

Реферат книги «Дерева эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей»

О книге

Представляемая настоящим рефератом книга - это расширенный и дополненный вариант электронной книги "Обработка технической и патентной информации с использованием деревьев эволюции", разработанной совместно с компанией «Mitsubishi Research System» и опубликованной в 2003 году в Японии.

Особенность представленного в книге подхода состоит в использовании для структуризации технической и патентной информации так называемого «Дерева эволюции», представляющего собой организованную совокупность линий развития технических систем. Использование Деревя эволюции дает ощутимые преимущества на всех этапах работы с информацией: поиска, анализа и производства новой информации. Так при поиске мы получаем возможность предварительной разметки «информационного поля», что сразу повышает релевантность находимой информации. Дерево эволюции достаточно просто анализировать в силу наглядности и объективности представленных в нем данных. Уже на этапе анализа можно заполнить пустые клетки Деревя, действуя по специальной методике, изложенной в книге и поясненной примерами. Дерево эволюции также помогает получать новые идеи и технические решения, например, с помощью разработанного нами метода структурной аналогии, а также других инновационных методик.

Отдельно рассмотрены два основных случая практического применения Деревя эволюции – для обхода конкурирующих патентов и прогноза развития технических систем, проиллюстрированных примерами, в частности, разбором обхода патента на подаватель раствора-кондиционера в стиральную машину. Книга содержит много примеров, основанных на практическом опыте.

Текст книги представлен на 245 страницах и содержит 350 иллюстраций и 270 примеров, часть из которых собрана в Дерево эволюции дисплея, а часть – представляет собой развернутые описания преобразования конкретных технических систем. Список литературы включает 150 информационных источников.

Введение

Чтобы победить в конкурентной борьбе, каждая компания работает над улучшением выпускаемой продукции. В тишине лабораторий, на испытательных стендах идет кропотливая работа, в результате которой рождаются новые идеи, добывается новое знание, которое затем ложится в основу создания нового, перспективного продукта. Собирается и перерабатывается огромное количество патентной и технической информации с тем, чтобы изучить все существующие на рынке варианты данной продукции, разработать и произвести конкурентоспособный товар.

Для этого необходима какая-то классификационная структура – карта, которая позволила бы охватить одним взглядом все существующие варианты изделия. И было бы великолепно, если бы эта чудесная карта могла рассказать как можно больше о будущих, еще не реализованных вариантах. Роль такой карты может взять на себя разработанное нами так называемое «Дерево эволюции», о методике построения и использования которого и пойдет речь в этой книге. В основе методики лежат инструменты ТРИЗ - теории решения изобретательских задач, созданной Г.С. Альтшуллером и доказавшей свою эффективность при решении сложных технических задач. Мы считаем, что основные положения этой

теории эффективны и для описания и анализа различных вариантов технических систем. Дело в том, что при разработке новой техники часто приходится иметь дело с разрозненной, неполной информацией. Представленная в этой книге методика обработки такой информации, основанная на применении Деревьев эволюции, позволяет эффективно проанализировать большие объемы полученных при поиске данных и выдвинуть интересные инновационные идеи.

Организовав патентную и техническую информацию в Дерево эволюции, можно получить корректный прогноз развития выпускаемой компанией продукции, что позволит принять обоснованные решения по развитию бизнеса. Использование Деревьев эволюции дает хорошие возможности обхода патентов конкурирующих компаний и защиты своих технических решений, в том числе и с построением так называемых «патентных зонтиков».

В общем, Дерево эволюции эффективно везде, где надо увидеть целостную картину развития технической системы, все основные ее варианты, включая самые уникальные и перспективные. Это исключительно важно, например, при стратегическом планировании производства, инноваций и бизнеса. Деревья эволюции – это основа эффективной методики обработки патентной и технической информации, которая имеет ощутимые преимущества перед уже существующими подходами.

Реферируемая книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся или занимающихся инновациями. Это, в первую очередь, конструкторы и инженеры, а также студенты инженерных вузов, занимающиеся изобретательской работой. Материал, изложенный в книге, будет интересен и полезен руководителям предприятий, бизнесменам, людям, занимающимся продвижением новых товаров и заинтересованным в их конкурентоспособности. Особый интерес книга может представлять для патентных поверенных, поскольку при работе с патентной информацией особенно актуальна проблема ее эффективного анализа, которая может быть решена за счет использования описанной методики.

Книга увидела свет благодаря доброжелательному и критичному отношению коллег и друзей. Автор благодарит всех, кто принял участие в обсуждении и доработке текста книги, в первую очередь, это коллеги по работе в «Изобретающей Машине», компаниях САМСУНГ и ТРИЗ-профи, а также сотрудники компании Mitsubishi research Institute, принявшие участие в работе над первым вариантом книги.

Отдельное «спасибо» Виктору Николаевичу Батурину, который собрал команду творческих людей, группу ТРИЗ-профи, и организовал работу над интересными и важными для России проектами. В команде создана атмосфера сотрудничества, открытой творческой дискуссии, что было очень полезно для работы над книгой.

Содержание главы 1. «Структуризация информационного поля»

При прогнозировании развития технических систем и поиске новых идей мы имеем дело с информационными единицами - описаниями вариантов выполнения анализируемой системы. Для прогноза удобно представить себе все эти варианты расположенными в некоторой ограниченной области, своеобразном *прогнозном поле*. Намного проще и удобнее двигаться по такому полю, когда варианты системы известны и расположены в подходящем для анализа порядке, тогда мы можем видеть их все сразу - и уже существующие, и возможные в будущем.

В этом случае мы имеем возможность построить эффективную модель организации информации, некую информационную структуру, которую можно затем использовать для получения новых концепций. Причем эффективная информационная структура должна сама показывать, каких вариантов системы в ней недостает, и подсказывать, какие новые варианты необходимо искать в первую очередь.

Поиск новой концепции при решении прогнозной задачи может быть проиллюстрирован диаграммой по рис.1. Сначала проводят *анализ* исходной ситуации, затем *синтезируется* новая концепция, новое знание. На этапе *анализа* проводится патентный поиск, собирается максимум информации об анализируемой технической системе, прототипе будущей улучшенной системы. Особенность этого этапа состоит в том, что здесь происходит расширение наших знаний о прототипе и проектной задаче.

Найденную информацию исследователь старается структурировать по собственным классификационным критериям. Затем проводят собственно анализ полученной структуры и генерируют новые идеи и

технические решения. Чем качественнее информационное наполнение анализируемой структуры и логичнее ее классификация, чем грамотнее проведен ее анализ, тем эффективнее можно провести второй этап обработки информации - *синтез*, построение новых концепций.



Рис. 1. Поиск новой концепции

Главная проблема заключается здесь в отсутствии эффективного способа организации и классификации технической и патентной информации. Дело в том, что информация, получаемая при патентном поиске, довольно специфическая и является данными о *различных вариантах* выполнения *одной* технической системы. Все варианты имеют одинаковое назначение, производят один и тот же продукт, выполняют одинаковую полезную функцию. Разработка эффективного способа классификации информации, собранной при патентном поиске – ключевая проблема на пути улучшения работы с технической информацией. Наиболее результативной была бы такая информационная структура, которая могла бы дать возможность увидеть все основные известные варианты выполнения данной технической системы сразу, одним взглядом. Кроме того, исключительно важна способность такой структуры давать информацию о вероятных, пока еще не существующих, вариантах технической системы. Имея полную и логичную информационную структуру, и зная современное состояние технической системы, можно обоснованно определить начальный пункт анализа при выполнении прогноза. Затем, выяснив, какие эксплуатационные параметры уже достигли своего предела, а какие еще можно и нужно повышать, мы можем с большой степенью достоверности определить, варианты технической системы, которые появятся в будущем, т. е. сгенерировать прогнозные технические решения.

Проблема эффективной классификации информации существует и в патентном деле, где исследованиям в этой области уделяется повышенное внимание. Существуют и активно развиваются специальные системы классификации патентной информации, в которых патенты расположены в определенном порядке, т. е. массив информации имеет определенную *структуру*. Такие структуры вполне логичны на уровне разделов, где представлены *различные технические системы*, каждая из которых предназначена для выполнения какой-то своей полезной функции. Однако внутри разделов, где располагаются *различные варианты выполнения одной и той же технической системы*, структуризация патентов носит случайный, во многом хаотичный характер. Дело в том, что внутри каждого из разделов функциональный критерий уже непригоден, поскольку все варианты технической системы предназначены для выполнения одной и той же полезной функции. Поэтому здесь можно проследить результаты использования многих классификационных критериев, часто не связанных между собой. Это и могут быть и конструктивные

особенности, и принцип действия, и даже особенности эксплуатации технической системы, описываемой в патенте. Это значительно затрудняет организацию и поиск информации в патентной базе.

По какому способу можно классифицировать варианты преобразований технической системы?

Самое простое их представление – неструктурированный список или одноуровневая таблица – практически не прибавляет новой информации в дополнение к собранной при поиске. Для построения и представления структурированной информации можно также использовать древовидную структуру, в которой варианты преобразований расположены по определенному иерархическому признаку.

Можно сгруппировать найденные варианты по запатентовавшим их компаниям или по годам выпуска. В этом случае можно получить новую информацию – динамику патентования, патентный приоритет, выявление компаний-лидеров в производстве данного продукта. Ценность исходной информации в данном случае повышается. Один из эффективных способов классификации патентной информации - по принципу действия или по некоторому характерному свойству. Именно это способ классификации и применяется в подклассах патентной классификации WIPO. Он эффективнее прочих, но все же обладает серьезным недостатком: трудно определить, все ли возможные варианты системы учтены или было что-то потеряно.

Если некоторая нечеткость построения патентной классификации приводит лишь к тому, что иногда бывает трудно найти необходимый патент, то для поиска инновационных концепций необходима более стройная, логичная классификационная структура. Поэтому оптимальная информационная структура – ключ к новым концепциям и техническим решениям

Какая же структура оптимальна именно для упорядочения технической и патентной информации?

Чтобы ответить на этот вопрос, сформулируем своеобразное «техническое задание на проектирование», представляющее собой *список требований* к разрабатываемому способу классификации:

- Классификация должна базироваться на объективных критериях (требование *объективности*).
- Должны быть предусмотрены все существенно отличающиеся варианты преобразований системы (требование *полноты*).
- Способ классификации должен быть универсальным для всех технических систем и в то же время подходить для описания преобразований конкретной системы (требование *общности и конкретности*).
- Способ представления информации должен быть максимально наглядным и показывать наличие пробелов, лакун в базе данных, полученной в результате патентного поиска (требование *наглядности*).
- Структура должна содержать данные об отсутствующих информационных единицах, достаточные для получения концепций их практического выполнения (требование *информативности*).

Наша задача – построить информационную структуру, удовлетворяющую всем этим требованиям.

Вывод из главы 1: Сформулированы требования к эффективной информационной структуре.

Содержание главы 2 «Объективные линии развития»

- **Понятие о линиях развития**

Для удовлетворения требования *объективности* необходимо найти способ расположения получаемых при патентном поиске вариантов технической системы в некоторые последовательности, выстраиваемые по объективным критериям. Подобная проблема рассматривается в Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), базирующейся на объективных законах развития технических систем, действие которых иллюстрируют построенные на их основе «линии развития технических систем».

Линия развития – ряд последовательных вариантов преобразований технической системы или ее элемента, расположенных по изменению определенного параметра, характеризующего эту систему.

Линии развития применяются в ТРИЗ как инструмент, позволяющий получать технические решения по аналогии с другими техническими системами. Кроме этого, организация информации в линии развития представляется весьма многообещающей при описании эволюции технических систем и их элементов.

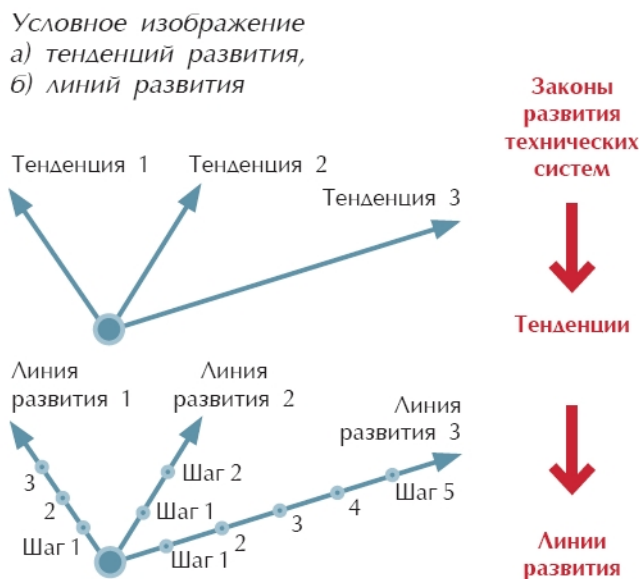


Рис. 2. Условное изображение а) тенденций развития, б) линий развития

Представим схему соподчинения понятий в ТРИЗ (рис. 2):

- *Законы развития технических систем*, которые в общем виде описывают связи между явлениями. Законы трудно использовать в качестве инструментов решения задач в силу их обобщенности, поэтому действие законов описывается через тенденции и линии развития систем.
- *Тенденции* показывают генеральные направления развития элементов системы в соответствии с объективными законами развития технических систем. Графически тенденцию можно отобразить в виде вектора.
- *Линия развития* – конкретизация какой-то тенденции развития данного объекта или процесса. Это уже не просто направление развития, а подробный «маршрут» с указанием характерных вариантов преобразований технической системы или ее элемента.

Сейчас в ТРИЗ известно множество линий развития, полученных при изучении реальных технических систем. Например, линия «Моно-би-поли», полученная Г.С. Альтшуллером на основе изучения и интерпретации закона перехода технической системы в надсистему (рис. 3).

Трактовка этой линии развития заключается в следующем. В процессе своего развития система, исчерпав ресурсы своего развития, объединяется с другой системой, образуя более сложную структуру – бисистему. Возможно объединение нескольких исходных систем с образованием полисистемы. Главное условие перехода в би- и поли системы – необходимость улучшения эксплуатационных показателей исходной системы и введение новых функций, которые может выполнять объединенная система.

Би- и полисистемы могут быть одно или многофункциональными. Однофункциональные би- и полисистемы состоят из одинаковых или различных систем, которые могут выполнять одинаковые функции. Многофункциональные структуры могут включать разнородные системы, выполняющие различные функции, и, как особый случай, инверсные системы, функции которых противоположны.

