизирована. Выбор вида транспорта будет осуществляться компьютером, в зависимости от тех требований, которые предъявляет пассажир.

Но для обеспечения такого движения необходимо разработать все остальные минимально необходимые части: средства снабжения энергией, ремонтные станции и т.д. Могут быть использованы средства, которые уже существуют или придуманы специальные.

Пример 57. Рассмотрим еще один вид потребности – борьба за безопасность движения. Она идет в нескольких направлениях: улучшение дорог, улучшение автомобиля, управление дорожным движением, включая контроль и т.д.

На дорогах делают специальные амортизаторы на поворотах, разделительные барьеры, специальные полосы, предупреждающие водителя, что он съезжает с дороги (шины начинают визжать и появляется вибрация – чтобы водитель проснулся) и т.д.

В автомобиле улучшается тормозная система, которая позволяет значительно уменьшить тормозной путь даже на скользкой дороге, были введены привязные ремни, появляются подушки безопасности, автоматизация автомобиля и т.д.

Появились радары, измеряющие скорость движения автомобиля, появились автоматизированные камеры, фиксирующие нарушение. С появлением радара появилась потребность у водителей знать, когда полиция фиксирует скорость движения его автомобиля. Появились детекторы, оповещающие об этом. Кроме того, появились средства предупреждения превышения скоро-

сти. Например, в США на дорогах ставят силуэт полицейской машины, сделанной из фанеры. Водитель, заметивший такой силуэт, непроизвольно снижает скорость до разрешенной величины. Первоначально полиция боролась с людьми, приобретавшими детекторы радара. В последнее время она не только разрешает, а даже настаивают на приобретении детектора. На дорогах поставили генераторы, имитирующие сигнал радара. Водители, услышавшие такой сигнал, тут же снижают скорость.

Пример 58. Создан специальный компьютер, который помогает управлять автомобилем. В него вводится место назначения, путем указания точки на карте, устного или письменное сообщение на выбранном вами языке. Компьютер подсказывает путь следования, и указывать его на карте. Он предупреждает водителя о превышении скорости и о других нарушениях.

Существует и автомобиль, которым не нужно управлять. У него нет руля (рис. 32).



Рис. 32. Автомобиль без руля

Вам следует только назвать пункт назначения и машина доставит вас сама. В ней встроены датчики, которые дают информацию о происходящем на дороге. Кроме того, имеется связь со спутниками. Машина движется по дороге, учитывая общее движение. Она прокладывает оптимальный маршрут, едет по наименее загруженным трассам. Машина обладает значительно лучшей «реакцией», чем человек. Поэтому в такой машине езда значительно безопасней.

Пример 59. Имеется вид неудовлетворенной потребности – большинство людей хотят иметь свой личный автомобиль. Покупатель хочет иметь автомобиль с великолепными потребительскими качествами. Промышленность сегодня в состоянии удовлетворить эту потребность. Однако не все покупа-

тели в состоянии купить автомобиль и не хватает высококачественных дорог.

Сегодня автомобилестроители начали выпускать дешевые малолитражные автомобили. Появилась тенденция создания класса дешевых автомобилей.

Для снижения стоимости автомобиля и упрощения их эксплуатации разработан одноразовый двигатель. Он будет стоить достаточно дешево (не более \$300), а эксплуатироваться такое же время как современные двигатели до капитального ремонта. Замена такого двигателя будет занимать не более 10-15 минут. Постепенно разрабатываются и другие части автомобиля по тому же принципу.



Рис. 33. Малолитражный автомобиль

Другие пути удовлетворения описанной потребности.

Стоимость автомобиля и стоимость его эксплуатации не должна превышать проезда в общественном транспорте, тогда он будет доступен каждому.

Недостатки общественного транспорта следующие.

- Двигается по расписанию, не всегда подходящему конкретному человеку.
- Не довозит точно до нужного места.
- Количество людей в общественном транспорте больше, чем в личном транспорте, что не всех устраивает.
- Комфорт ниже, чем в личном транспорте.

Недостатки личного транспорта.

- Большая стоимость покупки и эксплуатации.

- Необходимо обслуживать автомобиль и иметь место для его хранения.
- Необходимо управлять автомобилем.
- Простой автомобиля, когда на нем не ездят.

Конечно, имеются такси, которые удовлетворяют большинству требований, но стоимость такси достаточно высокая.

Предложим проект будущего, который удовлетворял бы всем требованиям.

Необходимо разработать автоматизированную систему транспорта. Каждое транспортное средство полностью автоматизировано и связано с единой системой транспорта. Оно движется в строгом соответствии с общим движением. Все машины по одной дороге движутся с одной и той же скоростью, исключая столкновения. Напряженность движения и тем более «пробки» исключаются, так как движение направляется по различным по уровню дорогам под или над землей. Наземные дороги не используются совсем или используются только для подъезда к конкретному зданию. В основном подъезды осуществляются под или над землей. Далее используются лифты и эскалаторы.

Для поездки будет необходимо заказать соответствующий автомобиль и ввести время прибытия и пункт назначения. Автоматизированная система управления транспортом сама проложит оптимальный путь следования. На скоростных трассах автомобиль будет передвигаться в скоростном «поезде» (рис. 34). На конечном этапе он будет перемещаться самостоятельно или присоединится к другому транспортному средству.