Обычно после объединения системы с другими системами начинается объединение всех элементов полученной полисистемы в моносистему более высокого уровня.

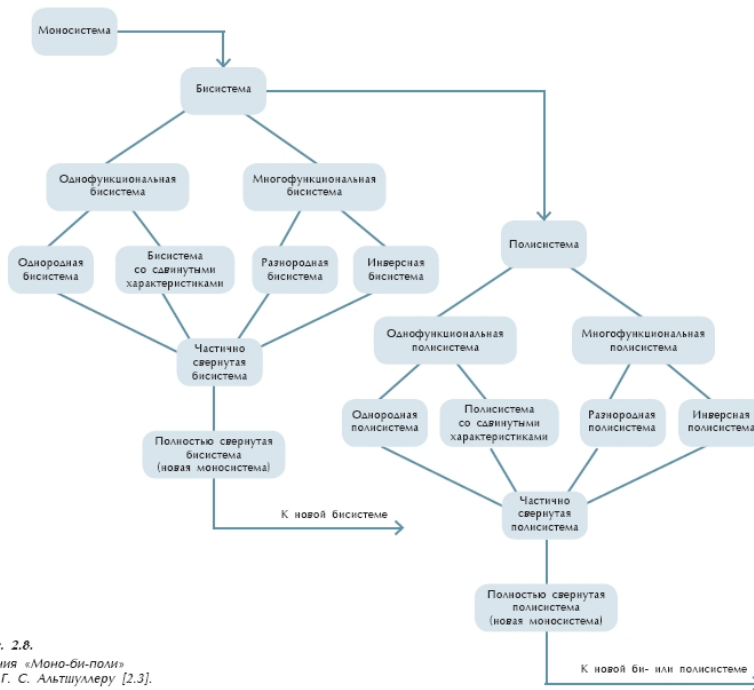


Рис. 2.8.
Линия «Моно-би-поли»
по Г. С. Альтшуллеру [2.3].

Рис. 3. Линия «Моно-би-поли» по Г.С. Альтшуллеру.

Такие проработанные, прогностически сильные линии, как «Моно-би-поли», весьма эффективны для анализа эволюции технической системы. Можно назвать еще много интересных линий развития, разработанных Б.Л. Злотиним, Ю.П. Саламатовым, В.М. Петровым и другими исследователями, однако необходимо отметить следующее. Чаще всего линии развития даются как последовательные наборы вариантов технических объектов или технологических операций, которые можно использовать, чтобы получить подсказку для решения задачи. Для этого нужно проанализировать линию развития какой-то известной подобной технической системы и преобразовать по аналогии с ней улучшаемую систему. Применение линий развития в ТРИЗ можно сделать еще более результативным, если разработать для этого эффективные механизмы.

Кроме этого, для корректного описания информационного поля недостаточно единичных линий, пусть и построенных на основе объективных законов. Проблема состоит в том, что развитие какого-то объекта или системы не описывается только одной линией. Как правило, при развитии реальной системы можно проследить несколько линий сразу, и возникает вопрос: как отделить одну линию от другой.

В книге это показано на примере развития двух систем, простой и сложной: измерительной линейки и крыла самолета.

Если использовать линии развития только для подсказки, поиска решения реальных задач по аналогии с уже известными техническими решениями, то большой проблемы здесь нет. Если же мы ставим себе задачу получить четкую информационную структуру, необходимую для качественного прогнозирования развития систем, то для этого нужно получить более строгое определение каждой из линий развития, отделить одну линию от другой и выбрать те из них, которые наиболее адекватно описывают преобразования элементов технической системы.

Для этого необходимо:

- определить модель технической системы, соответствующую системе, существующей в реальности, и составить список основных элементов этой модели;
- разобраться, как развивается система, описываемая этой моделью, и определить характер и последовательность действий, изменяющих ее элементы при переходе от одного варианта системы к другому.

• Модель функционирующей системы

Для анализа системы мы должны построить модель технической системы, то есть определить, из каких частей она состоит, и отобразить связи, взаимодействия между этими частями. Какая же модель будет наиболее адекватна реальной технической системе?

При усовершенствовании машин часто приходится иметь дело с понятием «техническая система», иллюстрируемой моделью, предложенной Г.С. Альтшуллером. Модель предусматривает следующие части системы: двигатель, трансмиссию и рабочий орган, а также систему управления (рис. 4).



Рис. 4. Модель технической системы по Г.С.Альтшуллеру.

Несмотря на то, что понятие «техническая система» описывается одной моделью, оно имеет много определений, а количество толкований этих определений еще больше. Противоречивость этого понятия состоит в том, что с одной стороны техническая система рассматривается в ТРИЗ как «технический объект», а с другой стороны ее структура четко определена и должна включать все четыре выше переименованные части. Для большинства технических объектов это невозможно, как невозможно найти двигатель у молотка.

Необходимо разработать более логичную, непротиворечивую модель системы. Здесь необходимо учесть, что для корректного сравнения различных технических систем нужно рассматривать их в одинаковых условиях, которые наиболее полно и объективно характеризуют систему. Определенную информацию о системе можно получить, анализируя ее на каждом из этапов жизненного цикла. Однако нам наиболее важны те особенности системы, которые проявляются во время ее работы, когда система выполняет свою полезную функцию, производит продукт, для получения которого она создавалась. Именно на испытательном полигоне наступает «момент истины» для всех, кто принимал участие в создании и подготовке этой системы к работе. Только в процессе работы, а также по его результатам, можно достоверно установить состав и структуру системы, особенности взаимодействия между ее элементами, получить информацию для будущего совершенствования системы. Следовательно, нам необходимо построить модель именно *работающей системы*.

Таким образом, термин «техническая система» подходит скорее для обозначения организованной совокупности технических объектов. А для системы, рассматриваемой во время ее работы, введем понятие «функционирующая техническая система».

Функционирующая техническая система – это система, объединяющая все элементы, которые необходимы при выполнении требуемой функции, рассматриваемая и анализируемая в процессе ее работы.

Состав и структура функционирующей технической системы показаны на рис. 5. Функционирующая система, описываемая данной моделью, существует на двух уровнях: *информационном и объектном*, взаимодействующих через оператора или орган управления. На *информационном* уровне оператор или орган управления должны получить информацию о последовательности выполнения технологического процесса, позволяющего реализовать функцию данной системы. Кроме того, для оператора необходимы знания, навыки управления объектной частью системы, а при использовании для управления специального органа необходимо предусмотреть определенный алгоритм его действий.

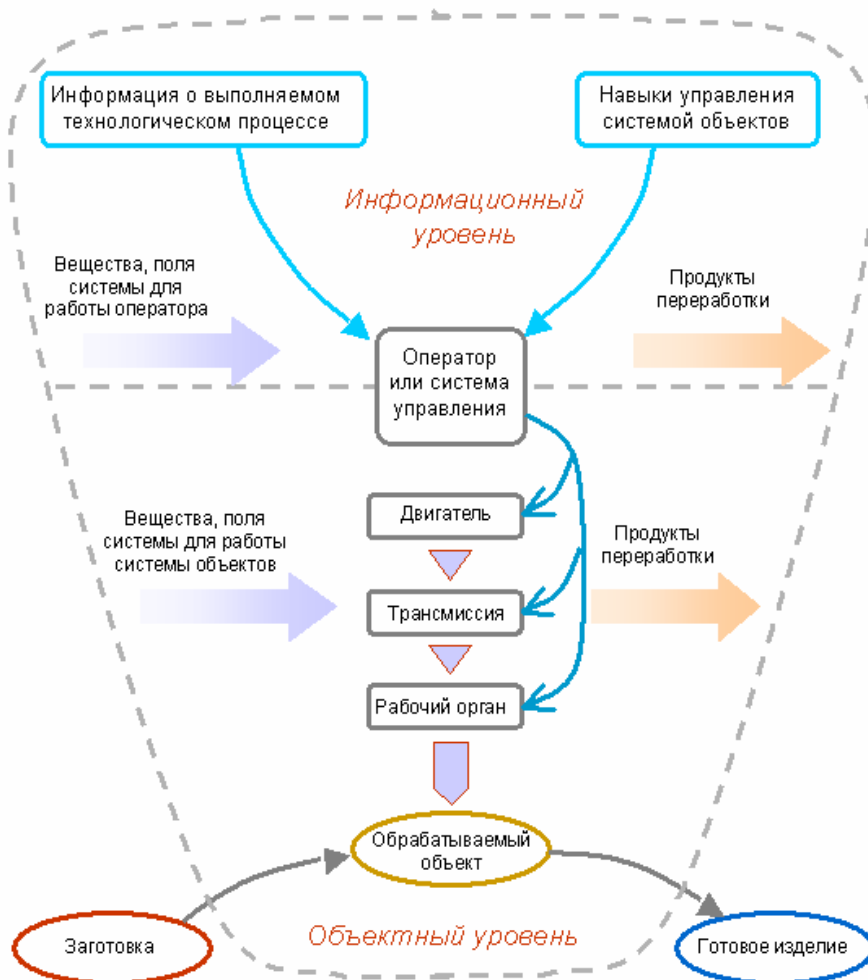


Рис. 5. Модель функционирующей технической системы

На *объектном* уровне в модель функционирующей технической системы могут быть включены те же части, которые входят и в состав технической системы (см. рис. 4): двигатель, трансмиссия и рабочий орган,

воздействующий на обрабатываемый объект. Однако в функционирующей системе может использоваться любой технический объект, например, молоток в системе для забивания гвоздя. Для организации функционирующих систем могут быть использованы и природные объекты, например, при забивании гвоздя вместо молотка можно использовать камень. В отдельных же случаях функционирующая система может включать только оператора. Примером может служить электрик, меняющий перегоревшую лампочку. Здесь человек выполняет функции не только двигателя и трансмиссии, кисть его руки служит и рабочим органом.

В состав функционирующей системы целесообразно ввести и обрабатываемый объект, причем рассмотреть его в динамике: от заготовки, на различных стадиях обработки и до готового изделия. Еще один существенный элемент функционирующей системы - вещества, поля и дополнительные системы, необходимые для функционирования оператора и машины. Для автомобиля это могут быть: топливо, смазочные материалы, воздух, тепло и многое другое, дорога, в конце концов. Для шариковой ручки – чернила, тепло, гравитация. Для копировальной машины – электричество, порошок, копируемые документы. Оператору нужны воздух, тепло, питание и вода, одежда, обувь, защитные очки и прочее. Кроме того, в составе функционирующей системы необходимо учесть продукты переработки подаваемых веществ, полей и систем и предусмотреть возможность их удаления или использования. То есть, выхлопные газы автомобиля нужно удалить от водителя, а получаемое при работе двигателя тепло можно использовать для обогрева кабины.

Следует различать функционирующую систему и собственно систему технических объектов, машину. Функционирующая система *выполняет* определенную функцию в данный момент времени. Машина же изначально *предназначена* для выполнения какой-то своей главной функции, причем назначение этой функции делается с определенной долей субъективности, т. е. машина может быть частью системы, выполняющей такую же функцию, как и главная функция этой машины, но это совсем не обязательно.

Например, автомобиль проектируется и изготавливается для перевозки грузов и пассажиров. Если его используют в функционирующей системе с аналогичным предназначением, то рабочим органом автомобиля будет кузов или пассажирская кабина, а обрабатываемым объектом - груз или пассажиры. Если кто-то захочет использовать автомобиль для укатывания садовых дорожек, то функционирующая система будет совершенно другой. В этом случае ее функция – «уплотнять грунт», рабочий орган – колеса автомобиля, а обрабатываемый объект – дорожка. Автомобиль можно применить и для других целей: в боевиках бампером автомобиля (рабочий орган) выбивают ворота (обрабатываемый объект). Наконец, водитель, отдыхающий в тени своего грузовика, будет обрабатываемым объектом, а сам корпус грузовика – инструментом, дающим тень. Все функционирующие системы в этом случае будут разными, хотя в их составе и используется одна и та же система технических объектов - автомобиль.

Поскольку мы ведем речь о работе с технической и патентной информацией, важно, чтобы концепция функционирующей системы была согласована с моделями, используемыми в патентном законодательстве. Сравнительный анализ показал, что состав и структура предложенной модели хорошо согласуются с перечнем предметов патентования, предусмотренных в патентном законодательстве. Поскольку патентное законодательство базируется на одной из самых проработанных на сегодняшний день методик организации информации, можно сделать заключение о корректности модели функционирующей системы.

Следовательно, можно предположить, что наиболее адекватными и эффективными будут те линии развития, которые описывают преобразования основных элементов модели функционирующей системы.

Перечислим эти элементы:

- совокупности материальных объектов,
- описание процесса их взаимодействия,
- вещества, поля и системы, необходимые для работы объектной части системы и оператора,
- вещества, поля и системы, как продукты переработки,
- алгоритмы и программы для автоматических систем управления,
- учебные программы и курсы.

• **Развитие функционирующей системы**

Развитие биологических и технических систем имеет много общего, однако здесь есть одно принципиальное отличие. В биологических системах механизм преобразования заложен в самом организме, и для его развития необходимо обеспечить начальный толчок и выдержать благоприятные условия развития. Все остальное растение или животное сделает само. В технических системах каждый переход от одного ее варианта к другому осуществляется только за счет внешнего вмешательства человека, субъекта. В большинстве случаев без вмешательства человек система может развиваться только в сторону разрушения конструкций, постепенной потери гаек и других мелких частей.

Как же развивается функционирующая система?

В ТРИЗ известны законы развития технических систем, объединенные в три условно названные группы: «Статика», «Кинематика» и «Динамика» (табл. 1).

Таблица 1

1.	<i>Закон полноты частей системы</i>	<i>Статика</i>
2.	<i>Закон "энергетической проводимости" системы</i>	
3.	<i>Закон согласования ритмики системы</i>	
4.	<i>Закон увеличения степени идеальности</i>	<i>Кинематика</i>
5.	<i>Закон неравномерности развития частей системы</i>	
6.	<i>Закон перехода в надсистему</i>	
7.	<i>Закон перехода на микроуровень</i>	<i>Динамика</i>
8.	<i>Закон увеличения степени вепольности</i>	
9.	<i>Закон повышения динамичности, управляемости и вытеснения человека</i>	

Ряд исследователей, в первую очередь Г.С. Альтшуллер, справедливо полагают, что три закономерности, объединенные в группу «Статика» (табл.1) - это *критерии или условия*, необходимые для возникновения и существования любой технической системы. С учетом этого функционирующая система может находиться в двух качественно различающихся состояниях:

- в стадии создания или преобразования («в мастерской») – на этом этапе проявляется действие законов 1-3 по табл. 2.1
- в стадии выполнения своей функции и оценки эксплуатационных параметров («на испытательном полигоне»). Здесь можно проследить действие законов 4-9.

Два этих этапа принципиально разнятся, и имеют значительные качественные отличия. Когда система разобрана и находится на доработке, «в мастерской», с ней выполняются действия, необходимые для подготовки к работе. При этом может меняться как состав системы - набор элементов, из которых она состоит, так и ее структура – расположение этих элементов и характер связей между ними. Таким образом, на стадии создания и преобразования можно говорить лишь о некоторой совокупности частей функционирующей системы, но сама система появляется только после завершения всех действий по ее комплектованию. На «полигоне» работает полностью укомплектованная функционирующая система, и ее параметры меняются только в незначительных пределах.

Результатом преобразования системы является согласование параметров и режимов работы всех ее элементов, в первую очередь рабочего органа и обрабатываемого объекта. Только после такого согласования можно говорить о том, что система подготовлена к переходу в новое качество, из просто «совокупности элементов» в «функционирующую техническую систему». Теперь появляется возможность проводить испытания нового варианта полностью подготовленной и укомплектованной системы и оценивать ее эксплуатационные параметры. Усилия разработчиков, конструкторов концентрируются на процессе создания новых вариантов технической системы, а развитие системы, иллюстрируемое S-

образной кривой, - это только видимый результат этого процесса. Таким образом, непрерывный процесс эволюции системы реализуется пошагово, через последовательность дискретных преобразований ее структуры (рис. 6). По мере развития системы остается все меньше ресурсов для ее улучшения, развитие замедляется, и система неизбежно переходит на новый уровень, заменяется принципиально новым ее вариантом.

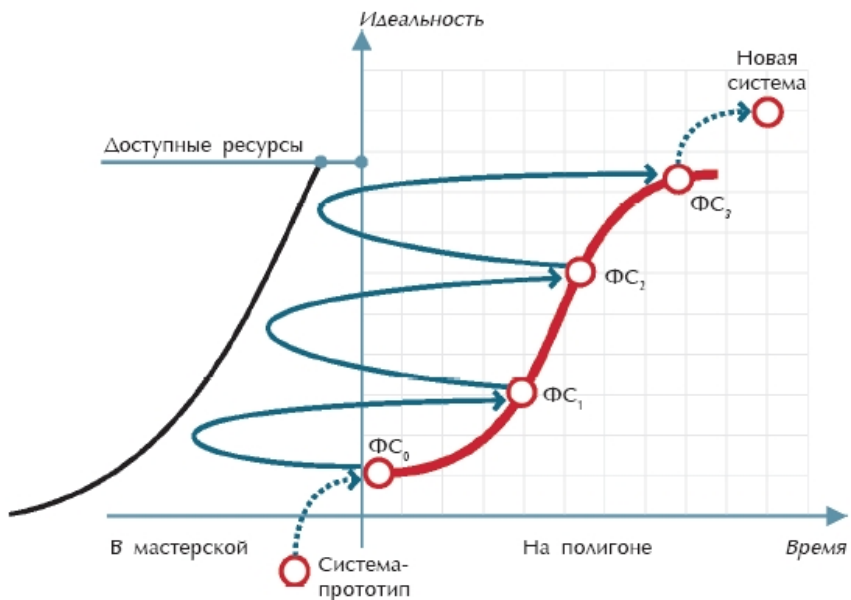


Рис. 6. Пошаговое развитие системы

Очевидно, что для преобразования функционирующей системы необходимо произвести какие-то действия с ее элементами. Самые известные списки действий, выполняемых с элементами технических систем при их преобразовании - это приемы разрешения технических противоречий и набор стандартных решений изобретательских задач Г.С. Альтшуллера и «Межотраслевой фонд эвристических приемов преобразования объектов», составленный А.И. Половинкиным. Многие действия с небольшими изменениями дублируют друг друга, тем не менее, можно выбрать около 150 значимо отличающихся действий, которые целесообразно использовать при изменении элементов технических систем. Чтобы пользоваться такой обширной базой данных, нужно либо сильно ее сокращать, либо структурировать, выделяя несколько основных преобразований и используя остальные в качестве вспомогательных к ним. Давайте разберемся, какие же действия, преобразующие элементы функционирующей системы, являются обязательными, основными, а какие можно отнести к вспомогательным? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим подробнее сам процесс преобразования системы из одного варианта в другой.

• Трехэтапный алгоритм преобразования системы

Как показал Г.С. Альтшуллер, во время каждого преобразования системы в ее новый, улучшенный вариант, необходимо выполнить три условия существования законченной, полностью работоспособной функционирующей системы:

1. обеспечение «соответствия состава системы выполняемой ею функции»,
2. установление связей между элементами системы,
3. согласование параметров и режимов действия подсистем данной системы.

На каждом из этих этапов происходит накопление и организация ресурсов, необходимых для выполнения следующего этапа. По мере того как выполняются условия существования системы, согласование параметров и режимов работы взаимодействующих частей системы также повышается. В конечном счете,

это дает возможность более полно *согласовать* взаимодействие рабочего органа и обрабатываемого объекта, а также системы с окружающей средой. Выполнение этих трех условий существования функционирующей системы можно представить в виде трехэтапного алгоритма (рис. 7).

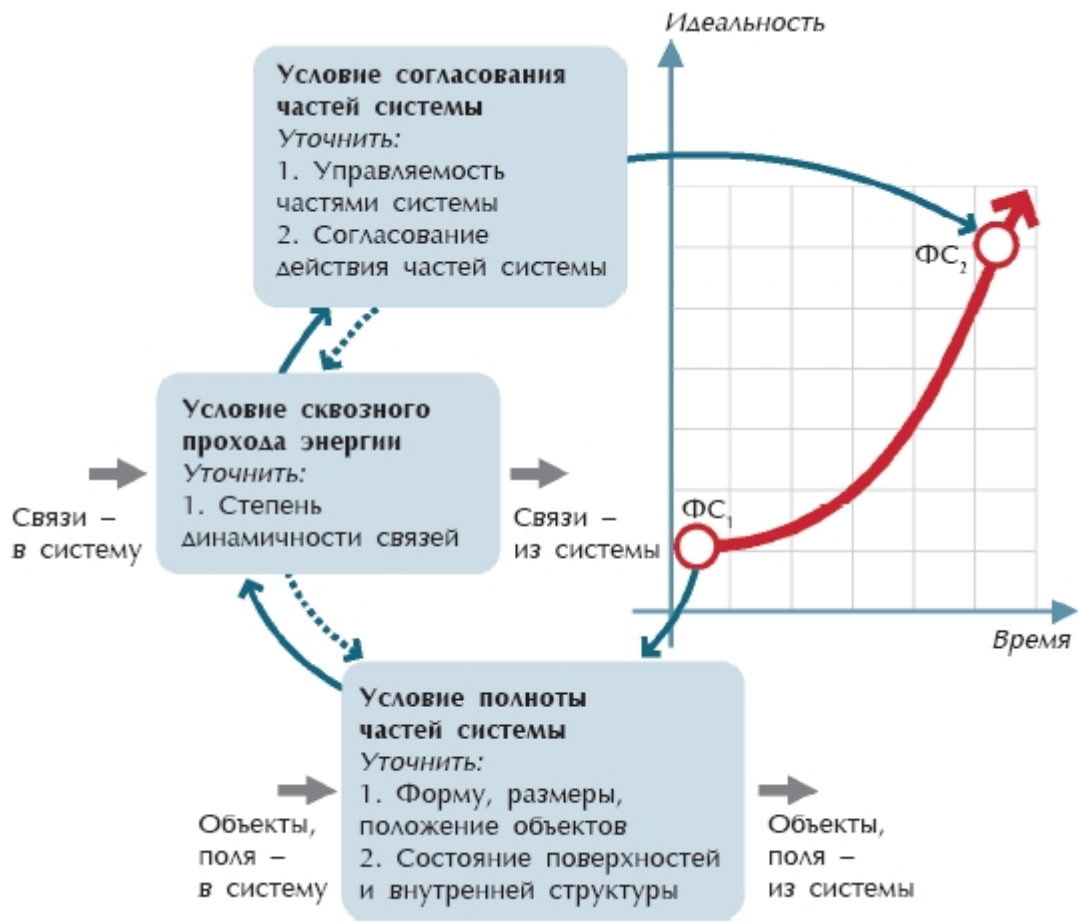


Рис. 7. Трехэтапный алгоритм преобразования системы

Этап 1.

Здесь удовлетворяется главное условие существования системы – *полнота ее частей в соответствии с выполняемой функцией*. При проектировании нового варианта системы мы можем добавить в ее состав некоторые элементы: объекты, поля, процессы или удалить их из него. Можно выполнять эти операции совместно, заменяя одни объекты другими. Особый способ получения новых объектов – разделение исходных на более или меньшее количество частей: дробление.

На первом этапе работы в систему поступает основной объем вещественных и полевых ресурсов. После того, как согласованы количество и тип добавленных элементов, необходимо провести их дополнительное согласование по форме, размерам и взаимному расположению. Затем уточнить свойства материала, из которого они изготовлены, свойства внутренней структуры и параметры поверхностей элементов системы. Для полей согласуются положение, размеры и форма области распространения поля, параметры поля.

Следовательно, в рамках первого этапа можно говорить о следующих действиях:

- введение элементов в состав системы,
- удаление элементов из ее состава,

- дробление элементов системы,
- изменение формы и размеров элементов,
- усложнение внутренней структуры элементов,
- изменение состояния поверхности элементов.

Этап 2.

Следующее условие, которое нужно обеспечить – *сквозной проход энергии между элементами функционирующей системы*. Это условие выполняется за счет организации внутренних связей в системе. Действия при организации связей аналогичны действиям при обеспечении полного состава системы: мы можем ввести или удалить одну или несколько связей или заменить одну связь другой.

После введения связей в необходимых местах системы следует уточнить характер этих связей. Это могут быть как жесткие связи, так и гибкие, с различной степенью свободы, например различные типы шарнирных соединений. Материальные объекты могут быть связаны посредством полей.

В первую очередь, необходимо обеспечить главное направление передачи энергии в системе: от двигателя через трансмиссию к рабочему органу. Кроме того, важно установить энергетическую связь между частями системы и органом управления. В результате установления жестких и гибких связей между частями системы образуется некий логично связанный каркас, основа системы, на которой посредством гибких связей можно закрепить подвижные, динамизированные элементы системы.

В рамках второго этапа можно говорить о следующих действиях:

- введение элементов-связей в состав системы,
- удаление элементов-связей из ее состава,
- обеспечение подвижности связей,
- обеспечение изменения параметров полей.

Этап 3.

Проверяется согласование функционирования системы с условиями выполнения главной операции – действия рабочего органа на обрабатываемый объект. Поскольку состав, структура и характер взаимодействия элементов системы уже в основном определились, такая проверка дает возможность оптимизировать работу системы и уточнить параметры ее элементов.

Здесь необходимо проверить, *достаточно ли согласованы параметры элементов системы* при выполнении двух первых условий. Если требуется, нужно провести окончательное согласование взаимодействия элементов системы в соответствии с выполняемым технологическим процессом ее работы.

Здесь же следует установить необходимость оперативного управления системой при ее функционировании. Большая часть элементов системы уже согласована на предыдущих этапах и имеет жестко заданные параметры, обеспечивающие ее работу. Параметры некоторых элементов системы необходимо согласовывать при ее работе, периодически устраняя их отклонения от оптимальных для данной системы значений. Часть элементов системы требуют *оперативного управления* – постоянного их изменения в соответствии с изменяющимися условиями работы.

Когда система имеет высокую степень начального согласования, управлять ею сравнительно просто, она почти не требует оперативного управления. Так вагончики, катящиеся по американским горкам, хорошо согласованы с условиями движения и требуют только разгона и остановки в начале и конце пути. Когда же согласование происходит в основном за счет оперативного управления, оператору приходится нелегко. Примером минимального согласования может быть устройство для катания с асфальтовых горок Buggy-Rollin, которое представляет собой много роликов, которые крепятся непосредственно на тело человека: на колени, ступни, кисти рук, локти и т.п. Ролики не скреплены между собой и соединяются в систему только усилиями катающегося. Кататься на Buggy-Rollin непросто, поскольку приходится не только следовать поворотам дорожки, но и удерживать каждый ролик в нужном положении.

Проверка степени согласованности элементов системы, окончательное согласование всех параметров и действий ее элементов – завершающий этап проектирования, на котором можно проводить следующие преобразования:

- обеспечение оперативного управления,
- введение в технологический процесс новых операций,
- удаление операций из технологического процесса,
- разделение операций на более мелкие,
- объединение нескольких операций.

Таким образом, степень согласования параметров и режимов работы элементов системы с выполняемым ею технологическим процессом повышается по мере выполнения трехшагового алгоритма:

- *Начальное согласование* параметров системы с некоторыми усредненными условиями работы, проводимое на стадии проектирования и изготовления. Такое согласование может быть статичным – автомобиль устойчив и когда стоит, и когда едет. Пример динамичного согласования – велосипед, который устойчив только в движении.
- *Периодическое согласование*, которое осуществляется время от времени при эксплуатации системы за счет компенсирующих регулировок.
- *Окончательное согласование* параметров системы с изменяющимися условиями работы, для чего необходимо предусмотреть возможность оперативного управления, т. е. быстрого и сравнительно простого изменения параметров системы при изменении условий ее функционирования.

Как получить список основных линий развития?

Для этого нужно свести в один список действия, выполняемые на каждом этапе преобразования элементов объектной части системы. В результате мы получили список из десяти основных действий (левая колонка табл.2).

Затем, собрав базу данных известных в ТРИЗ линий развития технических систем, мы выбрали из нее линии развития, которые могли быть получены в результате каждого действия. Например, если несколько раз подряд выполнить с каким-то элементом системы действие «Разделение на части», то в результате мы получаем набор вариантов этого элемента, расположенных по линии «Дробление объектов и веществ».