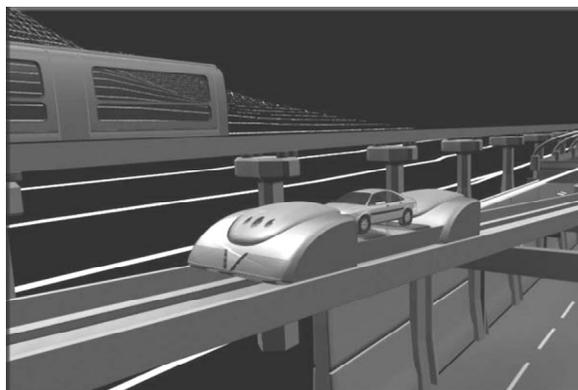


Рис. 34. Передвижение автомобиля в скоростном поезде

Эксплуатационные расходы будут лежать на компании, которая будет содержать эти автомобили.

Заключение

Изложенные законы позволяют прогнозировать будущие потребности и тенденции их изменения. Удовлетворение выявленных потребностей приведет к появлению новых товаров и услуг.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Авторы	Город, страна	Стр.
Аксельрод Борис Моисеевич boraxelrod@gmail.com	СПб, РФ	86
Альтшуллер Генрих Саулович (1926-1998 г.г.)	Петрозаводск, РФ	165
Беккатино Никколо	Милан, Италия	164
Гаэтано Кассини gaetano.cascini@polimi.it	Милан, Италия	164
Герасимов Владимир Михайлович	Детройт, США	180
Гершман Михаил	Израиль	162
Даниловский Юрий Эдуардович yurydanilovsky@yandex.ru	СПб, РФ	125
Ефимов Андрей Вячеславович Andrey.Efimov@algo-spb.com	СПб, РФ	6
Зиненко Ольга Игоревна lalanok@rambler.ru	СПб, РФ	57
Кашкаров Александр Германович Alexander.Kashkarov@algo-spb.com	СПб, РФ	70
Кынин Александр Тимофеевич akynin@mail.ru	СПб, РФ	146
Литвин Семен Соломонович simon.litvin@gen3.com	Бостон, США	162, 163, 180
Мурашковский Юлий Самойлович julijsmur@inbox.ru	Рига, Латвия	113
Одинцов Игорь Олегович igor.o.odintsov@intel.com	СПб, РФ	57
Петров Владимир Михайлович vladpetr@netvision.net.il	Раанана, Израиль	19, 26, 204, 222
Пиняев Алексей pinyayev.a@pg.com	США	158, 159, 160
Пономарева Анна Владимировна Annillosh@yandex.ru	СПб, РФ	57
Рубин Михаил Семенович mik-rubin@yandex.ru	СПб, РФ	42, 57, 165, 189
Ротини Федерико	Флоренция, Италия	164
Фейгенсон Наум Борисович feyg@bk.ru	СПб, РФ	146

Методы прогнозирования на основе ТРИЗ/ Сборник научных работ, Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Выпуск 3, Санкт-Петербург, 26 июля 2010

Состав оргкомитета проведения ТРИЗ Саммита 2010:

Леонов Геннадий Алексеевич Д-р физ.-мат. наук, профессор, член-корр. РАН. Лауреат гос. премии СССР. Декан мат.-мех. фак-та Санкт-Петербургского университета. Сопредседатель оргкомитета.

Рубин Михаил Семенович Мастер ТРИЗ, директор по маркетингу ООО "Алгоритм", соруководитель Саммита Разработчиков ТРИЗ, ученый секретарь Диссертационного совета МА ТРИЗ. Сопредседатель оргкомитета.

Литвин Семен Соломонович к.т.н., Мастер ТРИЗ, вице-президент МА ТРИЗ, вице-президент компании Gen3Partners (США), председатель Диссертационного Совета МА ТРИЗ, соруководитель Саммита Разработчиков ТРИЗ, сопредседатель оргкомитета

Петров Владимир Михайлович Мастер ТРИЗ, Президент Ассоциации ТРИЗ-Израиль, соруководитель Саммита Разработчиков ТРИЗ,

Кудрявцев Александр Владимирович Мастер ТРИЗ, Генеральный директор НП «Центр Практического Изобретательства», соруководитель Саммита Разработчиков ТРИЗ,

Кияев Владимир Ильич Кандидат физико-математических наук, профессор кафедры информатики факультета РИТММ СПбГУ экономики и финансов. Заместитель директора НИИ Информационных технологий СПбГУ

Одинцов Игорь Олегович, Старший преподаватель кафедры информатики математико-механического факультета СПбГУ,
Менеджер по стратегическому развитию компании Intel в России.

Санкт-Петербург

26 июля 2010

Составители: М.С. Рубин, А.В.Кудрявцев, С.С.Литвин, В.М.Петров

Перевод с английского: Б.В. Кожевников, А.П. Дьяченко



Методы прогнозирования на основе ТРИЗ
Сборник научных работ. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ
Выпуск 3. Санкт-Петербург
26 июля 2010

www.triz-summit.ru

Пописано в печать 07.07.2010. Формат 60x90/16
Усл.печ. л. 16,5. Уч-изд. 12,0. Тираж 150. Заказ №659

Отпечатано с готового оригинал-макета,
предоставленного ООО «Саммит разработчиков ТРИЗ»,
в Центре оперативной полиграфии Высшей школы менеджмента СПбГУ.
Россия, 199004, Санкт-Петербург, Волховский пер., 3.