Основные линии развития расположены в правой колонке табл.2.

Таблица 2

	<i>Действия, выполняемые для преобразования системы</i>	<i>Соответствующие линии развития</i>
1.	<i>Введение элементов и связей в состав системы</i>	<i>Переход от моно системе к би- и полисистеме (Моно-би-поли)</i>
2.	<i>Удаление элементов и связей из состава системы</i>	<i>Свертывание состава системы</i>
3.	<i>Замена одних элементов и связей объектов на другие</i>	<i>Развертывание–свертывание состава системы</i>
4.	<i>Разделение элементов системы на части</i>	<i>Дробление объектов и веществ</i>
5.	<i>Изменение формы и размеров элементов системы</i>	<i>Геометрическая эволюция объектов</i>
6.	<i>Изменение внутренней структуры элементов системы</i>	<i>Эволюция структуры объектов</i>
7.	<i>Изменение состояния поверхности элементов системы</i>	<i>Эволюция микрорельефа поверхности объектов</i>

8.	<i>Обеспечение подвижности связей, между элементами системы и возможности изменения других ее параметров</i>	<i>Динамизация</i>
9.	<i>Обеспечение и упрощение оперативного управления</i>	<i>Повышение управляемости элементами системы</i>
10.	<i>Проверка и улучшение согласования работы элементов системы</i>	<i>Повышение согласования действия элементов системы</i>

Таким образом, построив корректную модель системы и проанализировав порядок действий по ее преобразованию, мы получили список линий развития наиболее адекватно описывающих преобразования технической системы и ее элементов.

Если вспомнить модель функционирующей системы (см. рис. 5), то можно заметить, что полученные линии развития описывают в первую очередь развитие материальных элементов системы – веществ, полей и сил. Рассмотрение линий развития для процессов выходит за рамки этой книги.

Рассмотрим основные линии развития элементов системы (*подробное описание с примерами представлено в тексте книги*):

Переход «Моно-би-поли»

Переход от моносистемы к би- и полисистемам, который обычно называют «Моно-би-поли», показывает развертывание состава объекта за счет его объединения с подобными ему объектами. Начальный вариант линии «Моно-би-поли» представляет собой некий единичный объект или систему.

Следующие шаги могут быть такими:

- введение в систему одного дополнительного объекта,
- введение нескольких дополнительных объектов,
- переход к моносистеме более высокого уровня.

Свертывание

Свертывание системы – объединение функций системы в определенном ее элементе с целью удаления высвободившихся элементов. С точки зрения технологической эволюции свертывание трактуется расширенно, как упрощение системы. За начальный вариант линии «Свертывание» принимается некоторая исходная структура технической системы, которую надо упростить за счет удаления из ее состава ряда элементов.

Линия может включать следующие шаги:

- удаление одного объекта из системы,
- удаление нескольких объектов из системы,
- переход к максимально свернутой системе,
- использование идеальной системы.

Развертывание – свертывание системы

Эта линия возникает в результате последовательного выполнения двух действий, описанных в предыдущих линиях: на начальном этапе - введение новых элементов в систему, развертывание ее состава (линия «Моно-би-поли»), а на конечном этапе - удаление элементов из состава системы (линия

«Свертывание»). Линия «Развертывание-свертывание систем» начинается с некоего единичного объекта или системы и может включать следующие шаги:

- | | |
|---------------|---|
| Развертывание | <ul style="list-style-type: none">• Образование функционального ядра системы и обеспечение ее минимальной работоспособности;• Введение в систему одного дополнительного объекта• Введение нескольких дополнительных объектов• Образование полного состава системы и обеспечение ее удовлетворительной работоспособности; |
| Свертывание | <ul style="list-style-type: none">• Удаление одного объекта из системы• Удаление нескольких объектов из системы• Переход к максимально свернутой системе• Переход к идеальному объекту |

Дробление объектов и веществ

Представляет собой ряд преобразований объекта за счет последовательного деления его на все более мелкие части, вплоть до атомов и молекул, с переходом на уровень полей и вакуума. Она начинается с единичного цельного объекта и может включать следующие шаги:

- Разделение объекта на части:
 - переход к разделенному на две части объекту,
 - переход к разделенному на много частей объекту,
 - переход к гранулам,
 - переход к порошку.
- Разделение объекта до молекулярного уровня:
 - переход к пастообразному веществу,
 - переход к жидкости,
 - переход к пене,
 - переход к туману,
 - переход к газу.
- Разделение объекта до уровня частей атомов:
 - переход к плазме.
- Разделение объекта до уровня поля:
 - переход к полемому взаимодействию.
- Разделение объекта до вакуума:
 - переход к вакууму.
- Использование идеальной системы

Эволюция свойств поверхности

Представляет собой ряд объектов с различным состоянием поверхности. Она начинается с варианта выполнения объекта, имеющего ровную поверхность, и может включать следующие шаги:

- образование выступов и впадин,
- образование мелкопрофилированной поверхности,
- применение поверхности с особыми свойствами.

Эволюция внутренней структуры

Показывает варианты состояния внутреннего пространства объекта. Она начинается с варианта объекта со сплошной внутренней структурой и может включать следующие шаги:

- введение пустоты,
- образование нескольких объемов,
- разделение пространства на множество объемов,
- введение полей и сил.

Геометрическая эволюция

Представляет собой ряд объектов различной геометрической формы. Она начинается с единичного геометрического элемента (точки) и может включать следующие шаги:

	<ul style="list-style-type: none"> • Точка
Переход от точки к линии	<ul style="list-style-type: none"> • прямая линия • линия, изогнутая в одном направлении • линия, изогнутая в двух направлениях • сложная линия
Переход от линии к поверхности	<ul style="list-style-type: none"> • плоская поверхность • цилиндрическая поверхность • сфероидная поверхность • комбинированная поверхность
Переход от поверхности к объему	<ul style="list-style-type: none"> • призма • цилиндр • сфера • сложная объемная структура

Динамизация

Представляет собой ряд объектов, расположенных по ходу повышения их подвижности, динамичности – в первую очередь за счет изменения их основных параметров. Первый шаг линии соответствует варианту системы, в котором ее части жестко скреплены между собой. Линия может включать следующие шаги:

- переход к системе, подвижной в одном направлении,
- увеличение степеней свободы элементов системы,
- переход к гибким связям,
- переход к системе с частями, связанными полем,
- переход к системе с разделенными частями.

Повышение управляемости

Показывает упрощение взаимодействия оператора или управляющего устройства и объектной части системы. Линия начинается с варианта системы, в котором ее элементы имеют только предварительное согласование, но не имеют оперативного управления оператором или управляющей программой. Линия может включать следующие шаги:

- ручное управление,
- переход к полуавтоматическому управлению,

- переход к автоматическому управлению.

Повышение согласования

Согласование всех параметров, характеристик и действий элементов системы с особенностями выполнения ее главной функции – взаимодействия с обрабатываемым объектом – цель всех действий проектировщика. Согласование проверяется на всех этапах преобразования системы. Нагляднее всего возможности по согласованию системы видны, когда система уже спроектирована и готова к работе.

Систему необходимо проверить на достаточное согласование по различным критериям:

- согласование *функций*, выполняемых элементами системы, с ее главной полезной функцией;
- согласование *состава и структуры системы* направлено на то, чтобы оставить в составе системы только элементы, действительно необходимые для выполнения ее функций, и организовать их в оптимальную структуру;
- согласование различных *параметров частей системы*: формы, размеров, состояния поверхности и внутренней структуры взаимодействующих элементов системы, как между собой, так и с внешней средой;
- согласование *ритмики*, последовательности работы частей системы дает возможность настроить работу системы в едином ритме, усилить действие частей системы за счет их работы в резонансном режиме;
- согласование материалов, применяемых для изготовления частей системы, и сложности этих частей, позволяет выбрать оптимальную технологию изготовления и функционирования системы.

Начальный вариант линии «Повышение согласования» соответствует системе с несогласованными или плохо согласованными элементами. Параметры элементов системы согласованы, в основном за счет предварительного и периодического согласования, а окончательное согласование отсутствует. Линия может включать следующие шаги:

- переход к ступенчатому изменению параметров,
- переход к плавному изменению параметров,
- рекуперация (повторное использование) энергии.

• Правила построения линий развития

При построении и использовании линий развития важно соблюдать ряд следующих правил:

1. правило единства преобразуемого свойства объекта и типа преобразований,
2. правило законченности действия и иерархии преобразований,
3. правило проверки согласования,
4. правило оптимальной обобщенности информации.

Следуя *первому правилу* необходимо учитывать, что корректно построенная линия описывает результаты последовательного применения только одного действия. При этом действие направлено на изменение только одного свойства преобразуемого объекта.

Если речь идет о преобразовании поверхности, то линия должна описывать последовательное изменение одного из свойств поверхности, например ее формы. Другая линия может описывать эволюцию свойств поверхности, еще одна - динамические свойства поверхности и т.п.

Согласно *второму правилу*, все действия с элементами системы при ее преобразовании выполняются в определенном порядке. Каждое последующее преобразующее действие может быть выполнено только тогда, когда для этого созданы условия и обеспечены ресурсы за счет выполнения предыдущего действия.

Следовательно, существует определенная иерархия действий, выполняемых при преобразования системы, и линий развития, образующихся в результате каждого из этих действий. Она представляется нам следующей (рис. 8):

1. введение новых или дробление существующих объектов, процессов, полей и сил,
2. согласование формы, размеров, свойств поверхности и внутренней структуры элементов системы, параметров процессов, полей и сил,
3. обеспечение динамизации совокупностей объектов, процессов, полей и сил,
4. обеспечение управляемости элементов системы,
5. как результат – согласование действий элементов системы.

При каждом преобразовании системы необходимо выполнять всю последовательность действий, предусмотренных трехэтапным алгоритмом (см. рис. 7). Совокупность представленных действий должна приводить к получению нового варианта функционирующей системы.

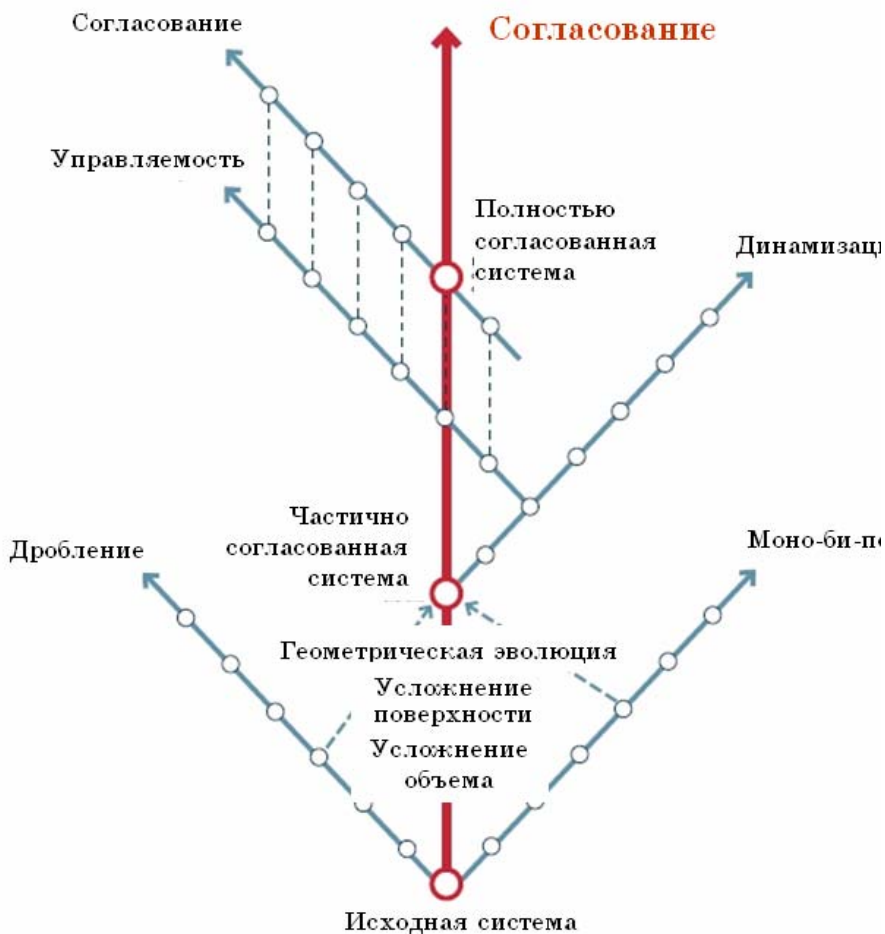


Рис. 8. Иерархия действий по преобразованию элементов системы

Из этого правила вытекает правило *третье*.

После каждого цикла преобразований проверяется согласование системы. Это производится в последовательности, обратной последовательности действий над технической системой в соответствии с правилом два, т. е. для *согласования* действий элементов системы эти элементы должны быть

управляемыми. Чтобы элементы системы были управляемыми, необходимо иметь возможность менять параметры этих элементов в процессе работы, следовательно, они должны быть *динамизированными.* Динамизировать жесткий монолитный объект или процесс с точно заданными параметрами весьма затруднительно. Следовательно, нужно или *ввести* в состав системы какие-то объекты (или процессы) с другими параметрами, или раздробить имеющиеся объекты (или процессы) на части, *согласовав их параметры* между собой.

Например, чтобы обеспечить управляемое движение самолета, необходимо изменять форму его крыла. Для этого необходимо, чтобы формой крыла можно было управлять из кабины пилота. Чтобы обеспечить управляемость, необходимо сделать крыло динамизированным, т. е. все крыло или его части должны быть подвижными. Ресурсы для динамизации можно получить, если отделить от основного крыла его заднюю часть. Можно также добавить к задней кромке крыла дополнительные рули, согласовать их форму и ввести связи, например шарнирные механизмы.

Четвертое правило определяет степень обобщения информации. В соответствии с целью анализа в каждом конкретном случае нужно найти оптимальную степень отличия преобразований, поскольку излишняя конкретизация увеличивает количество малоотличающихся вариантов и затрудняет анализ, а чрезмерное обобщение неинструментально. Важно, чтобы преобразования отличались *качественно.*

Вывод из главы 2: На основе анализа модели функционирующей системы и особенностей ее развития определено десять основных линий развития технических элементов.

Содержание главы 3: «Построение Деревьев эволюции»

- **Элементарная функция: как ее описать?**

Модель системы для выполнения требуемой функции выглядит так: инструмент (элемент, выполняющий действие), обрабатываемый объект (элемент системы, подвергающийся действию) и взаимодействие между этими двумя элементами. Это минимальный набор действующих элементов, их количество можно расширить.



Рис. 9. Выполнение функции

Для описания выполнения элементарной функции можно использовать морфологический ящик из двух осей: на одной оси расположены варианты инструмента, на другой – варианты обрабатываемого объекта (рис. 10). Для заполнения ячеек морфящика всеми возможными вариантами взаимодействующих элементов можно использовать линии развития, на которых расположены конкретные варианты выполнения этих элементов.

Возникает вопрос: как лучше расположить линии развития инструмента по осям морфологического ящика?

Морфологический ящик, показанный на рис. 10, удовлетворял бы решению задачи, если бы все варианты выполнения элементов описывались только одной линией развития. Однако для этого нужно несколько

линий развития. Поэтому необходимо найти их рациональное расположение по осям морфологического ящика.

Можно разместить линии развития по осям морфологического ящика последовательно, одна за другой, или выходящими из одной точки (рис. 11). Однако, как показано выше, линии развития показывают результаты действий по преобразованию системы, производящихся в определенной последовательности: каждое последующее действие выполняется с учетом результатов предыдущего.

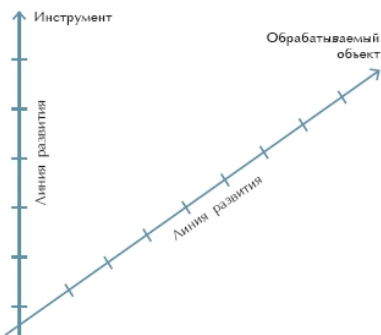


Рис. 10.
Простой морфологический ящик для инструмента и обрабатываемого объекта



Рис. 11,а. Последовательное расположение линий развития по осям морфологического ящика

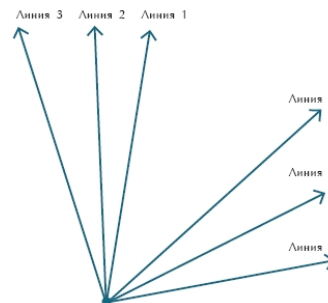


Рис. 11,а. Параллельное расположение линий развития по осям морфологического ящика

Это обуславливает определенную иерархию расположения линий (см. рис. 8), согласно которой новая линия может начинаться от любой точки, любого варианта преобразования. Если исходить из этого условия, то расположение линий именно в виде древовидной структуры более адекватно передает суть действий по преобразованию самой системы и ее элементов. Такую структуру, где развитие системы наблюдается по изменению какого-то параметра, мы назвали *Деревом технологической эволюции*.

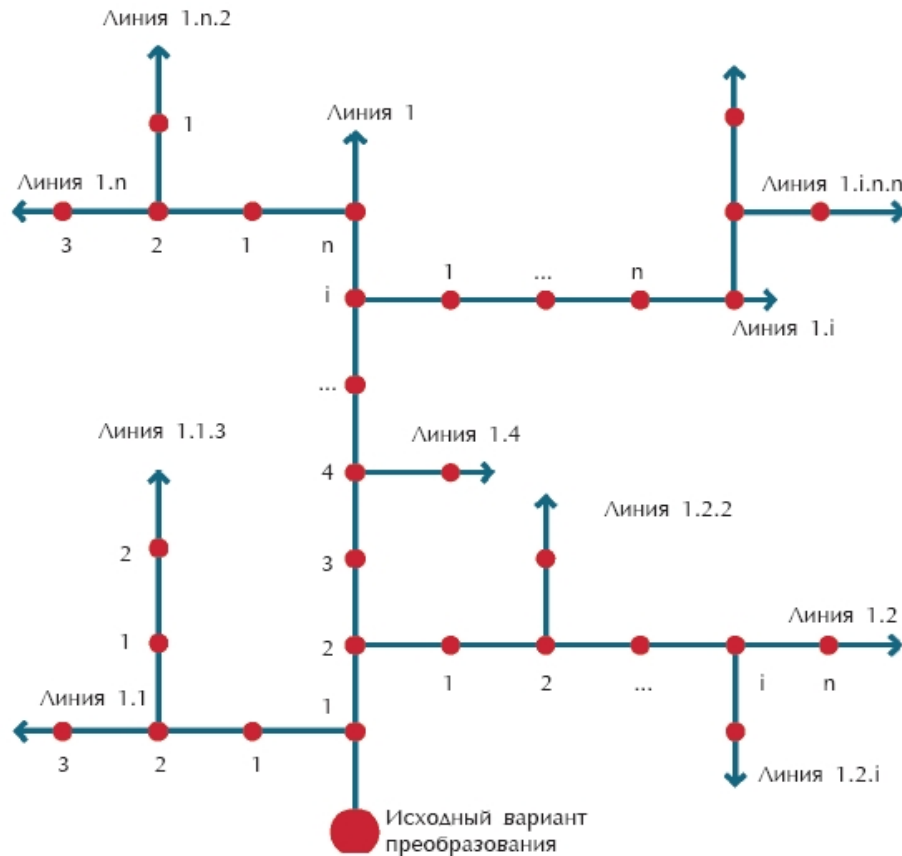


Рис. 12. Структура Древа эволюции

Структура реального Древа эволюции представлена на рис. 12. Каждая ветка Древа – это линия развития одного из элементов рассматриваемой системы в соответствии с объективными тенденциями развития. В Древе всегда присутствует основная, главная линия, которая начинается непосредственно от исходного варианта технического объекта. Варианты объектов, расположенные в каждой точке основной линии, могут служить начальными для боковых линий второго порядка. Каждый последующий уровень иерархии Древа представляют линии, выстроенные на линиях предыдущего уровня. Совокупность линий, расположенных таким образом, составляет простейшую структуру Древа. При построении реальных Деревьев эволюции следует соблюдать определенную последовательность действий и учитывать ряд правил, которые будут рассмотрены ниже.

В принципе нет никаких ограничений, как по количеству уровней иерархии, так и по количеству используемых при построении Древа линий, т.е. Древо эволюции любого технического объекта можно продолжать бесконечно как вширь, по количеству линий развития одного иерархического уровня, так и вглубь – по числу этих уровней. Можно сказать, что Древо эволюции обладает определенными свойствами бесконечных фрактальных структур. Фрактал – это самоподобное множество, т.е. множество, которое в крупном масштабе имеет ту же самую структуру, что и в мелком. Теория фракталов достаточно хорошо разработана, что дает объективные предпосылки математизации обработки информации с применением Деревьев эволюции.

Применение древовидной структуры делает более наглядными возможные варианты преобразований элементов системы, и значительно упрощает навигацию в многообразии этих вариантов. В этом случае каждая ось нашего морфологического ящика для инструмента и обрабатываемого объекта будет представлять собой не набор из нескольких, зачастую случайных, вариантов преобразований элементов,

а Дерево развития, на котором в определенном порядке выложены все основные варианты их выполнения (рис. 13).

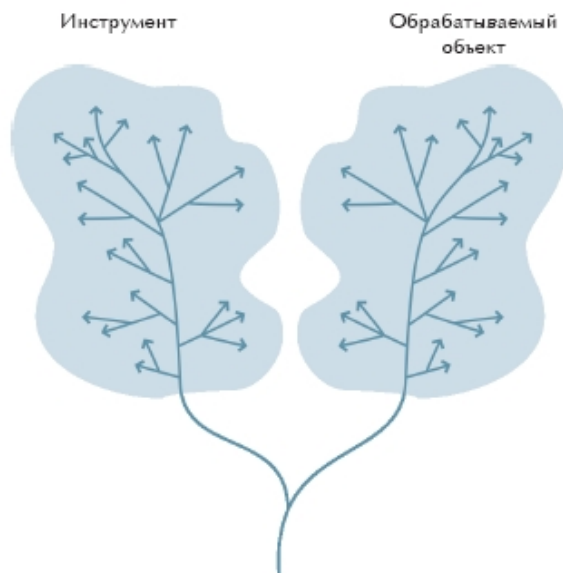


Рис. 13. Морфологический ящик с осями в виде древовидных структур

Если рассматривать пару «инструмент и обрабатываемый объект», последовательно выбирая каждое составляющее пары с Деревьев эволюции этих элементов, можно исчислить все основные способы выполнения исследуемой функции. Это дает возможность качественного анализа информации для получения прогнозных технических решений.

- **Базовое и конкретное Деревья эволюции**

ДЕРЕВО ЭВОЛЮЦИИ ДИСПЛЕЯ

Технология обхода конкурирующих патентов и построения патентных зонтиков

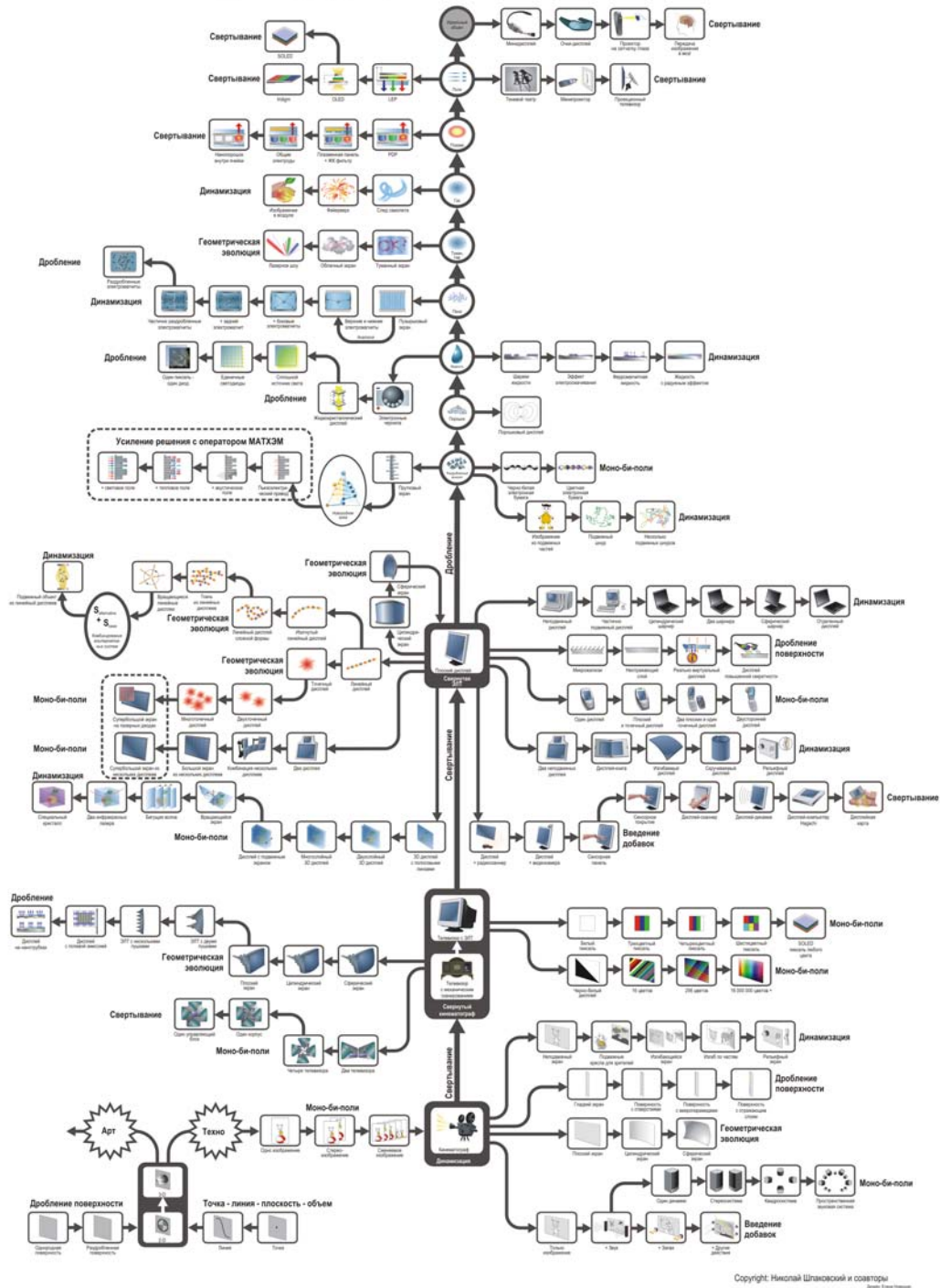


Рис. 14. Дерево эволюции дисплея .

Каждая из линий развития существует как бы на двух уровнях: абстрактном, на котором происходит описание последовательности обобщенных переходов, составляющих смысл

преобразований линии, и одинаковых для множества эволюционирующих технических объектов, и уровне, где это описание выполняют для конкретных технических объектов, поясняя эти абстрактные преобразования.

В соответствии с таким разделением линии на абстрактный и конкретный уровни, мы можем построить Дерево эволюции на двух уровнях. Дерево эволюции, ветками которого являются абстрактные описания линий развития, мы будем называть *базовым*, а построенное для реального технического объекта – *конкретным*.

Конкретное Дерево эволюции для каждого объекта будет иметь свой уникальный вид, связанный со спецификой решаемой задачи, доступностью информации, определенностью цели исследования и т.п.

- *В качестве примера в книге подробно описано Дерево эволюции дисплея, которое показывает технологическую эволюцию дисплея от элементарного оптического элемента, через кинематограф, телевизор с электронно-лучевой трубкой, плоский дисплей – до идеального дисплея, которым можно считать устройство, вызывающее изображение непосредственно в сознании пользователя.*

Метод классификации преобразований технической системы в виде Деревьев эволюции в значительной мере удовлетворяет требованиям, которые мы сформулировали в главе 1.

1. Для организации информации нами выбрана древовидная структура, позволяющая наглядно представить описания *всех основных* известных вариантов исследуемого объекта.
2. Дерево эволюции представляет собой организованную совокупность линий развития, построенных на основе анализа развития многих технических систем. Следовательно, построение Деревьев эволюции предполагает использование *объективного классификационного критерия*.
3. Каждая линия развития включает *набор обобщенных описаний* вариантов преобразований и переходов между ними, а также может иллюстрироваться примером преобразований конкретного технического объекта. Следовательно, выполняется *требование общности и конкретности*.
4. Представление информации в виде древовидной структуры позволяет проектировщику видеть основные варианты преобразований одновременно и четко *прослеживать их структуру*.
5. Наличие базового Дерева позволяет предусмотреть *все существенные преобразования* даже в том случае, когда информация о вариантах анализируемой системы недостаточна, фрагментарна.

Вывод из главы 3: Дерево технологической эволюции удовлетворяет всем требованиям к классификационной структуре, которые мы сформулировали в главе 1.

Содержание главы 4. «Применение Деревьев эволюции»

- **Поиск с разметкой информационного поля**

При традиционных методах поиска информации информационное поле представляется однородным, а информационные единицы, содержащиеся в нем, – равноценными. И только после тщательного изучения структуры информационного поля определяются самые перспективные зоны, в которых концентрируется наиболее ценная информация. Применение базового Дерева эволюции позволяет определить области концентрации нужной информации до начала поиска. Эти области располагаются в местах расположения

известных вариантов системы, и уточняются при помощи вариантов, подсказанных базовым Деревом эволюции.

Кроме того, такая структуризация позволяет определить «точки входа» – наиболее характерные варианты преобразований системы, с которых целесообразно начинать поиск. С этих точек поиск начинается, «область известного» расширяется, постепенно захватывая все новые участки информационного поля. Устанавливаются связи между отдельными поисковыми зонами, некоторые из них смыкаются. На основе уже изученных ключевых областей образуется своеобразный логический костяк информационного поля.

Когда мы находим (или генерируем) новую информационную единицу (вариант исследуемой системы), то можем легко определить ее место в структуре Древа эволюции. При этом часто появляются новые точки входа, что позволяет корректировать направления поиска.

Такой поиск можно назвать *структурным* (рис. 15).

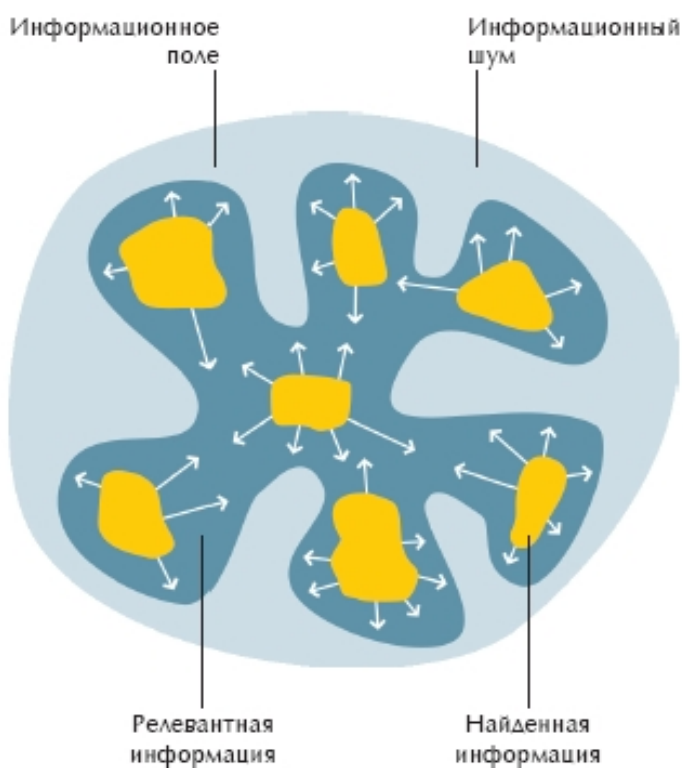


Рис. 15. Поиск информации с предварительной разметкой информационного поля. Стрелками показано направление поиска от центров концентрации информации

Базовое Дерево эволюции позволяет проектировщику получать наборы ключевых слов для поиска. Каждый такой набор включает две части – название объекта и название преобразования. Характерное определение, описывающее суть преобразования технической системы в базовом Дереве эволюции, добавленное к названию объекта, может значительно упростить поиск необходимой информации.

Такая форма запроса соответствует принципу организации патентных поисковых систем, в которых необходимо указать название объекта и определение его важного характерного свойства.

В качестве примера приведено описание поиска nano порошковых дисплеев компании Bridgestone.

- **Анализ структурированной информации**

При анализе информационной структуры производятся следующие действия:

- Выбор или уточнение прототипа
- Выбор способа улучшения прототипа
- Предварительное заполнение пропущенных клеток Древа и достройка линий

Остановимся подробнее на поиске пропущенных вариантов системы. Для того чтобы провести анализ Древа эволюции конкретной системы на полноту, необходимо сравнить его с Базовым Древом эволюции. Здесь могут возникнуть две ситуации.

- На конкретной линии пропущены некоторые варианты преобразования (рис. 16, а). После выявления незаполненных клеток необходимо повторить поиск. Если результатов нет, то есть вероятность, что именно здесь находится еще неизвестные, незапатентованные варианты анализируемого объекта. Такие лакуны – наиболее удобные места для проведения атаки на конкурирующий патент и поиска прогнозных решений.
- Не менее важно выявить незаконченные линии развития. Часто бывает, что конечные части линий не заполнены (рис. 16, б). Именно там располагаются наиболее перспективные варианты преобразований, которые могли бы стать основой для новых более совершенных технических решений.

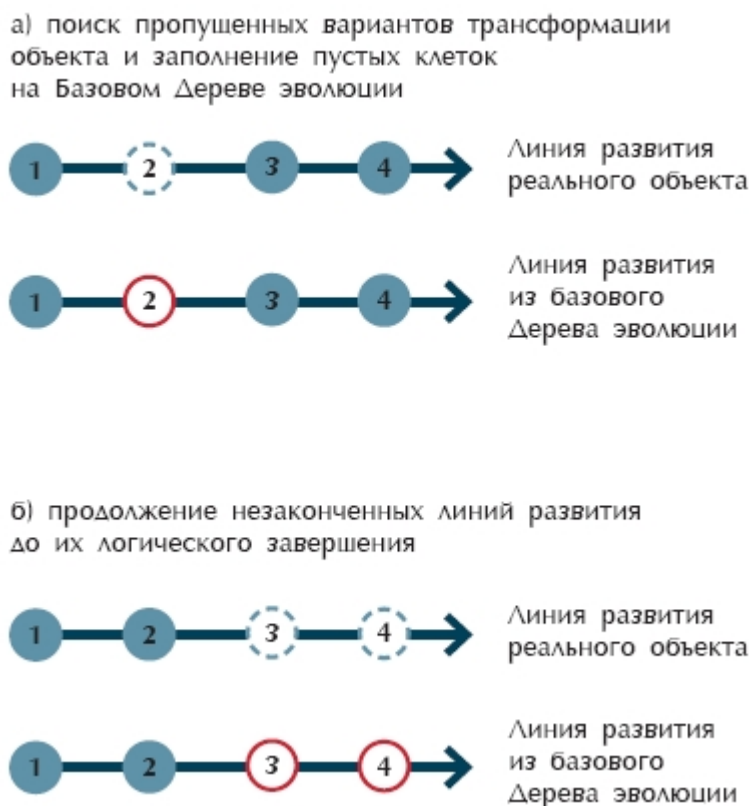


Рис. 16. Сравнение базового Древа эволюции и Древа эволюции реального объекта

Особенностью нашего подхода является то, что имеется возможность получить описание пропущенного варианта, построенное по аналогии с соответствующим вариантом преобразования в базовой линии. Можно сказать, что сравнение Древа эволюции реального объекта и базового Древа дает своеобразную «машину подсказок» или «генератор концепций», позволяющую получать «портреты»

пропущенных вариантов преобразования реальной системы. Имея такие портреты-описания, гораздо проще выйти на идеи реальных конструкций при генерации новых технических решений.

Описан экспресс-анализ линий развития двигателя летательного аппарата (учебный пример) и Древа эволюции печатающей головки струйного принтера (реальный пример).

- **Производство новой информации**

Генерация новых идей и концепций – ключевой момент работы с Деревом эволюции. На этом этапе проводится *синтез* нового знания об анализируемой системе. Все предыдущие действия имеют аналитический характер и являются подготовительными для производства новой информации. Цель состоит не в том, чтобы получить какую-то новую идею, а в том, чтобы полученное предложение было не только более эффективным и применимым для решения поставленной задачи, чем прототип, но и патентоспособным.

В ТРИЗ система оценивается по ее идеальности. Понятие *Идеальность* понимается как отношение комплексного параметра, характеризующего выполнение функции данной системы, к затратам на ее действие:

$I = \Phi / Z$, где:

- I** - идеальность технической системы;
- Φ** – комплексный параметр, характеризующий выполнения полезной функции;
- Z** – затраты на выполнение этих функций.

При улучшении системы, в соответствии с приведенной выше формулой, могут возникнуть три типа проблемных ситуаций:

1. количество функций системы и качество их выполнения устраивают, но не устраивают затраты на выполнение этих функций,
2. не устраивает количество выполняемых системой функций, необходимо обеспечить выполнение дополнительных функций,
3. количество выполняемых функций устраивает, но не устраивает качество их выполнения.

Первый тип проблемной ситуации возникает при неприемлемо большом значении знаменателя формулы Идеальности (затраты). Второй – при слишком малом числителе (функциональность). Третья проблемная ситуация возникает, когда не удовлетворяют обе составляющих формулы идеальности – и производительность технической системы недостаточна, и затраты на ее функционирование слишком высоки. В зависимости от типа ситуации можно выделить три пути совершенствования системы:

1. Свертывание состава системы, удаление из ее состава одного или нескольких элементов.
2. Развертывание состава системы, когда в ее структуру вводят новые системы, носители необходимых функций.
3. Оптимизация состава системы, которая предусматривает комплексное действие: как введение корректирующих систем, позволяющих повысить качество выполнения главной полезной функции, так и свертывание этих систем, передачу их функций уже имеющимся в системе элементам.

Особым способом улучшения технических систем, является преобразование их *по аналогии*. Разработанный нами *метод структурной аналогии*, показал высокую эффективность при работе с Деревьями эволюции. Его мы и рассмотрим в первую очередь.

- **Метод структурной аналогии**

Аналогией можно считать соответствие между объектами или процессами, дающее основания для переноса информации, характеризующей один объект, на другой объект, сходный по существенным свойствам.

Особый случай аналогии – так называемое «структурное подобие», основная идея которого заключается в том, что всегда удобнее сравнивать не отдельные объекты, а их подобные совокупности, структурно состоящие из двух элементов: инструмента и обрабатываемого им объекта.

Структурное подобие можно представить как развитие метода фокальных объектов, разработанного Э. Кунце и Ч. Вайтингом и предусматривающего перенос свойств произвольно выбранных объектов на совершенствуемую техническую систему. При этом могут возникать неожиданные сочетания, которые развивают дальше путем свободных ассоциаций.

Метод структурного подобия описан в статье Е.Л. Новицкой. В тексте книги приведен пример структурного соответствия пяти технических систем, отнесенных нами к одной структурной схеме, «оболочка с наполнителем»: шины автомобиля, парашюта, термоса, лодки и автомобиля. Из таблицы на рис. 17 мы видим, что для каждой технической системы удалось найти обоснованные варианты одинаковых преобразований.

						
Шина автомобиля						
Термос						
Парашют						
Лодка						
Автомобиль						
						

Рис. 17. Сводная таблица преобразований различных систем

Подобную таблицу удалось построить и после анализа Древа эволюции дисплея. Установлено, что при развитии четырех основных типов дисплея: кинематографа, черно-белый телевизора, цветной телевизора и объемного дисплея – прослеживается переход на микроуровень. Механическая развертка света, цвета или положения активного пикселя, применявшаяся в начальных вариантах этих дисплеев, была заменена на электронную.

- **Свертывание состава системы**

Свертывание всегда направлено на упрощение системы и снижение ее стоимости при сохранении количества и качества выполняемых функций. Это достигается за счет удаления из состава системы элементов определяемых в результате *функционально-стоимостного анализа* как необязательные. При этом выполнение функций удаляемых элементов перекладывается на элементы, остающиеся в составе системы.

Методика свертывания предполагает следующий порядок действий.

Сначала определяются состав, структура и функции улучшаемой системы. Для этого проводится ее структурный и функциональный анализ с разделением всех функций на основные, вспомогательные и ненужные. Затем строится структурно-элементная схема технологического процесса, реализуемого данной системой, выявляются элементы системы, каждый из которых рассматривается как инструмент при выполнении функций системы. После этого определяется условная суммарная оценка каждого элемента, которая зависит от важности функции, выполняемой с участие этого элемента, стоимости его изготовления и эксплуатации. Элементы с высокой суммарной оценкой – первые кандидаты на удаление из состава системы.

После анализа системы начинается творческий этап - собственно свертывание технологического процесса. Цель свертывания – удалить все элементы – носители ненужных и вспомогательных функций, - а по возможности и элементы - носители основных функций. Вспомогательные и ненужные функции должны быть ликвидированы, а основные переданы оставшимся элементам системы.

При этом используется стандартная формулировка: *«Функцию можно не выполнять, если возможно ее осуществление: а) за счет предыдущих операций, б) за счет последующих операций»*.

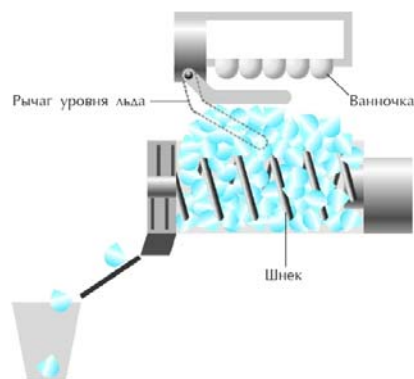


Рис. 18. «Льдоделатель» до проведения ФСА.

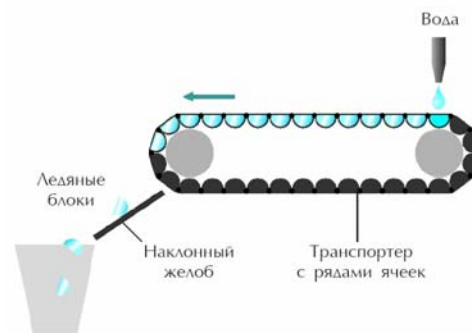


Рис. 19. Транспортный «льдоделатель» (после ФСА)

После удаления ряда элементов строится функционально-идеальная модель процесса. Следующий шаг - построение на основе данной модели реальной конструкции улучшенного изделия.

При свертывании элементов технологического процесса важно мыслить творчески, без психологической инерции. Чем решительнее при этом будет действовать команда, работающая над задачей, тем более радикальные изменения претерпевает система. Задачи, возникающие при этом, как правило, содержат обостренные противоречия, которые можно разрешить с использованием инструментов ТРИЗ и других методов.

В качестве примера может служить свертывание конструкции льдоделателя (устройства для замораживания воды в ледяные кубики).

В результате работы сложная конструкция, занимавшая почти треть объема морозильной камеры (рис. 18) превратилась в широкий транспортер с ячейками, расположенный под ее потолком и практически не занимающий места (рис. 19).

- **Развертывание состава технической системы**

Развертывание состава технической системы предусматривает введение новых элементов в ее структуру. Очевидно, что такое усложнение системы оправдано только в том случае, когда идеальность ее повышается, т.е. функциональные возможности системы растут быстрее, чем затраты на их реализацию.

При синтезе новой развернутой технической системы к прототипу может добавляться одна или несколько систем, выполняющих *дополнительные функции, полезные для потребителя*. При этом объединенная система имеет несколько рабочих органов, каждый из которых обрабатывает различные по свойствам объекты. Примером такой структуры может служить персональный компьютер, который по мере *развития оснащался дополнительными периферийными устройствами*.

При развертывании состава системы в нее также могут вводиться новые элементы – носители *дополнительных функций*, повышающие качество выполнения главной функции системы. Системы становятся более сложными и более эффективными, достигается повышение их надежности, срока службы и безопасности. Пример – тормозная система автомобиля.

Особым случаем развертывания функций системы при оптимизации ее состава можно считать объединение конкурирующих или альтернативных систем, т.е. систем, которые выполняют одну и ту же функцию различными способами. Все варианты преобразований, описанных в Дереве эволюции, являются конкурирующими системами, поэтому такая методика является особенно ценной для обработки информации, полученной при патентном поиске.

Главная идея методики объединения альтернативных систем заключается не в механическом их соединении, а в *переносе свойств* более продвинутой системы на улучшаемый прототип. Нужно взять за прототип одну из систем, придать ей необходимые свойства одной или нескольких альтернативных систем и разрешить возникающие при этом противоречия. В качестве прототипа выбирается, как правило, более дешевый вариант системы.

Примерами могут служить объединения альтернативных систем: цистерны и грузовика, а также стиральных машин с горизонтальной и вертикальной осями вращения.

- **Разрешение противоречий, применение инструментов ТРИЗ**

Наиболее эффективной методикой выявления и разрешения противоречий, возникающих при совершенствовании технических систем, является ТРИЗ. Эта методика предполагает активное использование изобретательских алгоритмов и психологических операторов, развивающих особый стиль мышления.

Основы ТРИЗ были заложены в 1950-1980-х годах многочисленными энтузиастами-изобретателями во главе с Г.С. Альтшуллером. ТРИЗ обобщает опыт создания миллионов изобретений, ведь вся история человечества - это история изобретений. Нашим предкам в повседневной борьбе за жизнь приходилось решать множество изобретательских задач. Многовековая история развития техники часто показывает удивительные примеры решения изобретательских задач, т.е. задач, в основе которых лежало обостренное противоречие.

Возведение египетских пирамид, постройка судов и военных машин – все это требовало необычайной смекалки и упорства. Возьмем, к примеру, процесс изготовления, доставки и установки монумента Петру Первому в Петербурге. Не имея ни тягачей, ни мощных судов инженеры доставили камень весом 1600 тонн на расстояние в 22 километра, из которых 13 пришлось на водный путь.

К сожалению, накопленный опыт не сохранялся в полном объеме: приемы мастерства передавались от мастера к ученику под большим секретом, часть информации утеряна навсегда. Сами изобретатели не могли объяснить, как происходит процесс возникновения новых идей. Определенная информация о процессе появления новых идей накапливалась, но, все равно, появление интересных решений приписывалось интуиции, озарению и прочим труднообъяснимые явления.

Г.С. Альтшуллер одним из первых поставил и решил следующую задачу: *как найти способ быстрого выхода в область эффективных решений без многочисленных проб и ошибок*. Поиск решения этой задачи проводился по трем направлениям:

- Было проанализировано множество патентов, защищающих интересные изобретательские решения, и выявлены основные приемы разрешения противоречий, применяемые изобретателями.
- Были изучены философские основы разрешения противоречий в природе и обществе, в первую очередь, диалектический материализм.
- Поскольку ни одна методика не работает вне человеческого сознания, третьим направлением было изучение психологических основ творчества. Недаром первая статья Г.С.Альтшуллера и Р. Шамиро об управлении мышлением при решении изобретательских задач появилась в журнале «Вопросы психологии».

В результате проделанной работы удалось перекинуть прочный и удобный мостик через пропасть, отделяющую высокие науки – философию, которая знает ответы на все вопросы, и психологию, которая понимает, как организовать сознание человека для более продуктивной его работы, – от повседневных чаяний инженера, проектировщика, ученого, пытающихся получить новые идеи и реализовать их на практике.

Система обучения ТРИЗ строится таким образом, чтобы научить человека:

1. технологии решения задачи, позволяющей генерировать релевантные ассоциативные подсказки, помогающие найти идею решения,
2. способности улавливать и усиливать эти подсказки, которые часто мелькают только по краю сознания и без специальной тренировки могут быть попросту не замечены.

При разрешении противоречий, возникающих при улучшении прототипа, выбранного из Дерева эволюции, применение ТРИЗ наиболее эффективно. ТРИЗ базируется на законах эволюции технических систем, одно из производных которых - линии развития, были использованы при построении Деревьев эволюции.

Кроме постулата о закономерном развитии техники и требования идеальности, ТРИЗ включает следующие основные подходы:

1. выявление и разрешение противоречий,
2. действия с моделями,
3. учет психологических особенностей мышления,
4. использование информационной базы.

Мы не будем останавливаться на подробном описании этих подходов, и отсылаем читателя либо к полному тексту книги, либо к материалам по ТРИЗ. Кроме книг, отмеченных в списке литературы, можно порекомендовать следующие русскоязычные веб сайты:

Генератор	www.gnrtr.com
ТРИЗлэнд	www.trizland.ru
ТРИЗ-профи	www.trizprofy.com
Методолог	www.metodolog.ru

- **Новые возможности для обхода конкурирующих патентов**

Для обхода конкурирующего патента, впрочем, как и для получения патента на новое изобретение, необходимы совместные усилия двух ключевых фигур. Это изобретатель, который находит какую-то идею, и патентный поверенный, который подготавливает заявку на получение патента в соответствии с патентным законодательством и подает ее в патентное ведомство. Именно их работа приводит порой к грандиозному успеху. Именно здесь цена ошибки может оказаться для компании непомерно высокой.

Если при обходе патента и изобретатель, и патентный поверенный действуют каждый на своем направлении, то можно выделить два основных способа обхода патентов.

- Первый и главный – это *юридический*.

Этот способ подразумевает использование несовершенства патентного законодательства и ошибок в описании изобретения в патенте. Сам объект изобретения при этом никак не изменяется. Если представить ситуацию в виде диаграммы, то, при юридическом способе обхода патента, патентный поверенный старается защитить предмет обходимого изобретения, никак его не изменяя. Для обхода патента юридическим способом необходимо найти несоответствия признаков реального объекта, способа, вещества с текстами патентной формулы и описания этих признаков в конкурирующем патенте. Затем необходимо описать существующий предмет изобретения, используя другие термины и переформулировав описание по определенным правилам, содержание которых является «ноу-хау» каждого опытного патентного юриста.

Главным ориентиром в этой работе является действующее патентное законодательство. В результате часто появляется возможность либо оспорить патент, доказав, что он защищает уже известное ранее изобретение, либо составить новую заявку и получить альтернативный патент на существующее изобретение.

При известном навыке и достаточной квалификации патентного поверенного юридический способ обхода патента может быть весьма эффективным. Для того чтобы составить патентную формулу и описание, полностью и надежно закрывающую полученное решение, требуется вдумчивая и кропотливая работа. Можно предполагать, что при подготовке конкурирующего патента она не была проведена с достаточной тщательностью. Оформление заявки, ее экспертиза и получение патента – весьма сложная и дорогостоящая процедура, в которой принимают участие десятки людей. Сбой на каком-то одном этапе может привести к тому, что защита изобретения будет недостаточной и в будущем этот патент может быть оспорен. Кроме того, абсолютно совершенного патентного законодательства не существует, и в различных странах уровень патентной охраны существенно различается. Иногда это приводит к курьезам. Примером здесь может служить история с австралийским патентным поверенным Джоном Кео, который в 2002 году ухитрился получить в патентном агентстве Австралии патент на колесо.

- Существует второй способ получения новых патентов – *изобретательский*.

Этот способ подразумевает более или менее значительное преобразование структуры устройства или технологического процесса, которые являются предметом изобретения. Здесь главную роль играет изобретатель.

Это наиболее радикальный выход из проблемной ситуации: найти концепцию решения, лучшего, чем у конкурентов, и запатентовать его, т.е. речь идет о новом решении технической задачи, существенном изменении предмета изобретения.

- Мы предлагаем «*юридически-изобретательский*» способ обхода патентов

Очень часто бывает так, что вариант, запатентованный конкурирующей компанией, полностью устраивает нас, и его значительное изменение нецелесообразно.

В этом случае возникает следующее противоречие:

- необходимо изменить предмет изобретения для того, чтобы получить альтернативный патент, перекрывающий конкурирующий,
- изменения не должны затрагивать принцип действия технической системы, являющейся предметом изобретения.

Разрешить это противоречие можно, объединив юридический и изобретательский способы в один *«юридически-изобретательский»*, суть которого можно сформулировать так: *«изменить, не меняя»*.

Речь идет о минимальном с технологической точки зрения изменении предмета изобретения. Однако такое изменение часто дает возможность патентному поверенному возможность для построения альтернативного технического решения, которое будет иметь юридически значимые отличия от обходимого патента. Следует отметить, что состав и структура любой системы всегда предполагает некоторую вариабельность, поэтому всегда можно провести незначительные изменения элементов системы или совокупность таких изменений. Наличие в составе системы таких незначительно отличающихся элементов не изменяет принципа действия системы, но может оказаться достаточным для получения значимого изменения определенного патентного признака, что может дать патентному поверенному дополнительные возможности юридической защиты альтернативного патента.

Кроме того, изучение возможных изменений элементов системы и патентных признаков анализируемого изобретения можно применить и для эффективной патентной защиты разработок своей компании. Для этого нужно провести обратную операцию – рассмотреть патентуемое своей компанией техническое решение как конкурирующий патент, и провести поиск основных альтернативных вариантов элементов системы, описываемой в этом изобретении. Построение нескольких новых моделей систем, включающих измененные элементы, позволит выявить возможные пути обхода своего патента в будущем. Альтернативные модели системы необходимо запатентовать, организовав защиту по принципу так называемого «патентного зонтика», который закрывает основные возможные пути обхода своих патентов конкурирующими компаниями.

Для решения таких задач целесообразно применить Дерево эволюции для технической системы, описанной в обходимом патенте. Чем больше мы получим значимых альтернативных решений, тем проще будет ориентироваться в этом поле и найти более эффективные решения, которые можно применить для обхода патентов. После этого остается лишь найти в Дереве эволюции незапатентованные варианты системы, устраивающие нас с технологической точки зрения, и можно начинать атаку на конкурирующий патент.

Какие действия нужно совершить для выявления альтернативных вариантов конкурирующего изобретения?

- Необходимо определить прототип, т.е. тот патент, который нужно обойти.
- Определить функцию, состав и структуру системы, защищаемую патентом.
- Определить патентные признаки, которые целесообразно изменить.
- Провести патентный поиск, найти основные альтернативные варианты этой системы.
- Построить Дерево эволюции для анализируемой системы.
- Путем сравнения базового и реального Деревя эволюции (см. рис.) выяснить, какие варианты преобразований не защищены патентами.
- Оценить возможность использования этих вариантов в системе, выбрать наиболее подходящие.
- Предложить технические решения на основании этих вариантов.
- Обеспечить юридическую защиту этих решений.

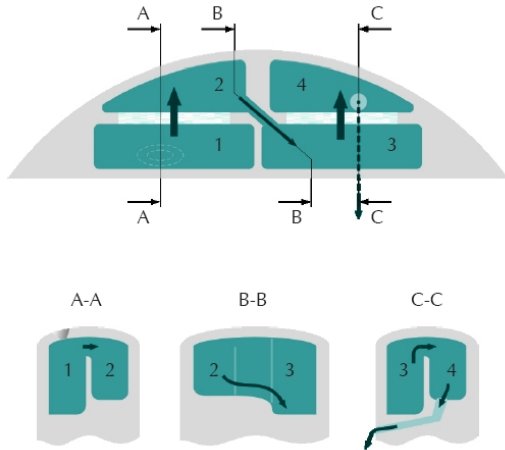


Рис. 20. Устройство для подачи раствора-кондиционера конкурирующей компании

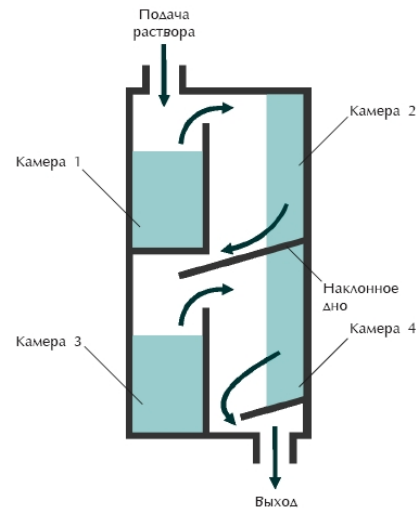


Рис. 21. Альтернативная конструкция, найденная с использованием Древа эволюции

Методика обхода патентов проиллюстрирована описанием действий при обходе реального патента на стиральную машину. Целью было найти новую конструкцию устройства для подачи раствора кондиционера, которое работает на инерционном принципе – раствор при быстром вращении барабана перетекал из полости в полость, и, наконец, выливается перед последним полосканием в бак (рис. 20). После анализа устройства с применением Древа эволюции было найдено шесть альтернативных незапатентованных схем такого устройства. Одна из них представлена на рис. 21.

• Эффективное прогнозирование систем

Традиционный прогноз на основе экспертных оценок предсказывает изменение тех или иных механизмов системы, но редко определяет, каким образом это будет достигнуто. Прогноз с применением ТРИЗ дает конкретные технические решения, позволяет сформулировать целостную и обоснованную концептуальную модель изделия или технологии нового поколения. Таким образом, прогнозное решение может быть получено с применением всего инструментария ТРИЗ, более того, любое решение, полученное на уровне изобретения, является прогнозным. Патентная заявка – это ни что иное, как описание нового варианта системы, имеющего определенные преимущества перед прототипом. На время ее подачи, а тем более на время разработки нового технического решения, нет полной ясности, пойдет ли развитие данной технической системы этим путем, или полученный патент так и не будет востребован и останется попыткой неудавшегося прогноза. Поэтому исключительно важным является повышение достоверности прогнозирования развития технических систем.

Спрогнозировать развитие какой-то системы это, в конечном счете, значит выстроить временною последовательность расположения ее вариантов. Если бы удалось это сделать на всем протяжении временной оси – как в прошлом, так и в будущем, то вся эволюция системы была бы как на ладони. Если разместить по временной оси уже существующие варианты системы достаточно просто, то понять, какой ее вариант будет следующим завтра, через неделю, через месяц, можно определить только с определенной долей вероятности.

Допустим, варианты анализируемой системы расположены по времени их создания (рис. 22). Если двигаться по оси, то наступает сегодняшний день, и мы уже не можем знать, какой вариант системы будет следующим. Это как идти по вагонам поезда. Пока двери между вагонами открыты, мы легко переходим из вагона в вагон, и можем детально рассмотреть устройство каждого из них. Но вот мы подошли к закрытой двери (сегодняшний день) и уже не знаем, что за ней находится. Еще один вагон или что-то другое? Чтобы это понять, нужно «выйти из поезда», т.е. выйти из рамок временной модели

развития системы и проанализировать возможные ее варианты с использованием каких-то других моделей.

Удачный прогноз можно определить как нахождение оптимального баланса между потребностями человека и технологическими возможностями их удовлетворения.

Мысль о том, что человеку нужны вовсе не предметы и не вещи, а *функции*, которые можно выполнять с помощью вещей, и *продукты*, которые получаются в результате выполнения этих функций, в последние десятилетия получила широкое распространение. Мы покупаем не товары, а способность товаров обеспечить какое-либо потребительское свойство, дать продукт, удовлетворяющий какую-либо нашу потребность. А сам товар - это просто средство для получения такого продукта.

Существует множество теорий мотивации, которые анализируют и структурируют потребности человека, заставляющие его действовать, так или иначе. Авторы многих теорий: Мак-Клиланд, Герцберг, Маслоу и др. исходят из предпосылок, что человек испытывает потребности при недостатке чего-либо в физиологическом или психологическом аспекте, соответственно и потребности бывают разного порядка: первичные (физиологические) и вторичные (психологические). Все потребности человека удовлетворяются использованием каких-то объектов, которые образуются как продукт действия некоторых систем. Например, потребность в общении удовлетворяется, среди прочего, при помощи листа бумаги с нанесенными на него буквами.

Минимальный состав системы, производящей продукт – это совокупность рабочего органа и обрабатываемого объекта. Конечно, для обеспечения их взаимодействия необходимо ввести в систему некоторые дополнительные части, но функция системы выполняется именно этой парой элементов.

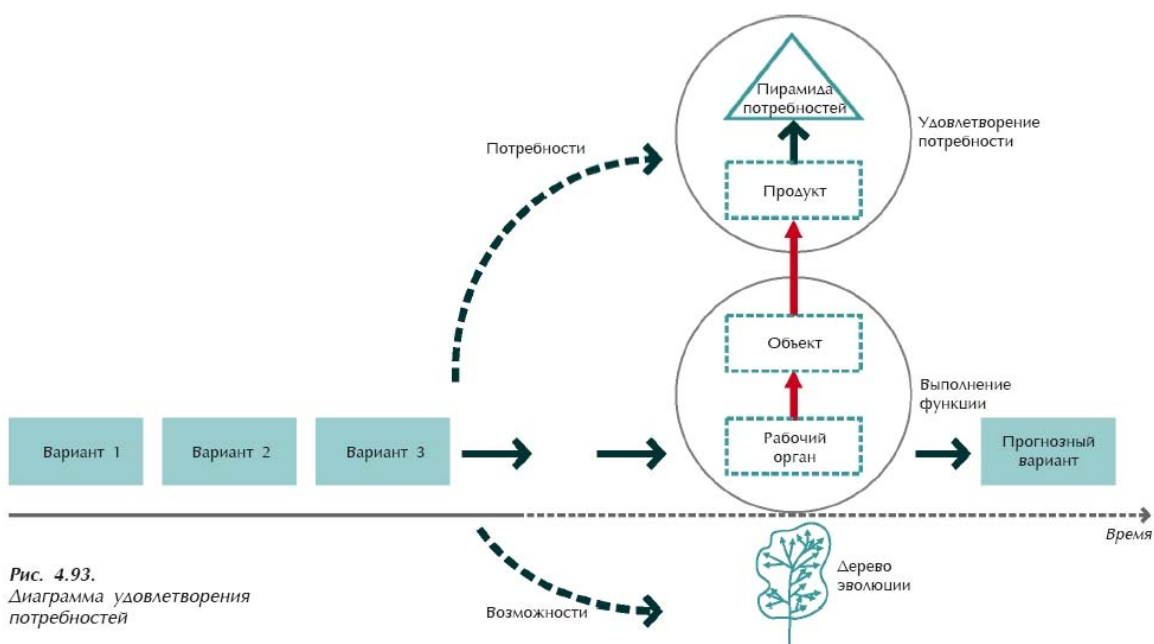


Рис. 4.93. Диаграмма удовлетворения потребностей

Рис. 22. Диаграмма удовлетворения потребностей

Как следует из диаграммы, изображенной на рис. 22, эффективной и конкурентоспособной система будет в том случае, если производимый ею продукт окажется в точке встречи двух векторов. Один из векторов символизирует потребности пользователей, а другой – действие системы, производящей удовлетворяющий эти потребности продукт. Чем идеальнее будет система, чем дешевле и качественнее будет производимый ею продукт, тем более полным будет охват удовлетворения потребностей пользователя в данной рыночной нише. Исходя из этого, совершенствование системы должно идти в направлении удешевления производимого продукта, повышения его качества и улучшения потребительских свойств.

Если принять за минимальный состав системы рабочий орган и взаимодействующий с ним обрабатываемый объект, то получить новый вариант системы можно, поменяв одну из этих составляющих.

Для получения прогноза необходимо представить себе основные перспективные варианты выполнения этой системы. Как правило, объект, который нужно обработать для удовлетворения потребностей, уже определен. Следовательно, прогноз состоит в том, чтобы заменить существующие варианты рабочего органа более перспективными.

В соответствии с диаграммой, представленной на рис. 22, вырисовывается следующий алгоритм получения перспективных прогнозных вариантов анализируемой системы:

- определение потребности пользователя,
- определение обрабатываемого объекта системы,
- установление продукта, который должен быть получен при воздействии на обрабатываемый объект,
- преобразование обрабатываемого объекта (при необходимости),
- определение рабочего органа системы,
- преобразование рабочего органа.

Для эффективного преобразования рабочего органа и обрабатываемого объекта важно иметь в поле зрения достаточное количество их вариантов, а в идеале – все основные варианты выполнения этих элементов системы. Дерево эволюции как нельзя лучше подходит на роль подобного визуализатора, так как на нем в закономерном порядке представлены существующие варианты выполнения исследуемого объекта. Кроме того, есть возможность получить значимую информацию об отсутствующих, вероятностных его вариантах. Новые варианты выполнения объекта можно найти, если сравнивать построенное нами реальное Дерево эволюции с линиями развития, составляющими базовое Дерево эволюции.

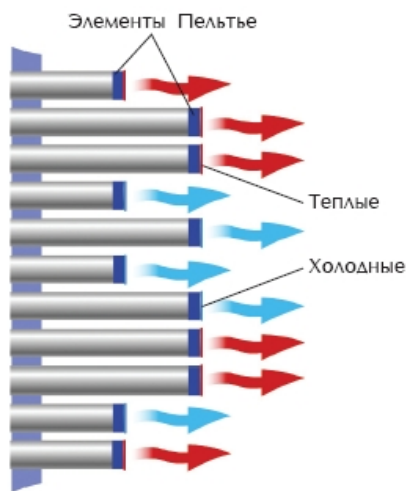


Рис. 23. «Цветной» дисплей для слепых людей

Прогноз всегда – уравнение со многими неизвестными. Применение Деревьев эволюции для визуализации вероятных вариантов системы позволяет определить некоторые из этих неизвестных. Это, в конечном счете, позволяет упростить проведение прогноза и сделать его более полным и точным. В «размеченном» информационном поле исследователь имеет перед глазами ясную картину, на которой представлены все основные варианты системы. Имея эту информацию, изобретатель может полностью сконцентрироваться на решении обратной задачи и исследовать варианты системы, пытаясь найти ответ на следующие вопросы:

- Для чего может понадобиться тот или иной вариант системы?
- Какие параметры новой системы изменятся и как?
- Какие достоинства имеет каждый вариант?

- Какие он имеет недостатки?
- Как изменится качество производимого системой продукта?
- Будет новый вариант дороже или дешевле?
- Как изменится надсистема, в которую входит исследуемая система?

Таким образом, речь идет об обычной исследовательской работе, изучении модели новой гипотетической системы.

В тексте книги приведены некоторые прогнозные решения, полученные после анализа Деревя эволюции дисплея, например, ряд предложений, направленных на повышение информативности дисплеев для слепых и слабовидящих людей, из которых можно выделить оригинальный «цветной» игольчатый дисплей. На кончиках иголок этого дисплея, создающих рельефный рисунок, размещены миниатюрные элементы Пельтье, активируя которые можно делать иголки холодными или горячими. Это позволит имитировать цвета, воспринимаемые человеком как «холодные» и «теплые» (рис. 23).

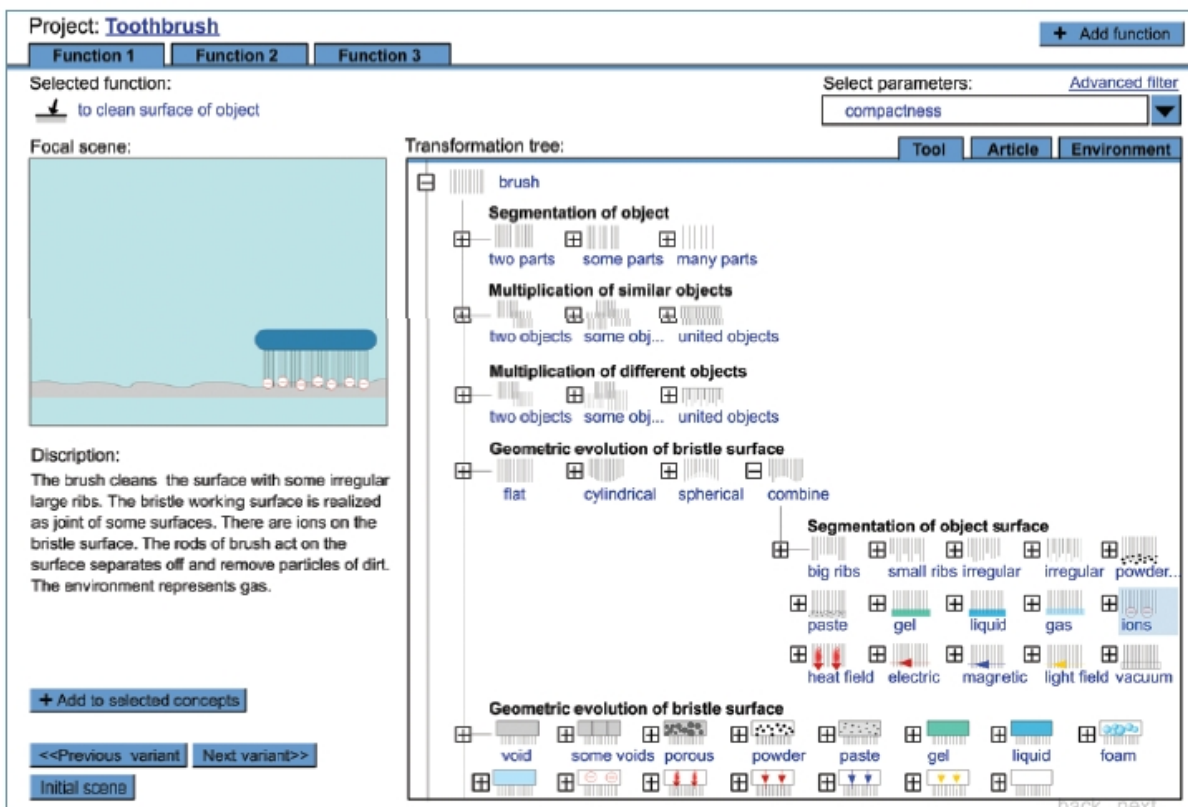


Рис. 24. Прототип Генератора концепций.
Фрагмент Деревя преобразований для инструмента

В заключение показано, как можно существенно повысить эффективность прогнозного анализа с помощью Деревьев эволюции за счет использования компьютера. На основе Деревьев эволюции нами разработаны концепция и прототип компьютерной программы, которая помогает проектировщику быстро и в наглядной форме получить большое число качественно отличающихся идей выполнения функций. Каждая такая идея дает элементарную концепцию решения, а их комбинация – комплексную концепцию построения технической системы. Получив ряд концепций, проектировщик может приступить к их анализу и отбору перспективных по рекомендуемым критериям.

Для генерации концепций техническая система раскладывается на элементарные части, выполняющие какую-либо функцию. Для ключевых элементов создаются линии развития по структуре, предлагаемой базовым Деревом эволюции (рис. 24).

Подход, основанный на Дереве эволюции, позволяет построить модель любой технической системы. Эту модель можно использовать для прогнозирования развития системы, обхода конкурирующих патентов и стратегического планирования бизнеса. Систематизация эволюционных моделей, построенных для различных технических систем, дает проектировщику возможность создать виртуальный технический мир - мир моделей выполнения функций, во всех его связях и разнообразии, в котором можно моделировать самые различные системы и процессы.